

Pengambilan keputusan strategi optimalisasi penguasaan teknologi *Loitering Munition* menggunakan Metode *Simple Additive Weighting* (SAW)

Taufik Budi Cahyana^{1,*}, Gunaryo², YH Yogaswara³, R Djoko Andreas Navalino⁴
^{1,2,3,4}Fakultas Sains dan Teknologi Pertahanan, Universitas Pertahanan Republik Indonesia

Article Info

Article history:

Received January 2, 2023
Accepted February 6, 2023
Published May 30, 2023

Kata Kunci:

Pengambilan Keputusan
Loitering Munition
Simple Additive Weighting

ABSTRAK

Dalam menghadapi jenis ancaman peperangan masa depan dengan tren teknologi *Internet of Military Things* (IoMT) dan *Internet of Battlefield Things* (IoBT) diperlukan pengadaan jenis alutsista yang sesuai meningkatkan keamanan nasional dibidang *autonomous weapon* jenis *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) yaitu *loitering munition*. Teknologi kunci dari *loitering munition* sendiri terdiri dari *guidance*, *navigation*, dan *control system*. Tiga teknologi ini yang membuat *loitering munition* bergerak secara otomatis dan sistem akuisisi target dibantu dengan teknologi *Artificial Intelligent* (AI). Agar manfaat program pengadaan *loitering munition* dapat dilaksanakan secara optimal oleh lembaga pemerintah Indonesia, perlu adanya strategi. Strategi optimalisasi pengadaan *loitering munition* yang dapat dilakukan melalui *Forward Engineering*, *Reverse Engineering*, kerja sama produksi/lisensi atau pengadaan dari luar negeri, sehingga nantinya mampu menciptakan kemandirian industri pertahanan dalam negeri. Berdasarkan analisa kelebihan dan kekurangan masing-masing strategi dan perhitungan skala prioritas menggunakan metode *Simple Additive Weighting* (SAW) maka dapat diambil keputusan berdasarkan skala prioritas dengan menempatkan strategi kerja sama produksi/lisensi sebagai prioritas utama dan dapat dijadikan strategi Indonesia dalam percepatan penguasaan teknologi *loitering munition* dan mampu menciptakan kemandirian industri pertahanan dalam negeri.



Corresponding Author:

Taufik Budi Cahyana,
Fakultas Sains dan Teknologi Pertahanan,
Universitas Pertahanan Republik Indonesia,
Jl. Salemba Raya No. 3, Jakarta Pusat 10440, Daerah Khusus Ibukota Jakarta.
Email: *taufik.cahyana@tp.idu.ac.id

1. PENDAHULUAN

Perang timbul seiring dengan timbulnya peradaban manusia. Peradaban manusia mampu berevolusi dalam menciptakan dan menguasai ilmu pengetahuan dan teknologi. Dengan demikian maka perang dilaksanakan sesuai kemampuan manusia dalam menguasai ilmu pengetahuan dan teknologi. Kemunculan *Internet of Things* (IoT) merupakan salah satu perkembangan peradaban manusia dibidang ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini. IoT didorong oleh dua tren teknologi yang tak tertahankan yaitu *Machine Intelligent* dan *Networked Communication*. Dimana teknologi tersebut lebih berguna dan efektif digunakan pada saat ini.

Didalam dunia militer pun sering dikenal dengan istilah *Internet of Military Things* (IoMT) dan *Internet of Battlefield Things* (IoBT). Konsep IoMT merupakan gagasan bahwa pertempuran militer di masa depan akan didominasi oleh *Artificial Intelligents* & *Cyber Warfare* serta kemungkinan akan terjadi di lingkungan perkotaan. IoMT mencakup perangkat yang memiliki kemampuan penginderaan fisik, pembelajaran, dan aktuasi yang cerdas melalui antarmuka virtual atau *cyber* yang terintegrasi ke dalam sistem. Perangkat IoMT seperti sensor, kendaraan, robot, UAV, perangkat yang dapat dikenakan manusia, biometrik, amunisi, armors, senjata, dan teknologi pintar lainnya[1].

Internet of Battlefield Things (IoBT) merupakan Teknologi inovatif yang digunakan untuk meningkatkan efektivitas operasional sistem militer. IoBT dapat membantu prajurit saat di medan tempur dan dapat saling menghubungkan ke antar prajurit lain. Dalam beberapa hal, IoBT sudah menjadi kenyataan, tetapi kemungkinan akan menjadi kehadiran yang dominan dalam peperangan selama beberapa dekade mendatang.

Teknologi IoMT dan IoBT dapat diintegrasikan dengan *Autonomous Weapon*. *Autonomous Weapon* merupakan sistem senjata yang memanfaatkan rangkaian sensor dan algoritma komputer untuk mengidentifikasi dan menyerang target tanpa kontrol manusia secara manual terhadap sistem tersebut[2]. Sebagai dampak dari perkembangan ini, seluruh negara berusaha untuk memodernisasi sistem pertahanan mereka sebagai upaya dalam menghadapi ancaman yang disebabkan oleh kemajuan teknologi. Bagi sistem pertahanan Indonesia saat ini merupakan tantangan sekaligus peluang[3]. Setelah meningkatkan keahlian sumber daya manusia, penguasaan teknologi merupakan tahapan terpenting berikutnya dalam menghasilkan instrumen teknologi terkini. Penguasaan teknologi tidak dapat dilakukan oleh satu institusi, begitu pula sebaliknya, penguasaan teknologi memerlukan kolaborasi erat di sejumlah organisasi, termasuk institusi akademik, sektor pertahanan, dan institusi *Reserch & Development* (R&D).

