

KESIAPAN TEKNOLOGI KAMIKAZE DRONE UNTUK PEPERANGAN MODERN DI INDONESIA

Zairullah Azhar^{1, a}

¹ Teknologi Persenjataan, Universitas Pertahanan Republik Indonesia

^a zairullah.azhar@tp.idu.ac.id

Abstrak.

Konsep *Internet of Military Things* dan *Internet of Battlefield Things* merupakan gagasan bahwa pertempuran militer di masa depan akan didominasi oleh *Artificial Intelligents & Cyber Warfare* dan kemungkinan pertempuran ini terjadi di lingkungan perkotaan. Melihat dari ancaman dan tren pengembangan teknologi di masa depan maka dibutuhkan sebuah senjata yang bersifat *autonomous* dan *precision*. Kamikaze Drone disebut juga drone bunuh diri merupakan jenis sistem senjata hibrida, yang dapat dikombinasikan antara *guided munitions* dan *unmanned combat aerial systems (UCASs)* yang merupakan salah satu tipe *Autonomous Weapon*. Dalam proses pengembangannya, *Technology Readiness Level (TRL)* Kamikaze Drone di Indonesia saat ini sangat rendah. Hal ini ditandai dengan Teknologi utama Kamikaze Drone belum tersentuh. Penelitian ini bertujuan untuk menilai kesiapan dalam pengembangan teknologi utama Kamikaze Drone. *Technology Readiness Level (TRL)* pada Teknologi utama Kamikaze Drone meliputi *Guidance & Control* dan *Seeker* masih berada pada TRL 2 dimana masih dalam bentuk konsep dan formula. Teknologi Warhead masih berada pada TRL 3 dikarenakan *Fuze* dan *Explosive* masih mengandalkan impor dari luar, namun untuk *Case Warhead* Indonesia telah berhasil memproduksinya dengan sendiri. dan *Airframe structure* berada pada TRL 7 di mana kedua teknologi ini dapat mengadopsi teknologi Small UAV yang sudah dikembangkan Industri Pertahanan Nasional maupun Swasta dan *Propulsion system* meliputi *Battery & Motor* masih berada pada TRL 5.

Kata kunci. *Autonomous Weapon, Kamikaze Drone, Technology Readiness Level (TRL)*

Abstract.

The concept of the Internet of Military Things and the Internet of Battlefield Things is the idea that future military battles will be dominated by Artificial Intelligent & Cyber Warfare these battles will likely take place in urban environments. Looking at the threats and trends in technology development in the future, a weapon that is autonomous and precise is needed. Kamikaze Drone, also known as suicide drones, are a type of hybrid weapon system, which can be combined between guided munitions and unmanned combat aerial systems (UCAS) which are one type of Autonomous Weapon. In the development process, the Technology Readiness Level (TRL) of Kamikaze Drone in Indonesia is currently very low. This is indicated by the main technology Kamikaze Drone has not been touched. This study aims to assess readiness in the development of the main technology of Kamikaze Drone. Technology Readiness Level (TRL) in Kamikaze Drone main technology including Guidance & Control and Seeker is still at TRL 2 which is still in the form of concepts and formulas. Warhead technology is still in TRL 3 because Fuze and Explosives still rely on imports from outside, but Case Warhead Indonesia has succeeded in producing it by itself and the Airframe structure is at TRL 7 where both of these technologies can adopt the Small UAV technology which has been developed by the National and Private Defense Industries and the Propulsions system including Battery & Motor is still at TRL 5.

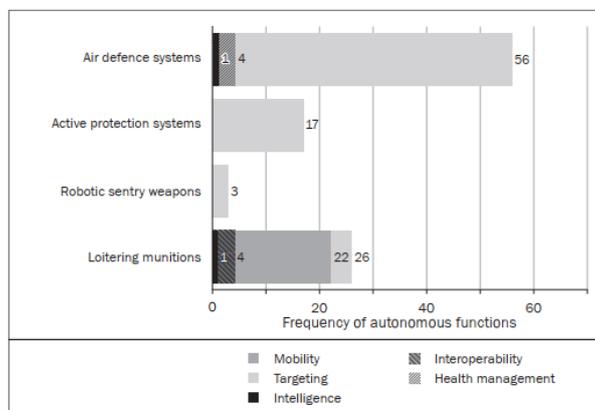
Keywords: *Autonomous Weapon, Kamikaze Drone, Technology Readiness Level (TRL)*

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.

