



**PENGUASAAN TEKNOLOGI NIR-AWAK
UNTUK MEMPERKUAT PERTAHANAN NEGARA
DI ERA INDUSTRI 4.0**

Oleh :

DR. FADILAH HASIM

PEMBINA UTAMA MUDA (IV/C)

NO. PESERTA 30

KERTAS KARYA ILMIAH PERSEORANGAN (TASKAP)

PROGRAM PENDIDIKAN REGULER ANGKATAN LXI

LEMHANNAS RI

TAHUN 2020

KATA PENGANTAR

Assalaamualaikum warahmatullah wabarakatuh, salam sejahtera bagi kita semua.

Segala puji kami panjatkan kepada Allah Yang Maha Bijaksana yang telah menciptakan alam semesta ini begitu indah dan menghiasinya dengan aturan dan proporsi. Syukur kami haturkan kehadiratNya Yang Maha Mulia Yang telah menciptakan kita semua, dan melengkapi kita dengan nalar dan kemampuan untuk menuntut ilmu. Atas segala rahmat, petunjuk dan karuniaNya, Kertas Karya Ilmiah Perseorangan (TASKAP) dengan judul:

*“Penguasaan Teknologi Nir-Awak Untuk Memperkuat
Pertahanan Negara di Era Industri 4.0,”*

dapat diselesaikan sesuai batas waktu dan ketentuan yang telah ditetapkan Lemhannas RI.

Penentuan Tutor dan Judul Taskap ini ditentukan berdasarkan Keputusan Gubernur Lembaga Ketahanan Nasional Republik Indonesia Nomor 81 Tahun 2020 Tanggal 8 Juni 2020, tentang Penetapan Judul Taskap Peserta PPRA LXI Tahun 2020 Lemhannas RI.

Terima kasih kami haturkan kepada Bapak Gubernur Lemhannas RI, Letnan Jenderal TNI (PURN) Agus Widjojo, yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengikuti PPRA LXI serta memberikan bimbingan dan arahan selama pendidikan di Lemhannas RI pada Tahun 2020.

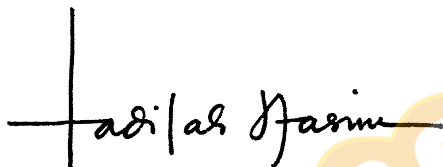
Terima kasih kami haturkan juga kepada Tutor Taskap, Bapak Prof. Dr. Sudaryono, S.U., dan Tim Penguji Taskap serta semua pihak yang telah membantu serta membimbing penulis dalam penulisan Taskap ini sehingga terselesaikan sesuai batas waktu dan ketentuan yang telah ditetapkan oleh Lemhannas RI.

Penulis sudah berusaha yang terbaik dalam lingkup keterbatasan yang ada, dan menyadari bahwa kertas karya ini jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu dengan segala kerendahan hati mohon kiranya ada masukan dan kritikan guna penyempurnaan.

Besar harapan Penulis bahwa kertas karya ini dapat bermanfaat sebagai sumber pemikiran kepada Lemhannas RI, juga kepada semua pihak para pemangku kepentingan.

Akhirnya, semoga Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa senantiasa memberikan berkah dan petunjuknya kepada kita semua dalam melaksanakan tugas dan pengabdian kepada Negara dan Bangsa Indonesia yang kita cintai dan kita banggakan.

Wassalaamualaikum warahmatullah wabarakatuh,
Jakarta, 5 Oktober 2020



Dr. Fadilah Hasim

NIP. 19700723 198911 1 001

No. Peserta 030



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dr. Fadilah Hasim
Pangkat : Pembina Utama Muda (IV/c)
Jabatan : Kepala BBTA3
Instansi : BPPT RI
Alamat : Gd. 240, BBTA3 BPPT, Kawasan Puspiptek, Tangerang Selatan
15314

Sebagai peserta Program Pendidikan Reguler Angkatan (PPRA) LXI Tahun 2020 menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

1. Kertas Karya Ilmiah Perseorangan (Taskap) yang saya tulis adalah asli.
2. Apabila ternyata sebagian atau seluruh tulisan Taskap ini terbukti tidak asli atau plagiasi, maka saya bersedia dinyatakan tidak lulus pendidikan.

Demikian pernyataan keaslian ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.



Jakarta, 5 Oktober 2020

Penulis,



Dr. Fadilah Hasim

No. Peserta 030

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1. Latar Belakang.....	1
2. Rumusan Masalah	3
3. Maksud dan Tujuan.....	5
4. Ruang Lingkup dan Sistematika.....	5
5. Metode dan Pendekatan	7
6. Pengertian.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	10
7. Umum.....	10
8. Peraturan Perundang-undangan.....	10
9. Data dan Fakta.....	12
10. Kerangka Teoretis.....	18
11. Lingkungan Strategis.....	23
BAB III PEMBAHASAN.....	28
12. Umum.....	28
13. Peran Teknologi Nir-Awak dalam Memperkuat Pertahanan Negara dari Perspektif Geostrategi, Geoekonomi dan Geoteknologi.....	29
14. Dampak Revolusi Industri ke-4 terhadap Astragatra Sebagai Sumber Daya Nasional untuk Pertahanan Negara	35
15. Peta Jalan Penguasaan Teknologi Nir-Awak untuk Memperkuat Pertahanan Negara di Era Industri 4.0	42
16. Penguatan Peran Para Pemangku Kepentingan dalam Penguasaan Teknologi Nir-Awak di Era Industri 4.0	49
BAB IV PENUTUP	55
17. Simpulan	55
18. Rekomendasi	60
DAFTAR PUSTAKA	61

LAMPIRAN 1: ALUR PIKIR	66
LAMPIRAN 2: DATA DAN FAKTA	67
LAMPIRAN 3: TEKNOLOGI SISTEM NIR-AWAK.....	71
LAMPIRAN 4: PUNA MALE KOMBATAN ELANG HITAM	72
LAMPIRAN 5: DAFTAR RIWAYAT HIDUP	74



DAFTAR TABEL

TABEL I.	KEKUATAN NASIONAL NEGARA-NEGARA DI ASIA.....	14
TABEL II	KLASIFIKASI PESAWAT UDARA NIR-AWAK DAN PENERAPANNYA OLEH NEGARA-NEGARA DI DUNIA.....	18
TABEL III.	PETA JALAN PENGUASAAN TEKNOLOGI NIR-AWAK.....	47
TABEL IV.	LIMA DIMENSI KEKUATAN NASIONAL KOMPREHENSIF (CNP, COMPREHENSIVE NATIONAL POWER).	67
TABEL V.	INDEKS KEKUATAN 20 NEGARA BESAR.	68
TABEL VI.	KLASIFIKASI PESAWAT UDARA NIR-AWAK DAN BEBERAPA CONTOH.....	69
TABEL VII.	PESAWAT UDARA NIR-AWAK YANG DIMILIKI INDONESIA.....	70



DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 1. KERANGKA PETA JALAN PENGUASAAN TEKNOLOGI.	49
GAMBAR 2. TEKNOLOGI SISTEM NIR-AWAK.	71
GAMBAR 3. URGENSI PUNA MALE KOMBATAN.	72
GAMBAR 4 PERAN ANGGOTA KONSORSIUM PUNA MALE KOMBATAN.....	73



BAB I

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Wilayah NKRI yang luas dan terdiri dari sekitar 17500 pulau besar dan kecil yang dipisahkan oleh lautan merupakan tantangan besar dalam melakukan pertahanan dan keamanan negara. Wilayah perbatasan dengan banyak negara tetangga yang terdiri dari daratan dan lautan menuntut suatu sistem pertahanan tangguh terpadu.

