



ISSN : 2442-5346

JURNAL

# INOVASI PERTAHANAN

Vol. 2 No. 1, Juni 2016

Efektivitas Program Pendidikan Kesadaran Bela Negara Kementerian Pertahanan di Daerah Rawan Konflik dan Perbatasan

Penentuan Kriteria Sebagai Standar Medan Latihan Tempur Trimatra (Gabungan) Guna Mendukung Terwujudnya Profesionalisme Prajurit TNI

Konsep Desain Pembuatan Satelit Pertahanan Guna Menjaga Kedaulatan Wilayah Indonesia

Potensi Sumber Daya Alam Sebagai Sumber Energi Baru dan Terbarukan Untuk Mendukung Pertahanan Negara

Rancang Bangun Sarana Uji *Coating* Antiradar

Memperkokoh Kearifan Lokal Guna Menghadapi Ancaman Nirmiliter di Kecamatan Jagakarsa, Jakarta Selatan

Rancang Bangun Pembuatan Model *Modified Lifevest* Pada Pesawat Angkut TNI Angkatan Udara Guna Menunjang Tugas Operasi Militer Selain Perang

Rancang Bangun Kapal Selam Mini 22 M

Analisis Kandungan Mineral Strategis Untuk Mendukung Pertahanan Negara

Pertahanan *Siber* Dalam Menghadapi Ancaman *Cyber War*

KEMENTERIAN PERTAHANAN RI  
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

Jurnal Inovasi Pertahanan	Vol. 2	No. 1	Hal. 1 – 121	Jakarta Juni 2016	ISSN 2442-5346
------------------------------	--------	-------	--------------	----------------------	-------------------



**SUSUNAN REDAKSI**

- Penasehat** : Kabalitbang Kemhan
- Penanggung jawab** : Ses Balitbang Kemhan
- Pimpinan Redaksi** : Dra. Ernalem Bangun, M.A.
- Dewan Redaksi** : Kapuslitbang Strahan Balitbang  
Kapuslitbang Sumdahan Balitbang Kemhan  
Kapuslitbang Alpalhan Balitbang Kemhan  
Kapuslitbang Iptekhan Balitbang Kemhan
- Sekretaris** : Letkol Caj Misyanto, S.Kom, M.Si.
- Tim Redaksi** : Dr. Nina Ruslinawati, S.Sos, M.M.  
Maulana Randa, S.T., M.Sc.  
Daryono, S.Pd., M.M.  
Sigit Permana, S.T.  
Indah Kastiyowati, S.Sos.  
Yurviany, S.Si.  
Ari Afianti, S.Psi.  
Heriana, S.T
- Mitra Bestari** : Prof. Dr. Ir. Dadang Gunawan, M.Eng. (Kemhan)  
Dr. Timbul Siahaan (Kemhan)  
Prof. Dr. Ir. Eddy S. Siradj, M.Sc. (UPN )  
Prof. Dr. Yasmine Zaki Shahab, M.A., Ph.D. (UI)  
Dr. Ir. Mirna Ariati, M.Si. (UI)  
Prof. Dr. Ahmad Fedyani Sayfuddin (UI)  
Dr. Ir. Priyono, M.Si. (Undip)  
Dr. F. Harry Sampurno, Ph.D. (PT.Dahana)  
Dr. Ade Bagdja (PT. Pindad)  
Ir. Andi Alisjahbana, M.SAe. (PT.DI)  
Dr. Rika Andiarti (LAPAN)
- Design Grafis & Fotografer** : Dwijo H. S., S.Sos.  
Priyo Budi S.  
Serka Retno Susilo
- Editor** : Sri Haryati, S.T  
Sulastri
- Sekretariat** : Sri Hartati Wahyu Utami  
Eko Suhendar  
Edy Sunardy, Amd  
Dewi Hartati
- Alamat Redaksi** : Balitbang Kemhan  
Jl. Jati No. 1 Pondok Labu Jakarta Selatan 12450  
Telp. (021) 7502086, Fax. (021) 7504466  
*e-mail*: [balitbang@kemhan.go.id](mailto:balitbang@kemhan.go.id)  
*website*: <http://www.balitbang.kemhan.go.id>

**DAFTAR ISI****Hasil Penelitian**

Efektivitas Program Pendidikan Kesadaran Bela Negara Kementerian Pertahanan di Daerah Rawan Konflik dan Perbatasan ..... Eddy M. T. Sianturi	1 – 15
Penentuan Kriteria Sebagai Standar Medan Latihan Tempur Trimatra (Gabungan) Guna Mendukung Terwujudnya Profesionalisme Prajurit TNI ..... Furqon Amdan	17- 30
Konsep Desain Pembuatan Satelit Pertahanan Guna Menjaga Kedaulatan Wilayah Indonesia ..... Rosihan Ramin	31 - 40
Potensi Sumber Daya Alam Sebagai Sumber Energi Baru dan Terbarukan Untuk Mendukung Pertahanan Negara..... Ari Fianti	41 – 58
Rancang Bangun Sarana Uji <i>Coating</i> Antiradar..... Maulana Randa	59 – 70
Memperkokoh Kearifan Lokal Guna Menghadapi Ancaman Nirmiliter di Kecamatan Jagakarsa, Jakarta Selatan..... Alimisna dan Daryono	71 – 76
Rancang Bangun Pembuatan Model <i>Modified Lifevest</i> Pada Pesawat Angkut TNI Angkatan Udara Guna Menunjang Tugas Operasi Militer Selain Perang..... Heriana	77 - 83
Rancang Bangun Kapal Selam Mini 22 M..... Nazarudin.	85 – 98
Analisis Kandungan Mineral Strategis Untuk Mendukung Pertahanan Negara..... Rini Ferubani	99–108
Pertahanan Siber Dalam Menghadapi Ancaman <i>Cyber War</i> ..... Yurviany	109–117
Indeks Penulis .....	118
Pedoman untuk Penulis .....	119–121

## KATA PENGANTAR

Para pembaca Jurnal Inovasi Pertahanan, puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmatNya, sehingga Jurnal Inovasi Pertahanan Volume 2 Nomor 1, Juni 2016 telah terbit dan hadir di tangan para pembaca.

Pada edisi ketiga ini, Jurnal Inovasi Pertahanan membahas berbagai bidang seperti kesadaran bela negara, medan latihan tempur, satelit pertahanan, sumber energi terbarukan, *coating* antiradar, kearifan lokal, kapal selam mini dan pertahanan siber. Adapun judul yang terpilih yaitu : 1. Efektivitas Program Pendidikan Kesadaran Bela Negara Kementerian Pertahanan di Daerah Rawan Konflik dan Perbatasan; 2. Penentuan Kriteria Sebagai Standar Medan Latihan Tempur Trimatra (Gabungan) Guna Mendukung Terwujudnya Profesionalisme Prajurit TNI; 3. Konsep Desain Pembuatan Satelit Pertahanan Guna Menjaga Kedaulatan Wilayah Indonesia; 4. Potensi Sumber Daya Alam Sebagai Sumber Energi Baru dan Terbarukan Untuk Mendukung Pertahanan Negara; 5. Rancang Bangun Sarana Uji *Coating* Antiradar; 6. Memperkokoh Kearifan Lokal Guna Menghadapi Ancaman Nirmiliter di Kecamatan Jagakarsa, Jakarta Selatan; 7. Rancang Bangun Pembuatan Model *Modified Lifevest* Pada Pesawat Angkut TNI Angkatan Udara Guna Menunjang Tugas Operasi Militer Selain Perang; 8. Rancang Bangun Kapal Selam Mini 22 M; 9. Analisis Kandungan Mineral Strategis Untuk Mendukung Pertahanan Negara; 10. Pertahanan Siber Dalam Menghadapi Ancaman *Cyber War*. Diharapkan topik bahasan di atas dapat bermanfaat sebagai sumber informasi yang mampu memberikan inovasi dalam melakukan penelitian untuk mengatasi beberapa masalah yang kita hadapi.

Pada kesempatan ini, Tim redaksi mengucapkan terima kasih dan penghargaan kepada seluruh Mitra Bestari Jurnal Inovasi Pertahanan atas bantuan dan kerja sama, juga kepada para penulis yang telah mempercayakan artikelnya untuk diterbitkan pada Jurnal Inovasi Pertahanan.

Sebagai penutup kami Tim redaksi Jurnal Inovasi Pertahanan mengharapkan kritik dan saran dari para pembaca untuk meningkatkan kualitas Jurnal Inovasi Pertahanan. Kami juga mohon maaf bila ada hal yang tidak berkenan dalam proses penerbitan ini. Selamat membaca, semoga memberikan wawasan dan manfaat untuk kemajuan Jurnal Inovasi Pertahanan.

Salam,

Tim Redaksi Jurnal Inovasi Pertahanan

Eddy M. T. Sianturi (Puslitbang Sumdahan Balitbang Kemhan)  
Efektivitas Program Pendidikan Kesadaran Bela Negara Kementerian Pertahanan di Daerah Rawan Konflik dan Perbatasan  
Jurnal Inovasi Pertahanan Vol. 2 No.1 Juni 2016 Halaman 1- 15

*Pembinaan kesadaran bela negara merupakan proses yang tiada berkesudahan dalam menegakkan keberadaan dan jati diri suatu negara bangsa. Jika negara bangsa tidak mampu merespons perkembangan zaman, lambat laun ia akan kehilangan identitas nasionalnya dan pada akhirnya akan sirna. Oleh karena itu, pembinaan kesadaran bela negara merupakan long life education bagi bangsa Indonesia. Selama bangsa dan Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI) eksis, kesadaran bela negara tetap dibutuhkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas program bela negara di daerah rawan konflik dan perbatasan yang telah dilaksanakan oleh Direktorat Bela Negara Ditjen Pothan Kemhan dan mendeskripsikan kendala dan hambatan yang ditemukan di lokus penelitian sekaligus memberikan solusi dan rekomendasi untuk mewujudkan efektivitas program PKBN di masa mendatang. Penelitian ini menggunakan metode deskripsi analisis yang dikombinasikan dengan analisis SWOT. Pengumpulan data dilakukan melalui kuesioner dan wawancara mendalam kepada narasumber. Pengisian kuesioner dilakukan oleh responden yang sudah pernah mendapatkan sosialisasi PKBN oleh Ditjen Pothan. Responden tersebut sebanyak 25 orang aparat, masyarakat, dan generasi muda dari 123 orang peserta kegiatan Bimnis yang dilaksanakan oleh Direktorat Bela Negara Ditjen Pothan Kemhan pada September 2011 di Kabupaten Sambas, Kalimantan Barat.*

**Kata kunci:** PKBN, kesadaran bela negara, daerah rawan konflik, daerah perbatasan.

Furqon Amdan (Puslitbang Sumdahan Balitbang Kemhan)  
Penentuan Kriteria Sebagai Standar Medan Latihan Tempur Trimatra (Gabungan) Guna Mendukung Terwujudnya Profesionalisme Prajurit TNI  
Jurnal Inovasi Pertahanan Vol. 2 No.1 Juni 2016 Halaman 17- 30

*Pertahanan negara bertujuan untuk menjamin tetap tegaknya kedaulatan NKRI. Hal ini terwujud apabila kekuatan pertahanan memadai, disertai dengan kuatnya bargaining position dan profesionalisme prajurit TNI dalam menjawab tantangan tugas yang dihadapi. Revolusi di bidang militer (Revolution in Military Affairs/RMA) memiliki tiga unsur utama, yaitu doktrin, teknologi, dan taktik. Konsep RMA menyatakan peran litbang sangat dominan, khususnya untuk standarisasi medan latihan tempur yang dapat ditransformasikan ke dalam digitalisasi medan perang. Latihan merupakan unsur penting dalam menjaga performa TNI guna memelihara dan meningkatkan kesiapan personel dan persenjataan. Untuk meningkatkan profesionalisme, latihan harus dilaksanakan mulai dari latihan perorangan, tingkat satuan terkecil, hingga latihan gabungan ketiga angkatan. Oleh karena itu, daerah latihan tempur merupakan kebutuhan yang tidak dapat diabaikan. Beberapa aspek yang harus diperhatikan dalam menentukan medan latihan militer adalah aspek taktis dan strategis, serta aspek pengamanan. Permasalahan yang timbul terkait hal ini adalah parameter apa saja yang berpengaruh dalam menentukan medan latihan tempur trimatra (gabungan) TNI? Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kondisi daerah latihan gabungan TNI yang ada saat ini dan merumuskan berbagai kriteria/parameter sebagai standar ideal yang berpengaruh dalam penentuan medan latihan tempur trimatra (gabungan) TNI. Penelitian ini menggunakan metode Dematel yang diterapkan untuk menggambarkan hubungan antarfaktor dan menemukan faktor kunci dalam menggambarkan efektivitasnya. Dari hasil analisis, diperoleh klasifikasi keterkaitan dan kekuatan hubungan antarkriteria/parameter. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Alutsista yang dimiliki saat ini masuk dalam Q1, yang berarti kriteria ini memiliki keterkaitan dan pengaruh sangat kuat terhadap keenam belas kriteria lainnya.*

**Kata Kunci:** kriteria, medan latihan tempur, profesionalisme prajurit

Rosihan Ramin (Puslitbang Alpalhan Balitbang Kemhan)  
Konsep Desain Pembuatan Satelit Pertahanan Guna Menjaga Kedaulatan Wilayah Indonesia  
Jurnal Inovasi Pertahanan Vol. 2 No.1 Juni 2016 Halaman 31- 40

*Penelitian ini mengangkat konsep desain pembuatan satelit pertahanan guna menjaga kedaulatan wilayah Indonesia. Pada tahun 2007 Lapan telah membuat satelit pemantauan yang merupakan hasil kerja sama dengan Jerman dan diluncurkan ke orbit dengan menggunakan roket milik India. Pada tahun 2014 Lapan telah merancang satelit sendiri yang dikerjakan di Bogor dan akan diluncurkan tahun 2016 di India. Konsep pembuatan satelit pertahanan meliputi pembuatan satelit komunikasi yang digunakan untuk komunikasi dalam operasi militer; pembuatan satelit pengamatan yang digunakan untuk memantau/mengamati kondisi keamanan wilayah Indonesia, dan pembuatan satelit navigasi yang digunakan untuk mengatur navigasi alat utama sistem senjata dalam operasi militer. Penelitian tentang pembuatan satelit ini akan mendorong kemampuan sumber daya manusia Indonesia dalam penguasaan teknologi satelit. Pembuatan konsep desain satelit pertahanan merupakan embrio dalam pembuatan pertahanan satelit dalam negeri. Apabila satelit pertahanan dalam negeri dapat terwujud, maka dapat meningkatkan kemandirian industri pertahanan.*

**Kata kunci:** konsep desain satelit

Ari Fianti (Puslitbang Sumdahan Balitbang Kemhan)  
Potensi Sumber Daya Alam Sebagai Sumber Energi Baru dan Terbarukan Untuk Mendukung  
Pertahanan Negara  
Jurnal Inovasi Pertahanan Vol. 2 No.1 Juni 2016 Halaman 41- 58

*Sistem penyediaan energi nasional masih berorientasi pada penggunaan energi fosil yang termasuk energi tidak terbarukan (non-renewable energy), padahal volume cadangan energi fosil semakin menipis dan secara paralel kebutuhan akan energi semakin meningkat, berbanding lurus dengan pertumbuhan jumlah penduduk. Proses pembentukan energi fosil memerlukan waktu yang sangat lama, bisa mencapai ribuan bahkan jutaan tahun, sehingga ketergantungan terhadap energi fosil sudah saatnya dikurangi. Hal ini perlu dilakukan secara beriringan dengan diversifikasi energi dengan menciptakan berbagai energi alternatif yang mudah didapat dan dibuat dari berbagai bahan alami (renewable energy/ energi terbarukan). Pengembangan energi baru dan terbarukan (EBT) diarahkan sebagai pelengkap energi fosil melalui bauran energi yang dicanangkan pemerintah mencapai 17% pada tahun 2025. Kebijakan energi ini harus berlandaskan pada ketahanan energi yang pada pengelolaannya bertujuan untuk mewujudkan kedaulatan energi, di mana negara dituntut mampu dalam menentukan dan mengendalikan sumber energi, harga energi, dan distribusi energi. Daerah-daerah dengan aksesibilitas yang sulit (belum terjangkau aliran listrik) sangat potensial untuk pengembangan EBT dengan memanfaatkan SDA sebagai sumber energi dalam memenuhi kebutuhan masyarakat. Pengembangan EBT tersebut merupakan wujud nyata implementasi diversifikasi energi sebagai suatu kebijakan energi menuju sistem energi baru dan terbarukan dalam memenuhi kebutuhan energi masyarakat dan kepentingan pertahanan negara.*

**Kata Kunci:** potensi sumber daya alam, energi baru dan terbarukan, pertahanan negara

Maulana Randa (Puslitbang Iptekhan Balitbang Kemhan)  
Rancang Bangun Sarana Uji *Coating* Antiradar  
Jurnal Inovasi Pertahanan Vol. 2 No.1 Juni 2016 Halaman 59 - 70

*Sejak tahun 2014 Balitbang Kementerian Pertahanan telah mengembangkan material antiradar yang berbasis barium hexaferrite. Material ini akan digunakan untuk melapisi badan ranpur milik TNI. Sehubungan dengan pengembangan yang telah dilakukan, maka dibutuhkan sebuah sarana pengujian material antiradar tersebut. Dengan adanya sarana pengujian ini diharapkan penelitian tentang material antiradar akan semakin berkembang pesat. Sarana pengujian material antiradar yang dimaksud berupa anechoic chamber. Ruangannya terbuat dari lempengan baja dengan ketebalan tertentu yang dapat menahan sinyal dari luar sehingga tidak masuk ke dalam ruangan. Selain itu, di dalam ruangan tersebut terdapat absorber yang berfungsi untuk mencegah terjadinya pantulan sinyal saat dilakukan pengukuran. Dengan demikian, bisa didapatkan kondisi ideal pengukuran, yaitu tanpa adanya interferensi sinyal dari luar maupun pantulan sinyal dari perangkat pengukuran. Pengukuran yang akan dilakukan di dalam anechoic chamber ini antara lain pengukuran Radar Cross Section (RCS). Pengukuran RCS menggunakan standar dari Naval Research Laboratory (NRL). Dari hasil kegiatan rancang bangun yang dilakukan, didapat anechoic chamber dengan ukuran 4 x 5 x 3 meter. Anechoic chamber ini dioptimalkan untuk pengukuran pada rentang frekuensi X-band (8,2–12,4 GHz). Dari hasil uji fungsi diketahui bahwa anechoic chamber yang dibangun dapat digunakan untuk melakukan pengujian RCS sampel dengan ukuran 5,2–70,2 cm dengan akurasi hingga 98%.*

**Kata Kunci:** radar cross section (RCS), anechoic chamber, absorber material

Alimisna, Daryono (Puslitbang Strahan Balitbang Kemhan)  
Memperkokoh Kearifan Lokal Guna Menghadapi Ancaman Nirmiliter di Kecamatan Jagakarsa,  
Jakarta Selatan  
Jurnal Inovasi Pertahanan Vol. 2 No.1 Juni 2016 Halaman 71- 76

*Penelitian ini meriset potensi penguatan kearifan lokal Betawi di salah satu wilayah cagar budaya. Jakarta merupakan kota yang heterogen dan masyarakatnya kekurangan kesadaran melestarikan budaya lokal. Ini dapat berkonsekuensi pada terkikisnya rasa persatuan dan belum optimalnya pengelolaan budaya lokal sebagai kekuatan pertahanan nirmiliter. Teori yang digunakan dalam penelitian ini adalah teori antropologi Koentjaraningrat dan teori tradisional oleh Suwarsono. Penelitian ini menggunakan metode penelitian kualitatif dan analisis deskriptif untuk menentukan permasalahan yang menonjol. Adapun informan yang terlibat dalam penelitian ini adalah instansi yang terkait dengan masyarakat yang kami temui di wilayah Kecamatan Jagakarsa yang diambil secara acak. Hasil analisis data yang diperoleh menunjukkan bahwa potensi kearifan lokal sosial budaya masyarakat Setu Babakan berupa gotong-royong, toleransi, musyawarah masih ada tetapi sudah tidak utuh dan upaya-upaya memperkuat kearifan lokal sebagai guna menghadapi ancaman nirmiliter perlu dilaksanakan melalui acara daur hidup, pariwisata, kurikulum pendidikan dan kegiatan kesenian.*

**Kata kunci:** kearifan lokal, ancaman nirmiliter

Heriana (Puslitbang Alpalhan, Balitbang Kemhan)  
Rancang Bangun Pembuatan Model *Modified Lifevest* Pada Pesawat Angkut TNI Angkatan Udara  
Guna Menunjang Tugas Operasi Militer Selain Perang  
Jurnal Inovasi Pertahanan Vol. 2 No.1 Juni 2016 Halaman 77- 83

*Pencarian korban kecelakaan pesawat lumrahnya dilaksanakan oleh SAR TNI. Kegiatan yang dilakukan meliputi pencarian korban yang diawali dengan melacak kontak dan posisi terakhir sebelum pesawat dinyatakan hilang. Disamping itu, pencarian dilakukan mengacu pada pancaran sinyal Emergency Locator Transmitter (ELT) yang bekerja pada frekuensi 121,5 MHz dan 406 MHz. Tim SAR akan menentukan teknik lanjutan berdasarkan data-data tersebut dan berpacu dengan waktu agar korban selamat masih bisa dievakuasi. Untuk dalam proses tersebut, perlu dibuat pelampung (lifevest) yang merupakan komponen keselamatan dan terletak dibawah bangku penumpang*

**Kata kunci:** lifevest, GPS, SAR

Nazarudin (Puslitbang Iptekhan Balitbang Kemhan)  
Rancang Bangun Kapal Selam Mini 22 M  
Jurnal Inovasi Pertahanan Vol. 2 No.1 Juni 2016 Halaman 85 - 98

*Pengembangan rancang bangun kapalselam mini 22 meter ini didasari dengan kebutuhan operasional yang telah ditentukan sebelumnya. Kebutuhan operasional tersebut berisi beberapa kriteria antara lain kemampuan Indalsen, persenjataan dan platform. Indalsen berupa sonar, periskop, radar, dan optronic. Persenjataan berupa, torpedo, ranjau dasar, sistem kendali senjata, peralatan navigasi, dan peralatan komunikasi. Platform berupa bobot, panjang, lebar, draf, material, kemampuan manuver, dan kemampuan operasional. Proses desain kapal selam mini berupa, studi literatur dan pengumpulan data, penyusunan DR&O, preliminary design platform, preliminary design inner system, evaluasi dan review desain, dan pembuatan model uji hidrodinamik. Pada proses penyusunan DR&O disusun metodologi yang dimulai dari pengumpulan data, AHP, design calculation, generic algorithm, hingga pada akhirnya didapatkan hasil desain yang feasible dan optimum. Pada akhir proses rancang bangun kapalselam mini 22 meter ini didapatkan hasil desain kapalselam ringan yang mampu membawa 14 orang pengawak dengan ukuran utama LOA: 28 m; B: 4 m; H: 4 m; T: 3 m; V submerged maximum: 15 knot; bobot: 223.0 ton.*

**Kata kunci:** kapal selam mini, operational requirement, platform

Rini Ferubani (Puslitbang Sumdahan Balitbang Kemhan)  
Analisis Kandungan Mineral Strategis Untuk Mendukung Pertahanan Negara  
Jurnal Inovasi Pertahanan Vol. 2 No.1 Juni 2016 Halaman 99 -108

*Indonesia memiliki banyak pegunungan yang kaya akan mineral dan bahan tambang, seperti petroleum (minyak bumi), gas alam, nikel, tembaga, bauksit, timah, batu bara, emas, perak, dan stibium/stibnit. Spesifikasi stibium/stibnit yang memiliki titik lebur sampai dengan 630,63°C/1.167,13°F, memiliki nilai strategis untuk mendukung kepentingan pertahanan negara dalam rangka kemandirian industri pertahanan nasional. Stibium/stibnit dapat dimanfaatkan untuk bahan pelapis Alutsista TNI, seperti pelapis kelongsong amunisi, pelapis laras senjata, dan pelapis roket. Penelitian ini menggunakan metode survei dengan pengambilan sampel/contoh. Sampel/contoh diambil dari tujuh zona penelitian di Kabupaten Mandailing Natal, Sumatera Utara. Sampel tersebut kemudian dianalisis dengan analisis laboratorium, sehingga diketahui berapa ppm kandungan stibium/stibnit yang dapat digunakan untuk mendukung pertahanan negara. Hasil Penelitian dari ketujuh zona mineralisasi menunjukkan bahwa ternyata tidak satu pun memiliki kandungan stibnit (Sb) yang bernilai ekonomis. Kadar stibnit tertinggi hanya 80 ppm (MDN 22 R), yakni di zona mineralisasi Pb-Zn di daerah Desa Sibinail. Meski unsur stibium tidak berpotensi secara ekonomis, namun secara strategis tetap dapat mendukung pertahanan negara. Berdasarkan hasil penelitian, yang terlihat berpotensi secara ekonomis dan strategis adalah unsur mineral lain, seperti tembaga (Cu), galena (Pb), dan seng (Zn).*

**Kata kunci:** kandungan mineral, stibium, pertahanan negara.

Yurvianny (Puslitbang Strahan Balitbang Kemhan)  
Pertahanan Siber Dalam Menghadapi Ancaman Cyber War  
Jurnal Inovasi Pertahanan Vol. 2 No.1 Juni 2016 Halaman 109-117

*Serangan siber bisa saja terjadi di Indonesia. Untuk menangkal serangan siber, perlu adanya CERT (Computer Emergency Response Team) di setiap instansi yang bertanggung jawab atas dan memiliki wewenang dalam menangani infrastruktur kritis, seperti militer, perbankan, transportasi, suplai gas dan kilang minyak, telekomunikasi, pemerintahan, pembangkit tenaga listrik, dan lain-lain. Tulisan ini menjelaskan secara deskriptif bagaimanaantisipasi terhadap serangan siber perlu disiapkan karena ancaman sudah di depan mata. Dalam mempersiapkan pertahanan siber tersebut, hal-hal yang perlu diperhatikan adalah aspek kebijakan, kelembagaan, infrastruktur dan sumber daya manusia, serta perkembangan kemajuan teknologi perangkat lunak yang digunakan.*

**Kata kunci:** pertahanan siber, ancaman siber, perang siber



**EFEKTIVITAS PROGRAM PENDIDIKAN KESADARAN BELA NEGARA  
KEMENTERIAN PERTAHANAN DI DAERAH RAWAN KONFLIK DAN PERBATASAN**

***THE EFFECTIVENESS OF EDUCATION PROGRAM OF AWARENESS TO DEFEND STATE  
BY THE MINISTRY OF DEFENSE IN CONFLICT-RISKED AND BORDER AREAS***

Eddy M. T. Sianturi  
Puslitbang Sumdahan Balitbang Kemhan  
Jl. Jati No.1, Pondok Labu Jakarta  
sianturieddymt@yahoo.co.id

**ABSTRAK**

*Pembinaan kesadaran bela negara merupakan proses yang tiada berkesudahan dalam menegakkan keberadaan dan jati diri suatu negara bangsa. Jika negara bangsa tidak mampu merespons perkembangan zaman, lambat laun ia akan kehilangan identitas nasionalnya dan pada akhirnya akan sirna. Oleh karena itu, pembinaan kesadaran bela negara merupakan long life education bagi bangsa Indonesia. Selama bangsa dan Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI) eksis, kesadaran bela negara tetap dibutuhkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas program bela negara di daerah rawan konflik dan perbatasan yang telah dilaksanakan oleh Direktorat Bela Negara Ditjen Potan Kemhan dan mendeskripsikan kendala dan hambatan yang ditemukan di lokus penelitian sekaligus memberikan solusi dan rekomendasi untuk mewujudkan efektivitas program PKBN di masa mendatang. Penelitian ini menggunakan metode deskripsi analisis yang dikombinasikan dengan analisis SWOT. Pengumpulan data dilakukan melalui kuesioner dan wawancara mendalam kepada narasumber. Pengisian kuesioner dilakukan oleh responden yang sudah pernah mendapatkan sosialisasi PKBN oleh Ditjen Potan. Responden tersebut sebanyak 25 orang aparat, masyarakat, dan generasi muda dari 123 orang peserta kegiatan Bimnis yang dilaksanakan oleh Direktorat Bela Negara Ditjen Potan Kemhan pada September 2011 di Kabupaten Sambas, Kalimantan Barat.*

**Kata kunci:** PKBN, kesadaran bela negara, daerah rawan konflik, daerah perbatasan.

**ABSTRACT**

*Fostering awareness to defend state is an everlasting process in order to maintain nation-state's existence and identity. If the nation-state is unable to respond current situation, eventually it will lose its national identity and disappear. Thereby, fostering awareness to defend state is a long life education for Indonesia as a nation. As long as the nation and the Republic of Indonesia exists, awareness to defend state will always be needed. This study aims to examine the effectiveness of the socialization program to raise awareness to defend state in conflict-risked areas and borderlands by the Directorate of State Defense Directorate General Defense Potency Ministry of Defense and to describe the obstacles and barriers that are found in the research loci, as well as to provide solutions and recommendations to increase the effectiveness of the program in the future. This study uses analytical description as its method combined with SWOT analysis. Data was collected by questionnaire and in-depth interview. Questionnaire was filled by the respondents who already had conducted socialization program by the Ministry of Defense. The respondents consist of 25 officers, citizens, and the youth from 123 participants of technical guidance carried out by the Directorate of State Defense Directorate General Defense Potency Ministry of Defense in September 2011 in Sambas Regency, West Kalimantan.*

**Keywords:** PKBN, awareness to defend state, conflict-risked areas, borderlands.

**PENDAHULUAN**

**Latar Belakang**

Sebagai sebuah negara bangsa yang berdaulat, Indonesia dengan tujuan dan cita-cita nasionalnya untuk mewujudkan masyarakat yang adil, makmur, dan sejahtera memiliki kepentingan

untuk menerapkan pembangunan yang terintegrasi dan berkelanjutan. Pembangunan tersebut harus mampu menjangkau seluruh pelosok tanah air dan dapat dinikmati oleh seluruh masyarakat, serta harus mampu menggerakkan roda perekonomian masyarakat di seluruh wilayah, termasuk daerah-daerah perbatasan. Pemerintah harus menjamin

stabilitas keamanan demi lancarnya setiap program pembangunan dengan dukungan seluruh komponen bangsa. Namun, sejarah membuktikan bahwa tidak mudah untuk melakukan upaya mewujudkan tujuan dan cita-cita nasional, karena selalu ditemui banyak tantangan, ancaman, dan hambatan, baik yang berasal dari dalam maupun luar negeri. Di tengah keberagaman yang dimiliki bangsa ini, pasti tersimpan persoalan yang dapat memicu konflik, baik yang bersifat horizontal maupun vertikal.

Upaya Internalisasi kesadaran bela negara sebagai upaya membangun karakter bangsa bukanlah sebuah proses yang mudah dan sekali jadi, karena hasilnya tidak dapat dilihat seketika, memerlukan waktu yang lama, bahkan tanpa batas waktu. Namun, kita harus meyakini bahwa upaya ini akan mampu menumbuhkan dan membangun semangat kebangsaan setiap warga negara agar selalu bangga menjadi bangsa Indonesia dan senantiasa memiliki komitmen untuk menjaga persatuan dan kesatuan. Oleh karena itu, untuk meningkatkan kesadaran bela negara, pemerintah dalam hal ini Kementerian Pertahanan (Kemhan), telah melakukan program Pendidikan Kesadaran Bela Negara (PKBN) yang mencakup lingkungan pendidikan (lingdik), lingkungan pemukiman (lingkim), dan lingkungan kerja (lingja) di 22 dari 33 provinsi yang ada, sampai dengan tahun 2013.

Upaya internalisasi nilai-nilai bela negara menjadi lebih strategis untuk digalakkan di daerah rawan konflik dan daerah perbatasan yang memiliki persoalan lebih kompleks. Konflik sering kali dipicu oleh hal yang sangat sepele, tetapi karena tidak dikelola dengan bijak, konflik tersebut dapat berkembang menjadi konflik komunal yang cenderung lebih sulit diatasi dibanding dengan konflik vertikal. Dengan kesadaran bela negara yang tinggi, diyakini masyarakat semakin dewasa dalam menyikapi setiap konflik yang terjadi, sehingga tidak menjadi konflik yang destruktif. Di daerah perbatasan yang notabene tertinggal secara sosial ekonomi, keterbatasan akses dan infrastruktur perlu mendapatkan perhatian khusus agar masyarakat setempat juga merasakan perkembangan/kemajuan pembangunan dan merasa menjadi bagian dari warga Indonesia. Masyarakat yang terlibat konflik berkepanjangan dan berulang,

serta masyarakat daerah perbatasan sangat rawan untuk terpengaruh pihak lain, apalagi pihak asing.

Untuk melihat sejauh mana keberhasilan pelaksanaan Pendidikan Kesadaran Bela Negara (PKBN) yang sudah dilakukan, perlu dilakukan evaluasi secara komprehensif melalui penelitian dan pengembangan tentang efektivitas program PKBN Kemhan di daerah rawan konflik dan perbatasan.

### **Permasalahan**

Berdasarkan uraian latar belakang dapat diidentifikasi beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Implementasi nilai-nilai luhur bangsa dan kesadaran bela negara warga negara menunjukkan kecenderungan melemah. Hal ini didasarkan pada beberapa persoalan yang terjadi di masyarakat yang menimbulkan konflik-konflik, khususnya di daerah rawan konflik dan perbatasan.
2. Pemahaman nilai-nilai seperti yang tertuang dalam materi sosialisasi/bimbingan teknis (Bimnis) PKBN yang telah diberikan belum terlihat nyata di tataran implementasi dalam kehidupan masyarakat di daerah rawan konflik dan perbatasan.
3. Masih ditemukan banyak kendala dan hambatan dalam pelaksanaan program PKBN, khususnya di tataran implementasi.

Dari permasalahan di atas, dapat dirumuskan pertanyaan-pertanyaan pokok dalam penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana efektivitas kegiatan sosialisasi/ Bimnis PKBN di daerah rawan konflik dan perbatasan yang telah dilaksanakan oleh Direktorat Bela Negara Ditjen Potan Kemhan?
2. Faktor-faktor apa saja yang menjadi kendala dan hambatan bagi efektivitas program PKBN di daerah rawan konflik dan perbatasan?
3. Strategi dan upaya apa yang dapat dilakukan agar program PKBN di daerah rawan konflik dan perbatasan dapat berjalan efektif di tataran pemahaman dan implementasi?

## TINJAUAN PUSTAKA

### Pengertian Kesadaran Bela Negara

Kesadaran bela negara adalah tekad, sikap, dan tindakan seluruh komponen bangsa yang teratur, menyeluruh dan terpadu, serta berlanjut, yang dilandasi oleh kecintaan pada tanah air, kesadaran berbangsa dan bernegara Indonesia, serta keyakinan akan kesaktian Pancasila sebagai ideologi negara dan kerelaan untuk berkorban guna meniadakan setiap ancaman baik dari dalam negeri maupun luar negeri yang membahayakan kemerdekaan dan kedaulatan nasional serta nilai-nilai Pancasila dan UUD 1945. Pendidikan Kesadaran Bela Negara merupakan proses, kegiatan yang harus terus-menerus dilaksanakan oleh segenap komponen bangsa. Kesadaran bela negara harus timbul dari kesadaran pribadi dan kesadaran bersama dalam rangka mewujudkan tujuan nasional sebagaimana diamanatkan oleh konstitusi.

### Kaitan Efektivitas Program PKBN dan Pembangunan Karakter Bangsa

Implementasi nilai-nilai dasar bela negara merupakan penjabaran dari nilai-nilai luhur Pancasila dalam konteks kehidupan berbangsa, bernegara, dan bermasyarakat. Nilai-nilai ini menggambarkan jati diri dan karakter asli manusia Indonesia, digali dari nilai-nilai luhur yang berkembang dan terpelihara dalam kehidupan masyarakat berbagai suku bangsa sejak dahulu.

Dalam rangka membangun sikap moral dan kesadaran profesional secara umum, diperlukan Pendidikan Kesadaran Bela Negara. Mengingat PKBN mengedepankan pendidikan keutamaan warga negara, maka pendidikan ini dapat digolongkan ke dalam pendidikan kewarganegaraan (*civic education*). PKBN merupakan pembentuk sikap moral dan watak bangsa. Dari aspek pendidikan politik, PKBN harus mampu meresultankan keluarannya dalam sikap dan perilaku patriotik dalam partisipasi kehidupan berbangsa, bernegara, dan bermasyarakat demi kelangsungan hidup dan pengembangan kehidupan bangsa dan negara.

Pembangunan karakter berkaitan dengan nilai. Nilai baru dapat berfungsi jika tersusun dalam norma, dan dipraktikkan dalam perilaku. Setiap kali melaksanakan suatu kebijakan atau keputusan,

negara dan warga negara harus berpedoman pada moral dan etika, sehingga sikap dan perilaku yang ditampilkan mencerminkan karakter pelakunya. Apakah pelaku tersebut sesungguhnya membela negara atau justru melemahkan, bahkan menghancurkan negara? Kekuatan jiwa atau roh bela negara itu pada ujungnya berada pada sikap moral dan perilaku dalam wujud tindakan. Agar tindakan lebih terarah atau berkembang menjadi lebih baik dalam arti rasional, praktis, efektif, dan efisien, diperlukan PKBN. Di sinilah peranan PKBN melalui proses pewujudan nilai, norma, moral, etika, dan karakter warga negara. Dalam membangun komponen pertahanan negara, PKBN merupakan unsur dasar yang penting. Kesadaran bela negara, bila ditinjau dari elemen kekuatan suatu bangsa, tergolong dalam kekuatan moral (*psychological defense*).

Dari berbagai uraian di atas, jelaslah bahwa kesadaran bela negara merupakan prasyarat bagi terbangunnya sistem pertahanan negara. PKBN adalah bagian dari persiapan dini yang akan mendasari totalitas penyelenggaraan pertahanan negara yang harus dimulai sejak pendidikan anak usia dini (PAUD) sampai dengan perguruan tinggi dan dilakukan pada ranah kognitif, afektif, dan psikomotorik. Hal ini dilakukan dengan mengajarkan nilai-nilai dasar bela negara: cinta tanah air, kesadaran berbangsa dan bernegara, keyakinan kepada Pancasila sebagai ideologi negara, kerelaan untuk berkorban demi bangsa dan negara Indonesia, serta memiliki kemampuan awal bela negara baik psikis maupun fisik.

Yudhohusodo (1996: 12-13) menegaskan bahwa wawasan kebangsaan meliputi tiga unsur, yakni rasa kebangsaan, paham kebangsaan, dan semangat kebangsaan. Rasa kebangsaan adalah kesadaran berbangsa, yaitu kesadaran untuk bersatu sebagai sebuah bangsa yang lahir secara alamiah karena sejarah, karena aspirasi perjuangan masa lampau, karena kepentingan, karena rasa senasib sepenanggungan dalam menghadapi segala tantangan, serta karena kesamaan pandangan, harapan, dan tujuan dalam merumuskan cita-cita bangsa untuk waktu yang akan datang. Dengan kata lain, rasa kebangsaan merupakan perekat yang mempersatukan dan memberikan dasar kepada jati diri kita sebagai bangsa.

Paham kebangsaan adalah aktualisasi

dari rasa kebangsaan yang berupa gagasan-gagasan, pikiran-pikiran yang bersifat nasional, di mana suatu bangsa memiliki satu cita-cita bersama dalam kehidupan berbangsa dengan tujuan nasional yang jelas dan rasional. Paham kebangsaan itu dinamis, berkembang, dan dipengaruhi oleh lingkungan strategis yang sangat kompleks sifatnya. Adapun semangat kebangsaan adalah perpaduan atau sinergi antara rasa kebangsaan dan paham kebangsaan, berupa kerelaan berkorban demi kepentingan negara dan tanah air.

Kesadaran bela negara pada semua tataran tersebut merupakan modal sosial bagi bangsa dalam menangkal berbagai ancaman, tantangan, hambatan, dan gangguan yang membahayakan kedaulatan negara, keutuhan wilayah, serta keselamatan bangsa, baik yang bersifat militer maupun nonmiliter.

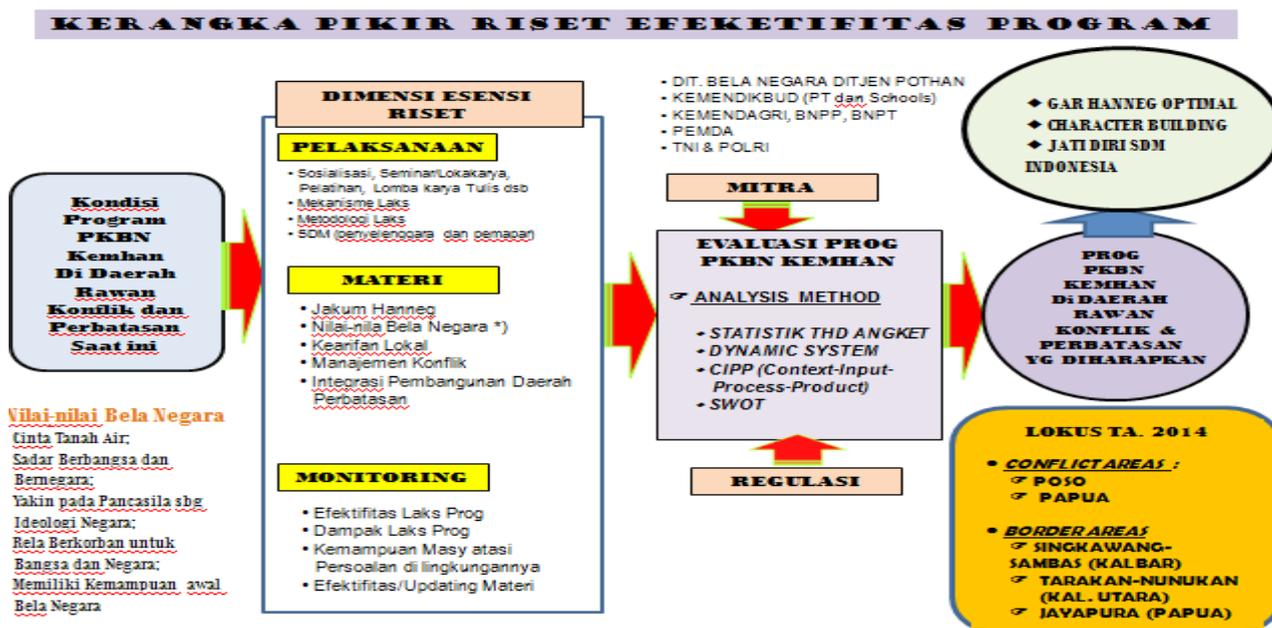
### Kerangka Pemikiran

Penelitian dan pengembangan mengenai efektivitas pelaksanaan program PKBN Kemhan di daerah rawan konflik dan perbatasan penting untuk dilakukan agar dapat mengetahui apakah program tersebut selama ini telah dilaksanakan secara efektif sesuai dengan sasaran yang diharapkan. Efektivitas dan efisiensi program tersebut dapat diukur dari dimensi atau indikator pelaksanaan, materi, dan monitoring yang diperoleh melalui jawaban responden terhadap variabel penelitian, observasi, dan wawancara.

Dimensi pelaksanaan program meliputi perencanaan sampai dengan pelaksanaan kegiatan dan pasca kegiatan. Dimensi materi terdiri atas materi yang disiapkan untuk pelaksanaan program/kegiatan PKBN tersebut, kemampuan dan kesiapan pemapar/pengajar, serta kemampuan peserta dalam memahami materi kegiatan. Adapun dimensi monitoring adalah dimensi yang kompleks, yang merupakan gabungan kedua dimensi sebelumnya.

Pada pelaksanaan riset pada tahun 2015, tim berusaha semaksimal mungkin untuk mendapatkan data dan informasi langsung dari narasumber/informan tentang kondisi nyata kesadaran bela negara di lingkungan kerja, lingkungan pendidikan, dan lingkungan pemukiman/masyarakat. Tim juga berusaha mengetahui hambatan-hambatan serta kendala proses internalisasi dan implementasi nilai-nilai bela negara dalam kehidupan sehari-hari di lokus penelitian. Diharapkan ke depan hasil dari riset ini dapat dijadikan model bagi pengukuran efektivitas sebuah program atau kegiatan dan evaluasi berbagai kelemahan atau hambatan yang mungkin dihadapi dalam pelaksanaan program/kegiatan tersebut.

Secara ringkas, kerangka pemikiran litbang efektivitas program PKBN Kemhan di daerah rawan konflik dan perbatasan untuk tahun anggaran 2015 ini tergambar dalam skema pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema kerangka pemikiran penelitian.

### Deskripsi Objek Penelitian/Unit Analisis

Objek penelitian atau unit analisis penelitian ini adalah para narasumber yang sudah pernah memperoleh sosialisasi/Bimnis PKBN Kemhan sejak tahun 2007 s.d. 2013 di empat lokus: Jayapura, Sambas, Tarakan dan Nunukan, serta Palu dan Poso. Mereka terdiri atas aparat Korem/Kodim, Polri, dan Pemda, serta Pramuka dan para pemuda. Selain karena alasan keterbatasan dana riset, pemilihan keempat lokus tersebut juga didasarkan pada hasil koordinasi dengan Direktorat Bela Negara Ditjen Pothan Kemhan dan pada data kegiatan Bimnis Bela Negara yang pernah dilakukan Direktorat Bela Negara Ditjen Pothan Kemhan pada September 2011 di Aula Kantor Bupati Sambas, Kalimantan Barat. Keempat lokus merupakan daerah yang menjadi sasaran sosialisasi/Bimnis dan kegiatan program PKBN oleh Ditjen Pothan Kemhan.

Berdasarkan data peserta kegiatan Bimnis Bela Negara pada 2011, sebanyak 123 orang terdiri dari para Danramil dan Babinsa di jajaran Kodim 1202 Singkawang, anggota Polres Kabupaten Sambas, aparat Pemkab Sambas, serta Pramuka dan para pemuda di Kabupaten Sambas. Informasi yang diperoleh dari narasumber, baik melalui angket maupun wawancara, diharapkan dapat memberikan data terkait pelaksanaan kegiatan sosialisasi/Bimnis PKBN yang telah dilaksanakan. Data tersebut juga mencakup kelemahan dan kekurangan yang ditemui, kemampuan dan kesiapan pemapar dan peserta, serta dampak dari pelaksanaan sosialisasi/Bimnis tersebut bagi para peserta.

### METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif-analitis dengan pendekatan kualitatif. Metode ini dipilih untuk memperoleh gambaran yang jelas dan rinci terkait permasalahan penelitian dan fenomena-fenomena yang diselidiki. Dengan demikian, diharapkan dapat dibangun sebuah konstruksi yang nantinya dapat digunakan sebagai model dan/atau bahan rekomendasi dalam pengambilan keputusan. Kekuatan metode ini terletak pada teori dan referensi yang digunakan untuk menguji asumsi-asumsi yang dipakai dalam penelitian. Dalam hal ini, persepsi yang terbangun tidak mutlak pada

peneliti, tetapi lebih pada responden/narasumber/informan.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi, kuesioner, dan wawancara kepada responden yang dianggap memahami permasalahan penelitian. Kuesioner didesain sedemikian rupa untuk dapat menggambarkan persepsi responden terhadap kelebihan dan kekurangan dari pemateri kegiatan sosialisasi/Bimnis PKBN Kemhan yang telah dilaksanakan sebelumnya, dan manfaat serta dampak kegiatan tersebut bagi para peserta. Berdasarkan alasan tersebut, maka responden yang dapat mengisi kuesioner hanya mereka yang sudah pernah mengikuti (menjadi peserta) kegiatan sosialisasi/Bimnis PKBN yang dilaksanakan Kemhan. Adapun data sekunder diperoleh dari berbagai referensi, dokumen, dan laporan penelitian.

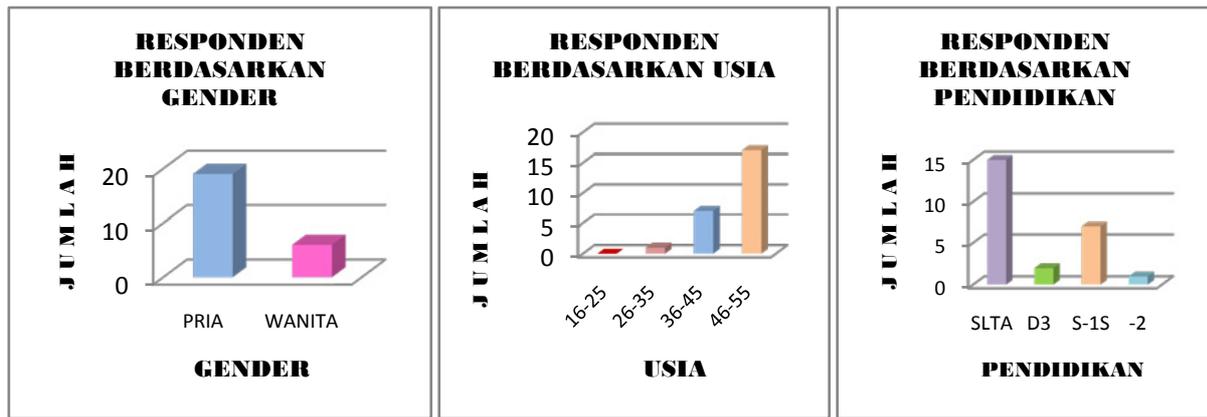
Penelitian ini menggunakan teknik analisis kualitatif dengan pendekatan deskripsi analitis. Idealnya, penelitian ini menggunakan model analisis sistem dinamik (*dynamic system*), namun sampai akhir kegiatan pengumpulan data (khususnya data terkait perencanaan dan pelaksanaan kegiatan program PKBN yang telah dilaksanakan Kemhan), data yang diharapkan tidak berhasil diperoleh tim. Sebagai alternatif, efektivitas program PKBN Kemhan dianalisis dengan menggunakan analisis SWOT. Analisis ini mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan untuk disilangkan dengan peluang dan ancaman dalam rangka mewujudkan efektivitas program PKBN Kemhan. Hasil analisisnya kemudian diarahkan pada perumusan kebijakan dan penyusunan program PKBN yang lebih baik dan efektif di masa mendatang.

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### Analisis Hasil Penelitian

##### 1. Karakteristik Responden

Selama pengumpulan data dijumpai 25 orang responden yang seluruhnya adalah mantan peserta Bimnis Bela Negara Kemhan di Kabupaten Sambas pada September 2011. Karakteristik kedua puluh lima orang responden ini dipaparkan berdasarkan jenis kelamin, umur, dan latar belakang pendidikan (Gambar 2).



Gambar 2. Karakteristik responden.

2. Analisis terhadap Kondisi Wilayah dan Tingkat Kesadaran Bela Negara di Daerah Rawan Konflik dan Perbatasan

Dari hasil pengumpulan data di lokus penelitian, diperoleh data dan fakta terkait kondisi terkini daerah dan masyarakat setempat, tingkat kesadaran bela negara masyarakat, serta efektivitas program dan kegiatan bela negara yang diselenggarakan Kemhan maupun Pemda dan Korem atau Kodim setempat.

Realitas di daerah perbatasan menunjukkan bahwa masyarakat setempat merasa perhatian pemerintah terhadap pembangunan wilayah

mereka selama ini kurang memadai. Minimnya infrastruktur dan prasarana jalan raya yang buruk menyulitkan masyarakat setempat dalam menjual hasil tani dan kebunnya, serta dalam distribusi kebutuhan bahan pokok. Bagi masyarakat perbatasan di Kalimantan Barat dan Kalimantan Utara, membeli sembako dan produk dari Malaysia merupakan pilihan terbaik. Masyarakat setempat juga lebih familier dengan siaran-siaran dan frekuensi radio dari Malaysia dibandingkan siaran televisi nasional. Kondisi tersebut membuat kedaulatan negara dan nasionalisme masyarakat setempat rawan.



Sumber: Kompas, Senin 17 Nopember 2014 hal. 21

Gambar 3. Permasalahan warga perbatasan Indonesia-Malaysia.

Kondisi di atas juga diakui oleh Menteri Desa, Pembangunan Daerah Tertinggal dan Transmigrasi Marwan Jaffar, yang menjelaskan bahwa selama ini desa di perbatasan kurang tersentuh pembangunan, sehingga kondisi

SDM dan infrastrukturnya masih sangat memprihatinkan. Desa di daerah perbatasan mengalami tiga persoalan pokok, yakni ketertinggalan, kemiskinan, dan minimnya perhatian dari pemerintah. Kondisi jalan di

desa perbatasan sangat buruk, sehingga barang-barang kebutuhan pokok susah didapat. Sinyal telepon genggam juga jelek, sehingga komunikasi dengan wilayah lain susah dilakukan. Kondisi semacam ini kadang membuat masyarakat perbatasan lebih bergantung pada pasokan barang kebutuhan sehari-hari dari Malaysia. Masyarakat perbatasan masih merasa bagian dari NKRI, tetapi negara tetangga menjanjikan penghidupan yang lebih baik (*Kompas*, 17 November 2014).

Kondisi serupa, bahkan lebih kompleks, juga ditemukan di wilayah perbatasan Papua. Tekstur dan topografi wilayah yang didominasi pegunungan mempersulit pembangunan infrastruktur, khususnya jalan raya. Desa-desanya di perbatasan umumnya hanya dapat dijangkau dengan transportasi udara. Satu hal penting yang harus diperhatikan, bahwa pembangunan itu harus juga dapat dirasakan oleh seluruh masyarakat Papua, termasuk yang tinggal di pedalaman dan pegunungan. Pembangunan juga harus difokuskan pada pembangunan SDM Papua agar pembangunan wilayah dan masyarakatnya bisa berlangsung cepat dan sejalan dengan nilai-nilai adat setempat serta sesuai dengan keinginan rakyat Papua dalam bingkai NKRI.

Banyak kebijakan pemerintah yang kurang tepat dan kurang sesuai dengan adat dan kearifan lokal. Masyarakat asli dan masyarakat adat selama ini kurang dilibatkan dalam proses kebijakan. Peran gereja yang terbukti mampu menjangkau dan diterima kalangan masyarakat pedalaman juga kurang diberdayakan oleh pemerintah. Konflik-konflik vertikal yang terjadi membuktikan bahwa masyarakat setempat kurang dapat menerima kebijakan pemerintah dan memandang pembangunan tidak memberikan manfaat bagi mereka. Sebaliknya, pembangunan justru dianggap hanya alasan untuk menggusur masyarakat asli dari tanah leluhurnya.

Tingkat kesadaran bela negara masyarakat Jayapura dan Papua pada umumnya masih perlu ditingkatkan. Patriotisme kedaerahan masih lebih dominan dibandingkan dengan rasa nasionalisme. Penghargaan masyarakat Papua, khususnya generasi mudanya, terhadap simbol-simbol negara, hari besar nasional,

dan lagu-lagu nasional masih rendah. Kualitas SDM mereka umumnya masih rendah sehingga sulit untuk menerima adanya perbedaan dan perubahan zaman. Pendekatan yang dilakukan oleh aparat pemerintah, baik pusat maupun daerah, termasuk aparat keamanan, kurang optimal. Pemahaman dan pendekatan yang dilakukan terhadap masyarakat suku asli di pedalaman Papua kurang sesuai dengan kebiasaan masyarakat lokal.

Adapun di Kabupaten Sambas, pembangunan di desa-desa perbatasan belum diarahkan pada pembangunan infrastruktur, khususnya jalan yang menghubungkan sepanjang garis perbatasan dengan wilayah Serawak, Malaysia. Saat ini akses jalan ke Desa Temajuk memang sudah terbuka, namun dengan kondisi terbatas. Alokasi anggaran yang dimiliki Pemda lebih diarahkan pada pembangunan jalan ke arah dalam menuju Kota Sambas. Hal ini dimaksudkan untuk menggerakkan roda perekonomian masyarakat setempat. Padahal infrastruktur jalan yang menghubungkan garis perbatasan memiliki arti strategis dari perspektif pertahanan negara. Dibutuhkan komitmen yang kuat dari pemerintah pusat untuk menyinkronkan program-program di sejumlah kementerian dan lembaga guna mewujudkan program pembangunan wilayah perbatasan yang terintegrasi. Pembangunan infrastruktur sepanjang garis perbatasan dan sentra-sentra ekonomi masyarakat di desa-desa tertinggal di sekitar perbatasan harus diupayakan berjalan bersamaan (kolaborasi pendekatan kesejahteraan dan pendekatan keamanan).

Kesadaran bela negara masyarakat di Kabupaten Singkawang dan Sambas menunjukkan kecenderungan menurun, khususnya di kalangan generasi muda. Penghargaan masyarakat terhadap bendera, simbol-simbol negara, dan lagu-lagu wajib cenderung semakin rendah. Upacara bendera dalam rangka peringatan hari-hari besar nasional hanya dilaksanakan oleh aparat dan sekolah-sekolah. Pelaksanaan kegiatan sosialisasi dan Bimnis bela negara pada masa mendatang sebaiknya dilakukan di desa-desa di perbatasan dan lebih diarahkan pada para pelajar dan generasi muda.

Sembako, makanan, dan minuman kemasan, serta produk-produk lain dari Malaysia banyak ditemukan di pasar-pasar tradisional dan minimarket di Singkawang dan Sambas. Hal ini harus menjadi perhatian pemerintah. Pemerintah harus berupaya untuk menjamin kelancaran distribusi barang produk dalam negeri dan membatasi masuknya barang dari Malaysia

Pembangunan karakter, khususnya bagi generasi muda, di Kota Tarakan dan Kabupaten Nunukan juga menjadi prioritas pembangunan pemerintah. Gejala semakin banyaknya pemuda yang suka mabuk-mabukan dan kebut-kebutan di kedua wilayah tersebut menunjukkan telah terjadinya pergeseran nilai di kalangan generasi muda. Tokoh masyarakat setempat menyatakan bahwa generasi muda saat ini merasa sosok yang dapat dijadikan panutan dan teladan semakin sulit ditemukan, baik di rumah maupun lingkungan sekitar. Para tokoh tersebut mengharapkan pemerintah dapat membuat dan menerapkan program dan kegiatan yang fokus pada pembentukan karakter dan pembangunan moral dengan menyin-kronkan program di sekolah dan luar sekolah dengan metode yang sesuai dengan perkembangan zaman. Metode dan pendekatan yang selama ini dilaksanakan memang lebih bersifat indoktrinasi dan sudah tidak lagi dapat diterima kalangan generasi muda. Pendekatan yang trendi, partisipatif, komunikatif, dan implementatif menjadi pilihan terbaik.

### 3. Analisis terhadap Efektivitas dan Faktor Penghambat Kegiatan Sosialisasi/Bimnis PKBN Kemhan

Riset untuk mengetahui efektivitas suatu program atau kegiatan sangat kompleks, apalagi jika riset tersebut harus sampai pada tahapan menetapkan apakah program atau kegiatan tersebut efektif atau tidak efektif. Demikian halnya dengan litbang efektivitas program PKBN Kemhan ini. Pada tataran ideal, seharusnya riset ini pada akhirnya mampu menyatakan apakah program tersebut efektif atau tidak, dan bahkan hasil akhir riset ini nantinya dapat dijadikan model. Namun, banyak keterbatasan harus dihadapi oleh tim,

khususnya terkait kurangnya data mengenai daftar peserta kegiatan sosialisasi ataupun Bimnis bela negara yang telah dilaksanakan Ditjen Potan Kemhan periode 2007 s.d. 2013. Riset tahun ini lebih kepada analisis persepsi responden/narasumber terhadap pelaksanaan kegiatan sosialisasi/Bimnis PKBN Kemhan selama ini. Persepsi tersebut, sebagaimana tertuang pada angket sesuai dimensi dan indikator yang sudah dirumuskan, meliputi persepsi tentang puas/tidak puasnya responden terhadap pelaksanaan kegiatan sosialisasi/Bimnis, baik dari segi tempat, waktu, materi, kualitas pemapar/pengajar, maupun manfaat atau dampak sosialisasi/Bimnis bagi responden. Namun demikian, tim tetap berupaya menggambarkan kondisi nyata saat ini melalui analisis SWOT untuk menjelaskan dan merumuskan strategi apa yang paling mungkin untuk dilakukan berdasarkan realitas yang ada saat ini.

Sebagaimana lazimnya riset efektivitas/ evaluasi, gambaran detail setiap tahapan program/ kegiatan harus dibuat jelas, semua faktor yang dapat menjadi penghambat dianalisis, dan setiap tahapan atau sistem/ subsistem yang menyertai program/kegiatan dianalisis sebagai satu kesatuan, sehingga menjadi semacam siklus. Hal ini karena jika ditemukan adanya faktor penghambat, maka umpan balik (*feedback*) harus dilakukan.

Program dikatakan efektif, dan evaluasi dinyatakan lengkap, apabila telah memenuhi standar yang ditetapkan. Sebelum membuat *judgment*, evaluator menentukan masing-masing standar terlebih dahulu. Masing-masing standar diberi bobot sesuai dengan tingkat kepentingannya. Ada dua tipe standar, yaitu standar relatif dan standar absolut. Standar relatif merupakan standar alternatif sebuah program yang dianggap dapat memuaskan, sementara standar absolut adalah standar mutlak yang harus ada dalam sebuah program (Stufflebeam, 1985 : 222). Standar merupakan *benchmarks* kinerja program atau kriteria yang menjadi pembanding untuk memutuskan program telah sukses atau gagal.