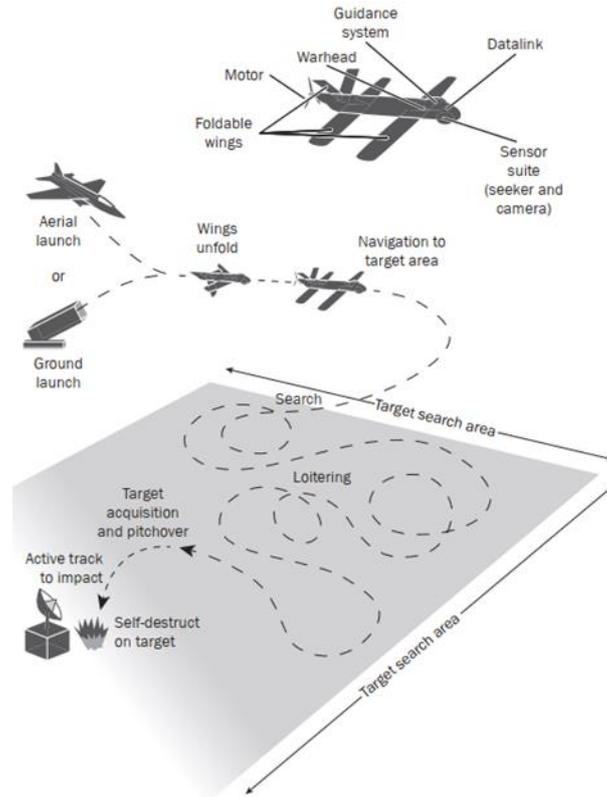
Didalam dunia militer pun sering dikenal dengan istilah *Internet of Military Things (IoMT)* dan *Internet of Battlefield Things (IoBT)*. Konsep IoMT merupakan gagasan bahwa pertempuran militer di masa depan akan didominasi oleh *Artificial Intelligents & Cyber Warfare* dan kemungkinan akan terjadi di lingkungan perkotaan. IoMT mencakup perangkat yang memiliki kemampuan pengindraan 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.

Teknologi IoMT dan IoBT dapat diintegrasikan dengan *Autonomous Weapon*. *Autonomous Weapon* merupakan sistem senjata yang memanfaatkan rangkaian sensor dan algoritme komputer untuk mengidentifikasi dan menyerang target tanpa kontrol manusia secara manual terhadap sistem tersebut[1]. Mengutip sebuah buku yang berjudul *Mapping The Development of Autonomy In Weapon Systems* terdapat berbagai tipe *Autonomous Weapon* yaitu (a) *air defence systems*; (b) *active protection systems*; (c) *robotic sentry weapons*; (d) *guided munitions*; and (e) *loitering weapons*[2].



Gambar 1. Autonomy in ‘semi-autonomous’ and ‘autonomous’ weapon systems[2]

Dari klasifikasi di atas, Kamikaze Drone merupakan salah satu tipe *Autonomous Weapon*. Kamikaze Drone disebut juga drone bunuh diri yang merupakan jenis sistem senjata hibrida, yang cocok di kombinasikan antara *guided munitions* dan *unmanned combat aerial systems (UCASs)* Kamikaze Drone menggabungkan tujuan dan mode serangan amunisi yang dipandu (Kamikaze Drone membawa bom ke target) dengan kemampuan manuver UCAS. Kamikaze Drone dapat berkeliaran dengan waktu yang lama untuk menemukan dan menyerang target di tanah (lihat gambar 3). Kegunaan Kamikaze Drone terletak pada Fungsi Operasionalnya, dimana tidak ditujukan pada target yang telah ditentukan melainkan ditujukan pada area target (berlawanan dengan fungsi *guided weapon*) dan Kamikaze Drone bersifat sekali pakai. Dimana Kamikaze Drone dapat melakukan misi ofensif dan defensif yang mungkin dianggap berbahaya atau berisiko untuk *Unmanned systems*, Seperti *suppression of enemy air defences (SEAD)*, Dukungan Artileri, dan *Anti-Access/Area Denial (A2/AD)*