Dari perspektif geostrategi, Pertahanan dan Keamanan Negara Indonesia sebagai negara kepulauan relatif lebih sulit daripada negara-negara daratan. Karakteristik geografi Indonesia baik luas, lokasi (matra), atau *terrain* akan menuntut suatu sistem pertahanan dan keamanan yang cukup rumit dan anggaran rutin operasional yang cukup tinggi. Kompleksitas geografi Indonesia ini, ditambah dengan arus globalisasi dan Revolusi Industri ke-4 serta berbagai dampak multi-gatranya akan menyebabkan upaya pertahanan dan keamanan negara menjadi tantangan yang sangat besar. Kondisi pertahanan negara saat ini belum dapat mencakup semua wilayah Indonesia yang sangat luas.

Dalam kehidupan berbangsa dan bernegara, pertahanan merupakan salah satu faktor yang sangat hakiki dalam menjamin kedaulatan dan kelangsungan hidup bangsa dan negara. Kemampuan suatu negara dalam mempertahankan diri terhadap berbagai ancaman baik dari luar negeri maupun dalam negeri, sangat ditentukan oleh kekuatan berbagai elemen bangsa dan negara tersebut. Pertahanan Negara Indonesia adalah segala usaha untuk mempertahankan kedaulatan negara dari berbagai ancaman guna menjaga keutuhan wilayah NKRI dan melindungi seluruh sumber daya di dalamnya.

Menurut Buku Putih Pertahanan Indonesia (BPPI) 2005, Pertahanan Negara Indonesia diselenggarakan dalam suatu sistem pertahanan semesta. Bentuk pertahanan yang dikembangkan melibatkan seluruh warga negara, wilayah, segenap sumber daya dan sarana serta prasarana nasional, yang dipersiapkan secara dini oleh Pemerintah, serta diselenggarakan secara total, terpadu, terarah dan berlanjut¹.

¹ Kementerian Pertahanan RI. 2005. *Buku Putih Pertahanan Indonesia*. Jakarta: Kemeterian Pertahanan RI

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta arus globalisasi telah mengubah pola dan bentuk ancaman dengan spektrum yang lebih luas. Sistem pertahanan perlu dikembangkan secara berkelanjutan sesuai dengan sifat dan variasi ancaman tersebut. Kecenderungan sistem pertahanan di dunia saat ini mengarah ke teknologi nir-awak (*unmanned technology*). Teknologi nir-awak untuk bidang pertahanan sebenarnya mulai dikembangkan pada awal abad 20, setelah Nicola Tesla berhasil dengan eksperimen *remote-controlled torpedonya*, Tesla berbagi gagasan tentang *remotely-piloted aircraft* (RPA) dengan Elmer Sperry, dan kemudian pada tahun 1917 Sperry mendapat kontrak pekerjaan sistem terbang nir-awak (*unmanned flight system*) untuk mengembangkan torpedo udara (*air torpedo*) keperluan Angkatan Laut Amerika². Seiring dengan laju perkembangan teknologi terutama di bidang sensor dan instrumentasi, pengembangan sistem nir-awak ini kemudian dilakukan secara iteratif dalam waktu yang cukup panjang dan baru secara aktual operasional digunakan pada akhir abad 20 oleh Amerika dalam perang dengan Afghanistan. Kini berbagai negara mulai menggunakan sistem teknologi nir-awak ini untuk memperkuat pertahanannya.

Teknologi nir-awak menjanjikan berbagai keuntungan baik secara politik, ekonomi, maupun pertahanan keamanan (*daya tempur*). Teknologi nir-awak dapat digunakan untuk menghadapi berbagai ancaman seperti agresi, terorisme, separatisme, pemberontakan bersenjata, bencana alam, kerusakan lingkungan, pelanggaran wilayah perbatasan, perompakan dan pencurian sumber daya alam, wabah penyakit, peredaran dan penyalahgunaan narkoba, serangan siber, serangan biologi, serangan kimia, atau wujud ancaman lain yang membahayakan kedaulatan negara, keutuhan wilayah NKRI, dan keselamatan segenap bangsa

Selain untuk pertahanan keamanan, *spin-off* (manfaat tambahan) dari penguasaan teknologi nir-awak ini dapat digunakan sebagai alat angkut cargo, alat bantu pertanian untuk menyebarkan pupuk atau pestisida, atau pelontar *flare* higroskopis untuk modifikasi cuaca. Karena sistem nir-awak, produk-produk teknologi ini tentu sangat sesuai untuk menopang kebutuhan sehari-hari di era *new normal life*—yang menuntut jarak fisik/sosial dalam berbagai aktivitas.

² Blom, J.D. 2009. *Unmanned Aerial System: a historical perspective*. CSI Press, Fort Leavenworth, Kansas.

Teknologi nir-awak akan mengalami percepatan seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi. Komputer-komputer akan semakin kecil tetapi memiliki kapasitas besar dan kemampuan proses data yang semakin cepat, memiliki kemampuan belajar (*machine learning*) dan kecerdasan buatan (AI, *Artificial Intelligence*). Komputer-komputer ini dapat terhubung melalui internet satu sama lain dan dengan berbagai perangkat dan tak mengenal batas wilayah negara (IoT, *Internet of Things*). Kondisi ini akan mendorong perubahan berikutnya yaitu Revolusi Industri ke-4 yang akan mengantarkan tatanan kehidupan ke Era Industri 4.0, di mana industri-industri dapat bekerja lebih cerdas, lebih cepat, dan lebih ekonomis. Karena kehidupan masyarakat modern ditopang oleh industri, tentu revolusi industri ini akan memberikan dampak pada setiap aspek kehidupan, tidak terkecuali pada aspek pertahanan dan keamanan suatu negara.

2. Rumusan Masalah

Indonesia memerlukan solusi teknologi untuk memperkuat pertahanan negara sebagaimana dimaksud di atas. Konsep geoekonomi harus mengawal penerapan konsep geoteknologi dalam geostrategi Indonesia guna memperkuat pertahanan negara. Era Industri 4.0 beserta kemajuan teknologi yang dibawanya terutama di bidang mesin, elektronik, informasi dan komunikasi harus dimanfaatkan sebaik-baiknya untuk mempercepat penguasaan teknologi nir-awak dalam sistem pertahanan negara yang menawarkan berbagai keunggulan politik, ekonomi dan daya tempur.

Berdasarkan hal tersebut dan sebagaimana disampaikan dalam latar belakang di atas, Taskap ini mencoba merumuskan pemecahan masalah mengenai “Bagaimana Penguasaan Teknologi Nir-Awak untuk dapat memperkuat Pertahanan Negara di Era Industri 4.0?”

