

Efektivitas Strategi Reverse Engineering Industri Pertahanan Nasional Guna Modernisasi Alutsista

Iwan Irawan Budipurwanto¹ Dwi Soediantono²

Sekolah Staf dan Komando TNI Angkatan Laut, Kota Jakarta Selatan, Provinsi Daerah Khusus
Ibukota Jakarta, Negara^{1,2}
Email: iwanibp04@gmail.com¹

Abstrak

Kontribusi industri pertahanan terhadap kemajuan teknologi militer belum optimal, yang mempengaruhi keberhasilan sistem pertahanan berdasarkan keunggulan teknologi alutsista. Di sisi lain, disparitas kemampuan teknis alutsista antara Indonesia dengan negara maju mendorong Indonesia melakukan transfer teknologi ke negara maju. Namun, tidak semua negara dan perusahaan yang memproduksi alutsista mau melakukan alih teknologi secara penuh, sehingga menyulitkan negara berkembang untuk melepaskan diri dari ketergantungannya pada negara maju. Untuk itu diperlukan teknik penelitian dan pengembangan yang mempercepat penguasaan teknologi alutsista. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efikasi cadangan rekayasa litbang dalam pelaksanaan modernisasi TNI Alutsista; teknik kuantitatif serta penganalisisan data *Measures of Effectiveness* (MOE) dipergunakan.

Kata Kunci: Alutsista, Industri Pertahanan Nasional



This work is licensed under a [Lisensi Creative Commons Atribusi-BerbagiSerupa 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

PENDAHULUAN

Sejarah dunia mengungkapkan bahwa hampir seluruh eksistensi manusia diwarnai oleh konflik. Sebuah penelitian mengungkapkan bahwa dunia baru telah bebas perang selama 268 dari 3.421 tahun terakhir, sehingga masa damai adalah sebagian kecil dari sejarah panjang umat manusia. Senjata telah memainkan peran penting dalam sejarah manusia. Umat manusia telah mampu menaklukkan hutan belantara yang luas dan mempertahankan rumah dan keluarganya dengan bantuan senjata. Bangsa menggunakan senjata untuk berperang, dan seiring berjalannya waktu, lebih banyak senjata mematikan ditemukan. Negara-negara kuat dipersenjatai dengan baik dengan senjata yang memiliki potensi destruktif yang tinggi. Menurut Alfyntoffler, kekuatan serta kapabilitas negara dalam era informasi berasal dari tiga faktor: kapasitas untuk mempengaruhi dan menundukkan bangsa lain melalui kekuatan militer (kekuasaan/politik), kekayaan (ekonomi), serta pengetahuan (iptek). Sebuah negara dengan militer yang kuat bisa dengan mudah mengalahkan negara dengan militer yang lemah.

Kekuatan militer sebuah negara bisa ditentukan dari besar kecilnya alutsista (alat pertahanan) dan jumlah personelnya. Alutsista adalah inti kekuatan militer suatu negara, dikarenakan sejumlah besar anggota terlatih tidak akan efektif tanpa peralatan pertahanan yang memadai. Akibatnya, peralatan militer adalah "roh" kekuatan militer. Amerika Serikat, Rusia, Prancis, serta Inggris semua senjata mereka hasil dari produksi mereka sendiri. Negara-negara tersebut berlomba untuk produksi alutsista yang mutakhir guna mendapatkan predikat unggul dibanding negara lain. Berikutnya, negara-negara berikut bersaing untuk pasar Asia dan benua lain. Indonesia, sebagian besar alutsista mereka diimpor. Industri pertahanan yang tidak mandiri nantinya memiliki dampak langsung terhadap kedaulatan bangsa, keutuhan wilayah negara, serta keselamatan segenap bangsa Indonesia. Di sisi lain, kemandirian pengadaan alutsista bisa memacu perkembangan ekonomi, pengadaan lapangan pekerjaan, serta kualitasnya sumber daya manusia (SDM).