Gambar 2. Kamikaze Drones

Kamikaze Drone memiliki ukuran dan bentuk. Variabel yang membedakannya secara mendasar antara lain sebagai berikut[2].

1. Waktu Loitering. Kamikaze Drone memiliki waktu yang bervariasi dalam melakukan misi loitering. Seperti Switchblade milik Aerovision (USA) dapat loitering selama 10 menit, sedangkan Harpy Next Generation (Harpy NG) (Israel) milik IAI dapat loitering selama 9 jam.
2. Muatan/ukuran. Sistem untuk kontra-pemberontakan kecil dan memiliki muatan ringan dan waktu loitering yang singkat. Beberapa dapat dilipat dan dibawa dalam ransel oleh pasukan. Sistem yang lebih besar (hingga 4 meter) seukuran rudal, dengan muatan hingga 32 kg. Banyak yang dilipat menjadi tabung atau tabung dan diluncurkan seperti rudal.
3. Sifat hubungan perintah-dan-kontrol manusia-mesin. Mayoritas senjata Loitering yang dioperasikan dari jarak jauh, tetapi beberapa sistem, terutama yang digunakan untuk SEAD, dapat bekerja dalam otonomi penuh setelah diluncurkan.
4. Dapat dipulihkan. Beberapa sistem, terutama sistem yang lebih besar, berpotensi memiliki kemampuan untuk kembali ke pangkalan jika tidak menemukan target yang relevan atau jika misi harus dibatalkan. Namun, sebagian besar model yang ada tidak dapat dipulihkan. Mereka menghancurkan diri sendiri jika mereka tidak menemukan target yang relevan.

Berbagai negara sudah berlomba-lomba dalam mengembangkannya Kamikaze Drone. Seperti Amerika Serikat dengan produknya UVsion 120. Israel dengan produknya Sky Striker dan Turki dengan produknya Alpagu Fixed Wing