Dari rumusan masalah tersebut, beberapa pertanyaan kajian dapat dibahas sebagai berikut:

- a. **Bagaimana peran teknologi nir-awak dalam memperkuat pertahanan negara dari perspektif geostrategi, geoekonomi dan geoteknologi?** Dengan memanfaatkan kemajuan iptek—terutama di bidang mesin, elektronik, informasi dan komunikasi, sistem pertahanan dan keamanan berbasis teknologi nir-awak sedang berkembang dengan

pesat dan mulai diterapkan pada sistem pertahanan dan keamanan negara maju secara aktual dan operasional. Sistem nir-awak menawarkan berbagai keuntungan ditinjau dari sudut pandang ekonomi maupun aspek pengembangan lebih lanjut ke depannya. Penguasaan teknologi di bidang ini akan meningkatkan kemandirian Indonesia. Kemandirian teknologi dalam pertahanan dan keamanan sangat penting, karena kalau kita terus tergantung pada luar negeri, dua risiko, *i.e.*, kerahasiaan dan kontinuitas, akan sulit dikendalikan.

- b. Apa saja dampak dari Revolusi Industri ke-4 terhadap astagatra sebagai Sumber Daya Nasional untuk Pertahanan Negara?** Revolusi Industri ke-4 akan mengantarkan dunia pada tatanan baru kehidupan, *i.e.*, Era Industri 4.0. Revolusi Industri ke-4 akan membuat dunia menjadi semakin kompetitif, dengan lahir-terciptanya berbagai robot yang semakin cerdas, berkinerja tinggi, dan juga ekonomis yang akan menggantikan beberapa peran manusia dalam berbagai tugas dan pekerjaan yang upahnya semakin mahal dan pengelolaannya semakin rumit. Hal ini merupakan tantangan yang perlu disikapi dengan baik sehingga menggugah kemampuan negara untuk memperkuat pertahanannya. Sistem pertahanan negara akan berubah dan perlu menyesuaikan. Revolusi industri akan membentuk suatu ekosistem yang kondusif untuk pengembangan teknologi nir-awak lebih lanjut lagi. Wahana nir-awak dapat dikembangkan untuk memiliki kemampuan belajar (*machine learning*) dan kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) akan semakin membantu peran-peran pilot atau para awak wahana pertahanan.
- c. Bagaimana peta jalan penguasaan teknologi nir-awak untuk memperkuat pertahanan negara di Era Industri 4.0?** Beberapa inisiatif dalam pengembangan teknologi nir-awak sudah dilakukan di dalam negeri, baik oleh lembaga pemerintah maupun industri. Lembaga penelitian pengembangan, pengkajian dan penerapan (litbangjirap) iptek seperti BPPT, LAPAN telah memulai pengembangan teknologi nir-awak ini, beberapa di antaranya sudah mendapatkan sertifikasi dari

Indonesia Military Airworthiness Authority (IMAA). Namun beberapa sub sistem masih harus tergantung pada teknologi luar negeri. Penguasaan teknologi ini harus diupayakan secara komprehensif dan menyeluruh dari lembaga penyelenggara iptek di hulu, industri di hilir, dan akhirnya pengguna (*user*).

- d. **Bagaimana peran para pemangku kepentingan dalam penguasaan teknologi nir-awak di Era Industri 4.0?** Penguasaan teknologi nir-awak melibatkan banyak pemangku kepentingan (*multi-stakeholders*); Pemerintah, lembaga penyelenggara iptek dan industri. Kolaborasi dan komitmen bersama di antara para pemangku kepentingan akan menjadi salah satu kunci keberhasilan penguasaan teknologi nir-awak.

3. Maksud dan Tujuan

a. Maksud

Penulisan kertas karya ilmiah perseorangan (TASKAP) ini bermaksud memberikan gagasan mengenai konsepsi penguasaan teknologi nir-awak untuk memperkuat pertahanan negara dalam rangka memperkokoh kedaulatan dan keutuhan NKRI dalam kaitanya dengan Revolusi Industri yang saat ini sedang menjelang.

b. Tujuan

Penulisan TASKAP ini bertujuan memberikan sumbangan pemikiran bagi para pemangku kepentingan dalam rangka memberikan alternatif solusi yang berkaitan dengan upaya-upaya penguatan pertahanan negara melalui penguasaan teknologi terutama selaras dengan perkembangan lingkungan strategis dan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi (iptek).

4. Ruang Lingkup dan Sistematika

a. Ruang lingkup

Ruang lingkup penulisan TASKAP ini dibatasi pada pembahasan tentang penguasaan teknologi nir-awak untuk memperkuat pertahanan negara khususnya di Era Industri 4.0 yang sedang menjelang. Pembahasan akan meliputi peran teknologi nir-awak ditinjau dari perspektif geostrategi,

geoekonomi dan geoteknologi, dampak Revolusi Industri ke-4 terhadap astagrara sebagai sumber daya nasional untuk pertahanan negara yang beririsan dengan penguasaan teknologi nir-awak, peta jalan penguasaan teknologi nir-awak dan penguatan peran para pemangku kepentingan.

b. Sistematika

TASKAP ini terdiri dari 4 bab sebagaimana Petunjuk Teknis tentang Penulisan Ilmiah Peserta Pendidikan Lemhannas RI yang ditetapkan dengan Peraturan Gubernur Lemhannas RI No. 01 Tahun 2020, dan tersusun dengan sistematika sebagai berikut:

- 1) **Bab I: PENDAHULUAN** memuat Latar Belakang tentang pertahanan negara, teknologi nir-awak dan Revolusi Industri ke-4. Bab ini menyatakan juga Maksud dan Tujuan, Ruang Lingkup dan Sistematika, Metode dan Pendekatan, serta Pengertian-pengertian dalam kertas karya ilmiah perseorangan ini.
- 2) **Bab II: TINJAUAN PUSTAKA** memberikan gambaran ringkas mengenai pertahanan negara saat ini, gambaran mengenai perkembangan teknologi nir-awak, dan perkembangan Revolusi Industri ke-4, peraturan dan perundang-undangan terkait, kerangka teoretis dan perkembangan lingkungan strategis baik nasional, regional maupun global yang dapat mempengaruhi pertahanan negara saat ini dan kemudian, baik secara langsung maupun tidak langsung.
- 3) **Bab III: PEMBAHASAN** memberikan analisis terhadap masing-masing pertanyaan kajian berdasarkan landasan teoretis dan berbagai aspek yang telah diuraikan dalam tinjauan pustaka. Hasil analisis akan mengidentifikasi faktor-faktor penyebab dan solusi terhadap masalah-masalah dalam pertanyaan kajian. Pembahasan akan dimulai dengan analisis bagaimana peran teknologi nir-awak dalam memperkuat pertahanan negara dari perspektif geostrategi, geoekonomi dan geoteknologi. Kemudian dilanjutkan dengan analisis tentang dampak Revolusi Industri ke-4 yang kini sedang menjelang terhadap astagatra dengan fokus pada gatra pertahanan dan keamanan. Pembahasan lalu dilanjutkan dengan analisis terhadap keunggulan, kelemahan dan

kontroversi tentang penggunaan sistem nir-awak yang dapat dijadikan landasan dalam merumuskan solusi untuk menentukan skema penguasaan teknologi nir-awak dan peran para pemangku kepentingan ke depan guna memperkuat pertahanan negara. Kemudian pembahasan dilanjutkan dengan bagaimana meningkatkan peran para pemangku kepentingan dalam penguasaan dan pemanfaatan teknologi nir-awak untuk memperkuat pertahanan negara dalam rangka memperkuat kedaulatan dan keutuhan NKRI di Era Industri 4.0.