Berdasarkan roadmap pengembangan alutsista nasional terdapat 10 program prioritas nasional salah satunya yaitu melakukan pengembangan Pesawat Terbang Tanpa Awak (PTTA). Dalam menghadapi jenis ancaman peperangan masa depan diperlukan pengadaan jenis alutsista yang sesuai dengan perkembangan tren teknologi saat ini untuk meningkatkan keamanan nasional dibidang *autonomus weapon* jenis *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) yang memiliki kemampuan mematikan yaitu seperti *loitering munition*. Kemampuan *loitering munition* yang dapat mengakuisisi target dan dapat langsung memburu serta menghancurkan target menjadi kemampuan penting yang diunggulkan dalam senjata tersebut sehingga tergolong dalam jenis *Unmanned Combat Aerial Vehicle* (UCAV).

Sejak 2019, dilaporkan bahwa pemberontak Houthi di Yaman telah menggunakan jenis baru *loitering munition* dengan konfigurasi sayap delta untuk beberapa serangan. Contohnya adalah serangan terhadap stasiun pompa minyak Arab Saudi di Dawadimi dan Afif serta serangan terkenal terhadap instalasi minyak Abqaiq pada 14 September 2019. Kendaraan ini membawa hulu ledak 18 kg yang disimpan di kerucut hidung dan dirancang untuk menembus *heavy armor*[4]. Contoh kasus diatas merupakan konsep perang masa depan yang sudah terjadi dimana penggunaan *autonomus weapon* jenis UAV yaitu *loitering munition* telah digunakan dalam suatu konflik yang menghasilkan dampak yang cukup signifikan serta memiliki kemampuan akuisisi target yang presisi. Strategi perang menggunakan wahana udara terbukti sangat efektif dimana senjata memiliki pandangan luas untuk akuisisi target. Dalam Mendukung Pengembangan *Advanced Weapons* sebagai Pertahanan Pantai Perbatasan Indonesia[5]. Pada penelitian ini menitikberatkan pada subjek penelitian, yaitu sistem persenjataan *loitering munition* dimana desain koseptual disusun berdasarkan skala prioritas menggunakan teknik analisis data *House of Quality* (HOQ) untuk sistem *requirement* dari *loitering munition* pada pertahanan pantai Indonesia. Dalam penelitian ini telah dijabarkan teknologi yang ada pada *loitering munition*. Pengembangan *loitering munition system* berbasis *swarm* atau berbasis *MiniBe* dengan menambahkan bahan peledak didalam drone *MiniBe*[6].

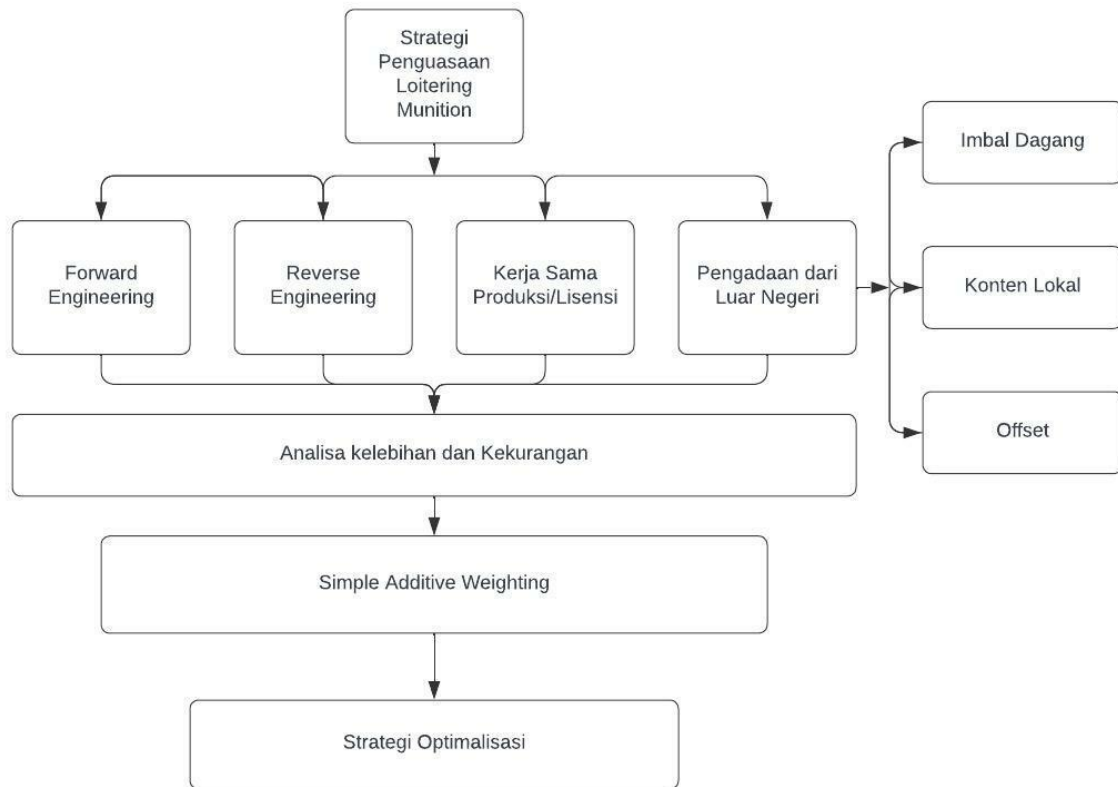
Oleh karena itu, penelitian ini bukan merupakan suatu pengulangan semata dari penelitian sebelumnya, khususnya pada fokus objek penelitian. Adanya perkembangan teknologi *autonomus weapon* dan tren peperangan yang semakin meningkat maka diperlukan program pengadaan teknologi alutsista yaitu *loitering munition*. Agar manfaat program pengadaan *loitering munition* dapat dilaksanakan secara optimal oleh lembaga pemerintah Indonesia, sehingga diperlukan adanya strategi. Strategi ini bertujuan untuk meningkatkan keamanan nasional secara optimal. Jenis strategi harus dipilih sedemikian rupa sehingga memberi kontribusi pada TNI selaku pengguna dan tercapainya kemandirian industri pertahanan Indonesia.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan metode studi kepustakaan yang bertujuan untuk merumuskan konsep dan teori sebagai landasan dalam penelitian melalui penelaahan buku, perundang-undangan negara, maupun standar-standar yang digunakan industri pertahanan dan TNI. Selain itu, sumber data diperoleh dari informasi terkait melalui kegiatan wawancara dan diskusi. Selain itu juga menggunakan metode *Simple Additive Weighting* (SAW) yaitu memberikan nilai pembobotan pada skala prioritas untuk pengambilan keputusan strategi yang ingin dipilih sehingga nantinya dapat menentukan pilihan strategi yang optimal.