Transfers of Knowledge (ToK) serta *Transfers of Technology* (ToT) diharuskan dipertimbangkan dalam alternatif taktis untuk masalah ini. Bukan pendekatan berjangka panjang. Dikarenakan teknologi mutakhir untuk produk alutsista sebuah negara (umumnya dikenal dengan *blueprint* atau cetak biru) hampir tidak mungkin “dijual” tanpa teknologi ini, solusi taktis dipilih selama pemerintah Indonesia tidak memiliki kapasitas untuk memproduksi secara mandiri. Untuk menggantikannya. Menguasai teknologi Alutsista, mengembangkannya, dan mengimplementasikannya dalam bentuk Alutsista yang hebat oleh karena itu adalah tugas yang paling mendasar dan esensial. Artinya, pada jangka panjang, Indonesia diharuskan bisa untuk produksi alutsista sendiri dengan mandiri. Kemampuan mewujudkan kemandirian alutsista ialah wujud dari kemerdekaan serta kedaulatan sebuah negara, alhasil Indonesia tidak bergantung pada negara lain (maju), tetapi tidak bakal mampu bersaing secara efektif dengan implementasi kebijakan teknologi militer oleh negara maju. Bangsa. embargo. Di masa lalu, kebijakan embargo senjata yang diberlakukan negara maju terhadap TNI mendorong TNI untuk memodernisasi sistem pertahanannya. Ketergantungan jangka panjang pada alutsista untuk bersaing dengan barang asing merupakan indikasi kebebasan. Di sisi lain, kebijakan embargo sebelumnya mengilhami semangat pembangunan dan kemandirian (swadaya) untuk membangun, memajukan, dan memodernisasi sistem pertahanan TNI. Kemandirian dalam dan industri pertahanan (produksi alutsista) ialah satu daripada urgensi nasional sektor pertahanan guna menajuhi embargo senjata. Industri pertahanan memproduksi berbagai macam alutsista, namun kegiatan litbang terus menghadapi sejumlah kendala. Untuk mengatasi masalah ini, industri pertahanan harus mengembangkan strategi dalam peningkatan efektivitas serta efisiensi litbang dengan menggunakan proses rekayasa terbalik atau reverse engineering, dimana hal ini diawali pada zaman perang dimana dibutuhkan pemahaman mendetail mengenai senjata yang dikirimkan oleh musuh dan dibutuhkan sesuatu untuk melawannya.

METODE PENELITIAN

Metode Penelitian yang dipergunakan ialah Penelitian Kuantitatif dengan mempergunakan alat penelitian yakni *Measurement of Effectiveness* (MOE), dipergunakan dalam mencari efektifitas dalam rangka Penelitian dan Pengembangan dalam *Reserve Enginering* guna pelaksanaan modernisasi Alutsista TNI.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Dalam pengimplementasian kebijakan pemerintah di bidang pengembangan industri pertahanan, maka saat ini Indonesia telah memiliki 10 industri strategis yang mendukung untuk memproduksi alat-alat pertahanan. Meskipun Indonesia telah mempunyai 10 industri strategis, Indonesia masih tertinggal dalam penguasaan teknologi pada industri pertahanan dibanding dengan negara-negara maju. Maka pembelian lisensi secara langsung dianggap sebagai cara yang sangat efektif dalam penyelenggaraan alih teknologi alutsista untuk kepentingan pertahanan dan keamanan. Akan tetapi dalam perkembangannya lisensi secara langsung sulit dilakukan dikarenakan keterbatasan biaya yang dimiliki Indonesia dalam membeli *blue print* produk alutsista asing, apalagi bila alutsista yang ingin di alihkan memiliki teknologi yang tinggi seperti teknologi tank, pesawat tempur, kapal perang, rudal dan kapal selam. Hal inilah yang menyebabkan industri pertahanan nasional hanya dapat melakukan alih teknologi alutsista yang hanya memiliki teknologi sedang. Oleh karena itu perlu strategi Pemerintah untuk mengejar ketinggalan-ketinggalan tersebut atau setidaknya tidaknya memperkecil “*gap*” antara Indonesia dan negara maju dalam penguasaan teknologi dalam menghasilkan alat-alat sistem pertahanan.