*Judgment* diambil dengan cara membandingkan kesenjangan hasil observasi dengan tujuan yang diharapkan dan standar absolut

yang telah ditetapkan oleh peneliti atau standar relatif pada program lain. Program dapat dinyatakan lebih baik dari program lain apabila hasil observasi lebih baik dari standar yang ditetapkan. Penggabungan *judgment* relatif dan absolut dapat dilakukan untuk membuat keputusan yang lebih rasional. Hasil analisis kesenjangan antara tujuan yang diharapkan dan kenyataan yang diobservasi kemudian dibandingkan dengan standar kualitas. Standar dapat ditetapkan pada saat merumuskan tujuan dan indikator keberhasilan.

Kekurangan atau kelemahan dalam riset ini adalah tidak tersedianya data yang lengkap tentang detail perencanaan program, serta detail pelaksanaan program (waktu, tempat, materi sosialisasi, daftar peserta) dan monitoring (hasil dan dampak sosialisasi/Bimnis bagi peserta yang sudah mengikuti kegiatan tersebut). Beberapa poin penting yang didapatkan dari riset ini berdasarkan masukan data responden melalui angket dan hasil diskusi dengan *stakeholders* di empat lokus adalah sebagai berikut:

- a. Sebanyak 60% responden menyatakan puas dengan kemampuan pemapar/pengajar.
- b. Sebanyak 84% responden menyatakan puas dan setuju bahwa pemapar/pengajar telah memanfaatkan penggunaan suara latar dan musik dalam pemaparan materi sosialisasi/Bimnis.
- c. Penting bagi pemapar/pengajar untuk memaksimalkan penggunaan permainan (*games*) dalam menjelaskan esensi materi sosialisasi. Hasil angket menunjukkan, 88% responden setuju dengan pernyataan bahwa perlu memakai pendekatan permainan yang baik dalam menjelaskan permasalahan terkait bela negara pada saat sosialisasi/Bimnis dilaksanakan.
- d. Sebanyak 80% responden yang menyatakan puas dengan kegiatan sosialisasi/ Bimnis bela negara.
- e. Hasil diskusi dengan para *stakeholders* di Korem/Kodim, Kesbangpol, dan kampus di empat lokus dapat dirangkum sebagai berikut:

- 1) Secara umum kesadaran bela negara masyarakat di daerah rawan konflik dan perbatasan (Jayapura/Papua, Singkawang dan Sambas, Tarakan dan Nunukan, Palu dan Poso) cenderung menurun, khususnya di kalangan generasi muda. Sengketa tanah menjadi salah satu persoalan pokok terutama di Papua, Tarakan, dan Nunukan.
- 2) Adanya perbedaan sering kali dijadikan pemicu perpecahan dan sumber konflik. Hal ini sangat berbeda dengan makna kebhinekaan yang selama ini dipahami sebagai modal bagi persatuan dan kesatuan bangsa.
- 3) Kepemimpinan nasional yang lemah menyebabkan pembangunan nasional dan pembangunan karakter bangsa tidak lagi diarahkan pada terwujudnya kesejahteraan rakyat dan terciptanya masyarakat Indonesia yang berkarakter unggul dan toleran terhadap perbedaan.
- 4) Lemahnya penegakan hukum dan minimnya penghargaan nilai-nilai luhur Pancasila menyebabkan kebenaran akan nilai dan moral semakin sulit ditemukan dalam kehidupan sehari-hari masyarakat Indonesia.
- 5) Menumbuhkembangkan kesadaran bela negara masyarakat harus dilakukan dengan pendekatan partisipatif yang mengedepankan nilai-nilai kebangsaan yang didasari kejujuran, keteladanan, dialog, dan penghargaan terhadap kearifan lokal.

Dari uraian di atas terlihat bahwa program PKBN yang dilaksanakan Kemhan selama ini masih memiliki kelemahan-kelemahan yang harus diperbaiki di masa mendatang. Beberapa hal penting yang perlu ditingkatkan dalam pelaksanaan program tersebut antara lain:

- a. Materi, modul, dan metode untuk kegiatan sosialisasi maupun Bimnis bela negara harus dibuat sedemikian rupa agar lebih menarik dengan mengoptimalkan penggunaan audio visual yang atraktif.

Pelaksanaannya diharapkan menggunakan metode interaktif dan partisipatif, serta dalam penyampaianya disesuaikan dengan karakteristik peserta dan memuat nilai-nilai kearifan lokal.

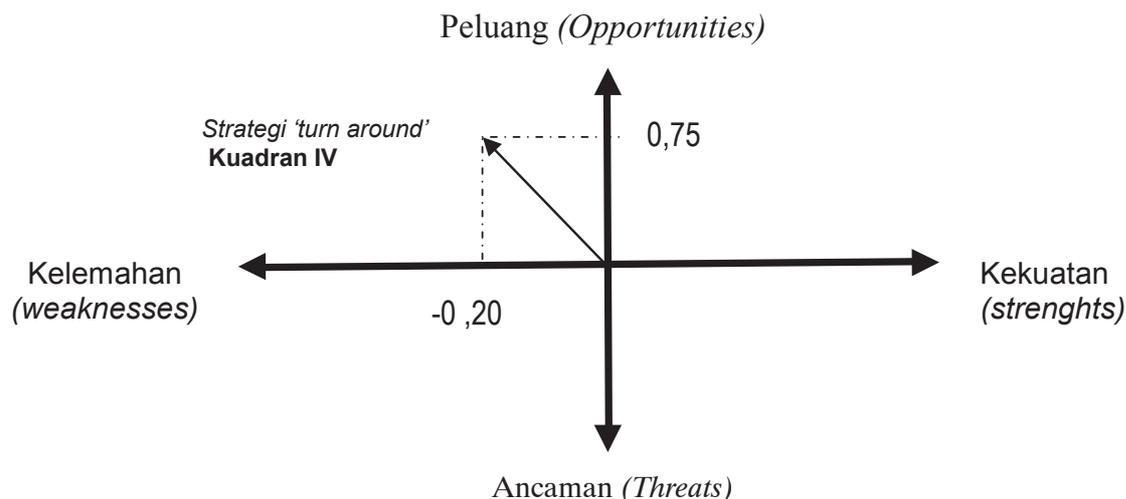
- b. Pengajar/ pemapar harus memiliki kemampuan yang memadai, penampilan yang menarik, dan pemahaman yang baik terhadap kebiasaan, adat setempat, dan nilai-nilai kearifan lokal. Pengajar/pemapar juga perlu mengoptimalkan penggunaan audio visual yang menarik, serta contoh-contoh yang dapat menggugah kesadaran peserta.
- c. Dalam pelaksanaan kegiatan sosialisasi dan Bimnis bela negara sebaiknya disertai survei kepada peserta melalui angket pada awal dan akhir kegiatan. Hal ini untuk mengetahui tingkat pemahaman dan kesadaran bela negara serta tingkat

kepuasan peserta terhadap pelaksanaan kegiatan tersebut.

- d. Kemhan perlu mengintensifkan koordinasi dengan beberapa kementerian dan lembaga terkait untuk merumuskan konsep, metode, dan modul yang tepat dan efektif, sehingga manfaat, sasaran, dan efektivitas kegiatan dapat dicapai.

4. Strategi Program PKBN Kemhan di Daerah Rawan Konflik dan Perbatasan yang Efektif

Dari hasil analisis SWOT, tergambar bahwa posisi pelaksanaan program PKBN Kemhan saat ini berada pada kuadran IV. Hasil tersebut menggambarkan strategi “*turn around*”, yakni meminimalkan kelemahan-kelemahan yang dimiliki dan merebut peluang/kesempatan yang ada dalam rangka pelaksanaan program PKBN Kemhan di daerah rawan konflik dan perbatasan yang efektif dan efisien.



Gambar 4. Posisi strategi pelaksanaan program PKBN Kemhan di daerah rawan konflik dan perbatasan saat ini.

Adapun langkah untuk mencapai strategi tersebut pada masa yang akan datang adalah sebagai berikut:

- a. Mengevaluasi dan memantapkan perencanaan program dan/atau kegiatan PKBN Kemhan yang lebih terukur, sehingga *output* dan *outcome* yang dihasilkan lebih valid dan memiliki nilai tambah.
- b. Meningkatkan kerja sama dan sinergi dengan lembaga pemerintah dan nonpemerintah terkait serta kelompok-kelompok masyarakat dalam rangka

penyusunan dan pelaksanaan program dan/atau kegiatan bela negara di daerah rawan konflik dan perbatasan, khususnya di desa-desa perbatasan.

- c. Memantapkan koordinasi dengan berbagai pemangku kepentingan dalam pelaksanaan program dan/atau kegiatan PKBN.
- d. Melaksanakan monitoring dan evaluasi secara terukur dan berkala terhadap program dan/atau kegiatan bela negara yang telah dilaksanakan.
- e. Mempersiapkan modul, bahan, dan

materi pengajaran yang disesuaikan dengan perkembangan saat ini, serta mempertimbangkan implementasi nilai-nilai kearifan lokal yang berkembang sesuai karakteristik masing-masing daerah. Selain itu, penggunaan modul dan metode sosialisasi, Bimnis, dan kegiatan lainnya harus menyesuaikan dengan karakteristik peserta. Modul dan metode untuk murid SD, sekolah menengah, mahasiswa, aparatur, dan masyarakat harus berbeda satu sama lain.

- f. Mengoptimalkan penggunaan teknologi dan merumuskan metode-metode sosialisasi/ Bimnis bela negara yang disesuaikan dengan tren, karakteristik peserta, dan dinamika perkembangan.
- g. Kemhan dan Kemendikbud bersinergi dalam menggiatkan dan melaksanakan pelatihan para kader bela negara dari kalangan guru dan dosen.
- h. Mempercepat pembangunan infrastruktur (jalan, pelabuhan, transportasi, dan sentra-sentra ekonomi) di daerah perbatasan, meningkatkan kualitas SDM setempat, menjamin kelancaran distribusi sembako dan aliran barang dari dalam negeri, serta membatasi masuknya barang dari negara tetangga.
- i. Mendesak pemerintah cq Komisi Penyiaran Indonesia (KPI) untuk turut serta dalam kegiatan sosialisasi/ Bimnis bela negara dan pembangunan karakter bangsa melalui kebijakan yang mewajibkan setiap media elektronik nasional mengalokasikan jam siarannya untuk tayangan terkait bela negara dan pembangunan karakter bangsa.

## 5. Pembahasan Hasil Penelitian

Riset efektivitas program PKBN Kemhan di daerah rawan konflik dan perbatasan pada tahun anggaran 2015 **belum dapat menghasilkan sebuah model untuk mengukur efektivitas program atau kegiatan**. Riset ini baru pada tahap analisis persepsi tentang tingkat kepuasan responden terhadap pelaksanaan sosialisasi/Bimnis PKBN Kemhan yang sudah pernah dilaksanakan, kemampuan

pemapar/pengajar dan peserta sosialisasi, penghimpunan data tingkat kesadaran bela negara masyarakat, kondisi terkini wilayah, dan permasalahan yang menonjol dan mengganggu keamanan dan ketertiban masyarakat, serta hambatan-hambatan yang ditemukan dalam implementasi nilai-nilai bela negara di lokus penelitian. Artinya, riset ini belum masuk ke tahap *judgement* untuk menyatakan apakah program PKBN Kemhan yang diselenggarakan selama ini sudah efektif, kurang efektif, atau belum efektif sama sekali.

Hasil analisis data angket pemapar/pengajar dan peserta dari 25 orang responden di Kabupaten Sambas secara umum menunjukkan gambaran persepsi responden bahwa responden relatif puas dengan kegiatan sosialisasi/Bimnis PKBN yang dilaksanakan oleh Kemhan selama ini. Namun demikian, para responden juga sangat mengharapkan adanya perbaikan-perbaikan, antara lain pada metode pelaksanaan yang sebaiknya lebih dialogis, interaktif, dan partisipatif. Pengajar/pemapar dinilai masih kurang mengoptimalkan penggunaan gambar, suara latar, dan lagu untuk menjelaskan substansi, serta masih kurang menerapkan penggunaan model permainan (*games*) yang atraktif, edukatif, dan partisipatif.

Adapun dari diskusi yang dilaksanakan selama penelitian dengan para pemangku kepentingan terlihat bahwa terjadi kecenderungan menurunnya kesadaran bela negara masyarakat, baik di daerah rawan konflik maupun daerah perbatasan, khususnya di kalangan generasi muda. Kecenderungan yang terlihat bahwa masyarakat semakin tidak peduli dengan hari-hari besar nasional, seperti perayaan kemerdekaan. Demikian halnya dengan para generasi muda, khususnya para pelajar dan mahasiswa, yang tidak lagi akrab dan tidak hafal dengan lagu-lagu wajib, serta memiliki penghargaan yang kurang terhadap lambang-lambang negara dan kurang menyukai produk Indonesia. Fenomena-fenomena tersebut merupakan gejala awal semakin luntarnya nilai-nilai bela negara di kalangan generasi muda. Hal ini mengindikasikan alarm bahaya bagi eksistensi bangsa yang kita cintai ini. Sudah waktunya melakukan terobosan-

terobosan yang komprehensif dan harus menjadi gerakan nasional untuk membangun karakter bangsa sesuai dengan nilai-nilai bela negara yang telah dirumuskan dan disepakati oleh para pendiri bangsa.

Pembangunan wilayah perbatasan dan masyarakatnya harus dilakukan secara komprehensif dan terintegrasi. Ego sektoral harus diminimalkan dengan memantapkan koordinasi dan sinergi antarkementerian dan lembaga bersama-sama dengan pemerintah daerah setempat. Koordinasi dan sinergi tersebut meliputi lingkup program yang harus saling dukung dan terpadu, tidak tumpang tindih. Selain itu, alokasi anggaran yang melekat dalam program masing-masing kementerian dan lembaga juga harus efektif, efisien, transparan, dan akuntabel, sehingga hasil program (*outputs*) dan dampaknya (*outcomes*) bermanfaat bagi kemajuan wilayah perbatasan dan perkembangan masyarakat setempat.

Stephen B. Jones dalam Sutisna merumuskan teori berkaitan dengan pengelolaan perbatasan yang membagi ruang lingkup pengelolaan ke dalam empat bagian, yaitu alokasi (*allocation*), delimitasi (*delimitation*), demarkasi (*demarcation*), dan administrasi (*administration*). Dalam perkembangannya, lingkup administrasi telah bergeser ke arah pengelolaan perbatasan atau manajemen perbatasan. Apabila diselaraskan dengan teori yang dikemukakan oleh Jones, hasil dari berbagai studi tentang kawasan perbatasan pada umumnya mengidentifikasi tiga isu utama masalah pengelolaan kawasan perbatasan Indonesia, yakni (1) masalah yang berkenaan dengan penetapan garis batas (alokasi, delimitasi, dan demarkasi), baik darat (demarkasi) maupun laut (delimitasi), (2) masalah pengamanan kawasan perbatasan, dan (3) masalah pengembangan kawasan perbatasan (administrasi). Untuk mengatasi permasalahan tersebut, pemerintah telah melakukan perubahan paradigma pengelolaan perbatasan. Hal itu dapat ditelusuri melalui perubahan cara pandang pemerintah terhadap kawasan perbatasan, yang semula berorientasi ke dalam (*inward looking*) menjadi berorientasi ke luar (*outward looking*). UU

Nomor 17 Tahun 2007 tentang Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional Tahun 2005-2025 menegaskan pergeseran orientasi pengembangan wilayah perbatasan dari *inward looking* menjadi *outward looking* sebagai pintu gerbang ekonomi dan perdagangan, termasuk di dalamnya pendekatan kesejahteraan untuk pulau di wilayah perbatasan. Pengembangan kawasan perbatasan dalam rangka mewujudkan kawasan perbatasan sebagai beranda depan yang berorientasi pada aspek kesejahteraan (*prosperity*) dan keamanan (*security*) telah dilakukan oleh berbagai kementerian/lembaga dan instansi, tetapi masih bersifat parsial dan belum menunjukkan implementasi kebijakan pengelolaan perbatasan yang utuh dan terintegrasi (Moeldoko, 2011: 4-5).

Banyaknya kementerian/lembaga dan instansi yang memiliki kewenangan dalam pengelolaan perbatasan terlihat dari jumlah kementerian/lembaga yang mencapai 26 kementerian/lembaga dengan 72 program di tingkat satuan kerja (satker) Eselon 1. Kompleksitas permasalahan perbatasan terlihat dari beragamnya dimensi permasalahan pengelolaan perbatasan, baik imaterial maupun material. Pada aspek kelembagaan, lembaga pengelolaan perbatasan Indonesia masih ditangani secara parsial oleh berbagai komite perbatasan yang bersifat *ad hoc* dan oleh instansi pusat terkait secara sektoral. Lembaga atau institusi yang mempunyai otoritas untuk mengelola kawasan perbatasan masih tumpang-tindih. Selain itu, belum terasa adanya koordinasi yang memadai di antara instansi-instansi yang bertugas mengimplementasikan kebijakan pengawasan dan pengelolaan kawasan perbatasan. Lembaga yang memiliki otoritas ternyata terpecah-pecah di berbagai induk institusi, sehingga menyulitkan pengimplementasian sebuah kebijakan yang memusat.

Pembangunan daerah perbatasan dan masyarakatnya juga perlu memperhatikan keinginan masyarakat di wilayah perbatasan, adat, dan kearifan lokal, serta melibatkan masyarakat setempat secara aktif dalam proses pembangunan. Dengan demikian, masyarakat setempat tidak merasa hanya sebagai objek

pembangunan di tanah leluhurnya. Sengketa lahan antara masyarakat dengan pemerintah setempat yang banyak terjadi di Papua, Tarakan, dan Nunukan, seperti kasus tanah adat yang termasuk dalam *masterplan* pembangunan jalan dan infrastruktur lainnya, perlu segera diselesaikan. Penegakan hukum harus mengedepankan implementasi hukum nasional yang dapat sejalan dengan hukum adat, sehingga hukum adat dapat harus tunduk kepada hukum nasional. Untuk mendapat titik temu dari perbedaan tersebut, diperlukan pendekatan kepada masyarakat adat dan tokoh masyarakat setempat, sehingga program pembangunan di wilayah bersangkutan tidak terhambat.

Masyarakat sangat mengharapkan adanya perubahan paradigma, di mana penyelenggara negara sesungguhnya abdi negara dan abdi masyarakat. Pengabdian mereka harus diarahkan bagi terwujudnya kesejahteraan umum (masyarakat) sesuai dengan amanah konstitusi. Keteladanan para pemimpin sangat penting bagi masyarakat, khususnya generasi muda. Hal ini didasari realitas bahwa pada umumnya budaya Indonesia menganut patron “patrilineal”, sehingga sikap dan perilaku seorang pemimpin akan ditiru oleh anggotanya.

Program PKBN Kemhan di masa mendatang diharapkan menjadi program yang generik. Artinya, upaya-upaya pemberdayaan masyarakat, khususnya di daerah rawan konflik dan perbatasan, lebih efektif jika dilaksanakan oleh Pemda setempat secara struktural dari tingkat provinsi sampai tingkat desa. Pemberdayaan masyarakat yang dimaksud antara lain pembinaan dan pendampingan secara aktif kepada masyarakat agar kehidupannya lebih sejahtera, pembauran dan hubungan antarkelompok masyarakat lebih harmonis, memiliki toleransi dan empati terhadap sesama, tetap terpeliharanya nilai-nilai luhur adat setempat dan kearifan lokal. Pemberdayaan masyarakat lokal, khususnya masyarakat perbatasan dan wilayah rawan konflik, memiliki tujuan dan makna strategis. Dengan adanya pemberdayaan, dengan sendirinya masyarakat setempat merasakan peran penting mereka bagi kemajuan daerahnya. Hal ini juga bermakna

bahwa masyarakat lokal adalah agen perubahan yang sesungguhnya bagi perkembangan dan kemajuan wilayah perbatasan dan daerah rawan konflik.

Selama ini kurangnya perhatian pemerintah pada wilayah perbatasan mendorong loyalitas masyarakat perbatasan pada beberapa kasus menurun, meskipun lebih kepada faktor kekecewaan struktural. Selama ini, dari segi kebijakan, pemerintah menggunakan dua pendekatan untuk mewujudkan bela negara di wilayah perbatasan, yaitu diarahkan ke luar negeri dan di dalam negeri. Pendekatan jalur diplomasi sebagai instrumen politik luar negeri dilakukan dalam rangka memperjuangkan kepentingan nasional dengan pihak negara lain. Diplomasi ini tentunya harus didukung oleh kekuatan nasional yang tangguh, baik di bidang politik, ekonomi, sosial, budaya, dan militer. Adapun pendekatan ke dalam negeri dilakukan dengan peningkatan kesejahteraan masyarakat di wilayah perbatasan, yakni dengan menghadirkan pembangunan, terutama infrastruktur pendidikan, kesehatan, dan prasarana lainnya.

Nilai-nilai bela negara diharapkan menjadi sebuah kesepakatan untuk menjadi landasan sikap dan perilaku warga negara dalam kehidupan bermasyarakat, berbangsa, dan bernegara, sehingga menjadi kesadaran baik pada tataran individu (personal), tataran komunitas (masyarakat), sampai pada tataran bangsa (Kementerian Pertahanan, 2010: 8).

Di tataran individu (personal), nilai dalam kehidupan perlu diwujudkan dalam sikap dan perilaku. Oleh karena itu, individu harus mampu melakukan internalisasi. Setiap individu dituntut untuk mematuhi nilai-nilai yang berlaku yang dikemas dalam norma yang harus dijalankan dalam kehidupan sehari-hari secara konsisten. Di tataran komunitas (masyarakat), masyarakat bukan semata-mata kumpulan berbagai individu, tetapi juga suatu komunitas yang secara integral memiliki nilai yang sama. Oleh karena itu, individu-individu dituntut untuk bersama-sama menerapkan nilai-nilai yang dipandang baik oleh masyarakat tersebut. Nilai-nilai ini, jika dihayati dan dilaksanakan bersama, akan melahirkan keinginan untuk tetap bersatu,

karena adanya *social cohesiveness*. Di tataran bangsa (*nation*), bahwa dalam masyarakat sebenarnya terjadi sejenis perjanjian (*social contract*), berupa perasaan kebersamaan dalam mendukung nilai-nilai luhur yang ada. Perasaan kebersamaan tersebut tidak terbatas hanya pada tataran masyarakat atau komunitas saja, tetapi lebih luas lagi pada tataran bangsa.

Hasil analisis SWOT menunjukkan bahwa posisi strategi pelaksanaan program PKBN Kemhan dan kondisi kesadaran bela negara masyarakat saat ini berada di kuadran IV. Dengan demikian, strategi yang paling mungkin untuk dilaksanakan saat ini adalah strategi “*turn around*”. Strategi tersebut mengisyaratkan bahwa kita harus berupaya meminimalkan kelemahan-kelemahan yang kita miliki dalam kehidupan berbangsa, bernegara, dan bermasyarakat, untuk merebut peluang/kesempatan yang potensial. Jargon “*revolusi mental*” yang menjadi salah satu prioritas pemerintahan saat ini sejalan dengan nilai-nilai kesadaran bela negara. Implementasi nilai-nilai bela negara yang pada hakikatnya adalah pembangunan karakter bangsa yang tangguh, toleran terhadap perbedaan, dan menghargai nilai-nilai luhur Pancasila, menjadi sangat penting. Terlebih dihadapkan pada semakin besarnya tantangan yang kita hadapi di era globalisasi dan pasar global. Kedaulatan sebuah negara seakan semakin abstrak di era global saat ini. Keberadaan sebuah negara bangsa akan semakin terancam jika tidak didukung dengan karakter yang kuat dan jati diri bangsa yang tangguh.

Peningkatan kesadaran bela negara menjadi sebuah keharusan jika melihat kondisi faktual bangsa saat ini. Nilai-nilai bela negara tersebut harus terimplementasi secara nyata dalam kehidupan sehari-hari. Pendekatan-pendekatan yang dilakukan selama ini perlu dievaluasi, mengingat perkembangan zaman dan kondisi psikologis masyarakat yang semakin kehilangan kepercayaan kepada aparat pemerintah. Masyarakat harus ditempatkan di garda terdepan dalam Pendidikan Kesadaran Bela Negara. Masyarakat harus ditempatkan sebagai subjek dan bukan objek pembangunan. Keteladanan dan penegakan hukum menjadi salah satu kunci bagi keberhasilan dalam

merebut kembali “hati rakyat” dalam rangka meningkatkan kesadaran bela negara.

## KESIMPULAN

Dari analisis dan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut.

Kondisi infrastruktur di daerah perbatasan masih memprihatinkan. Kesadaran bela negara masyarakat di daerah rawan konflik dan perbatasan cenderung menurun, khususnya di kalangan generasi muda. Sikap dan perilaku generasi muda (pelajar, mahasiswa, dan remaja/pemuda) menunjukkan kurangnya penghargaan terhadap nilai-nilai bela negara dan mudah terprovokasi, sehingga terlibat dalam tindakan-tindakan yang meresahkan masyarakat, seperti perkelahian dan tindakan melanggar hukum. Program dan kegiatan sosialisasi/Bimnis bela negara yang dilaksanakan oleh sejumlah kementerian dan lembaga belum diselenggarakan secara terkoordinasi dan terintegrasi, baik dalam hal metode, modul, maupun sasaran program/kegiatan tersebut. Pendekatan yang dilakukan oleh kementerian dan lembaga masih berorientasi proyek dan memunculkan ego sektoral.

Pembinaan dan pemberdayaan masyarakat, khususnya di daerah rawan konflik dan perbatasan, harus menempatkan Pemda setempat dari jajaran Pemprov sampai dengan desa sebagai penjur. Program tersebut memiliki arti strategis dan lebih efektif bagi percepatan perkembangan wilayah dan masyarakat setempat. Dengan partisipasi aktif masyarakat lokal, masyarakat akan merasa bahwa mereka merupakan pelaku (subjek) pembangunan sekaligus agen perubahan di wilayahnya sendiri. Demikian juga dengan program PKBN Kemhan di masa mendatang. Program ini harus menjadi program yang generik. Program dan kegiatan sosialisasi/Bimnis bela negara harus menjadi prioritas Pemda setempat, bekerja sama dengan seluruh komponen masyarakat dan lembaga terkait.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Buchori, M. (2007). Mengembangkan pendidikan bermakna di Indonesia: apa tanggung jawab setiap *stakeholders*?" dalam *Refleksi tentang pendidikan bermakna menuju Indonesia baru*. Jakarta: Yayasan bhumiaksara.
2. Departemen Pertahanan RI. (2008). *Buku putih pertahanan Indonesia*. Jakarta: Dephan RI.
3. Direktorat Jenderal Potensi Pertahanan Kementerian Pertahanan. (2010). *Pendidikan kesadaran bela negara (pedoman bagi dosen pendidikan kewarganegaraan)*.
4. Madaus, G. F., & Stufflebeam, D. L. (eds). (1985). *Systematic evaluation, evaluation in education and human services*. Massachusetts: Chestnut Hill.
5. Madaus, G. F., Scriven, M. S., & Stufflebeam, D. L. (1986). *Evaluation model, viewpoint on educational and human service evaluation*. Boston: Kluwer-Nijhoff Publishing.
6. Moeldoko. (2011). Kompleksitas pengelolaan perbatasan: tinjauan dari perspektif kebijakan pengelolaan perbatasan Indonesia. [idu.ac.id/index](http://idu.ac.id/index).
7. Morecroft, J. D. W. & Sterman, J. D. (eds). (1994). *Modeling for learning organizations, system dynamic series*. Portland, Oregon: Productivity Press.
8. Neill, J. (2006). *Meta-analysis research methodology*. <http://www.wilderdom.com>.
9. Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2007 tentang Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional Tahun 2005-2025.
10. Universitas Pertahanan Indonesia. (2013). Laporan hasil riset pelaksanaan bela negara di daerah konflik Poso, D-LPPM nomor 001. Jakarta: Unhan.
11. Universitas Pertahanan Indonesia. (2013). Laporan hasil riset pelaksanaan bela negara di daerah konflik Papua, D-LPPM nomor 002. Jakarta: Unhan.
12. Yonatan, W. & Prawoto. (2013). *Manifestasi Pancasila: dalam pasang surut stabilitas dan partisipasi politik di Indonesia*. Bandung: Fokusmedia.
13. Yudhohusodo, S. (1996). *Semangat baru nasionalisme Indonesia*. Jakarta: Yayasan Pembangunan Bangsa.



**PENENTUAN KRITERIA SEBAGAI STANDAR  
MEDAN LATIHAN TEMPUR TRIMATRA (GABUNGAN)  
GUNA MENDUKUNG TERWUJUDNYA PROFESIONALISME PRAJURIT TNI**

***THE DETERMINATION OF CRITERIA AS THE STANDARD FOR COMBAT TRAINING  
FIELD USED IN JOINT EXERCISE IN ORDER TO SUPPORT THE REALIZATION  
OF TNI'S MILITARY PROFESSIONALISM***

Furqon Amdan  
Puslitbang Sumdahan Balitbang Kemhan  
Jl. Jati No.1, Pondok Labu, Jakarta  
furkonblb@gmail.com

**ABSTRAK**

*Pertahanan negara bertujuan untuk menjamin tetap tegaknya kedaulatan NKRI. Hal ini terwujud apabila kekuatan pertahanan memadai, disertai dengan kuatnya bargaining position dan profesionalisme prajurit TNI dalam menjawab tantangan tugas yang dihadapi. Revolusi di bidang militer (Revolution in Military Affairs/RMA) memiliki tiga unsur utama, yaitu doktrin, teknologi, dan taktik. Konsep RMA menyatakan peran litbang sangat dominan, khususnya untuk standarisasi medan latihan tempur yang dapat ditransformasikan ke dalam digitalisasi medan perang. Latihan merupakan unsur penting dalam menjaga performa TNI guna memelihara dan meningkatkan kesiapan personel dan persenjataan. Untuk meningkatkan profesionalisme, latihan harus dilaksanakan mulai dari latihan perorangan, tingkat satuan terkecil, hingga latihan gabungan ketiga angkatan. Oleh karena itu, daerah latihan tempur merupakan kebutuhan yang tidak dapat diabaikan. Beberapa aspek yang harus diperhatikan dalam menentukan medan latihan militer adalah aspek taktis dan strategis, serta aspek pengamanan. Permasalahan yang timbul terkait hal ini adalah parameter apa saja yang berpengaruh dalam menentukan medan latihan tempur trimatra (gabungan) TNI? Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kondisi daerah latihan gabungan TNI yang ada saat ini dan merumuskan berbagai kriteria/parameter sebagai standar ideal yang berpengaruh dalam penentuan medan latihan tempur trimatra (gabungan) TNI. Penelitian ini menggunakan metode Dematel yang diterapkan untuk menggambarkan hubungan antarfaktor dan menemukan faktor kunci dalam menggambarkan efektivitasnya. Dari hasil analisis, diperoleh klasifikasi keterkaitan dan kekuatan hubungan antarkriteria/parameter. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Alutsista yang dimiliki saat ini masuk dalam Q1, yang berarti kriteria ini memiliki keterkaitan dan pengaruh sangat kuat terhadap keenam belas kriteria lainnya.*

**Kata Kunci:** kriteria, medan latihan tempur, profesionalisme prajurit

**ABSTRACT**

*The country defense aims to ensure the sovereignty of the Republic of Indonesia. This could be achieved if the defense force is adequate and complemented with strong bargaining position and professionalism. Revolution in Military Affairs (RMA) has three main elements, namely, doctrine, technology, and tactics. According to RMA concept, research and development has very dominant role, especially to standardize combat training field that can be transformed into battlefields digitization. Combat training is the most important element in maintaining military performance in order to maintain and improve the readiness of personnels and weaponry. In order to increase military professionalism, combat training should be carried out, starting from individual training, the smallest unit level, up to the joint exercise for three military branches. Thereby, the area for combat training is a necessity that cannot be ignored. Some aspects that must be considered in determining combat training field are tactical and strategic aspects, as well as security aspects. The problem is what parameters are influential in determining combat training field for joint exercise of three TNI's branches? The purpose of this study is to analyze the conditions of the existing combat training area for joint exercises and to formulate various criteria/parameters as ideal standard to determine combat training field for joint exercises of three TNI's branches. This study uses Dematel method to describe the relationships among factors and to find the key factors in describing its effectiveness. The analysis results in classification about the relationships and relational strength among criteria/parameters. This result shows us that the criterion of current main instruments of defense system (Alutsista) is included in Q1. It means that this criterion has very strong relation and influence to the other sixteen criteria..*

**Keywords:** criteria, combat training field, military professionalism

## PENDAHULUAN

Pertahanan negara bertujuan untuk menjamin tetap tegaknya kedaulatan NKRI dari segala bentuk ancaman. Untuk itu, dibutuhkan kekuatan pertahanan yang handal dan tangguh, berupa prajurit-prajurit TNI yang profesional dalam kemampuan tempur dan memiliki *bargaining position* yang kuat dalam menjawab tantangan tugas yang dihadapi.

Revolusi urusan militer (*Revolution in Military Affairs/RMA*) memiliki tiga unsur utama, yaitu doktrin, teknologi, dan taktik (Kak, 2000). Konsep ini muncul akibat pengaruh perkembangan teknologi informasi dan digitalisasi medan perang. TNI sebagai komponen utama dalam menyelenggarakan pertahanan negara dibentuk dan dibina untuk menjadi tentara profesional yang memiliki kemampuan tinggi, handal, dan tangguh. Profesionalisme ini diwujudkan dengan tiga unsur RMA yang terus-menerus didiseminasikan melalui pendidikan-pendidikan dan latihan-latihan yang berjenjang, terus-menerus, dan berkesinambungan.

Latihan merupakan unsur yang paling penting dalam menjaga performa TNI. Latihan bertujuan untuk memelihara dan meningkatkan kesiapan personel dan persenjataannya. Latihan harus dilaksanakan mulai dari latihan perorangan, tingkat satuan terkecil, hingga latihan gabungan tiga angkatan (trimatra).

Daerah latihan militer adalah wilayah yang disiapkan dan digunakan untuk meningkatkan kemampuan perorangan atau satuan dalam rangka menghadapi segala bentuk ancaman. Suatu daerah latihan militer dapat berada di perairan atau laut maupun daratan, dan dapat digunakan untuk melaksanakan latihan sesuai dengan jenis operasi yang akan dilakukan. Daerah latihan yang ideal merupakan daerah latihan yang dapat digunakan sebagai tempat latihan gabungan TNI yang terdiri atas Operasi Darat Gabungan, Operasi Laut Gabungan, Operasi Udara Gabungan, Operasi Lintas Udara, Operasi Pendaratan Amfibi, dan Operasi Pendaratan Administrasi (Balitbang, 2010).

Peraturan Pemerintah RI Nomor 68 Tahun 2014 tentang Penataan Wilayah Pertahanan

Negara dapat digunakan sebagai landasan hukum dalam mewujudkan daerah latihan militer, seperti yang tertuang pada pasal 27 bahwa "*Dalam hal lahan diperlukan untuk daerah latihan militer, Pemerintah dan/atau Pemerintah Daerah wajib menyediakan lahan bagi satuan TNI dari tingkat latihan perorangan sampai dengan tingkat latihan gabungan TNI.*" Adapun pasal 28 ayat (1) menyatakan, "*Daerah latihan militer disediakan untuk satuan TNI pada skala nasional, daerah latihan militer paling sedikit terdiri atas 3 (tiga) daerah latihan gabungan TNI,*" sementara ayat (3) menyatakan, "*Pada skala provinsi, daerah latihan militer paling sedikit terdiri atas 1 (satu) daerah latihan gabungan TNI setingkat: Batalion TNI Angkatan Darat; gugus tempur laut guna mendukung pasukan pendarat marinir TNI AL; dan/atau skuadron udara atau batalion Paskhas TNI AU.*"

Berdasar uraian di atas, dapat dirumuskan masalah dalam penelitian ini, yaitu apakah kriteria/parameter yang berpengaruh dalam menentukan medan latihan tempur trimatra (gabungan)?

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kondisi daerah latihan gabungan TNI yang ada saat ini dan merumuskan berbagai kriteria/parameter sebagai standar yang dapat digunakan untuk menentukan medan latihan tempur trimatra (gabungan) bagi prajurit TNI.

## TINJAUAN PUSTAKA

### 1. Medan Latihan Tempur

Latihan tempur bagi prajurit TNI merupakan salah satu metode dan upaya untuk meningkatkan kemampuan prajurit, baik fisik maupun mental/psikologis. Untuk itu, diperlukan suatu sarana tempat latihan. Latihan merupakan unsur yang paling penting dalam meningkatkan profesionalisme TNI sebagai alat pertahanan negara. Selain itu, latihan juga diperlukan untuk memelihara dan meningkatkan kesiapan personel dan persenjataan, serta untuk memberikan efek deterens (D'Orazio, 2012). Latihan tetap harus dilaksanakan mulai dari latihan tingkat satuan terkecil pada masing-masing angkatan (darat,

laut, dan udara) hingga tingkat gabungan matra atau latihan gabungan yang melibatkan tentara dari negara sahabat (Schmidt, 2007).

Daerah latihan yang ideal sangat diperlukan untuk penyelenggaraan latihan oleh satuan-satuan di jajaran TNI (Wu et al., 2013). Daerah tersebut merupakan daerah latihan yang di dalamnya terdapat medan latihan yang sesuai dengan materi latihan yang akan dimainkan, karakteristik daerah operasi yang akan dilaksanakan, serta tidak terganggu dan tidak mengganggu keadaan lingkungan (<http://jokomilum.blogspot.com/2009/08/binlat.html>).

Sesuai dengan Peraturan Panglima TNI No. 50 Tahun 2010, Panglima TNI menunjuk Komando Pendidikan, Doktrin dan Latihan TNI (Kodiklat TNI) sebagai penyelenggara Latihan Gabungan TNI. Oleh karena itu, sejak tahun 2010 seluruh latihan TNI yang bersifat gabungan dilaksanakan oleh Kodiklat TNI sebagai Badan Pelaksana Pusat (Balakpus) TNI. Kodiklat TNI terus berupaya untuk melatih prajurit TNI agar menjadi prajurit profesional dengan kriteria “tentara yang terlatih, terdidik, diperlengkapi dengan baik,” sesuai Pasal 2 UU No. 34 Tahun 2004. Salah satu faktor yang harus disiapkan untuk melatih TNI agar profesional adalah penyediaan daerah latihan tempur ideal yang memungkinkan latihan ketiga matra TNI secara gabungan dan terpadu. Saat ini daerah latihan TNI yang dikelola oleh Kodiklat TNI hanya tersedia di Sanggata, Kalimantan Timur. Adapun beberapa daerah latihan lain dikelola oleh masing-masing angkatan, bersifat kematraan, dan diduga belum ideal apabila digunakan untuk latihan gabungan TNI.

Beberapa kriteria daerah latihan tempur TNI yang diasumsikan ideal adalah (1) dapat digunakan untuk melatih operasi-operasi gabungan TNI, (2) aman dari penduduk, (3) posisi yang strategis untuk satuan-satuan TNI, serta (4) dilengkapi dengan sarana dan prasarana yang memadai untuk pelaku, penyelenggara, maupun peninjau (Balitbang, 2012; 2013). Namun, kondisi daerah latihan yang dimiliki oleh TNI saat ini masih perlu disempurnakan dengan menentukan kriteria/parameter sebagai syarat medan latihan tempur trimatra (gabungan).

## 2. Sistem Tata Ruang Nasional

Pemerintah menyusun penataan ruang wilayah nasional, wilayah provinsi, wilayah kabupaten/kota secara berjenjang dan komplementer. Agar hal tersebut dapat operasional, maka dibentuk suatu badan *ad hoc* melalui Keputusan Presiden Nomor 4 Tahun 2009 tentang Badan Koordinasi Penataan Ruang Nasional (BKPRN). Keppres ini secara umum menetapkan susunan organisasi dan tata kerja dari badan tersebut yang diketuai oleh Menko Bidang Perekonomian dengan anggota dua belas menteri, termasuk di dalamnya Menteri Pertahanan.

Badan ini bertugas mengoordinasikan segala sesuatu yang berkaitan dengan kebijakan serta pelaksanaan penataan ruang dari tingkat nasional, provinsi, sampai dengan kabupaten/kota. Pada tingkat provinsi atau kabupaten/kota dibentuk Badan Koordinasi Penataan Ruang Daerah melalui keputusan gubernur atau bupati/wali kota dengan anggota Satuan Kerja Pemerintah Daerah (SKPD) yang terkait: a. Peraturan perundang-undangan yang terkait dengan tata ruang, termasuk di dalamnya Peraturan Pemerintah dan Perpres. b. Perpres, Perda tentang Tata Ruang Wilayah (RTRW) nasional, provinsi, dan kabupaten/kota. c. Saran penyelesaian penanganan masalah yang timbul dalam penyelenggaraan penataan ruang.

Sesuai dengan Undang-Undang No. 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang, maka setiap provinsi, kabupaten/kota, wajib menyusun RTRW, dan untuk tingkat nasional diamanatkan 76 Kawasan Strategis Nasional (KSN) yang harus disusun RTRW-nya. RTRW baik untuk tingkat nasional, provinsi, maupun kabupaten/kota pada hakikatnya secara substansi mengatur tentang struktur dan pola ruang serta pemanfaatan dan pengendalian pemanfaatan ruang pada suatu wilayah. Dalam pengaturannya, RTRW mengakomodasi beberapa kepentingan sektoral, tidak terkecuali sektor yang terkait dengan kegiatan pemanfaatan ruang untuk kepentingan pertahanan.

## 3. RPP Wilayah Pertahanan sebagai Payung Hukum

UU Nomor 3 Tahun 2002 tentang Pertahanan Negara Pasal 22 dan UU Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang Pasal 17 ayat (7), menghasilkan Rencana Peraturan Pemerintah Wilayah Pertahanan Negara (RPP Wilhan).

Konsep RPP Wilhan terdiri atas 6 (enam) bab dan 45 (empat puluh lima) pasal yang substansinya mengatur tentang penetapan, perencanaan, pemanfaatan, dan pengendalian pemanfaatan wilayah pertahanan. Untuk beberapa ihwal tersebut, yang dapat dijadikan payung hukum adalah sebagai berikut:

a. Pasal 28, *“Dalam hal lahan untuk daerah latihan militer; pemerintah dan/atau pemerintah daerah wajib menyediakan lahan bagi satuan TNI dari tingkat latihan perorangan sampai dengan latihan gabungan TNI.”*

b. Pasal 29

1) Ayat (1), *“Daerah latihan militer disediakan untuk satuan TNI pada skala nasional, skala provinsi, dan skala kabupaten.”*

2) Ayat (2), *“Pada skala nasional, daerah latihan militer paling sedikit terdiri atas 3 (tiga) daerah latihan gabungan TNI.”*

3) Ayat (3), *“Pada skala provinsi, daerah latihan militer paling sedikit terdiri atas 1 (satu) daerah latihan gabungan TNI setingkat; batalion TNI AD, gugus tempur laut guna mendukung pasukan pendarat marinir TNI AL; dan/atau skuadron udara atau batalion Paskhas TNI AU.”*

4) Ayat (4), *“Pada skala kabupaten, daerah latihan militer paling sedikit terdiri atas 1 (satu) daerah latihan TNI setingkat kompi.”*

c. Pasal 30

1) Ayat (1), *“Pemerintah dan/atau pemerintah daerah menyiapkan wilayahnya untuk digunakan sebagai daerah latihan militer yang bersifat sementara atau tidak tetap.”*

2) Ayat (2), *“Penyiapan wilayah sebagai-*

*mana dimaksud ayat (1) dilakukan atas permintaan pimpinan satuan TNI sesuai kewenangannya paling rendah setingkat satuan komando kewilayahan setempat.”*

3) Ayat (3), *“Penyiapan wilayah sebagaimana dimaksud pada ayat (1) meliputi aspek geografi, demografi, serta infrastruktur pendukung penyelenggaraan kepentingan pertahanan.”*

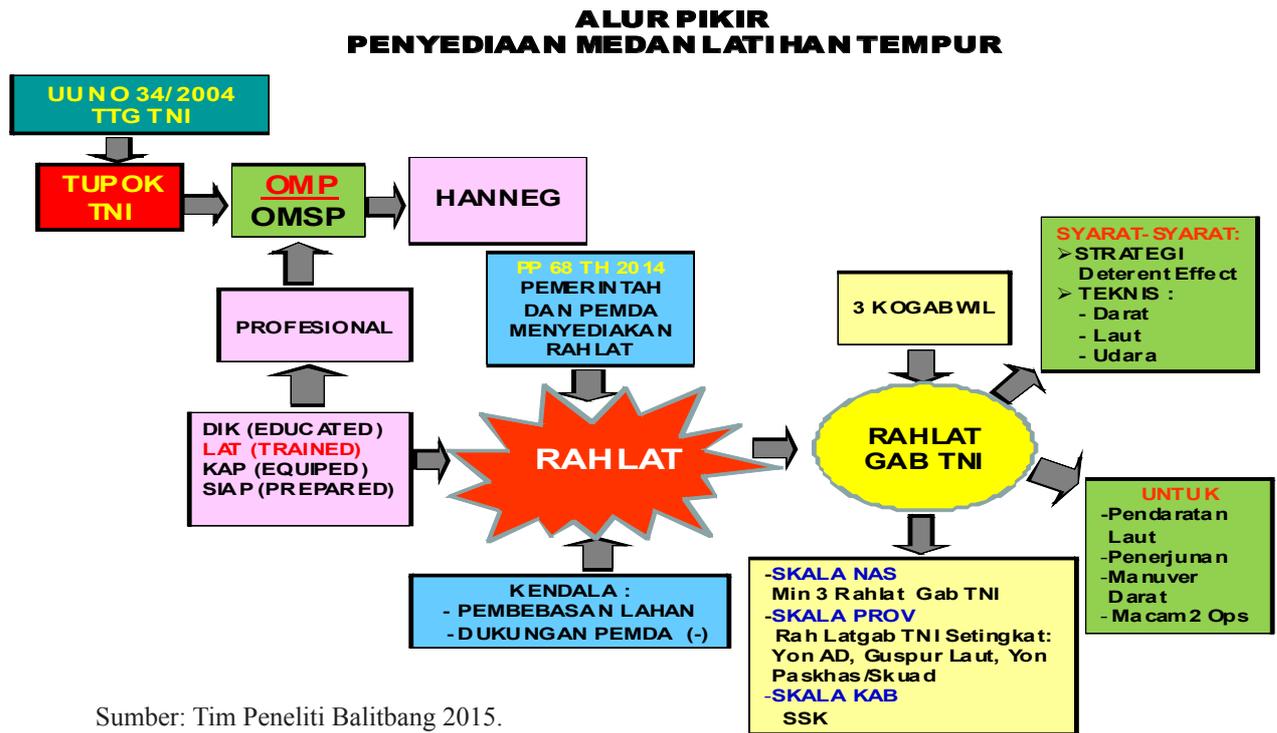
4) Ayat (4), *“Penggunaan wilayah sebagaimana dimaksud pada ayat (1) harus memperhatikan hak masyarakat, nilai sosial budaya masyarakat, dan keseimbangan ekosistem.”*

5) Ayat (5), *“Penggunaan daerah latihan militer sebagaimana dimaksud pada ayat (1) berkoordinasi dengan pihak/ instansi terkait.”*

4. Latihan Gabungan

Kesiapan operasional TNI hanya dapat terpelihara dan ditingkatkan melalui latihan rutin secara bertahap, bertingkat, dan berlanjut, serta menempatkan latihan sebagai kebutuhan pokok setiap prajurit TNI. Penyelenggaraan latihan gabungan merupakan suatu kegiatan yang sangat penting dan memiliki bobot yang sangat strategis. Kegiatan Latihan Gabungan TNI merupakan manifestasi dari hasil pembinaan kekuatan TNI yang merupakan wujud akuntabilitas publik dan pertanggungjawaban TNI kepada bangsa Indonesia berdasarkan kebijakan pemerintah. Latihan Gabungan TNI ini akan memberikan gambaran sejauh mana kekuatan, kemampuan, dan kesiagaan operasi TNI untuk menghadapi setiap ancaman yang akan mengganggu kedaulatan NKRI (<http://tni.mil.id/index2.php?Page=detailatgab.html&nw>). Latihan Gabungan bertujuan untuk meningkatkan dan menguji kemampuan tiap prajurit dalam mekanisme setiap kegiatan operasi gabungan yang dimulai dari kegiatan perencanaan, pelaksanaan, dan pengendalian (Cooper, 2012).

5. Kerangka Pikir



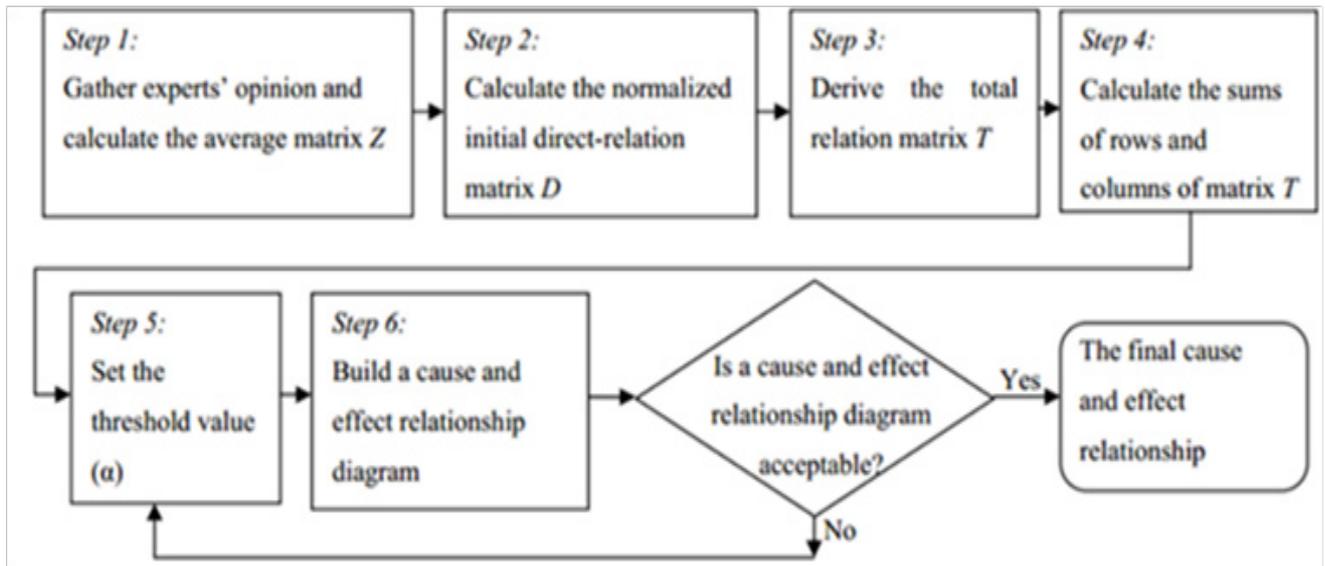
Sumber: Tim Peneliti Balitbang 2015.

Alur Pikir Analisis Wilayah untuk Medan Latihan Tempur (Sumber: Balitbang, 2012)

**METODOLOGI PENELITIAN**

Metode Dematel telah diterima secara luas sebagai salah satu alat terbaik untuk memecahkan hubungan sebab dan akibat di antara kriteria evaluasi (Chiu et al., 2006; Liou et al., 2007; Tzeng et al., 2007; Wu dan Lee, 2007; Lin dan Tzeng, 2009). Metode ini diterapkan untuk

menganalisis dan membentuk relasi sebab dan akibat di antara kriteria evaluasi (Yang et al., 2008) atau untuk memperoleh keterkaitan antara faktor-faktor (Lin dan Tzeng, 2009). Langkah analisis dalam metode tersebut dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1.

Langkah-langkah dalam analisis Dematel (Yu-Cheng et al., 2013)

a. Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder dan data primer yang diperoleh melalui *focus group discussion* (FGD), wawancara, dan diskusi mendalam dengan narasumber/responden (para pejabat di Kodam/Korem, Lanal, dan Lanud) serta melakukan observasi ke tempat-tempat yang pernah digunakan sebagai tempat latihan gabungan pada lokus penelitian sebagai sampel, di antaranya di Sangata, Kendari, Bima, dan Sorong.

b. Pengolahan Data

Data kualitatif yang didapat dari hasil angket matriks Dematel berdasarkan keterkaitan 17 kriteria/parameter yang sudah ditetapkan dan diisi pada kolom-kolom matriks Dematel dibagi dengan nilai tertinggi pada pengaruh langsung. Skala penilaian yang digunakan terdiri atas nilai 0, 1, 2, 3, dan 4, dengan rincian 0 berarti tidak ada pengaruh, 1 pengaruhnya rendah, 2 pengaruhnya sedang, 3 pengaruhnya tinggi, dan 4 pengaruhnya sangat tinggi.

**HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

1. Data Hasil Penelitian

a. Sangata, Kalimantan Utara

Pengumpulan data dilaksanakan selama 4 (empat) hari kerja, yaitu pada tanggal 11 s.d. 14 Agustus 2015 di Kodam VI/Mulawarman, Balikpapan. Pengumpulan data dilakukan dengan teknik *focus group discussion* (FGD), pengisian kuesioner oleh responden, wawancara kepada para pejabat perencana dan personel atau pelaku yang pernah terlibat langsung pada penyelenggaraan Latihan Gabungan (Trimatra). Selain itu, peneliti juga melakukan tinjauan lapangan (observasi) ke medan latihan tempur yang ada di lokus.

b. Kendari, Sulawesi Tenggara

Pengumpulan data dilaksanakan selama 4 (empat) hari kerja, yaitu pada tanggal 25 s.d. 28 Agustus 2015 di Markas Korem 143/HO, Kendari, Sulawesi Tenggara.

Pengumpulan data dilakukan dengan teknik *focus group discussion* (FGD), pengisian kuesioner oleh responden, wawancara kepada para pejabat perencana dan personel atau pelaku yang pernah terlibat langsung dalam penyelenggaraan Latihan Gabungan (Trimatra). Selain itu, peneliti juga melakukan tinjauan lapangan (observasi) ke medan latihan tempur yang ada di lokus.

c. Bima, Nusa Tenggara Barat

Pengumpulan data dilaksanakan selama 4 (empat) hari kerja, yaitu pada tanggal 15 s.d. 18 September 2015 di Korem 162/Wira Bhakti, Mataram, dimulai dengan peninjauan medan latihan tempur di Bima dan dilanjutkan dengan FGD, pengisian angket, dan wawancara kepada para pejabat terkait dan personel yang pernah ikut serta dalam penyelenggaraan Latihan Gabungan (Trimatra). Selanjutnya, peneliti melakukan peninjauan lapangan (observasi) ke medan latihan tempur yang ada dan pernah digunakan untuk latihan gabungan pada lokus yang sudah ditentukan.

d. Sorong, Papua Barat

Pengumpulan data dilaksanakan selama 4 (empat) hari kerja, yaitu tanggal 29 September s.d. 03 Oktober 2015 di Korem 171/Praja V Bhakti, Sorong. Pengumpulan data dilakukan dengan teknik *focus group discussion* (FGD), pengisian kuesioner oleh responden, wawancara kepada para pejabat perencana dan personel atau pelaku yang pernah terlibat langsung dalam penyelenggaraan Latihan Gabungan (Tri Matra). Di samping itu, peneliti juga melakukan tinjauan lapangan (observasi) ke medan latihan tempur yang ada di lokus.

2. Analisis

Dari penelitian sebelumnya tentang medan latihan tempur wilayah barat dan timur yang dilakukan oleh Balitbang Kemhan TA 2012 dan 2013 telah disimpulkan bahwa medan latihan tempur yang ada secara umum memiliki masalah kepemilikan lahan, sinergitas antarmatra untuk optimalisasi

medan latihan, dan kebutuhan standar medan latihan dihadapkan pada tuntutan penggunaan Alutsista baru yang memiliki tingkat ancaman yang berbeda. Penelitian tersebut juga telah merekomendasikan perlunya formulasi opsional dan standar medan latihan tempur yang dapat digunakan dalam latihan gabungan. Untuk itu, penelitian ini dimaksudkan untuk melakukan studi tentang faktor-faktor yang dapat merekonstruksi kriteria medan latihan tempur untuk tujuan standarisasi daerah latihan tempur gabungan, dan formulasi opsional dalam rangka optimalisasi kegunaan daerah latihan tempur yang sudah ada.

Dari beberapa literatur dan hasil diskusi yang dilakukan, didapat 17 (tujuh belas) kriteria untuk medan latihan tempur gabungan yang ideal, yaitu sebagai berikut:

- a. (K1) manfaat latihan gabungan;
- b. (K2) dampak latihan gabungan di perbatasan;

- c. (K3) jarak tembak dan impak area jatra;
- d. (K4) medan latihan tempur yang dimiliki saat ini;
- e. (K5) karakteristik medan latihan tempur saat ini;
- f. (K6) topografi medan latihan tempur;
- g. (K7) jarak medan latihan tempur dengan satuan;
- h. (K8) prosedur latihan tempur;
- i. (K9) kapasitas, kekuatan personel, dan Alutsista latihan tempur;
- j. (K10) infrastruktur medan latihan tempur;
- k. (K11) logistik yang diperlukan untuk latihan tempur;
- l. (K12) dampak sosial medan latihan tempur;
- m. (K13) jarak medan latihan tempur dari pemukiman masyarakat;
- n. (K14) kepemilikan lahan latihan tempur;
- o. (K15) RTRW medan latihan tempur;
- p. (K16) doktrin latihan tempur;
- q. (K17) Alutsista yang dimiliki.

Tabel. 1. Perspektif dan Kriteria Medan Latihan Tempur

Perspektif	Kriteria/Parameter	Literatur
Strategis (P1)	manfaat latihan gabungan (K1); dampak latihan gabungan di perbatasan (K2)	Balitbang Kemhan, 2012; 2013; Vego, 2009; Cohen & Tkacik, 2005
Taktis Operasional (P2)	jarak tembak dan impak area jatra (K3); medlatpur yang dimiliki saat ini (K4); karakteristik medlatpur (K5); topografi medpur (K6); jarak medlatpur dengan satuan (K7); prosedur latihan tempur (K8); kapasitas kekuatan personel (K9); infrastruktur medlatpur yang dimiliki (K10)	Balitbang Kemhan, 2012; 2013; Pusenart, 2015; Harris, 2011; Lieutenant & General, 2009; Ingber et al., 1991
Psikologis (P3)	logistik yang diperlukan (K11); dampak sosial medlatpur (K12).	Balitbang Kemhan, 2012; 2013; Whitecotton, 2000; Shoop et al., 2005; Wang et al., 2014; Morash & Rucker, 1990
Pengamanan (P4)	jarak medlatpur dari pemukiman masyarakat (K13)	Balitbang Kemhan, 2012; 2013
Legal (P5)	kepemilikan lahan (14); RTRW medlatpur (K15)	Balitbang Kemhan, 2012; 2013
Pengembangan (P6)	doktrin latihan tempur (K16); Alutsista yang dimiliki (K17)	Pusenart, 2015; Herl et al., 2005

Sumber: Balitbang Kemhan (2015)

Tinjauan literatur dilakukan untuk mengidentifikasi multiatribusi dan multidimensional faktor untuk mengevaluasi medan latihan tempur berdasarkan ulasan 6 (enam) perspektif dan 17 (tujuh belas) kriteria evaluasi seperti pada tabel

2 di bawah.

Data hasil identifikasi terhadap kriteria/parameter medan latihan tempur gabungan diolah menjadi matriks Dematel.

Tabel 2. Matriks Data Dematel

	k1	k2	k3	k4	k5	k6	k7	k8	k9	k10	k11	k12	k13	k14	k15	k16	k17	JLH
k1		3.3	3.2	3.2	3.3	3.3	3.45	3.15	3.5	3.2	3.8	2.85	3	3.3	3	3.75	3.75	53.05
k2	3.5		3.15	3	3.15	2.85	3.2	3.3	3.35	2.95	3.6	3	2.95	3.15	3.1	3.1	3.7	47.55
k3	2.9	3		3.4	3.35	3.25	3	3.55	3.25	2.95	2.95	3	3.95	3.05	3.15	3.4	3.75	49
k4	3.1	3.35	3.4		3.3	3.35	3.6	3.4	3.45	3.3	3.4	3.1	3.05	3.25	3.25	3.55	3.7	50.45
k5	3.4	2.9	3.4	3.6		3.2	3.35	3.1	3.25	3.15	3.35	2.85	3	3.1	3	3.3	3.55	48.1
k6	2.95	3.05	3.3	3.1	3.3		3.05	2.8	3.05	2.95	3.4	2.9	3.15	2.9	3	3.45	3.65	47.05
k7	3.05	3.35	3.4	3.35	3.05	3.1		3.1	3.15	3.2	3.5	2.7	3.05	2.95	3	3	3.55	47.45
k8	3.7	3.55	3.6	3.25	3.15	3.2	3.35		3.1	3.25	3.25	2.85	3	3.05	3	3.55	3.8	48.95
k9	3.05	3.15	3	3.3	3.15	3.15	3.5			3.35	3.35	2.9	2.95	2.85	2.75	3.25	3.75	48.1
k10	3.1	3.1	3	3.3	3.4	3.05	3.45	3.4	3.2		2.4	3.2	2.75	3.1	3	3.4	3.45	47.2
k11	3.35	3.25	2.8	3.3	3.1	3.35	3.3	3.45	3.7	3.1		3.1	3.1	3.05	2.9	3.4	3.3	48.2
k12	2.95	3.25	3.2	3.2	3	2.4	3.2	3.35	3.15	3.05	3.5		3.15	3.2	2.95	3.1	3.2	46.9
k13	3.25	3.15	3.45	3.2	3.1	3	3.05	3.1	3	2.95	2.8	2.85		2.95	3	3.25	3.55	46.4
k14	3.2	2.65	2.9	3.3	2.8	2.85	2.9	2.95	2.8	2.75	2.65	3.05	2.75		3.35	3.05	3.25	44
k15	3.05	2.7	3.15	3.35	2.9	2.95	3	3	2.9	2.9	2.95	2.8	3	3.25		3.1	3.2	45.15
k16	3.5	3.3	3.05	3.4	3.45	3.35	3.35	3.7	3.5	3.3	3.2	3.2	2.95	2.75	3.25		3.8	49.55
k17	3.75	3.45	3.6	3.65	3.75	3.55	3.85	3.7	3.65	3.4	3.35	3	3.55	2.9	2.8	3.65		51.85
JLH	51.8	47.2	48.4	49.7	47.95	46.6	49.15	49.6	48.5	46.55	47.65	44.5	46.35	45.5	45.5	49.55	53.2	

Sumber: Balitbang Kemhan (2015)

Adapun data kuesioner dibuat menjadi matriks normal dengan langkah data kuesioner dibagi dengan jumlah angka yang tertinggi, yaitu 53,2 (warna merah).