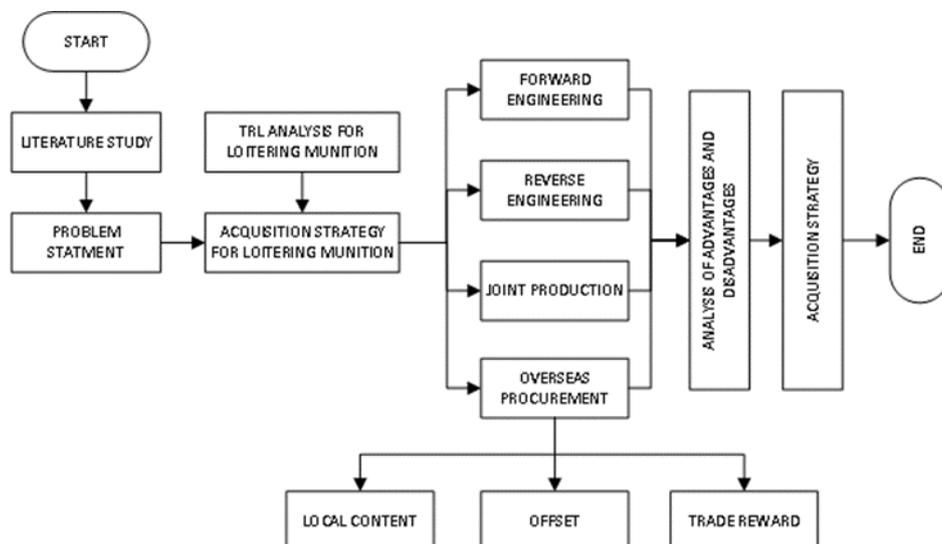


Gambar 3. Varian Kamikaze Drones

Melihat Ancaman Perang Modern dimasa depan yang sangat kompleks dan trend technology mengenai Autonomous Weapon, Maka Indonesia harus mempersiapkan sebuah senjata yang bersifat *Precisionn* dan *Autonomous*, maka pengembangan Kamikaze Drone sangatlah diperlukan guna menghadapi ancaman perang modern di masa depan. ditambah strategy perang perkotaan (*Urban Warfare*) yang mengharuskan senjata bersifat precision. Dalam mengembangkan teknologi terbaru, maka diperlukan Analisa terkait kesiapan teknologi. Maka pada makalah ini akan menjelaskan terkait *Technology Readiness Level (TRL)* pada Kamikaze Drone. Sehingga ini menjadi tolak ukur kita dalam mengembangkan Teknologi Autonomous Weapon, sudah sejauh mana kesiapan kita dalam mengembangkan teknologi tersebut. Dengan adanya tulisan diharapkan dapat menjadu masukan bagi pihakpihak pemerintah melalui Kementerian Pertahanan, User dalam hal ini TNI, Industri Pertahanan Nasional serta Lembaga-lembaga penelitian dan pengembangan termasuk Universitas. Sehingga akan terciptanya kemandirian nasional dalam penguasaan teknologi autonomous weapon.

Metodologi Penelitian

Metodologi Penelitian yang dilakukan ialah dengan metode studi kepustakaan yang bertujuan untuk merumuskan konsep dan teori sebagai landasan dalam penelitian. Menurut Sarwono [3] Penelitian kepustakaan adalah studi yang mempelajari berbagai buku referensi serta hasil penelitian sebelumnya yang sejenis yang berguna untuk mendapatkan landasan teori mengenai masalah yang akan diteliti. Sedangkan menurut Nazir [4] Penelitian kepustakaan adalah teknik pengumpulan data dengan melakukan penelaahan terhadap buku, literatur, catatan, serta berbagai laporan yang berkaitan dengan masalah yang ingin dipecahkan. Adapun alur berpikir dalam penelitian ini mengutip dari penelitian Analisis Strategi Penguasaan Teknologi Rudal Di Indonesia Dalam Rangka Percepatan Penguasaan Rudal Nasional [5] yang disesuaikan dengan penelitian ini.



Source: Author 2022

Gambar 4. Diagram Penelitian

Hasil dan Pembahasan

Technology readiness dapat diartikan sebagai seberapa siap sebuah teknologi dapat diterapkan berdasarkan fungsi yang ditujukannya. Definisi *Technology Readiness* menunjukkan adanya sebuah konsep tentang kemungkinan perbedaan siap atau tidaknya suatu teknologi atau perbedaan tingkatan kesiapan teknologi untuk digunakan atau dimanfaatkan berdasarkan fungsinya. Secara umum, *Technology Readiness Level (TRL)* pada dasarnya dapat diartikan sebagai sebuah indikator yang menunjukkan seberapa siap suatu teknologi untuk diterapkan dalam dunia nyata dan diadopsi oleh pengguna. Setiap Teknologi dievaluasi berdasarkan parameter yang digunakan untuk menilai tingkat kesiapan teknologi. Dalam konsep NASA, *Technology Readiness Level (TRL)* dibedakan menjadi 9 kategori tingkatan. TRL 1 merupakan tingkatan yang terendah dan TRL 9 merupakan tingkatan yang tertinggi. Tabel 1 di bawah ini merupakan rangkuman TRL yang dikembangkan oleh NASA [6]. Rem merupakan salah satu komponen mesin mekanik yang sangat vital keberadaannya. Adanya rem memberikan gaya gesek pada suatu massa yang bergerak sehingga berkurang kecepatannya atau berhenti. Pemakaian rem banyak ditemui pada sistem mekanik yang kecepatan gerakannya berubah-ubah seperti pada roda kendaraan bermotor, poros berputar, dan sebagainya. Berarti dapat disimpulkan bahwa fungsi utama rem adalah untuk menghentikan putaran poros, mengatur putaran poros, dan juga mencegah putaran yang tidak dikehendaki. Efek pengereman secara mekanis diperoleh dengan gesekan, dan secara listrik dengan serbuk magnet, arus pusar, fasa yang dibalik atau penukaran kutup, dan lain-lain [2].