Metode *Multiple Criteria Decision Analysis* (MCDA), seperti ELECTRE, PROMETEE, AHP, TOPSIS, VIKOR, telah banyak digunakan untuk memecahkan banyak masalah pengambilan keputusan di kehidupan nyata dalam bidang bisnis dan manajemen. Namun, mekanisme metode tersebut tidak mudah dipahami. Metode MCDA banyak digunakan dalam literatur sistem para ahli tetapi kegiatan pada metode-metode tersebut tidak mudah dipahami oleh non-spesialis. Dalam pengambilan keputusan/pendukung keputusan mutlak diperlukan jika ingin menjadi alat praktis yang membantu pengambilan keputusan secara

nyata dalam tugas sehari-hari. Maka dibangun interpretasi pada hasil sederhana MCDA, yaitu pada mekanisme penangkapan preferensi dengan metode *Simple Additive Weighting* (SAW)[7]. Adapun alur berpikir dalam penelitian seperti yang diuraikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Berpikir dalam Penelitian

Dapat dilihat pada Gambar 1 diatas merupakan kerangka berpikir dalam penelitian dimana langkah awal dengan menentukan jenis strategi apa saja yang dapat digunakan untuk akuisisi teknologi *loitering munition* yaitu terdapat 4 (empat) strategi yaitu:

- Forward Engineering*, adalah metode kreasi atau membuat *platform* dengan menggunakan persyaratan yang diberikan. *Forward Engineering* juga dikenal sebagai renovasi dan reklamasi[8].
- Reverse Engineering*, merupakan proses analisis produk yang sudah ada sebagai acuan untuk merancang produk yang sejenis dengan memperkecil dan meningkatkan keunggulan produk[9].
- Kerja sama produksi/lisensi, menurut ToT CODE (*International Code of Conduct on Transfer of Tecnology*) adalah meliputi setiap cara pengalihan hak-hak teknologi baik yang berbentuk hak milik maupun bukan hak milik, tidak mempersoalkan bentuk hukum cara pengalihannya termasuk transnasional dan perusahaan asing lainnya serta perusahaan patungan (*joint venture*) yang bagian dari setiap saham-sahamnya dimiliki orang asing[10].
- Pengadaan dari luar negeri yaitu membeli barang dari luar negeri untuk digunakan dalam negeri.

Dari keempat strategi tersebut dilakukan analisa kelebihan dan kekurangannya masing-masing, selanjutnya dapat dianalisa menggunakan metode *Simple Additive Weighting* (SAW), metode ini merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengambil sebuah keputusan. Metode ini yang paling dikenal dan paling banyak digunakan orang dalam menghadapi situasi MCDM (*Multiple Criteria Decision Making*). Metode ini mengharuskan pembuat keputusan menentukan bobot bagi setiap atribut[11],[12].

Skor total untuk sebuah alternatif diperoleh dengan menjumlahkan seluruh hasil perkalian antara rating (yang dapat dibandingkan lintas atribut) dan bobot tiap atribut. Rating tiap atribut haruslah bebas dimensi yang artinya telah melewati proses normalisasi sebelumnya.

Langkah-langkah penyelesaian menggunakan metode SAW adalah sebagai berikut:

- Menentukan kriteria-kriteria yang akan dijadikan acuan dalam pengambilan keputusan, yaitu C_i .
- Menentukan rating kecocokan setiap alternatif pada setiap kriteria.

3. Membuat matriks keputusan berdasarkan kriteria (C_i), kemudian melakukan normalisasi matriks berdasarkan persamaan yang disesuaikan dengan jenis atribut (atribut keuntungan ataupun atribut biaya) sehingga diperoleh matriks ternormalisasi R .
4. Hasil akhir diperoleh dari proses perankingan yaitu penjumlahan dari perkalian matriks ternormalisasi R dengan vektor bobot sehingga diperoleh solusi [13].
Persamaan (1) digunakan untuk melakukan normalisasi tersebut adalah sebagai berikut:

$$R_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max x_{ij}} \quad (1)$$

Dengan R_{ij} adalah rating kinerja ternormalisasi dari alternatif A_i pada atribut C_j ; $j=1,2,\dots,m$ dan $i=1,2,\dots,n$.