Dikarenakan industri kekurangan sumber daya pertahanan yang cukup untuk menciptakan produk yang dapat rekayasa serta meniru produk yang sudah ada, strategi desain *reverse engineering* menghasilkan persaingan yang semakin ketat di pasar produk. Strategi pengembangan produk rekayasa ke depan (*forward engineering*), dimulai dengan pemikiran abstrak dan berpuncak pada bentuk produk fisik, memerlukan waktu serta sumber daya yang signifikan. Oleh sebab itu, salah satu cara dalam produksi mandiri dengan waktu serta sumber daya yang lebih sedikit adalah dengan mengembangkan strategi melalui *reverse engineering*. Strategi desain rekayasa balik memeriksa konsep desain, teknik, dan komponen dengan pembedahan serta mendekonstruksi produk yang ada. Tujuan dari strategi berikut adalah dalam menanggulangi hambatan serta menuju kemajuan dalam teknologi. Pada konteks dikembangkannya produk, strategi desain terbalik sering diterapkan dengan mengidentifikasi kekurangan pada produk lama serta menggunakannya sebagai dasar untuk mengembangkan produk baru dan merampingkan waktu dan proses pengembangan produk. Langkah dan prosedur strategi *reverse engineering*:

1. Tim litbang menentukan sampel produk yang nantinya didalami.
2. Sampel produk dibongkar dalam penganalisan konten yang beragam, termasuk konsep desain, prinsip kerja teknis produk, struktur material, serta proses manufaktur.
3. Selanjutnya, kelebihan dan kekurangan produk juga digabungkan berdasarkan keperluan pengguna. Perpaduan kedua unsur tersebut menghasilkan konsep penciptaan produk baru yang pada akhirnya dapat dimanfaatkan

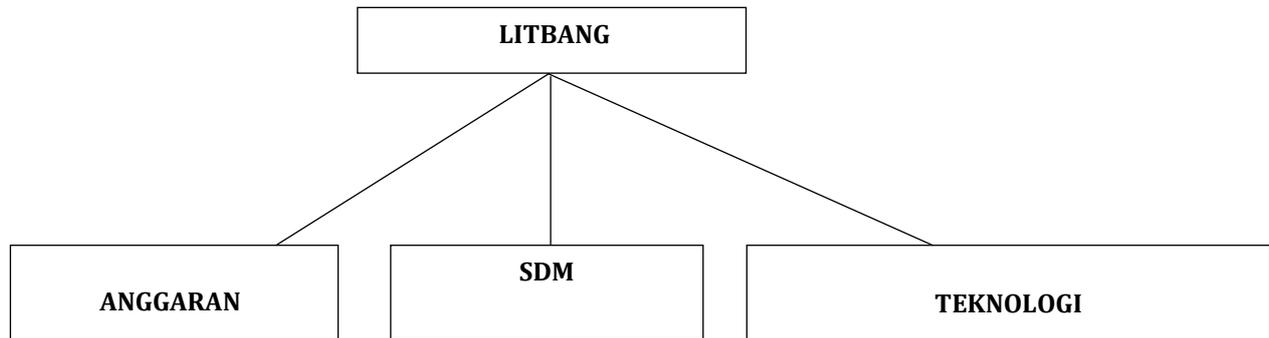
Studi kasus tentang pengembangan Alutsista berbasis *Reverse Engineering* adalah China. *Reverse Engineering* menjadi strategi utama China untuk meningkatkan kemampuan teknologi persenjataan. Pada awal tahun 1950an, China membeli pesawat tempur Mig-21 dari Uni-Sovyet. China mendapatkan kesempatan untuk produksi Mig-21 secara lokal dan transfer teknologi, data dan pengetahuan. Namun sebelum rencana produksi lokal terealisasi, hubungan politik China -Uni Soviet memburuk, maka kerjasama tersebut diputus. Pasokan suku cadang dihentikan dan transfer teknologi diputus sehingga membuat armada Mig-21 terancam *grounded*. Karena itu, industri pertahanan China melakukan strategi *reverse engineering*, dengan membongkar, mempelajari dan meniru satu persatu apa yang dikandung dalam pesawat tempur tersebut. Kemudian mulai dibuat beberapa suku cadang agar armada tersebut dapat tetap terbang. Tidak berhenti sampai situ, mereka pun membuat J-7, pesawat baru "tiruan" versi China hasil evaluasi dari desain Mig 21. Berbagai macam modifikasi desain dilakukan sehingga J-7 tidak sepenuhnya sama dengan pesawat yang ditirunya. J-7 diproduksi dalam jumlah yang masif untuk angkatan udara China. Bahkan menjadi salah satu produk yang di ekspor ke berbagai negara-negara di dunia.