Table 1. Peringkat dan metrik TRL untuk penilaian teknologi yang diadaptasi dari praktik NASA dan DOD

Stage of Development	TRL	Description
Basic Technology Research	1. Prinsip dasar diamati dan dilaporkan	Tingkat terendah dari Kesiapan Teknologi dimana pada tahapan ini penelitian ilmiah dimulai dan hasilnya diterjemahkan ke dalam penelitian dan pengembangan di masa depan
	2. Konsep Dirumuskan	Pada tahapan ini, setelah prinsip-prinsip dasar dipelajari dan aplikasi praktis dapat diterapkan pada temuan awal tersebut.
Research to Prove Feasibility	3. Bukti konsep.	Pada tingkat ini, umumnya studi analitis dan laboratorium diperlukan untuk melihat apakah suatu teknologi layak dan siap untuk melangkah lebih jauh melalui proses pengembangan.
	4. Demonstrasi skala lab (rendah fidelitas)	Setelah teknologi proof-of-concept siap, teknologi maju ke tingkatan selanjutnya. Pada tingkatan TRL 4, beberapa bagian komponen diuji satu sama lain
Technology Demonstrate	5. Demonstrasi skala lab (tinggi fidelitas)	Komponen teknologi dasar diintegrasikan dengan elemen pendukung dengan realistis sehingga dapat diuji dalam lingkungan simulasi.
	6. Sistem prototipe dirancang	Sistem terintegrasi dengan elemen pendukung, dan desain model dibuat

		untuk diuji dalam lingkungan simulasi atau operasional.
	7. Sistem prototipe diuji di lingkungan operasional	Prototipe didemonstrasikan pada sistem operasional yang direncanakan. Pada tahapan ini juga Mewakili langkah besar dari TRL 6 dengan mengharuskan demonstrasi prototipe sistem aktual di lingkungan operasional
System Launch and Operation	8. Sistem aktual selesai	Sistem ini memenuhi syarat melalui uji dan demonstrasi. Teknologi telah terbukti bekerja dalam bentuk akhirnya dan dalam kondisi yang diharapkan
	9. Sistem yang sebenarnya terbukti berhasil	Penerapan aktual teknologi dalam bentuk akhirnya dan di bawah kondisi misi atau di pasar.

Diolah Peneliti : 2022

*Technology Readiness Level (TRL) Kamikaze Drone di Indonesia saat ini sangat rendah. Hal ini ditandai dengan Teknologi utama Kamikaze Drone belum tersentuh. Teknologi utama ini meliputi Guidance System, Warhead, Airframe & Structure, Electric Motor dan Lithium Battery. Adapun parameter *Technology Readiness Level (TRL) Kamikaze Drone* dapat dilihat pada table 2 dibawah ini, dimana data didapatkan dari berbagai sumber.*

Table 2. Technology Readiness Level (TRL) Kamikaze Drone

Technology	TRL Level	Description
1. Guidance System [5]	2	Formulated Concept
2. Warhead [7]	3	Prototype Tested
3. Airframe and Structure[8]	7	Prototype Tested
4. Electric Motor[9]	5	Prototype
5. Lithium Battery[10]	5	Prototype
6.		