Nilai preferensi untuk setiap alternatif (V_i) diberikan sebagai persamaan (2) berikut:

$$V_i = \sum_{j=1}^n W_j R_{ij} \quad (2)$$

Nilai V_i yang lebih besar mengindikasikan bahwa alternatif A_i lebih terpilih.

Hasil dari analisa SAW didapatkan nilai skala prioritas dari setiap strategi sehingga dapat diambil keputusan dengan melihat nilai skala prioritas paling banyak merupakan strategi yang paling optimal diterapkan ke industri pertahanan Indonesia.

3. HASIL DAN ANALISIS

3.1 Teknologi Kunci *Loitering Munition*

Sejak diterbitkannya Undang-Undang Nomor 16 Tahun 2012 tentang Industri Pertahanan, pemerintah menunjukkan komitmennya untuk membangun Industri Pertahanan (Indhan) yang kuat, mandiri, dan berdaya saing. Untuk mewujudkan hal tersebut Direktorat Jenderal Potensi Pertahanan Kementerian Pertahanan RI (Ditjen Potan Kemhan) memiliki peran penting dalam menyiapkan segenap potensi industri untuk diarahkan dan dipersiapkan menjadi bagian dari kemampuan pertahanan, termasuk dalam rangka pemenuhan kebutuhan Alat Peralatan Pertahanan dan Keamanan (Alpalhankam) secara mandiri termasuk salah satunya dalam hal penguasaan teknologi Pesawat Terbang Tanpa Awak (PTTA) yang berjenis *loitering munition*.

Teknologi kunci dari *loitering munition* sendiri terdiri dari *guidance*, *navigation*, dan *control system*. Tiga teknologi ini yang membuat *loitering munition* bergerak secara otomatis dan sistem akuisisi target dibantu dengan teknologi *Artificial Intelligent* (AI). Terdapat juga teknologi lain yang dibutuhkan untuk *loitering munition*, seperti warhead, airframe, dan daya gerak menggunakan elektrik motor serta baterai, selain itu juga ada jenis yang menggunakan daya gerak bahan bakar *explosive* seperti rudal.

3.2 Strategi Penguasaan Teknologi *Loitering Munition* Nasional

1. *Forward Engineering*

Forward Engineering diperlukan keterampilan kemahiran yang tinggi. Dibutuhkan lebih banyak waktu untuk membangun atau mengembangkan *platform*. *Forward Engineering* dikenal juga sebagai teknik menciptakan model atau desain tingkat tinggi untuk dibuat dalam kompleksitas dan informasi tingkat rendah. Dalam menciptakan suatu model baru *loitering munition* akan membutuhkan waktu penelitian yang cukup lama karena di Indonesia sendiri masih jarang pengembangan teknologi yang ada di *loitering munition*. Salah satu teknologi modern yang dimiliki *loitering munition* yaitu *Artificial Inteligent* (AI) yang di Indonesia sendiri masih tahap kajian dikembangkan.

Teknologi *loitering munition* merupakan teknologi yang modern sehingga biaya investasinya sangat mahal dimana menggunakan sistem otomatis dan *Artificial Intelligent*. Pemerintah harus mengalokasikan anggaran yang besar dari APBN untuk mengembangkan industri strategis nasional. Hal tersebut menjadikan *Forward Engineering* untuk *loitering munition* belum banyak dilakukan di Indonesia.

Salah satu contoh keberhasilan Indonesia dalam mengembangkan PTTA adalah PTTA Wulung yang di produksi oleh PT Dirgantara Indonesia (PT DI). Pengembangan awal PTTA Wulung dimulai oleh BPPT bersama Balitbang Kemhan RI sebagai lembaga riset yang melakukan penelitian dan pengembangan PTTA Wulung dari desain awal, purwarupa sampai uji terbang. PTTA hasil pengembangan BPPT tersebut selanjutnya diserahkan ke PT DI sebagai industri yang memiliki Sertifikat Organisasi Rancang Bangun (*Design Organization Approval*) untuk diproduksi sesuai dengan prosedur standar industri penerbangan [14]. Selain itu juga PT Dahana pada bulan Juli 2022 telah memperkenalkan *loitering munition* bernama Rajata yang saat ini masih dalam tahap pengembangan untuk nantinya agar dapat diproduksi secara masal dan dapat benar-benar bisa digunakan oleh militer[15].

2. *Reverse Engineering*

Dengan strategi *Reverse Engineering* (RE) prinsip kinerja dari sebuah alat, objek, atau sistem yang dapat dilakukan dengan menganalisis struktur, fungsi, dan pengoperasiannya.

Jika RE diterapkan, waktu yang diperlukan dalam penguasaan teknologi akan dapat dilaksanakan lebih cepat dibandingkan dari awal dan secara mandiri tetapi juga butuh waktu yang lama untuk mempelajarinya. Maka dari itu, RE menjadi salah satu strategi yang dipilih dalam penguasaan teknologi *loitering munition* yang sesuai dengan Indonesia.

Namun saat ini, di Indonesia sendiri belum memiliki *loitering munition* untuk digunakan dalam sistem pertahanan oleh pihak militer, jadi dalam RE memerlukan suatu objek untuk dikaji maka Indonesia harus memiliki objek atau benda dari *loitering munition* sehingga nantinya dapat diteliti teknologi yang digunakan.

3. Kerjasama Produksi/Lisensi

Kerjasama produksi/lisensi dimaksudkan agar proses alih teknologi *loitering munition* terjadi baik melalui lisensi atau *joint production*.