Pemberdayaan penelitian serta pengembangan dilaksanakan diantaranya mempergunakan tiga metode penguasaan teknologi, yakni:

1. Alih Teknologi. Dilaksanakan dengan lisensi ataupun pelatihan yang dilaksanakan pada aktivitas yang berkenaan dengan pengadaan Alutsista dari luar negeri.
2. *Forward Engineering*. Diadakan dengan peningkatan kemampuan serta ketersediaan SDM dalam pemahaman sejumlah disiplin ilmu dasar serta ilmu terapan bagi penguasaan teknologi dengan tahapan "*Idea - Design - Manufacturing - Testing*".
3. *Reverse Engineering*. Diadakan semisal dengan pembongkaran sistem senjata (produk) yang dipunya guna didalami serta dikembangkan menjadi produk baru sesuai keperluan.

Langkah-langkah analisis yang dilakukan dalam mengevaluasi alternatif metode Litbang Alutsista yaitu:

1. Membuat diagram hierarki.



Gambar 1. Alur Diagram Hierarki

2. Membuat pembobotan di tiap level. Penulis menentukan nilai bobot tiap level berdasarkan hasil SGD dengan rekan-rekan Pasis satu kelompok mengenai metode Litbang. Nilai bobot tiap level antara 0 sampai 1 ($0 \leq W_i \leq 1$). Jumlah nilai bobot tiap level adalah 1 ($\sum W_i = 1$). Dari hasil wawancara diketahui bahwa : Level 1 Component of measure dengan nilai bobot 0,2. Level 2 More specific component (Kemampuan Litbang) dengan nilai bobot:

Tabel 1. Kemampuan Guru Pada Kondisi Awal

Komponen	Bobot	Ket
Anggaran	0,5	
Sdm	0,3	
Teknologi	0,2	
$\sum W_i$	1	

3. Membuat nilai didasarkan hasil rekapitulasi kuesioner pada responden untuk menentukan efektifitas komponen-komponen yang diukur. Nilai efektifitas yang sudah ditentukan sebagai berikut: Sangat Tidak Efektif (STE) = 0 Tidak Efektif (TE) = 0.25 Rata-rata (R) = 0.5 Efektif (E) = 0.75 Sangat Efektif (SE) = 1 Untuk responden yang diambil datanya berjumlah 10 orang dengan hasil rekapitulasi sebagai berikut:

Tabel 2. Perbandingan kebutuhan komponen Litbang

	ALIH TEKNOLOGI (LISENSI/OFFSET)	FORWARD ENGINEERING	REVERSE ENGINEERING
Anggaran	Sedang	Besar	Rendah
Sdm	Sedikit	Banyak	Sedang
Teknologi	Rendah	Menengah	Tinggi

Tabel 3. Rekapitulasi Nilai Efektivitas Komponen Metode Reserve Engineering

	STE	TE	R	E	SE	RESPONDEN	TOTAL NILAI	NILAI EFEKTIVITAS
	0	0.25	0.5	0.75	1			
Anggaran			5	5		10	6,25	0,625
Sdm			4	6		10	6,5	0,65
Teknologi		3	7			10	4,25	0,425