Diolah Peneliti : 2022

Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat bahwa Kesiapan Teknologi *Guidance System* masih sangat rendah [5]. Saat ini teknologi tersebut masih dalam riset kajian belum berupa eksperimen, dan risetnya pun jumlahnya masih sangat sedikit. Hal ini menjadikan kesiapan teknologi *Guidance System* masih berada pada TRL-2. Teknologi *Warhead* masih berada pada TRL 3, dikarenakan teknologi *Fuze* dan Bahan Explosive saat ini masih impor [7], namun untuk *Case Warhead* sendiri telah mampu diproduksi didalam negeri. *Airframe & Structure*. Kesiapan Teknologi ini berada di level 7 [8] dimana Teknologi ini dapat diadopsi dari Teknologi Small UAV yang pengembangannya saat ini banyak dikembangkan oleh Industri Pertahanan Nasional maupun Swasta yang prototypenya sudah teruji. Sedangkan Teknologi Propulsion System yang terdiri dari *Electric Motor* [9] dan *Battery* [10]. Kesiapan Teknologi masih berada pada level TRL-5 [9].

Guna meningkatkan kesiapan teknologi maka dibutuhkan sebuah strategi penguasaan teknologi. Terdapat berbagai macam strategy penguasaan teknologi, seperti forward engineering, reverse engineering, join produksi bahkan pemanfaatan pengadaan luar negeri dengan local konten, offset dan imbal dagang. Namun berbagai strategy ini memiliki berbagai kelebihan dan kekurangannya. Mengutip penelitian *Analisis Strategi Penguasaan Teknologi Rudal Di Indonesia Dalam Rangka*

Percepatan Penguasaan Rudal Nasional [5] Kelebihan dan kekurangan strategy tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Table 3. Kelebihan dan Kekurangan Strategi Penguasaan Teknologi [5]

Strategy Method	Kelebihan	Kekurangan
Forward Engineering	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mampu memproduksi secara mandiri ▪ Teknologi yang dihasilkan sesuai dengan kondisi Indonesia ▪ Tidak terikat dengan politik Negara lain 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Membutuhkan waktu yang lama dan sumber daya yang cukup besar ▪ Membutuhkan kemampuan basic engineering yang kuat ▪ Biaya investasi yang mahal ▪ Belum tersedianya sarana dan prasarana
Reverse Engineering	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mampu memproduksi secara mandiri ▪ Waktu yang dibutuhkan relatif lebih singkat dibandingkan forward engineering 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Membutuhkan anggaran yang cukup besar ▪ Belum tersedianya sarana dan prasarana m ▪ Seringkali produk yang dibuat belum memenuhi spesifikasi
Joint Production	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tidak membutuhkan basic engineering 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 ▪ Anggaran rudal nasional masih sedikit ▪ Tidak semua teknologi rudal dari Negara mitra akan dibagikan kepada industri pertahanan nasional
Overseas Procurement	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lebih mudah dibandingkan metoda sebelumnya karena tidak membutuhkan basic engineering kuat dan tingkat daya tawar dalam mengajak mitra relatif mudah ▪ Lebih cepat dalam memenuhi kebutuhan rudal nasional 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rawan terhadap politik Negara ▪ Menimbulkan ketergantungan ▪ Butuh anggaran yang besar ▪ Pelaksanaan IDKLO kadang tidak sesuai dengan kebutuhan teknologi inti di dalam negeri.

Setiap strategi penguasaan teknologi memiliki berbagai kelebihan dan kekurangan. Namun, strategi penguasaan teknologi ini sangatlah diperlukan guna meningkatkan kesiapan kemandirian teknologi pada Kamikaze Drone. Teknologi Kamikaze Drone sangat dibutuhkan dalam menghadapi peperangan modern di masa depan. Di mana kunci dari teknologi ini adalah *Precision and Autonomous Weapon*. Sehingga terciptanya Teknologi *Internet of Military Things (IoMT)* dan *Internet of Battlefield Things (IoBT)*.