Dari hasil perhitungan pada metode Dematel didapat angka-angka yang dapat diartikan sebagai hubungan keterkaitan antar kriteria dan hubungan yang saling berpengaruh dan berhubungan sangat kuat. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Dematel

Kode dan Perspektif/Konstruk	C	R	C+R	C-R
K1 manfaat latihan gabungan	27.74153	27.13565	54.87718	0.6058779
K2 dampak latihan gabungan di perbatasan	26.75348	26.49469	53.24816	0.2587918
K3 jarak tembak dan impak area jatra saat ini	27.16634	27.01992	54.18626	0.1464249
K4 medan latihan tempur yang dimiliki saat ini	27.97372	27.65564	55.62937	0.3180802
K5 karakteristik medan latihan tempur saat ini	26.98168	26.86859	53.85028	0.1130916
K6 topografi medan latihan tempur saat ini	26.23411	26.22011	52.45422	0.0140006
K7 jarak medan latihan tempur dengan satuan saat ini	26.48009	27.54069	54.02078	-1.0605964
K8 prosedur latihan tempur	27.56283	27.60486	55.16769	-0.0420285
K9 kapasitas, kekuatan personel, dan Alutsista latpur	26.82272	27.24031	54.06303	-0.4175849
K10 infrastruktur medlatpur yang dimiliki saat ini	26.37516	26.1203	52.49545	0.2548612
K11 logistik yang diperlukan untuk latihan tempur	26.99036	26.95292	53.94328	0.0374367
K12 dampak sosial medan latihan tempur saat ini	26.13845	24.88681	51.02526	1.2516441
K13 jarak medlatpur dari pemukiman masyarakat	26.06382	25.90779	51.97161	0.1560338
K14 kepemilikan lahan latihan tempur saat ini	24.82501	25.58379	50.40879	-0.7587783
K15 RTRW medan latihan tempur saat ini	25.31814	25.44365	50.76178	-0.1255125
K16 doktrin latihan tempur	27.7568	27.86547	55.62227	-0.1086722
K17 Alutsista yang dimiliki saat ini	29.00771	29.65078	58.65849	-0.6430701

Sumber: Balitbang Kemhan (2015)

Dari hasil perhitungan dapat dilihat kriteria/parameter yang paling kuat hingga yang paling lemah keterkaitannya dengan medan latihan tempur gabungan. Kriteria/parameter sangat diperlukan dalam menentukan suatu medan latihan tempur, terutama medan latihan tempur gabungan. Setiap kriteria/parameter mempunyai arti penting bagi suatu medan latihan tempur dan berafiliasi langsung dengan penyusunan strategi pertempuran. Keberhasilan suatu latihan akan dicapai bilamana semua tahapan latihan dilakukan dari awal, dimulai dari merencanakan strategi, yang kemudian dikembangkan menjadi

taktik dan operasi pertempuran. Semua rangkaian latihan tempur sangat tergantung pada ketujuh belas kriteria/parameter yang ada sesuai dengan tingkatan keterkaitan dan kekuatan hubungan antarkriteria. Tidak ada satu pun kriteria/parameter yang dapat diabaikan.

Ketujuh belas kriteria/parameter dianalisis berdasarkan metode Dematel untuk mendapatkan klasifikasi (Q) kriteria/parameter pada medan latihan tempur gabungan seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Matriks Hasil Analisis Dematel

No	Kode	C	R	C+R	C-R	Kriteria/Parameter	Klas
1	k17	29.00771	29.65078	58.65849	-0.64307	Alutsista yang dimiliki saat ini	Q1
2	k4	27.97372	27.65564	55.62937	0.31808	medan latihan tempur yang dimiliki saat ini	Q2
3	k16	27.7568	27.86547	55.62227	-0.10867	doktrin latpur	
4	k8	27.56283	27.60486	55.16769	-0.04203	prosedur latpur	
5	k1	27.74153	27.13565	54.87718	0.605878	manfaat latpur	
6	k3	27.16634	27.01992	54.18626	0.146425	jarak tembak dan dampak jatra saat ini	Q3
7	k9	26.82272	27.24031	54.06303	-0.41758	kapasitas dan kuat personel	
8	k7	26.48009	27.54069	54.02078	-1.0606	jarak medlatpur dengan satuan	
9	k11	26.99036	26.95292	53.94328	0.037437	logistik yang diperlukan	Q4
10	k5	26.98168	26.86859	53.85028	0.113092	karakteristik medlatpur	
11	k2	26.75348	26.49469	53.24816	0.258792	dampak latpur	
12	k10	26.37516	26.1203	52.49545	0.254861	infrastruktur medlatpur	
13	k6	26.23411	26.22011	52.45422	0.014001	topografi medlatpur	
14	k13	26.06382	25.90779	51.97161	0.156034	jarak medlatpur dengan pemukiman	Q5
15	k12	26.13845	24.88681	51.02526	1.251644	dampak sosial medlatpur	
16	k15	25.31814	25.44365	50.76178	-0.12551	RTRW medlatpur	
17	k14	24.82501	25.58379	50.40879	-0.75878	kepemilikan lahan medlatpur	

Sumber: Balitbang Kemhan (2015)

Dari hasil analisis dengan menggunakan metode Dematel didapat klasifikasi keterkaitan dan kekuatan hubungan kriteria dengan medan latihan tempur gabungan. Klasifikasi tersebut adalah sebagai berikut:

- Q1 (keterkaitan sangat kuat), yaitu (K17) Alutsista yang dimiliki saat ini. Dalam setiap perencanaan melakukan latihan tempur, pengaruh Alutsista yang dimiliki sangat berperan penting, baik dalam merencanakan strategi maupun taktik pertempuran untuk mencapai kemenangan perang.

Keberadaan Alutsista sangat berpengaruh dan terkait secara langsung

dengan manuver dan kesesuaian medan latihan tempur. Demikian halnya jenis peralatan yang akan digunakan berkaitan langsung dengan kondisi sarana-prasarana pertempuran (di antaranya jalan pendekat, jembatan, pelabuhan, pantai pendaratan, dan lain sebagainya), jenis senjata yang akan digunakan berkaitan langsung dengan jarak tembak dan dampak jatra, medan latihan tempur yang dimiliki saat ini, infrastruktur medan latihan tempur, dan dampak sosial dari medan latihan tempur.

Strategi sebagai taktik perang adalah pelaksanaan manuver pasukan dan penggunaan alat senjata untuk memenangkan pertempuran. Ada taktik

khusus untuk berbagai situasi, mulai dari mengamankan ruangan atau bangunan, serta membangun superioritas udara di atas suatu wilayah untuk operasi skala besar. Taktik militer bekerja pada semua tingkat komando, dari individu dan kelompok, sampai seluruh angkatan bersenjata.

Strategi serangan adalah sebuah operasi militer yang berusaha secara agresif dilakukan oleh angkatan bersenjata untuk menduduki wilayah, memperoleh atau mencapai tujuan strategis yang lebih besar, tujuan operasional, atau tujuan taktis. Pada dasarnya, serangan dilakukan dengan kekuatan fisik dan Alutsista yang dimiliki. Serangan itu dianggap sebagai sarana unggulan untuk menghasilkan kemenangan dan dapat dilancarkan di darat, di laut, atau di udara.

- b. Q2 (keterkaitan kuat), yaitu medan latihan tempur yang dimiliki saat ini, doktrin latihan tempur, prosedur latihan tempur, dan manfaat latihan tempur.

Setiap pertempuran memerlukan sebuah konsep pelatihan yang terencana dan terkoordinasi dengan baik. Perencanaan suatu latihan yang baik tentunya berkaitan dengan medan latihan tempur yang ada, prosedur latihan tempur yang ada, doktrin latihan tempur, dan manfaat dari latihan tempur.

Konsep latihan pertempuran, di samping latihan serangan, juga mencakup latihan pertahanan. Latihan ini perlu agar dalam kondisi tertentu pasukan dapat mengaplikasikannya pada pertempuran yang sebenarnya.

Pertahanan merupakan kondisi temporal untuk melawan usaha penyerang dengan menghentikan momentum serangan. Pertahanan memiliki beberapa kegunaan dalam bidang aplikasi militer. Pada perencanaan operasi militer, strategi pertahanan adalah kebijakan mencegah serangan atau meminimalkan kerusakan serangan oleh kekuatan-kekuatan strategis.

Pertahanan merupakan kondisi untuk menyiapkan diri agar dapat melakukan serangan terhadap penyerang. Untuk memperkuat posisi pertahanan, pertahanan disusun untuk menguasai medan yang dapat mempersulit penyerang, seperti di lereng, di bukit, dan di belakang sungai, atau dengan membentuk perbentengan. Untuk mencegah keberhasilan penyerang melakukan serangan lambung atau melingkar, maka pertahanan disusun mendalam, yaitu kekuatan pertahanan tidak ditempatkan di garis depan saja. Ketika belum ada senjata api, posisi pasukan panah ditempatkan di belakang pasukan infanteri (pejalan kaki) untuk menembaki pasukan penyerang yang mendekat. Hal ini berkaitan dengan Alutsista yang dimiliki. Jika penyerang berhasil maju terus, maka pasukan infanteri bangkit menyerbu pasukan penyerang untuk saling berkelahi dan membunuh. Jika penyerang menggerakkan pasukan kavaleri (pasukan berkuda) untuk melakukan serangan lambung, maka pihak pertahanan menyambut serangan tersebut dengan menggerakkan pasukan kavaleri (pasukan berkuda). Setelah ada senjata api, pasukan artileri menempatkan meriamnya di belakang posisi pertahanan pasukan infanteri yang berada di garis depan. Dengan menerapkan perencanaan strategi yang diaplikasikan pada latihan tempur, maka hasil dari program latihan dapat bermanfaat bagi seluruh jajaran prajurit TNI.

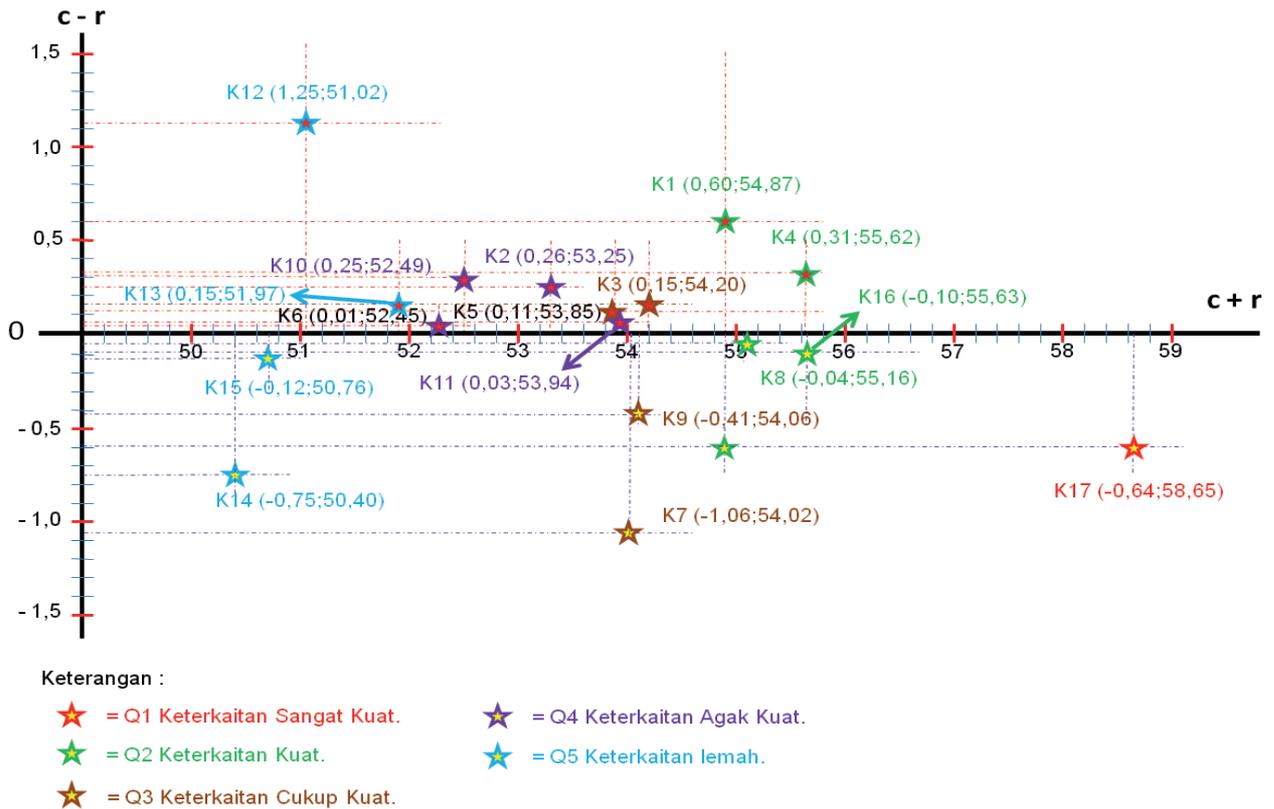
- c. Q3 (keterkaitan cukup kuat), yaitu jarak tembak dan dampak jatra saat ini, kapasitas dan kekuatan personel, dan jarak medan latihan tempur dengan satuan. Ketiga kriteria/parameter ini mempunyai keterkaitan yang cukup kuat berdasarkan hasil analisis Dematel, di mana jarak tembak dan dampak jatra memiliki keterkaitan dan berpengaruh terhadap Alutsista yang dimiliki saat ini, begitu juga kapasitas dan kekuatan personel, serta jarak medan latihan tempur dengan satuan memiliki keterkaitan dengan logistik yang diperlukan untuk latihan tempur, dan dalam memobilisasi pasukan (personel)

diperlukan kendaraan angkut personel (peralatan).

- d. Q4 (keterkaitan kurang kuat), yaitu logistik yang diperlukan, karakteristik medan latihan tempur, dampak latihan tempur, dan topografi medan latihan tempur.
- e. Q5 (keterkaitan lemah), yaitu jarak medan latihan tempur dengan pemukiman

masyarakat, dampak sosial medan latihan tempur, RTRW medan latihan tempur, dan kepemilikan lahan medan latihan tempur.

Berdasarkan uraian di atas, hasil analisis metode Dematel dipetakan berdasarkan hubungan keterkaitan antarkriteria/ parameter. Untuk lebih jelasnya, pemetaan ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Sumber: Balitbang Kemhan (2015).

Gambar 2. Peta Hubungan Keterkaitan antar-Kriteria/Parameter

Dari gambaran yang terdapat pada peta hubungan keterkaitan antarkriteria/parameter di atas, terlihat bahwa (K17) Alutsista yang dimiliki saat ini termasuk dalam kelompok Q1. Artinya, kriteria ini memiliki “keterkaitan dan pengaruh sangat kuat” terhadap keenam belas kriteria lainnya dalam menentukan parameter medan latihan tempur gabungan.

Adapun kriteria dengan kode K4, K16, K8, dan K1 termasuk dalam kelompok Q2 yang berarti bahwa kelompok kriteria ini memiliki “keterkaitan dan pengaruh kuat” terhadap kriteria-kriteria lainnya dalam menentukan parameter medan latihan tempur gabungan.

Begitu juga untuk kriteria dengan kode K3, K9, dan K7. Ketiga kriteria ini termasuk dalam kelompok Q3. Artinya, kriteria ini memiliki “keterkaitan dan pengaruh cukup kuat” terhadap kriteria-kriteria lainnya dalam menentukan parameter medan latihan tempur gabungan.

Kriteria dengan kode K11, K5, K2, K10, dan K6 termasuk dalam kelompok Q4 yang berarti bahwa kelompok kriteria ini memiliki “keterkaitan dan pengaruh agak kuat” terhadap kriteria-kriteria lainnya dalam menentukan parameter medan latihan tempur gabungan.

Kriteria dengan kode K13, K12, K15, dan K14

termasuk dalam kelompok Q5 yang berarti bahwa kelompok kriteria ini memiliki “keterkaitan dan pengaruh lemah” terhadap kriteria-kriteria lainnya dalam menentukan parameter medan latihan tempur gabungan.

Pendapat para pakar, yakni Kolonel Inf. Agus Listyawarno dan Kolonel Inf. Amrizal dari Kodiklat TNI, dalam seminar hasil penelitian menyatakan bahwa arah dari penelitian ini salah satunya sebagai evaluasi terhadap medan latihan tempur yang sudah ada. Sebagai bahan evaluasi tentunya data-data dan kriteria/parameter yang ada pada daerah latihan saat ini dan yang terdapat pada buku petunjuk tentang latihan TNI dapat dijadikan sebagai bahan analisis, sehingga penentuan kriteria/parameter sebagai standar medan latihan tempur trimatra dapat dirumuskan. Di samping itu, dalam menentukan medan latihan tempur trimatra perlu mempertimbangkan jenis-jenis tembakan yang ada dari berbagai Alutsita.

Latihan TNI bertujuan untuk pembinaan kekuatan dan penggunaan kekuatan, sedangkan medan latihan tempur trimatra (gabungan) bertujuan sebagai siaga Ops, di mana setiap prajurit TNI diharapkan selalu siap untuk melakukan operasi pertempuran sesuai medan pertempuran yang sesungguhnya. Kebutuhan medan latihan tempur bagi prajurit TNI merupakan suatu kewajiban, karena latihan merupakan unsur yang paling penting dalam meningkatkan profesionalisme TNI sebagai alat pertahanan negara. Selain itu, latihan juga diperlukan untuk memelihara dan meningkatkan kesiapan personel dan persenjataannya, serta untuk memberikan efek deterens (D’Orazio, 2012). Latihan tetap harus dilaksanakan, mulai dari latihan perorangan, tingkat satuan terkecil pada masing-masing angkatan (darat, laut, dan udara), hingga tingkat gabungan matra atau latihan gabungan yang melibatkan tentara dari negara sahabat (Schmidt, 2007). Oleh karena itu, perlu adanya “*politic policy*” (kebijakan politik) dari negara/pemerintah untuk menetapkan suatu wilayah sebagai medan latihan tempur secara permanen dan dilindungi oleh kekuatan hukum dan negara.

## KESIMPULAN

Medan latihan tempur yang sesuai untuk latihan gabungan yang ada di Indonesia saat ini masih perlu dievaluasi dengan melakukan identifikasi terhadap kriteria/parameter yang menentukan persyaratan medan latihan tempur gabungan. Berdasarkan hasil analisis Dematel ditentukan 17 (tujuh belas) kriteria/parameter sebagai persyaratan untuk medan latihan tempur gabungan. Dari ketujuh belas kriteria/parameter yang ada, diketahui bahwa kriteria dengan kode K17 (Alutsista yang dimiliki saat ini) merupakan kriteria yang memiliki tingkat keterkaitan dan hubungan sangat kuat terhadap kriteria-kriteria lainnya; dalam arti, kriteria ini berpengaruh kuat dan dapat dipengaruhi dengan kuat. Kriteria/parameter sebagai penentu standar medan latihan tempur gabungan adalah kriteria/parameter dalam kelompok Q1, Q2, Q3, dan Q4. Adapun kriteria/parameter yang termasuk dalam kelompok Q5 (K13, K12, K15, dan K14) merupakan kriteria yang memiliki keterkaitan dan hubungan antarkriteria “lemah”.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Aylwin-Foster, B. N., & Army, B. (2005). Counter insurgency operations. *Military Review*, 2.
2. Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Pertahanan. (2012). *Medan latihan tempur Indonesia bagian barat guna mendukung terwujudnya profesionalisme prajurit TNI*. Laporan Penelitian. Kementerian Pertahanan RI.
3. Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Pertahanan. (2013). *Medan latihan tempur Indonesia bagian timur guna mendukung terwujudnya profesionalisme prajurit TNI*. Laporan Penelitian. Kementerian Pertahanan RI.
4. Cooper, A. C. (2012). *Exercise design for the joint force 2020 brigade combat team*. ARMY WAR COLL CARLISLE BARRACKS PA.

5. D’Orazio, V. (2012). War games: North Korea’s reaction to US and South Korean military exercises. *Journal of East Asian Studies* 12(2), pp. 275-294, 309. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/1030281814?accountid=25704>
6. Diersing, V. E., Shaw, R. B., & Tazik, D. J. (1992). US Army land condition-trend analysis (LCTA) program. *Environmental Management*, 16(3), pp. 405-414.
7. Doxford, D., & Hill, T. (1998). Land use for military training in the UK: the current situation, likely developments and possible alternatives. *Journal of Environmental Planning and Management*, 41(3), pp. 279-297.
8. Ferrell, R. S. (2002). *Army transformation and digitization-training and resource challenges*. ARMY WAR COLL CARLISLE BARRACKS PA.
9. Hakim, C. (2011). *Pertahanan Indonesia: Angkatan Perang Negara Kepulauan*. Jakarta: Red & White Publishing.
10. Harris III, C. E. (2011). *US Army training and doctrine command safety program*. Safety.
11. Herl, B. K., Doe, W. W., & Jones, D. S. (2005). Use of military training doctrine to predict patterns of maneuver disturbance on the landscape. I. Theory and methodology. *Journal of Terramechanics*, 42(3), pp. 353-371.
12. Fatah, I. (2010). Mengenal medan karst mako Daerah Latihan Gabungan TNI di Kaliorang Sangatta. <http://www.tni.mil.id/view-21909-mengenal-medan-karst-daerah-latihan-gabungan-tni-di-daerah-kaliorang-sangatta.html>
13. Kak, K. (2000). Revolution in military affairs—An appraisal. *Strategic Analysis*, 24(1), pp. 5-16.
14. Kementerian Pertahanan RI. (2007). *Doktrin pertahanan negara*. Jakarta: Kemhan RI.
15. Kementerian Pertahanan RI. (2007). *Postur pertahanan negara*. Jakarta: Kemhan RI.
16. Kementerian Pertahanan RI. (2007). *Strategi pertahanan negara*. Jakarta: Kemhan RI.
17. Kementerian Pertahanan RI. (2008). *Buku putih pertahanan Indonesia*. Jakarta: Kemhan RI.
18. Schmidt, J. D. (2007). The great power game and Thai military rule. *NIAS Nytt*, (3), pp. 15-18. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/197460447?accountid=25704>
19. Sun Tzu. (2005). *The art of war*. Lionel Giles Published.
20. Tyler, J. A., Ritchie, J. D., Leas, M. L., Edwards, K. D., Eastridge, B. E., White, C. E., ... & Blackbourne, L. H. (2012). Combat readiness for the modern military surgeon: data from a decade of combat operations. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 73(2), pp. S64-S70.
21. Wang, G., Murphy, D., Oller, A., Howard, H. R., Anderson, A. B., Rijal, S., ... & Woodford, P. (2014). Spatial and Temporal Assessment of Cumulative Disturbance Impacts Due to Military Training, Burning, Haying, and Their Interactions on Land Condition of Fort Riley. *Environmental management*, 54(1), pp. 51-66.
22. Wu, H. N., Liu, Y., Yang, G., & Li, D. J. (2013, October). Research of Battlefield Environment Virtual Simulation. *Applied Mechanics and Materials* 347, pp. 3204-3207.
23. Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang.
24. Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2002 tentang Pertahanan Negara.
25. Undang-Undang Nomor 34 Tahun 2004 tentang Tentara Nasional Indonesia.
26. Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang dan Peraturan Pemerintah.
27. Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2008 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional Khususnya Menyangkut Kawasan Pertahanan Negara
28. “Gladi Posko Latgab TNI 2008 Dibuka Puspen TNI,” <http://tni.mil.id/index2.php?page=detaillatgab.html&nw>



## KONSEP DESAIN PEMBUATAN SATELIT PERTAHANAN GUNA MENJAGA KEDAULATAN WILAYAH INDONESIA

### *THE DESIGN CONCEPT OF DEFENSE SATELLITE MANUFACTURED TO MAINTAIN INDONESIA SOVEREIGNTY*

Rosihan Ramin  
Puslitbang Alpalhan Balitbang Kemhan  
Jl. Jati No. 1, Pondok Labu, Jakarta  
ian\_tiger2000@yahoo.com

#### **Abstrak**

*Penelitian ini mengangkat konsep desain pembuatan satelit pertahanan guna menjaga kedaulatan wilayah Indonesia. Pada tahun 2007 Lapan telah membuat satelit pemantauan yang merupakan hasil kerja sama dengan Jerman dan diluncurkan ke orbit dengan menggunakan roket milik India. Pada tahun 2014 Lapan telah merancang satelit sendiri yang dikerjakan di Bogor dan akan diluncurkan tahun 2016 di India. Konsep pembuatan satelit pertahanan meliputi pembuatan satelit komunikasi yang digunakan untuk komunikasi dalam operasi militer; pembuatan satelit pengamatan yang digunakan untuk memantau/mengamati kondisi keamanan wilayah Indonesia, dan pembuatan satelit navigasi yang digunakan untuk mengatur navigasi alat utama sistem senjata dalam operasi militer. Penelitian tentang pembuatan satelit ini akan mendorong kemampuan sumber daya manusia Indonesia dalam penguasaan teknologi satelit. Pembuatan konsep desain satelit pertahanan merupakan embrio dalam pembuatan pertahanan satelit dalam negeri. Apabila satelit pertahanan dalam negeri dapat terwujud, maka dapat meningkatkan kemandirian industri pertahanan.*

**Kata kunci:** konsep desain satelit

#### **Abstract**

*This is a study of the design concept of defense satellite manufactured to protect the sovereignty of Indonesia. In 2007 Lapan has created surveillance satellite as the result of cooperation with Germany and had launched into orbit using India's rocket. In 2014 Lapan has designed its own satellite in Bogor and will be launched in 2016 in India. The concept of defense satellite consists of the manufacture of communications satellite used for communication in military operations, the manufacture of surveillance satellite used for monitoring/observing the security throughout Indonesia territory, and the manufacture of navigational satellite used to set the navigation of the main instruments of defense system in military operations. This research will enhance the capabilities of Indonesian human resources in mastering satellite technology. The making of design concept of defense satellite is an embryo for domestic satellite manufacture. If our own defense satellite can be made, we can increase the independence of our defense industry.*

**Keywords:** satellite design concepts

#### **PENDAHULUAN**

Penelitian pembuatan konsep desain satelit pertahanan dilaksanakan karena bangsa Indonesia telah mampu membuat satelit pengamat bumi, hasil kerja sama dengan Jerman. Pada tahun 2016 Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (Lapan) Indonesia akan meluncurkan satelit pengamat bumi atau satelit nonmiliter buatan dalam negeri. Satelit tersebut akan diluncurkan dengan menggunakan roket India.

Dengan adanya kemampuan pembuatan satelit nonmiliter oleh Lapan, maka bangsa Indonesia mempunyai potensi kemampuan untuk membuat satelit keperluan militer, sehingga dapat menjadi lebih mandiri dalam menjaga kedaulatannya. Dengan menggunakan satelit pemantauan sendiri, pengamanan dan pengawasan wilayah Indonesia akan lebih cepat, murah, dan tidak mudah disadap oleh negara lain. Pengawasan dengan menggunakan satelit pemantauan akan mempermudah pendeteksian *illegal logging*

dan *illegal fishing*. Apabila mempunyai satelit komunikasi sendiri, komando pengendali akan lebih mudah, aman, dan tidak disadap oleh musuh dalam melakukan koordinasi dengan pesawat terbang, kapal perang, dan pasukan yang ada di medan pertempuran. Adanya kemampuan membuat satelit navigasi sendiri akan mempercepat perkembangan dalam pembuatan peralatan senjata yang bergerak tanpa awak, seperti pesawat terbang tanpa awak dan kapal permukaan air tanpa awak. Selain itu, dengan adanya kemampuan membuat satelit sendiri akan meningkatkan efek penangkalan terhadap negara tetangga.

Apabila kita melakukan penelitian untuk membuat satelit sendiri, maka kemampuan sumber daya manusia dalam bidang teknologi satelit akan berkembang. Selain itu, upaya ini juga akan dapat menciptakan industri pendukung satelit dalam negeri, sehingga dapat memberikan lapangan kerja bagi masyarakat. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penelitian ini mengangkat judul “Penelitian Konsep Desain Pembuatan Satelit Pertahanan Guna Menjaga Kedaulatan Wilayah Indonesia.”

## METODOLOGI PENELITIAN

### 1. Langkah-Langkah Penelitian

Data dari jenis-jenis satelit dianalisis secara teknis untuk mendapatkan konsep desain. Berdasarkan data primer maupun sekunder yang diperoleh, kami melakukan analisis untuk digunakan sebagai dasar atau pembanding dalam pembuatan konsep desain, pembuatan konsep awal, serta pembuatan salah satu replika (*mock-up*) satelit pertahanan.

### 2. Tempat dan Waktu

#### a. Waktu

Penelitian dilaksanakan selama 8 bulan kalender yang dimulai pada bulan Maret 2015 dan selesai pada bulan Oktober 2015.

#### b. Tempat penelitian dilaksanakan di:

- 1) Balitbang Kemhan;
- 2) Lapan.

### 3. Teknik Pengumpulan Data

Untuk keperluan analisis, maka peneliti

memerlukan sejumlah data pendukung yang berasal dari dalam dan luar Balitbang Kemhan. Data yang dihimpun terdiri atas dua macam data, yaitu:

#### a. Data Primer. Data primer dalam penelitian ini dikumpulkan dengan cara sebagai berikut:

- 1) Observasi/pengamatan, yaitu melihat langsung fakta-fakta yang ada di lokasi penelitian. Dengan mengadakan pengamatan ke Lapan, peneliti mengetahui keadaan pembuatan satelit yang sebenarnya, sehingga dapat digunakan untuk perbandingan dalam pembuatan konsep desain. Fakta-fakta yang ada di Lapan tersebut dicatat secara cermat dan sistematis oleh peneliti, dan akan digunakan sebagai data yang sangat berguna dalam analisis.

- 2) Wawancara, yaitu mengadakan tanya jawab secara langsung dengan personel yang berhubungan dengan penelitian tentang pembuatan satelit. Dengan adanya wawancara di lokasi penelitian, peneliti dapat menerima masukan tentang satelit, sehingga dapat membuat konsep desain satelit pertahanan.

#### b. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari buku referensi dan tulisan dari internet yang membahas tentang jenis-jenis satelit. Data sekunder ini digunakan sebagai bahan acuan dalam pembuatan konsep desain satelit pertahanan. Dengan data primer maupun sekunder, hasil penelitian akan dapat memberikan masukan dalam pembuatan konsep desain satelit pertahanan.

### 4. Teknik Analisis Data

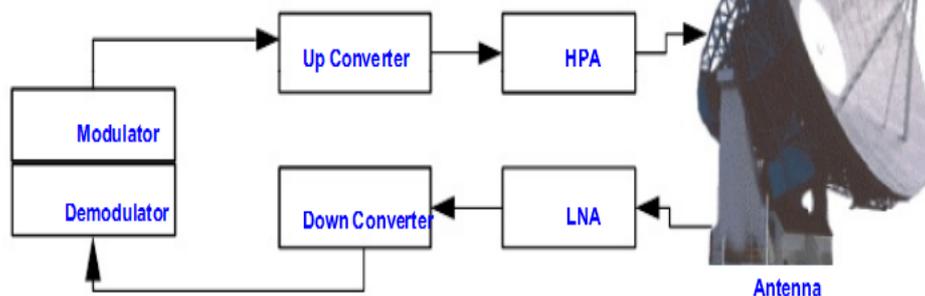
Data yang terkumpul kemudian diolah dengan langkah-langkah teknik analisis rancangan sistem sebagai berikut:

- a. Data dari jenis-jenis satelit dianalisis secara teknis untuk mendapat konsep desain. Data primer maupun sekunder dianalisis untuk digunakan sebagai dasar atau pembanding dalam pembuatan konsep desain satelit pertahanan.

- b. Pembuatan konsep awal dan salah satu *mock-up* satelit pertahanan.

## HASIL PENELITIAN

1. Stasiun bumi adalah terminal telekomunikasi yang berada di bumi, yang didesain untuk berkomunikasi dengan satelit atau menerima data dari satelit. Stasiun bumi biasanya dibangun di tempat yang jauh dari permukiman penduduk karena radiasinya memengaruhi penduduk. Stasiun bumi (*ground segment*) adalah bagian dari sistem transmisi satelit yang terletak di bumi dan berfungsi sebagai stasiun terminal, yaitu pengubah sinyal *base band* dan/atau sinyal frekuensi suara menjadi sinyal dengan frekuensi radio, dan sebaliknya. Pada awal operasi, stasiun bumi dibedakan berdasarkan fungsi, kapasitas, dan fasilitas. Keempat macam stasiun bumi itu adalah:
  - a. Stasiun Pengendali Utama, yaitu stasiun bumi yang berfungsi untuk mengendalikan satelit agar tetap sesuai dengan fungsinya.
  - b. Stasiun Bumi Besar, yaitu stasiun bumi untuk berkomunikasi dengan satelit yang kegiatannya sangat padat dan biasanya ditempatkan di kota-kota.
  - c. Stasiun Bumi Sedang, yaitu stasiun bumi untuk berkomunikasi dengan satelit yang kegiatannya kurang padat.
  - d. Stasiun Bumi Kecil Sedang, yaitu stasiun bumi untuk berkomunikasi dengan satelit yang kegiatannya rendah dan biasanya ditempatkan di daerah terpencil yang strategis.
2. Proses-proses yang selalu dilakukan stasiun bumi untuk menjaga agar satelit dalam kondisi baik, di antaranya:
  - a. Telemetry, yaitu kondisi satelit, baik posisi maupun kualitas respons satelit, yang merupakan data-data yang berisi informasi
  - b. *Tracking Command* atau penjejakan, yaitu pengarahan antena stasiun bumi agar selalu dapat mengikuti posisi suatu satelit.
  - c. *Ranging*, yaitu pengukuran jarak satelit terhadap permukaan bumi dengan acuan pengukuran jarak satelit terhadap stasiun bumi.
3. Perangkat stasiun bumi berdasarkan penempatannya dibedakan menjadi dua jenis, yaitu *indoor* dan *outdoor unit*.
  - a. *In-door Unit*, yaitu perangkat dasar penyusunan stasiun bumi yang umumnya bersifat sensitif, sehingga diletakkan pada sisi dalam ruangan. Perangkat *indoor* tersebut terdiri atas modem dan *multiplexer*, *baseband processor*, *alarm*, dan *control power supply*.
  - b. *Out-door Unit*, yaitu perangkat yang letak atau posisi penggunaannya berada pada luar ruangan. Perangkat *outdoor unit* terdiri atas *up/down converter*, *solis state power amplifier (SSPA)* atau *high power amplifier (HPA)*, *power supply unit (PSU)*, serta antena subsistem yang terdiri atas beberapa bagian, antara lain *reflektor*, *freedhorn*, *low noise amplifier (LNA)*, *grounding instrument*, *mounting instrument*, dan *assembly instrument*.
4. Berikut perangkat-perangkat stasiun bumi beserta fungsinya:
  - a. Antena parabola, merupakan perangkat yang berguna untuk menerima dan mengirim sinyal dari atau ke satelit agar pancaran gelombang tepat terarah pada satelit. Antena parabola berfungsi sebagai penguat daya untuk sinyal yang sangat lemah akibat jarak satelit dengan bumi sangat jauh, serta mengubah gelombang RF terbimbing menjadi gelombang RF bebas, dan sebaliknya



Gambar 1. Bagian-bagian stasiun bumi.

- b. HPA (*high power amplifier*), merupakan penguat akhir dari sinyal RF sebelum dipancarkan ke satelit melalui antena parabola. Input HPA adalah sinyal radio frekuensi dari *up converter* dengan daya rendah. Setelah dikuatkan oleh HPA, sinyal radio frekuensi (RF) tersebut mempunyai daya yang cukup untuk diberikan ke antena selanjutnya dan dipancarkan ke satelit.
- c. LNA (*low noise amplifier*), merupakan suatu penguat pada arah terima yang berfungsi untuk memperkuat sinyal yang diterima dari antena parabola. LNA harus ditempatkan sedekat mungkin dengan antena. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan G/T (*Gain to Noise Temperature Ratio*) yang lebih baik.
- d. *Up/down converter*, terdiri atas dua bagian, yaitu bagian *up converter* yang berfungsi mengubah sinyal *intermediate frequency* (IF) 70 Mhz menjadi sinyal RF 6 GHz, dan bagian *down converter* yang berfungsi mengubah sinyal RF 4 GHz menjadi sinyal IF 70 Mhz. Kedua bagian tersebut menggunakan *common transponder synthesizer* 5 GHz. Dengan demikian, *up/down converter* ini dapat dioperasikan pada transponder yang diinginkan.
- e. Perangkat IF atau frekuensi menengah, berfungsi untuk memodulasi sinyal suara atau data menjadi sinyal IF 70 Mhz dan sebaliknya. Perangkat ini biasanya disebut modem (*modulator demodulator*). Adapun jenis-jenis modem tersebut tergantung pada sistem yang digunakan. Di Indonesia, stasiun bumi yang terkenal adalah Stasiun Bumi Jatiluhur, yang merupakan pusat kendali satelit Palapa, dan Stasiun Bumi Pare-Pare.

## 5. Peluncuran Satelit

Dalam penerbangan angkasa (*space flights*), kendaraan peluncur atau roket pembawa adalah roket yang digunakan untuk membawa muatan dari permukaan bumi ke luar angkasa. Sebuah sistem peluncuran meliputi kendaraan peluncur, panggung (*stage*) peluncuran, dan infrastruktur lainnya. Biasanya muatan berupa satelit buatan yang akan ditempatkan ke orbit. Beberapa penerbangan angkasa sub-orbital, sementara yang lain memungkinkan

pesawat ruang angkasa keluar dari orbit bumi seluruhnya. Sebuah kendaraan peluncuran yang membawa muatan pada lintasan sub-orbital sering disebut *sounding* roket.

## Data

### 1. Konsep Satelit Komunikasi Pertahanan

Satelit komunikasi pertahanan digunakan untuk komunikasi antara komando utama dengan pasukan yang ada di medan pertempuran, pesawat terbang, kapal perang, kendaraan tempur, *manpack*, *handheld*, *portable*. Letak satelit di 123<sup>0</sup> BT pada lintasan geostasioner 36.000 km. Jumlah yang dibutuhkan sebanyak satu buah satelit, sementara spektrum yang dapat digunakan adalah FSS (*fixed satellite services*), BSS (*broadcasting satellite services*), MSS (*mobile satellite services*), C, Ku, Ka-band. Umur satelit dapat mencapai 15 tahun.

### 2. Konsep Satelit Pengamatan Pertahanan (*Surveillance*)

Satelit pengamatan digunakan untuk mengamati wilayah Indonesia, baik wilayah laut maupun daratan. Letak satelit pada lintasan *circular near equatorial* pada jarak 650 km. Jumlah yang dibutuhkan sebanyak dua buah satelit, spektrum L-band, X-band, S-band. Umur satelit dapat mencapai 3-5 tahun.

### 3. Konsep Satelit Navigasi Pertahanan

Satelit navigasi pertahanan merupakan penggabungan tiga buah satelit komunikasi yang dapat digunakan untuk mengetahui posisi setiap titik yang ada di wilayah bumi. Letak satelit pada lintasan geostasioner 36.000 km.

## Analisis Data

### 1. Konsep Satelit Komunikasi Pertahanan

a. Satelit komunikasi pertahanan, digunakan untuk komunikasi antara komando utama dengan pasukan yang ada di medan pertempuran, pesawat terbang, kapal perang, kendaraan tempur, *manpack*, *handheld*, *portable*. Dengan memiliki satelit pertahanan, diharapkan alat komunikasi kita dapat lancar dan tidak mudah disadap oleh musuh. Satelit komunikasi pertahanan ditempatkan pada orbit 123<sup>0</sup> BT, dan

diharapkan dapat memantau wilayah Indonesia yang terletak antara  $95^{\circ}$  BT sampai dengan  $141^{\circ}$  BT, dan  $6^{\circ}$  LU sampai dengan  $11^{\circ}$  LS.

Dalam membuat konsep desain satelit ini, satelit harus terletak dalam lintasan geostasioner agar dapat memancar setiap saat dan tetap mencakupi seluruh wilayah Indonesia.

- b. Satelit komunikasi pertahanan, berdasarkan paparan dalam forum komunikasi Litbanghan ke-26 yang diselenggarakan Balitbang Kemhan, menggunakan spektrum FSS, BSS, C, Ku, Ka-band, dengan penempatan satelit pada sudut inklinasi 0 derajat.
- c. Spektrum C-band mempunyai frekuensi 4–8 GHz dengan panjang gelombang 3,75–7,5 cm. Keuntungannya, dalam kondisi cuaca buruk, komunikasi satelit C-band lebih baik dibandingkan dengan Ku-band yang mempunyai frekuensi 11,2–14,5 GHz. Kondisi cuaca buruk yang dimaksud misalnya saat hujan, badai, badai hujan es, dan badai salju. Transmisi C-band memiliki kelemahan dalam menghindari sistem gangguan gelombang terestrial, dibandingkan dengan Ku-band yang memiliki kemampuan untuk meningkatkan *downlinks* dan bersifat *flexible*. Dengan demikian, sistem Ku-band dapat mempermudah operasi terestrial untuk menemukan daerah yang tepat untuk transmisi. Selain itu, kelemahan lain dari C-band adalah dalam segi biaya. Biaya untuk sistem C-band lebih mahal daripada Ku-band.
- d. Spektrum Ku-band mempunyai frekuensi 12–18 GHz dengan panjang gelombang 16,7–25 mm. Ku-band (*Kurtz-under band*) merupakan kelas pertama dari K-band. Ku-band adalah bagian dari spektrum elektromagnetik dengan jarak frekuensi dalam gelombang mikro mencapai 11,7–12,7 GHz (*downlink frequencies*) dan 14–14,5 GHz (*uplink frequencies*). Ku-band terutama digunakan pada satelit komunikasi, khususnya untuk penerbitan dan penyiaran satelit televisi. Ku-band juga digunakan untuk sinyal telepon

dan layanan komunikasi bisnis. Ku-band dibagi ke dalam beberapa segmen yang bervariasi berdasarkan pembagian geografis yang ditetapkan oleh *International Telecommunication Union* (ITU). Jaringan televisi komersial pertama yang secara luas menggunakan Ku-band sebagai media untuk cabang saluran *uplink*-nya adalah NBC, yaitu pada tahun 1983. Kelebihan Ku-band, di antaranya memiliki energi yang lebih besar untuk mencegah campur aduk dengan sistem ge-lombang mikro bumi dibandingkan sistem C-band, dan besarnya energi untuk melakukan pengiriman sinyal balik ke bumi juga dapat lebih ditingkatkan. Dengan sistem ini, energi pengiriman sinyal berhubungan dengan ukuran piringan penangkap sinyal; semakin besar energinya, maka ukuran piringan yang dibutuhkan untuk menangkap sinyal tersebut akan semakin kecil. Sistem Ku-band menawarkan fleksibilitas yang lebih besar. Selain itu, Ku-band juga lebih tahan terhadap hujan dibandingkan dengan Ka-band. Sistem Ku-band juga lebih terjangkau dari segi biaya karena hanya memakai satu piring saja dan dapat menggunakan antena yang kecil.

Kelemahan Ku-band, di antaranya tidak tahan terhadap gangguan cuaca, terutama ketika hujan lebat. Badai hujan yang besar dapat mengganggu jalannya proses penerimaan dan pengiriman sinyal bagi satelit yang memakai sistem Ku-band. Untuk penerimaan sinyal televisi, sinyal dapat terganggu jika curah hujan lebih dari 100 mm per jam. Selain itu, ketika musim salju, proses penerimaan dan pengiriman sinyal dengan sistem Ku-band juga mudah terganggu oleh adanya fenomena yang disebut *snow fade*, yaitu perubahan signifikan pada titik fokal piringan akibat akumulasi jumlah salju. Jika dibandingkan dengan sistem C-band, sistem Ku-band membutuhkan lebih banyak energi untuk melakukan pengiriman sinyal.

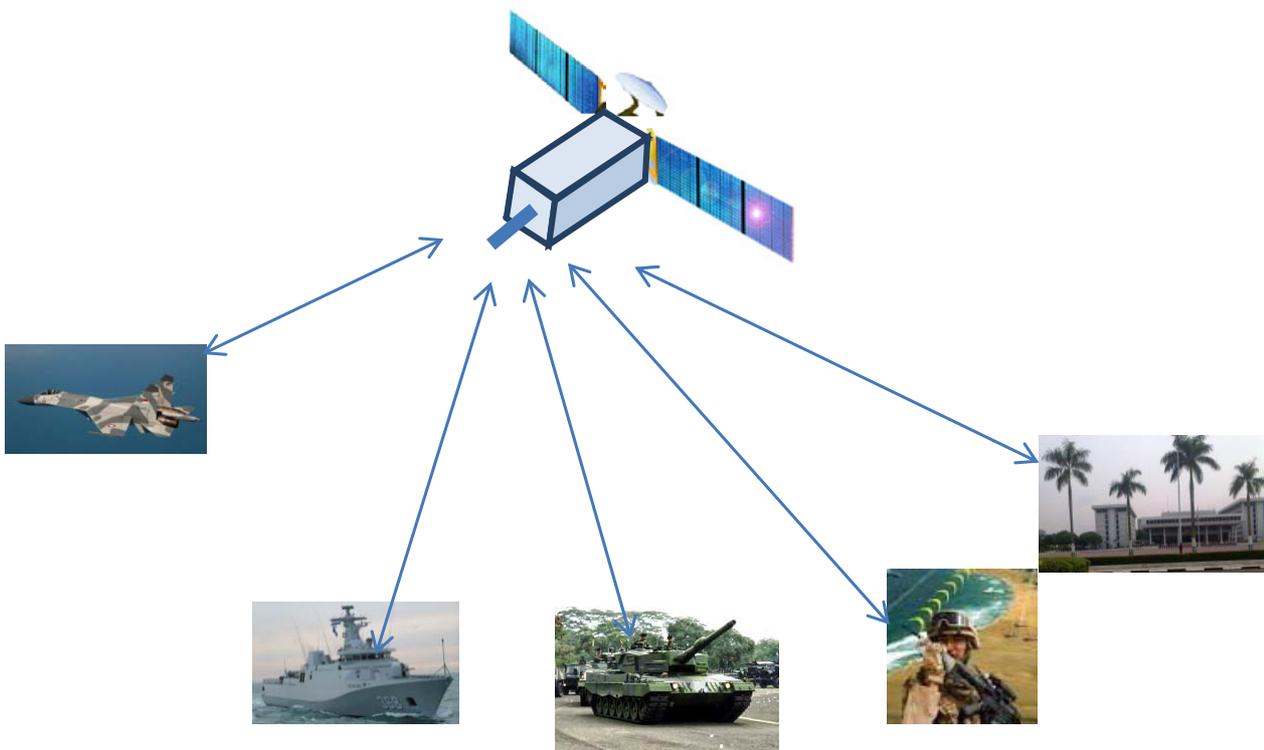
- e. Spektrum Ka-band mempunyai frekuensi 26,5–40 GHz dengan panjang gelombang 5–113 mm. Keuntungan Ka-band adalah

tersedianya lebar pita frekuensi yang cukup besar, berkisar 27,5–31 GHz, serta tidak memerlukan antena berukuran besar. Diameter antena berkisar 60–70 cm membuat biaya yang dikeluarkan pengguna lebih rendah. Sistem ini juga mampu menurunkan secara drastis *latency*/ keterlambatan data yang biasa terjadi ketika data dikirimkan ke satelit dan ditransmisikan kembali ke bumi.

Kekurangan satelit Ka-band di antaranya memerlukan lebih banyak tenaga untuk mentransmisikan sinyal jika dibandingkan

dengan satelit yang menggunakan C-band. Ka-band rentan terhadap perubahan kondisi atmosfer, khususnya hujan, di mana daya emisi yang diterima akan teredam dan suhu sistem noise meningkat di sisi penerima. Hal ini menyebabkan kualitas hubungan, rasio sinyal terhadap *noise*, akan menurun akibat nilai temperatur, suhu sistem pada sisi penerima meningkat, dan penguatan pada antena penerima menurun.

- f. Umur satelit dapat diperkirakan mencapai 15 tahun.



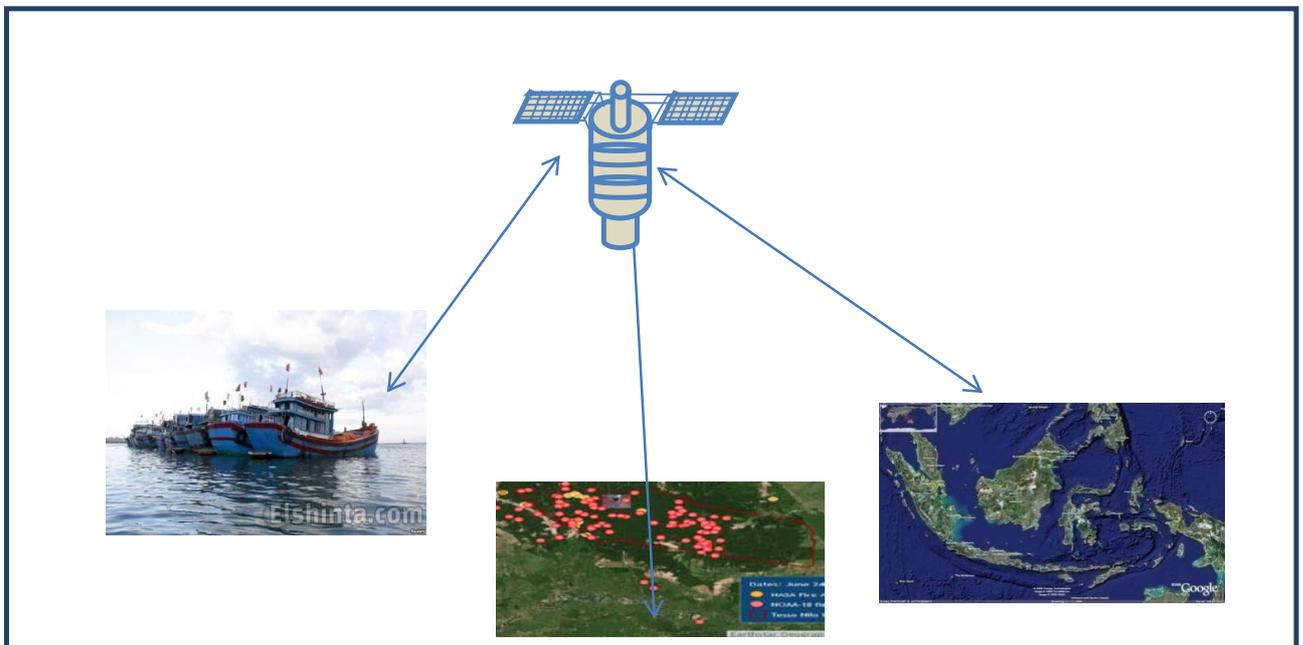
Gambar 2. Satelit Komunikasi Pertahanan

## 2. Konsep Satelit Pengamatan Pertahanan (*Surveillance*)

- a. Satelit *surveillance* dalam pertahanan digunakan untuk memantau wilayah Indonesia, baik yang ada di darat maupun di laut. Satelit pengamatan menggunakan lensa untuk pemantauan wilayah. Oleh karena itu, lensa tersebut harus dapat melihat jelas kondisi wilayah di Indonesia. Kejelasan gambar yang diambil satelit dipengaruhi oleh jarak satelit, serta panjang dan diameter lensa kamera. Jika satelit diletakkan di geostasioner, maka lensa kameranya harus panjang dan berdiameter

besar. Hal ini disebabkan jarak lintasan geostasioner dengan bumi sangat jauh. Letak satelit pada lintasan *circular near equatorial* pada jarak 650 km. Orbit satelit ini merupakan orbit LEO (*low earth orbit*) karena satelit ini mengorbit pada ketinggian 300–1.500 km dari permukaan bumi. Jumlah yang dibutuhkan sebanyak dua buah satelit, karena satelit tersebut melewati tempat yang sama dalam waktu 14 kali dalam 24 jam. Dengan demikian, apabila menggunakan lebih dari satu satelit, maka pemantauan wilayah Indonesia dapat dilakukan dua kali dalam sehari.

- b. Satelit *surveillance* pertahanan, berdasarkan paparan dalam forum komunikasi Litbanghan ke-26 yang diselenggarakan Balitbang Kemhan, menggunakan spektrum UHF, VHF, L, S, X-band pada sudut inklinasi 6–8 derajat. Umur satelit diperkirakan mencapai 3–5 tahun.
- c. Spektrum L-band mempunyai frekuensi 1–2 GHz dengan panjang gelombang 15–30 cm. L-band berada pada frekuensi antara 1–2 GHz yang biasa digunakan untuk satelit komunikasi dan komunikasi antarperalatan satelit lainnya. Dengan frekuensi yang relatif rendah, L-band lebih mudah untuk diproses dan membutuhkan peralatan yang kurang canggih, sehingga peralatan menjadi lebih murah untuk peralatan RF.
- d. Spektrum S-band mempunyai frekuensi 2–4 GHz dengan panjang gelombang 7,5–15 cm. Kelebihan S-band di antaranya tahan terhadap perubahan cuaca seperti hujan deras dan awan tebal. Adapun kelemahannya, karena rentang frekuensi S-band 1,55–5,2 GHz dan membelah frekuensi sinyal wifi yang di Indonesia berjalan pada 2,4 dan 5,2 GHz, maka rentan terhadap noise dari sinyal wifi.
- e. Spektrum X-band mempunyai frekuensi 8–12 GHz dengan panjang gelombang 25–37,5 mm.



Gambar 3. Satelit pengamatan pertahanan

### 3. Satelit Navigasi Pertahanan

- a. Dalam membuat konsep desain satelit navigasi pertahanan, satelit harus terletak dalam lintasan geostasioner agar dapat memancar setiap saat dan tetap mencakup wilayah Indonesia. Satelit navigasi akan mengirimkan data berupa sinyal radio dalam bentuk data digital.



Gambar 4. Satelit navigasi pertahanan

GPS (*global positioning system*) merupakan sebuah alat atau sistem berbasis satelit yang dapat digunakan untuk menginformasikan penggunaannya di mana dia berada (secara global) di permukaan bumi. GPS akan membantu kita dalam penunjukan arah. Pada awalnya GPS hanya digunakan untuk kepentingan militer, kemudian digunakan untuk kepentingan sipil. Posisi unit GPS akan ditentukan berdasarkan titik-titik koordinat derajat lintang dan bujur. Untuk dapat menentukan posisi di permukaan bumi, minimal harus ada 3–4 satelit. GPS akan semakin presisi apabila satelit yang diterima semakin banyak.

- b. Cara kerja GPS dalam menentukan lintang dan bujur meliputi beberapa langkah yaitu:
- 1) Memakai perhitungan triangulasi (*triangulation*) dari satelit.
  - 2) Untuk perhitungan triangulasi, GPS mengukur jarak menggunakan *travel time* sinyal radio.
  - 3) Untuk mengukur *travel time*, GPS memerlukan akurasi waktu yang tinggi.
  - 4) Untuk perhitungan jarak, kita harus tahu dengan pasti posisi satelit dan ketinggian pada orbitnya.
  - 5) Terakhir, harus mengoreksi *delay* sinyal waktu perjalanan di atmosfer sampai diterima *receiver*..
- c. Bagaimana satelit GPS mengirim sinyal? Satelit GPS berputar mengelilingi bumi selama 12 jam di dalam orbit yang akurat dan mengirimkan sinyal informasi ke bumi. GPS menerima informasi dengan menggunakan perhitungan triangulasi, kemudian menghitung lokasi pengguna GPS. GPS menerima dan membandingkan waktu si-nyal dikirim dengan waktu sinyal tersebut diterima. Dari informasi itu dapat diketahui berapa jarak satelit. Dengan perhitungan jarak, GPS dapat melakukan perhitungan dan menentukan posisi pengguna dan menampilkannya dalam peta elektronik. Lewat perhitungan matematika yang cukup rumit, interseksi (perpotongan) setiap lingkaran jangkauan satelit tadi akan dapat digunakan untuk menentukan lokasi GPS di permukaan bumi. Dengan menggunakan

GPS, Anda dapat menandai semua lokasi yang pernah anda kunjungi. GPS keluaran terakhir dapat menunjukkan arah tujuan kita dalam perjalanan. GPS tersebut dapat menentukan jalan-jalan yang akan kita lalui, dan apabila kita mengambil arah lain, maka GPS tetap akan mengubah jalan yang akan kita lewati menuju tujuan yang kita inginkan.

- d. Berdasarkan pemakaiannya, GPS dikategorikan menjadi:
- 1) GPS lokasi, digunakan untuk menentukan di mana lokasi suatu titik di permukaan bumi berada.
  - 2) GPS navigasi, membantu mencari lokasi suatu titik di bumi.
  - 3) GPS penjejakan (*tracking*), membantu memonitoring pergerakan objek, membantu memetakan posisi tertentu dan perhitungan jaringan terdekat.
  - 4) GPS *timing*, dapat dijadikan dasar penentuan jam seluruh dunia, karena memakai jam atom yang jauh lebih *presisi* dibandingkan jam biasa.

Tidak peduli posisi Anda di tengah laut, di tengah hutan, di atas gunung, ataupun di pusat kota, selama GPS dapat menerima sinyal dari satelit secara langsung tanpa halangan, maka GPS akan selalu memberikan informasi mengenai koordinat posisi Anda. GPS membutuhkan area pandang yang bebas langsung ke langit. Halangan-halangan seperti pohon, gedung, bahkan kaca film sekelas V-Kool, bisa mengurangi akurasi sinyal yang diterima oleh GPS. Selain itu, bukan tidak mungkin GPS tidak bisa menerima sinyal sama sekali dari satelit jika terdapat penghalang. GPS juga memiliki fitur tambahan yang mampu memberikan informasi selama Anda di perjalanan, seperti kecepatan, lama perjalanan, jarak yang telah ditempuh, waktu, dan masih banyak informasi lainnya.

## KESIMPULAN

1. Dalam membuat konsep desain satelit komunikasi pertahanan, satelit harus terletak dalam lintasan geostasioner agar dapat

memancar setiap saat dan tetap mencakup seluruh wilayah Indonesia. Pita frekuensi satelit yang akan digunakan adalah C, Ku, Ka-band, pada sudut inklinasi 0 derajat. Umur satelit diperkirakan dapat mencapai 15 tahun.

2. Konsep satelit pemantauan pertahanan dapat menggunakan pita satelit L-band, X-band, S-band, pada sudut inklinasi 6–8 derajat.

Umur satelit diperkirakan dapat mencapai 3–5 tahun.

3. Konsep desain satelit navigasi pertahanan dapat dibuat sama dengan satelit komunikasi pertahanan, tetapi satelit navigasi kita harus mempunyai minimal tiga satelit komunikasi pertahanan.

Tabel 1. Satelit Pertahanan yang Diinginkan

NO.	SPECIFICATIONS	LAPAN-A1/TUBSAT	LAPAN-A2/ORARI	LAPAN-A3/LISAT	LAPAN-A4/TUBSAT	SATELIT PERTAHANAN YANG DIINGINKAN
1	MISSION	TOT, demonstration of tech	Surveillance, AIS, Amateur commfor disaster mitigation	Viiiible Imager exsperiment , AIS , Magneto meter experiment	Visible Exp Verivicatio n, AIS , infrared imager experiment	1. Satelit komunikasi 2. Satelit pengamatan 3. Satelit Navigasi
2	SYSTEM	Co-op (w/TUB)+OJT	Led By lapan consult with IRE Berlin	Led By lapan consult with IRE Berlin	Led By lapan consult with IRE Berlin	Balitbang Kemhan , Mabas TNI , Mabas Angkatan, Lapan, Len , inti dan Mitra Luar negeri
3	BUS	Co-op (w/TUB)+OJT	Procure + Integrated By lapan consult with IRE Berlin	Procure + Integrated By lapan consult with IRE Berlin	Procure + Integrated By lapan consult with IRE Berlin	Balitbang Kemhan dan Mitra yang ditunjuk
4	PAY LOAD	Co-op (w/TUB)+OJT	Procure + Integrated By lapan	Procure + Integrated By lapan	Procure + Integrated By lapan	Balitbang Kemhan dan Mitra yang ditunjuk
5	AIT	TU Berlin (Jerman)	Rancabunger	Rancabung er	Rancabung ger	Belum diketahui
6	GRAOUND STATION	Design, operate and upgrade by Lapan	Uncercing, Satcoord design & operate 3 GS	Uncercing, Satcoord design & operate 3 GS	Uncercing, Satcoord design & operate 4 GS	Balitbang Kemhan, Lapan dan Mltra
7	SUB-SYSTEM TEST		Attitude control system test platform & flight proofing of the reaction Wheel LPN-001.	High rate dowling data in X-band (105 MBps )& Flight proofing start of sensor LPN -001	TT&C and dowling data in international standart freq, allocation (S and X-Band)	Satelit komunikasi pada C, Ku, Ka band, dan satelit pengamatan kemungkinan pada L band, X band , S band dan satelit navigasi sama dengan satelit komunikasi tetapi jumlah minimal 3 satelit.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Rahman, A., Triharjanto, R. H. (2010). Pengembangan teknologi satelit di Indonesia. Bandung.
2. Hardhienata, S., Triharjanto, R.H. (2007). Lapan-Tubsat first Indonesian micro satelite. Jakarta.
3. Soesilo, I. (1994). Teknologi penginderaan jauh di Indonesia. Jakarta: CV Aksarana Buana.
4. Siahaan, T. (2015). Bahan paparan Forum Komunikasi Litbanghan ke-26. Seminar. Jakarta.
5. Suhermanto, M. T. (2015). Bahan paparan Forum Komunikasi Litbanghan ke-26. Seminar. Jakarta.
6. [www.forumsatelit.com](http://www.forumsatelit.com) sigitkus.lecture.ub.ac.id/files/.../ORBIT-SATELIT.pdf
7. Hasan, M. I. Pokok-pokok materi metodologi penelitian dan aplikasinya. Edisi kedua. Jakarta: Ghalia Indonesia.
8. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2013 tentang Keantariksaan.