Adapun negara-negara yang sedang menjalin kerjasama dengan Indonesia terkait alutsista pertahanan yang termasuk didalamnya kerjasama *Transfer of Technology* (ToT). Indonesia bekerja sama dengan Kementerian Pertahanan Korea Selatan dan *Korea Aerospace Industry* (KAI). Kerja sama ini meliputi penyertaan modal Kementerian Pertahanan Indonesia dengan KAI serta kontrak PT Dirgantara Indonesia dengan KAI. Kontrak kerja ini terkait perkembangan proyek jet tempur *Korea Fighter Experimental* (KF-X) oleh Pemerintah Korea dan Indonesia. Selanjutnya, PT PAL turut andil dalam pembuatan kapal selam *Daewoo Shipbuilding and Marine Engineering* (DSME) 209/1400. Indonesia memesan tiga kapal selam dari Daewoo Shipbuilding, Korea Selatan. Namun sebagai bagian dari alih teknologi, pemasangan bagian kapal selam ketiga dilakukan di Indonesia. Pada 2017, PT Pindad dan FNNS Turki bekerja sama membuat prototipe pertama tank tempur medium. Prototipe kedua akan dikerjakan di Bandung, Jawa Barat dan kala itu ditargetkan dapat diproduksi masal pada 2018[16]. Dari beberapa terjalannya kerjasama dengan negara-negara tersebut tidak menutup kemungkinan Indonesia dapat bekerjasama untuk pengembangan *loitering munition* dengan pengerjaan di Indonesia karena dapat diketahui juga bahwa Korea Selatan memiliki *loitering munition* hasil pengembangan dalam negerinya yang bernama *Devil Killer* serta Turki juga memilikinya dengan nama XQ-06 Fi[17].

Melakukan kerjasama dengan negara sahabat dan adanya *Transfer of Technology* (ToT) negara pengembang *loitering munition* yang sedang melakukan kerjasama alutsista dengan Indonesia yaitu Turki dan Korea Selatan akan memudahkan Indonesia dalam melakukan pengembangan *loitering munition*. Industri lokal untuk mitra ToT/Offset yaitu PT DI/PT LEN yang telah terlibat dalam pembuatan purwa rupa PTTA, perlu ketetapan pemerintah agar program *loitering munition* dapat baik terlaksana [18].

Dari kebutuhan persenjataan di atas, bahwa PT DI sebagai BUMN yang sudah memiliki pengalaman dalam pengembangan PTTA dan memiliki Sertifikat Organisasi Rancang Bangun (*Design Organization Approval*), sehingga dapat meningkatkan teknologi agar dapat bersaing secara global. Berikut adalah strategi yang disarankan untuk menunjang pembangunan kemampuan kerja sama produksi/lisensi oleh Industri Pertahanan Indonesia sebagai berikut:

- a. Melakukan pengembangan *loitering munition* berdasarkan kebutuhan TNI saat ini untuk keamanan nasional dengan melakukan kerjasama yang dilakukan lembaga pemerintah dengan pihak negara sahabat yang dapat terjalannya ToT.
- b. Menjalinkan kerja sama *Triple Helix* antara institusi militer, akademisi, serta Industri pertahanan dalam pengembangan *loitering munition*.
- c. Mengoptimalkan ToT yang telah terjalin agar industri pertahanan nasional dapat melakukan pengembangan *loitering munition* secara mandiri sehingga mampu memenuhi kebutuhan TNI. Sasarannya adalah untuk mencapai tingkat *economies of scale* seoptimal mungkin.

4. Pengadaan dari Luar Negeri

Meningkatkan konten lokal dan ofset sebagai metode penguasaan teknologi dalam proses pengadaan langsung dari luar negeri. Pasal 43 ayat (3) UU 16 Tahun 2012 mengatur bahwa setiap akuisisi Alpalhankam dari luar negeri harus melibatkan partisipasi industri pertahanan dalam bentuk Kontent Lokal dan Offset (KLO) serta *Transfer of Technology* (ToT), yang merupakan mata rantai penting dalam pengembangan kapasitas industri. Industri Pertahanan diharapkan dapat berkembang secara mandiri sebagai hasil dari kegiatan tersebut dan menjadi bagian penting dari rantai pasokan global Alpalhankam.

Karena berbagai kendala, seperti kesiapan sumber daya manusia, kapasitas anggaran, dan sumber daya lainnya, seperti teknologi *loitering munition* yang penting, praktik ofset pertahanan Indonesia belum dapat sepenuhnya memenuhi kebutuhan senjata pertahanan. Karena keterbatasan anggaran dan penolakan dari pemilik teknologi, penggantian kerugian dalam bentuk pembelian lisensi, produksi bersama, dan pengembangan bersama jarang digunakan sebagai alternatif penggantian kerugian.

Dalam menghadapi keterbatasan praktik ofset di Indonesia dapat dilakukan kerjasama dengan melakukan penanaman modal asing, melalui UU 16/2012 dan peraturan pemerintah 76/2014, Indonesia mencanangkan program ofset, kandungan lokal dan imbal dagang hingga 85% nilai kontrak pembelian. Prinsip imbal dagang sesuai UNCITRAL, prinsip yang sesuai perjanjian menurut Pasal 1320 KUH Perdata,

dan konsep-konsep kontrak internasional semuanya dapat diakomodasi dalam *Standard Bidding Document* yang memuat ketentuan-ketentuan Ofset, sebagaimana diatur dalam Pasal 50 Permenhan 17/2014. Dengan mengamati tonggak Penanaman Modal Asing (PMA) dan memasukkan klausul ganti rugi yang cukup besar atas non-kinerja pada kewajiban ofset, kontrak pertahanan dengan klausul ganti rugi dapat menghalangi non-kinerja komitmen Penanaman Modal Asing (PMA). Selanjutnya telah diterbitkan juga Peraturan Menteri Pertahanan Nomor 30 Tahun 2015 tentang Mekanisme Perdagangan, Kandungan Lokal, dan Ofset (KLO) dalam pengadaan alutsista dari luar negeri [19].