Kesimpulan

Kesiapan Teknologi Kamikaze Drone di Indonesia masih jauh dari yang diharapkan. Di mana Teknologi utama Kamikaze Drone terdiri dari *Guidance system* masih berada pada TRL-2, ini menandakan bahwa teknologi utama ini masih dalam proses penelitian lebih lanjut. Teknologi *Warhead* berada pada TRL 3 di mana Indonesia telah mampu membuat case warhead namun untuk Fuze dan Bahan *Explosive* masih mengandalkan impor dari luar. *Airframe & Structure*, dimana teknologi ini berada pada TRL-7 dengan mengadopsi Teknologi Small UAV yang banyak dikembangkan oleh Industri Pertahanan Nasional maupun Swasta. Selain itu juga diperlukan pengembangan lebih lanjut terkait *Propulsion System* yang terdiri dari *Electric Motor* dan *Battery* dimana kesiapan kedua teknologi tersebut masih berada pada TRL-5. Guna meningkatkan Kesiapan Teknologi tersebut, maka dibutuhkan strategi penguasaan teknologi tersebut. Terdapat berbagai strategi dalam penguasaan teknologi Kamikaze Drone. Baik itu, *Forward Engineering*, *Reverse Engineering*, *Joint Production* dan Pemanfaatan Pengadaan Luar Negeri baik itu pemanfaatan Lokal Konten, Ofset dan Imbal Dagang. Pada bagian sebelumnya sudah dijelaskan kelebihan dan kekurangan terkait strategi penguasaan teknologi tersebut, namun masih dibutuhkan analisa lebih mendalam terkait strategi penguasaan tersebut pada penelitian berikutnya. Sehingga tercapainya kesiapan teknologi yang di inginkan dalam mengembangkan Kamikaze Drone guna menghadapi perang modern di masa depan.

Acknowledgments

Penelitian ini merupakan hasil dari kegiatan Kuliah Kerja Dalam Negeri (KKDN) yang diselenggarakan oleh Fakultas Teknologi Pertahanan, Universitas Pertahanan Republik Indonesia TA. 2022.

Daftar Pustaka

- [1] S. Mae Pedron, J. de Arimateia da Cruz, S. Mae, da Cruz, and J. de Arimateia, "The Future of Wars: Artificial Intelligence (AI) and Lethal Autonomous Weapon Systems (LAWS)," 2020. [Online]. Available: <https://digitalcommons.northgeorgia.edu/ijoss>
- [2] M. Verbruggen, "Mapping the development of autonomy in weapon systems Article 36 reviews and Emerging Technologies View project Mapping autonomy in weapon systems View project," 2017, doi: 10.13140/RG.2.2.22719.41127.
- [3] J. Sarwono, "Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif," 2006.
- [4] Nazir, "Metode Penelitian.," Ghalia Indonesia, 1988.
- [5] F. Mubarak et al., "Analisis Strategi Penguasaan Teknologi Rudal Di Indonesia Dalam Rangka Percepatan Penguasaan Rudal Nasional," 2021.
- [6] Tatang A Taufik, "Konsep dan Metode Pengukuran Tingkat Kesiapan Teknologi/TKT (TechnologyReadiness Level/TRL)," 2005.
- [7] A. I. Harahap, R. O. Bura, and Y. Ruyat, "Modeling and Simulating the Design of Air Defense Missile Aerodynamic Systems," in *Journal of Physics: Conference Series*, Jul. 2020, vol. 1566, no. 1. doi: 10.1088/1742-6596/1566/1/012068.
- [8] T. Ambodo, G. E. Saputro, and U. N. Komariah, "Multi-Agent Drone as Loitering Munition System to Support Military Operations Carrying Out Policy Mandate," 2021. [Online]. Available: <https://news.detik.com/berita/4458104/3-prajurit->
- [9] M. F. N. Maghfiroh, A. H. Pandyaswargo, and H. Onoda, "Current readiness status of electric vehicles in indonesia: Multistakeholder perceptions," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 13, no. 23. MDPI, Dec. 01, 2021. doi: 10.3390/su132313177.
- [10] A. Suzianti, A. P. Dewi, A. Mubarak, and N. D. Shafira, "Technology readiness level assessment of lithium battery in Indonesia for national electric vehicle program," in *AIP Conference Proceedings*, May 2020, vol. 2227. doi: 10.1063/5.0001010.