**POTENSI SUMBER DAYA ALAM  
SEBAGAI SUMBER ENERGI BARU DAN TERBARUKAN  
UNTUK MENDUKUNG PERTAHANAN NEGARA**

***THE POTENCY OF NATURAL RESOURCES  
AS NEW AND RENEWABLE ENERGY SOURCES  
TO SUPPORT STATE DEFENSE***

Ari Fianti  
Puslitbang Sumdahan Balitbang Kemhan  
Jl. Jati No. 1, Pondok Labu, Jakarta  
arifianti1309@gmail.com

**ABSTRAK**

*Sistem penyediaan energi nasional masih berorientasi pada penggunaan energi fosil yang termasuk energi tidak terbarukan (non-renewable energy), padahal volume cadangan energi fosil semakin menipis dan secara paralel kebutuhan akan energi semakin meningkat, berbanding lurus dengan pertumbuhan jumlah penduduk. Proses pembentukan energi fosil memerlukan waktu yang sangat lama, bisa mencapai ribuan bahkan jutaan tahun, sehingga ketergantungan terhadap energi fosil sudah saatnya dikurangi. Hal ini perlu dilakukan secara beriringan dengan diversifikasi energi dengan menciptakan berbagai energi alternatif yang mudah didapat dan dibuat dari berbagai bahan alami (renewable energy/ energi terbarukan). Pengembangan energi baru dan terbarukan (EBT) diarahkan sebagai pelengkap energi fosil melalui bauran energi yang dicanangkan pemerintah mencapai 17% pada tahun 2025. Kebijakan energi ini harus berlandaskan pada ketahanan energi yang pada pengelolaannya bertujuan untuk mewujudkan kedaulatan energi, di mana negara dituntut mampu dalam menentukan dan mengendalikan sumber energi, harga energi, dan distribusi energi. Daerah-daerah dengan aksesibilitas yang sulit (belum terjangkau aliran listrik) sangat potensial untuk pengembangan EBT dengan memanfaatkan SDA sebagai sumber energi dalam memenuhi kebutuhan masyarakat. Pengembangan EBT tersebut merupakan wujud nyata implementasi diversifikasi energi sebagai suatu kebijakan energi menuju sistem energi baru dan terbarukan dalam memenuhi kebutuhan energi masyarakat dan kepentingan pertahanan negara.*

**Kata Kunci:** potensi sumber daya alam, energi baru dan terbarukan, pertahanan negara

**ABSTRACT**

*National energy supply system is still oriented towards the use of fossil energy (non-renewable energy), while the volume of fossil energy reserves is dwindling and the need for energy is increasing as the population grow. The process of fossil energy formation takes a very long duration which can reach thousands or even millions of years, so that the dependence on fossil energy need to be reduced. It has to be done simultaneously with energy diversification by creating a variety of alternative energy that is easily obtained and made of various natural materials (renewable energy). The development of new and renewable energy (EBT) is directed to complement fossil energy by creating energy mix that is targeted by the government to reach 17% by 2025. This energy policy should be based on energy security whose management aims to realize energy sovereignty in which the state is required to be able in determining and controlling the sources of energy, energy prices, and energy distribution. Regions with difficulty in accessing electricity are potential for development of renewable energy by utilizing natural resources. EBT development is a tangible implementation of energy diversification as energy policy towards new and renewable energy systems in meeting the energy needs of society and the interests of national defense.*

**Keywords:** natural resources, new and renewable energy, national defence

**PENDAHULUAN**

Sistem penyediaan energi nasional masih berorientasi pada penggunaan energi fosil yang merupakan energi tak terbarukan (*non-renewable energy*). Di saat yang bersamaan, volume cadangan energi fosil semakin menipis, sementara kebutuhan akan energi semakin meningkat. Proses pembentukan energi fosil memerlukan waktu yang sangat lama, bisa mencapai ribuan bahkan jutaan tahun, sehingga ketergantungan terhadap energi fosil sudah saatnya dikurangi. Upaya ini harus sejalan dengan upaya diversifikasi energi dengan menciptakan berbagai energi alternatif yang mudah didapat dan dibuat dari berbagai bahan alami, seperti bahan bakar nabati atau *bio fuel*, biosolar, etanol, biogas, berbagai energi yang dihasilkan dari bantuan metabolisme mikrobiologi, serta briket karbon dari arang (tempurung kelapa, limbah kayu, sekam padi, dan sampah padat). Demikian pula berbagai sumber energi yang berasal dari sumber daya alam (SDA), seperti sinar matahari, air, angin, panas bumi, arus, dan gelombang laut.

Pokok permasalahan dalam pengembangan energi baru dan terbarukan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana implementasi diversifikasi energi dapat menjadi suatu kebijakan energi menuju sistem energi terbarukan dengan memanfaatkan SDA untuk mendukung kebutuhan energi masyarakat dan kepentingan pertahanan negara?

2. Bagaimana kemampuan pengelolaan potensi sumber daya alam dan penguasaan teknologi sumber energi terbarukan?

Hipotesis dari penelitian ini, dengan pengembangan energi baru dan terbarukan permasalahan energi dapat teratasi secara bertahap.

**TINJAUAN PUSTAKA**

Indonesia saat ini masih sangat tergantung pada energi fosil. Hampir 95% dari kebutuhan energi Indonesia masih disuplai oleh energi fosil. Sekitar 50% dari energi fosil tersebut adalah minyak bumi dan sisanya gas dan batubara.

Polemik energi di Indonesia tak pernah selesai. Sampai saat ini belum ada kesepakatan dari semua pemangku kepentingan mengenai pembangunan energi masa depan, sementara cadangan energi fosil sangat terbatas dan laju pertumbuhan konsumsi energi cukup tinggi, berkisar 7% per tahun. Di saat yang bersamaan, stok energi berbasis fosil terus menipis, bahkan diprediksi dalam waktu dekat akan habis total.

Pengembangan energi baru dan terbarukan (EBT) dapat dilakukan dengan diversifikasi energi yang bersumber dari sumber daya alam terbarukan, seperti angin, matahari, tenaga air, biomassa, *bio fuel*, arus, dan gelombang laut. Sumber-sumber energi ini diharapkan dapat menjadi sumber energi pelengkap bahan bakar fosil. Keuntungannya, sumber energi ini tidak pernah habis, ramah lingkungan, dan berkelanjutan.

Tabel 1. Sumber Energi Terbarukan di Dunia (dalam exajoule/Tahun)

Sumber Energi	Pemanfaatan Saat Ini	Potensi Teknis	Potensi Teoritis
Energi Air	10,0	50	150
Energi Bayu	0,2	600	6.000
Energi Biomassa	50,0	>250	2.900
Energi Matahari	0,2	>1.600	3.900.000
Energi Laut	-	-	7.400
Energi Panas Bumi	2,0	5.000	140.000.000
<b>Total</b>	<b>62,4</b>	<b>&gt;7.500</b>	<b>&gt;143.000.000</b>

(Sumber; Johanson dkk., 2004)

## Energi Matahari

Yang dimaksud dengan energi matahari/surya adalah energi yang bersumber dari matahari dan dikumpulkan secara langsung dengan menggunakan panel surya (*photovoltaic arrays*) yang mengubah energi cahaya menjadi listrik menggunakan *efek fotoelectric*, dan secara tidak langsung dengan pemusatan energi surya menggunakan sistem lensa atau cermin yang dikombinasikan dengan sistem pelacak untuk memfokuskan energi matahari ke satu titik untuk menggerakkan mesin kalor.



Gambar 1. Panel surya/*solar cell* yang diletakkan pada lahan pertanian



Gambar 2. Pembangkit Listrik Tenaga Surya PS 10, memfokuskan energi matahari ke menara matahari dengan menggunakan rangkaian cermin yang tersebar di sekitarnya

## Energi Angin

Energi angin tergantung pada kecepatan angin. Ketika kecepatan angin meningkat, maka energi keluarannya juga meningkat hingga ke batas maksimal. Untuk pembangunan “ladang angin”, wilayah dengan angin yang kuat dan konstan seperti lepas pantai dan dataran tinggi biasanya diutamakan.

Tabel 2. Kriteria Penggolongan Turbin Angin.

Dasar Kriteria	Penggolongan		
Kapasitas terpasang	Kecil (Max 10kW)	Menengah 10kW-25kW	Besar 250kW-2MW
	Mikro (Max 100 W)	Mini 100W-10kW	
Posisi sumbu	Horizontal Axes Wind Converter	Vertical Axes Wind Converter	
Soliditas	Soliditas tinggi	Soliditas Rendah	
Pengoperasian	Stand alone	<i>On-Grid</i>	

### Tenaga Air (*Hydro Power*)

Air yang mengalir dapat digunakan untuk memutar turbin yang mendorong proses mekanis untuk memutar generator sebagai penghasil listrik.

Energi air dimanfaatkan dalam bentuk:

1. bendungan pembangkit listrik;
2. mikrohidro yang dibangun untuk membangkitkan listrik hingga skala 100 kilowatt, dan umumnya dipakai di daerah terpencil yang memiliki banyak sumber air;
3. *run-of-the-river* yang dibangun dengan memanfaatkan energi kinetik dari aliran air tanpa membutuhkan *reservoir* air yang besar.

Tabel 3. Penggolongan Jenis-Jenis PLTA.

Dasar Kriteria	Penggolongan				
Tinggi Jatuhan	Head tinggi 50m/100m/ Antara 100-2000m	Head menengah Antara 15-50m/ Antara 10-100m/ Antara 20-100m.			Head rendah <15m atau <10m atau <20m.
Kapasitas Terpasang	Besar >100MW	Menengah Antara 100 Dan 1MW	Kecil <1Mw Atau 10Mw	Mini Antara 1MW Dan 100kW	Mikro <100kW
Topografi	PLTA di hulu, PLTA Waduk	PLTA di tengah. PLTA aliran sungai Dan PLTA waduk		PLTA di hilir PLTA aliran sungai	
Pemanfaatan	PLTA hanya untuk Pembangkit listrik	PLTA dengan Beragam pemanfaatan		PLTA untuk pemanfaatan lain/ dengan tujuan lain. Pembangkit listrik Adalah tujuan Sekunder	
Pengoperasian	1. Stand Alone		2. On-Grid		
	PLTA aliran sungai ( <i>Run-of-the-river</i> )	PLTA Waduk (dam)		PLTA Waduk Berpompa ( <i>Pumped storage</i> )	

Sumber: Giesecke dan Mosonyi (2003), Boyle (2004), Kaltscmitt dkk (2003), OECD/IEA (2003), Rebhan (2002) dalam Rahmawan Budiarto (2011).

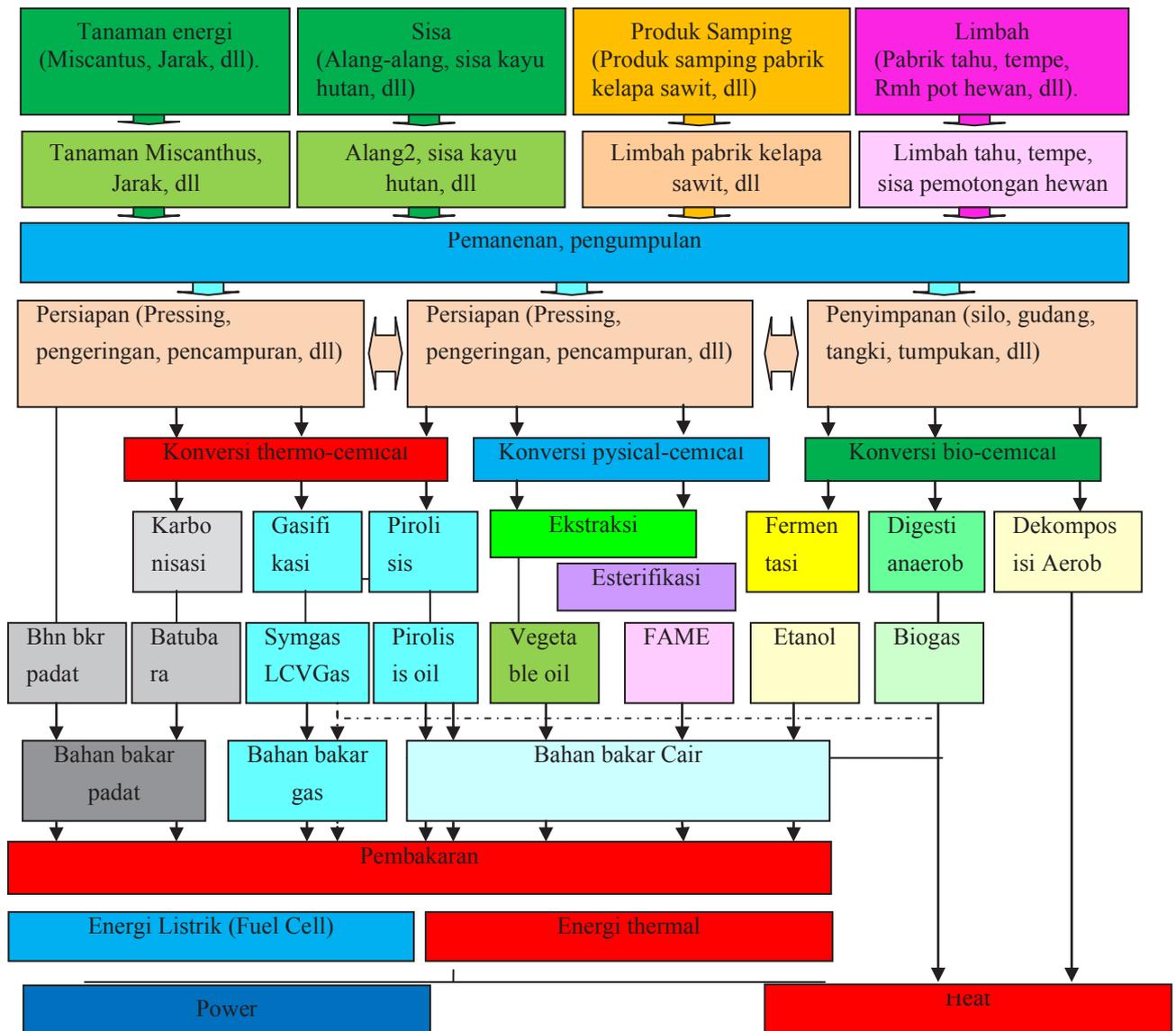
### Energi Biomassa

Biomassa dapat digunakan langsung sebagai bahan bakar atau untuk memproduksi bahan bakar jenis lain, seperti biodiesel, bioetanol, atau biogas. Biomassa berbentuk biodiesel, bioetanol, dan biogas dapat dibakar dalam mesin pembakaran atau pendidih secara langsung dengan kondisi tertentu.

Ada tiga bentuk penggunaan biomassa, yaitu dalam bentuk padat, cair, dan gas. Secara umum ada dua metode dalam memproduksi biomassa, yaitu dengan menumbuhkan organisme penghasil biomassa dan menggunakan bahan sisa hasil industri pengolahan makhluk hidup.

#### 1. Bahan bakar bio cair

Bahan bakar bio cair biasanya berbentuk bioalkohol seperti metanol, etanol, dan biodiesel. Biodiesel dapat digunakan pada kendaraan diesel modern dengan sedikit atau tanpa modifikasi dan dapat diperoleh dari limbah sayur, minyak hewani, serta lemak. Pengembangan bioetanol tergantung potensi setiap daerah, misalnya jagung, gula bit, tebu, dan beberapa jenis rumput yang dibudidayakan untuk menghasilkan bioetanol. Adapun biodiesel dihasilkan dari tanaman atau hasil tanaman yang mengandung minyak (kelapa sawit, kopra, biji jarak, alga) dan telah melalui ber-bagai proses.



Sumber: R achmawan Budiarto (2011) diolah dari Kalstschmitt dkk., (2007).

Gambar 3. Pemanfaatan Biomassa.

## 2. Biomassa padat

Penggunaan langsung biomassa padat biasanya dalam bentuk padatan yang mudah terbakar, baik kayu bakar atau tanaman yang mudah terbakar. Pembuatan briket biomassa juga menggunakan biomassa padat. Bahan bakunya berupa potongan atau serpihan biomassa padat mentah atau yang telah melalui proses tertentu, seperti pirolisis, untuk meningkatkan persentase karbon dan mengurangi kadar airnya.

## 3. Biogas

Biogas sangat mudah dihasilkan dari berbagai limbah industri, seperti produksi kertas, produksi gula, kotoran hewan peternakan, dan sebagainya. Berbagai limbah tersebut harus

diencerkan dengan air dan dibiarkan secara alami berfermentasi sehingga menghasilkan gas metana. Residu dari aktivitas fermentasi ini adalah pupuk organik yang kaya nitrogen, karbon, dan mineral.

## Hidrogen

Hidrogen memiliki potensi yang luar biasa sebagai sumber bahan bakar dan energi, tetapi teknologi yang dibutuhkan untuk mewujudkan potensi ini masih dalam tahap awal. Hidrogen adalah elemen paling umum di bumi, tapi hidrogen di alam selalu ditemukan dalam kombinasi dengan unsur lain, misalnya pada air, dua per tiganya adalah hidrogen yang bersenyawa dengan oksigen. Setelah dipisahkan dari unsur-unsur lain, hidrogen

dapat digunakan untuk menggerakkan kendaraan, menggantikan gas alam untuk pemanasan dan memasak, dan menghasilkan listrik.

### Energi Panas Bumi

Energi panas bumi berasal dari peluruhan radioaktif di pusat bumi yang membuat bumi panas dari dalam, serta dari panas matahari yang membuat panas permukaan bumi. Ada tiga cara pemanfaatan panas bumi:

1. Sebagai tenaga pembangkit listrik dan digunakan dalam bentuk listrik.
2. Sebagai sumber panas yang dimanfaatkan secara langsung menggunakan pipa ke perut bumi.
3. Sebagai pompa panas yang dipompa langsung dari perut bumi.

Panas bumi adalah suatu bentuk energi panas atau energi termal yang dihasilkan dan disimpan di dalam bumi. Energi panas bumi berasal dari energi hasil pembentukan planet (20%) dan peluruhan radioaktif dari mineral (80%).

Energi panas bumi merupakan pilihan tepat, mengingat 40% potensi panas bumi dunia ada di Indonesia, sehingga energi tersebut harus dimanfaatkan dan dikembangkan.

### Energi Samudera

Laut menyediakan beberapa bentuk energi terbarukan, dan masing-masing didorong oleh kekuatan yang berbeda. Energi dari gelombang laut dan pasang-surut dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan listrik. Energi termal laut dari panas yang tersimpan dalam air laut juga dapat diubah menjadi listrik.

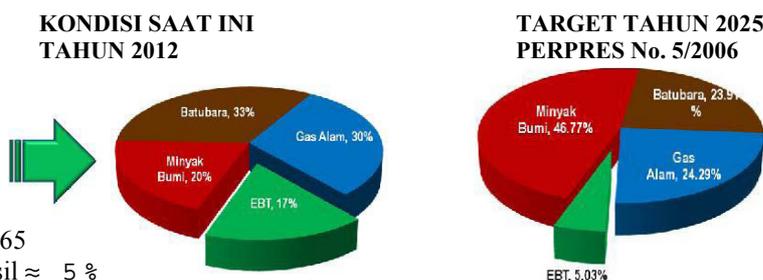
Meskipun pada masa sekarang energi laut memerlukan teknologi yang mahal dibandingkan dengan sumber energi terbarukan lainnya, tapi laut tetap penting sebagai sumber energi potensial untuk masa depan.

### Kebijakan Energi

UU No. 30 Tahun 2007 tentang Energi menjelaskan bahwa sumber daya energi merupakan kekayaan alam yang berdasarkan Pasal 33 UUD 1945 adalah kekayaan alam yang “dikuasai negara dan dipergunakan untuk sebesar-besarnya kemakmuran rakyat.” Selain itu, peranan energi sangat penting artinya bagi peningkatan kegiatan ekonomi dan ketahanan nasional, sehingga pengelolaan energi yang meliputi penyediaan, pemanfaatan, dan pe-ngusahaannya harus dilaksanakan secara berkeadilan, berkelanjutan, optimal, dan terpadu.

Kebijakan energi nasional menurut UU No. 30 Tahun 2007 Pasal 11 Ayat (1) meliputi ketersediaan energi untuk kebutuhan nasional, prioritas pengembangan energi, pemanfaatan sumber daya energi nasional, dan cadangan penyangga energi nasional. Implementasinya meliputi dua kegiatan, yaitu:

1. Konservasi energi dengan tujuan meningkatkan efisiensi penggunaan energi pada sisi permintaan (*demand side*) dan pemanfaatan yang arah konkretnya adalah penghematan, di antaranya pada sektor industri, transportasi, rumah tangga, dan komersial.
2. Diversifikasi energi dengan tujuan meningkatkan pangsa energi baru dan terbarukan dalam bauran energi nasional (*supply side*), di antaranya (1) energi baru yang terdiri atas batubara tercairkan (*liquified coal*), gas metana batubara (*coal bed methane*), batubara tergaskan (*gasified coal*), nuklir, hidrogen, dan metana yang lain; (2) energi terbarukan yang terdiri atas panas bumi, aliran dan terjunan air (hidro), bio energi, sinar matahari, angin, serta gerakan dan perbedaan suhu lapisan laut.



Elastisitas Energi = 1,65  
Pangsa Energi Nonfossil ≈ 5 %

Sumber: Kementerian ESDM (2012)

Elastisitas Energi kurang dari 1 pada 2025  
Mengoptimalkan sumber Energi Baru dan Energi Terbarukan

Gambar 4. Target Bauran Energi Primer Nasional

Kebijakan energi ini harus berlandaskan pada ketahanan energi yang pada pengelolaannya bertujuan untuk mewujudkan kedaulatan energi, di mana negara dituntut mampu dalam menentukan dan mengendalikan sumber energi, harga energi, dan distribusi energi. Faktor penting dalam kedaulatan energi adalah kemandirian energi dan ketahanan energi. Dalam hal ketahanan energi, negara dituntut untuk mampu merespons di-namika perubahan energi global (eksternal) dan menjamin ketersediaan energi dengan harga yang wajar (internal). Adapun kemandirian energi menuntut negara untuk memenuhi aspek-aspek (1) ketersediaan (*availability*), yaitu kemampuan untuk memberikan jaminan pasokan energi (*security of supply*); (2) aksesibilitas (*accessibility*), yaitu kemampuan untuk mendapatkan akses terhadap energi (*infrastructure availability*); (3) keterjangkauan (*affordability*), yaitu kemampuan untuk menjangkau harga (keekonomian) energi (*capability to pay*).

#### METODE PENELITIAN

Menurut Whitney (1960), metode deskriptif adalah pencarian fakta dengan interpretasi yang tepat, di mana fakta yang didapat dari lapangan

dihadapkan dengan permasalahan dan dianalisis secara mendalam, serta dibandingkan dengan berbagai teori dan referensi, sehingga mampu menghasilkan kesimpulan yang dapat dijadikan rekomendasi implementatif. Di samping itu, berbagai potensi yang ada akan diuji dan dianalisis dengan metode SWOT.

#### Teknik Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui *focus discussion group* (FGD) dengan para pakar di bidang energi, observasi ke instalasi pengembangan energi, dan wawancara mendalam (*indepth interview*) dengan para informan kunci yang terdiri atas para pejabat Dinas ESDM/Dinas TAMBEN pada lokasi penelitian, yaitu Yogyakarta, Bali, Lampung, Samarinda, dan Makasar.

#### Teknik Pengolahan/Teknik Analisis Data

Data penelitian yang diperoleh dari lapangan selanjutnya diolah dan dianalisis dengan pendekatan deskriptif analitis secara sistematis. Analisis ini dikuatkan dengan berbagai tabulasi data dan statistik deskriptif.

#### HASIL PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian dilakukan pada beberapa daerah/lokus yang sudah ditetapkan.

#### Yogyakarta

##### 1. Pembangkit Tenaga Listrik *Micro Hydro* (PLTMH).



Gambar 5. PLTMH dengan memanfaatkan saluran irigasi

2. Pembangkit Listrik Tenaga *Micro Hydro* (PLTMH) Dusun Kedungrong.



Gambar 7. Digester biogas dengan memanfaatkan kotoran ternak sapi di Desa Umbulharjo, Cangkringan, Sleman, Provinsi DI Yogyakarta

3. Biogas sebagai *pilot project* Desa Mandiri Energi di Desa Umbulharjo, Kecamatan Cangkringan.



4. Pembangkit Tenaga Listrik Hybrid (kombinasi antara PLT Matahari dan PLT Bayu/Angin di Pantai Baru, Bantul, Yogyakarta).





Gambar 8. PLT Hybrid (tenaga bayu dan tenaga matahari) berikut kelengkapannya di Ngencak, Pongosari, Srandakan, Bantul, Yogyakarta.



Gambar 9. Pemanfaatan hasil dari PLT Hybrid (tenaga bayu dan tenaga matahari) di Ngencak, Pongosari, Srandakan Bantul Yogyakarta

**Bali**

Sumber daya alam yang potensial dan dapat dikembangkan sebagai sumber energi baru dan terbarukan di Provinsi Bali di antaranya:

1. Biogas binaan LSM Rumah Biru di Klungkung, Kusamba, Provinsi Bali.





Gambar 10. Digester biogas dengan memanfaatkan kotoran ternak sapi di Desa Klungkung, Kusamba, Provinsi Bali.

2. Pembangkit Listrik Tenaga *Micro Hidro* (PLTMH) memanfaatkan aliran air sungai di Desa Bakas Sekawan, Klungkung, Kecamatan Banjarakan dengan kapasitas pembangkit listrik 60 KW (60.000 Watt) dengan turbin tipe vertikal dan generator (dinamo) buatan Italia.



Gambar 11. PLTMH dengan memanfaatkan aliran sungai di Desa Bakas Sekawan, Klungkung, Kecamatan Banjarakan, Provinsi Bali.

3. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Desa Banklet, Bangli, Kintamani, dengan kapasitas 1 Mg Watt *on-Grid* menyuplai PLN.



Gambar 12. PLTS *on-Grid* di Desa Banklet, Bangli, Kintamani, Provinsi Bali.

### Samarinda

Provinsi Kalimantan Timur sudah mengembangkan energi baru dan terbarukan melalui program-program pemerintah dengan memberikan bantuan dari APBN dan APBD.



Gambar 13. FGD di Balitbangda Provinsi Kalimantan Timur.

### Lampung

Provinsi Lampung memiliki banyak potensi SDA yang dapat dikembangkan sebagai sumber energi baru dan terbarukan (EBT), di antaranya:

1. Biogas

EBT berbasis biogas di Provinsi Lampung, kapasitas digester 4-6 m<sup>3</sup> limbah kotoran sapi, dengan diameter digester 180 cm dan kedalaman 2 m.



Gambar 14. Biogas pada masyarakat Kelompok Tani Sejahtera di Desa Lumbang Pakan, Lingkungan IV RT 016/RW 004, Kelurahan Bandar Jaya Timur, Kecamatan Terbangi Besar, Kabupaten Lampung Tengah.

2. PLTMH di Pekon Airbakoman, Kecamatan Pulau Pangung, Kabupaten Tanggamus, Provinsi Lampung. Turbin untuk menggerakkan *genset* (dinamo) berkapasitas 3.000 sampai 7.500 Watt.



Gambar 15. Inovasi PLTMH ciptaan Bapak Dori dengan Turbin Tipe Horizontal di Pekon Airbakoman, Kecamatan Pulau Pangung, Kabupaten Tanggamus, Provinsi Lampung.

3. Biogas di Industri Tepung Tapioka Rakyat (ITTARA) Lampung Selatan. Digester yang digunakan adalah tipe yang sangat sederhana, namun memiliki kapasitas yang sangat besar, dengan ukuran panjang 50 m, lebar 40 m, serta kedalaman 7 m.



Gambar 16. Pengembangan biogas dengan tipe digester sederhana di Desa Sri Rejeki, Kecamatan Negeri Katon, Lampung Selatan.

#### Makassar

Provinsi Sulawesi Selatan sudah mengembangkan EBT melalui program-program pemerintah dengan memberikan bantuan dari APBN dan APBD.

1. Biogas berbasis kotoran ternak di Desa Bulu Saukang, Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan.



Gambar 17. Pengembangan biogas berbasis kotoran ternak di Desa Bulu Saukang, Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan.

2. PLTS di Desa Samalewa, Kecamatan Bungoro, Kabupaten Pangkajene Kepulauan (Pangkep), Provinsi Sulawesi Selatan, dengan kapasitas 1 Mwp *on-Grid* dengan 5004 modul *solar cell* dan 20 *inverter*.



Gambar 18. PLTS *On-Grid* di Desa Samalewa, Kecamatan Bungoro, Kabupaten Pangkajene Kepulauan (Pangkep), Provinsi Sulawesi Selatan.

**Analisis**

Dari hasil pengumpulan data melalui *focus group discussion* (FGD), wawancara mendalam dengan para pejabat Dinas ESDM, dan observasi di lapangan, dapat diinventarisasi dan diidentifikasi beberapa faktor internal dan eksternal yang berpengaruh terhadap pengembangan energi baru dan terbarukan (EBT) dengan memanfaatkan sumber daya alam (SDA).

Tabel 4. Analisis Pemilihan Faktor Prioritas.

NO	URAIAN	U	S	G	TOTAL	Prioritas
1	2	3	4	5	6	7
1.	<b>KEKUATAN (STRENGTHS)</b>					
	a. S1 Luas Wilayah	2	5	2	9	IV
	b. S2 Potensi SDA	5	3	5	13	I
	c. S3 Jumlah Penduduk	4	2	3	9	III
	d. S4 Keragaman SDA	3	4	4	11	II
	e. S5 Peraturan Perundangan	1	1	1	3	V
2.	<b>KELEMAHAN (WEAKNESSES)</b>					
	a. W1 Topografi	5	5	4	14	I
	b. W2 Tingkat Pendidikan	4	4	5	13	II
	c. W3 Penguasaan Teknologi	2	2	3	7	III
	d. W4 Distribusi Energi	1	1	2	4	V
	e. W5 Kebijakan	3	3	1	7	IV
3.	<b>PELUANG (OPPORTUNITIES)</b>					
	a. O1 Biaya Produksi Rendah	5	3	3	11	II
	b. O2 Menghemat Devisa	1	2	4	7	IV
	c. O3 Kebutuhan Energi Masyarakat	4	5	2	11	III
	d. O4 Kompetitif	3	4	5	12	I
	e. O5 Kerja sama EBT	2	1	1	4	V
4.	<b>ANCAMAN (THREATS)</b>					
	a. T1 Ketergantungan Teknologi	5	3	4	12	II
	b. T2 Embargo	3	4	3	10	III
	c. T3 Isu Lingkungan Hidup	4	5	5	14	I
	d. T4 Pembatalan Kerja Sama	1	1	2	4	V
	e. T5 Ego Sektoral (Institusi)	2	2	1	5	IV

Selanjutnya, dibuat perhitungan. Untuk memperoleh faktor kunci keberhasilan, perlu dilakukan pembobotan semua elemen yang ada pada faktor kekuatan, kelemahan, peluang,

dan ancaman. Dalam menentukan bobot faktor digunakan matriks urgensi faktor internal maupun urgensi faktor eksternal sebagai berikut.

Tabel 5. Analisis Matriks Urgensi Faktor Internal.

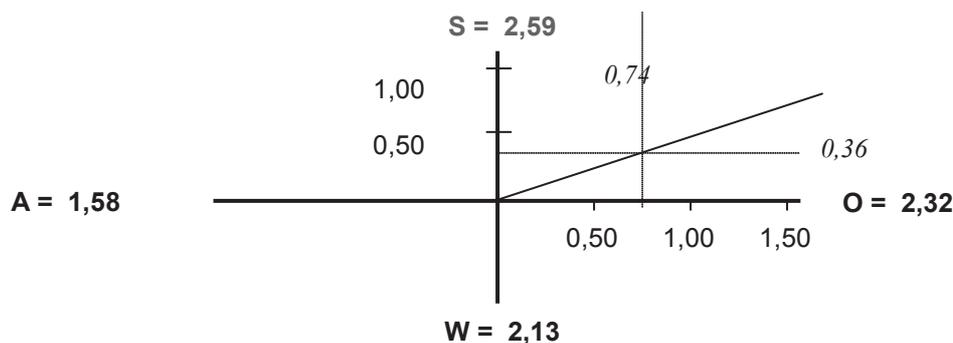
N0	Faktor Internal Kekuatan (Strengths)	Faktor yang lebih Urgen										Jlh	Bbt
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	S1	X	2	1	4	1	1	7	1	9	10	4	8,9%
2	S2	2	X	2	4	5	2	7	8	9	2	4	8,9%
3	S3	1	2	X	4	5	3	7	3	3	10	3	6,7%
4	S4	4	4	4	X	5	4	4	4	9	4	7	15,6%
5	S5	1	5	5	5	X	5	7	5	9	5	6	13,3%
Kelemahan (Weaknesses)													
6	W1	1	2	3	4	5	X	7	8	6	10	1	2,2%
7	W2	7	7	7	4	7	7	X	8	9	10	5	11,1%
8	W3	1	8	3	4	5	8	8	X	8	10	4	8,9%
9	W4	9	9	3	9	9	6	9	8	X	10	5	11,1%
10	W5	10	2	10	4	5	10	10	10	10	X	6	13,3%
JUMLAH												45	100%

Tabel 6. Analisis Matriks Urgensi Faktor Eksternal.

N0	Faktor Eksternal Peluang (Opportunities)	Faktor yang lebih Urgen										Jlh	Bbt
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	O1	X	2	1	4	5	1	7	8	1	1	4	8,9%
2	O2	2	X	2	4	5	2	7	8	9	2	4	8,9%
3	O3	1	2	X	4	5	3	7	3	9	3	3	6,7%
4	O4	4	4	4	X	5	4	4	4	4	10	7	15,6%
5	O5	5	5	5	5	X	6	7	5	9	5	6	13,3%
Ancaman (Threats)													
6	T1	1	2	3	4	6	X	7	8	6	10	2	4,4%
7	T2	7	7	7	4	7	7	X	8	9	10	5	11,1%
8	T3	8	8	3	4	5	8	8	X	8	10	5	11,1%
9	T4	1	9	9	4	9	6	9	8	X	10	4	8,9%
10	T5	1	2	3	10	5	10	10	10	10	X	5	11,1%
JUMLAH												45	100%

Dari hasil perhitungan dengan langkah-langkah yang telah ditentukan, lalu dilakukan

penilaian dan pemilihan faktor kunci keberhasilan. Selanjutnya, dibuat peta kekuatan organisasi.



Gambar 19. Analisis Peta Strategi Organisasi.

Berdasarkan hasil perhitungan (Gambar 19), terlihat bahwa peta kekuatan organisasi berada pada kuadran I yang berarti Strategi yang digunakan adalah Strategi Agresif atau Strategi SO (*Strenghts for Opportunities Strategy*). Menurut Prof. Dr. Budiman CHR, M.A., strategi agresif ini berada pada posisi bintang, yang berarti organisasi bersifat ekspansif (berorientasi kepada pengembangan usaha/kegiatan) agar tujuan dapat diraih secara optimal.

Setelah diketahui strateginya, maka dapat disusun matriks SWOT dengan menyusun suatu formulasi strategi yang mengintegrasikan faktor internal dan faktor eksternal sebagai faktor kunci keberhasilan (FKK).

Berdasarkan formulasi strategi SWOT, terdapat empat strategi utama yang perlu dikembangkan untuk mempercepat tercapainya optimalisasi pendayagunaan sumber daya nasional (terutama SDA) dalam pengembangan energi baru dan terbarukan:

1. Optimalkan potensi SDA dengan keragamannya melalui kerja sama pengembangan EBT untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan energi dan kesiapan komponen pendukung pertahanan negara.
2. Wujudkan penguasaan teknologi melalui kerja sama dalam rangka pengembangan EBT dengan memanfaatkan potensi SDA untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan energi dan kesiapan komponen pendukung pertahanan negara.
3. Optimalkan potensi SDA dengan keragamannya dalam kerja sama pengembangan EBT untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan energi dan kesiapan komponen pendukung pertahanan negara melalui penyempurnaan peraturan perundangan.
4. Tingkatkan kualitas pendidikan SDM dan penguasaan teknologi dalam menghadapi tekanan politik luar negeri, isu lingkungan hidup, dan pembatalan kerja sama dalam pengembangan EBT.

Keempat strategi ini digunakan sebagai bahan acuan dalam upaya pengembangan energi baru dan terbarukan dengan memanfaatkan potensi SDA dalam rangka kesiapan komponen pendukung pertahanan negara.

## Pengembangan Energi Baru dan Terbarukan (EBT)

Indonesia saat ini masih sangat tergantung pada energi fosil. Hampir 95% dari kebutuhan energi masih disuplai oleh energi fosil. Sekitar 50% dari energi fosil tersebut berupa minyak bumi, sisanya gas dan batubara. Penggunaan bahan bakar fosil tiap tahun semakin meningkat, bahkan jauh melampaui prediksi pemerintah. Subsidi BBM yang selama ini diberikan juga belum mencapai sasaran yang tepat.

Energi fosil yang berupa minyak bumi tidak hanya dikonsumsi oleh individu/perseorangan dan rumah tangga, tetapi juga industri, baik industri kecil, menengah, maupun industri berskala besar. Diperkirakan industri-industri berskala besar yang mengonsumsi energi minyak paling besar. Indonesia sepertinya belum siap untuk berganti dari kebiasaan mengonsumsi energi fosil ke energi alternatif. Oleh sebab itu, dibutuhkan sebuah terobosan untuk benar-benar menggalakkan pemakaian energi baru dan terbarukan dalam memenuhi kebutuhan energi nasional.

Potensi SDA dengan keragamannya dapat dimanfaatkan secara optimal dalam pengembangan EBT sebagai energi alternatif. Hal ini erat kaitannya dengan regulasi atau kebijakan pengembangan EBT yang diarahkan pada daerah-daerah terpencil, terutama daerah-daerah yang belum teraliri energi listrik (aksesibilitasnya sulit).

Teknologi pembangkit listrik biogas sebagai hasil pengembangan EBT sebenarnya sudah ada di Indonesia, salah satunya di PTPN V Kebun Tandun, Kabupaten Kampar, Riau. Limbah cair buangan pabrik kelapa sawit tersebut kini sudah mampu menghasilkan listrik berdaya 1 MW. Listrik yang dihasilkan pembangkit biogas dipakai untuk menyuplai hampir 50% kebutuhan pabrik minyak inti kelapa sawit (*palm kernel oil/ PKO*) yang terletak di samping pabrik kelapa sawit dan selebihnya digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik masyarakat.

Potensi listrik dari biogas ini sangat luar biasa. Di Provinsi Riau saja terdapat 170 pabrik CPO yang limbahnya dibuang begitu saja. Apabila limbah tersebut dimanfaatkan untuk pembangkit

listrik biogas dengan daya masing-masing 1 MW, niscaya tersedia daya listrik tambahan sebesar 170 MW. Adapun di seluruh Indonesia diperkirakan terdapat 700 pabrik CPO yang siap menghasilkan energi listrik tambahan ramah lingkungan sebesar 700 MW. Dengan keberadaan pabrik CPO yang umumnya terdapat di pelosok ini, desa-desa terpencil akan lebih mudah teraliri listrik tanpa menunggu pembukaan jaringan baru oleh PLN.

Di samping itu, masih banyak potensi biogas skala kecil yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi masyarakat, seperti di Desa Umbulharjo, Kecamatan Cangkringan, Kab. Sleman, yang sebagian besar warganya adalah petani yang rata-rata memiliki 2-3 ekor ternak sapi. Kotoran ternak-ternak tersebut berpotensi dijadikan penghasil biogas. Pada tahun 2013 dinas ESDM Provinsi DI Yogyakarta membuat program pembangunan 20 unit digester biogas. Program ini dilanjutkan dengan membangun 20 unit digester lagi pada tahun 2014 sebagai bantuan untuk tiap-tiap kepala keluarga. Digester ini memiliki kapasitas 6 m<sup>3</sup> limbah kotoran ternak, dengan biaya pembuatan Rp 8.000.000,-/digester/KK, lengkap dengan peralatan lainnya, seperti paralon, stopkran, alat ukur volume gas, dan kompor biogas. Dinas ESDM Provinsi D.I. Yogyakarta bekerja sama dengan LSM Rumah Biru dan HIVOS (LSM dari Belanda) yang bertindak sebagai pendamping dan pembina serta memberikan pelatihan atau TOT (*transfer of technology*) kepada masyarakat. Desa ini oleh Pemerintah Provinsi DI Yogyakarta dicanangkan sebagai *pilot project* Desa Mandiri Energi.

Teknologi pembangkit listrik biogas sebenarnya merupakan suatu teknologi fermentasi dengan memanfaatkan mikrobiologi bakteri pengurai limbah organik. Teknologi ini suatu saat akan menjadi teknologi unggulan, mengingat limbah organik diyakini akan menjadi primadona energi masa mendatang tatkala sumber energi fosil semakin menipis di alam.

Pengembangan EBT berbasis biogas dapat dilakukan sejalan dengan program Sarjana Masuk Desa (SMD) dan program Swasembada Daging yang dicanangkan oleh Pemerintah RI melalui Kementerian Pertanian (Kementan). Program-program tersebut dapat berjalan secara bersamaan

dan saling mendukung. Misalnya, Swasembada Daging melalui “Program Pembibitan (*Breeding*) 2 juta Ekor Sapi” dengan memberikan dua ekor indukan sapi bunting kepada setiap kepala keluarga (KK) petani disertai dengan penyediaan satu set digester biogas dan pendampingan oleh satu orang sarjana peternakan setiap satu kelompok (20 kepala keluarga). Dengan demikian, dalam waktu satu tahun hasil yang didapat adalah bertambahnya populasi sapi menjadi 4 juta ekor, terdiri atas 2 juta anak sapi dan 2 juta indukan, 1 juta keluarga petani sejahtera, 100.000 orang sarjana yang mendapat pekerjaan (mengurangi tingkat pengangguran), dan penghematan pemakaian gas sebanyak 126 juta kg (42 tabung/tahun x 3 kg x 1 juta KK). Hasil sampingan dari biogas yang berupa lumpur (*sludge*) masih bisa dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai pupuk organik untuk tanaman, baik dalam bentuk padat maupun cair.

Selain pembangkit listrik biogas, yang juga dapat dikembangkan adalah Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). PLTMH merupakan sumber EBT yang cukup murah dan menggunakan teknologi yang mudah dikuasai. Salah satu PLTMH yang sudah ada terdapat di Desa Bakas Sekawan, Klungkung, Kecamatan Banjarakan. PLTMH ini dikembangkan oleh *Levi Elephant Adventure* dan memiliki kapasitas pembangkit listrik 60 KW (60.000 Watt) dengan turbin tipe vertikal buatan Bandung dan generator (dinamo) buatan Italia. Listrik yang dihasilkan oleh PLTMH ini digunakan sebagai sumber energi listrik pada *Levi Elephant Adventure*.

Selain di Desa Bakas, terdapat pula satu PLTMH di Pekon Airbakoman, Kecamatan Pulau Panggung, Kabupaten Tanggamus, Provinsi Lampung. PLTMH ini merupakan impian dari Bapak Dori yang sangat merindukan aliran listrik masuk ke desa tempat tinggalnya. Ide tersebut timbul setelah setiap hari beliau mengamati aliran sungai dan berpikir untuk memanfaatkan aliran air sebagai tenaga untuk memutar dinamo. Realisasinya diawali dengan membuat sebuah kincir air memanfaatkan roda pedati untuk menggerakkan dinamo sebagai penghasil listrik bagi kebutuhan sendiri dan masyarakat sekitar. Inovasi ini dikembangkan terus-menerus, hingga tercipta PLTMH dengan menggunakan turbin penggerak tipe horizontal berbagai ukuran. Turbin

yang diciptakan oleh Bapak Dori terdiri atas berbagai tipe, di antaranya untuk menggerakkan *genset* (dinamo) berkapasitas 3.000 Watt sampai dengan untuk menggerakkan dinamo berkapasitas 7.500 Watt. Saat ini turbin sudah dipasarkan dalam skala kecil tergantung pesanan, dengan difasilitasi oleh Dinas Pertambangan dan Energi setempat. Namun demikian, turbin penggerak ciptaan Bapak Dori tersebut selama ini belum dilindungi oleh Hak Kekayaan Intelektual (HAKI).

Pengembangan EBT lainnya adalah Pembangkit Tenaga Listrik Hybrid (kombinasi PLT Surya dan PLT Bayu/Angin), yang ada di Pantai Baru, Bantul, Yogyakarta. PLT Hybrid ini merupakan bantuan dari Kementerian Kelautan dan Perikanan bekerja sama dengan LAPAN dan Dinas ESDM Provinsi DI Yogyakarta. PLT Hybrid ini merupakan *pilot project* masyarakat mandiri energi Provinsi DI Yogyakarta, yang menyuplai energi listrik untuk penerangan, menggerakkan pompa air, dan memproduksi es batu untuk kebutuhan warung-warung kuliner/restoran di sepanjang Pantai Baru Pandansimo. Selain mendapatkan suplai energi, masyarakat juga mendapatkan pelatihan pemeliharaan instalasi pembangkit serta mendapatkan transfer teknologi dari LAPAN selaku penanggung jawab teknis.

Potensi EBT berikutnya adalah PLT Surya *on-Grid* (PLTS *on-Grid*) dengan kapasitas 1 MW. PLTS *on-Grid* yang sudah dibangun di antaranya dua instalasi di Bali, yang salah satunya terletak di Desa Banklet, Bangli, Kintamani; satu instalasi di Makassar, yaitu PLTS *on-Grid* di Desa Samalewa, Kecamatan Bungoro, Kabupaten Pangkajene Kepulauan (Pangkep), Provinsi Sulawesi Selatan; satu instalasi di Sumbawa; satu instalasi di Nusa Tenggara. Permanfaatannya diutamakan untuk menyuplai kebutuhan listrik masyarakat, selebihnya untuk menyuplai PLN.

Pengembangan EBT dengan memanfaatkan SDA yang terdapat di masing-masing daerah diharapkan terus dilakukan secara bertahap dan merata. Dengan dilakukannya pengembangan ini, diharapkan kecemburuan sosial yang terjadi pada tatanan kehidupan sosial masyarakat dapat direduksi, sehingga konflik sosial dapat diredam.

## Implikasi terhadap Pertahanan Negara

Melimpahnya SDA yang terdapat di Indonesia serta keanekaragamannya merupakan modal yang sangat besar untuk melaksanakan pengembangan EBT sebagai sumber energi dalam memenuhi kebutuhan masyarakat dan kebutuhan pertahanan negara. Mengingat potensi SDA di Indonesia cukup besar, maka pengembangan EBT perlu dilakukan secara bertahap dan berkelanjutan, terutama pada daerah-daerah yang sulit dijangkau jaringan listrik, agar pemenuhan kebutuhan listrik bagi masyarakat di daerah-daerah tersebut dapat terpenuhi.

Bila potensi SDA dan keanekaragamannya dapat didayagunakan secara optimal, maka harapan untuk mendukung kepentingan pertahanan negara dalam jangka waktu yang lebih lama, baik dalam waktu damai maupun dalam waktu darurat, akan lebih mungkin untuk diwujudkan. Terpenuhinya kebutuhan masyarakat akan energi melalui pengembangan EBT dengan memanfaatkan SDA merupakan wujud nyata dari komponen pendukung pertahanan negara.

Melalui pengembangan EBT berdasarkan potensi SDA di masing-masing wilayah, diharapkan kebutuhan masyarakat akan energi, baik energi listrik maupun energi lain, seperti bahan bakar minyak (BBM) nabati, bahan bakar gas (BBG) biogas, dapat terpenuhi. Dengan demikian, program penghematan (efisiensi) bahan bakar yang bersumber dari energi fosil dapat dilakukan dan hasil dari efisiensi tersebut dapat dialokasikan sebagai cadangan materiil strategis untuk diprioritaskan penggunaannya kepada Alutsista pada saat kritis.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Indonesia memiliki potensi SDA sebagai sumber EBT yang sangat beragam.
2. Pengembangan EBT dapat dilakukan berdasarkan potensi SDA yang ada pada masing-masing wilayah.
3. Pengembangan EBT secara bertahap dan berkelanjutan dapat memenuhi kebutuhan masyarakat akan energi.
4. Pengembangan EBT berbasis biogas dapat diselaraskan dengan program-program pemerintah lain, seperti program Sarjana Masuk Desa dan Swasembada Daging.
5. Pengembangan EBT berbasis tenaga surya (*photovoltaic*) dapat dikembangkan di pulau-pulau terluar dan wilayah perbatasan RI.
6. Pengembangan EBT merupakan wujud implementasi diversifikasi energi sebagai suatu kebijakan energi menuju sistem EBT dalam memenuhi kebutuhan energi masyarakat dan kepentingan pertahanan negara.
7. Penguasaan teknologi dalam pengembangan EBT dapat dilakukan melalui transfer teknologi (TOT) dengan melibatkan LSM sebagai pendamping dan pembimbing masyarakat bekerja sama dengan Kementerian ESDM.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Chester, L. (2010). Conceptualising energy security and making explicit its polysemic nature, *Energy Policy* 38(2), pp. 887-895.
2. Environmental summits: an evolving agenda. (2003). *Jour. Of Environment, Development and Sustainability* 5.
3. Whitney, F. L. (1960). *The Elements of Research*. New York: Prentice Hall.
4. IEA. (2013). *Southeast Asia Energy Outlook*.
5. Creswell, J. W. (1993). *Research Design: Qualitative & Quantitative Approach*. London: Sage.
6. Najam, A., Cleveland, C. J. (t.t.). *Energy and Sustainable Development at Global*.
7. UU Nomor 30 Tahun 2007 tentang Energi.
8. UU Nomor 3 Tahun 2002 tentang Pertahanan Negara.
9. Neuman, W. L. (2003). *Social research methods: qualitative & quantitative approach*. London: Sage.

## RANCANG BANGUN SARANA UJI COATING ANTIRADAR

### DEVELOPMENT AND DESIGN OF ANTI-RADAR COATING MATERIAL FACILITY TEST

Maulana Randa  
 Puslitbang Iptekhan Balitbang Kemhan  
 Jl. Jati No.1, Pondok Labu, Jakarta Selatan  
 maulana.randa@kemhan.go.id

#### ABSTRAK

Sejak tahun 2014 Balitbang Kementerian Pertahanan telah mengembangkan material antiradar yang berbasis barium hexaferrite. Material ini akan digunakan untuk melapisi badan ranpur milik TNI. Sehubungan dengan pengembangan yang telah dilakukan, maka dibutuhkan sebuah sarana pengujian material antiradar tersebut. Dengan adanya sarana pengujian ini diharapkan penelitian tentang material antiradar akan semakin berkembang pesat. Sarana pengujian material antiradar yang dimaksud berupa anechoic chamber. Ruangannya terbuat dari lempengan baja dengan ketebalan tertentu yang dapat menahan sinyal dari luar sehingga tidak masuk ke dalam ruangan. Selain itu, di dalam ruangan tersebut terdapat absorber yang berfungsi untuk mencegah terjadinya pantulan sinyal saat dilakukan pengukuran. Dengan demikian, bisa didapatkan kondisi ideal pengukuran, yaitu tanpa adanya interferensi sinyal dari luar maupun pantulan sinyal dari perangkat pengukuran. Pengukuran yang akan dilakukan di dalam anechoic chamber ini antara lain pengukuran Radar Cross Section (RCS). Pengukuran RCS menggunakan standar dari Naval Research Laboratory (NRL). Dari hasil kegiatan rancang bangun yang dilakukan, didapat anechoic chamber dengan ukuran 4 x 5 x 3 meter. Anechoic chamber ini dioptimalkan untuk pengukuran pada rentang frekuensi X-band (8,2–12,4 GHz). Dari hasil uji fungsi diketahui bahwa anechoic chamber yang dibangun dapat digunakan untuk melakukan pengujian RCS sampel dengan ukuran 5,2–70,2 cm dengan akurasi hingga 98%.

**Kata Kunci:** radar cross section (RCS), anechoic chamber, absorber material

#### ABSTRACT

Since 2014 Ministry of Defense has developed a barium hexaferrite-based anti-radar material. This material will be used to coat TNI's military vehicles. As the development has been done, it needs a testing facility to examine the material. By the existence of this testing facility, it is expected that researches on anti-radar material will be developing rapidly. The required testing facility is an anechoic chamber. The chamber is made of steel plate with a certain thickness to withstand the signal from the outside so it does not get into the room. There is also absorber in this room which serves to prevent signal reflection. Thus, the measurement can be held in ideal condition that is without any interference from outside signals or signal reflections from the measurement device. The measurements that will be carried out include Radar Cross Section (RCS). RCS measurements use a standard from the Naval Research Laboratory (NRL). The designing and developing activities result in an anechoic chamber with dimensions of 4 x 5 x 3 meters. The anechoic chamber is optimized for measurements in X-band frequency range (8.2 to 12.4 GHz). From the test results, we knew that the built anechoic chamber can be used for RCS testing for samples whose size is 5.2–70.2 cm with an accuracy up to 98%.

**Keywords:** radar cross section (RCS), anechoic chamber, absorber material

#### PENDAHULUAN

Sebagaimana telah dikembangkan oleh negara-negara maju, seperti Amerika Serikat, teknologi antiradar sudah sangat canggih. Antiradar memiliki kemampuan untuk menghindari pendeteksian, baik deteksi secara visual, audio, sensor panas, maupun gelombang radio (Watts, 1987). Salah satu contohnya adalah pesawat dengan konstruksi dan warna tertentu secara

visual lebih sulit terlihat karena warnanya sama dengan warna latar belakangnya (kamufase) (Chai, Tong, & Wang, 2014).

Radar infra merah mampu mendeteksi panas yang timbul dari badan pesawat atau dari temperatur udara di sekeliling pesawat yang biasanya ditimbulkan oleh saluran buangan udara mesin atau *exhaust* dan *leading edge* (bagian pesawat yang pertama membelah udara) (Wang & Chen, 2008). Sistem deteksi radar gelombang

radio (*microwave*) adalah teknologi modern yang paling baik, karena radar dengan pemancar mikro ini mampu mendeteksi suatu benda (pesawat, misil) dengan jarak hingga ratusan kilometer.

Pada antiradar, salah satu cara untuk mencegah gelombang dari radar adalah dengan melapisi badan pesawat dengan material penyerap radar (*radar absorbing material*/RAM) yang terbuat dari material feromagnetik dan polimer. Prinsip kerja material antiradar adalah sedapat mungkin menyerap gelombang mikro yang ditransmisikan radar dan memantulkan intensitas radiasi yang sangat kecil ke arah lain sedemikian rupa sehingga gelombang tersebut menjadi hilang atau saling meniadakan.

Secara umum, ada dua cara yang dapat digunakan untuk menghindari pantauan radar. Pertama, dengan membentuk badan kendaraan tempur (ranpur) sedemikian rupa sehingga sinyal radar yang sampai padanya disebar. Dengan demikian, sinyal yang kembali ke *receiver* radar musuh sangat sedikit dan mengesankan seolah-olah objek yang terdeteksi bukan ranpur. Kedua, dengan melapisi ranpur menggunakan material yang dapat menyerap sinyal radar, sehingga tidak terdeteksi radar musuh.

Sejak tahun 2014 Balitbang Kementerian Pertahanan telah mengembangkan material antiradar yang berbasis *barium hexaferrite*. Material ini akan digunakan untuk melapisi badan ranpur milik TNI. Sehubungan dengan pengembangan yang telah dilakukan, maka dibutuhkan sebuah sarana untuk pengujian material antiradar tersebut. Dengan adanya sarana pengujian ini, diharapkan penelitian tentang material antiradar akan semakin berkembang pesat. Sarana pengujian material antiradar yang dimaksud berupa *anechoic chamber*.

*Anechoic chamber* berupa ruangan yang terbuat dari lempengan baja dengan ketebalan tertentu sehingga dapat menahan sinyal dari luar agar tidak masuk ke dalam ruangan. Selain itu, di dalam ruangan tersebut terdapat serapan (*absorber*) yang berfungsi untuk mencegah terjadinya pantulan sinyal saat dilakukan pengukuran. Dengan demikian, maka bisa didapatkan kondisi ideal pengukuran, yaitu tiadanya interferensi sinyal dari luar maupun pantulan sinyal dari perangkat pengukuran. Pengukuran yang akan dilakukan di dalam *anechoic chamber* ini antara

lain pengukuran *radar cross section* (RCS). Pengukuran RCS dilakukan berdasarkan standar dari Naval Research Laboratory (NRL).

Metode yang dipilih untuk pengukuran adalah metode *far field* di dalam ruang tertutup yang melibatkan *anechoic chamber*. Metode ini memiliki kelebihan, terutama berupa kebutuhan ruang yang relatif kecil, sehingga posisi target dan sistem kontrol dapat lebih presisi. Penelitian ini akan melakukan kajian secara komprehensif mengenai kemampuan perangkat uji *anechoic chamber* yang dibangun di Laboratorium Kementerian Pertahanan (LKP-*Chamber*). LKP-*Chamber* dibangun dengan metode *far field* RCS *range* yang memiliki kemampuan untuk pengujian monostatis dan bistatis dengan menggunakan *arch positioner object* STP1500-PP produksi Jerman. Perangkat uji dilengkapi dengan RCS *software* produksi Amerika Serikat yang memiliki akuisisi data hingga dapat menampilkan sistem ISAR 2D dan 3D dan dapat melakukan pengenalan objek dengan refleksibilitas (*reflectibility*) hingga -70 dBm. Pengujian dan kalibrasi dilakukan dengan menggunakan berbagai bentuk objek (bola, silinder, dan plat) yang memiliki berbagai ukuran. Pengujian *reflectibility* juga menggunakan *absorber* RAM tipe *ferrite* pada berbagai rentang frekuensi. Penyerap gelombang radar ini memiliki kemampuan untuk mereduksi radiasi pantul dari sumber radar. Reduksi radiasi yang rendah akan mengurangi efektivitas radar dalam menganalisis target. Material antiradar (*stealth material*) memiliki berbagai persyaratan, antara lain memiliki bentuk/sifat mekanik yang baik, ketebalan yang relatif rendah dalam orde mikrometer hingga mm, dan permitivitas serta permeabilitas yang sesuai dan disesuaikan dengan frekuensi sumber radar. Besaran permitivitas dan permeabilitas material adalah faktor penting, karena dapat digunakan sebagai optimalisasi kemampuan material dalam menyerap gelombang radar pada frekuensi yang dikehendaki.

Dalam penelitian ini dilakukan kajian dan pengembangan sarana uji *coating* antiradar tersebut. Hal-hal yang akan dikaji dan dikembangkan antara lain mencari ukuran ruangan yang optimal sesuai sarana yang ada saat ini, penggunaan standar-standar yang ada, serta pengujian menggunakan beberapa material yang telah dibuat.

## METODE PENELITIAN

### Metode Pengukuran *Shielding Effectiveness*

Sesuai dengan acuan MIL-STD-285 mengenai *Shielding Effectiveness*, atenuasi merupakan perbandingan daya yang diterima di sisi berlawanan dari selubung (*shield*) ketika selubung tersebut terkena paparan radiasi elektromagnetik. Atenuasi juga dapat dijelaskan sebagai *figure of merit* untuk mendesain efektivitas selubung elektromagnetik. Nilai atenuasi diekspresikan dalam nilai desibel.

Pengukuran tegangan per rasio daya dilakukan dengan mengukur daya yang diterima akibat gelombang elektromagnetik yang diterima, dan diekspresikan dengan nilai desibel. Ketika impedansi gelombang memiliki nilai yang identik antara  $E_1$  dan  $E_2$  untuk mengukur intensitas medan listrik, maka intensitas tersebut dapat diekspresikan dalam persamaan (1) sebagai berikut.

$$\text{Attenuation}(db) = 20 \log \frac{E_1}{E_2} \quad (1)$$

Diasumsikan bahwa impedansi gelombang akan memiliki nilai yang identik dan metode perbandingan ini dapat digunakan untuk meyakinkan bahwa hasil pengukuran yang dilakukan adalah benar.