3.3 Strategi Percepatan Penguasaan Teknologi *Loitering Munition*

Berdasarkan dari keempat strategi yang telah diuraikan sebelumnya maka dapat dilihat kelebihan dan kekurangan masing-masing seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Kelebihan dan kekurangan metode strategi

Metode Strategi	Kelebihan	Kekurangan
<i>Forward Engineering</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Mampu memproduksi secara mandiri teknologi <i>loitering munition</i> sehingga mengurangi ketergantungan dengan Negara lain • Teknologi yang dihasilkan sesuai dengan kondisi pertahanan Indonesia karena dirancang sesuai kebutuhan <i>user</i> nasional • Tidak terikat dengan politik Negara lain seperti politik embargo dan perizinan 	<ul style="list-style-type: none"> • Membutuhkan waktu yang lama dan sumber daya yang cukup besar • Membutuhkan kemampuan <i>basic Engineering</i> yang kuat • Biaya investasi yang mahal sehingga butuh anggaran yang besar • Belum tersedianya sarana dan prasarana manufaktur dan uji teknologi
<i>Reverse Engineering</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Sama halnya <i>Forward Engineering</i>, <i>Reverse Engineering</i> juga dapat mengurangi ketergantungan dengan Negara lain • Waktu yang dibutuhkan relatif lebih singkat dibandingkan <i>Forward Engineering</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Membutuhkan anggaran yang cukup besar • Belum tersedianya sarana dan prasarana manufaktur dan uji teknologi • Terkadang menghasilkan teknologi yang belum bisa sesuai persyaratan yang diinginkan
Kerja sama Produksi/Lisensi	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak membutuhkan <i>basic Engineering</i> yang kuat dalam menguasai teknologi • Membangun sarana dan prasarana manufaktur dan uji teknologi yang sama dengan pabrikan asal • Menghasilkan produk dengan kualitas yang sama. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tantangan besar dalam mengajak mitra yang mau bekerja sama • Anggaran untuk memenuhi kebutuhan <i>loitering munition</i> nasional masih sedikit • Tidak semua teknologi <i>loitering munition</i> dari negara mitra akan dibagikan kepada industri pertahanan nasional
Pengadaan dari luar negeri	<ul style="list-style-type: none"> • Lebih mudah dibandingkan metoda sebelumnya karena tidak membutuhkan <i>basic Engineering</i> kuat dan tingkat daya tawar dalam mengajak mitra relatif mudah • Lebih cepat dalam memenuhi kebutuhan <i>loitering munition</i> nasional dibandingkan memproduksi secara mandiri namun dalam hal penguasaan teknologi rendah. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rawan terhadap politik Negara pengimport seperti politik embargo • Menimbulkan ketergantungan terhadap Negara produsen • Butuh anggaran yang besar • Pelaksanaan IDKLO kadang tidak sesuai dengan kebutuhan teknologi inti didalam negeri.

3.4 Pengambilan Keputusan Menggunakan *Simple Additive Weighting* (SAW)

Dari hasil analisa kelebihan dan kekurangan masing-masing strategi ditabulasikan untuk mengetahui tingkat prioritas kebutuhan *loitering munition* nasional berdasarkan kondisi pertahanan dan ketersediaan sumber daya nasional menggunakan metode SAW seperti berikut:

Skala 5 = sangat direkomendasikan

Skala 4 = menjadi rekomendasi

Skala 3 = cukup direkomendasikan

Skala 2 = kurang direkomendasikan

Skala 1 = tidak direkomendasikan

Di tahap ini penulis mengisi bobot nilai dari suatu alternatif dengan kriteria yang telah dijabarkan sebelumnya dengan membandingkan nilai variabel dengan kriteria dari nilai skala 1 hingga 5. Maka didapatkan nilai pembobotan alternatif terhadap kriteria dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pembobotan Alternatif Terhadap Kriteria

variabel	Kriteria				
	C1	C2	C3	C4	C5
A1	0,8	0,6	0,4	0,4	0,4
A2	0,8	0,6	0,6	0,6	0,4
A3	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8
A4	0,6	0,2	1	1	0,8

Keterangan: A1 adalah *Forward Engineering*, A2 adalah *Reverse Engineering*, A3 adalah Kerja Sama Produksi/Lisensi, A4 adalah Pengadaan Luar Negeri

Tahap selanjutnya yaitu melakukan pembobotan prioritas, pembobotan prioritas ini adalah pembobotan prioritas atas suatu kriteria. Kriteria yang dipilih penulis dianggap memiliki bobot prioritas yang sama dan memungkinkan diterapkan ke Indonesia dengan nilai maksimum yaitu 1, dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pembobotan Prioritas Terhadap Kriteria

Kriteria	Bobot prioritas
C1	0,2
C2	0,2
C3	0,2
C4	0,2
C5	0,2
Total	1

Keterangan: C1 adalah Efisiensi biaya yang dikeluarkan, C2 adalah Kecepatan waktu untuk Penguasaan Teknologi, C3 adalah Tingkat Kemudahan implementasi, C4 adalah Tingkat keberhasilan akan kesesuaian hasil dengan spesifikasi pengguna, C5 adalah Ketersediaan fasilitas di dalam negeri

Selanjutnya dilakukan normalisasi untuk masing-masing kriteria. Semua sub-kriteria merupakan atribut keuntungan, dimana kriteria dengan nilai lebih besar berarti lebih diprioritaskan, maka digunakan nilai maksimal untuk perhitungan normalisasi.