4) **Bab IV: PENUTUP.** Memberikan beberapa simpulan sebagai substansi penulisan, dan saran-saran dalam penguasaan teknologi nir-awak untuk memperkuat pertahanan negara dalam rangka memperkuat kedaulatan dan keutuhan NKRI.

5. Metode dan Pendekatan

a. Metode

Penulisan TASKAP ini menggunakan metode analisis deskriptif/kualitatif. Data yang dipergunakan merupakan data sekunder yang dikumpulkan melalui studi kepustakaan.

b. Pendekatan

Penulisan TASKAP ini menggunakan pendekatan perspektif pertahanan negara (*state defense*) sebagai bagian yang tidak terpisahkan dari kepentingan nasional (*national interest*). Analisis dilakukan menggunakan pendekatan multidisiplin yang terdiri dari teori-teori mengenai teknologi nir-awak, teori pertahanan dan teori kepentingan nasional.

6. Pengertian

Beberapa istilah yang digunakan dalam kertas karya ilmiah perseorangan ini mengandung pengertian sebagai berikut:

a. **Teknologi Nir-Awak (*Unmanned Technology*)** adalah teknologi yang dapat digunakan untuk membangun suatu wahana atau sistem yang dapat dikendalikan dari jarak jauh tanpa manusia/awak berinteraksi secara fisik dengan wahana atau sistem tersebut ketika beroperasi. Pengendalian jarak

jauh ini dapat dilakukan menggunakan sebuah *controller* yang dihubungkan dengan suatu sistem komunikasi, atau melalui suatu program yang telah diperintahkan sebelumnya, atau melalui suatu kecerdasan buatan (AI) yang telah ditanamkan pada wahana atau sistem tersebut.

b. **Sistem Nir-Awak (*Unmanned System*)**^{3,4} adalah integrasi produk teknologi nir-awak yang siap digunakan. Sistem Nir-Awak ini terdiri dari 3 subsistem utama: 1) wahana (*vehicles*), 2) Stasiun Kendali Darat (*Ground Control Station*) 3) Sistem komunikasi (*Communication System*). Sistem Nir-Awak biasanya dibagi menjadi, Sistem Pesawat Udara Nir-Awak (*Unmanned Aircraft System*), Sistem Darat Nir-Awak (*Unmanned Ground System*) dan Sistem Maritim Nir-Awak (*Unmanned Maritime System*).

c. **Wahana Nir-Awak (*Unmanned Vehicles*)** adalah salah satu sub sistem dalam Sistem Nir-Awak berupa Drone, UAV, RPA dalam Sistem Pesawat Udara Nir-Awak, robot atau kendaraan nir-awak dalam Sistem Darat Nir-Awak, *unmanned surface vessels* (USVs) atau *unmanned undersea vehicles* (UUVs) dalam Sistem Maritim Nir-Awak.

d. **DRONE (*Dynamic Remotely Operated Navigation Equipment*)** adalah jenis wahana nir-awak udara yang dapat terbang jauh di luar penglihatan operator/pilot tetapi tidak mempunyai kemampuan intelijen⁵. Biasanya hanya diluncurkan untuk terbang berdasarkan misi atau lintasan yang telah diprogram dan kemudian kembali ke *base*. Berbeda dengan UAV, Drone tidak berkomunikasi untuk transmit hasil misi seperti foto atau video. Hasil misi biasanya didapatkan setelah kembali ke *base*.

e. **Pesawat Udara Nir-Awak (*UAV, Unmanned Aerial Vehicle*)** adalah pesawat udara yang dikendalikan dari jarak jauh dan dilengkapi dengan perangkat komputer yang disebut *onboard system* sehingga mempunyai sedikit kadar intelijen otonomous. PUNA dapat berkomunikasi dengan operator untuk merespon perintah atau merespon gangguan. PUNA juga

³ U.S. Department of Defense. 2018. *Unmanned Systems Integrated Roadmap 2017-2045*.

⁴ Cares, J.R. and Dickamnn, J.Q.Jr. 2016. *Operation Research for Unmanned Systems*. West Sussex, United Kingdom: John Wiley & Sons, Ltd.

⁵ Austin, R. 2010. *Unmanned Aircraft Systems: UAVS Design, Development and Deployment*. Chichester, United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd

dapat mengirimkan data baik berupa informasi primer seperti posisi, kecepatan, arah, ketinggian, sisa bahan bakar, suhu mesin dan lain-lain, maupun data muatan (*payload data*) seperti foto atau video.

f. **Stasiun Kendali Darat (GCS, Ground Control Station)** adalah sub sistem dari sistem nir-awak berupa stasiun untuk mengendalikan wahana. Stasiun ini berkomunikasi dengan wahana untuk memberi perintah dan menerima data. Stasiun ini biasanya dilengkapi dengan perangkat komputer, komunikasi dan layar monitor untuk visualisasi gerak dan misi wahana.

g. **Data Link** adalah sub sistem dari sistem nir-awak berupa sistem komunikasi yang menghubungkan wahana dan Stasiun Kendali Darat. Sistem ini dapat berupa jaringan komunikasi seluler atau satelit.

h. **Industri 4.0**⁶ dicetuskan ke publik pertama kali pada Pameran Hannover (Hannover Messe) tahun 2011 oleh Wolfgang Wahlster, Henning Kagermann dan Wolf-Dieter Lukas dari Pusat Riset Kecerdasan Artifisial Jerman (*Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz*, DFKI). Istilah ini merupakan sinonim untuk sistem produksi masa depan dunia yang menerapkan teknologi informasi dan komunikasi modern. Industri 4.0 merupakan era baru setelah Revolusi Industri ke-4⁷ yang ditandai dengan perkembangan pesat 3 klaster teknologi, i.e., (1) Teknologi Fisik: teknologi nir-awak, 3D printing, robotik dan material Maju; (2) Teknologi Digital dan (3) Bioteknologi.



⁶ DFKI. 2011. *Industry 4.0*. <https://www.dfki.de/en/web/technologies-applications/fields-of-application/industry-40/> Diakses 23.07.2020.