### Metode Pengukuran *Absorber*

*Absorber* elektromagnetik merupakan sebuah material yang dapat menyerap gelombang elektromagnetik. Dalam hal ini, penyerapan terjadi dalam artian gelombang elektromagnetik terpantulkan di dalam *absorber* yang memiliki banyak pori sehingga gelombang tersebut bertransformasi menjadi energi lain. Fungsi dari pelapisan *absorber* dalam *full anechoic chamber* adalah sebagai penahan gelombang elektromagnetik di dalam *chamber* sehingga kondisi pengukuran menjadi ideal. Dalam hal ini, yang dimaksud ideal adalah tidak ada gelombang elektromagnetik yang kembali ke sumber sinyal di dalam ruangan, sehingga yang terukur benar-benar dari alat yang tengah diukur, dan bukan pantulan atau penguatan dari pantulan tersebut.

Adapun standar *absorber* yang dapat digunakan untuk kepentingan militer harus memenuhi ketentuan yang diatur dalam MIL-

STD-461E yang dibuat oleh *Departement of Defense* Amerika Serikat. Dalam sub-bab ini akan dibahas mengenai metode pengukuran material *absorber* dengan mengikuti standar tersebut.

### Perangkat Uji RCS

Perangkat pengukuran RCS pada sistem radar menggunakan *far field chamber* dengan sistem gelombang radar *continues wave* (CW). Pada model, perangkat uji RCS ini dikembangkan dengan dua buah antena sebagai *transmitter* dan *receiver* yang dapat dikonstruksi sebagai radar monostatis dan bistatis. Untuk radar monostatis, antara *receiver* dengan transmiter diposisikan dengan sudut hampir  $0^\circ$ , sedangkan untuk radar bistatis dapat diposisikan hingga  $156^\circ$ .

Perangkat posisi sampel uji dikontrol dengan *compact table* CT 0800 berdiameter 800 mm dan kemampuan menahan beban hingga 75 kg. *Compact table* dilengkapi dengan sistem kontrol komputer berkecepatan 0,5–2,0 rpm dengan akurasi  $1^\circ$  dan rotasi sudut  $\pm 200^\circ$ .

Sistem transmisi dan *receiver* antena berbentuk *horn* diagonal dengan panjang 8 cm dan lebar 10 cm untuk mentransmisikan gelombang X band (8–12 GHz) dengan sistem direksional. Gelombang radar dihasilkan dari perangkat *network analyser* dengan gelombang kontinu dan daya maksimum 12 dB yang dikirim ke antena transmisi.

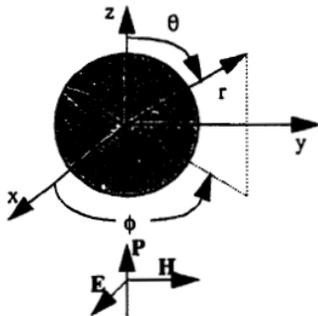
Perangkat pengukuran RCS dikontrol secara otomatis menggunakan komputer dengan *software* yang dikembangkan oleh MARS *system*. *Software* RCS mampu menunjukkan frekuensi respons dan *time domain*. Pengukuran dilakukan dengan parameter elevasi dan azimuth hingga  $360^\circ$ .

Satu permasalahan penting dalam pengukuran terkait dengan *software* untuk kalibrasi. Pada kalibrasi standar digunakan bola dengan berbagai diameter, mulai dari 5 cm hingga 30 cm. Perangkat kalibrasi juga menggunakan berbagai model, seperti plat, silinder, serta *cone*.

### Kalibrasi dengan Bola

Bola konduktor sempurna yang terbuat dari bahan aluminium atau tembaga biasanya dijadikan target standar. Bentuk geometri bola merupakan bentuk yang paling sederhana sehingga dapat ditentukan secara pasti. Kajian mendalam tentang permasalahan standar hamburan dari bentuk bola

sangat penting dilakukan karena gelombang bidang yang menghambur secara seragam pada permukaan bola yang merambat pada bidang z selalu terpolarisasi pada arah x sebagaimana ditunjukkan dalam gambar 1.



Gambar 1. Arah polarisasi hamburan medan elektromagnetik pada target berbentuk bola

Sistem kalibrasi akan dapat memberi kuantitas RCS, juga dapat memberi gambaran nyata tentang daya yang diterima oleh receiver antena. Permasalahan daya receiver adalah sesuatu yang sangat kompleks, menyangkut perhitungan nilai RCS dalam satuan dBsm dengan fase dan frekuensi gelombang radar yang digunakan. Besarnya medan listrik dari sumber ditunjukkan oleh persamaan (2) dan persamaan (3) berikut ini.

$$E^i = a_x E^i = a_x E_0 e^{j\beta z} \quad (2)$$

$$E^i = a_x E_0 e^{j\beta z} = a_x E_0 e^{j\beta r \cos \theta} \quad (3)$$

Dengan  $a_x$  sebagai vector pointing pada arah x, dan  $\lambda$  sebagai panjang gelombang dari radiasi yang datang. Pada kasus monostatis RCS, bila jari-jari bola adalah  $a$ , maka dari besarnya RCS sesuai dengan persamaan (3) didapat persamaan (4).

$$\sigma \equiv 4\pi r^2 \left( \frac{E_s}{S_i} \right)^2 \quad (4)$$

$$\sigma = \frac{\lambda^2}{4\pi} \left| \sum \frac{(-1)^n (2n+1)}{d/d\beta a} (H_n^2(\beta a) H_n^2(\beta a)) \right|^2 \quad (5)$$

Dengan  $H_n(\beta a)$  merupakan fungsi Hankel,

di mana:

$$H_n^2(\beta a) = J_n(\beta a) + Y_n(\beta a) \quad (6)$$

Dengan  $J_n$  dan  $Y_n$  sebagai fungsi Bessel untuk bola pada orde kedua, sehingga untuk kasus yang nilai jari-jarinya relatif kecil diperoleh nilai:

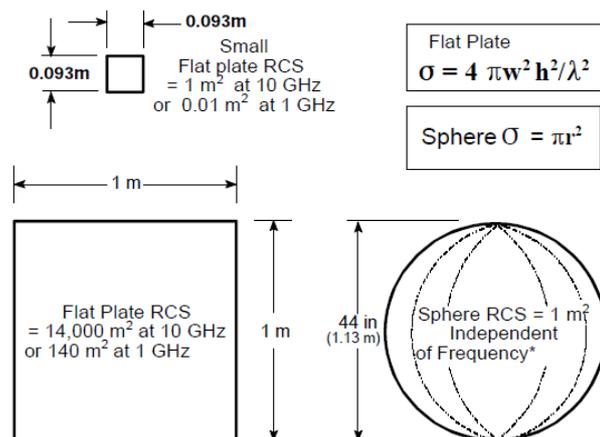
$$\sigma = 9\pi a^2 \left( \frac{2\pi a}{\lambda} \right)^2 \quad (7)$$

Untuk jari-jari bola yang cukup besar didekati dengan nilai:

$$\sigma = \pi a^2 \quad (8)$$

Persamaan di atas akan berlaku bila  $2\pi a/\lambda < 1$ , sedangkan untuk kasus jari-jari bola  $1 < 2\pi a/\lambda < 10$  dan untuk nilai  $2\pi a/\lambda > 10$  dapat digunakan perumusan.

Pada kasus bola, polarisasi yang dihasilkan dari radiasi radar datang dan terhambur memiliki nilai polarisasi yang sama. Artinya, cross polarisasi dari sinar datang yang ditransmisikan radar dan radiasi hambur akan bernilai nol karena arah perambatan radiasi datang dan radiasi hambur berlawanan.



Gambar 2. Ilustrasi perhitungan RCS target bola.

Dari Gambar 2 terlihat bahwa berdasarkan kalkulasi matematis, sebuah bola dengan ukuran diameter 1,13 m akan memiliki nilai RCS sebesar 1 m<sup>2</sup> dan tidak bergantung pada frekuensi sumber radar. Akan tetapi, sebuah plat dengan ukuran

1 m<sup>2</sup> akan memiliki nilai RCS sebesar 140 m<sup>2</sup> apabila dilihat dengan radar pada frekuensi 1 GHz, dan akan memiliki nilai RCS sebesar 14.000 m<sup>2</sup> bila dilihat dengan radar berfrekuensi 10 GHz. Hubungan tersebut menjelaskan bahwa semakin besar frekuensi yang digunakan, maka benda dengan luas penampang geometri yang sama akan dapat mempresentasikan nilai RCS yang berbeda-beda.

Dengan mengetahui nilai RCS hasil pengukuran sebagai target standar  $\sigma_s$  dan  $\sigma_{rT}$  maka dengan metode *far field* dapat dihitung nilai eksak dari RCS target, yaitu dengan menggunakan kriteria yang sama dari standar maupun target menyangkut nilai *range*, frekuensi, serta daya transmisi. Penyelesaian persamaan (9) dapat digunakan untuk menentukan besarnya RCS target.

$$\frac{P_{rT} (4\pi)^3 r^4}{\sigma_T \lambda^2 G^2} = \frac{P_S (4\pi)^3 r^4}{\sigma_S \lambda^2 G^2} \quad (9)$$

Sehingga

$$\sigma_T = \left( \frac{P_{rT}}{P_{S_i}} \right) \sigma_S \quad (10)$$

Nilai RCS dari bola dapat digunakan sebagai faktor pembanding terhadap nilai RCS dari target untuk sembarang frekuensi, tetapi nilai eksak dari RCS harus juga diperhitungkan terhadap besarnya kuantitas *background* dari bola standar, *background* dari target, dan nilai *background* dari target dan standar. Dengan demikian, persamaan (10) dapat dikoreksi dengan:

$$P_{rT} = P_T - P_{TB} \quad (11)$$

dan

$$P_{rS} = P_B - P_{sB} \quad (12)$$

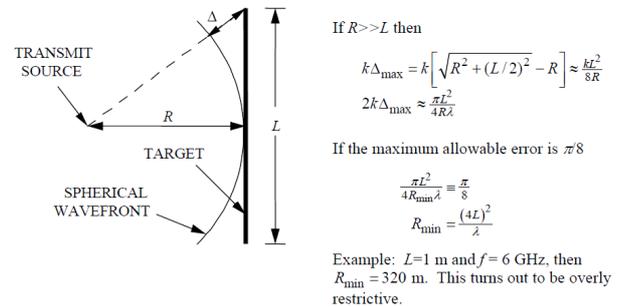
Dengan  $P_{rT}$  sebagai daya target,  $P_T$  dan  $P_{TB}$  masing-masing sebagai target *background*,  $P_{rS}$  sebagai bola kalibrator sedangkan  $P_S$  dan  $P_{sB}$  masing-masing sebagai daya bola dan daya bola *background*. Dari kedua persamaan di atas dapat dirumuskan secara sederhana nilai RCS dari

target yang menggunakan pengukuran di dalam ruang *chamber* dalam bentuk:

$$\sigma_T = \left( \frac{P_T - P_B}{P_S - P_B} \right) \sigma_S \quad (13)$$

Di samping kalibrasi sumber radiasi terhadap target, dalam pengukuran RCS target juga harus diperhatikan pola gelombang radar yang digunakan. Pola gelombang transmisi radar yang sesungguhnya berbentuk *radial wave* akan mempersulit, sehingga untuk beberapa kasus, dalam pengukuran di dalam *chamber* diperlukan adanya berbagai pendekatan, mengingat bentuk *plane wave* yang sebenarnya tidak pernah dijumpai dalam penjalaran gelombang.

Untuk meminimalkan kesalahan dalam pengukuran, pengukuran dilakukan dengan jarak *down range target zone* yang dapat diturunkan dari jarak minimum antara target dengan antena transmiter dengan tingkat kesalahan kurang dari 1 dB.



Gambar 3. Ilustrasi perhitungan *down range*.

Dengan  $R_{\min}$  sebagai jarak minimum target terhadap antena transmiter dan  $L$  ukuran dari target. Untuk meminimalkan tingkat kesalahan, pengukuran dilakukan dengan *time gate* pada *receiver*. Artinya, hanya sinyal-sinyal yang ada dalam *time gate* yang digunakan. *Time gate* dapat disetarakan dengan melihat ukuran sampel (*cross range*). Hasil rancang bangun pada nilai  $R$  sebesar 1,54 cm dengan hasil perhitungan *cross range* untuk frekuensi 300 KHz hingga 18 GHz dapat ditunjukkan dalam gambar 3.

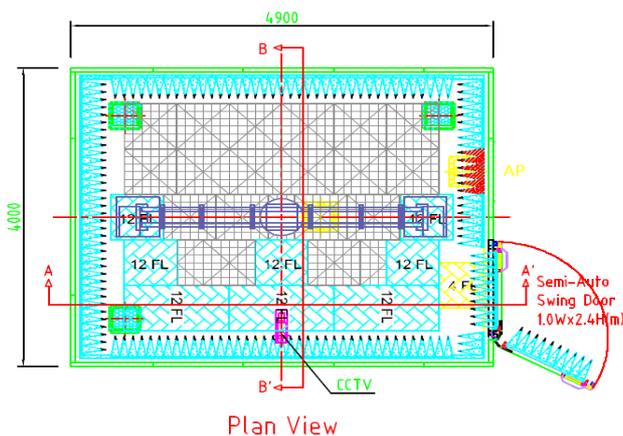
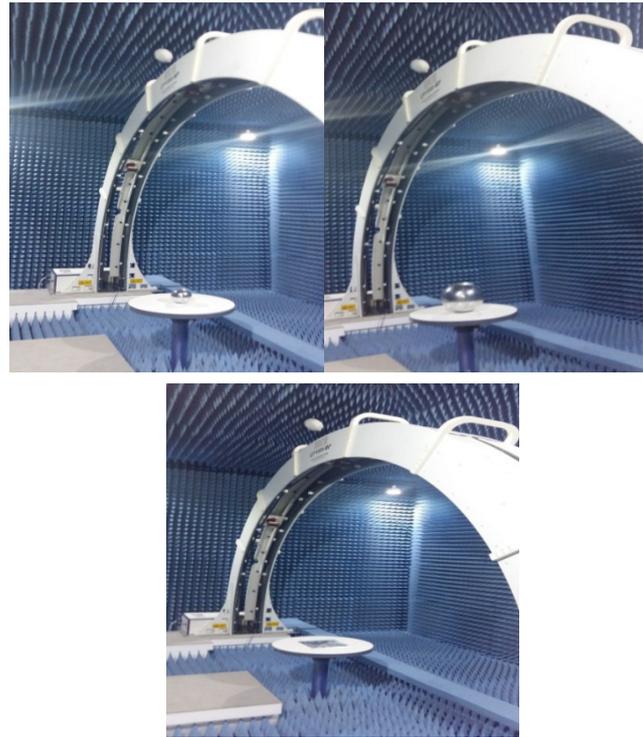
Dengan menggunakan target berbentuk plat untuk frekuensi radar X-band (8,2–12,4 GHz) dapat dihitung *cross range*  $R$ . Untuk jarak  $R$  sebesar 1,56 m sesuai rancang bangun diperoleh

nilai L pada kisaran 12,18 cm (untuk frekuensi 8,2 GHz) hingga 19,67 cm (untuk frekuensi 12,4 GHz).

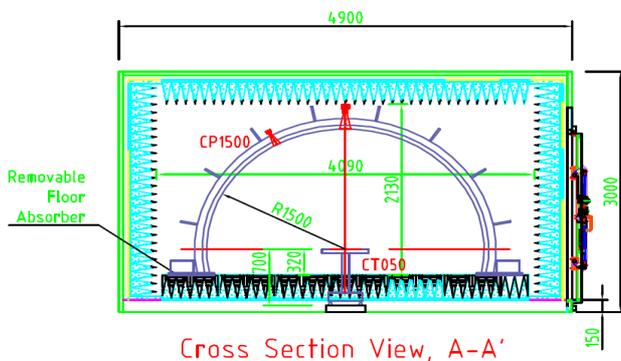
**Desain Chamber**

Dimensi *chamber* adalah 4 m x 5 m dengan ketinggian 3 m dan dilengkapi dengan *positioner* berbentuk setengah lingkaran berjari-jari 1,5 m. Pada semua sisi dinding dibuat *pyramidal absorber* dengan panjang 400 mm dan dimensi dasar 12 x 12 cm<sup>2</sup>. Pada langit-langit dan pedestal bentuk *absorber* menggunakan dimensi dan bentuk yang berbeda untuk mengurangi refleksi pada ruang *chamber*. *Pyramidal absorber* menggunakan Eccosorb VHP-2 yang mampu menyerap radiasi radar antara 1–24 GHz sebesar -70 dB dan bekerja pada temperatur hingga 90° Celcius.

**Kalibrasi RCS**



Gambar 4a. Tampak atas desain *anechoic chamber*.



Gambar 4b. Tampak samping desain *anechoic chamber*.

Gambar 5. Proses kalibrasi dengan berbagai bentuk target kalibrasi.

Pada pengukuran *time domain* yang ditunjukkan dalam Gambar 6 terlihat tiga puncak intensitas yang berasal dari refleksi *horn*, sampel, dan refleksi dari material uji. Ketiga puncak refleksi dapat digunakan untuk menentukan jarak posisi sampel terhadap transmitter. Ketiga masalah *time domain* dapat digunakan sebagai penentuan awal titik kehadiran dari sinyal di dalam *chamber* untuk kasus monostatis. Pada pengukuran 8–12,4 GHz, *bandwide* 4,4 Ghz digunakan untuk mengukur dengan antenna *horn* yang diatur pada polarisasi vertikal. Pada hasil pengukuran *chamber* tanpa melibatkan target terlihat bahwa *chamber* memiliki kemampuan refleksi hingga kurang dari -75 dB. Hal ini cukup sesuai untuk menghasilkan pengukuran yang cukup presisi.

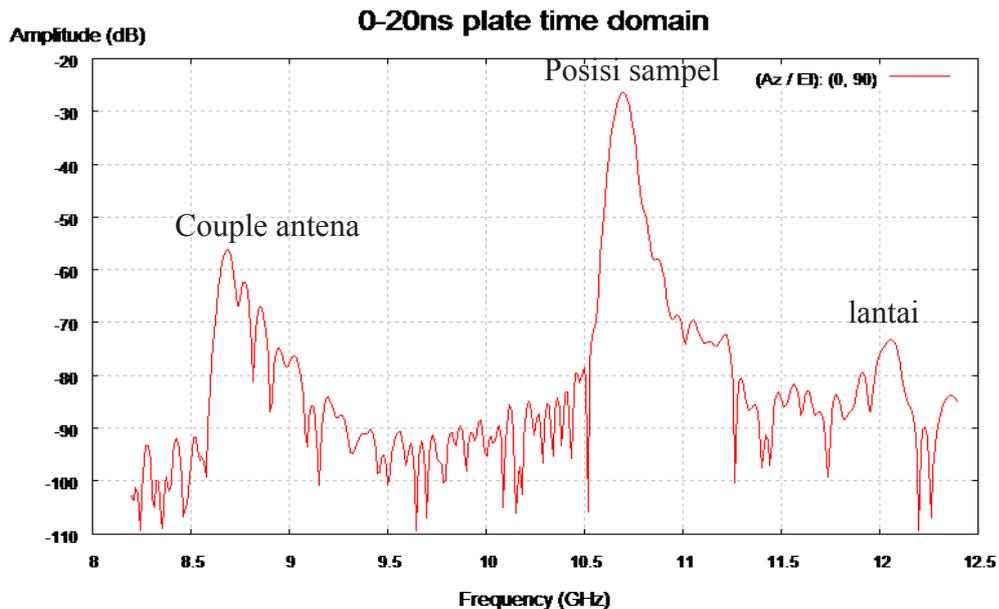
Sinyal yang dominan pada *chamber* terletak pada *coupling* antenna dan target, seperti ditunjukkan dalam Gambar 6. Adapun refleksi dari *chamber* relatif rendah karena adanya *radar absorbing material* (RAM). Untuk menentukan RCS dari target diperlukan sistem *gating* yang dapat dilakukan secara otomatis menggunakan *time domain software* yang diletakkan dalam VNA. Setelah *gating* dapat dilakukan dengan sempurna, maka jarak absolut target terhadap

antena dapat diketahui dengan baik. Meskipun hal ini dapat diprediksi dengan menentukan posisi absolutnya.

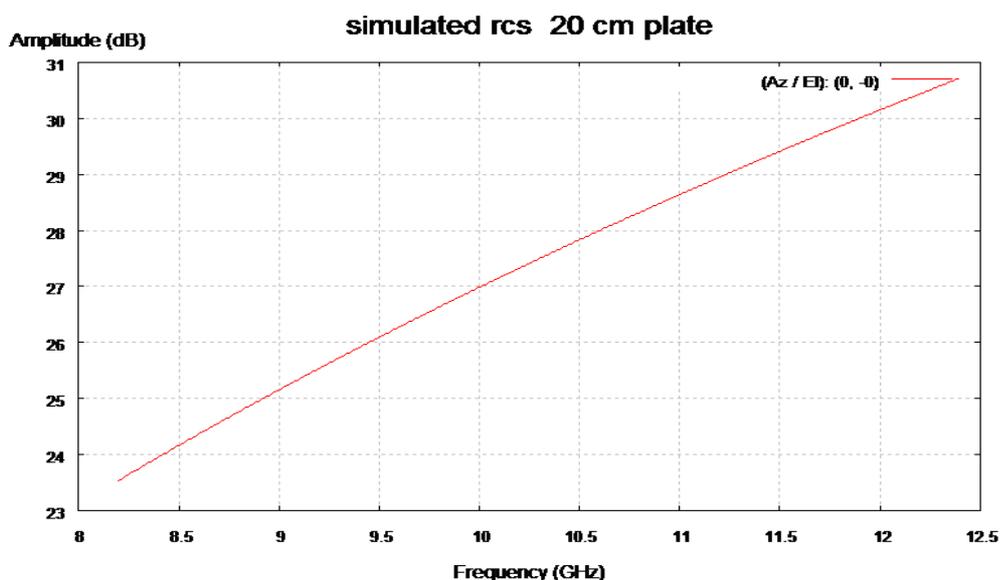
VNA L memiliki beberapa *string* instrumen yang dapat menentukan pola, baik untuk monostatis, pseudomonostatis, maupun bistatis, termasuk skala dalam  $S_{11}$  frekuensi *range* dan sistem *gating*. Sistem pelebaran *gating* dapat digunakan untuk menentukan posisi target secara

akurat.

Prediksi dari bentuk pengukuran dalam penelitian RCS dalam *chamber* menggunakan bola dan plat sebagai kalibrator. Antena *transmitter* dan *receiver* berada dalam bidang X-Y, sementara target terletak tegak lurus terhadap bidang tersebut. Posisi sumbu X dan sumbu Y terletak pada sudut  $0^0$  seperti diperlihatkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Posisi penempatan target terhadap *receiver* dan antena *transmitter*.



Gambar 7. Hasil pengukuran RCS dari berbagai bentuk sampel akan dibandingkan dengan hasil simulasi yang dikembangkan oleh DAMs.

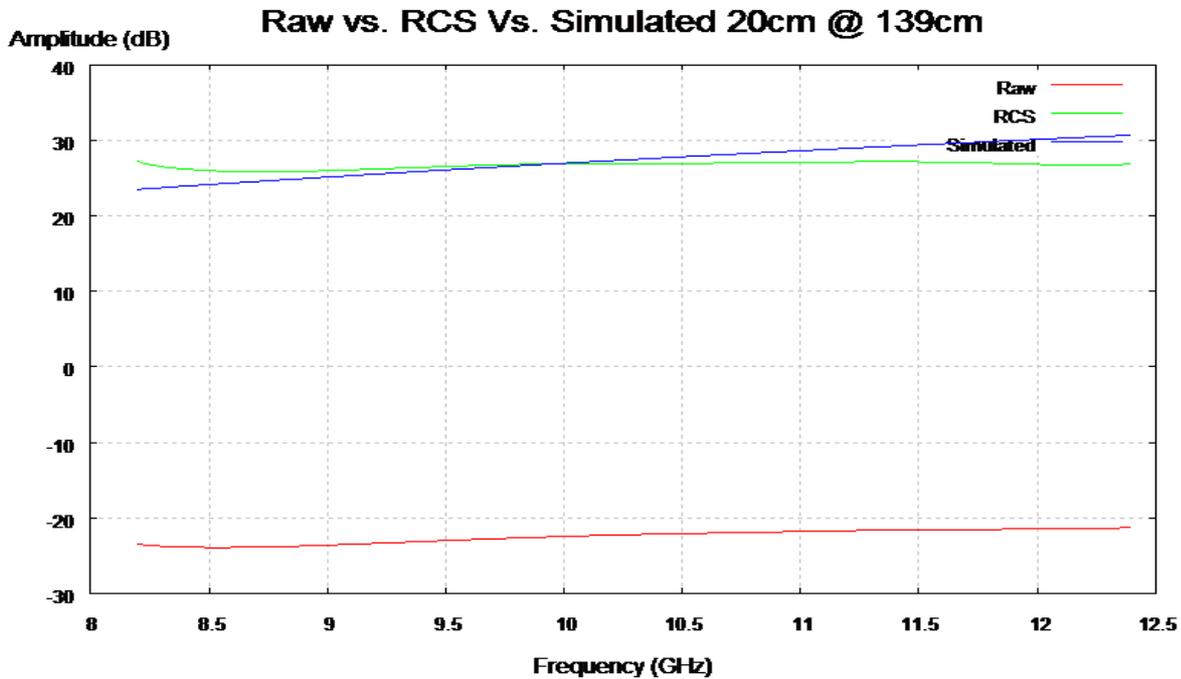
Seperti telah dijelaskan sebelumnya, program komputer DAMs dapat digunakan untuk

menentukan RCS dari bentuk bola dan plat bujur sangkar. Dalam percobaan awal digunakan bola dengan ukuran diameter 20 cm. Hasil simulasi

diperbandingkan dengan nilai kalkulasi terukur. Hasil pengukuran RCS bola diperlihatkan pada Gambar 8.

Dari Gambar 8 terlihat bahwa RCS hasil

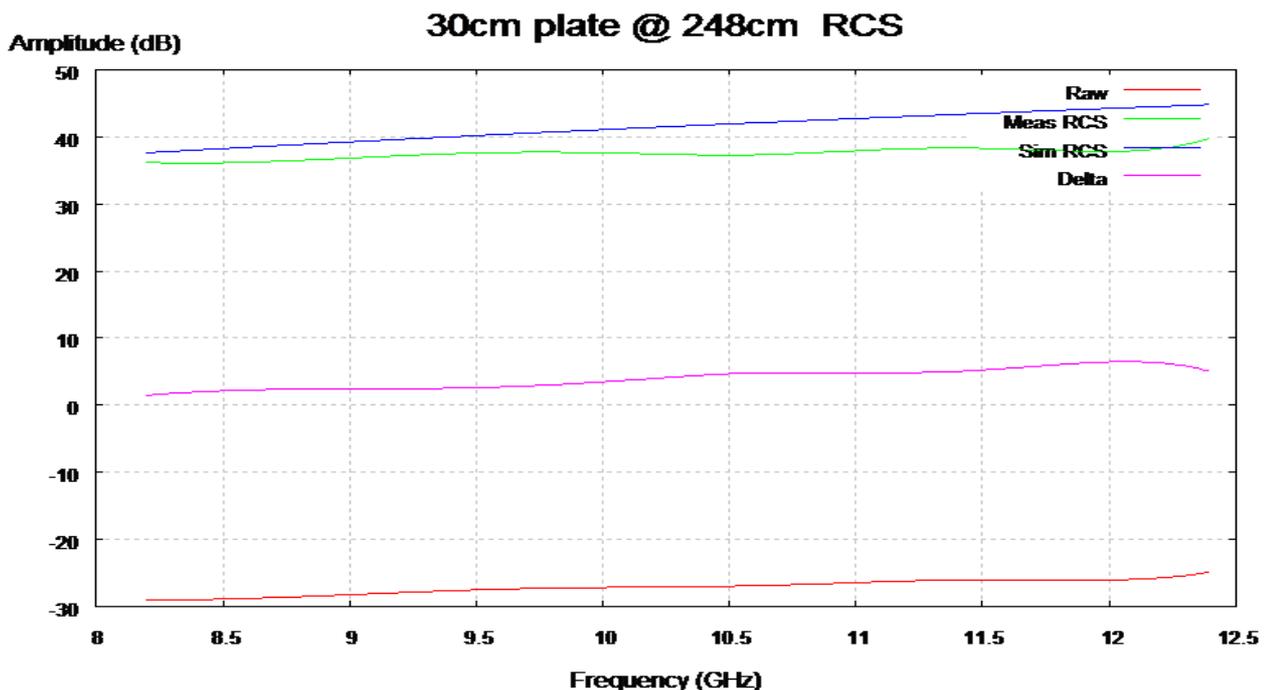
pengukuran dan hasil simulasi memiliki nilai yang saling mendekati. Error yang terjadi dari hasil perbandingan ini sangat kecil, yaitu rata-rata di bawah -20 dB.



Gambar 8. Grafik perbandingan RCS hasil pengukuran dan simulasi dengan target bola 20 cm.

Gambar 9 menunjukkan hasil perbandingan nilai RCS hasil pengukuran dan hasil simulasi, dengan target berupa plat dengan ukuran 30 x 30 cm<sup>2</sup>. Dari Gambar 9 terlihat bahwa hasil

pengukuran dan hasil simulasi memiliki nilai yang saling mendekati. Perbedaan yang terjadi antara kedua pengukuran tersebut di bawah -30 dB.



Gambar 9. Grafik perbandingan hasil pengukuran RCS dan simulasi RCS.

### Pengukuran Material Coating

Gambar 10 menunjukkan hasil dari pengukuran target kubus yang di-coating dengan ketebalan yang berbeda antara target satu dengan target yang lain. Dari hasil pengukuran terlihat

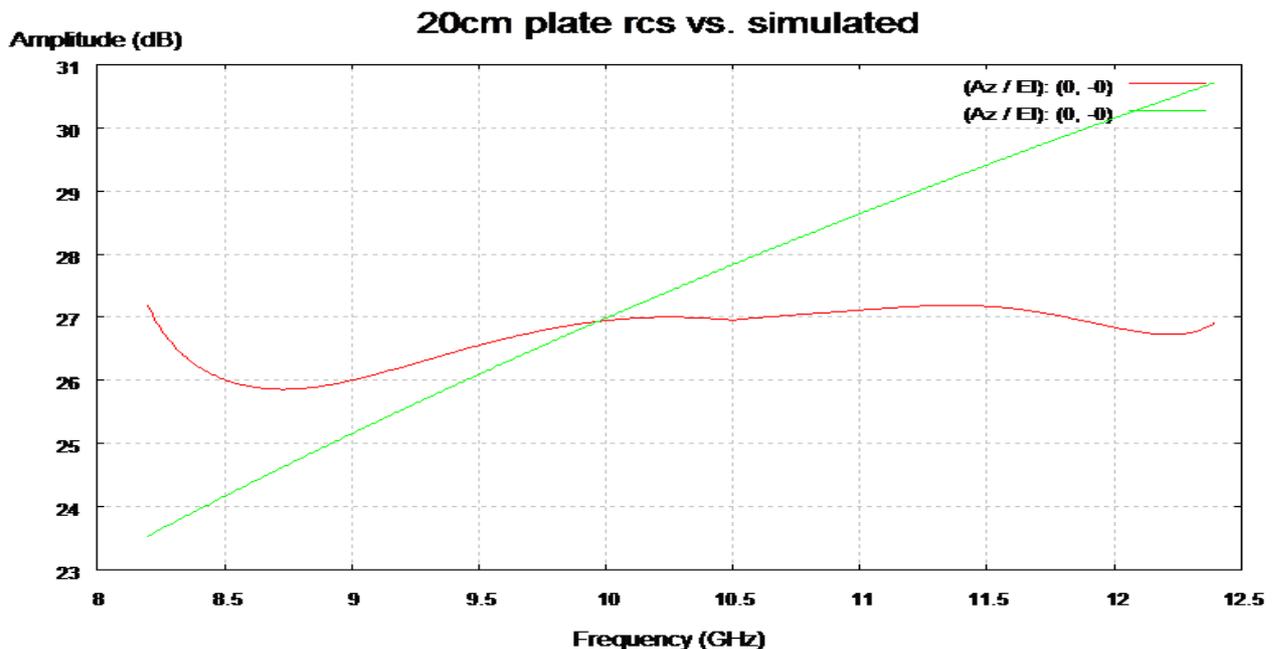
jelas bahwa target yang dilapisi material coating antiradar lebih tebal memiliki nilai RCS yang lebih rendah. Artinya, material tersebut bekerja sebagaimana mestinya, yaitu mengurangi nilai RCS suatu benda.



Gambar 10. Perbandingan pengukuran RCS target yang di-coating dengan target yang tidak di-coating.

Gambar 11 menunjukkan grafik perbandingan antara hasil pengukuran RCS dengan hasil simulasi. Target yang diuji berupa plat dengan ukuran 20 x 20 cm<sup>2</sup> yang tidak dilapisi material coating antiradar. Dari grafik terlihat bahwa hasil

kedua pengukuran tersebut memiliki tren yang sama, meskipun terdapat beberapa perbedaan hasil. Hasil yang sama terjadi pada frekuensi 10 GHz, yaitu memiliki amplitudo sebesar 27 dB.

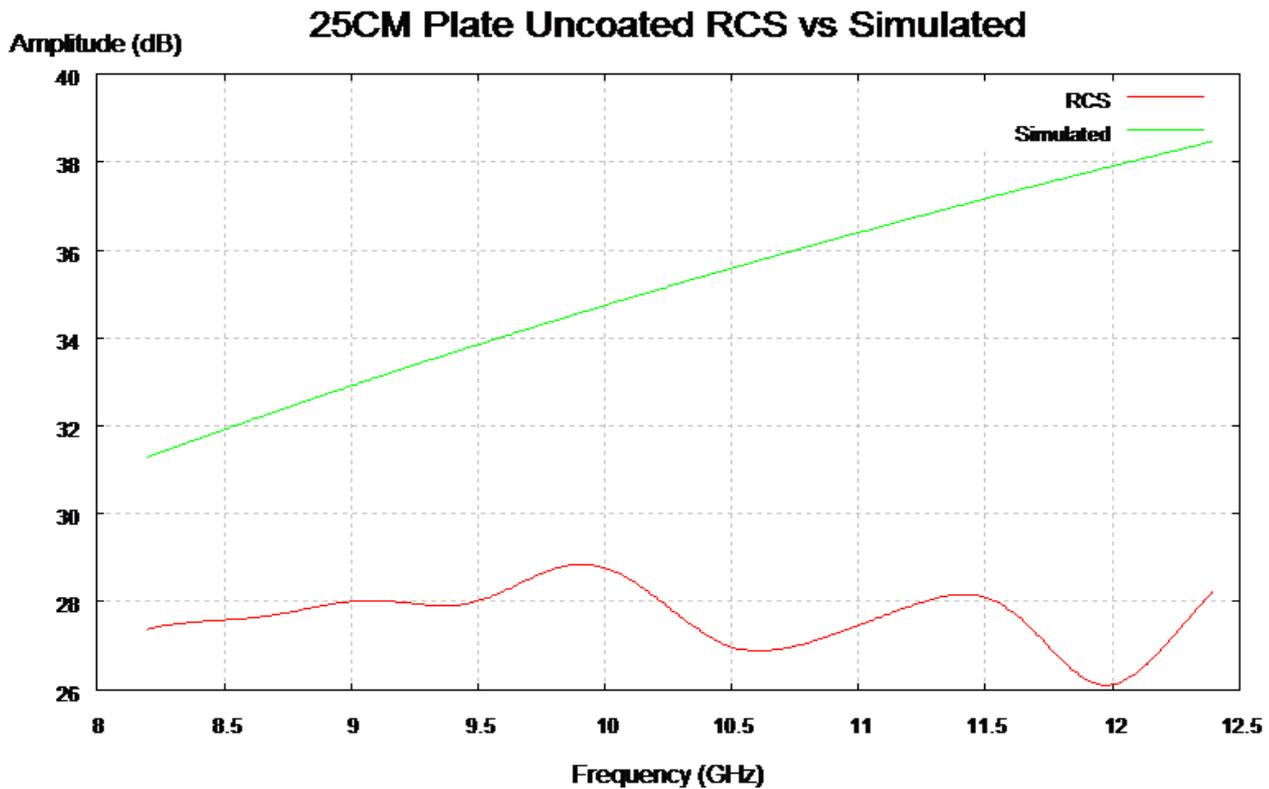


Gambar 11. Perbandingan pengukuran RCS dan simulasi plat 20 x 20 cm<sup>2</sup> yang tidak di-coating.

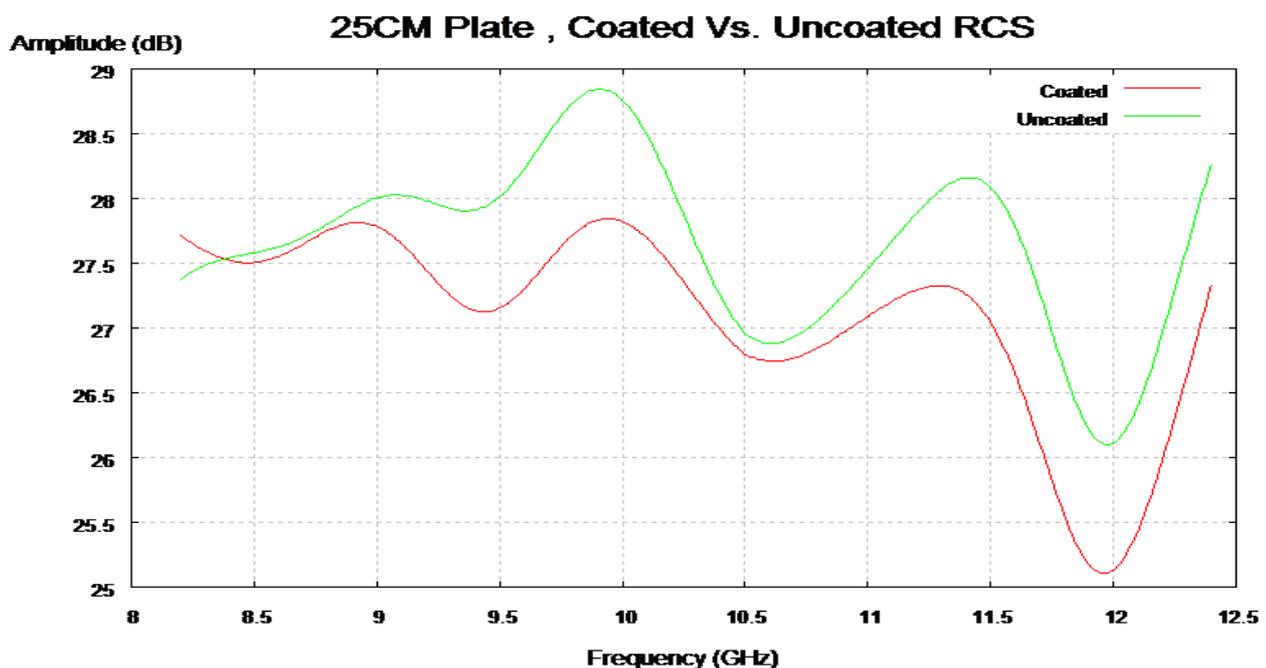
Gambar 12 menunjukkan grafik perbandingan antara hasil pengukuran RCS dengan hasil simulasi. Target yang diuji berupa plat dengan ukuran 20 x 20 cm<sup>2</sup> yang dilapisi material *coating* antiradar. Dari grafik terlihat bahwa hasil kedua pengukuran tersebut memiliki tren yang sama, meskipun terdapat beberapa perbedaan hasil.

pengukuran target kubus yang di-*coating* dan target kubus yang tidak di-*coating*. Dari hasil pengukuran terlihat jelas bahwa target yang dilapisi material *coating* antiradar memiliki nilai RCS yang lebih rendah. Artinya, material tersebut bekerja sebagaimana mestinya, yaitu mengurangi nilai RCS suatu benda. Perbedaan ketebalan yang dilakukan adalah 0,1 mm dan 1,75 mm.

Gambar 13 menunjukkan hasil dari



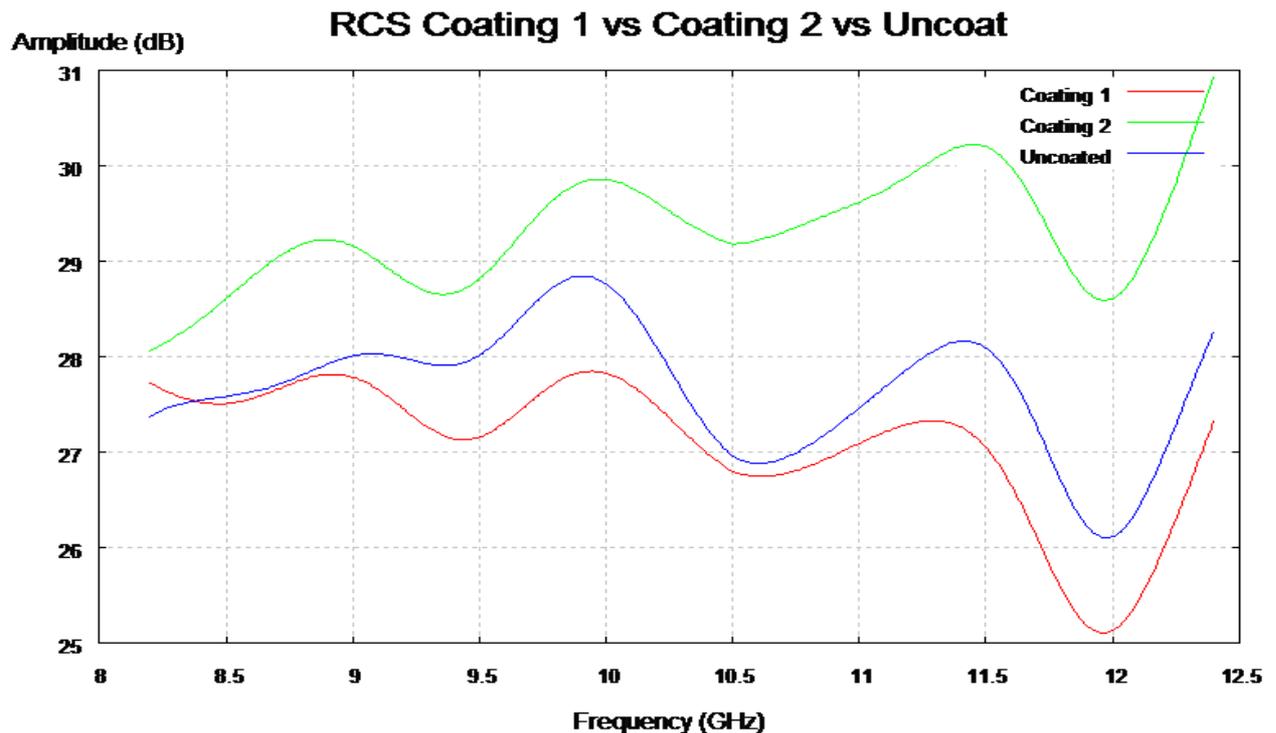
Gambar 12. Perbandingan RCS hasil pengukuran dengan simulasi. Target *plat* yang di-*coating*.



Gambar 13. Perbandingan pengukuran RCS yang di-*coating* dan yang tidak di-*coating*.

Gambar 14 menunjukkan hasil lebih lanjut pengukuran RCS target lain yang di-coating dengan material antiradar dengan ketebalan yang berbeda, yaitu 2 mm, 3 mm, dan 4 mm. Gambar 14 menunjukkan bahwa ketebalan coating pada permukaan plat besi memengaruhi serapan elektromagnetik coating tersebut. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa untuk mendapat serapan elektromagnetik yang maksimal, maka dibuat lapisan antiradar setebal

tersebut. Namun, dalam aplikasinya hal ini tidak mungkin dilakukan, karena jika lapisan coating antiradar pada bodi ranpur sangat tebal, maka ranpur tersebut akan menjadi sangat berat dan berkurang kemampuan manuvernya. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai ketebalan coating yang paling efisien untuk dapat diaplikasikan pada badan ranpur tanpa mengurangi kemampuan manuver ranpur tersebut.



Gambar 14. Hasil pengukuran material dengan ketebalan coating yang berbeda: 2 mm, 3 mm, dan 4 mm.

## KESIMPULAN

Telah berhasil dilakukan rancang bangun sarana uji coating antiradar berupa *anechoic chamber* dengan ukuran lebar 4 m, panjang 5 m, dan 3 m. *Anechoic chamber* yang dibuat dirancang khusus untuk dapat bekerja optimal pada rentang frekuensi X-band (8,2–12,4 GHz). Akan tetapi, tidak menutup kemungkinan untuk dilakukan pengukuran di luar rentang tersebut, mengingat VNA yang digunakan dapat melakukan pengukuran pada rentang 300 KHz–18 GHz. Dari hasil pengujian sampel di dalam *anechoic chamber*, diketahui bahwa perangkat uji RCS tersebut dapat menguji berbagai bentuk model sampel dengan ukuran pada kisaran 5,2 cm hingga 70,2 cm dan akurasi hingga 98%.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Watts, S. (1987). Radar detection prediction in K-distributed sea clutter and thermal noise. *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems* AES-23, pp. 40-45.
2. Chai, S. J., Tong, Z. X., Wang, C. Z. (2014). A study of method on evaluation of aircraft's IR image stealth effectiveness. *Advanced Materials Research* 926-930, pp. 1651-1655.
3. Wang, Xia & Chen, Hua-chu. (2008) Algorithm of infrared signature of aeroplane along the line of sight. *Journal of Atmospheric and Environmental Optic* 03.



**MEMPERKOKOH KEARIFAN LOKAL GUNA MENGHADAPI  
ANCAMAN NIRMILITER DI KECAMATAN JAGAKARSA,  
JAKARTA SELATAN**

***STRENGTHENING LOCAL WISDOM IN ORDER TO FACE NON-MILITARY THREAT  
IN JAGAKARSA DISTRICT, SOUTH JAKARTA***

Alimisna dan Daryono  
Puslitbang Strahan Balitbang Kemhan  
Jl. Jati No.1, Pondok Labu Jakarta  
misna@gmail.com; daryono78@yahoo.co.id

**ABSTRAK**

*Penelitian ini meriset potensi penguatan kearifan lokal Betawi di salah satu wilayah cagar budaya. Jakarta merupakan kota yang heterogen dan masyarakatnya kekurangan kesadaran melestarikan budaya lokal. Ini dapat berkonsekuensi pada terkikisnya rasa persatuan dan belum optimalnya pengelolaan budaya lokal sebagai kekuatan pertahanan nirmiliter. Teori yang digunakan dalam penelitian ini adalah teori antropologi Koentjaraningrat dan teori tradisional oleh Suwarsono. Penelitian ini menggunakan metode penelitian kualitatif dan analisis deskriptif untuk menentukan permasalahan yang menonjol. Adapun informan yang terlibat dalam penelitian ini adalah instansi yang terkait dengan masyarakat yang kami temui di wilayah Kecamatan Jagakarsa yang diambil secara acak. Hasil analisis data yang diperoleh menunjukkan bahwa potensi kearifan lokal sosial budaya masyarakat Setu Babakan berupa gotong-royong, toleransi, musyawarah masih ada tetapi sudah tidak utuh dan upaya-upaya memperkokoh kearifan lokal sebagai guna menghadapi ancaman nirmiliter perlu dilaksanakan melalui acara daur hidup, pariwisata, kurikulum pendidikan dan kegiatan kesenian.*

**Kata kunci:** kearifan lokal, ancaman nirmiliter

**ABSTRACT**

*This research will explore the potency of strengthening the local socio-cultural wisdom as a resource to envisage the non-military threat in the Jagakarsa District, South Jakarta. Jakarta represents a heterogeneous city and its society lacking in awareness to preserve the local culture. This would lead to erosion on the feeling of unity and the inadequacy of local culture utilization as nonmilitary defensive force. The theory used in this research is the anthropological theory from Koentjaraningrat and traditional theory from Suwarsono. This research utilized qualitative research method and descriptive analysis to determine the obtrusive problem. The informants involved in this research are the institutions pertained to the society we encountered in District of Jagakarsa which we obtain through random sampling. The analysis of the obtained data indicates the local wisdom potential of Setu Babakan society still holds in the form of gotong-royong, tolerance, musyawarah but already not whole and the efforts to uphold the local wisdom as the means to face nonmilitary threat has to be initiated through the ritual of life cycle, tourism, education curriculum and activity of artistry.*

**Keywords:** local wisdom; nonmilitary threat

**PENDAHULUAN**

Indonesia merupakan negara yang sangat kaya akan keanekaragaman budaya, etnis, suku dan ras. Terdapat kurang-lebih 389 suku bangsa yang memiliki adat-istiadat, bahasa, tata nilai dan budaya yang berbeda-beda satu dengan yang lainnya di Indonesia. Adat-istiadat, tata nilai dan budaya tersebut antara lain mengatur beberapa aspek kehidupan seperti: hubungan

sosial kemasyarakatan, ritual peribadatan, kepercayaan, mitos-mitos dan sanksi adat yang berlaku di lingkungan masyarakat adat bersangkutan. Keanekaragaman budaya daerah tersebut merupakan potensi sosial yang dapat membentuk karakter dan citra budaya tersendiri masing-masing daerah.

Budaya yang sudah ada ini memuat kearifan lokal suatu masyarakat yang tercermin dalam sikap, perilaku, dan cara pandang yang dapat

mengembangkan potensi dan sumber daya lokal menjadi kekuatan mewujudkan perubahan ke arah yang lebih baik. Oleh karena itu, nilai kearifan yang positif dan sesuai dengan masa sekarang sepatutnya dijadikan nilai pegangan generasi penerus agar mampu menciptakan kesejahteraan dan kedamaian dalam masyarakatnya.

Selain berwujud fisik dan visual, keanekaragaman budaya, sosial kemasyarakatan yang terkandung di dalam kearifan lokal umumnya bersifat verbal dan tidak sepenuhnya terdokumentasi dengan baik. Untuk itu, perlu dikembangkan suatu bentuk manajemen pengetahuan (*knowledge management*) terhadap berbagai jenis kearifan lokal tersebut agar dapat digunakan sebagai acuan dalam proses perencanaan dan perancangan kebijakan yang berkelanjutan. Oleh karena itu, tulisan ini akan membahas tentang bagaimana memperkuat kearifan lokal guna menghadapi ancaman nirmiliter.

#### TINJAUAN PUSTAKA

1. Kearifan lokal. Kearifan lokal merupakan unsur tradisi-budaya masyarakat suatu bangsa yang menjadi bagian-bagian tatanan fisik bangunan dan kawasan dalam geografi kenusantaraan sebuah bangsa. Menurut Rahyono (2009:7), kearifan lokal merupakan kecerdasan manusia yang dimiliki oleh kelompok etnis tertentu yang diperoleh melalui pengalaman. Artinya, kearifan lokal adalah produk masyarakat tertentu yang diperoleh dari pengalaman mereka yang belum tentu dialami masyarakat lain. Nilai-nilai yang sudah melalui perjalanan panjang tersebut akan melekat sangat kuat pada masyarakat bersangkutan sepanjang keberadaannya. Selain itu, menurut Caroline Nyamai-Kisia (2010), kearifan budaya lokal adalah sumber pengetahuan yang diselenggarakan secara dinamis, berkembang dan diwariskan oleh populasi tertentu yang terintegrasi dengan pemahaman mereka terhadap alam dan budaya sekitarnya.  
 Dari definisi-definisi ini kita dapat memahami bahwa kearifan lokal adalah pengetahuan yang dikembangkan oleh para leluhur dalam menyiasati lingkungan hidup sekitar mereka. Mereka menjadikan pengetahuan itu sebagai bagian dari budaya
- dan meneruskannya ke generasi mendatang. Beberapa bentuk pengetahuan tradisional itu muncul lewat cerita-cerita, legenda-legenda, nyanyian-nyanyian, ritual-ritual, dan juga aturan atau hukum setempat.
2. Konsep pertahanan nirmiliter. Pertahanan nirmiliter adalah peran serta rakyat dan segenap sumber daya nasional dalam pertahanan negara, baik sebagai komponen cadangan dan komponen pendukung untuk menghadapi ancaman militer maupun berfungsi sebagai pertahanan sipil terhadap ancaman nirmiliter. Fungsi pertahanan nirmiliter yang diwujudkan dalam Komponen Cadangan dan Komponen Pendukung merupakan pelaksanaan dari Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2002 tentang Pertahanan Negara Pasal 7 Ayat (2).  
 Fungsi pertahanan sipil dalam menghadapi ancaman nirmiliter sebagaimana dimaksud UU No. 3 Tahun 2002 tentang Pertahanan Negara Pasal 7 Ayat (3) terdiri atas fungsi untuk penanganan bencana alam, operasi kemanusiaan, sosial budaya, ekonomi, psikologi pertahanan yang berkaitan dengan kesadaran bela negara, dan pengembangan teknologi. Fungsi-fungsi tersebut merupakan tanggung jawab instansi pemerintah di luar bidang pertahanan sesuai dengan jenis dan sifat ancaman yang dihadapi.
3. Ancaman nonmiliter/nirmiliter. Secara umum, ancaman nonmiliter memiliki dimensi penanganan yang berbeda dengan ancaman militer. Ketika negara menghadapi ancaman nirmiliter, sistem pertahanan negara disusun dalam lapis pertahanan nirmiliter. Langkah-langkah penanganan dengan pendekatan nirmiliter diambil dengan memberdayakan instrumen ideologi, politik, ekonomi, psikologi, sosial budaya, informasi dan teknologi serta hukum dan HAM. Inti pertahanan nirmiliter adalah pertahanan secara nonfisik yang tidak menggunakan senjata. Pertahanan nonmiliter diwujudkan dalam peran dan lingkup fungsi kementerian/ lembaga pemerintah nondepartemen (LPND) di luar bidang pertahanan melalui penyelenggaraan pembangunan nasional sesuai dengan bidangnya masing-masing.
4. Sistem pertahanan negara yang dianut oleh

NKRI merupakan sistem pertahanan semesta yang melibatkan seluruh warga negara, wilayah, dan sumber daya nasional lainnya. Sistem pertahanan ini dipersiapkan secara dini oleh pemerintah dan diselenggarakan secara total, terpadu, terarah, dan berkelanjutan untuk menegakan kedaulatan negara, keutuhan wilayah dan keselamatan seluruh bangsa dari segala ancaman.

### METODE PENELITIAN

Permasalahan yang akan diteliti di sini bersifat sosial dan dinamis. Oleh karena itu, peneliti memilih menggunakan metode penelitian kualitatif untuk mencari, mengumpulkan, mengolah, dan menganalisis data. Objek penelitian adalah titik perhatian suatu riset. Dalam penelitian ini yang menjadi subjek penelitian adalah pemda, tokoh masyarakat, tokoh agama, pelajar dan masyarakat di wilayah Kecamatan Jagakarsa, Jakarta Selatan. Analisis data kualitatif, sebagaimana dijelaskan oleh Moleong (2007:248), dilakukan dengan bekerja, mengorganisasikan, memilah-milah data menjadi satuan yang dapat dikelola lalu menyintesiskannya, mencari dan menemukan pola, menemukan apa yang penting dan apa yang dipelajari, serta memutuskan apa yang dapat diceritakan kepada orang lain.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Potensi kearifan lokal yang ada di Setu Babakan Kecamatan Jagakarsa. Jakarta memiliki beragam keunikan. Sebagaimana yang kita ketahui, etnis Betawi merupakan percampuran dari beberapa etnis seperti Bugis, Hindu, Cina, Melayu, Arab, Belanda serta Portugis. Hal tersebut yang menjadikan kebudayaan Betawi beragam. Keragaman tersebut menimbulkan ciri masyarakat Betawi yang tersendiri.

Masyarakat Betawi pada dasarnya merupakan masyarakat yang terbuka atau egaliter. Masyarakat Betawi tidak pernah merasa “mentang-mentang” ataupun egois di daerahnya sendiri. Masyarakat Betawi sangat menghargai para pendatang. Misalnya, setiap ada acara etnis lain selalu diundang dan dianjurkan untuk memakai baju adat daerah

mereka sendiri. Selain itu, kearifan lokal warga Betawi yang selalu mencari solusi dengan cara yang elegan, kuat rasa humor tanpa harus kehilangan substansi merupakan satu keunikan yang harus dipertahankan. Upacara adat yang sering dilaksanakan dalam berbagai acara adat mengandung nilai kearifan lokal sebagai berikut:

- a. Nilai kegotongroyongan. Menurut narasumber yang kami temui, nilai kegotongroyongan tercermin dalam kehidupan sehari-hari masyarakat. Dalam upacara daur hidup, keluarga, tetangga terdekat maupun para kerabat akan datang tanpa diundang untuk memberikan bantuan kepada keluarga yang mempunyai hajatan. Kadang kala bukan hanya tenaga yang mereka sumbangkan tetapi juga bahan makanan seperti sembako, lauk-pauk, serta kue-kue. Sifat kegotongroyongan ini bukan semata-mata tanpa pamrih melainkan mengandung prinsip resiprositas (timbal balik) di antara sesama anggota masyarakat. Pamrih atau balasan yang akan diterima tidak datang pada saat itu akan tetapi pada saatnya nanti.
- b. Nilai agama yang kental (religius). Masyarakat dan tokoh masyarakat sangat dominan dalam menegakkan nilai-nilai sesuai dengan keyakinan yang dianutnya yakni Islam. Tetapi masyarakat tidak mendiskriminasi agama lain. Masyarakat Betawi dapat hidup berdampingan dengan agama lain yang ada di Indonesia karena agama tersebut tersebar di seluruh daerah Jakarta. Kalau kita lihat, toleransi hidup beragama di Setu Babakan, Kecamatan Jagakarsa sangat besar.
- c. Nilai musyawarah. Nilai musyawarah sangatlah diutamakan, bahkan menjadi ciri hakiki masyarakat Betawi. Hal ini dapat dilihat pada acara daur hidup. Sebelum acara dilaksanakan, musyawarah dan mufakat di antara keluarga dan pemuka masyarakat diadakan terlebih dahulu. Segala hal akan direncanakan, baik biaya yang dibutuhkan hingga kepanitiaan untuk mengatur tenaga yang membantu. Biaya bisa didapat dari iuran keluarga dan kerabat yang sudah disepakati.