Berikut ini hasil perhitungan normalisasi menggunakan persamaan (1) metode SAW dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Matriks Ternormalisasi R

Pembobotan alternatif terhadap kriteria	Maksimum pembobotan alternatif				
	MaksX ₁	MaksX ₂	MaksX ₃	MaksX ₄	MaksX ₅
X ₁	1	0,75	0,4	0,4	0,5
X ₂	1	0,75	0,6	0,6	0,5
X ₃	0,75	1	0,8	0,8	1
X ₄	0,75	0,25	1	1	1

Kemudian dilakukan perankingan dengan menggunakan persamaan (2) bobot ternormalisasi yang telah didapatkan seperti Tabel 5.

Tabel 5. Nilai Preferensi Untuk Setiap Alternatif

Bobot prioritas terhadap kriteria	Matriks ternormalisasi			
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
C ₁	0,2	0,2	0,15	0,15
C ₂	0,15	0,15	0,2	0,05
C ₃	0,08	0,12	0,16	0,2
C ₄	0,08	0,12	0,16	0,2
C ₅	0,1	0,1	0,2	0,2
Total (V _i)	0,61	0,69	0,87	0,8
Ranking	4	3	1	2

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan nilai terbesar yaitu V3 dengan nilai 0,87, maka diperoleh ranking akhir untuk pengambilan keputusan strategi optimalisasi yaitu menggunakan strategi kerjasama produksi/lisensi, sehingga tepat jika dijadikan salah satu alternatif dalam mengambil strategi kebijakan dalam percepatan penguasaan *loitering munition*. Kerja sama produksi/lisensi dimaksudkan agar proses alih teknologi *loitering munition* terjadi baik melalui lisensi atau *joint production*. Turki dan Korea Selatan dapat menjadi alternatif Indonesia untuk menjalin kerjasama pengembangan *loitering munition* dilihat dari rekam jejak kedua negara tersebut telah memiliki produk *loitering munition* yang berasal dari industri dalam negerinya selain itu hubungan kerjasama Indonesia dengan kedua negara tersebut tentang pengembangan alutsista bersama telah lama terjalin dengan baik, sehingga memungkinkan Indonesia bisa menjalin kerjasama produksi/lisensi untuk alutsista lainnya. Kecepatan penguasaan teknologi *loitering munition* akan cepat tercapai karena Indonesia tidak membutuhkan *basic Engineering* yang kuat dalam menguasai teknologi *loitering munition*, dapat membangun sarana dan prasarana manufaktur dan uji teknologi *loitering munition* yang sama dengan pabrikan asal, Sehingga dapat menghasilkan *loitering munition* dengan kualitas yang sama dengan pabrikan asal.

Faktor yang mempengaruhi berhasilnya kerja sama adalah daya tawar yang tinggi. Daya tawar dapat ditingkatkan dengan memperbesar kuantitas permintaan barang sehingga kerja sama produksi dapat berjalan. Dengan strategi ini juga berpeluang untuk melakukan lisensi dengan memproduksi dan mengembangkan bersama teknologi *loitering munition* dengan menarik mitra agar dapat beroperasi di dalam negeri. Selain itu manfaat lainnya sebagai peluang dalam meningkatkan kualitas Sumber Daya Manusia (SDM) melalui kerja sama *triple helix* yang terintegrasi.

Dibandingkan dengan penelitian sebelumnya tentang *loitering munition* yaitu penelitian milik Pinem, R.S. dkk., (2021) dan Ambodo, T. Dkk., (2021) yang menerapkan strategi *Forward Engineering* dan *Reverse Engineering* akan memakan waktu cukup lama karena di Indonesia belum pernah memproduksi *loitering munition* sebelumnya, sehingga membutuhkan penelitian mendalam untuk mengembangkan *loitering munition*.

4. KESIMPULAN

Strategi penguasaan *loitering munition* yang dapat dilakukan dengan melakukan *Forward Engineering*, *Reverse Engineering*, kerja sama produksi/lisensi atau pengadaan dari luar negeri. Berdasarkan analisa kelebihan dan kekurangan masing-masing strategi maka dapat dianalisa tingkat kepentingan menggunakan metode Simple Additive Weighting (SAW), sehingga dapat mengambil keputusan dengan menempatkan strategi kerja sama produksi/lisensi sebagai pilihan utama dan dapat dijadikan strategi Indonesia dalam percepatan penguasaan teknologi *loitering munition*. Agar manfaat program pengadaan *loitering munition* dapat dilaksanakan secara optimal oleh lembaga pemerintah Indonesia yaitu melakukan kerjasama produk/lisensi dengan mitra luar negeri dalam memproduksi bersama *loitering munition* yang mampu untuk meningkatkan keamanan nasional secara optimal dan mampu memberi kontribusi pada TNI serta industri pertahanan sehingga dapat terciptanya kemandirian industri pertahanan dalam negeri.