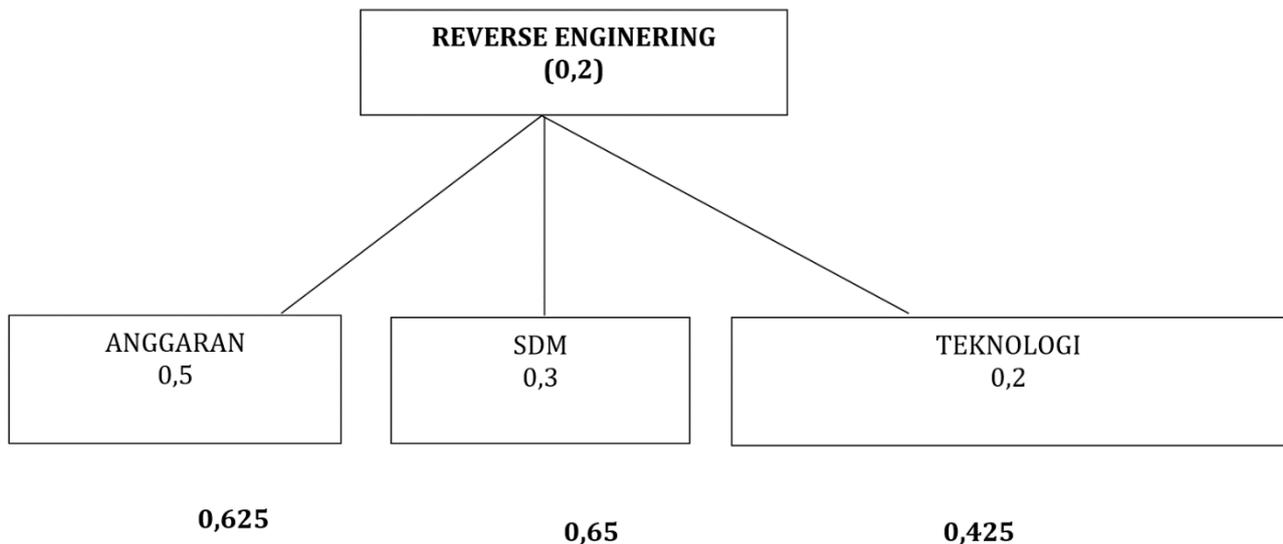
Tabel 4. Rekapitulasi Nilai Efektivitas Komponen Kemampuan Forward Engineering

	STE	TE	R	E	SE	RESPONDEN	TOTAL NILAI	NILAI EFEKTIVITAS
	0	0.25	0.5	0.75	1			
Anggaran			7	3		10	5,75	0,575
Sdm			5	5		10	6,25	0,625
Teknologi		3	7			10	4,25	0,425

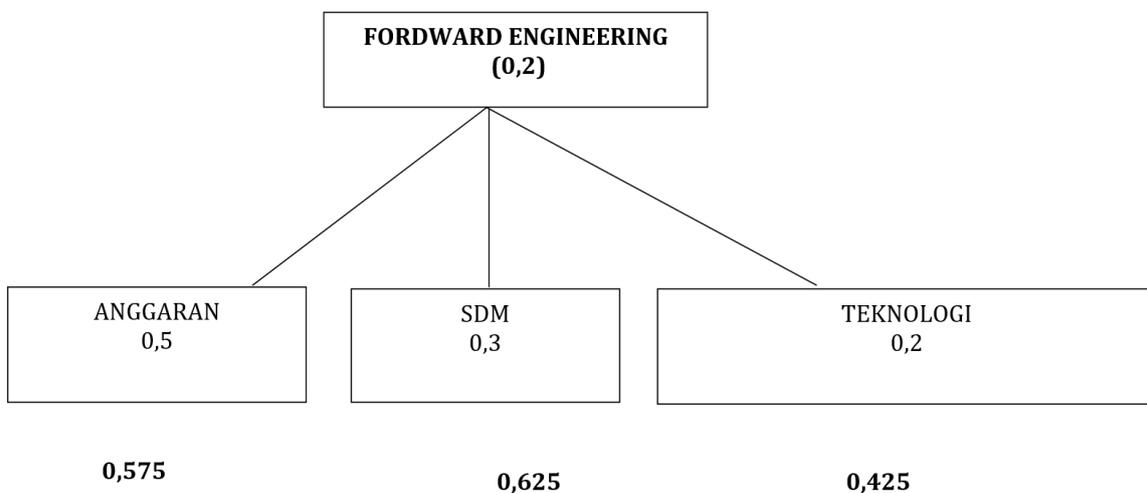
Tabel 5. Rekapitulasi Nilai Efektivitas Komponen Kemampuan Alih Teknologi