⁷ Schwab, K. 2016. *The Fourth Industrial Revolution*. Switzerland, Geneva: World Economic Forum.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

7. Umum

Bab II Tinjauan Pustaka ini merupakan hasil telaah dari berbagai bahan pustaka dan sumber data untuk mendukung pembahasan terhadap pertanyaan-pertanyaan kajian. Bab ini terdiri dari beberapa pasal sebagai berikut:

- Pasal 8 merangkum Peraturan dan Perundang-undangan yang terkait dengan pertahanan negara, industri pertahanan dan pengelolaan sumber daya nasional untuk pertahanan negara.
- Pasal 9 merangkum berbagai Data dan Fakta tentang konstelasi geografis Indonesia, pertahanan saat ini dan perkembangan teknologi nir-awak.
- Pasal 10 menyampaikan Kerangka Teoretis meliputi beberapa teori yang digunakan dalam analisis dan pembahasan, seperti Teori Geostrategi, Geoekonomi, Geoteknologi, Teori Pertahanan dan Kepentingan Nasional, Teori Teknologi Nir-Awak, dan Teori Revolusi Industri ke-4.
- Pasal 11 merangkum dinamika perkembangan Lingkungan Strategis yang terjadi baik dalam lingkup global, regional, maupun nasional.

8. Peraturan Perundang-undangan

a. Undang-Undang RI No. 3 Tahun 2002 tentang Pertahanan Negara

Pasal 1 ayat (1) pertahanan negara adalah segala usaha untuk mempertahankan kedaulatan negara, keutuhan wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia, dan keselamatan segenap bangsa dari ancaman dan gangguan terhadap keutuhan bangsa dan negara.

Pasal 3 ayat (1) pertahanan negara disusun berdasarkan prinsip demokrasi, hak asasi manusia, kesejahteraan umum, lingkungan hidup, ketentuan hukum nasional, hukum internasional dan kebiasaan internasional, serta prinsip hidup berdampingan secara damai. Ayat (2) menyatakan bahwa pertahanan negara disusun dengan memperhatikan kondisi geografis Indonesia sebagai negara kepulauan.

Pasal 6 menyebutkan bahwa Pertahanan Negara diselenggarakan melalui usaha pembangunan dan pembinaan kemampuan, daya tangkal negara dan bangsa, serta menanggulangi setiap ancaman.

b. Undang-undang RI No. 34 Tahun 2004 tentang TNI

Pasal 20 menyebutkan bahwa (1) Penggunaan kekuatan TNI dalam rangka melaksanakan operasi militer untuk perang, dilakukan untuk kepentingan penyelenggaraan pertahanan negara sesuai dengan peraturan perundang-undangan. (2) Penggunaan kekuatan TNI dalam rangka melaksanakan operasi militer selain perang, dilakukan untuk kepentingan pertahanan negara dan/atau dalam rangka mendukung kepentingan nasional sesuai dengan peraturan perundang-undangan.

c. Undang-undang RI No. 16 Tahun 2012 tentang Industri Pertahanan

Pasal 1 menyebutkan bahwa yang dimaksud dengan Industri Pertahanan adalah industri nasional yang terdiri atas badan usaha milik negara dan badan usaha milik swasta baik secara sendiri maupun berkelompok yang ditetapkan oleh pemerintah untuk sebagian atau seluruhnya menghasilkan alat peralatan pertahanan dan keamanan, jasa pemeliharaan untuk memenuhi kepentingan strategis di bidang pertahanan dan keamanan yang berlokasi di wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia.

d. Undang-undang RI No. 23 tahun 2019 tentang PSDN

Pasal 3 menetapkan bahwa Pengelolaan Sumber Daya Nasional (PSDN) untuk Pertahanan Negara bertujuan untuk mentransformasikan Sumber Daya Manusia, Sumber Daya Alam, dan Sumber Daya Buatan, serta Sarana dan Prasarana Nasional menjadi kekuatan Pertahanan Negara yang siap digunakan untuk kepentingan Pertahanan Negara.

Pasal 4 ayat (1) Pengelolaan Sumber Daya Nasional untuk Pertahanan Negara dipersiapkan secara dini untuk menghadapi Ancaman; Ayat (2) Ancaman sebagaimana dimaksud pada ayat (1) terdiri: Ancaman militer; Ancaman nonmiliter; dan/atau Ancaman hibrida; dan Ayat (3) Ancaman sebagaimana dimaksud pada ayat (2) dapat berwujud agresi, terorisme, komunisme, separatisme, pemberontakan bersenjata, bencana alam, kerusakan lingkungan, pelanggaran wilayah perbatasan, perompakan dan

pencurian sumber daya alam, wabah penyakit, peredaran dan penyalahgunaan narkoba, serangan siber, serangan nuklir, serangan biologi, serangan kimia, atau wujud Ancaman yang membahayakan kedaulatan negara, keutuhan wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia, dan keselamatan segenap bangsa.

e. Peraturan Menteri Pertahanan RI No. 15 Tahun 2009 tentang Pembinaan Teknologi dan Industri Pertahanan

Pasal 1 Butir 12 menyebutkan bahwa *Revolution in Military Affairs* (RMA) adalah perubahan dan perkembangan secara signifikan keterkaitan di bidang/aspek militer akibat suatu empiris lapangan dengan pertemuan/rekayasa teknologi dan lainnya yang sangat berpengaruh simetris terhadap doktrin, strategi dan postur militer dari suatu negara. Butir 14 menyatakan Teknologi Pertahanan adalah penerapan ilmu pengetahuan yang terkait dengan sarana pertahanan, meliputi ilmu dasar, rancang bangun, perekayasa dan pembuatan bahan baku, suku cadang, peralatan dan/atau peralatan pendukung lainnya, termasuk untuk pemeliharaan dan perbaikan guna mendukung penyelenggaraan pertahanan.

Pasal 19 Kementerian Pertahanan selaku pembina industri pertahanan dalam negeri menyelenggarakan fungsi: a. perumus kebijakan pembinaan teknologi dan industri pertahanan secara berkelanjutan; b. analisis perkembangan teknologi dan *Revolution in Military Affairs* atau RMA secara terus-menerus.

9. Data dan Fakta

Pada sub bab ini, beberapa data dan fakta yang relevan dengan kertas karya ilmiah disampaikan untuk mendukung pembahasan di bab berikutnya.

a. Kondisi Geografis Indonesia

Lokasi geografis Indonesia dibatasi koordinat geografis 6° LU - 11° LS dan 95° BT - 141° BT. Negara kita dengan luas daratan 2.027.087 km² dan perairan 5.866.163 km² dikategorikan sebagai negara yang sangat luas (*very large*). Bentangan panjangnya dari barat ke timur terdiri dari 3 zona waktu, apabila dibandingkan lebih panjang dari jarak antara London ke Siberia. Negara-negara lain di dunia, seperti Amerika Serikat (AS) digolongkan sebagai negara

raksasa (giant), Negara besar (large) seperti Mesir, sedang (medium) seperti Jerman, kecil (small) seperti Belanda, sangat kecil (very small) seperti Qatar dan sangat kecil atau mini (miniatur size) seperti Vatikan⁸.