DAFTAR PUSTAKA (10 PT)

- [1] V. Boulanin and M. Verbruggen, Mapping the development of autonomy in Weapon systems, Stockholm International Peace Reserch Institute, November 2017. www.sipri.org.
- [2] S.M. Pedron and J. A. Cruz, (2020). "The Future of Wars: Artificial Intelligence (AI) and Lethal Autonomous Weapon Systems (LAWS)," International Journal of Security Studies, vol. 2, No. 1, Article. 2, 2020. <https://digitalcommons.northgeorgia.edu/ijoss/vol2/iss1/2>.
- [3] A.N. Rachmat, "Tantangan dan Peluang Perkembangan Teknologi Pertahanan Global Bagi Pembangunan Kekuatan Pertahanan Indonesia," Jurnal Transformasi Global, vol. 1, No. 2, hal. 199-212, 2014. <https://transformasiglobal.ub.ac.id/index.php/trans/article/view/19>.
- [4] D.R. Gunaratne, A. Himliche, H. Thompson, M.L.Tougas, and W.C. Paes, "Final report of the Panel of Experts on Yemen." United Nations Security Council, Report No: S/2020/326. April 2020.

- [5] R.S. Pinem, D.A. Navalino, Y. Ruyat, "Desain Konseptual Sistem Persenjataan Loitering Munition Dalam Mendukung Pengembangan Advanced Weapons Sebagai Pertahanan Pantai Perbatasan Indonesia," *Jurnal Teknologi Persenjataan*, vol. 3, no. 1, hal. 54-72, 2021. <https://jurnalprodi.idu.ac.id/index.php/TPJ/article/download/816/697>.
- [6] T. Ambodo, G.E. Saputro, U.N. Komariah, "Multi-Agent Drone as Loitering Munition System to Support Military Operations Carrying Out Policy Mandate," *International Journal of Arts and Social Science*, vol. 4, No. 5, pp 133-149, September-Oktober 2021. <https://www.ijassjournal.com/2021/V4I5/4146597652.pdf>.
- [7] Kaliszewski, I., & Podkopaev, D. (2016). Simple additive weighting—A metamodel for multiple criteria decision analysis methods. *Expert Systems with Applications*, 54, 155-161.
- [8] GeeksforGeeks, "Difference Between Forward Engineering and Reverse Engineering," *GeeksforGeeks*, 2021. <https://www.geeksforgeeks.org/difference-between-Forward-Engineering-and-Reverse-Engineering/>. [Diakses: 23 Maret 2022]
- [9] F.J. Daywin, D.W. Utama, W. Kosasih, dan K. Wiliam, "Perancangan Mesin 3d Printer Dengan Metode Reverse Engineering (Studi Kasus di Laboratorium Mekatronika dan Robotics Universitas Tarumanagara)," *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, vol. 7, No. 2, hal. 79–89, 2019. <https://doi.org/10.24912/jitiuntar.v7i2.5929>.
- [10] M.V.F. Mbanggo, "Kerjasama PT. Pindad dan FNSS Defence Systems Turki di Bidang Pertahanan Melalui Program Pembuatan Medium Tank dan Transfer of Technology (ToT) (2014-2018)," *Universitas Komputer Indonesia*, 2019. <http://elibrary.unikom.ac.id/id/eprint/1925>. [Diakses: 30 Mei 2022]
- [11] S. Eniyati, "Perancangan Sistem Pendukung Pengambilan Keputusan untuk Penerimaan Beasiswa dengan Metode SAW (Simple Additive Weighting)," *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK*, vol. 16, no. 2, hal 171-177, Juli 2011. <https://doi.org/10.35315/dinamik.v16i2.364>.
- [12] A. Afshari, M. Mojahed, R.M. Yusuff, "Simple Additive Weighting approach to Personnel Selection problem," *International Journal of Innovation, Management and Technology*, vol. 1, no. 5, hal. 511-515, December 2010. <http://ijimt.org/papers/89-M474.pdf>.
- [13] S. Kusumadewi, *Fuzzy Multi-attribute Decision Making (Fuzzy MADM)*. Yogyakarta : Graha Ilmu, 2006.
- [14] PT Dirgantara Indonesia, "Wulung, Drone Karya Anak Bangsa Telah Mendapatkan Type Certificate Dari IMAA," *PT Dirgantara Indonesia*, 26 April 2016. https://www.indonesian-aerospace.com/press/detail/90_wulung%2C. [Diakses: 24 Maret 2022]
- [15] PT Dahana, "DAHANA Gelar Soft Launching Loitering Munition Bernama Rajata," *PT Dahana*, 22 Juli 2022. <https://dahana.id/berita/dahana-gelar-soft-launching-loitering-munition-bernama-rajata/>. [Diakses: 12 November 2022]
- [16] S. Mashabi, "Industri Pertahanan Berkembang Ini Jajaran Alutsista Produksi Dalam Negeri," *Kompas.com*, 6 Oktober 2021. <https://nasional.kompas.com/read/2021/10/06/10084381?page=all>. [Diakses: 24 Maret 2022].
- [17] D. Gettinger, and A.H. Michael, "Loitering Munitions In Focus," *The Center for the Study of the Drone*, 10 Februari 2017. <https://dronecenter.bard.edu/files/2017/02/CSD-Loitering-Munitions.pdf>.
- [18] I. Montratama, "Strategi Optimalisasi Pengadaan Sarana Pertahanan Bagi Industri Pertahanan Indonesia," *Jurnal Pertahanan & Bela Negara*, vol. 4, no.3, hal. 79–98, 2018. <https://doi.org/10.33172/jpbh.v4i3.342>.
- [19] A. Haryono dan M. Hawin, "Analisis Kebijakan Pemenuhan Kewajiban Ofset Pertahanan Melalui Penanaman Modal Asing," *Universitas Gadjah Mada*, Abstrak, 2017. <http://etd.repository.ugm.ac.id/>.