	STE	TE	R	E	SE	RESPONDEN	TOTAL NILAI	NILAI EFEKTIVITAS
	0	0.25	0.5	0.75	1			
Anggaran		9	1			10	2,75	0,275
Sdm		1	7	2		10	5,25	0,525
Teknologi			4	6		10	6,5	0,65

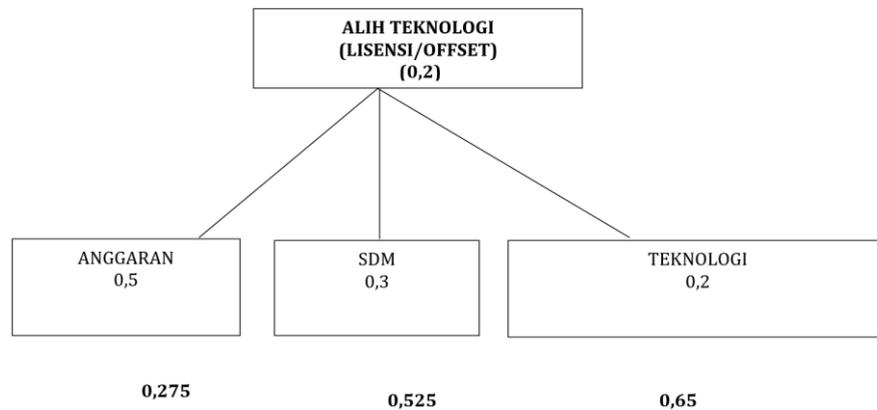
Hasil rekapitulasi nilai efektifitas dari setiap responden jika diinput pada diagram hierarki maka bisa diilustrasikan diagram yakni:



Gambar 2. Bagan Nilai Efektivitas Reverse Engineering



Gambar 3. Bagan Nilai Forward Engineering



Gambar 4. Bagan Nilai Efektivitas Alih Teknologi

4. Nilai bobot dari setiap item dikalikan dengan nilai efektifitas tiap item tersebut ke bawah mengikuti garis hierarki. Selanjutnya menghitung nilai efektifitas MoE dengan cara $\sum \text{MoE} = (\text{Bobot kemampuan pengendalian heli} \times \text{Bobot kemampuan tracking sasaran udara} \times \text{Nilai Efektifitas}) + (\text{Bobot kemampuan pengendalian heli} \times \text{Bobot kemampuan identifikasi kontak udara} \times \text{Nilai Efektifitas}) + (\text{Bobot Kemampuan pengendalian heli} \times \text{Bobot kemampuan radio komunikasi} \times \text{Nilai Efektifitas})$

Tabel 6. MoE Reverse Engineering

	Bobot		Nilai Efektivitas	Total Nilai
	Component Of Measure	More Specific Component		
Reverse Engineering	0,2			
Anggaran		0,5	0,625	0,0625
Sdm		0,3	0,65	0,039
Teknologi		0,2	0,425	0,017
Total				0,1185

Tabel 7. MoE Forward Engineering

	Bobot		Nilai Efektivitas	Total Nilai
	Component Of Measure	More Specific Component		
Forward Engineering	0,2			
Anggaran		0,5	0,575	0,0575
Sdm		0,3	0,625	0,0375
Teknologi		0,2	0,425	0,017
Total				0,112