- d. Nilai toleransi yang tinggi. Masyarakat Betawi memiliki rasa toleransi yang tinggi terhadap kaum pendatang. Hal ini sudah diresapi sejak beratus tahun silam hingga sekarang. Kebudayaan Betawi semakin semarak karena adanya budaya baru yang datang. Unsur budaya tersebut akan berasimilasi dengan kebudayaan Betawi sendiri.
  - e. Nilai humoris yang elegan. Masyarakat Betawi gemar bercanda dalam menyampaikan teguran terhadap hal-hal yang mereka pikir tidak sesuai dengan budaya mereka. Ini dilakukan agar orang tidak tersinggung perasaannya. Masyarakat Betawi juga berbicara terbuka sesuai kenyataan, tanpa basa-basi. Hal ini dimaksudkan agar orang cepat mengerti dan tidak timbul fitnah.
  - f. Nilai peduli lingkungan dalam membangun. Masyarakat Betawi peduli terhadap lingkungan ketika membangun rumah. Mereka menatanya dengan asri, mempunyai halaman luas ditanami oleh pepohonan. Karbon dioksida atau polusi udara dapat diserap oleh pepohonan tersebut. Rumah masyarakat Betawi juga mempunyai beranda luas terbuka untuk berdiskusi antarkeluarga memecahkan masalah.
  - g. Budaya berpakaian sesuai dengan syariat serta tidak melanggar undang-undang yang berlaku. Dalam kesehariannya, orang-orang Betawi biasa mengenakan pakaian sederhana. Para pria mengenakan baju koko atau baju sadariah berwarna polos, celana kolor panjang bermotif batik sederhana, kain pelekat berupa sarung atau selendang yang diselempangkan di pundak, serta peci berwarna hitam berbahan beludru. Sedangkan para wanita umumnya mengenakan baju kurung berlempang pendek, kain batik bermotif geometri dengan warna cerah, serta kerudung yang serasi dengan warna bajunya.
2. Upaya memperkokoh kearifan lokal di Kecamatan Jagakarsa, Jakarta Selatan.
    - a. Memperkokoh nilai-nilai kegotongroyongan dengan tetap mempertahankan acara daur hidup yang melingkupi pernikahan, kelahiran, khitan, pindah rumah dan meninggal. Semua acara tersebut masih mengandung nilai kegotongroyongan. Dalam menjaga keamanan lingkungan, diadakan pula ronda yang dilakukan masyarakat setempat secara bergilir tanpa pamrih.
    - b. Toleransi adalah perilaku terbuka dan menghargai segala perbedaan dengan sesama. Biasanya orang bertoleransi terhadap perbedaan kebudayaan dan agama. Konsep toleransi ini juga bisa diaplikasikan untuk perbedaan jenis kelamin, anak-anak dengan gangguan fisik maupun intelektual, serta perbedaan lainnya. Toleransi juga berarti menghormati dan belajar dari orang lain, menghargai perbedaan, menjembatani kesenjangan budaya, menolak stereotip yang tidak adil sehingga tercapai kesamaan sikap.
    - c. Untuk melestarikan budaya berpakaian, dilaksanakan kontes pakaian Betawi. Pemerintah daerah juga membuat regulasi untuk instansi yang berada di wilayah Jakarta agar memakai pakaian adat Betawi pada hari Jumat. Laki-laki memakai baju koko dan perempuan memakai baju kurung.
    - d. Melestarikan budaya pariwisata. Untuk kegiatan preservasi dan konservasi di Setu Babakan, pengelolaan kawasan dilakukan meliputi penataan pengelolaan pengunjung dan bangunan hingga infrastruktur di dalamnya. Kawasan Setu Babakan ini memiliki luas area yang sangat besar. Agar lebih mudah, area dibagi menjadi tiga zona. Zona 1 untuk kawasan di sebelah utara. Zona 2 di kawasan selatan. Zona 3 merupakan kawasan yang saat ini sedang dibanun.
    - e. Meningkatkan aktivitas di Kawasan Setu Babakan. Aktivitas di bidang ekonomi sudah terlihat di sebelah utara dan selatan. Barang dagangan yang diperjualbelikan merupakan produk khas budaya Betawi, mulai dari kerak telur sampai dengan pakaian batik.
    - f. Menjadikan budaya Betawi bagian dari kegiatan belajar-mengajar. Pemda DKI sudah menetapkan mata pelajaran Pembelajaran Budaya Jakarta (PLBJ) dalam kurikulum sekolah. Pelajar-

- pelajar nampak sangat antusias dalam melaksanakan kegiatan tersebut. Sekolah pun mengolaborasikannya dengan kegiatan Pramuka.
- g. Mempertahankan seni dan budaya. Di Perkampungan Setu Babakan, bangunan-bangunan berarsitektur Betawi sudah tidak 100% utuh kecuali bagian teras atau serambi yang masih dapat dijumpai dalam bentuk dan ukuran seadanya.
  - h. Kawasan Setu Babakan ini sering dijadikan pusat kegiatan yang bersifat Islami, baik itu berskala kecil maupun berskala besar. Pusat kegiatan biasanya terdapat di panggung besar ataupun plaza.
3. Kearifan lokal berfungsi menghadapi ancaman nirmiliter. Masyarakat pada umumnya masih belum begitu paham tentang ancaman nirmiliter sehingga belum tahu apa-apa saja yang termasuk di dalamnya. Pertahanan nonmiliter disebut juga dengan pertahanan nirmiliter. Hal ini merupakan kekuatan pertahanan negara yang dibangun dalam kerangka pembangunan nasional untuk mencapai kesejahteraan nasional dan dipersiapkan untuk menghadapi ancaman nirmiliter. Lapis pertahanan nirmiliter tersusun mencakup fungsi keamanan untuk keselamatan umum melalui penanganan bencana alam dan operasi kemanusiaan lainnya. Selain itu, lapis pertahanan ini juga mencakup dinamika sosial budaya, ekonomi, psikologi yang berkaitan dengan membangkitkan kesadaran bela negara dan pengembangan teknologi. Inti pertahanan nirmiliter adalah pertahanan secara nonfisik dan tidak menggunakan senjata seperti yang dilakukan oleh lapis pertahanan militer. Ia dilakukan dengan pemberdayaan aspek ideologi, politik, ekonomi, sosial budaya, dan teknologi melalui profesi, pengetahuan, keahlian, serta kecerdasan dan bertujuan mewujudkan masyarakat yang sejahtera serta berkeadilan.
- Selain itu, ada beberapa tindakan yang dapat dilakukan dalam memperkokoh kearifan lokal di Kecamatan Jagakarsa yang antara lain:
- a. Melaksanakan sistem pertahanan keamanan merata yaitu mengajak seluruh warga menjadi bagian integral pertahanan negara. Sumber daya nasional yang utama dan terpenting adalah manusia. Selain itu, pilihan kebijakan pemerintah akan lebih luas jika para pembuat kebijakan dapat bekerja sama dengan pihak luar, terutama universitas atau kalangan akademisi. Ilmu pengetahuan dan teknologi adalah sumber daya perang nirmiliter negara-negara yang tidak memiliki sumber daya alam. Para pemimpin negara-negara ini paham, negara dan rakyatnya hanya bisa bertahan hidup jika unggul dalam perang sains, teknologi, dan pengetahuan.
  - b. Memperkokoh dukungan dari semua pihak, baik pemerintah maupun masyarakat umum, untuk mempertahankan kawasan Setu Babakan. Dukungan ini bisa berupa perbaikan infrastruktur jalan ataupun pengadaan fasilitas umum lainnya yang menunjang. Sumber daya manusia yang terlibat di dalamnya pun harus memiliki kompetensi sehingga semua pihak dapat berkolaborasi secara maksimal. Perkampungan Betawi yang ada pada saat ini hendaknya tetap dipertahankan keberadaannya. Bangunan-bangunan baru bahkan perlu berkiblat mengikuti pola-pola arsitektur Betawi.
  - c. Setu Babakan sebagai sarana wisata air, agro, dan budaya. Saat ini Setu Babakan sudah memiliki kegiatan-kegiatan ekonomis yang bersifat rekreatif, seperti keramba ikan dan pemancingan yang resmi maupun bebas untuk umum. Selain adanya rumah Betawi, kesenian budaya Betawi seperti orkes Melayu, orkes keroncong, gambang kromong juga terlihat. Untuk memfasilitasi kegiatan agama penduduk mayoritas, panggung terbuka untuk berpentas juga dibangun.

#### KESIMPULAN

Kawasan Perkampungan Setu Babakan memiliki kearifan lokal sosial budaya yang potensial, merupakan daerah cagar budaya yang harus dilestarikan, serta dapat dijadikan sebagai sarana menghadapi ancaman budaya asing. Untuk memperkokoh potensi kearifan lokal sosial budaya yang ada diperlukan koordinasi yang

saling mendukung di antara elemen-elemen, baik pihak pemerintah maupun masyarakat sekitar kawasan Setu Babakan. Dengan memperkokoh potensi kearifan lokal sosial budaya yang ada, ancaman pertahanan nirmiliter di Kecamatan Jagakarsa, Jakarta Selatan dapat dihadapi.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Agung, W. (2011). Peran Serta Masyarakat dalam menciptakan perumahan ber“arsitektur” Betawi di Setu Babakan. Diakses tanggal 22 Juli 2013 dari <http://peneliti.budiluhur.ac.id/wp-content/uploads/2007/05/agung-wahyudi2.pdf>
2. *Buku putih pertahanan Indonesia, 2008: Disahkan dengan Peraturan Menteri Pertahanan, Republik Indonesia nomor PER/03/M/II/2008 tanggal 18 Februari 2008.* (2008). Jakarta: Departemen Pertahanan, Republik Indonesia.
3. Budihardjo, E. (1994). *Percikan Masalah Arsitektur, Perumahan Perkotaan.* Yogyakarta: Penerbit Gajah Mada University Press.
4. Bungin, B. (2010). *Penelitian Kualitatif: Komunikasi, Ekonomi, Kebijakan Publik, dan Ilmu Sosial Lainnya.* Jakarta: Kencana Prenada Media Group.
5. Kartika, Y & Rina, K. (2013). Pelestarian Kampung Kauman Semarang sebagai Kawasan Wisata Budaya. *Jurnal Teknik PWK*, 2(2).
6. Katarina, B. R. (t.t.). Identifikasi Pola Pekarangan pada Perkampungan Budaya Betawi Situ Babakan, Jakarta Selatan, [online]. Diakses tanggal 22 Juli 2013 dari [http://repository.ipb.ac.id/bitstream/123456789/1191/1/A06kbr\\_abstract.pdf](http://repository.ipb.ac.id/bitstream/123456789/1191/1/A06kbr_abstract.pdf)
7. Koentjaraningrat. (1995). *Manusia dan Kebudayaan di Indonesia.* Jakarta: Djambatan.
8. Marfai, M. A. (2012). *Pengantar Etika Lingkungan dan Kearifan Lokal.* Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
9. Masyur, F. (2012). Pola Ragam Hias Pada Rumah Tradisional Betawi di Perkampungan Budaya Betawi Setu Babakan-Jakarta Selatan. Naskah Penulisan Ilmiah Universitas Gunadarma.
10. Prasetya, J. T. dkk. (2011). *Ilmu Budaya Dasar.* Jakarta: Rineka Cipta
11. Rahardjo, T., Birowo, M.A., & Darmahastuti, R. (2012). *Kearifan Lokal Konsep Aplikasi.* Jakarta: Andi.
12. Rosidi, A. (2011). *Kearifan Lokal.* Bandung: Kiblat.
13. Sukmadinata, N. S. (2010). *Pengembangan Kurikulum, Teori dan Praktek.* Bandung: Remaja Rosda Karya.
14. Sauri, S. (2010). Revitalisasi Pendidikan Sains dalam Pembentukan Karakter Anak Bangsa untuk Menghadapi Tantangan Global. Makalah disampaikan pada seminar nasional PASCA Sarjana UNY.
15. Soekartawi, A. H. & Librero, F. (2005). *Greater Learning Opportunities Through Distance Education: Experiences in Indonesia and the Philippines.*
16. Surya, M. (2006). Makalah dalam Seminar “Pemanfaatan Teknologi Informasi dan Komunikasi untuk Pendidikan Jarak Jauh dalam Rangka Peningkatan Mutu Pembelajaran”, diselenggarakan oleh Pustekkom Depdiknas di Jakarta.

**RANCANG BANGUN PEMBUATAN MODEL *MODIFIED LIFEVEST* PADA PESAWAT  
ANGKUT TNI ANGKATAN UDARA GUNA MENUNJANG TUGAS OPERASI MILITER  
SELAIN PERANG**

***THE DESIGN AND MANUFACTURE OF MODIFIED LIFEVEST MODEL IN AIR FORCE'S  
TRANSPORT AIRCRAFT IN ORDER TO SUPPORT MILITARY OPERATIONS OTHER  
THAN WAR***

Heriana  
Puslitbang Alpalhan, Balitbang Kemhan  
Jl. Jati No.1, Pondok Labu, Jakarta  
Hery\_Kemhan@yahoo.co.id

**ABSTRAK**

*Pencarian korban kecelakaan pesawat lumrahnya dilaksanakan oleh SAR TNI. Kegiatan yang dilakukan meliputi pencarian korban yang diawali dengan melacak kontak dan posisi terakhir sebelum pesawat dinyatakan hilang. Disamping itu, pencarian dilakukan mengacu pada pancaran sinyal Emergency Locator Transmitter (ELT) yang bekerja pada frekuensi 121,5 MHz dan 406 MHz. Tim SAR akan menentukan teknik lanjutan berdasarkan data-data tersebut dan berpacu dengan waktu agar korban selamat masih bisa dievakuasi. Untuk dalam proses tersebut, perlu dibuat pelampung (lifevest) yang merupakan komponen keselamatan dan terletak dibawah bangku penumpang*

**Kata kunci:** *lifevest, GPS, SAR*

**ABSTRACT**

*The search for plane crash victims was usually conducted by the military SAR. The activities include the search for victims of plane crash by locating the contact and the last position before the plane went missing. In addition, the search refers to the signal from Emergency Locator Transmitter (ELT) which works on the frequency of 121.5 MHz and 406 MHz. SAR team will determine the advanced techniques based on these data and the race against time so the survivors can still be evacuated. To facilitate the process, the life vest which is a safety component located under the passenger seat need to be made.*

**Keywords:** *lifevest, GPS, SAR*

**PENDAHULUAN.**

*Search and Rescue (SAR) adalah salah satu bentuk operasi militer Tentara Nasional Indonesia (TNI) selain perang. Tugas tersebut diamanatkan dalam UU No. 34 Tahun 2004 tentang TNI. Pelaksanaan SAR meliputi pertolongan terhadap korban bencana alam maupun kecelakaan transportasi. Kecelakaan transportasi yang ditangani oleh Tim SAR antara lain kecelakaan transportasi laut dan udara. Apa yang dilakukan meliputi pencarian korban kecelakaan pesawat terbang diawali dengan melacak kontak dan posisi terakhir sebelum pesawat dinyatakan*

*hilang. Pencarian juga mengacu pada pancaran sinyal Emergency Locator Transmitter (ELT) yang bekerja pada frekuensi 121,5 MHz dan 406 MHz. Tim SAR akan menentukan teknik lanjutan berdasarkan data-data tersebut dan berpacu dengan waktu agar korban selamat masih bisa dievakuasi.*

*Pada beberapa kasus, termasuk kejadian terakhir pesawat QZ 8501, korban banyak yang terpisah dari badan pesawat sehingga pencarian korban menjadi lebih sulit. Untuk mengurangi kesulitan tersebut diperlukan alat yang memberitahukan posisi korban yang keluar*

dari pesawat. Karenanya, dibuatlah pelampung (*lifevest*) yang dapat memancarkan sinyal agar korban lebih mudah ditemukan karena posisinya bisa diketahui secara pasti melalui Global Positioning Systems(GPS).

### METODE PENELITIAN

Penelitian ini bersifat deskriptif dan komparatif. Artinya, penelitian ini akan menjelaskan dan membandingkan alat yang sudah ada untuk dikembangkan ke tahap lanjut. Penulisan juga dilakukan dengan pendekatan yuridis normatif. Data yang dianalisis adalah posisi (koordinat) yang dipancarkan transmiter *lifevest*. Pancaran GPS *lifevest* akan ditangkap oleh alat penerima sesuai kekuatan baterai selama periode tertentu. Data yang terkumpul akan dipergunakan sebagai acuan dalam proses operasi SAR dengan pelaksanaan yang melibatkan:

#### 1. Penentuan Topik

- a. Penentuan topik dilakukan melalui analisis permasalahan yang terdapat di dunia penerbangan. Dalam hal ini, permasalahan yang ada yakni proses pencarian korban kecelakaan penerbangan yang membutuhkan waktu karena semata mengandalkan komunikasi terakhir dan *Monitoring Air Traffic Controller (ATC)*.
- b. Studi literatur dilakukan dengan meninjau buku acuan, presentasi, makalah, tugas akhir, studi evakuasi SAR, dan sumber-sumber lain yang berkaitan dengan topik yang diambil. Studi literatur ditujukan untuk mengetahui hal-hal dasar yang diperlukan agar GPS optimal digunakan pada *lifevest* dan menggunakan catu daya dari baterai.
- c. Rancangan penelitian. Pada tahap ini dilakukan persiapan peranti keras, yakni transmiter GPS dengan catu daya baterai dan pencatat data. Di samping itu, dilakukan pula persiapan menggunakan sistem pada permukaan air.

#### 2. Pengambilan Data

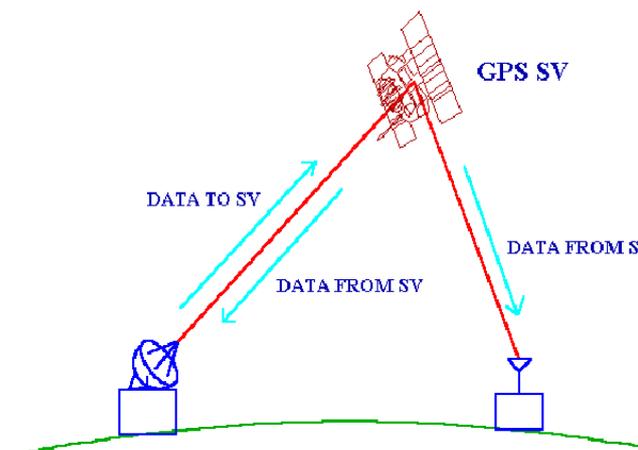
Pada tahap ini dilakukan pengambilan data yang terbaca oleh alat penerima GPS secara periodik dalam selang waktu tertentu. Gunanya yakni mengetahui ketahanan baterai sebagai catu daya dan ketahanan terhadap air.

### ANALISA DAN PEMBAHASAN

#### Global Positioning System (GPS)

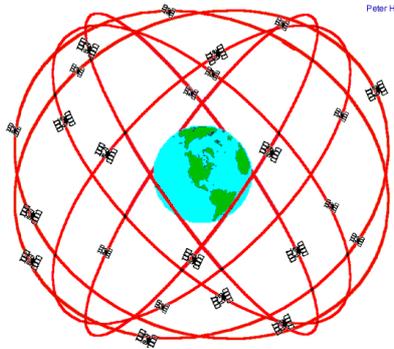
*Global Positioning System (GPS)* adalah sistem radio navigasi dan penentuan posisi menggunakan satelit yang dimiliki dan dikelola oleh pemerintah Amerika Serikat. Sistem yang dapat digunakan banyak orang dalam segala cuaca ini didesain untuk memberikan posisi dan kecepatan tiga dimensi yang teliti serta informasi waktu secara kontinu di seluruh belahan dunia. Sistem ini mulai direncanakan tahun 1973 oleh Angkatan Udara Amerika Serikat. Pengembangannya saat ini ditangani oleh Departemen Pertahanan Amerika Serikat (*US Department of Defence*).

Gambar 1 di bawah ini menunjukkan segmen utama sistem GPS yaitu segmen angkasa (*space segment*) yang terdiri atas satelit-satelit GPS, segmen sistem kontrol (*control system segment*) yang terdiri atas stasiun-stasiun pemonitor dan pengontrol satelit, dan segmen pemakai (*user segment*) yang terdiri atas pemakai GPS termasuk alat-alat penerima dan pengolah sinyal dan data GPS.



Gambar 1. Segmen utama GPS

Konstelasi satelit GPS menempati enam orbit yang bentuknya mendekati lingkaran. Setiap orbit ditempati oleh empat satelit dengan interval antara yang tidak sama. Jarak antara satelit diatur sedemikian rupa untuk memaksimalkan probabilitas kenampakan setidaknya empat satelit yang bergeometri baik dari setiap tempat di permukaan bumi pada setiap saat. Orbit satelit GPS berinklinasi 55 derajat terhadap bidang ekuator dengan ketinggian rata-rata dari permukaan bumi sekitar 20.200 km. Satelit GPS yang beratnya lebih dari 800 kg ini bergerak dalam orbitnya dengan kecepatan rata-rata 4 km/detik dan mempunyai periode 11 jam 58 menit (sekitar 12 jam). Gambar 2 di bawah ini menunjukkan konstelasi satelit GPS yang melingkupi seluruh permukaan bumi.



Gambar 2. Konstelasi satelit GPS

### Sinyal yang Dihasilkan GPS

Pada prinsipnya, alat penerima GPS memperoleh sinyal berisi kode dari satelit. Kode ini kemudian dipecahkan untuk mendapatkan data posisi satelit dan jarak pengamat ke satelit. Alat penerima GPS harus mampu memperoleh informasi paling sedikit tiga satelit untuk menentukan posisi dua dimensi (bujur dan lintang) serta jalur perpindahan satelit. Jika informasi berasal dari empat atau lebih satelit, maka alat penerima mampu menentukan posisi tiga dimensi (bujur, lintang, dan ketinggian). Di samping itu, akan diperoleh juga informasi lain seperti kecepatan, jarak perjalanan, jarak ke arah tujuan, dan informasi lainnya.

Sinyal GPS tersusun atas beberapa sinyal informasi yang terdiri atas:

1. Kode satelit
2. Kode penghitung jarak
3. Kesehatan satelit
4. Posisi satelit

### 5. Informasi navigasi satelit.

Informasi tersebut tersusun dalam bentuk *bit stream* dan dimodulasikan ke dalam gelombang pembawa pada dua frekuensi L1 (1575.42 MHz) dan L2 (1227.6 MHz). Kode penghitung jarak atau yang dikenal dengan *Pseudo Random Noise* (PRN) secara khusus mempunyai dua kode dengan ketelitian yang berbeda.

Adapun kode PRN yang digunakan sebagai penginformasi jarak pada sinyal GPS adalah:

1. Kode P (*Precise Code*)
2. Kode C/A (*Coarse Acquisition/Clear Access*)

Tabel 1 menunjukkan bahwa Kode P mempunyai *rate* frekuensi 10.23 MHz dan dimodulasikan pada gelombang pembawa L1 dan L2, sedangkan kode C/A mempunyai *rate* frekuensi 1.023 MHz dan hanya dimodulasikan oleh L1 saja.

Tabel 1 : Struktur Sinyal GPS

RF Carrier	Frekuensi (MHz)	SubCarrier Kode C/A	SubCarrier Kode P	SubCarrier Navigasi
L1	1575.421	1.023 MHz $\lambda = 300$ m	10.23 MHz $\lambda = 30$ m	50 MHz $\lambda = 6$ m
L2	1227.60-		10.23 MHz $\lambda = 30$ m	50 MHz $\lambda = 6$ m

Perhitungan jarak dari pengamat ke satelit dengan menggunakan kode P atau C/A adalah membandingkan kode yang diterima dari satelit dengan kode replika yang dibangkitkan oleh penerima GPS. Perbedaan waktu (*dt*) untuk menyinkronkan kode yang diterima dengan replika adalah waktu tempuh gelombang pembawa (RF) dari satelit ke pengamat. Dengan demikian, jarak yang didapatkan adalah kecepatan cahaya (*c*) kali perbedaan waktu (*dt*). Faktor utama ketelitian metode ini terletak pada sistem *clock* yang ada di satelit dan alat penerima GPS. Hal ini terjadi karena penggunaan osilator pada satelit berbasis jam atom sedangkan perangkat alat penerima umumnya adalah jam *quartz*. Akibatnya, hitungan akan terkontaminasi kesalahan perbedaan waktu. Ukuran jarak akan mengalami kesalahan dan dinamakan jarak semu (*pseudorange*). Secara umum, tingkat ketelitian jarak semu sekitar 1% dari panjang gelombang kode yang dipakai ( $1/f$ ).

Hal ini berarti perhitungan dengan kode P akan menghasilkan ketelitian hingga 0.3 m, sedangkan dengan kode C/A menghasilkan hingga 3 m.

**Control Segment**

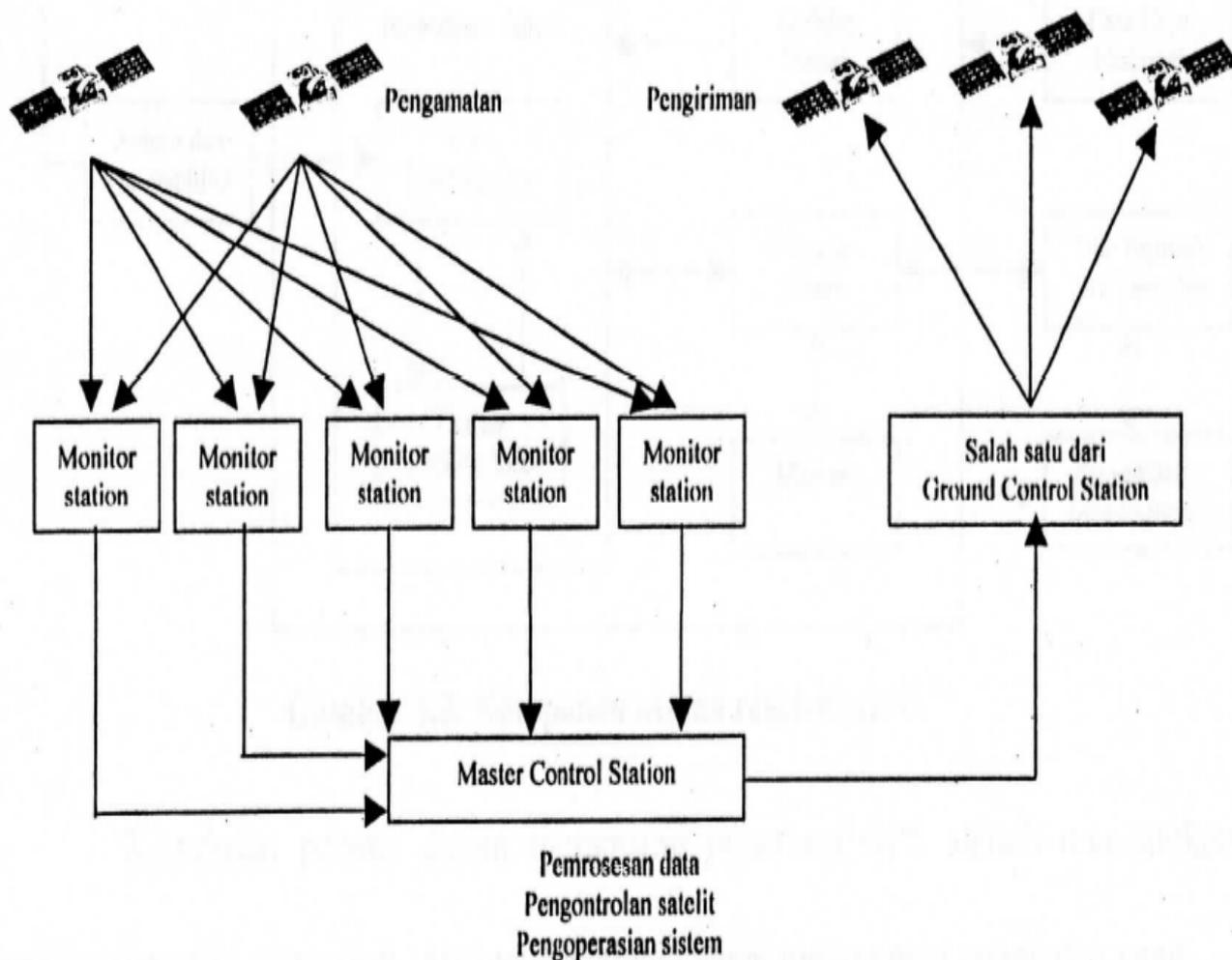
Secara spesifik, segmen sistem kontrol terdiri atas *Ground Control Stations* (GCS) berlokasi di Ascension, Diego Garcia, dan Kwajalein, *Monitor Stations* (MS) sebanyak lima stasiun yakni di tempat yang sama dengan GCS ditambah stasiun di Colorado Spring dan Hawaii, *Prelaunch Compatibility Stations* (PCS) di Cape Canaveral dan *Master Control Station* (MCS) di Colorado Springs. Dalam segmen sistem kontrol GPS ini, MS bertugas mengamati secara kontinu seluruh satelit GPS yang nampak. Gambar 3 menunjukkan bahwa seluruh data yang dikumpulkan oleh MS kemudian dikirim ke MCS untuk diproses guna memperoleh parameter-parameter dari orbit

pen-ting lainnya. Hasil perhitungan tersebut kemudian dikirimkan ke salah satu GCS sebelum selanjutnya informasi dikirimkan ke satelit-satelit GPS yang nampak. MCS juga bertanggung jawab dalam pengontrolan satelit.

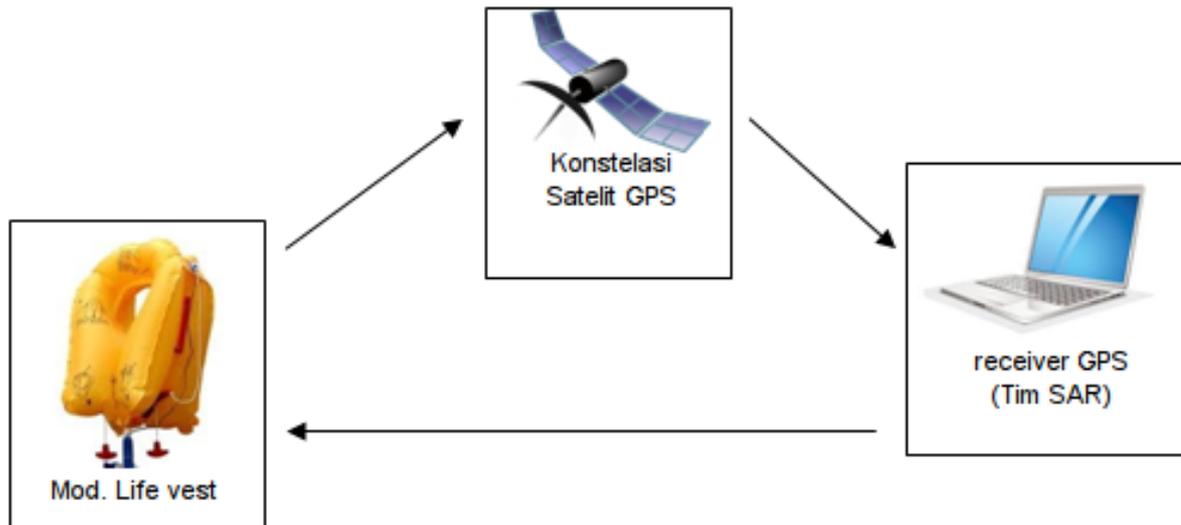
**Desain Sistem Lifest**

Perangkat yang dimanfaatkan dalam menyusun penelitian ini adalah *modified lifest* yang digunakan oleh pesawat terbang dan alat penerima GPS untuk *monitoring*. Gambar 3 menunjukkan blok diagram desain sistem dan komponen yang digunakan dalam penyusunan tulisan ini yang antara lain:

1. *Modified lifest*.
2. Alat penerima GPS
3. *Flight plant* dan *bolt face*
4. Teknik pengukuran



Gambar 3. Skema kerja sistem kontrol GPS [1]



Gambar 4. Blok diagram desain sistem.

### Proses Pembuatan *Lifevest*

Proses pembuatan *lifevest* dilaksanakan dalam beberapa tahap dan bagian. Diawali dari analisis komponen pendukung, analisis data-data yang diperlukan komponen tersebut, pembuatan gambar teknik, penentuan bahan-bahan, pembuatan petunjuk penggunaan, dan kemasan. Hal tersebut perlu dilakukan agar hasilnya memenuhi persyaratan teknis dan taktis. Persyaratan teknis meliputi:

#### 1. Kemampuan

Memenuhi kriteria sebagai alat bantu yang digunakan untuk mempercepat proses evakuasi SAR dan mampu digunakan untuk identifikasi awal posisi akurat korban.

#### 2. Penanganan

- Mudah dalam pengoperasiannya oleh semua usia dan jenis kelamin.
- Mudah disimpan dan digunakan dengan aman.
- Mudah dalam perawatannya.

#### 3. Persyaratan teknis meliputi:

- Digunakan untuk alat bantu pencarian pada operasi SAR di samping fungsi utamanya sebagai alat keselamatan saat mendarat darurat di air.
- Tertata rapi dalam penampilannya.
- Memiliki tingkat kehandalan yang tinggi sesuai fungsinya sebagai alat bantu proses SAR.
- Mudah dipelihara.
- Memiliki tingkat operasional keamanan

tinggi agar tidak berbahaya, khususnya saat digunakan di dalam air.

- Dapat menyesuaikan dengan faktor lingkungan terutama terhadap suhu, getaran, dan kelembaban.

### Tahap Pembuatan

#### 1. Pembuatan *casing*

Pembuatan *casing*/kemasan dimaksudkan agar rangkaian elektronik terpadu, komponen-komponennya tidak mudah rusak, dan memudahkan pengoperasiannya. Di samping itu, kemasan ini juga dimaksudkan untuk menghindari hal-hal yang tidak diinginkan seperti hubungan pendek yang tidak sengaja.

#### 2. Pengujian komponen.

Proses ini diperlukan untuk memastikan komponen atau material yang digunakan dalam pembuatan alat berfungsi sesuai yang dibutuhkan. Dengan demikian, ketahanannya teruji dan ia dapat bertahan lama.

#### 3. *Routing* kabel.

Proses *routing* kabel ini diperlukan agar poin satu dengan yang lain dapat terhubung dengan baik dan sesuai dengan rancangan yang ada. Dengan demikian, tidak akan terjadi kesalahan-kesalahan teknis maupun nonteknis pada saat pengoperasian alat bantu navigasi.

#### 4. Perakitan Komponen.

Proses perakitan untuk menempatkan komponen-komponen pada bagian yang

telah ditentukan didasarkan pada rancangan *wiring* yang ada. Ini dilakukan menggunakan perkakas seperti solder dan lain-lain.

#### 5. *Finishing*

Pada tahapan ini seluruh bagian yang telah dirangkai dimasukkan dalam kemasan. Penempatannya disesuaikan dengan lokasi yang telah ditentukan sehingga rangkaian dapat beroperasi sebagaimana yang sudah direncanakan. Selain itu, dilakukan juga proses pengepakan agar kemasan awet dan tampilannya terlihat lebih estetik.



Gambar 5. *Lifevest* sebelum dan sesudah mengembang

#### Pengujian *Lifevest*

Dalam uji fungsi sistem terdapat beberapa parameter yang akan diuji. Parameter tersebut antara lain keluaran GPS, catatan waktu GPS, tegangan baterai, dan daya tahan baterai. Dengan pengujian tersebut, rancangan sistem akan menjadi andal bila dievaluasi.

#### 1. *Modified lifevest*

*Lifevest* yang digunakan sebagai komponen utama riset ini adalah perlengkapan standar bagi perangkat keselamatan pesawat terbang. Dengan modifikasi, *lifevest* dilengkapi perangkat pemancar GPS yang spesifikasi dan dimensinya sesuai. Pertimbangannya adalah perangkat tersebut mudah digunakan, ringan, dan bentuknya kompak sehingga setiap orang yang memakai pada saat terjadi *emergency* tidak terganggu dan fungsi alat optimal. Pada dasarnya, *lifevest* pesawat terbang sama dengan pelampung secara umum. Namun, ruang penyimpanan yang berada di bawah kursi penumpang terbatas, mengharuskan *lifevest* bisa dilipat. Dengan menggunakan tabung CO<sub>2</sub>, *lifevest* dapat mengembang saat tuas katupnya ditarik. Gambar 5 menunjukkan *lifevest* yang belum mengembang dan yang sudah mengembang. Di sini terlihat perbedaan dimensi *lifevest* sebelum dan sesudah gas CO<sub>2</sub> menghasilkan keuntungan dalam penyimpanan di bawah kursi penumpang.

Pada gambar 5 di bawah ditunjukkan unit *lifevest* yang belum mengembang. Tuas/*handle* yang dapat ditarik agar tabung CO<sub>2</sub>

membuka dan mengisi balon pelampung. Tuas tersebut juga dapat mengaktifkan sistem pemancar GPS. Dengan satu tarikan, *lifevest* akan mengembang dan mulai memancarkan sinyal GPS ke satelit.



Gambar 6. Tuas/handle penarik tabung CO<sub>2</sub> agar *lifevest* mengembang

#### 2. Data keluaran GPS

Sinyal yang dikirimkan secara kontinu oleh pemancar GPS akan diterima oleh alat penerima GPS untuk diolah dan menghasilkan keluaran berupa data dengan format standar NMEA-0813. Sinyal GPS yang dipancarkan oleh *modified lifevest* ditangkap oleh konstelasi satelit GPS sehingga pengguna dapat memperoleh posisi sesuai posisi koordinatnya.

Data posisi *lifevest* tetap akan memancarkan posisi selama masih terdapat arus listrik dalam catu daya yang menyuplai. Daya yang menyuplai pemancar diperoleh dari baterai yang sesuai dengan kebutuhan namun

ukurannya kompak. Keterbatasan durasi transmisi dapat diatasi dengan pelacakan posisi terakhir sehingga pergeseran posisi dapat diprediksi meskipun catu daya telah habis.

Data keluaran GPS dipengaruhi oleh kemampuan komponen yang terpasang. Daya tangkap satelit dari GPS pemancar mempengaruhi keakuratan posisinya. Semakin banyak satelit GPS yang terkunci maka tingkat keakuratannya semakin tinggi.



Gambar 7. Tampilan peta pada *log record* GPS

Data yang tersimpan menggunakan standar World Geodetic System (WGS) 84. Format data ini diperbarui pada tahun 2004 dan evaluasinya dilaksanakan pada tahun 2011. Gambar 3 dan 4 menunjukkan format *active log* pada GPS yang telah sesuai dengan WGS 84.

Index	Time	Altitude	Leg Length	Leg Time	Leg Speed	Leg Course	Position
1	8/7/1990 10:30:56 AM	2189 m	0.1 m	0:00:01	424 mph	45° true	58 16.466 E111 43.769
2	8/7/1990 10:30:57 AM	2189 m	0.3 m	0:00:03	410 mph	45° true	58 16.394 E111 43.042
3	8/7/1990 10:31:00 AM	2190 m	1.2 m	0:00:11	399 mph	45° true	58 16.184 E111 44.054
4	8/7/1990 10:31:11 AM	2189 m	0.4 m	0:00:03	447 mph	2° true	58 15.439 E111 44.813
5	8/7/1990 10:31:14 AM	1714 m	0.2 m	0:00:02	373 mph	14° true	58 15.115 E111 44.824
6	8/7/1990 10:31:16 AM	1713 m	0.3 m	0:00:03	368 mph	6° true	58 14.941 E111 44.868
7	8/7/1990 10:31:19 AM	1717 m	0.3 m	0:00:03	365 mph	35° true	58 14.676 E111 44.894
8	8/7/1990 10:31:22 AM	1716 m	0.2 m	0:00:02	365 mph	347° true	58 14.413 E111 44.872
9	8/7/1990 10:31:24 AM	1717 m	0.5 m	0:00:05	365 mph	342° true	58 14.241 E111 44.833
10	8/7/1990 10:31:29 AM	1719 m	1.0 m	0:00:10	370 mph	340° true	58 13.822 E111 44.696
11	8/7/1990 10:31:39 AM	1726 m	1.5 m	0:00:14	376 mph	340° true	58 12.963 E111 44.594
12	8/7/1990 10:31:53 AM	1712 m	1.2 m	0:00:12	374 mph	340° true	58 11.791 E111 43.951
13	8/7/1990 10:32:05 AM	1697 m	0.6 m	0:00:05	401 mph	340° true	58 10.780 E111 43.570
14	8/7/1990 10:32:10 AM	1698 m	0.5 m	0:00:04	433 mph	340° true	58 10.325 E111 43.405
15	8/7/1990 10:32:14 AM	1695 m	0.6 m	0:00:05	454 mph	340° true	58 09.931 E111 43.264
16	8/7/1990 10:32:19 AM	1692 m	0.6 m	0:00:05	466 mph	338° true	58 09.416 E111 43.077
17	8/7/1990 10:32:24 AM	1662 m	0.5 m	0:00:04	491 mph	345° true	58 08.894 E111 42.968
18	8/7/1990 10:32:28 AM	1649 m	1.4 m	0:00:10	495 mph	340° true	58 08.429 E111 42.741
19	8/7/1990 10:32:38 AM	1637 m	1.1 m	0:00:08	481 mph	344° true	58 07.288 E111 42.425
20	8/7/1990 10:32:46 AM	1638 m	0.4 m	0:00:03	465 mph	335° true	58 06.398 E111 42.159
21	8/7/1990 10:32:49 AM	1633 m	1.1 m	0:00:09	446 mph	334° true	58 06.094 E111 42.014
22	8/7/1990 10:32:58 AM	1679 m	1.0 m	0:00:08	430 mph	336° true	58 05.227 E111 41.581
23	8/7/1990 10:33:06 AM	1678 m	1.0 m	0:00:09	416 mph	336° true	58 04.471 E111 41.238
24	8/7/1990 10:33:15 AM	1670 m	0.8 m	0:00:07	395 mph	336° true	58 03.647 E111 40.870
25	8/7/1990 10:33:22 AM	1668 m	0.7 m	0:00:07	377 mph	335° true	58 03.037 E111 40.599
26	8/7/1990 10:33:29 AM	1673 m	0.4 m	0:00:04	367 mph	328° true	58 02.461 E111 40.327
27	8/7/1990 10:33:33 AM	1656 m	0.5 m	0:00:05	360 mph	325° true	58 02.161 E111 40.137
28	8/7/1990 10:33:38 AM	1640 m	0.8 m	0:00:08	348 mph	324° true	58 01.887 E111 39.885
29	8/7/1990 10:33:46 AM	1631 m	0.7 m	0:00:08	333 mph	324° true	58 01.261 E111 39.490
30	8/7/1990 10:33:54 AM	1627 m	0.8 m	0:00:09	320 mph	324° true	58 00.739 E111 39.111
31	8/7/1990 10:34:03 AM	1606 m	1.0 m	0:00:11	312 mph	325° true	58 00.176 E111 38.701
32	8/7/1990 10:34:14 AM	1572 m	0.7 m	0:00:08	315 mph	328° true	57 59.496 E111 38.227
33	8/7/1990 10:34:22 AM	1552 m	1.0 m	0:00:12	314 mph	330° true	57 58.981 E111 37.902
34	8/7/1990 10:34:34 AM	1465 m	0.9 m	0:00:10	314 mph	332° true	57 58.197 E111 37.439
35	8/7/1990 10:34:44 AM	1416 m	1.4 m	0:00:16	317 mph	333° true	57 57.531 E111 37.077
36	8/7/1990 10:35:03 AM	1392 m	1.7 m	0:00:14	312 mph	334° true	57 56.444 E111 36.514

Gambar 8. Tampilan *log record* GPS

### 3. Analisis hasil pengujian *modified lifevest*

Analisis hasil pengujian digunakan sebagai bahan evaluasi secara keseluruhan dalam pembuatan *modified lifevest*. Dengan menggunakan seluruh parameter dalam pengukuran sebelumnya, cakupan analisis hasil meliputi kemasan barang, waktu penggunaan sampai dengan sisi ekonomisnya.

Dari analisis penulis nantinya akan dihasilkan suatu kesimpulan dan saran pada bagian penutup, sehingga ada kelanjutan dalam proses pengembangan perangkat ini menuju produksi massal.

## KESIMPULAN

Dari hasil analisis di atas didapat simulasi perubahan tekanan pada bagian kanopi payung *freefall* beserta perubahan besar  $c_l$  dan  $c_d$  dalam berbagai sudut serang ( $A_o$ ). Adanya perbedaan tekanan pada permukaan luar atas dan bawah tersebut menyimulasikan bagaimana caranya untuk melayang-layang di angkasa.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Babbar, Yogesh. (t.t.). *Computational Analysis of Ram Air Parachute Canopy*. Chandiragh: Aeronautical Engineering Department, Punjab Engineering College.
2. Lingard, J. S. (t.t.). *Precision Aerial Delivery Seminar Ram Air Parachute Design*.
3. *Simulation and Control of Guided Ram Air Parafoils*. (2006). Ontario: Brent Edward Twedde, Waterloo.



## RANCANG BANGUN KAPAL SELAM MINI 22 M

### *THE DESIGN AND DEVELOPMENT OF LIGHT SUBMARINE 22M*

Nazarudin

Puslitbang Iptekhan Balitbang Kemhan  
Jl. Jati No. 1, Pondok Labu, Jakarta Selatan  
Nazar\_els@yahoo.com

#### ABSTRAK

*Pengembangan rancang bangun kapal selam mini 22 meter ini didasari dengan kebutuhan operasional yang telah ditentukan sebelumnya. Kebutuhan operasional tersebut berisi beberapa kriteria antara lain kemampuan Indalsen, persenjataan dan platform. Indalsen berupa sonar, periskop, radar, dan optronic. Persenjataan berupa, torpedo, ranjau dasar, sistem kendali senjata, peralatan navigasi, dan peralatan komunikasi. Platform berupa bobot, panjang, lebar, draf, material, kemampuan manuver, dan kemampuan operasional. Proses desain kapal selam mini berupa, studi literatur dan pengumpulan data, penyusunan DR&O, preliminary design platform, preliminary design inner system, evaluasi dan review desain, dan pembuatan model uji hidrodinamik. Pada proses penyusunan DR&O disusun metodologi yang dimulai dari pengumpulan data, AHP, design calculation, generic algorithm, hingga pada akhirnya didapatkan hasil desain yang feasible dan optimum. Pada akhir proses rancang bangun kapal selam mini 22 meter ini didapatkan hasil desain kapal selam ringan yang mampu membawa 14 orang pengawak dengan ukuran utama LOA: 28 m; B: 4 m; H: 4 m; T: 3 m; V submerged maximum: 15 knot; bobot: 223.0 ton.*

**Kata kunci:** kapal selam mini, operational requirement, platform

#### ABSTRACT

*This development of 22 meters light-submarine design is based on predetermined operational requirements. The operational requirements consist of some criteria among othersthe Indalsen capabilities, weapons and platform. Indalsen consists of sonar, periscope, radar and optronic. Weaponry consists of torpedoes, mines base, weapon control systems, navigation equipment, and communications equipment. Platforms consists of weight, length, width, draft, material, maneuverability and operational capability. The design process of a light-submarine consists of literature and data collection, preparation of DR&O, preliminary design platform, inner system preliminary design, evaluation and review of design and manufacture hydrodynamic test models. In the process of drafting the DR&O a methodology was prepared starting from data collection, AHP, design calculation, generic algorithm, and eventually the optimum and feasible design obtained. At the end of the process, the developed 22 meters light-submarine design capable of carrying 14 people with main LOA dimensions: 28 m; B: 4 m; H: 4 m; T: 3 m; V submerged maximum: 15 knots; Weight: 223.0 tons.*

**Keywords:** light-submarines, operational requirements, platform

#### PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi kapal selam mini di dunia saat ini sangat pesat. Teknologi yang berkembang ini mencakup wahana, sistem propulsi, sistem komunikasi, sensor, servo mekanik, instrumentasi dan kendali yang memungkinkan memantau kondisi bawah air dengan akurat. Kapal selam dengan panjang 20-25 meter pada umumnya dikategorikan sebagai kapal selam kecil seka-ligus terbukti salah satu tipe kapal laut yang paling penting dalam tugas kemiliteran serta komersial (Russo, 1960).

Walaupun teknologi kapal selam telah dikembangkan sejak akhir abad ke-19, tetapi Indonesia, negara kepulauan seluas Amerika Serikat dan dua pertiga wilayahnya merupakan laut, belum pernah menempatkan kapal selam sebagai teknologi kelautan untuk menunjang kepentingan pertahanan dan keamanan serta komersial yang urgen. Teknologi ini dianggap sangat penting di antara gugusan peralatan perang laut karena *kill capability* yang tinggi serta *detect probability* yang rendah. Akibatnya, tingkat konfidensialitas teknologi kapal selam terbilang tinggi dan tidak mudah disamai.

Maksud dan tujuan penelitian ini adalah melakukan pengembangan rancang bangun kapal selam mini 22 meter untuk terwujudnya teknologi dan sumber daya pertahanan sesuai kemajuan IPTEK dan mampu dikembangkan secara mandiri. Kapal selam ini dirancang untuk dapat melakukan misi *attacking/small patrolling* berikut: melepas dan memuat kembali pasukan komando; *intelligence, reconnaissance* dan *surveillance; mine counter measures*; mempunyai kemampuan defensif/menghindari ancaman dan mampu bergerak dengan kecepatan tinggi 15 knots; *search* dan *salvage* (Achmadi, 1997).

Selain itu, kapal selam mini juga dirancang untuk dapat dilepas dari kapal tender seperti KRI Surabaya, KRI Dr. Suharso, atau KRI Makassar. Kapal dirancang agar dapat bergerak seheming mungkin. Ukuran kapal relatif kecil dengan kemampuan manuver yang baik serta berkecepatan tinggi. Kapal ini juga dirancang untuk melakukan penetrasi ke pelabuhan musuh guna memperoleh ISR secara detail serta melakukan MCM (Achmadi, 1997).

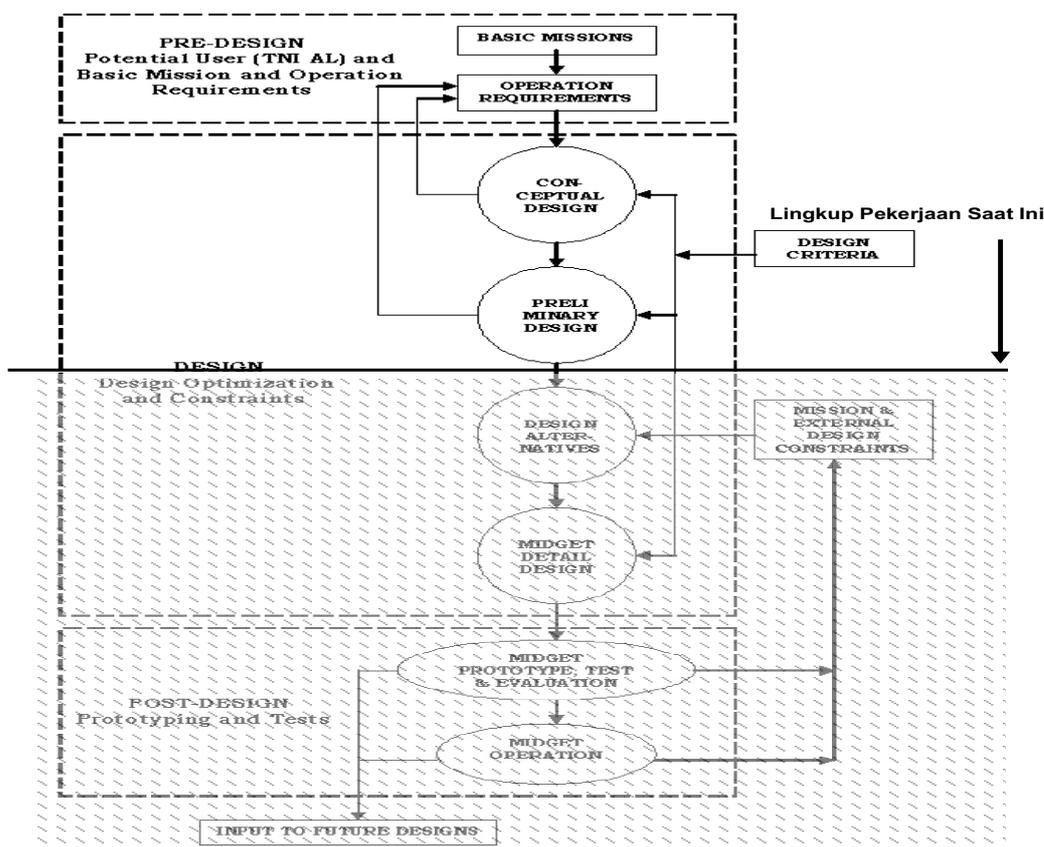
Penetapan misi kapal selam mini ini membawa konsekuensi-konsekuensi di dalam proses desain.

Dengan ditetapkannya misi-misi kapal selam maka berbagai skenario pelaksanaannya dapat dibayangkan. Pelaksanaan skenario ini secara khusus merupakan tugas TNI-AL dan secara umum TNI dalam rangka menegakkan pertahanan dan keamanan di wilayah NKRI. Dengan demikian, penyusunan skenario pelaksanaan misi harus melibatkan kondisi kewilayahan NKRI beserta seluruh aspek permasalahannya.

### METODOLOGI

Secara umum, metodologi penelitian ini terbagi atas dua bagian yaitu penelitian numerik dan penelitian eksperimental. Penelitian numerik dilaksanakan dengan menggunakan model matematis melibatkan data lapangan serta menggunakan komputer sebagai sarana solusinya. Penelitian eksperimental dilaksanakan dengan model fisik serta pelaksanaan percobaan di laboratorium seperti laboratorium *towing tank* dan *cavitation tunnel flume tank*.

Metodologi penelitian digambarkan pada diagram alir di bawah. Gambar 1 memperlihatkan proses pengerjaan secara umum serta proses desain yang dilakukan.

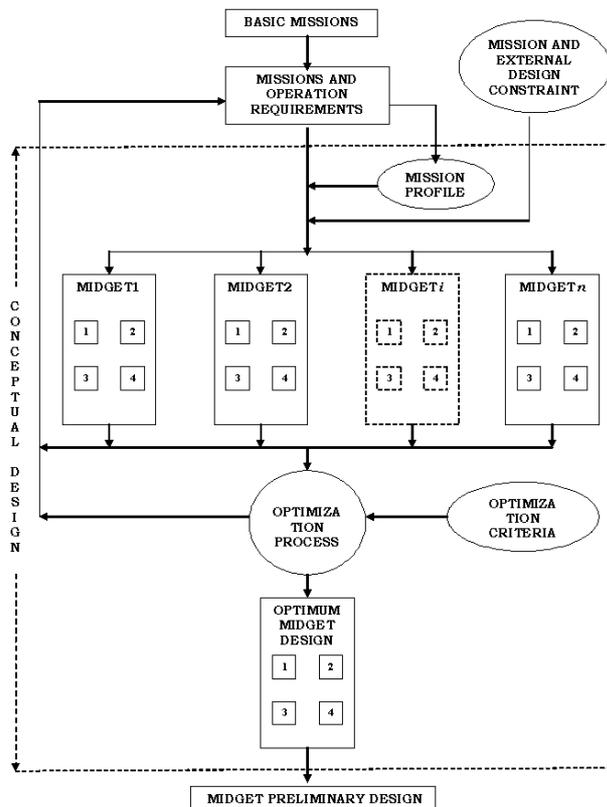


Gambar 1. Diagram alir proses desain.

Gambar 1 di atas menunjukkan bahwa aktivitas dimulai dengan *Exploration design concept* yang mencakup penentuan *basic mission and operation requirements* serta dilanjutkan dengan tahapan *conceptual design*. Tahap *basic mission and operation requirement* mencakup penentuan misi utama kapal selam mini yang disesuaikan dengan kebutuhan NKRI serta persyaratan utama operasi yang disesuaikan dengan kemampuan dan kelaziman yang berlaku di jajaran TNI-AL maupun pihak galangan nasional, seperti PT. PAL Indonesia (Persero) atau yang lainnya.

### Desain Konseptual

Di bawah ini adalah diagram alir *conceptual design* yang menjelaskan konsep *mission and operation requirements*. Terdapat pilihan ukuran mini dengan berbagai macam sistem yang diterapkan pada masing-masing pilihan ukuran. Proses optimisasi dilakukan pada pilihan mini dengan berbagai macam ukuran dan sistem.

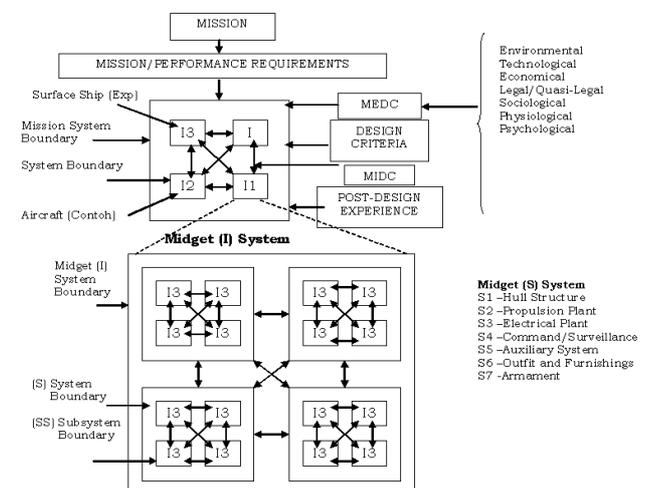


Gambar 2. *Design feasibility study*.

Materi diskusi antara lain mencakup bahasan kondisi geografis dan kelautan NKRI, kebutuhan serta permasalahan pertahanan dan keamanan khususnya pertahanan dan keamanan laut NKRI,

pelaksanaan operasi pertahanan dan keamanan laut khususnya operasi kapal selam, peralatan yang dibutuhkan dalam operasi kapal selam, jenis/ tipe/ merek peralatan kapal selam khususnya yang berkaitan dengan pengindraan, persenjataan, dan komunikasi, serta kemungkinan pengembangan teknologi kapal selam. Hasil diskusi ini merupakan masukan untuk proses optimisasi penentuan spesifikasi teknis kapal selam mini sebagaimana nampak pada Gambar 2 di atas.

Proses *trade-off* optimisasi dilakukan dengan algoritma genetika karena algoritma ini lebih cepat dalam mencari titik optimum dengan *multi-objectives*. *Objective*/tujuan dalam proses optimisasi ini adalah memaksimalkan efektivitas kapal selam mini (*overall measure of effectiveness/OMOE*), meminimumkan biaya pembangunan (*criteria for building cost of construction/CBCC*), serta meminimumkan risiko (*overall measure of risk/OMOR*). Program *Multi-Objective Genetic Algorithm Optimization (MOGO)* ditulis dalam bahasa MATLAB7.3 dengan hasil seperti nampak pada Gambar 3 di bawah (Arentzen, 1960; Gabler, 1986; Boisiayon, 1983; Brown, 2003; Brown et al., 2005).



Gambar 3. *Mission system dan design inputs*.

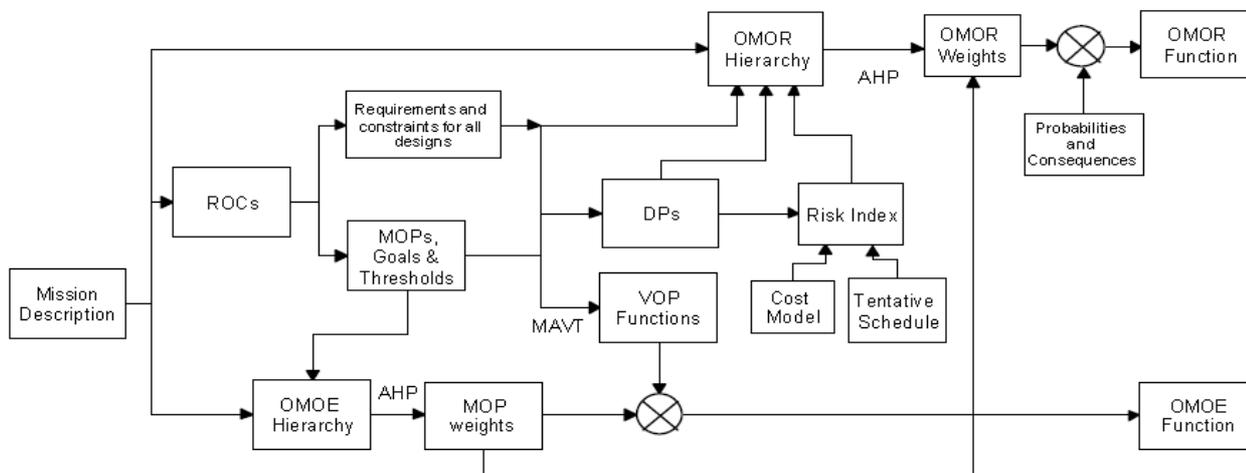
Diagram proses *trade-off* ini dapat dilihat pada Gambar 3 di atas. Dari  $n$  buah kemungkinan kombinasi spesifikasi kapal selam mini akan dipilih satu kombinasi dengan nilai efektivitas terbaik dan biaya serta risiko tertentu. Gambar 3 menunjukkan sistem kapal selam mini yang dibuat terpisah dari *mission system* di mana sistem dalam kapal selam mini tersebut dapat terdiri dari  $N$  sistem individual yang berinteraksi satu dengan lainnya.

Proses *trade-off* pada tahap eksplorasi konsep di atas masih menggunakan rumus empiris, sehingga hasil spesifikasi kapal selam mini yang diperoleh juga masih bersifat empiris. Untuk memperoleh hasil optimisasi yang lebih akurat, maka proses dalam *conceptual design* berikutnya perlu dilakukan yaitu pengembangan konsep (*concept development*). Pada tahap ini, kajian untuk setiap elemen desain dievaluasi kembali lewat kajian yang lebih terperinci menurut langkah spiral desain pada Gambar 3. Kajian lebih terperinci ini meliputi kajian aspek hidrostatika/hidrodinamika, relasi berat/ruang, *ballasting system*, material dan struktur, *resistance and powering*, tata letak dan bentuk geometri, *dynamics and control*, *sensing system*, *manufacturing process and specification* serta biaya pembangunannya. Kegiatan riset ini juga melibatkan pembuatan dan pengujian model pada laboratorium komputer untuk model numerik, laboratorium konstruksi untuk penggetesan material, serta laboratorium *towing tank* dan *manoeuvring basin* untuk aspek

tingkah laku statika dan dinamikanya.

Apabila elemen-elemen penelitian tersebut telah dilakukan dengan tingkat kerincian yang cukup, maka *database* elemen penelitian dapat diintegrasikan dalam kapal selam *Mini Product Definition System* (MPDS) yang merupakan desain sistem kapal selam mini atau kapal selam pada umumnya.

Penelitian ini dimulai dengan kajian *basic mission and operation requirements* seperti yang terlihat pada Gambar 4, melibatkan telaah lingkungan dan konsep pertahanan dan keamanan laut NKRI. Berbagai kemungkinan pembangunan *land base* di beberapa lokasi kepulauan Indonesia, permasalahan logistik, serta jumlah dan dimensi kapal selam mini dengan berbagai spesifikasi akan diuji untuk memperoleh *total cost system* minimum. Luaran dari kajian aspek pertahanan dan keamanan ini akan berupa ditetapkan persyaratannya *basic mission and operation* sebagai basis acuan perencanaan teknis kapal selam mini berikutnya.



Gambar 4. Proses perhitungan OMOE dan OMOR dalam *conceptual design*

Dengan telah ditetapkan misi serta diperincinya persyaratan misi dan kemampuan yang harus dimiliki kapal selam mini (*Required of Capability/ROC*) maka berbagai kombinasi sistem peralatan/kemampuan dapat dikaji. Dengan demikian, *Overall Measure of Effectivity* (OMOE), biaya (*Building Cost of Construction/CBCC*), dan *Overall Measure of Risk* (OMOR) dari suatu desain kapal selam mini dapat dikaji, divariasikan, serta dilakukan *trade-off* untuk memperoleh desain dengan OMOE terbaik maupun CBCC dan OMOR terendah. Proses perhitungan OMOE dan OMOR dapat dilihat

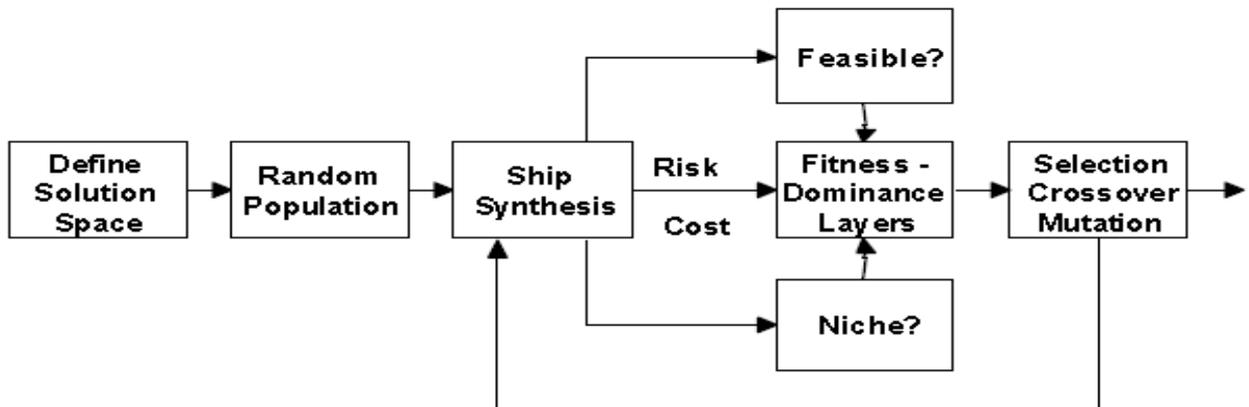
pada Gambar 6 di bawah (Brown, 2003; Brown et al., 2005; Burcher et al., 1994).