Indonesia merupakan negara kepulauan yang terdiri dari ribuan pulau dan berbatasan dengan banyak laut (*multi-sea and insular*). Lokasi seperti ini tentu mempunyai tantangan tersendiri. Tidak banyak negara di dunia berbatasan dengan banyak laut seperti Indonesia. Negara-negara di dunia ada yang berlokasi atau berbatasan dengan hanya satu lautan saja (*one-sea location*) seperti Iran dan Pakistan. Ada yang berbatasan dengan dua lautan (*two-sea location*) seperti Turki dan Italia. Negara-negara seperti Amerika dan Kanada memiliki batas dengan tiga lautan; sementara letak batas negara seperti Swiss dan Nepal tidak memiliki batas dengan laut sama sekali, keduanya berlokasi kontinental. Malaysia terpisah lokasinya, bagian barat terletak di Semenanjung Malaka, bagian timur di bagian utara Pulau Kalimantan. Keduanya terpisahkan oleh laut dan selat.⁹

Indonesia berbatasan dengan banyak negara tetangga. Perbatasan negara selalu menjadi potensi permasalahan dalam hubungan bilateral negara bahkan mungkin regional. Di lain sisi, Indonesia terletak relatif cukup jauh dari Amerika Serikat sebagai negara adidaya di bidang kekuatan militer, tetapi cukup dekat dengan China dan Jepang sebagai negara adidaya di bidang ekonomi. Keberadaan letak Indonesia seperti ini, berdampak positif dan negatif terhadap program pembangunan nasional di segala bidang.

b. Pertahanan Indonesia

Sistem Pertahanan Indonesia merupakan cerminan nilai-nilai Pancasila yang tercantum dalam Pembukaan UUD NRI 1945 bahwa “melindungi segenap bangsa Indonesia dan seluruh tumpah darah Indonesia, memajukan kesejahteraan umum, mencerdaskan kehidupan bangsa serta ikut dalam melaksanakan ketertiban dunia yang berdasarkan kemerdekaan, perdamaian abadi, dan keadilan sosial”. Semangat ini kemudian dijabarkan dalam Undang-undang Nomor 3 Tahun 2002 tentang Pertahanan Negara sebagaimana disampaikan di atas.

⁸ Asobudi, et al. 2020. *Materi Pokok Bidang Studi Geografi*. Jakarta: Lemhannas RI.

⁹ *Ibid.* hal. 17

Sistem Pertahanan Indonesia membagi ancaman menjadi 3 kategori: militer, nonmiliter dan hibrida. Ancaman tersebut dapat berwujud agresi, terorisme, komunisme, separatisme, pemberontakan bersenjata, bencana alam, kerusakan lingkungan, pelanggaran wilayah perbatasan, perompakan dan pencurian sumber daya alam, wabah penyakit, peredaran dan penyalahgunaan narkoba, serangan siber, serangan nuklir, serangan biologi, serangan kimia, atau wujud Ancaman yang membahayakan kedaulatan negara, keutuhan wilayah NKRI, dan keselamatan segenap bangsa.¹⁰

Ukuran kekuatan suatu pertahanan negara sering kali diungkapkan dengan istilah Kekuatan Nasional Komprehensif (*CNP, Comprehensive National Power*). Sebuah kajian oleh Liao¹¹ menunjukkan bahwa kekuatan nasional Indonesia berada di urutan ke 6 di Asia, sebagaimana ditunjukkan dalam tabel di bawah ini.

TABEL I. KEKUATAN NASIONAL NEGARA-NEGARA DI ASIA¹².

Country	CNP		SNP-Adjusted Index		SNP	
	Score	Rank	Score	Rank	Score	Rank
China	81.03	1	0.53	10	42.58	1
Japan	39.86	3	0.60	1	23.74	2
Russian Federation	45.55	2	0.49	13	22.35	3
Korea, Rep.	23.19	5	0.58	2	13.35	4
India	30.02	4	0.43	17	12.93	5
Indonesia	8.52	6	0.56	6	4.76	6
Malaysia	7.13	7	0.57	4	4.06	7
Korea, Dem. Rep.	5.09	9	0.45	15	2.29	8
Vietnam	3.92	11	0.57	5	2.22	9
Pakistan	5.09	8	0.37	18	1.90	10
Philippines	2.82	12	0.54	9	1.52	11
Kazakhstan	4.11	10	0.35	19	1.42	12
Myanmar	2.16	13	0.52	12	1.12	13
Mongolia	1.48	14	0.43	16	0.64	14
Nepal	0.85	16	0.48	14	0.41	15
Afghanistan	1.28	15	0.29	20	0.37	16
Kyrgyz Republic	0.68	17	0.54	8	0.37	17
Lao PDR	0.41	19	0.52	11	0.21	18
Tajikistan	0.35	20	0.55	7	0.19	19
Brunei Darussalam	0.50	18	0.29	21	0.14	20
Bhutan	0.13	21	0.57	3	0.07	21

¹⁰ UU RI No. 23 Tahun 2019 Tentang Pengelolaan Sumber Daya Nasional untuk Pertahanan Negara.

¹¹ Liao, H., Dong, W., Liu, H., and Ge, Y. 2015. "Towards Measuring and Visualizing Sustainable National Power—A Case Study of China and Neighboring Countries." *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* **2015**. 4, 1672-1692.

¹² *Ibid.* hal. 1684

Dalam tabel di atas, *CNP* adalah *Comprehensive National Power* yang didefinisikan sebagai berikut

$$CNP = \frac{1}{5}(CM + E + T + M + CA) \quad (1)$$

di mana:

CM adalah Massa Kritisal (*Critical Mass*) terdiri dari variabel dasar yang membentuk kekuatan, yaitu, luas wilayah, populasi, sumber daya dan energi.

E adalah Kekuatan Ekonomi (*Economic Strength*) yaitu berupa *Gross Domestic Product* (GDP).

T adalah Kekuatan Teknologi (*Technological Strength*) yang memainkan peranan penting baik untuk pertumbuhan kekuatan ekonomi maupun pertahanan. Liao¹³ menyebutkan bahwa kekuatan teknologi merupakan dimensi esensial untuk Kekuatan Nasional. Dalam kajian tersebut, yang diukur adalah anggaran R&D, jumlah peneliti, jurnal ilmiah, dan jumlah aplikasi paten.

M adalah Kekuatan Militer (*Military Strength*) terdiri dari anggaran pertahanan, jumlah personel tentara nasional, kapabilitas nuklir dan ekspor/impor persenjataan.

CA adalah Daya Tarik Budaya (*Cultural Appeal*) yang pengaruhnya tidak dapat diabaikan sebagai salah satu dimensi Kekuatan Nasional. Daya tarik budaya mengukur beberapa indikator seperti film, medal olimpiade, situs-situs warisan dunia, pameran internasional dan juga mahasiswa asing.

Masing-masing dimensi CM, E, T, M, dan CA dari Kekuatan Nasional Komprehensif (*CNP*) dapat dilihat di TABEL IV **Error! Reference source not found.** pada Lampiran. Dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa Indonesia memiliki nilai Massa Kritisal 14,84 di urutan ke-4, Kekuatan Ekonomi 8,56 di urutan ke-6, Kekuatan Teknologi 0,70 di urutan ke 11, Kekuatan Militer 8,26 di urutan ke-8, dan Daya Tarik Budaya 10,23 di urutan ke-7.