Tabel 8. MoE Alih Teknologi

	Bobot		Nilai Efektivitas	Total Nilai
	Component Of Measure	More Specific Component		
Alih Teknologi (Lisensi/Offset)	0,2			
Anggaran		0,5	0,275	0,0275
Sdm		0,3	0,525	0,0315
Teknologi		0,2	0,65	0,026
Total				0,085

Tabel 9. Rekapitulasi Nilai Efektivitas

Jenis Litbang	Nilai Efektivitas	Rangking
Reverse Engineering	0,1185	1
Fordward Engineering	0,112	2
Alih Teknologi (Lisensi/Offset)	0,085	3

Setelah melaksanakan pengolahan data untuk mengukur efektivitas metode Litbang menggunakan metode MoE diperoleh hasil berupa pilihan pertama menggunakan reverse engineering karena memiliki anggaran yang lebih rendah, kebutuhan SDM yang lebih sedikit dan teknologi Alutsista yang dihasilkan lebih cepat dan lebih baik karena sudah terbukti pada teknologi yang ditiru

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan serta analisis penelitian, maka bisa ditarikny kesimpulan yakni: Manusia memiliki banyak dimensi. Salah satu aspek fitrahnya adalah keinginan untuk meniru atau ditiru. Mimik sendiri terdiri dari beberapa objek, termasuk imitasi dan berbagai bentuk tindakan. Ia mengembangkan bentuk pemikirannya sendiri melalui peniruan. Penelitian dan pengembangan strategi rekayasa terbalik adalah aspek logistik dari perkembangan sejarah manusia, dengan tujuan untuk memajukan teknologi dan teknologi produk yang belum dikuasai, serta mempercepat produksi independen peralatan pertahanan industri pertahanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Chandrashekar, S., R. Nagappa, L. Sundaresan, and N. Ramani, (2011). *Technology & Innovation in China: A Case Study of Single Crystal Superalloy Development for Aircraft Turbine Blades*, R4-11. ISSSP National Institute of Advanced Studies, Bangalore
- Darman, I Nyoman, 2018, *Kemandirian Industri Pertahan dalam Mendukung Kebutuhan Alutsista TNI AD*, Buletin Satiti Bhakti Cakto Edisi 63 Tahun 2018.
- Field Enterprise Educational Corporation, 1957, *The World Book of Encyclopedia*, U.S.A
- Gupta, Satyandar K., Magrab, Edward B.; McCluskey, F.Patrick; Sandborn, Peter A (2010) *Integrated Product and Process Design and Development*: Amerika Serikat: CRC Press.
- Karim, Silmy. (2014). *Membangun Kemandirian Industri Pertahanan Indonesia*. Jakarta: Kepustakaan Populer Gramedia.
- Kementerian Riset dan Teknologi, 2006, *Buku Putih Penelitian, Pengembangan dan Penerapan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Bidang Pertahanan dan Keamanan Tahun 2005-2025*, Jakarta: Kemenristekditi
- Sahlan, (2018), *Kajian Terkait Industri Material Hankam dan Kebencanaan dari Sisi Pasar*, *Jurnal Power Plant*, Vol. 6, No. 1 Mei 2018 ISSN: 2356-1513
- Sha, Ling. (2011). *The Innovation Design of Product Base on Reverse Engineering*. China: University of Engineering Science. 542-545
- Sintya Miftakhul Fadila dan Fatma Ulfatun Najicha, (2022). *Evaluasi Pemahaman Pendidikan Kewarnegaraan terhadap Peserta Didik dalam Upaya Pembentukan Karakter dan Penanaman Nasionalisme*. *Jurnal Kewarganegaraan* Vol. 6 No. 1 Juni 2022 P ISSN: 1978-0184 E-ISSN:2723-2328
- Wibawanto Nugroho, (2009). *Pertahanan Negara Dikaitkan dengan Kemampuan Negara*, Verity. Vol.1
- Will Durant, Ariel Durant, 1968, *The Lessons of History*, 1st ed., New York, Simon & Schuster