Metode optimisasi yang dipakai di dalam penelitian ini menggunakan metode berbasis program *Multi-Objective Genetic Algorithm Optimization* (MOGO) (Brown 2003). Dengan pendekatan ini, algoritma akan mencari titik-titik optimum dalam ruang desain dengan jalan menyimulasikan proses evolusi, seperti ditunjukkan pada Gambar 5 berikut (Brown, 2003; Brown et al., 2005).

Tampak dalam proses optimisasi yang

tergambar pada Gambar 5 bahwa karakteristik kapal selam mini dihitung di dalam subprogram *midget design synthesis* yang memuat *routine*

dengan formulasi empiris sebagai pendekatan perhitungan awal karakteristik kapal selam mini. Rumus-rumus empiris tersebut diturunkan dari



Gambar 5. Program *Multi-Objective Generic Algorithm Optimization* (MOGO).

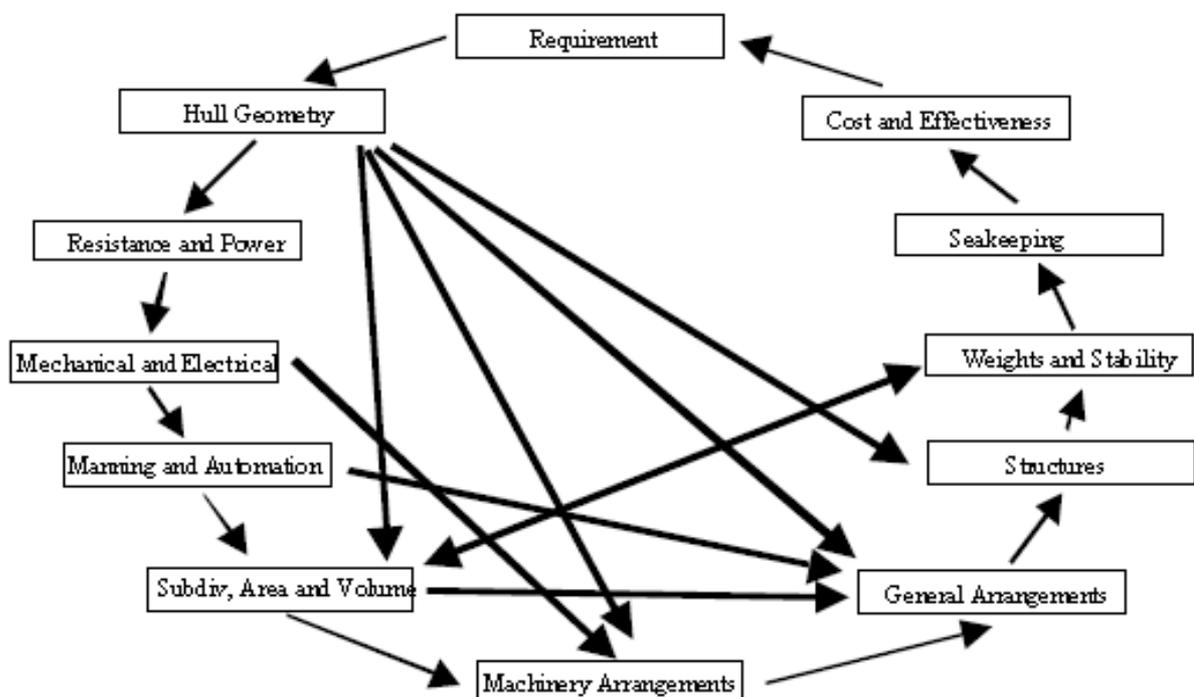
metode statistik, pengalaman, maupun proses pendekatan lain untuk memperoleh hubungan antara variabel desain dengan bentuk yang relatif sederhana. Manfaatnya yakni untuk memudahkan dan mempercepat perhitungan optimisasi (Saaty, 1994).

Hasil dari proses optimisasi pada tahap *concept exploration* ini berupa tempat kedudukan titik-titik desain optimum yang menempati ruang desain dalam bentuk *non-dominated frontier* atau disebut juga *pareto Frontier* (Budyanto, 2002). Aktivitas yang diusulkan pada periode selanjutnya merupakan upaya untuk menyempurnakan dan

memvalidasi persamaan-persamaan empiris tersebut serta memperkaya hubungan antara variabel pada perhitungan *midget design synthesis*. Tujuannya adalah agar hasil yang diperoleh dalam proses optimisasi lebih akurat. Proses perhitungan karakteristik teknis kapal selam mini dapat dilihat pada pembahasan.

### Desain Awal

Tahap pengembangan desain konsep, yaitu mengevaluasi kembali keseluruhan proses desain spiral dengan kajian yang lebih detail, ditunjukkan Gambar 6 berikut:



Gambar 6. Pengembangan konsep dengan spiral desain.

Meskipun banyak data masih berorientasi teknologi AS, pengembangan konsep desain telah dilaksanakan dan verifikasi/modifikasi akan terus dilakukan agar data sesuai dengan teknologi yang lazim digunakan di Indonesia yang lebih berorientasi kearah teknologi Jerman, Eropa Timur, Rusia maupun Asia Timur. Hingga saat ini mengakses informasi detail berkenaan dengan peralatan dan persenjataan tempur khususnya kapal selam, biaya pembangunan kapal, kurangnya pengalaman desain, pembangunan dan operasi peralatan-peralatan tersebut masih sulit karena tingginya tingkat konfidensialitas informasi dan hal ini perlu secara bertahap dieliminasi pada tahapan penelitian berikutnya.

Skenario misi berdampak terhadap desain kemampuan spesifikasi (*Required of Capability/ROC*) kapal selam mini agar dapat menunjang misi secara efektif. Pengertian efektif tidak selalu berorientasi pada spesifikasi teknologi terkini atau bahkan teknologi masa depan karena teknologi tinggi berimplikasi pada biaya dan risiko yang tinggi pula. Sebaliknya, pengertian efektif adalah bahwa kapal selam mini perlu didesain untuk dapat melaksanakan misi dengan tingkat efektivitas terbaik serta tingkat biaya dan risiko yang relatif rendah. Dari deskripsi ROC di atas dapat dirancang berbagai alternatif kombinasi spesifikasi peralatan/sistem yang diperlukan kapal selam mini untuk menunaikan tugasnya. Pada tahap ini, eksplorasi desain, analisis misi, dan pengembangan teknologi berperan menentukan spesifikasi kapal selam mini. Agar proses optimisasi dapat dilakukan secara kuantitatif, skor perlu diberikan kepada berbagai alternatif kombinasi peralatan/sistem melalui metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*) dan MAVT (*Multi-Attribute Value Theorem*). Tujuannya yakni memperoleh bobot untuk membandingkan tingkat efektivitas suatu peralatan/sistem terhadap suatu peralatan/sistem yang lain (*Measure of Performance/MOP*) (Budiyanto, 2004).

Dengan diketahuinya MOP peralatan/sistem didalam kapal selam mini maka perlu dirancang eksplorasi desain kapal selam mini yang mampu memuat berbagai kombinasi peralatan/sistem tersebut serta memungkinkan sistem bekerja dengan baik. Tujuannya yakni untuk melaksanakan misi dengan tingkat efektivitas terbaik dan dengan biaya dan risiko rendah. Perancangan

untuk menentukan desain terbaik ini memerlukan proses *trade-off* di antara seluruh kombinasi yang mungkin terjadi.

### Teknik Pengambilan Sampel

Kuesioner merupakan proses yang dibutuhkan untuk memperoleh nilai atau skor berdasarkan Struktur Analisa Hierarki Proses Pemilihan Parameter Green Port yang sesuai diterapkan di Indonesia. Karenanya, diperlukan teknik pengambilan sampel untuk mendapatkan hasil kuesioner yang baik. Adapun teknik pengambilan sampel yang akan digunakan adalah teknik *purposive sampling*. Teknik ini digunakan mengacu pada tujuan yang ingin dicapai pada proses penelitian yakni memberikan informasi data dari sebagian anggota dalam kelompok tertentu. Hal ini mengharuskan peneliti mengetahui latar belakang pe-ngisi kuesioner (Tongco, 2007; Budiyanto, 2004).

Proses pengambilan sampel dimulai dengan menghitung jumlah sampel. Perhitungan jumlah sampel menggunakan persamaan slovin. Persamaan slovin adalah persamaan yang digunakan untuk mengetahui jumlah sampel minimum jika jumlah populasi ( $N$ ) diketahui pada taraf signifikan ( $\alpha$ ). Berikut persamaan yang digunakan:

$$n = \frac{N}{1 + \left[ \frac{N\alpha}{2} \right]^2}$$

(Sevilla, 2007)

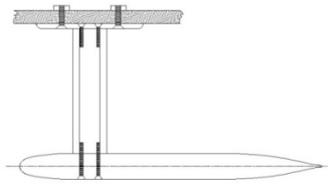
$N$  adalah jumlah pengelola yang mempunyai kepentingan,  $\alpha$  adalah batas toleransi kesalahan, dan  $n$  adalah jumlah sampel (Daniel, 1998).

## ANALISIS DAN EVALUASI

### Proses Pembuatan Model Uji

Bahan utama pembuatan model adalah bahan *fibreglass*. Badan model dibuat dengan lapisan *fibreglass* setebal 4 mm. Dengan demikian, model diperkirakan mampu menahan tekanan hidrostatis pada percobaan di tangki tarik dengan ketenggelaman sekitar 1 meter di bawah permukaan (tekanan hidrostatis sekitar 0,1 Bar). Hubungan model dengan *carriage* melalui perantaraan lengan merupakan penerusan *Bridge water/sail* hingga mencapai pengikat pada *carriage*. Lengan harus dibuat sekuat mungkin. Oleh karenanya, diperlukan penguat pipa besi agar sewaktu percobaan tidak timbul getaran berlebihan yang dapat memengaruhi akurasi

pengukuran (lihat Gambar 7).



Gambar 7. Peletakan model pada *carriage tank* ditarik.

Sirkularitas dari model harus dibuat sesempurna mungkin karena ketidaksempurnaan sirkularitas akan mengakibatkan timbulnya gaya samping atau gaya ke atas (*side and vertical forces*) (Wardhana et al., 1998).



Gambar 8. Model USS Permit, model Bare Hull Midget, kombinasi Hull Conning Tower, bagian buritan model kapal selam, model *hydroplane* haluan, bahan dasar model *appendices* dari kayu sebelum dilapisi *fibreglass*.



Gambar 8a. Model uji tampak samping, depan, dan belakang.

### Proses Uji Laboratorium

Percobaan model kapal dilaksanakan pada Laboratorium Hidrodinamika Fakultas Teknologi Kelautan ITS. Tangki percobaan memiliki panjang 50 meter, lebar 3 meter, dalam 2 meter, dan sarat 1,8 meter.

Kereta penarik model kapal menggunakan empat buah motor listrik linier yang memungkinkan dicapainya kecepatan konstan yang diinginkan dengan waktu relatif singkat. Dengan demikian, tersedia waktu pengukuran yang cukup sebelum kereta berhenti pada ujung tangki atau kolam. Selama percobaan, model kapal ditarik oleh kereta dengan mempergunakan poros vertikal dilengkapi *load cell*. *Load cell* inilah yang mengukur besarnya *force* atau hambatan model kapal. *Load cell* lantas dihubungkan ke penguat tegangan sebelum masuk ke jaringan komputer di dalam ruang kontrol.

Percobaan ini dilakukan dalam kondisi air tenang dan selama percobaan model kapal dapat melakukan gerakan mengangguk (*heaving* dan *pitching*) secara bebas. Percobaan tarik ini dilakukan pada beberapa kecepatan (4–15 knots) sehingga dapat diperoleh grafik hubungan antara tenaga kuda efektif (EHP) dan kecepatan kapal (knots).

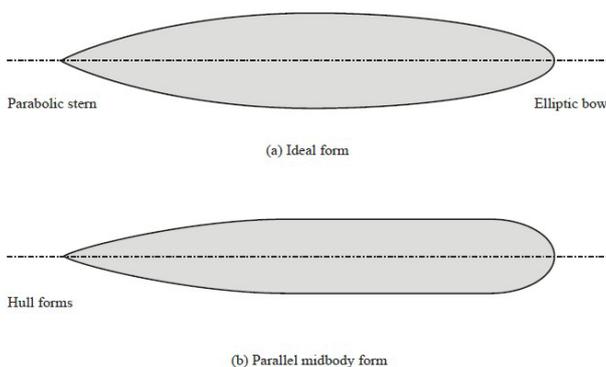
Pada kajian laboratorium fisik, langkah awal adalah pembuatan beberapa model percobaan. Model tersebut akan digerakkan dengan

kecepatan sekitar 4 meter/detik pada tangki percobaan. Lantas, tahanan serta karakteristik aliran akan direkam untuk dianalisis. Alat ukur berupa transduser akan dirancang agar dapat melakukan pengukuran enam derajat kebebasan sekaligus. Konfigurasi model dengan peralatan *carriage towing tank* secara umum dapat dilihat pada Gambar 7.

Sirkularitas dari model harus dibuat sesempurna mungkin karena ketidaksempurnaan sirkularitas akan mengakibatkan timbulnya gaya ke samping atau gaya ke atas (*side and vertikal forces*).

**Dimensi Kapal**

Sebelumnya telah dilakukan kalkulasi untuk menentukan ukuran utama kapal dan bentuk lambung kapal selam. Bentuk yang dijadikan opsi pemilihan lambung adalah *ideal form* dan *parallel midbody form*. Dengan menggunakan *ideal form* aliran fluida akan mengalir lebih lancar sehingga hambatan lebih kecil. Namun, salah satu bahan pertimbangan perencanaan pembuatan *hull form* adalah kesederhanaan *lines plan*. Kesederhanaan *lines plan* dibutuhkan guna mempermudah proses produksi yang akan dilakukan. Pertimbangannya, bentuk *hull form* yang dipilih adalah *parallel midbody form*.



Gambar 9. *Hull form*

Setelah ditentukan *hull form* kapal yang akan direncanakan, estimasi dilakukan untuk menentukan diameter kapal. Setelah berkali-kali proses optimisasi penentuan ukuran lambung dengan berbagai aspek pertimbangan, maka didapatkanlah ukuran utama yang digunakan untuk proses desain. Dari hasil perhitungan, didapatkan ukuran utama sebagaimana tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Ukuran lambung kapal selam hasil perhitungan.

∩	D LOA	=4m
∅		=28m
∩	L/D B	=7.00
∅		=4m
∩	Hsail	=1.5m
∅	B/D	=1
∅	Laft	=11m
∩	Lpmb	=11.5m
∅	Lbow	=5.5m

Selanjutnya, dari ukuran utama tersebut akan dibuat *lines plan* dengan menggunakan Maxsurf. Dalam proses pembuatannya, karakteristik desain *hull form* pada Maxsurf tidak bisa sepenuhnya sama dengan hasil perhitungan. Perbedaan karakteristik tersebut membutuhkan koreksi. Koreksi yang diizinkan dalam proses pembuatan desain kapal selam ini tidak boleh lebih besar dari 1% terhadap perhitungan awal.

**Pressure Hull dan Outer Hull**

*Pressure hull* atau badan tekan merupakan komponen utama dari kapal selam yang mengakomodasi kru beserta sistem kapal pada tekanan atmosfer dan tahan tekanan hidrostatis saat menyelam. Tekanan atmosfer pada *Pressure hull* akan dijaga pada tekanan sekitar 1 atmosfer. Berdasarkan hasil proses desain dengan menggunakan Maxsurf, perbedaan karakteristik pada *pressure hull* tidaklah lebih dari 1% terhadap perhitungan awal (Wardhana et al., 2004; Djatmiko et al., 2002; Hess, 1976; Leksono et al., 1997; Popov, 1976).

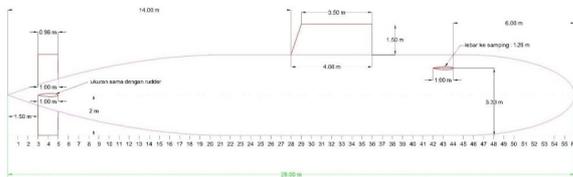
Selanjutnya pada proses desain ini dilakukan proses desain *Outer Hull*. Pembuatan *outer hull* ini merupakan penambahan bentuk *bow* dan *cone* pada *pressure hull*. Penambahan bagian *outer hull* pada bagian haluan dan buritan merupakan karakteristik dari pemilihan bentuk *parallel midbody form*. Hasil dari proses desain *outer hull* menggunakan Maxsurf dapat dilihat pada gambar di bawah (Rosyid et al., 2001).



Gambar 10. Desain bentuk *outer hull* menggunakan Maxsurf

### Sail dan Control Surface

Setelah terbentuk *outer hull* selanjutnya dilakukan proses penambahan *sail* dan *control surface*. *Control surface* yang digunakan pada desain kapal selam ini terdiri dari *top rudder*, *bottom rudder*, *aft planes*, dan *Forward planes*. Penempatan *control surface* pun perlu mengikuti hasil optimisasi yang telah dilakukan. Berikut adalah penempatan *control surface* dan *sail* berdasarkan hasil optimisasi.



Gambar 11. Penempatan *control surface* dan *sail*

Setelah ditentukan posisi penempatannya, maka diperlukan pemilihan jenis *foil* yang mampu memberikan gaya angkat dan gaya tekan yang cukup untuk desain kapal selam. Jenis *foil* yang digunakan untuk kapal selam ini adalah NACA 020. Penggunaan jenis *foil* tersebut ditujukan agar manuver kapal maksimal. Berikut adalah hasil desain *control surface* dan *sail* pada kapal selam.

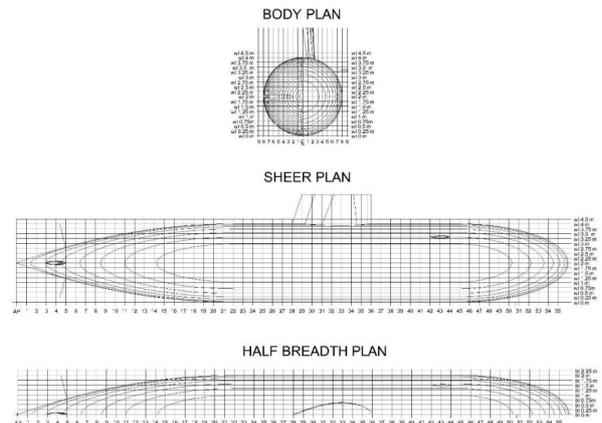


Gambar 12. Desain *Control surface* dan *Sail* dengan Maxsurf.

### Lines plan

Setelah proses desain *hull form* kapal selam selesai, selanjutnya dibuat *lines plan*. *Lines plan* merupakan gambar yang menyatakan bentuk potongan *body* kapal dengan tiga sudut pandang yaitu *body plan* (secara melintang), *sheer plan* (secara memanjang), dan *half breadth plan* (dilihat dari atas). Garis-garis bentuk potongan ini menyatakan bentuk tiga dimensi dari kapal untuk mempermudah proses desain serta produksi di lapangan selanjutnya (Popov, 1976).

Ada berbagai cara membuat *lines plan*. Namun, seiring kemajuan teknologi kini telah hadir *software* khusus yang biasa digunakan untuk menggambar *lines plan* dalam waktu relatif singkat. *Software* untuk proses desain kapal selam ini adalah Maxsurf. Maxsurf digunakan sebagai awalan desain sebelum dilanjutkan dengan AutoCad untuk penyempurnaan.



Gambar 13. *Lines plan* yang telah disempurnakan dengan AutoCad

Dari hasil penyempurnaan pembuatan *lines plan* tersebut dapat diketahui karakteristik dari hasil desain kapal selam. Koefisien tersebut digunakan untuk mengetahui kesesuaian hasil desain dengan optimisasi yang sudah dilakukan. Koefisien yang perlu diperiksa antara lain adalah B, T, H, LOA, CB, CP, dan *displacement*.

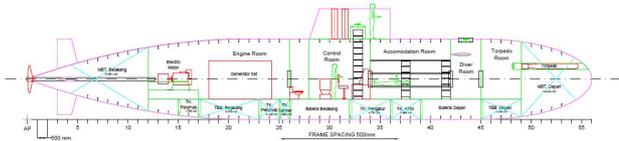
Hydrostatics at DWL			
	Measurement	Value	Units
1	Displacement	223,0	t
2	Volume (displaced)	217,590	m <sup>3</sup>
3	Draft Amidships	3,000	m
4	Immersed depth	3,000	m
5	WL Length	25,762	m
6	Beam max extents on WL	3,464	m
7	Wetted Area	214,751	m <sup>2</sup>
8	Max sect. area	10,106	m <sup>2</sup>
9	Waterpl. Area	72,711	m <sup>2</sup>
10	Prismatic coeff. (Cp)	0,836	
11	Block coeff. (Cb)	0,813	
12	Max Sect. area coeff. (C)	0,973	
13	Waterpl. area coeff. (Cw)	0,815	
14	LCB length	15,412	from zero
15	LCF length	15,588	from zero
16	LCB %	59,824	from zero
17	LCF %	60,509	from zero
18	KB	1,707	m
19	KG fluid	0,000	m
20	Bmt	0,293	m
21	BML	13,043	m
22	GMt corrected	1,999	m
23	GML	14,749	m
24	KMt	1,999	m
25	KML	14,749	m
26	Immersion (TPc)	0,745	tonne/cm
27	MTC	1,298	tonne.m
28	RM at 1deg = GMt.Disp.si	7,781	tonne.m

Density (water) 1,025 tonne./m<sup>3</sup>

Gambar 14. Karakteristik kapal hasil desain Maxsurf.

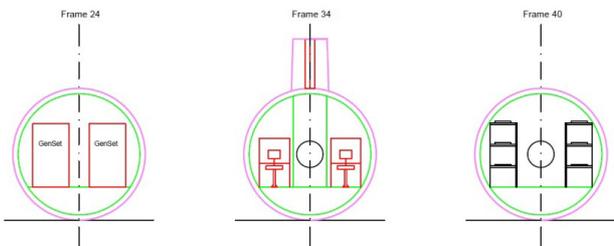
## General Arrangement dan Kompartemen Kapal Selam

*General arrangement* atau rencana umum didefinisikan sebagai perencanaan ruangan yang dibutuhkan pada kapal sesuai dengan fungsi dan perlengkapannya. *General arrangement* dibuat berdasarkan *lines plan* yang telah dirampungkan pada proses sebelumnya. Dengan *lines plan*, bentuk badan kapal secara garis besar akan terlihat. Hal ini memudahkan dalam merencanakan serta menentukan pembagian ruangan sesuai dengan kebutuhannya masing-masing. Secara umum ruangan/kompartemen pada kapal selam dibagi menjadi lima ruangan yaitu *engine room*, *control room*, *accomodation room*, *diver room*, dan *torpedo room*. Penampakan kapal selam dari samping dapat digambarkan secara sederhana sebagai berikut.



Gambar 15. *General arrangement* kapal selam.

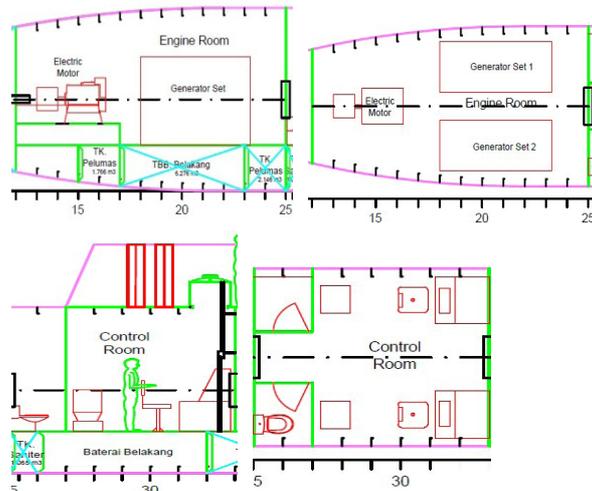
Dengan diameter kapal sebesar 4 meter, kapal selam ini tidak disarankan memiliki lebih dari satu dek. Hal ini dikarenakan kebutuhan akomodasi yang sangat terbatas jika kapal selam memiliki lebih dari satu dek. *Double bottom* di bawah dek digunakan sebagai penempatan tangki-tangki dan *battery room*. Kebutuhan volume telah ditentukan berdasarkan hasil optimisasi yang telah dilakukan sebelumnya. Setelah didapatkan volume kebutuhan tangki, maka dibuatlah *tank arrangement* sesuai gambar di atas. Dari sini, didapatlah penampang melintang kapal selam sebagai berikut.



Gambar 16. Penampang melintang kapal selam

*Engine room* pada kapal ini terletak pada gading nomor 12 hingga gading nomor 25. Kompartemen ini merupakan tempat keseluruhan

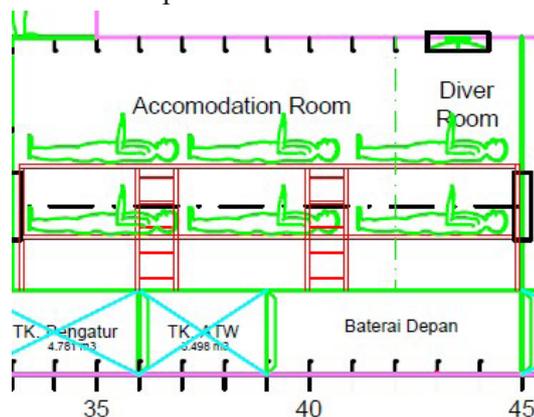
permesinan kapal. Permesinan yang diletakkan pada kompartemen ini di antaranya adalah *electric motor propulsion*, *generator set*, dan pompa-pompa. Beberapa tangki juga diletakkan di bawah dek kompartemen ini.

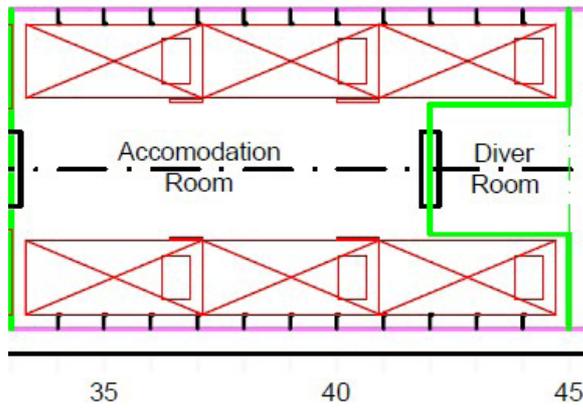


Gambar 17. *Engine room* tampak samping dan tampak atas, *control room* tampak samping dan tampak atas.

*Control room* pada kapal ini terletak pada gading nomor 25 hingga gading nomor 34. Kompartemen ini merupakan tempat pusat kendali kapal selam dan kontrol indra kapal selam. Pada ruangan inilah *combat management system*, *sonar display*, *conning Tower* atau *Sail* diletakkan. WC dan *galley* diletakkan pula di tempat yang sama. Selain itu, salah satu baterai juga diletakkan di bawah dek kompartemen ini.

*Accommodation room* pada kapal ini terletak pada gading nomor 34 hingga gading nomor 45. Kompartemen ini merupakan tempat akomodasi untuk para pengawak kapal. Pada kompartemen ini diletakkan dua belas tempat tidur untuk dua belas orang. Salah satu baterai juga diletakkan di bawah dek kompartemen ini.

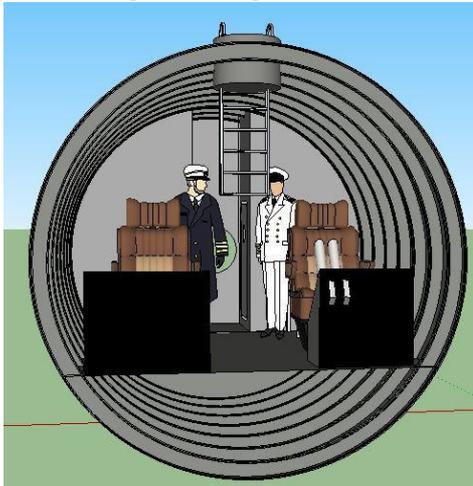




Gambar 18. *Accommodation room* tampak samping dan tampak atas.

### **Control Room**

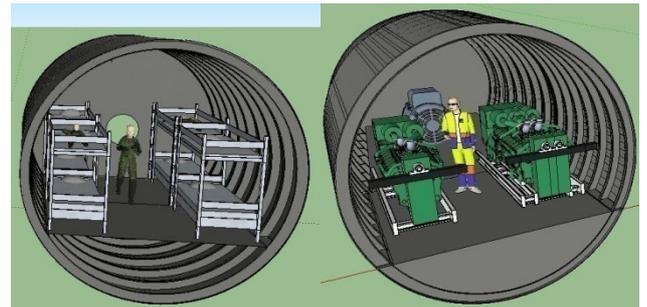
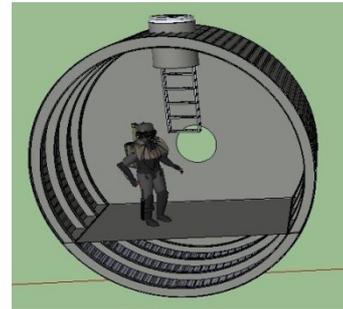
Pada ruang kontrol terdapat peralatan navigasi, komunikasi, dan alat pengontrol sistem operasional kapal selam. Pada ruangan ini terdapat pula dua kursi dan dua meja. Ruang kontrol juga dilengkapi dengan tangga untuk akses keluar kapal. Di samping itu, terdapat pula toilet serta ruangan serbaguna.



Gambar 19. *Control Room*

### **Acomodation Room, Diving Room, dan Engine Room**

Ruang akomodasi memiliki empat tempat tidur bertingkat. Setiap tempat tidur memiliki dua tingkat, sehingga jumlah total tempat tidur di ruang akomodasi ada delapan buah. *Diving room* digunakan sebagai akses keluar prajurit untuk melakukan pengintaian bawah laut atau keluar dari kapal. Ruangan ini dilengkapi dengan tangga untuk akses keluar kapal. Pada ruang mesin terdapat dua buah *genset* sebagai sumber tenaga listrik serta motor listrik.



Gambar 20. *Acommodation room, diving room dan engine room*

### **Evaluasi Hambatan dengan Menggunakan CFD**

Untuk menghitung hambatan kapal selam dengan menggunakan batuan *computational fluid dynamics* (CFD), langkah pertama yang harus dikerjakan adalah memodelkan kapal selam ke dalam bentuk 3D melalui ICEM CFD. Untuk dapat memodelkan kapal selam ke dalam bentuk 3D, sebelumnya kita sudah harus mempunyai desain *lines plan* dari kapal selam tersebut. Model yang digunakan untuk mengevaluasi hambatan pada kapal selam adalah model dengan skala 1:14,8 dari ukuran sebenarnya. Perbandingan dimensi kapal selam dengan dimensi model ditunjukkan pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Ukuran utama kapal dan model kapal

Dimensi Partikular	Kapal	Model
LOA	28 m	1.891 m
B	4 m	0.270 m
H	4 m	0.270 m
T	3 m	0.202 m
WSA	214.751 m <sup>2</sup>	0.9804 m <sup>2</sup>
Displacement	223.0 ton	68.789 kg

Setelah model kapal selesai dibuat, langkah selanjutnya adalah mengekspor file .msd (default software Maxsurf) ke dalam bentuk file .igs agar dapat dibaca oleh ICEM CFD untuk kemudian elemen-elemennya dibagi ke dalam bentuk yang lebih kecil (*meshing*).

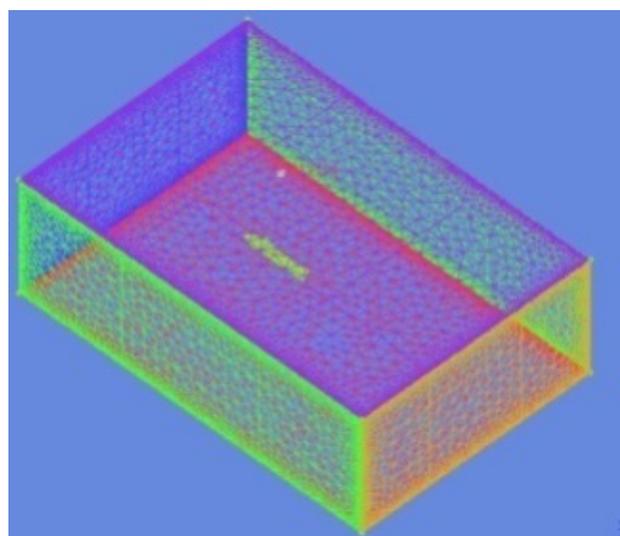
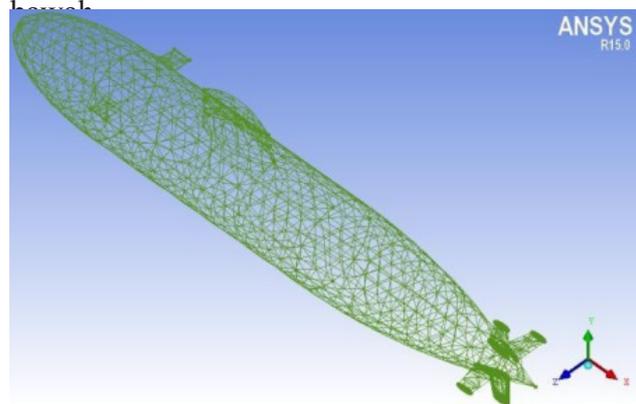
**Meshing**

Tahap berikutnya setelah model 3D dibuat adalah *meshing* dengan bantuan ICEM CFD. Caranya adalah dengan membagi geometri model ke dalam elemen-elemen kecil (segitiga, *tetra/mixed*, *hexa-dominant*) yang disebut *cell*. Gabungan dari *cell-cell* tersebut membentuk satu kesatuan yang disebut *mesh* atau *grid* karena gabungan dari elemen-elemen tersebut membentuk semacam jala. Setelah model 3D hasil pemodelan software Maxsurf diekspor ke dalam bentuk file .igs, selanjutnya pada ICEM CFD file tersebut diimpor untuk kemudian dilakukan pembuatan domain komputasi. Seperti yang telah dijelaskan pada bagian sebelumnya, domain-domain ini terdiri dari *inlet*, *outlet*, *wall*, *top*, dan *bottom*. Domain-domain tersebut berbentuk persegi panjang diberi *surface* dan membentuk balok yang mengelilingi model kapal. Pembuatan domain-domain tersebut dapat dilihat pada Gambar 21 di bawah ini.

Setelah itu, langkah selanjutnya adalah pembagian elemen model menjadi elemen-elemen yang lebih kecil (*cells*) yang biasa disebut *meshing*. Pada tahap ini ukuran *meshing* ditentukan dengan perbandingan antara model dengan domain yakni 1:10. Durasi lamanya

proses *meshing* bergantung pada ukuran *meshing* dan jumlah elemen yang dihasilkan. Semakin kecil ukuran *meshing* dan semakin banyak jumlah elemennya, maka akan semakin lama pula durasi proses *meshing*. Untuk mendapatkan ukuran *meshing* serta jumlah elemen yang optimum perlu dilakukan analisis *grid independence*.

Dengan ukuran *mesh* serta jumlah elemen optimum tersebut, *mesh* yang dihasilkan berukuran sangat kecil dan rapat satu dengan yang lain. Hasil ukuran (kerapatan) *mesh* untuk domain komputasi dapat dilihat pada gambar di bawah.



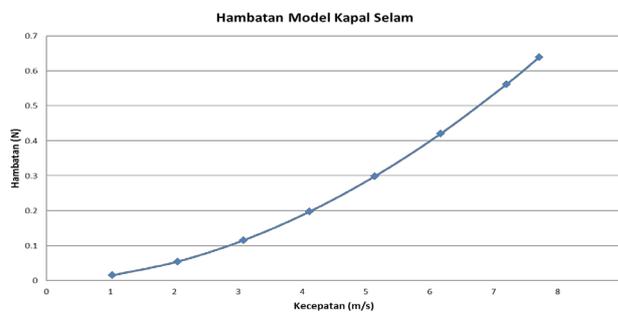
Gambar 21. Ukuran kerapatan *mesh* pada domain komputasi dan model kapal selam.

**Hasil Pemodelan Numerik**

Tabel 3 di bawah ini merupakan hasil percobaan hambatan viskose dengan metode numerik. Perhitungan nilai hambatan dilakukan pada 8 variasi kecepatan: 1.028 m/s, 2.057 m/s, 3.086 m/s, 4.115 m/s, 5.144 m/s, 6.172 m/s, 7.201 m/s, dan 7.716 m/s. Hasilnya menunjukkan bahwa hambatan terbesar dihasilkan oleh model yang memiliki kecepatan terbesar. Grafik hasil

perhitungan hambatan model kapal selam dengan CFD ditunjukkan pada Gambar 22.

Kecepatan(m/s)	Hambatan(N)
1.028	0.014
2.057	0.054
3.086	0.115
4.115	0.196
5.144	0.298
6.172	0.420
7.201	0.561
7.716	0.639



Gambar 22. Hasil perhitungan hambatan model kapal selam dengan CFD dan tabel hasil perhitungan hambatan model kapal selam dengan CFD.

### KESIMPULAN

Kegiatan rancang bangun kapal selam mini 22 m menghasilkan desain konseptual, desain awal, dan model uji hidrodinamika namun belum mencakup desain dasar (*basic design*), desain rinci (*detailed engineering design*), dan *technical data package* (TDP).

Kegiatan penelitian dan pengembangan kapal selam mini (ringan) ini mempunyai aspek strategis karena pembuatan kapal selam mini (ringan) dapat meningkatkan *deterrent effect* (faktor penggentar), *gaining position* (posisi tawar) negara Indonesia di dunia terutama kawasan ASEAN, menyeimbangkan kekuatan militer dengan negara tetangga, menjaga wilayah NKRI di perairan dangkal, mengurangi ketergantungan kepada luar negeri dan dampak embargo, serta merupakan langkah awal menuju kemandirian

industri pertahanan nasional di bidang kapal selam mini (ringan).

Pada akhir proses rancang bangun kapal selam mini 22 meter ini didapatkan hasil desain kapal selam ringan yang mampu membawa 14 orang pengawak, dengan ukuran utama LOA: 28 m; B: 4 m; H: 4 m; T: 3 m; V *submerged maximum*: 15 knot; bobot: 223.0 ton.

### DAFTAR PUSTAKA

1. Achmadi, T. et al. (1997). Optimisasi desain kapal kontainer untuk pelayaran Indonesia. *Riset Unggulan Terpadu*.
2. Arentzen, E. S. (1960). Naval architectural aspects of submarine design. *SNAME*, 68.
3. Boisiayon, G. (1983). Design criteria for conventional submarines. Makalah disampaikan dalam *International Symposium on Naval Submarines*, London.
4. Brown, A. J. (2003). Multi-objective optimization in naval ship design. *Naval Engineers Journal*.
5. Brown, A. J, et al. (2005). *Design report SSLW*. Virginia Tech University.
6. Budiyanto, D. (2002). Mencoba mengenal midget/baby submarine. *Jalesveva Jayamahe*, 22.
7. Budiyanto, D. (2004). Mencoba mengenal midget/baby submarine. Korespondensi pribadi.
8. Burcher, et al. (1994). *Concepting submarine design*. Cambridge: Cambridge University Press.
9. Daniel, R. J. (1988). Consideration influencing submarine design. Makalah disampaikan pada *International Symposium on Naval Submarines*, London.
10. Djatmiko, E. B. et al. (2002). Rancang bangun wahana benam *remotely operated vehicle* (ROV). *Riset Unggulan Kemitraan*.
11. Gabler, U. (1986). *Submarine Design*. Bernard and Craefe Verlag.
12. Hess, A. O. (1976). On the problem of shaping an axisymmetric body too btain low drag at large Reynolds number. *SNAME*.
13. Leksono, S. et al. (1997). Perancangan finned propeller untuk meningkatkan efisiensi. *Riset Unggulan Terpadu V*.

14. *Matlaband Maxsurf User Manual*. (2006).
15. Popov, E. P. (1976). *Mechanics of materials*. NJ: Prentice-Hall.
16. Rosyid, D.M. et al. (2001). Pengembangan struktur laminasi untuk aplikasi kelautan. *Riset Unggulan Kemitraan*.
17. Russo, V. L. et al. (1960). Submarine tanker. *SNAME*, 68.
18. Saaty, T. L. (1994). *Fundamental of decision making and priority theory with the analytical hierarchy process*. Pittsburgh: RWS Publications.
19. Wardhana, W. et al. (1998). Kajian numerik dan eksperimental interaksi hidrodinamika sayap hidrofoil; tahapan penting dalam racang bangun kapal hidrofoil. *Riset Unggulan Terpadu IV*.
20. Wardhana, W. et al. (2004). Kajian numerik dan eksperimental stabilitas dari gerakan model kapal hidrofil. *Riset Unggulan Terpadu X*.

# ANALISIS KANDUNGAN MINERAL STRATEGIS UNTUK MENDUKUNG PERTAHANAN NEGARA

## *ANALYSIS OF STRATEGIC MINERAL CONTENT TO SUPPORT STATE DEFENSE*

Rini Ferubani

Puslitbang Sumdahan Balitbang Kemhan  
Jl. Jati No.1, Pondok Labu, Jakarta Selatan  
rinaiferubani@gmail.com

### ABSTRAK

*Indonesia memiliki banyak pegunungan yang kaya akan mineral dan bahan tambang, seperti petroleum (minyak bumi), gas alam, nikel, tembaga, bauksit, timah, batu bara, emas, perak, dan stibium/stibnit. Spesifikasi stibium/stibnit yang memiliki titik lebur sampai dengan 630,63°C/1.167,13°F, memiliki nilai strategis untuk mendukung kepentingan pertahanan negara dalam rangka kemandirian industri pertahanan nasional. Stibium/stibnit dapat dimanfaatkan untuk bahan pelapis Alutsista TNI, seperti pelapis kelongsong amunisi, pelapis laras senjata, dan pelapis roket. Penelitian ini menggunakan metode survei dengan pengambilan sampel/contoh. Sampel/contoh diambil dari tujuh zona penelitian di Kabupaten Mandailing Natal, Sumatera Utara. Sampel tersebut kemudian dianalisis dengan analisis laboratorium, sehingga diketahui berapa ppm kandungan stibium/stibnit yang dapat digunakan untuk mendukung pertahanan negara. Hasil Penelitian dari ketujuh zona mineralisasi menunjukkan bahwa ternyata tidak satu pun memiliki kandungan stibnit (Sb) yang bernilai ekonomis. Kadar stibnit tertinggi hanya 80 ppm (MDN 22 R), yakni di zona mineralisasi Pb-Zn di daerah Desa Sibinail. Meski unsur stibium tidak berpotensi secara ekonomis, namun secara strategis tetap dapat mendukung pertahanan negara. Berdasarkan hasil penelitian, yang terlihat berpotensi secara ekonomis dan strategis adalah unsur mineral lain, seperti tembaga (Cu), galena (Pb), dan seng (Zn).*

**Kata kunci:** kandungan mineral, stibium, pertahanan negara.

### ABSTRACT

*Indonesia has many mountainous areas that are rich in minerals, such as petroleum (oil), natural gas, nickel, copper, bauxite, tin, coal, gold, silver, and antimony/stibnite. Antimony/stibnite's specification which has melting point up to 630.63°C/1,167.13°F has strategic value to support state defense and the independence of national defense industry. Antimony/stibnite can be used for sheathing TNI's weaponry, such as munitions cladding coatings, gun barrel coatings, and rocket coatings. This research uses survey method with sampling. The samples were taken from seven zones in Mandailing Natal Regency, North Sumatra. Those samples are analyzed through laboratory analysis in order to determine antimony/stibnite's level (in ppm) that can be used to support state defense. Research findings in seven mineralized zones show us that none of those zones has stibnite (Sb) level with economic value. Stibnite's highest level is only 80 ppm (MDN 22 R) that is in the Pb-Zn mineralized zones in Sibinail Village. Despite of antimony level that is not economically potential, strategically speaking, it can still support state defense. According to the result of this research, elements which have economic and strategic potency are other minerals such as copper (Cu), galena (Pb), and zinc (Zn).*

**Keywords:** mineral content, antimony, state defense.

### PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara kepulauan terbesar di dunia, terdiri atas 5 pulau besar dan 30 kepulauan kecil, dengan jumlah keseluruhan mencapai 17.508 pulau, di mana 6.000 di antaranya telah dihuni. Terbentang sepanjang 5.150 km di antara Benua Australia dan Asia, serta di antara Samudera Hindia dan Pasifik (Geografi Indonesia. <http://www.indonesia.go.id/in/sekilas-indonesia/geografi-indonesia>). Indonesia terletak pada titik pergerakan lempeng tektonik, sehingga di wilayah Indonesia banyak terbentuk pegunungan yang kaya akan mineral. Berbagai daerah juga

dikenal sebagai penghasil beragam jenis bahan tambang, seperti petroleum (minyak bumi), gas alam, nikel, tembaga, bauksit, timah, batu bara, emas, perak, serta mineral lain, di antaranya mineral stibium.

Stibium atau antimon adalah suatu unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang Sb dan nomor atom 51. Unsur ini merupakan metaloid dan mempunyai empat alotropi bentuk. Bentuk stabil antimon adalah logam biru-putih, sementara antimon kuning dan hitam merupakan logam tak stabil. Di Indonesia, antimon pada umumnya merupakan unsur mineral ikutan dari

mineral tambang utama, dan digunakan sebagai bahan tahan api, cat, keramik, elektronik, serta campuran antigores.

Spesifikasi stibium yang memiliki titik lebur sampai dengan 630,63° C atau 1.167,13° F, memiliki nilai strategis untuk mendukung kepentingan pertahanan negara dalam rangka kemandirian industri pertahanan nasional. Logam ini dapat dimanfaatkan untuk bahan pelapis Alutsista TNI, seperti pelapis kelongsong amunisi, pelapis laras senjata, dan pelapis roket.

Mengingat keberadaan tambang stibium dapat digunakan untuk mendukung industri pertahanan, maka mineral ini perlu mendapat perlindungan sebagai pertambangan yang dicadangkan untuk kepentingan strategis nasional. Untuk mengetahui keberadaan mineral yang strategis ini, perlu dilakukan survei/penelitian di wilayah barat Indonesia, tepatnya di daerah pertambangan Kabupaten Mandailing Natal, Sumatera Utara.

Balitbang sebagai badan peneliti Kementerian Pertahanan mempunyai tugas melaksanakan penelitian dan pengembangan di bidang pertahanan. Oleh karena itu, Balitbang bertugas mengadakan penelitian seluruh sumber daya mineral yang strategis, termasuk stibium/antimon.

### Identifikasi Masalah

Stibium di Indonesia biasanya merupakan unsur ikutan yang kandungannya sangat kecil bila dibandingkan dengan unsur utamanya. Stibium banyak dijumpai di Pulau Papua, Sumatera, dan Kalimantan, atau di gunung-gunung berapi sehingga kurang memiliki nilai ekonomis bila dikelola. Sampai saat ini, di Indonesia belum ada pabrik yang mengelola tambang stibium. Untuk pabrik pengolahan stibium di dunia, yang diketahui baru di negara Cina. Isi dari Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009 tentang Minerba tidak ada yang mengakomodasi keberadaan mineral strategis ini untuk kepentingan pertahanan negara. Selain itu, belum ada perjanjian kerja sama antara Kementerian Pertahanan dengan Kementerian ESDM, BATAN, dan BPPT, sehingga menjadi kendala dalam pelaksanaan koordinasi.

### Perumusan Masalah

1. Apakah stibium di Kab. Mandailing Natal memiliki nilai ekonomis bila dikelola?
2. Apakah stibium sebagai sumber daya alam yang strategis dapat digunakan untuk kepentingan pertahanan negara?

### Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan data tentang kandungan mineral yang strategis, yaitu stibium, untuk mendukung pertahanan negara. Adapun manfaat dari penelitian ini adalah hasilnya dapat digunakan untuk kepentingan Kementerian Pertahanan dan institusi terkait.

### Landasan Teori

1. Spektrum Pertahanan negara.
  - a. UUD 1945 Pasal 33 Ayat (3) menyatakan bahwa “Bumi, air dan kekayaan alam yang terkandung di dalamnya dikuasai oleh negara dan dipergunakan untuk sebesar-besar kemakmuran rakyat.”
  - b. UU No. 3 Tahun 2002 tentang Pertahanan Negara.
    - 1) Pasal 1 Ayat (9) menyatakan bahwa “Sumber daya alam adalah potensi yang terkandung dalam bumi, air, dan dirgantara yang dalam wujud asalnya dapat didayagunakan untuk kepentingan pertahanan negara.”
    - 2) Pasal 16 Ayat (7) menyatakan bahwa “Menteri bekerja sama dengan pimpinan departemen dan instansi pemerintah lainnya serta menyusun dan melaksanakan perencanaan strategis pengelolaan sumber daya nasional untuk kepentingan pertahanan.”
    - 3) Pasal 14 menyatakan bahwa “Pemerintah Pusat dan Pemerintah Daerah wajib mendorong, melaksanakan, dan/atau memfasilitasi pelaksanaan peneliti dan pengembangan mineral Minerba.”
  - c. UU No. 16 Tahun 2012 tentang Industri Pertahanan.
    - 1) Pasal 7 menyatakan bahwa “Pemerintah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 6 mempunyai tugas dan tanggung jawab

- membangun dan mengembangkan Industri Pertahanan untuk menjadi maju, kuat, mandiri, dan berdaya saing.”
- 2) Pasal 10 ayat (1) menyatakan bahwa “Industri Pertahanan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 meliputi:
    - a. industri alat utama;
    - b. industri komponen utama dan/atau penunjang;
    - c. industri komponen dan/atau pendukung (perbekalan); dan
    - d. industri bahan baku.”
  - d. Perpres No. 42 Tahun 2010 tentang Komite Kebijakan Industri Pertahanan (KKIP).
    - 1) Pasal 1 Huruf a menyatakan bahwa “Industri Pertahanan adalah industri nasional yang produknya baik secara sendiri maupun kelompok atas penilaian Pemerintah dapat dimanfaatkan untuk kepentingan pemenuhan sarana pertahanan.”
    - 2) Pasal 1 Huruf b menyatakan bahwa “Revitalisasi adalah suatu proses dan cara pemberdayaan Industri Pertahanan Nasional untuk mampu menuju kemandirian produksi dalam negeri guna memenuhi kebutuhan alat peralatan Tentara Nasional Indonesia/ Kepolisian Negara Republik Indonesia dan Lembaga Pemerintah.”
  - e. Permenhan No. 58 Tahun 2014 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Pertahanan Pasal 778 huruf b Menyatakan bahwa “Pelaksanaan penelitian dan pengembangan di bidang pertahanan meliputi strategi, sumber daya, ilmu pengetahuan dan teknologi, dan alat peralatan pertahanan.”
- ## 2. Spektrum Geologi.
- a. Pengertian Mineral Logam.
 

Mineral logam adalah batuan atau mineral-mineral yang di dalamnya terdapat unsur logam, yang dapat diambil untuk kepentingan manusia. Mineral logam bisa terdapat sebagai endapan primer dan endapan sekunder. Endapan primer berbentuk tubuh bijih dan terbentuk bersamaan dengan pembentukan batuan beku atau sesudah pembentukan batuan beku. Adapun endapan sekunder terbentuk akibat ubahan atau lapukan dari mineral primer pada kondisi tertentu. Mineral logam dapat berupa oksida, sulfida, maupun hidroksida. Sebagai contoh, yang berupa oksida antara lain besi ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) atau ( $\text{FeO}$ ), mangan/pirolusite ( $\text{MnO}_2$ ), timah putih/kasiterit ( $\text{SnO}_2$ ), aluminium ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ); yang berupa sulfida antara lain galena ( $\text{PbS}_2$ ), pirit/markasit ( $\text{FeS}_2$ ), kovelit ( $\text{CuS}$ ); yang berupa hidroksida antara lain gibsit ( $\text{AlOH}_3$ ).
  - b. Model-Model Terbentuknya Mineralisasi Logam.
 

Terbentuknya mineral bijih logam dapat disebabkan oleh beberapa cara: langsung terbentuk dari kristalisasi magma, atau akibat mengumpulnya mineral-mineral karena adanya diferensiasi magma, berat jenis yang tinggi, dan lain-lain. Endapan mineral bijih logam dapat terbentuk dari beberapa proses:

    - 1) *Magmatic differentiation*

Bijih primer berasal dari magma yang dihasilkan oleh kristalisasi dan segregasi pada waktu pembekuan magma. Contoh: titan, magnetit, kromit, korondum, platina, nikel, dan kobalt. Kadang-kadang magnetit didapat sebagai *dike* atau *sheet*.
    - 2) *Pegmatite*

Terjadi karena emisi dari pembekuan magma, di mana uap dan gas yang mengandung bijih membentuk *vein* yang mempunyai komposisi mineral dari granit sampai kuarsa seluruhnya. *Pegmatite* sering mengandung turmalin, flourit, dan mineral yang mengandung boron atau flourin. Adapun mineral bijih yang produktif di antaranya timah putih (Sn).
    - 3) *Meteoritic water*

Endapannya mengisi sepanjang rekah-rekah, sesar, atau *sadde reef* atau *gash vein* (pengisian pada rekah-rekah aglomerat, sumbat gunung api, konglomerat, breksi, dan lain-lain).
    - 4) Kontaminasi air permukaan (*residual*)
 

Endapannya dapat terjadi dari batuan yang mengandung mineral bijih yang

bersifat resistan terhadap pelapukan. Adapun mineral bijihnya akan terkonsentrasi karena hilangnya matriks oleh pelapukan dan larut dalam air. Contoh endapan residual adalah bauksit, kromit, limonit, dan hematit. Endapan permukaan ini dapat juga disebut endapan *placer*, yaitu konsentrasi mineral berat pada endapan gravel, pasir, atau lempung dalam endapan aluvium akibat kerja arus air. Contohnya timah (Sn) dan emas.

5) Endapan *coaliferous*

Adalah endapan bijih yang menyisip pada lapisan batubara.

6) Sublimasi

Proses ini biasanya terjadi di daerah gunung api pada fumarola, contohnya endapan jarosit ( $K_2Fe_3(SO_4)_2(OH)_6$ ).

7) *Hydrothermal*

Diakibatkan adanya uap air dan gas yang membawa unsur-unsur, di antaranya unsur logam mulia yang berasal dari magma maupun batuan yang dilalui oleh uap air tersebut. Uap air ini selanjutnya diendapkan dalam rongga-rongga batuan dan juga mengisi *vein*.

Deposit hidrotermal merupakan pengembangan lanjutan dari pegmatit, dan terbentuk dari larutan yang lebih dingin dan lebih encer. Ciri khas deposit hidrotermal adalah urat-urat yang mengandung sulfida, yang terbentuk karena pengisian rekah-rekah atau celah-celah pada batuan semula. Tidak semua deposit hidrotermal berupa urat-urat, banyak juga yang berupa suatu massa tak teratur, yang telah mengganti sebagian atau seluruh batuan.

Ciri-ciri umum endapan *epithermal*:

- a) Kedalaman sampai 1.500 m.
- b) Temperatur pembentukan 50-200°C.
- c) Keterdapatannya dalam batuan sedimen atau beku, secara khusus berasosiasi dengan ekstrusi, atau dekat permukaan batuan intrusi. Sering ditemukan pada batuan dengan umur pos Pre-Kambrium, kadang-kadang pada sistem sesar, kekar, tidak tererosi secara dalam.

d) Sifat alami zona bijihnya urat sederhana, beberapa kamar pembentukan yang tidak teratur, umum terdapat sebagai pipa, dan *stockworks*. Kadang-kadang terbentuk sebagai bidang permukaan dan sedikit fenomena *replacement*.

e) Mineral bijih dicirikan oleh mineral stibnit ( $Sb_2S_3$ ), sinabar ( $HgS$ ), perak *native* (Ag), sulfida perak/argentit ( $Ag_2S$ ), emas *native* (Au), dan mineral-mineral emas lainnya, seperti krenerit, kalaverit, dan silvanit, yang berturut-turut menghasilkan antimon (Sb), air raksa (Hg), perak, dan emas.

f) Mineral-mineral gengnya adalah kuarsa, sering dalam bentuk kalsedon, opal, kalsit, aragonit, dolomit, fluorit, dan barit.

g) Alterasi batuan dinding kadang sedikit, di antaranya chertifikasi, kaolinisasi, piritisasi, dolomitisasi, dan kloritisasi.

h) Tekstur dan struktur *Crustification* (banding), sering kali berkembang sebagai perlapisan, *cockade ore vugs*, dan breksiasi pada urat dengan ukuran yang bervariasi.

i) Mineral yang sering dijumpai adalah mineral emas (*native*), sphalerit, galena, perak, sinabar, realgar. Mineral gengnya rhodokrosit, barit, dickit, fluorit, dan adularia. Mineral-mineral alterasinya yang biasa adalah epidot, kuarsa, klorit, karbonat, serisit, dan pirit, serta mineral lempung (montmorilonit dan kaolinit).

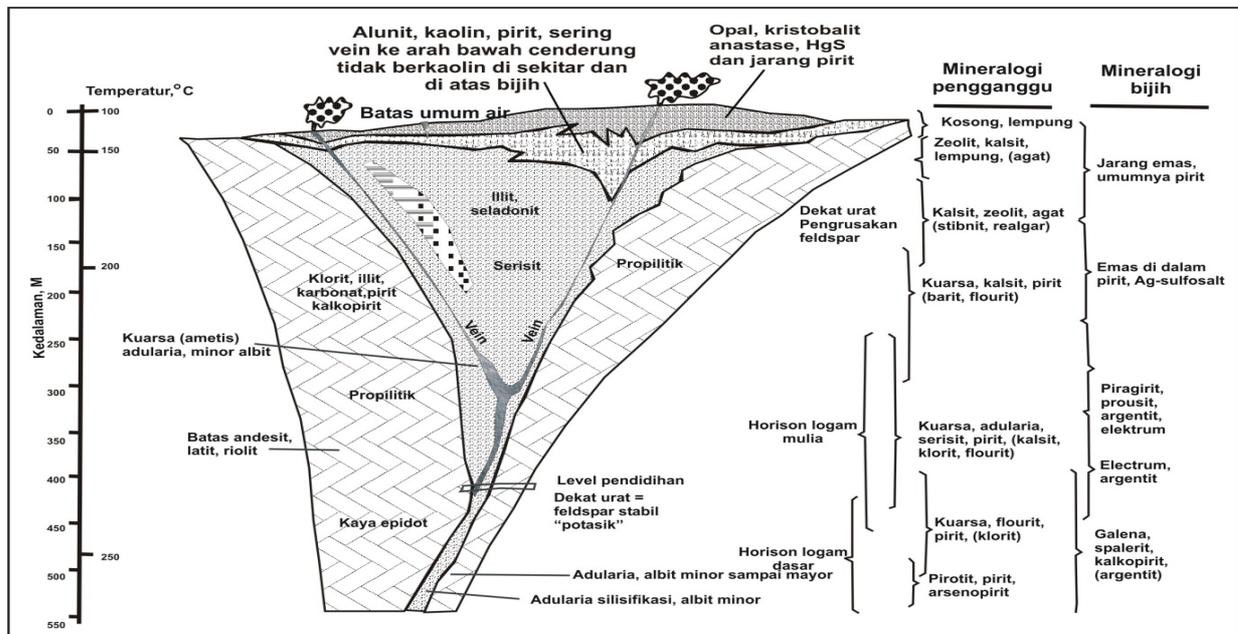
Selama tekanan dan temperatur rendah, deposit bijih *epithermal* memiliki kadar garam yang rendah. Reaksi bijih *epithermal* dapat diketahui di antaranya dari kandungan mineral ubahan.

Karakteristik umum endapan *epithermal*:

- a) Umumnya terdapat pada rangkaian gunung api yang mempunyai komposisi andesit-ryolit.

b) *Vein-vein* yang terjadi menempati rekahan yang diakibatkan oleh struktur yang umumnya memiliki pola bercabang. *Vein* ini umumnya makin kompleks ke atas, dan lebih cenderung ke arah vertikal daripada horizontal.

Model genesa untuk endapan tipe urat berupa penampang sederhana untuk endapan *epithermal* yang menunjukkan hubungan dengan zona ubahan, penyebaran mineral, dan lingkungan pengendapan (Gambar 1). Di sini, alterasi argilik akan berkurang ke arah dalam. Hal ini berlawanan dengan sistem porfiri di mana alterasi bertambah ke arah dalam.



Gambar 1. Zona ubahan, penyebaran mineral, dan lingkungan pengendapan.

## METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode Pengambilan sampel/ccontoh batuan yang mengandung mineral di lokasi penelitian, yaitu Kabupaten Mandailing Natal, Sumatera Utara. Sampel tersebut kemudian diuji laboratorium dengan menggunakan analisis kimia metode *Atomic Absorbance Spectrophotometer* (AAS) untuk mineral seperti unsur-unsur Cu, Pb, Zn, As, Hg, dan Fe.

## ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pembahasan meliputi deskripsi hasil penelitian, hasil pengumpulan data sekunder, dan hasil pengumpulan data primer, seperti pengambilan contoh dan uji laboratorium. Kegiatan dalam pengambilan contoh dan uji laboratorium antara lain pemercontohan, geologi daerah penyelidikan seperti geomorfologi, stratigrafi, struktur geologi, ubahan (alterasi) dan mineralisasi, potensi mineral stibnit/

stibium di daerah penyelidikan sebagai mineral strategis untuk pertahanan negara dan mineral strategis lain. Bagian pembahasan ini menjawab dan memberikan penjelasan tentang rumusan masalah yang ada, yaitu apakah stibium di Kab. Mandailing Natal memiliki nilai ekonomis bila dikelola? Untuk menjawab pertanyaan ini, kita perlu mencermati proses alterasi dan mineralisasi yang terjadi.

### 1. Ubahan (Alterasi) dan Mineralisasi

#### a. Ubahan (Alterasi)

Hasil pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa di beberapa lokasi, batuanannya telah banyak mengalami ubahan. Ubahan yang berkembang di lapangan meliputi ubahan argilik, propilitik, dan silisifikasi.

#### b. Mineralisasi

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, cukup banyak zona mineralisasi yang terjadi di wilayah penyelidikan. Dilihat dari mineralisasi utama yang berkembang,

terdapat tujuh daerah mineralisasi, yaitu:

- 1) Mineralisasi Fe-Cu (skarn) di daerah Desa Huta Pungkut.
- 2) Mineralisasi Fe di daerah Desa Usor Tolang.
- 3) Mineralisasi Cu-Au di daerah Desa Tamiang.
- 4) Mineralisasi Cu-Au di daerah Desa

Tambang Ubi.

- 5) Mineralisasi Au di daerah Desa Muara Pungkut.
- 6) Mineralisasi Cu-Au di daerah Desa Ranjau Batu.
- 7) Mineralisasi Pb-Zn di daerah Desa Sibinail.

Tabel 1. Mineralisasi.

No.	Nama Desa	Fe (%)	Cu (ppm/%)	Zn (ppm)	Pb (ppm/%)	Sb (ppm)
1.	Huta Pungkut	26.41	3028	685	58	1
2.	Usor Tolang	16.64	12	22	30	2
3.	Tamiang	14,89	7200	685	140	6
4.	Tambang Ubi	11,50	2,17	209	174	35
5.	Muara Pungkut	5,71	342	4730	747	8
6.	Ranjau Batu	9,99	5,21%	7445	2400	7
7.	Sibinail	1,54	1060	7,69	10,37%	75

1%= 10.000 ppm; 1 ppm (gr/ton) = 1000 ppb

2. Terdapat tiga satuan morfologi daerah penyelidikan, yaitu morfologi pedataran, morfologi perbukitan bergelombang, dan morfologi perbukitan terjal.

Stratigrafi daerah penyelidikan dapat dibagi menjadi lima satuan batuan dengan urutan dari yang berumur tua hingga muda: satuan batu sabak, satuan batu gamping, satuan batuan

intrusi granodiorit, satuan batuan tufa andesit, satuan aluvium.

3. Nilai ekonomisnya dapat dilihat di kesimpulan setelah dilakukan uji laboratorium terlebih dahulu di Badan Geologi Kementerian ESDM, Bandung. Nilai ekonomis sekitar  $\geq 20.000$  ppm (sekitar  $\geq 2\%$ ) (Badan Geologi Kemen ESDM, 2016).



Gambar 3. Proses pengambilan contoh sedimen sungai aktif.  
Sumber: Tim Peneliti (2015)



Gambar 4. Proses pengambilan contoh konsentrat mineral berat.  
Sumber: Tim Peneliti (2015)

## Apakah Sumber Daya Alam Stibium Dapat Digunakan untuk Kepentingan Pertahanan Negara?

Hasil analisis laboratorium pada contoh batuan sebanyak 32 contoh, tidak menunjukkan kandungan mineral stibnit yang signifikan di daerah penyelidikan. Kandungan stibnit (Sb) yang tertinggi pada hasil analisis contoh tersebut hanya 80 ppm. Daerah ini merupakan lokasi yang sebelumnya dilaporkan terdapat mineral stibnit, namun dari hasil analisis tersebut menunjukkan kadarnya sangat rendah.

Selain itu, juga dilakukan analisis *stream* sedimen sebanyak 17 contoh. Hasil analisis *stream* sedimen tersebut juga menunjukkan kandungan stibnit (Sb) yang tidak signifikan. Dari sejumlah 17 contoh *stream* sedimen, kandungan stibnit (Sb) tertinggi hanya 15 ppm. Mineral strategis lainnya di daerah penyelidikan untuk kepentingan pertahanan negara yaitu tembaga (Cu) Kadar Cu tertinggi mencapai 5,21% (MDN 49 R), terdapat di mineralisasi Cu-Au di daerah Desa Ranjau Batu, Kecamatan Muara Sipongi. Kadar Cu yang cukup signifikan juga terdapat di daerah Tambang Ubi, yaitu 1,2% (MDN 13 R) dan 2,17% (MDN 15 R). Tembaga termasuk mineral logam yang paling banyak penggunaannya. Paduan tembaga 70% dengan seng 30% disebut kuningan, sedangkan paduan tembaga 80% dengan timah putih 20% disebut perunggu. Paduan tembaga berupa kuningan dan perunggu ini digunakan untuk membuat senjata dan meriam. Namun, kebanyakan tembaga digunakan untuk peralatan listrik, konstruksi seperti atap dan pipa, mesin industri seperti penukar panas, dan untuk paduan logam lainnya. Unsur lainnya adalah galena (Pb). Galena (Pb) terdapat di zona mineralisasi daerah Desa Sibinail, Kecamatan Muara Sipongi. Galena (Pb) di lokasi ini mempunyai kadar hingga 10,37% (MDN 21 R), dan utamanya berasosiasi dengan sfalerit/seng (Zn). Selain di lokasi ini, galena nampak signifikan di zona mineralisasi daerah Desa Ranjau Batu, Kec. Muara Sipongi, di mana kadarnya mencapai 2.400 ppm.

Kepadatan tinggi galena/timbal membuatnya berguna sebagai perisai terhadap sinar x dan radiasi sinar gamma, sehingga dapat digunakan dalam mesin sinar x dan reaktor nuklir. Pb juga

digunakan sebagai penutup pada beberapa kawat dan kabel untuk melindunginya dari korosi, dan sebagai bahan untuk menyerap getaran dalam pembuatan amunisi. Selain galena, ada seng/sfalerit (Zn). Mineral ini termasuk logam dasar yang cukup potensial di daerah penyelidikan. Endapan utama mineral Zn di daerah penyelidikan terdapat di zona mineralisasi daerah Desa Sibinail, Kecamatan Muara Sipongi. Kadar Zn di lokasi ini mencapai 44,85% (MDN 23 R) dengan asosiasi utamanya mineral Pb. Selain di lokasi ini, kadar Zn juga cukup signifikan di lokasi lain, yaitu di daerah Ranjau Batu, di mana kadar Zn mencapai 7.445 ppm (MDN 49R), dan di daerah Muara Pungkut, di mana kadar Zn mencapai 4.730 ppm (MDN 39 R).

Penggunaan seng (Zn) yang paling utama adalah untuk campuran berbagai mineral logam. Misalnya, dengan tembaga untuk membentuk kuningan, yang dapat digunakan sebagai bahan pembuatan senjata dan meriam. Seng (Zn) dalam jumlah besar digunakan untuk membuat cetakan dalam industri otomotif, listrik, dan peralatan lain semacamnya.

Selanjutnya, Besi (Fe). Besi (Fe) termasuk mineral logam yang cukup signifikan di daerah penyelidikan. Kadar besi (Fe) yang paling tinggi atau dominan terdapat di zona mineralisasi Fe skarn di daerah Huta Pungkut, dengan kadar 26,41% (MDN 01 R), dan asosiasi utamanya dengan tembaga (Cu). Lokasi lainnya terdapat di zona mineralisasi Fe di daerah Desa Usur Tolang, dengan kadar Fe 16,64% (MDN 07 R). Besi ini merupakan logam yang paling banyak digunakan, mencapai 95% dari semua logam yang diproduksi di seluruh dunia. Baja adalah paduan besi yang paling dikenal. Berbagai bentuk lain besi yang juga digunakan adalah *pig iron*, besi cor, baja karbon, besi tempa, baja paduan, dan oksida besi. Penggunaan besi merentang dari wadah makanan, mobil, obeng, penjepit kertas, hingga bahan pembuatan kapal tanker.

Ada juga arsen (As) yang merupakan unsur yang bersifat *mobile*; artinya, konsentrasi besar mungkin tidak akan ditemukan pada suatu tempat. Unsur ini umumnya sebagai mineral ikutan dan diproduksi sebagai produk sampingan pemurnian bijih logam lainnya. Dari hasil analisis kimia, daerah yang mempunyai kadar arsen yang cukup signifikan terdapat di Muara

Pungkut, dengan kadar hingga 1.850 ppm (MDN 38 R). Adapun di lokasi lain kadarnya sangat kecil. Arsen digunakan dalam pembuatan kaca jenis khusus. Semikonduktor galium arsenide memiliki kemampuan mengubah arus listrik menjadi sinar laser.

Selanjutnya, dari hasil analisis kimia batuan, lokasi yang mempunyai kadar cinnabar (Hg) tertinggi adalah daerah Muara Pungkut, dengan kadar 1.130 ppb (MDN 39 R). Unsur ini terdapat dalam zona mineralisasi pada batuan granodiorit.

Cinnabar/merkuri (Hg) mempunyai banyak kegunaan, di antaranya dalam bidang industri digunakan untuk menangkap logam natrium (Na); dalam bidang pertambangan digunakan untuk membentuk amalgam, contohnya dalam pertambangan emas digunakan untuk mengikat dan memurnikan emas; dalam industri peralatan fisika, digunakan pada termometer, barometer, pengatur tekanan gas, dan alat-alat listrik.

#### KESIMPULAN

1. Dari ketujuh zona mineralisasi, tidak satu pun menunjukkan kandungan stibnit (Sb) yang potensial atau bernilai ekonomis. Kadar stibnit tertinggi hanya 80 ppm (MDN 22 R), yaitu di zona mineralisasi Pb-Zn di daerah Desa Sibinail.
2. Mineral strategis lainnya yang terdapat di daerah penyelidikan yang dapat digunakan untuk mendukung kepentingan pertahanan negara meliputi tembaga (Cu), galena (Pb), sfalerit/seng (Zn), besi (Fe), arsen (As), cinnabar/merkuri (Hg), di mana mineral yang paling potensial, yaitu:
  - a. Tembaga (Cu), dapat digunakan untuk membuat senjata dan meriam. Namun, kebanyakan tembaga digunakan untuk peralatan listrik, konstruksi seperti atap dan pipa, mesin industri seperti penukar panas, dan untuk paduan logam lain.
  - b. Galena (Pb), merupakan logam dasar yang tahan atau kuat terhadap korosi. Kepadatan tinggi galena/timbal membuatnya berguna sebagai perisai terhadap sinar x dan radiasi sinar gamma sehingga kerap digunakan dalam mesin sinar x dan reaktor nuklir. Pb juga digunakan sebagai penutup pada beberapa kawat dan kabel untuk

melindungi dari korosi, serta sebagai bahan untuk menyerap getaran dalam pembuatan amunisi.

- c. Seng (Zn), yang terutama digunakan sebagai campuran berbagai mineral logam, seperti dengan tembaga untuk membentuk kuningan, yang dapat digunakan sebagai bahan untuk membuat senjata dan meriam. Seng (Zn) dalam jumlah besar digunakan untuk membuat cetakan dalam industri otomotif, listrik, dan peralatan lain semacamnya.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Buchanan, L. J. (1981). Precious metal deposits associated with volcanic environments in the Southwest, in Dickinson, W. R. and Payne, W. D. (eds.), *Relations of tectonics to ore deposits in the Southern Cordillera*. Arizona Geological Society Digest
2. Evans, W.A. (1993). *Ore geology and industrial minerals*. London: Oxford Blackwell.
3. Mineralisasi sulfida pada batuan plutonik dan vulkanik daerah Kotanopan-Penyambungan, Mandailing Natal, Sumatera Utara. (2011). *Majalah Geologi Indonesia* 26(2), Agustus.
4. Rock, N. M. S. et al. (1983). *Peta geologi lembar Lubuk Sikaping, Sumatera, skala 1:250.000*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
5. Scott, W. W. (1939). *Standard method of chemical analysis*. London.
6. Dinarsih, D. et al. (2008). *Pembuatan in-house standard (SRM) merkuri tanah*. Bandung: Pusat Sumber Daya Geologi.
7. Pusat Sumber Daya Geologi. (Desember 2012). *Panduan praktis penyelidikan mineral*. Bandung: Pusat Sumber Daya Geologi.



## PERTAHANAN SIBER DALAM MENGHADAPI ANCAMAN *CYBER WAR*

### *CYBER DEFENSE IN DEALING WITH CYBER WAR THREAT*

Yurviany  
Puslitbang Strahan Balitbang Kemhan  
Jl. Jati No.1, Pondok Labu, Jakarta  
masza.viany24@gmail.com

#### *ABSTRAK*

*Serangan siber bisa saja terjadi di Indonesia. Untuk menangkal serangan siber, perlu adanya CERT (Computer Emergency Response Team) di setiap instansi yang bertanggung jawab atas dan memiliki wewenang dalam menangani infrastruktur kritis, seperti militer, perbankan, transportasi, suplai gas dan kilang minyak, telekomunikasi, pemerintahan, pembangkit tenaga listrik, dan lain-lain. Tulisan ini menjelaskan secara deskriptif bagaimana antisipasi terhadap serangan siber perlu disiapkan karena ancaman sudah di depan mata. Dalam mempersiapkan pertahanan siber tersebut, hal-hal yang perlu diperhatikan adalah aspek kebijakan, kelembagaan, infrastruktur dan sumber daya manusia, serta perkembangan kemajuan teknologi perangkat lunak yang digunakan.*

***Kata kunci:*** pertahanan siber, ancaman siber, perang siber

#### *ABSTRACT*

*Cyber attacks could happen in Indonesia. To avoid cyber attacks, CERT (Computer Emergency Response Team) is needed by every agency that is responsible and has authority to handle critical infrastructures, such as military infrastructures, banking, transportation, supply of gas and oil refineries, telecommunications, government, power plants, and others. This paper describes the need of preparation to anticipate cyber attack because the threat is near. In preparing cyber defense, we need various efforts in many aspects: policies, institutions, infrastructures and human resources, as well as the progress in software technology.*

***Keywords:*** cyber defense, cyber threat, cyber war

#### PENDAHULUAN

Estonia adalah sebuah negara kecil yang berada di Eropa dan merupakan salah satu negara yang paling berkembang dalam penggunaan teknologi informasi dan komunikasi. Masyarakat di negara ini menggunakan internet sebagai media transaksi dalam melakukan aktivitas perekonomian mereka, seperti penggunaan layanan perbankan, layanan pemerintahan, dan lain-lain. Hal ini menyebabkan ketergantungan masyarakatnya terhadap internet sangat tinggi, sehingga rentan terhadap serangan siber. Pada tahun 2007 serangan siber tersebut benar-benar terjadi. Akibatnya, hampir seluruh perekonomian negara ini lumpuh, bank-bank diserang melalui jaringan internet, sehingga masyarakat tidak bisa melakukan kegiatan bisnis. Serangan ini

berdampak pada ketidakstabilan negara karena ketidaksiapan dalam menghadapi serangan tersebut.

Begitu pula yang terjadi di negara Ukraina pada tanggal 23 Desember 2015. Serangan siber mengakibatkan padamnya listrik di area Ivano-Frankivsk sehingga penduduk di wilayah tersebut tidak mendapat aliran listrik selama beberapa jam. Serangan bahkan dilakukan terhadap berbagai instansi pemerintah. Dari hasil penyelidikan, diketahui bahwa berbagai kerusakan disebabkan oleh *malware black energy*.

Berkaca dari peristiwa di atas, Indonesia sebenarnya memiliki kerentanan yang sama dengan negara Estonia dan Ukraina. Masyarakat Indonesia sekarang sudah tergantung pada penggunaan internet sebagai media dalam berbagai kegiatan ekonomi, layanan publik,

kegiatan pemerintahan atau negara, dan berbagai layanan lainnya. Berbagai bank sudah memberikan layanan *online* untuk mempermudah nasabahnya dalam melakukan transaksi. Demikian halnya di dalam kegiatan pemerintahan atau negara. Pengamanan jaringan internet sangat penting karena sudah menyangkut kerahasiaan dan data-data penting negara. Pencurian data rahasia negara dapat terjadi dan dapat mengancam eksistensi dan kedaulatan negara.

Di samping itu, perhatian khusus perlu diberikan pada pengamanan infrastruktur kritis, mengingat infrastruktur tersebut berpengaruh besar pada kehidupan dan terkadang membahayakan jiwa manusia, seperti infrastruktur bidang militer, energi, transportasi, pemerintahan, kesehatan, telekomunikasi, finansial, dan berbagai layanan publik lainnya. Bila Indonesia tidak mempersiapkan diri dalam era teknologi informasi ini, maka serangan siber bisa terjadi sebagaimana yang menimpa Estonia dan Ukraina. Untuk itu, perlu adanya pertahanan siber (*cyber defense*) dalam menangkal ancaman serangan siber, baik yang dilakukan oleh kelompok atau negara lain.

Dalam mempersiapkan pertahanan siber, yang perlu diperhatikan adalah aspek kebijakan, kelembagaan, infrastruktur, sumber daya manusia, serta perkembangan kemajuan teknologi perangkat lunak yang digunakan. Di dalam menanganikan ancaman ini, kemampuan negara dalam bidang *soft* dan *smart power* perlu ditingkatkan melalui penangkalan, penindakan, dan pemulihan terhadap serangan siber.

#### TINJAUAN PUSTAKA

Dewasa ini internet sangat berperan penting dalam kehidupan sehari-hari, sehingga menuntut hampir semua negara untuk menguasai, mengendalikan, dan harus sanggup mengawasi pergerakan warga negaranya di dunia maya. Kemajuan teknologi komputer telah membentuk suatu dunia baru yang bernama dunia maya (*cyber space*). Dalam dunia maya, melalui bermacam-macam peralatan teknologi informasi dan komunikasi, setiap orang, kelompok, dan masyarakat bisa saling berinteraksi, bertukar pikiran, dan berkolaborasi dalam melakukan kegiatannya. Dunia yang merupakan titik

singgung antara dunia fisik dan dunia abstraksi ini semakin lama semakin banyak pengunjungnya.

Bagaikan suatu benda yang berharga, semakin mahal benda itu, maka semakin banyak pula yang ingin memiliki atau menguasainya dengan berbagai cara, baik mencuri, merampok, bahkan merebutnya dengan paksa. Demikian halnya dengan internet, semakin tinggi nilainya, maka semakin tinggi pula ancaman yang menyertainya.

Secara terminologi, ada beberapa hal yang terkait dengan serangan siber, di antaranya ancaman siber (*cyber threat*). Ancaman siber adalah tindakan atau peristiwa yang mungkin membahayakan keamanan atau berpotensi menimbulkan pelanggaran keamanan. Adanya kerentanan (*vulnerability*) berupa kelemahan desain atau eror implementasi, dapat memudahkan terjadinya kejadian tidak diduga dan tidak diinginkan pada sistem keamanan. Selain kerentanan, ada pula serangan (*attack*) terhadap sistem keamanan yang berasal dari ancaman intelijen. Terminologi berikutnya adalah *exploit*, yang didefinisikan sebagai cara menerobos sistem keamanan IT melalui kerentanan yang ada.

Beberapa tahun terakhir ini keamanan siber menjadi tren. Bermula dari ranah teknis, kini telah berkembang menjadi perhatian politis. Kemampuan peretas (*hacker*) dalam melakukan aksi secara kolektif atau bersama-sama memberikan kesan bahwa serangan siber lebih teratur dan lebih berbahaya, sehingga negara mempertimbangkan bahwa keamanan informasi menjadi salah satu keamanan teratas di masa mendatang.

Perlu diketahui bahwa keamanan informasi terdiri atas perlindungan terhadap aspek-aspek berikut:

1. *Confidentiality* (kerahasiaan), yaitu aspek yang menjamin kerahasiaan data atau informasi, memastikan bahwa informasi hanya dapat diakses oleh orang yang berwenang, dan menjamin kerahasiaan data yang dikirim, diterima, dan disimpan.
2. *Integrity* (integritas), yaitu aspek yang menjamin bahwa data tidak diubah tanpa izin pihak yang berwenang (*authorized*), menjaga keakuratan dan keutuhan informasi, serta metode prosesnya untuk menjamin aspek integritas ini.
3. *Availability* (ketersediaan), yaitu aspek yang

menjamin bahwa data akan tersedia saat dibutuhkan, memastikan pengguna yang berhak dapat menggunakan informasi dan perangkat terkait (aset yang berhubungan bilamana diperlukan).

Keamanan informasi diperoleh dengan mengimplementasi seperangkat alat kontrol yang layak, yang dapat berupa kebijakan-kebijakan, praktik-praktik, prosedur-prosedur, struktur-struktur organisasi, dan peranti lunak.

Serangan siber (*cyber attack*) yang bersifat merusak sudah seharusnya ditangkal dan dihindari supaya tidak merugikan orang lain. Oleh karena itu, perlu adanya upaya pertahanan oleh instansi atau organisasi yang bertanggung jawab di bidang infrastruktur kritis. Kehadiran dunia maya, ancaman siber, dan serangan siber telah melahirkan pertahanan siber dalam kehidupan suatu negara. Bahkan, dewasa ini sudah banyak negara membentuk berbagai unit khusus seperti *cyber army*, *cyber naval*, *cyber air force*, *cyber troops*, dan lain-lain. Begitu pentingnya pertahanan siber sehingga setiap negara harus mengembangkan kekuatan dan pengamanan pada dunia maya ini.

## METODOLOGI

Dalam melakukan penulisan ini, penulis menggunakan metode deskriptif dengan tujuan untuk menggambarkan fakta-fakta tentang masalah yang dibahas sebagaimana adanya, memberikan gambaran situasi kejadian atau menggambarkan hubungan antarfenomena, serta membuat prediksi dan implikasi suatu masalah yang ingin dipecahkan. Pengumpulan informasi dilakukan dengan studi pustaka melalui buku, internet, dan berbagai media cetak, serta wawancara dengan ahli di bidang IT. Hasil studi literatur dan wawancara kemudian dideskripsikan melalui tulisan dengan berbagai argumentasi dan fakta-fakta.

Penulisan ini merupakan studi analisis isi (*content analysis*). Analisis isi adalah penelitian yang berupa pembahasan mendalam terhadap isi suatu informasi tertulis atau tercetak di media massa. Analisis isi dapat digunakan untuk menganalisis semua bentuk komunikasi, baik buku, surat kabar, iklan televisi, berita radio, maupun bahan-bahan dokumentasi yang

lain. Hampir semua disiplin ilmu sosial dapat menggunakan analisis isi sebagai teknik/metode penelitian. Seiring dengan majunya teknologi, selain secara manual, tersedia komputer untuk mempermudah proses penelitian analisis isi, yang dapat terdiri atas dua macam, yaitu perhitungan kata-kata dan kamus yang dapat ditandai.

Namun demikian, analisis isi hanya dapat dipergunakan jika penelitian sosial yang dilakukan memenuhi syarat-syarat berikut. Pertama, data yang tersedia sebagian besar terdiri atas bahan-bahan yang terdokumentasi (buku, surat kabar, pita rekaman, naskah/manuskrip). Kedua, ada keterangan pelengkap atau kerangka teori tertentu yang menerangkan tentang metode pendekatan terhadap data tersebut. Ketiga, peneliti memiliki kemampuan teknis untuk mengolah bahan-bahan/data-data yang dikumpulkannya, karena sebagian dokumentasi tersebut bersifat sangat khas/spesifik.

Dalam tulisan ini yang menjadi fokus penelitian adalah pertahanan siber dalam menghadapi ancaman *cyber war*. Informan dalam penelitian ini adalah individu-individu yang terlibat dalam pembuatan pertahanan siber di salah satu instansi yang bertanggung jawab terhadap infrastruktur kritis. Adapun yang menjadi informan kunci adalah pimpinan CERT (*Computer Emergency Response Team*) instansi tersebut.

Data penelitian ini berupa data kualitatif, yaitu data yang menunjukkan kualitas atau mutu dari suatu objek, baik berupa keadaan, proses, kejadian/peristiwa, dan lain-lain yang dinyatakan dalam bentuk perkataan.

## PEMBAHASAN

Penggunaan internet di Indonesia semakin meningkat. Hal ini ditunjukkan oleh meningkatnya jumlah pemakai, nilai transaksi, frekuensi interaksi, spektrum komunitas, dan sasaran hasil pemakai. Konsekuensinya, terjadi pula peningkatan ancaman, serangan, dan kriminalitas terhadap pemakaian internet. Indonesia mempunyai postur negara kepulauan, sehingga memiliki kebutuhan yang cenderung tinggi dan heterogen akan pertahanan dan keamanan informasi. Ibarat rantai, pertahanan informasi di Indonesia harus memiliki sambungan yang kuat, karena jika ada sambungan rantai yang

lemah, maka akan menjadi celah bagi serangan siber. Dengan kondisi wilayah kepulauan tersebut, maka dalam pengamanan informasi diperlukan CERT (*Computer Emergency Response Team*) untuk setiap wilayah, khususnya yang memiliki wewenang dan tanggung jawab dalam infrastruktur-infrastruktur kritis. CERT merupakan tim koordinasi teknis yang terkait dengan insiden internet di seluruh dunia (<http://www.cert.or.id/tentang-kami/id/>).

Dalam hal ini, penting bagi setiap instansi yang bertanggung jawab terhadap infrastruktur kritis untuk memiliki CERT sendiri, misalnya bank, pemerintahan, militer, migas, transportasi, dan lain-lain. Keberadaan CERT di setiap instansi akan mempermudah penanganan terhadap ancaman serangan siber. Dalam serangan siber, birokrasi akan terabaikan karena tidak adanya waktu yang cukup untuk melakukan penanganan insiden. Oleh karena itu, pada masing-masing instansi diperlukan CERT yang terdiri atas orang-orang yang ahli di bidangnya dan menyediakan data di tempat itu pula.

Faktor-faktor yang berkontribusi pada kelemahan-kelemahan yang bisa mengancam infrastruktur kritis di antaranya ketergantungan pada penggunaan infrastruktur jaringan dan internet, sehingga akses terhubung dengan jaringan luar. Penggunaan jaringan di dalam merancang bangun infrastruktur akan meningkatkan risiko timbulnya celah-celah yang memudahkan orang-orang yang tidak bertanggung jawab untuk mengakses ke dalam sistem jaringan tersebut. Terlebih apabila keamanan sistem tidak kuat. Di samping itu, kekurangpahaman sumber daya manusia akan risiko keamanan juga sangat berpengaruh terhadap kelemahan sistem, sehingga dapat menyebabkan terjadinya serangan siber. Begitu pula dengan masalah pendanaan untuk mendukung alat keamanan yang memadai dalam menangkal serangan siber. Alat keamanan atau *software* yang sudah tidak *up to date* akan lebih rentan atau tidak dapat membentengi diri terhadap serangan siber yang lebih modern. Oleh karena itu, diperlukan anggaran yang cukup untuk memutakhirkan peralatan keamanan yang ada. Demikian juga adanya persepsi bahwa langkah untuk memerangi bahaya ancaman siber akan membuat kehidupan tidak nyaman. Hal ini disebabkan oleh pemikiran yang negatif, bahwa

membentengi diri dari serangan siber akan menguras banyak biaya dan pikiran. Faktor lain yang menyebabkan lemahnya keamanan sistem, yaitu kesulitan dalam melacak tindak pidana siber.

Ancaman-ancaman serangan siber terdiri atas ancaman yang tidak terstruktur, ancaman terstruktur, dan ancaman keamanan nasional. Yang termasuk ke dalam ancaman tidak terstruktur adalah ancaman orang dalam sendiri. Ancaman orang dalam, baik karyawan atau pegawai di organisasi atau instansi sendiri, sangat berbahaya. Hal ini karena orang tersebut dapat membocorkan rahasia keamanan suatu organisasi atau rahasia keamanan negara dan sistem komputer kepada pihak-pihak musuh atau negara lain. Mereka melakukannya dengan jalan penipuan, pencurian informasi rahasia atau bernilai komersial, pencurian kekayaan intelektual, atau sabotase sistem komputer. Ancaman tidak terstruktur lainnya adalah *recreational hackers* atau peretas pemula yang ingin menguji kehandalan keamanan sistem yang ada pada organisasi atau perusahaan. Begitu pula dengan ancaman *institutional hackers*.

Ancaman potensial yang terstruktur terdiri atas kejahatan terorganisasi (*organized Crime*), spionase industri (*industrial espionage*), dan *hacktivists*. Kejahatan terorganisasi adalah kejahatan yang sudah terorganisasi secara kelompok, nasional, atau perusahaan lokal yang berniat melakukan kegiatan ilegal, biasanya berhubungan dengan uang dan keuntungan. Misalnya, kelompok teroris, kelompok bermuatan politik, dan lain-lain. Spionase industri adalah kegiatan memata-matai atau spionase yang dilakukan oleh perusahaan untuk tujuan komersial dan bukan untuk tujuan pemerintahan. Kegiatan ini biasanya dilakukan antarperusahaan karena adanya persaingan bisnis. *Hacktivists* adalah orang-orang yang melakukan *hacking* untuk tujuan politik. Biasanya dalam melakukan aksinya mereka menggunakan metode, alat, dan teknik seperti halnya para *hacker*, namun untuk kepentingan sesuai keinginan tokoh politik yang hendak mengganggu atau menggiring opini/perhatian publik dengan maksud tertentu. Adapun potensi ancaman keamanan nasional terdiri atas terorisme, *intelligence agency*, dan *infomation warriors*.

Menurut Prof. Richardus Eko Indrajit, dewasa ini banyak tipe dan jenis serangan siber yang terjadi di Indonesia. Semakin lama model serangan semakin kompleks dan sulit untuk dideteksi maupun dicegah. Adapun jenis serangan yang biasa dan sering terjadi adalah serangan *malicious software* atau *software* jahat. *Malware* merupakan program yang dibuat untuk dimasukkan ke dalam sistem jaringan target/sasaran dengan maksud melakukan kegiatan yang bersifat merugikan objek sasaran. Serangan tersebut dapat menyebabkan melambatnya kinerja sistem hingga merusak bahkan menghancurkan data penting yang tersimpan dalam sistem objek sasaran. Ada beberapa jenis *malware* yang sering dijumpai saat ini, yaitu virus, *worm*, dan *trojan*.

**Virus** sebenarnya telah menjadi perdebatan yang alot selama bertahun-tahun. Para ahli mengalami kesulitan untuk menerangkan sifat-sifat tertentu yang menjadi karakteristik dari sebuah virus asli dan memisahkannya dari tipe-tipe program lain. Virus merupakan program yang dibuat untuk tujuan merugikan maupun mengganggu pengguna sistem. Virus menginfeksi satu atau lebih sistem komputer melalui berbagai cara penularan yang dipicu oleh otorisasi atau keterlibatan pengguna komputer itu sendiri. Dampak atau akibat yang ditimbulkan pada sistem yang terjangkiti bisa bermacam-macam.

**Worm** adalah program jahat yang dirancang terutama untuk menginfeksi komputer-komputer yang berada dalam sebuah sistem jaringan. Meskipun sama dengan virus, namun dalam proses penyebarannya tidak mengikutkan campur tangan *user* atau penggunanya. *Worm* merupakan program yang bisa mendukung dirinya sendiri (*self-supporting program*). *Worm* biasanya melakukan *maintainance* pada sebuah salinan yang fungsional dari dirinya sendiri di dalam memori yang aktif. *Worm* bahkan tidak mengopi dirinya sendiri ke dalam *disk* (Chris dan Hunt, 2005).

Awalnya, *worm* dibuat untuk tujuan mematikan sebuah sistem atau jaringan komputer. Akan tetapi, dewasa ini *worm* mampu menimbulkan kerusakan yang hebat pada sebuah sistem jaringan komputer. Misalnya, merusak *file-file* penting dalam sistem operasi, membuat *hang* aktivitas komputer, menghapus data yang ada pada *harddisk*. Apabila sudah menyebar, *worm* akan

susah untuk dikontrol dan dikendalikan. Selain itu, apabila salah dalam melakukan tindakan atau penanganan, *worm* justru akan menjadi liar dan tak terkendali sehingga perlu penanganan khusus. *Worm* menimbulkan pekerjaan berat bagi administrator. Diperlukan waktu yang cukup lama untuk membersihkan *worm* dari sistem yang sudah terinfeksi.

**Trojan horse** adalah sebuah aplikasi yang menyembunyikan proses atau fungsi yang secara khusus ditambahkan untuk melakukan kegiatan tanpa sepengetahuan *user*. *Trojan horse* tidak melakukan replikasi atau menempelkan dirinya ke *file* lain. Dia merupakan aplikasi yang berdiri sendiri, di mana bagian peledaknya dimasukkan ke dalam *source code* aslinya. *Trojan* tidak membutuhkan aplikasi lain untuk melakukan aktivitas perusakan. *Trojan horse* dapat masuk melalui sebuah program atau aktivitas yang legal, misalnya melalui proses instalasi aplikasi tertentu atau *update* ke versi yang lebih tinggi atau terbaru, melakukan *download* dari internet, dan dapat juga disisipkan melalui gambar atau video yang menarik perhatian. Berdasarkan teknik dan metode yang dipakai, terdapat beberapa jenis *Trojan horse* (Eko Indrajit, 2012), antara lain:

1. *Remote access trojan*, mengakibatkan komputer korban serangan dapat diakses secara *remote*.
2. *Password sending trojan*, menyebabkan *password* yang diketik pada komputer korban akan dikirimkan melalui email tanpa sepengetahuan korban serangan.
3. *Keylogger*, menyebabkan ketikan atau *input* melalui *keyboard* akan dicatat dan dikirimkan melalui email kepada *hacker* yang memasang *keylogger*.
4. *Destructive trojan*, menyebabkan *file-file* terhapus dan *harddisk* terformat.
5. *FTP trojan*, menyebabkan dibukanya *port 21* dalam sistem komputer tempat dilakukannya *download* dan *upload file*.
6. *Software detection killer*, menyerang program-program keamanan seperti zona alarm, antivirus, dan aplikasi keamanan lainnya.
7. *Proxy trojan*, menyebabkan di-*setting*-nya komputer korban menjadi *proxy server* untuk melakukan *anonymous telnet*, sehingga dimungkinkan aktivitas belanja *online* dengan kartu kredit curian, di mana yang terlacak

nantinya adalah komputer korban, bukan komputer pelaku kejahatan.

**Denial of Service (DoS)** adalah ancaman serangan siber yang pada dasarnya merupakan suatu kegiatan yang bertujuan menghentikan atau meniadakan layanan sistem jaringan komputer, sehingga *user* tidak bisa menggunakan layanan tersebut. Misalnya, dengan cara memutus koneksi di antara dua sistem, membanjiri kanal akses dengan jutaan paket, menghabiskan memori dengan cara melakukan aktivitas yang tidak perlu. Dengan kata lain, DoS merupakan serangan untuk melumpuhkan sebuah layanan dengan cara menghabiskan sumber daya yang diperlukan sistem komputer untuk melakukan kegiatan normalnya (Indrajit, 2011).

**Web Defacement** adalah serangan siber dengan tujuan mengubah sebuah *website*, baik pada halaman utama atau halaman lainnya yang terkait. Biasanya dilakukan karena rasa ketidakpuasan seseorang, kelompok, atau entitas tertentu, sehingga *website* tersebut menjadi sasaran utama.

**Phising** adalah ancaman serangan siber yang berusaha mendapatkan informasi rahasia dari korban dengan cara menyamar menjadi pihak yang dipercaya atau seolah-olah menjadi pihak yang sesungguhnya. *Phising* dilakukan dengan cara mengelabui korbannya dengan menggunakan situs palsu yang mirip atau sama dengan aslinya, kemudian korban akan memberikan informasi rahasia ke penyerang tanpa disadari.

**Botnet (Robot Network)** adalah bentuk ancaman serangan siber yang pada dasarnya dipicu dari susunan program-program kecil bersifat seperti virus, *worm*, maupun *trojan horse* ke dalam berbagai sistem komputer *server* yang ada dalam jejaring internet tanpa sepengetahuan pemiliknya. Komputer korban kemudian bisa dijadikan komputer “*zombie*” yang dapat dikendalikan oleh pembuat *botnet* untuk menyerang secara simultan target-target tertentu.

**SQL Injection** adalah bentuk ancaman serangan siber yang mengeksploitasi celah keamanan yang muncul pada level *database* dan aplikasinya. Celah keamanan ditunjukkan pada saat penyerang memasukan nilai *string* dan karakter-karakter lainnya yang ada dalam SQL.

**Cross-Site Scripting** adalah suatu ancaman

serangan siber dengan menggunakan mekanisme injeksi pada aplikasi *web* dengan memanfaatkan metode *HTTP get* atau *HTTP Post*. Hal ini bisa digunakan untuk mengacaukan konten *website* dengan memasukan naskah program (biasanya *script*) sebagai bagian dari teks masukan melalui formulir yang tersedia.

Apabila tidak diwaspadai, *script* ini dapat begitu saja dimasukkan sebagai bagian dari teks yang dikirim ke *web* setiap pengunjung. Misalnya, melalui teks masukan buku tamu atau forum diskusi yang tersedia bagi semua pengunjung *website*. *Script* yang menyisip di teks yang tampil ini dapat memberi efek dramatis pada tampilan *website* mulai dari menyisipkan gambar tidak senonoh sampai mengarahkan tampilan ke *website* lain.

### **CERT (Computer Emergency Response Team) untuk Pertahanan Siber**

Penggunaan teknologi informasi dan komunikasi dewasa ini telah merambah ke segala segi kehidupan di berbagai negara. Penggunaan teknologi informasi tersebut memicu terbentuknya suatu komunitas yang terhubung secara elektronik dalam satu ruang yang sering disebut *cyber space*. Sistem elektronik, termasuk jaringan, pada saat ini dimanfaatkan untuk mendukung berbagai kegiatan sektor usaha, perdagangan, layanan kesehatan, komunikasi, pemerintahan, serta sektor pertahanan. Semakin meluas dan meningkatnya pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi (TIK), khususnya melalui jaringan internet, diiringi pula dengan meningkatnya aktivitas ancaman. Ancaman itu antara lain upaya membobol kerahasiaan informasi, merusak sistem elektronik, dan berbagai perbuatan melawan hukum lainnya. Dengan memperhatikan hal tersebut, ruang siber perlu mendapatkan perlindungan yang layak guna menghindari potensi yang merugikan pribadi, organisasi, bahkan negara.

Pertahanan siber muncul sebagai upaya untuk melindungi diri dari berbagai ancaman dan gangguan di atas. Pertahanan siber bertingkat dari lingkup perorangan, kelompok kerja, organisasi, sampai dengan skala nasional. Perhatian khusus diberikan pada sektor yang mengelola infrastruktur kritis, seperti pertahanan keamanan, energi, transportasi, sistem keuangan, dan

berbagai layanan publik lainnya. Gangguan pada sistem elektronika pada sektor-sektor ini bisa menyebabkan kerugian ekonomi, turunnya tingkat kepercayaan kepada pemerintah, terganggunya ketertiban umum, dan lain-lain. Risiko ini yang menjadi pertimbangan diperlukannya pertahanan siber yang kuat dalam satu negara.

Sebagai instansi pemerintah, Kementerian Pertahanan dan TNI memiliki dua kepentingan dalam pertahanan siber. Pertama, untuk mengamankan semua sistem elektronika dan jaringan informasi di lingkungannya. Kedua, untuk mendukung koordinasi pengamanan siber di sektor-sektor lain sesuai kebutuhan. Oleh karena itu, Kemhan dan TNI perlu mengambil langkah-langkah persiapan agar dapat menjalankan perannya dalam pertahanan siber.

UU Nomor 3 Tahun 2002 tentang Pertahanan Negara menyebutkan bahwa pertahanan negara bertujuan untuk menjaga dan melindungi kedaulatan negara, keutuhan wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI), dan keselamatan segenap bangsa dari segala bentuk ancaman, baik ancaman militer maupun nonmiliter.

Di dalam UU Nomor 11 Tahun 2008 tentang Informasi dan Transaksi Elektronik dijelaskan bahwa pemanfaatan teknologi informasi membutuhkan pengamanan dalam rangka menjaga kerahasiaan, keutuhan, dan ketersediaan informasi. Dalam undang-undang tersebut, informasi dalam bentuk elektronik diakui secara hukum dan perbuatan terkait dengan sistem elektronik, baik selaku penyelenggara maupun selaku pengguna, memiliki pertanggungjawaban hukum yang selanjutnya diatur dalam berbagai peraturan perundangan.

Risiko keamanan yang terkait dengan lingkungan siber (*cyber space*) telah berevolusi sedemikian rupa bersamaan dengan manfaatnya, serta sejalan dengan semakin meningkatnya fungsi dan peranan infrastruktur internet untuk berbagai bidang. Risiko keamanan ini bila dikategorikan berdasarkan tingkat urgensinya dapat difokuskan dalam tiga aspek, yaitu:

1. Beragam jenis kepentingan di belakang penyerangan terhadap sebuah institusi tertentu. Setiap kepentingan memiliki kemampuan dan tujuan yang berbeda. Kelompok kriminal bekerja sama di *cyber space* untuk mencuri

data-data yang berharga. Unit intelijen asing, yang merupakan kepentingan yang memiliki tingkat kemampuan paling tinggi, juga akan menjelajah mencari data-data sensitif, terutama yang terkait dengan rahasia negara. Teroris mungkin merencanakan serangan tertentu melalui kemampuan mereka yang belum bisa tertandingi dengan kemampuan aparat pemerintah. Individu-individu dengan keterampilan teknis tinggi menyediakan kemampuannya untuk dimanfaatkan oleh berbagai kepentingan.

2. Serangan siber/jaringan tidak akan bisa terelakkan, sehingga harus dibuat perencanaan yang komprehensif. Pengalaman mengajarkan bahwa kemungkinan besar jaringan komputer yang dimiliki sebuah organisasi berhasil ditembus atau dipenetrasi. Perang melawan penyusup ini tidak hanya mempertahankan parameter (jaringan), tetapi juga mencakup kemampuan mendeteksi dan melakukan respons secara cepat dan efektif, sehingga dampaknya bisa diminimalkan. Organisasi yang bersangkutan juga harus benar-benar memahami apa kepentingannya dan senantiasa berkomunikasi efektif dengan seluruh pemangku kepentingan untuk menyeimbangkan kebutuhan akan keamanan dan kebutuhan akan publikasi informasi.
3. Kepemimpinan dalam *cyber security*. Para pimpinan serta pemangku kepentingan terkait harus memastikan adanya model kepemimpinan untuk memastikan bahwa *cyber security* benar-benar ditangani secara serius. Para pimpinan harus mengidentifikasi otoritas, peran, dan kemampuannya dalam area *cyber security*.

### Sumber Daya Manusia untuk CERT

Istilah "*the man behind the gun*" menekankan arti penting peranan manusia, tidak hanya dalam membangun sarana dan prasarana fisik, namun juga dalam mengoperasikan berbagai sarana dan prasarana tersebut. Pepatah mengatakan, "*the important is not gun, but the man behind the gun;*" artinya, yang paling penting bukan pistol, tapi orang yang memegang pistol itu. Jadi, SDM masih sangat diperlukan karena sampai kapan pun peranan manusia atau pegawai dalam perusahaan atau organisasi tidak bisa digantikan

oleh mesin. Secanggih apa pun mesin, pasti masih memerlukan sumber daya manusia. Dalam mempersiapkan SDM di CERT, perlu personel yang berfungsi untuk defensif dan ofensif di saat pe-rang maupun tidak perang. Personel yang ofensif dalam melakukan kegiatannya harus dapat menyusup tanpa meninggalkan jejak. Fungsi ini akan dibutuhkan pada saat tertentu dengan tujuan untuk kepentingan negara.

Sumber daya manusia yang dibutuhkan untuk CERT lebih kepada para ahli di bidang ilmu IT *hardcore* yang sekarang sudah langka, karena serangan biasanya berawal dari ilmu dasar IT. Dewasa ini banyak sumber daya manusia, namun kebanyakan hanya mengetahui ilmu yang sudah jadi saja. Artinya, sumber daya manusia yang ada sekarang lebih banyak hanya menggunakan *tools* atau alat yang sudah tersedia, tetapi tidak mengerti bagaimana cara membuat dan bahan-bahannya.

Sumber daya manusia CERT yang diharapkan adalah personel-personel yang mampu:

1. melakukan respons ofensif terhadap ancaman dan serangan yang ditujukan kepada aset dan infrastruktur siber strategis di Indonesia, termasuk di dalamnya ofensif elektromagnetik (*electronic warfare*);
2. menysasar sistem komputer, jaringan, aplikasi melalui penyusupan, gangguan, perusakan, sabotase, melumpuhkan layanan dan konten;
3. melindungi dan mempertahankan aset informasi dan teknologi, memiliki kemampuan *resource recovery* kontra propaganda (*information warfare*) serta serangan siber;
4. mengambil alih, mendominasi, mengontrol, memperoleh keunggulan terhadap sumber daya dan infrastruktur ICT strategis lawan;
5. melakukan operasi senyap, anonim, random, tersebar, bawah tanah, tidak dapat dilacak, berlangsung terus-menerus menggunakan berbagai sumber daya yang tidak saling berhubungan, lintas batas, tidak terjangkau yurisdiksi negara;
6. melibatkan banyak kelompok kepentingan sehingga sulit diidentifikasi kehadirannya, amatir, profesional, militer, sipil, organisasi.

Pengelolaan SDM di bidang TI, khususnya bidang keamanan informasi, adalah kunci keberhasilan pengembangan CERT. Semakin

meningkatnya ketergantungan CERT di bidang TI untuk mendukung aktivitasnya, maka dibutuhkan SDM yang berkemampuan baik di bidang TI. Tanpa kesiapan SDM, CERT yang dikembangkan tidak dapat digunakan secara maksimal. Jalan yang tercepat adalah merekrut SDM baru yang memenuhi kompetensi yang dibutuhkan dan memiliki inte-gritas tinggi terhadap keamanan, pertahanan, dan kedaulatan siber nasional.

Pengembangan CERT memerlukan organisasi khusus yang terdiri dari fungsi pertahanan, pengawasan, hingga pelaksanaan teknis pengembangan sistem yang mengacu pada standar CSIRT (*Computer Security Incident Response Team*). Organisasi ini yang menjaga proses pengembangan sistem informasi (SI) agar sesuai dengan arah kebijakan dan kerangka acuan pengembangan SI yang aman, akuntabel, dan berkinerja tinggi. Tim ini disebut sebagai arsitek keamanan TI yang berisi sekelompok SDM terampil dan memahami sistem keamanan. Meningkatnya kebutuhan CERT akan implementasi SI perlu diiringi dengan keberadaan arsitek keamanan TI yang handal. Selain itu, setiap unit kerja CERT harus didukung oleh arsitek keamanan TI sesuai dengan kebutuhan di unit kerja yang bersangkutan. Untuk itu, perlu dilakukan perencanaan arsitek keamanan TI yang meliputi penentuan peran arsitek keamanan TI, penempatan arsitek keamanan TI, keterampilan yang dibutuhkan, hingga level keterampilan yang dimiliki oleh arsitek keamanan TI.

Dengan demikian, perlu dilakukan kajian mendalam terhadap ketersediaan SDM TI di lingkungan instansi. Dalam hal ini, juga perlu disusun rencana ideal dari sumber daya TI CERT ke depan, dengan mengukur kesenjangan antara sumber daya TI yang ada saat ini dengan kondisi ideal ke depan.

Kerangka kompetensi TIK (*IT competency framework*) perlu disusun sebagai sebuah referensi model untuk mengidentifikasi kebutuhan keterampilan dalam pengembangan sistem informasi yang efektif. Secara keseluruhan, tujuan dari kerangka ini adalah untuk membantu organisasi memanfaatkan SDM-nya, mengembangkan staf dan organisasi, serta meningkatkan efektivitas dan efisiensi dari fungsi-fungsi CERT dengan mengembangkan keterampilan yang tepat, mengimplementasikan dalam bentuk dan dampak yang terbaik, dan

menyediakan pengembangan karier yang sesuai dan menarik bagi SDM yang bersangkutan.

Kategori kompetensi didefinisikan sedemikian rupa sehingga mudah untuk diidentifikasi dan dipraktikkan di lingkungan kerja CERT. Setiap kategori kompetensi akan dipetakan dalam suatu tingkatan kompetensi, di mana masing-masing tingkatan menggambarkan tanggung jawab dan pekerjaan masing-masing uraian jabatan.

Kompetensi yang dibutuhkan untuk berbagai jenjang tugas dan jabatan di lingkungan CERT harus merupakan kombinasi yang seimbang antara kecakapan personal (*personal skill*) dan kecakapan teknis (*technical skill*). Kecakapan personal mencakup kecakapan komunikasi (*communication skill*), presentasi (*presentation skill*), diplomasi (*diplomacy skill*), mengikuti kebijakan dan prosedur (*compliance skill*), bekerja sama (*team skill*), pemecahan masalah (*problem solving skill*), dan analitis (*analytical skill*).

Adapun kecakapan teknis mencakup pengetahuan dan keterampilan di bidang prinsip-prinsip keamanan (*security principles*), kerentanan keamanan (*security vulnerabilities*), layanan internet (*internet services*), manajemen risiko (*risk management*), protokol jaringan (*network protocols*), aplikasi dan layanan jaringan (*network application & services*), isu-isu keamanan jaringan (*network security issues*), isu-isu keamanan sistem (*host/system security issues*), kode-kode jahat (*malicious code: viruses, worms, trojan horse*), pemrograman (*programming skill*), dan penanganan insiden (*incident handling*).

## KESIMPULAN

1. Perlunya dibentuk CERT di setiap instansi yang bertanggung jawab pada infrastruktur kritis.
2. Perlunya dibentuk tempat untuk menyatukan koordinasi antar-CERT yang menangani infrastruktur kritis, karena serangan siber tidak bisa dihadapi oleh satu instansi saja.
3. Perlunya sinergitas antarinstansi yang bertanggung jawab terhadap infrastruktur kritis dalam menghadapi ancaman serangan siber.
4. Perlunya peningkatan SDM yang sangat berperan penting dalam upaya menghadapi serangan siber.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Brenton, C. & Hunt, C. (2005). *Network security*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
2. CERT. <http://www.cert.or.id/tentang-kami/id/>
3. Indrajit, R. E. (2011). *Fenomena keamanan informasi dalam dunia siber*.
4. Indrajit, R. E. (2011). *Pengantar konsep keamanan informasi di dunia siber*.
5. Indrajit, R. E. (2012). *Cyber attack, ragam serangan dunia siber*.
6. Manajemen Keamanan dari Teknologi Informasi. (2016). Retrieved from [http://www.academia.edu/11432604/Manajemen\\_Keamanan\\_dari\\_Teknologi\\_Informasi](http://www.academia.edu/11432604/Manajemen_Keamanan_dari_Teknologi_Informasi).
7. Sabotase listrik Ukraina terbukti dengan *malware*. (6 January 2016). Retrieved from <http://print.kompas.com/baca/2016/01/06/Sabotase-Listrik-Ukraina-Terbukti-dengan-Malware%2c>



## INDEKS PENULIS

### **A**

Ali Misna 75

Ari Fianti 41

### **D**

Daryono 75

### **E**

Eddy M. T. Sianturi 1

### **F**

Furqon Amdan 17

### **H**

Heriana 83

### **M**

Maulana Randa 61

### **N**

Nazarudin 91

### **R**

Rini Ferubani 109

Rosihan Ramin 31

### **Y**

Yurvianty 119

## PEDOMAN UNTUK PENULIS

### Judul

Judul artikel harus ditulis dalam huruf besar dengan huruf Times New Roman 14 pt, kapital bold posisi 3 Cm di atas dan diletakkan pada bagian tengah atas dari halaman pertama dan tidak lebih dari 20 kata (merupakan kalimat efektif dan menarik, bukan metoda dan nama kegiatan).

### Sub Judul

Setiap sub judul harus ditulis di tengah, menggunakan huruf Times New Roman 12 pt, kapital bold, ditulis dengan huruf besar dengan jarak 2 spasi atas dan bawah seperti : Pendahuluan, Metodologi (Bahan dan Metoda), Hasil dan Pembahasan, Kesimpulan, Ucapan Terima Kasih, dan Daftar Pustaka.

### Nama dan Alamat Penulis

Nama Penulis tanpa gelar dan alamat atau lembaga tempat bekerja dituliskan lengkap dan jelas, beserta e-mail. Nama penulis diletakkan dengan jarak 1,5 spasi di bawah judul, di tengah dalam huruf tebal menggunakan huruf Times New Roman 11 pt. Apabila artikel ditulis oleh lebih dari satu penulis, maka kata "dan" antara 2 penulis terakhir harus ditulis dengan huruf kecil. Nama penulis diikuti dengan alamat institusi dari penulis di mana penulisan dilakukan. Masing-masing nama penulis yang digunakan untuk alamat surat menyurat diberi nomor urut (*super script, angka arab*)

### Abstrak

Judul abstrak ditulis di tengah dengan huruf besar dan tebal menggunakan huruf Times New Roman 10 pt, jarak 1 spasi. Abstrak memuat garis besar penelitian, objek penelitian, teknik atau metoda yang digunakan, hasil dan kesimpulan secara singkat. Abstrak harus mencerminkan isi artikel, tetapi tidak lebih dari 200 kata. Abstrak hendaknya ditulis dalam 2 bahasa yaitu Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris. Dalam abstrak, hindari penggunaan singkatan. Di bawah abstrak dicantumkan kata kunci maksimal 5 buah kata kunci.

### Pendahuluan

Pendahuluan berisi sekurang-kurangnya memuat uraian dari objek yang diteliti, latar belakang berisi alasan ilmiah, dan fenomena aktual yang penting diteliti. Pengantar tentang profil wilayah kajian/riset beserta penjelasan mengenai alasan pemilihannya. Masalah aktual apa yang perlu solusi. Tujuan penelitian dan metoda penelitian secara umum.

### Metodologi

Metoda percobaan harus diberikan secara jelas. **Bahan, Peralatan dan Metoda** diterangkan cukup rinci sehingga memungkinkan peneliti lain dapat menggunakan prosedur tersebut dengan hasil yang sama. Bahan kimia dan senyawa standar yang digunakan harus dicantumkan dan juga harus ditulis petunjuk preparasi contoh secara sederhana. Hanya teknik baru yang perlu ditulis secara rinci, sedangkan keterangan dari teknik yang cukup dikenal (umum digunakan) tidak perlu ditulis, tetapi cukup disebutkan acuan pustakanya.

### Hasil Pembahasan

Bagian ini membahas cakupan metode dan keabsahannya, diikuti dengan interpretasi hasil-hasil penelitian. Hasil percobaan disarankan ditulis/ditampilkan dalam bentuk ilustrasi. Ilustrasi yang menyertai artikel dan berupa tabel, gambar foto dan grafik.

## Tabel

Bentuk tabel harus konsisten, harus diberi nomor secara berurutan dengan judul tabel diletakkan di atasnya dan satuan pengukuran dicantumkan dalam kurung. Tabel harus menggunakan garis tepi di kanan dan kirinya. Apabila tabel hanya berisi dua kolom, maka kolom tersebut sebaiknya dituliskan secara mendatar. Contoh :

Senyawa yang ditambahkan(ug)	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
Perolehan kembali (%)	95,0	88,8	99,5	96,8	98,9

## Gambar, grafik, tabel dan foto :

Gambar, grafik, tabel dan foto dimasukkan dalam teks. Persyaratan yang harus dipenuhi untuk pembuatan gambar adalah sebagai berikut :

- Gambar dibuatkan cukup besar dan harus relevan dengan naskah dan menempati seluruh halaman kertas quarto, folio atau pun A4.
- Keterangan dari absis dan ordinat, demikian pula halnya angka-angka pada absis dan ordinat harus dibuat dengan ukuran tinggi huruf/angka 3 mm. Keterangan untuk absis dan ordinat ditulis dengan huruf besar. Gambar harus diberi nomor secara berurutan dan judul gambar diletakkan di bawah gambar. Untuk foto dicetak hitam-putih/berwarna dan mengkilat.

## Persamaan dan formula

Persamaan-persamaan hendaknya diberi nomor, secara berurutan. Letakkan superskrip dan subskrip secara tepat. Paling sedikit diberi renggang 2 spasi pada atas dan bawah setiap persamaan.

## Tata nama dan satuan

Tata nama untuk senyawa kimia dituliskan menurut aturan dari I.U.P.A.C sedangkan satuan ditulis menurut S.I.

## Kesimpulan

Kesimpulan hendaklah dinyatakan secara singkat, tepat dan jelas.

## Ucapan terima kasih

Kalau ada ucapan terima kasih, hendaknya dibuat sesingkat mungkin, dan diletakkan pada bagian akhir teks.

## Daftar Pustaka

Semua daftar pustaka hendaknya diletakkan pada bagian akhir naskah. Cara penulisan situasi dalam artikel ditulis dengan angka dalam tanda kurung sebagai superskrip, sesuai urutan pemunculan dalam artikel. Contoh : ....(4)atau...(5,6)atau...(1,2,-5). Sebaiknya pustaka yang digunakan disarankan terbaru dan 80 persen berasal dari jurnal ilmiah minimal 10 tahun terakhir.

Tidak dibenarkan menulis kepustakaan yang tidak disinggung sama sekali dalam naskah.

Penulisan pustaka dalam daftar pustaka mengikuti sistem Vancouver.

Contoh-contoh penulisan kepustakaan diberikan di bawah ini :

## Jurnal

Penulisan dimulai dengan huruf-huruf awal nama kecil pengarang utama, diikuti dengan nama akhirnya. Nama pengarang utama diikuti kemudian dengan nama pengarang lainnya. Urutan nama pengarang dituliskan sebagaimana tercantum di dalam artikel aslinya, judul

artikel ditulis tanpa tanda petik, tetapi huruf pertama ditulis miring atau digaris bawahi, angka volum yang diikuti dengan tanda titik dua (:) permulaan dan akhir angka halaman yang dipisahkan dengan tanda kurung, dan tahun penerbitan di dalam kurung.

Contoh :

11. E.N. Fuller, G.T. Porter, L.B. Roof, On-line process LC applied to production of styrene butadene copolymers. **J.Chromatogr.Sci.**17:661-65(1979)

### **Prosiding Seminar**

Huruf-huruf awal nama pengarang utama atau editor diikuti dengan nama akhirnya, nama pengarang atau editor lainnya, judul, nama proceeding, tempat berlangsungnya konferensi, tahun, nomor-nomor halaman. Contoh :

9. A.K. Matoo, V.V. Modi. Biochemical aspect of ripening and chilling injury in mango fruit. Proceeding of the conference on tropical and subtropical fruits, London, 1969, pp.111-15.

### **Buku**

Huruf-huruf awal nama pengarang utama atau editor diikuti dengan nama akhirnya, nama pengarang atau editor lainnya, judul buku yang ditulis miring atau digaris bawahi, volum dan atau nomor edisi, penerbit, kota dan nama negara penerbit, tahun penerbitan, nomor halaman atau chapter. Contoh :

22. L.R. Snyder and J.J. Krikland. *Introduction to Modern Liquid Chromatography*, 2nd ed. Jhon Wiley & Sons, New York, 1980, pp 143-44

### **Artikel yang sedang dalam proses penerbitan**

Artikel-artikel tersebut dinyatakan dengan keterangan **in press**.

Contoh :

9. W.J. Levy and J.C. Walker. Model molecular thermometer : A standardization method. Part II.J. Chromatogr.Sci.(1987).in press.

### **Artikel-artikel yang tidak diterbitkan**

Artikel-artikel yang termasuk dalam kategori tersebut dituliskan sebagai berikut :

5. P.Wimalasiri and R.B.H. Wills. Simultaneous analysis of ascorbic acid and dehydroascorbic acid in fruit and vegetables by high performance liquid chromatography (unpublish).

### **Tesis**

Apabila kepustakaan yang diacu adalah sebuah tesis, judul tesis tidak perlu ditulis.

Contoh :

19. R.E. Aurus. Ph.D. Thesis, University of Queensland.(1986)

### **Paten**

Huruf-huruf awal nama orang yang memperoleh hak paten diikuti dengan nama akhirnya, Negara yang memberikan hak paten tersebut, nomor paten, tahun di dalam kurung.

Contoh :

1. S.T. Preston.U.S.Patent 123456(1987)

### **Pustaka dari Website**

Pengarang, Tahun, Judul Karangan, Nama Website, Keterangan diakses

Contoh :

5. Bernaert, H.2007, Fermentation How does it effect the Polyphenol.

[Http://www.Worldcocoaoundation.org/about/documents/Bernaert/Fermentation.pdf](http://www.Worldcocoaoundation.org/about/documents/Bernaert/Fermentation.pdf), accessed on 01 September 2010.