SNP dalam tabel di atas adalah Kekuatan Nasional Berkelanjutan (*Sustainable National Power*) merupakan fungsi dari *CNP* dan *SNP-adjusted index*. *SNP* adalah kemampuan suatu bangsa untuk menjaga daya saingnya yang lebih tinggi dalam jangka panjang dengan memastikan keberlanjutan sosial dan lingkungannya. Tingkat keberlanjutan sosial dan lingkungan yang

¹³ *Ibid.* hal. 1676.

lebih tinggi merupakan faktor yang menentukan (*critical*) bagi suatu negara untuk lebih produktif, lebih kreatif, dan memiliki ketahanan nasional yang lebih tangguh terhadap berbagai tantangan eksternal, dan oleh karenanya akan memberikan kontribusi pada kekuatan nasional¹⁴. SNP dalam kertas karya ilmiah ini tidak akan dibahas, karena pengukurannya lebih rumit melibatkan Indeks Pembangunan Manusia sebagai *social-adjusted index* dan Sumber Daya Terbarukan serta biodiversitas sebagai *environmental-adjusted index*.

Di lain pihak menurut Global Fire Power (GFP)¹⁵ sebagaimana dirangkum dalam TABEL V dalam Lampiran Indonesia menempati peringkat ke-16 dalam kekuatan global di antara Pakistan di peringkat ke-15 dan Saudi Arabia di peringkat ke-17.

GFP mengukur indeks kekuatan (*Power Index*) menggunakan lebih dari 50 faktor mulai dari kekuatan militer, finansial, logistik sampai ke geografi, dengan rentang nilai dari 0,0000 sebagai kekuatan tertinggi. Semakin kecil nilai indeks kekuatan semakin kuat daya tempur suatu negara. GFP dalam rumus indeks kekuatan ini tidak memperhitungkan kapabilitas senjata nuklir.

c. Perkembangan teknologi nir-awak

Teknologi nir-awak berkembang cukup pesat pada abad ke-21 ini. Kini berbagai negara menggunakan teknologi nir-awak ini untuk memperkuat pertahanannya. Teknologi nir-awak memang sudah mulai digunakan dalam pertahanan negara-negara di dunia baik untuk matra darat sebagai *unmanned ground system (UGS)*, matra laut sebagai *unmanned maritime system (UMS)*, maupun untuk matra udara sebagai *unmanned aircraft system (UAS)*. Amerika bahkan menyatukan sistem nir-awak ini dalam satu peta jalan yaitu *Unmanned Systems Integrated Roadmap 2017-2042*¹⁶. Namun yang sangat pesat perkembangannya saat ini dan oleh karenanya relatif lebih mudah mengumpulkan datanya adalah teknologi nir-awak untuk matra udara yaitu pesawat udara nir-awak (*unmanned aircraft*).

¹⁴ *Ibid.* hal 1673.

¹⁵ Global Fire Power. 2020. *2020 Military Strength Ranking*. <https://www.globalfirepower.com/countries-listing.asp>. Diakses 01.07.2020

¹⁶ U.S. Department of Defense. 2018. *Unmanned Systems Integrated Roadmap 2017-2042*.

Menurut Gattinger¹⁷, 95 dari 101 negara-negara di dunia sekarang ditengarai memiliki inventori aktif untuk pesawat udara nir-awak. Jumlah negara yang mengoperasikan pesawat udara nir-awak militer dalam berbagai jenis diperkirakan meningkat sebesar 58 % dalam dekade terakhir ini, dari 60 negara pada tahun 2010 menjadi 95 negara pada tahun 2019. Jumlah pesawat udara nir-awak terkonfirmasi dilaporkan sebanyak 21.000 yang saat ini aktif digunakan. Jumlah aktual diperkirakan lebih dari 30.000 unit. Enam puluh tiga (63) negara menggunakan sistem pesawat udara nir-awak buatan luar negeri, 20 negara menggunakan sistem pesawat udara campuran antara buatan dalam dan luar negeri, sedangkan 12 negara menggunakan sepenuhnya sistem yang diproduksi sendiri.

Gattinger¹⁸ melaporkan bahwa 19 negara mengekspor pesawat udara nir-awak yang sekarang aktif digunakan. Sistem pesawat udara nir-awak buatan luar negeri kebanyakan dari China, Israel atau Amerika. Selain di ketiga negara ini, 79 negara mengoperasikan pesawat udara nir-awaknya minimal 1 unit dari China, Israel atau Amerika; 32 negara menggunakan minimal 1 unit dari China; 39 negara menggunakan minimal 1 unit dari Israel; dan 49 negara menggunakan minimal 1 unit dari Amerika.

Selanjutnya Gattinger¹⁹ mengklasifikasikan pesawat udara nir-awak menjadi 3 kelas yaitu *Class I* dengan berat kurang dari 150 kg, *Class II* dengan berat 150-600 kg, dan *Class III* dengan berat lebih dari 600 kg. Klasifikasi ini sesuai dengan NATO *Standardization Agreement 4670—NATO's guidance for training drone operators*. TABEL II di bawah ini meringkas data berbagai *class* Pesawat Udara Nir-Awak dan penerapannya oleh negara-negara di dunia. Sampai dengan 2019²⁰, sebanyak 85 negara mengoperasikan pesawat udara nir-awak *Class I*, 44 negara mengoperasikan *Class II* dan 31 negara mengoperasikan pesawat udara nir-awak *Class III*. Ada 171 tipe pesawat udara nir-awak yang saat ini aktif digunakan, di antaranya: *Class I* sebanyak 107 tipe, *Class II* sebanyak 36 tipe dan *Class III* sebanyak 28 tipe. Ke 171 tipe ini diproduksi oleh 108 entitas yang tersebar di 43 negara.

¹⁷ Gattinger, D. 2019. *The Drone Databook*. Washington, D.C.: CSD Bard College.

¹⁸ *Ibid.* hal. IX

¹⁹ *Ibid.* hal. IV

²⁰ *Ibid.* hal. VIII

TABEL II KLASIFIKASI PESAWAT UDARA NIR-AWAK DAN PENERAPANNYA OLEH NEGARA-NEGARA DI DUNIA²¹.

	CLASS I < 150 kg	CLASS II 150 – 600 kg	CLASS III > 600 kg
Jumlah Tipe	107	36	28
Daya tahan terbang	1-3 jam	s.d. 10 jam	s.d. 24 jam lebih
Jarak	80 km	100-200 km	s.d. ribuan km
Kapasitas muatan	5 kg	s.d. 70 kg	ratusan kg
Kecepatan maksimum	100 km/jam	s.d. 200 km/jam	300 km/jam lebih
Negara yang memproduksi	33	21	18
Negara yang mengeoperasikan	85	44	31

10. Kerangka Teoretis

a. Teori Geopolitik

Secara harfiah geopolitik terdiri dari dua suku kata, *i.e.*, *geo* yang berarti bumi, tempat atau ruang; dan *politik* yang berarti upaya memperoleh kekuasaan, kompetisi kekuatan, perebutan kekuasaan dan dominasi dunia.

Karl Haushofer (1869-1946) mendefinisikan geopolitik sebagai ilmu pengetahuan tentang hubungan bumi dan perkembangan politik. Teori-teorinya banyak dipengaruhi oleh Frederich Ratzel (1844-1904) dan Rudolph Kjellen (1864-1922) yang mempunyai pandangan bahwa pertumbuhan negara seperti pertumbuhan organisme yang ruang hidup melalui proses lahir, tumbuh, berkembang, mempertahankan hidup, tetapi dapat juga menyusut dan mati.²²

Banyak pengertian mengenai geopolitik tergantung sudut pandang, namun geopolitik modern dapat diartikan secara ringkas sebagai teori tentang kekuasaan atau pengaruh dan distribusinya di dunia. Analisis geopolitik akan memberikan bagaimana kekuasaan/pengaruh suatu negara terdistribusi di dunia, atau bagaimana tatanan dunia (*world order*) ini ditentukan oleh

²¹ Gattinger, D. 2019. The Drone Databook. Washington, D.C.: CSD Bard College.

²² Prabowo, E. *et al.* 2020. *Geopolitik dan Wawasan Nusantara*. Jakarta: Lemhannas RI.

kekuasaan atau pengaruh suatu negara. Merujuk definisi politik oleh Lasswell²³, Geopolitik pada dasarnya merupakan kompetisi tentang siapa mendapat apa, kapan dan bagaimana, (*who gets what, when and how*) berdasarkan geografi atau tata letak di bumi ini.

Di bawah ini merupakan ringkasan teori-teori mengenai strategi atau cara dalam melaksanakan geopolitik, *i.e.*, geostrategi, geoekonomi dan geoteknologi yang relevan untuk mendukung pembahasan dalam taskap ini.

1) **Geostrategi** merupakan manifestasi kesadaran ruang (*space consciousness*) setiap negara yang digunakan sebagai acuan untuk merumuskan cara terbaik untuk mengembangkan kekuatan yang telah dimiliki menjadi kekuatan yang lebih besar sehingga negara memiliki kemampuan yang lebih baik guna menghadapi ancaman yang mungkin timbul, baik yang berasal dari luar maupun dari dalam negeri. Geostrategi pada dasarnya adalah sebuah rumusan strategi nasional yang didasari oleh konstelasi geografi sebagai faktor utamanya dan analisis kondisi nyata yang dihadapi²⁴. Sedangkan strategi itu menurut Laksda (Purn) Soewarso, M.Sc. didefinisikan sebagai pengerahan menyeluruh dari semua sumber daya untuk mengendalikan situasi, ruang, dan waktu guna mencapai tujuan yang telah ditentukan. Dari pengertian ini, dapat dikatakan bahwa strategi pada hakikatnya merupakan suatu ilmu dan seni atau cara menggunakan seluruh sumber daya yang dimiliki sebagai suatu kekuatan yang disesuaikan dengan tujuan yang ingin dicapai, baik untuk tujuan penyelesaian damai atau perang maupun untuk tujuan terciptanya keamanan dan kesejahteraan.

2) **Geoekonomi** adalah strategi pencapaian kepentingan melalui kekuatan ekonomi atas dasar kajian aspek ruang, waktu, dan politik. Geoekonomi sebagai cabang geopolitik pertama kali digagas oleh Edward Luttwak²⁵, ekonom dan konsultan Amerika Serikat. Luttwak

²³ Carpenter, W. S. 1936. "Politics: Who Gets What, When, How. By Harold D. Lasswell. (New York: Whittlesey House. 1936. Pp. ix, 264.)," *American Political Science Review*. Cambridge University Press, 30(6), pp. 1174–1176.

²⁴ Mulyono, H. et al. 2020. *Geostrategi Indonesia dan Ketahanan Nasional*. Jakarta: Lemhannas RI.

²⁵ Luttwak, Edward N. 1999. "Theory and Practice of Geo-Economics" from *Turbo-Capitalism: Winners and Losers in the Global Economy*. New York: HarperCollins Publishers.

berpendapat bahwa logika yang mendasari konflik militer juga berlaku di perdagangan internasional. Negara berusaha meraup pendapatan sebesar-besarnya sesuai aturan fiskalnya dan tidak bersedia membiarkan negara lain melakukan aktivitas perdagangan dalam wilayahnya. Ini adalah situasi menang atau kalah (*zero-sum game*). Negara mengatur (meregulasi) aktivitas ekonomi untuk memaksimalkan hasil di dalam wilayahnya sendiri, bukan meraih tujuan transnasional, sekalipun hasilnya suboptimal bagi negara-negara lain.

3) **Geoteknologi** adalah strategi pencapaian kepentingan nasional menggunakan teknologi. Teori ini mengatakan bahwa teknologi dapat digunakan untuk memperoleh atau mendistribusikan kekuasaan atau pengaruh seperti halnya politik dan ekonomi. Menurut Frederik Kempe dalam Manning²⁶, geoteknologi hari ini adalah geopolitik pada abad ke-19 dan ke-20. Geoteknologi akan menentukan bagaimana kita semua hidup dan berfungsi. Geoteknologi, atau disingkat Geotek—persaingan kepemimpinan teknologi di antara kekuatan dunia—akan menyusun ulang tatanan global. Kita sudah memasuki era geoteknologi²⁷, di mana para pelaku geopolitik menempatkan teknologi sebagai faktor penentu dalam persaingan tatanan dunia.

b. Teori Pertahanan

Pertahanan dan keamanan²⁸ merupakan faktor yang sangat hakiki dalam menjamin kelangsungan hidup bangsa dan negara. Kemampuan negara dalam mempertahankan dirinya terhadap berbagai bentuk ancaman merupakan syarat mutlak untuk melanggengkan keberadaannya. Pernyataan ini didukung oleh teori-teori sebagai berikut:

1) **Teori Kepentingan Nasional**²⁹ selalu mendasari sistem pertahanan suatu negara. **Nuechterlain** menggolongkan kepentingan nasional

²⁶ Manning, R.A. and Engelke, P. 2018. *The Global Innovation Sweepstakes: A Quest to Win The Future*. Washington, DC: Atlantic Council.

²⁷ Cabañas, J.M.G. 26.06.2019. *The War for the Web*. <https://www.vision-gt.eu/news/the-war-for-the-web/>. Diakses 23.07.2020.

²⁸ Pramono, A., et al. 2020. *Materi Pokok Bidang Studi Pertahanan dan Keamanan*. Jakarta: Lemhannas RI.

²⁹ *Ibid.* hal. 9

menjadi *survival, vital, major*, dan *peripheral*. Kepentingan nasional pada area survival merupakan prioritas utama karena menyangkut eksistensi, kelangsungan hidup bernegara dan menyangkut ancaman masif yang mungkin akan merusak dan menghancurkan.

2) **Teori Revolution in Military Affairs (RMA)** adalah suatu teori tentang perubahan sifat peperangan. RMA atau Revolusi Urusan Militer biasanya merupakan perubahan besar dalam sifat perang karena penerapan inovatif dari berbagai teknologi baru, yang dikombinasikan dengan perubahan dramatis dalam doktrin militer, konsep organisasi dan operasional yang kemudian secara mendasar mengubah karakter dan pelaksanaan operasi militer. Definisi RMA sangat luas dan beragam. Secara sederhana RMA adalah sebuah perubahan revolusioner tentang bagaimana perang diperjuangkan dan dimenangkan³⁰. Perubahan ini sering kali mudah dikenali dengan cara melihat bagaimana angkatan perang yang menerapkan RMA dapat mengalahkan mereka yang tidak menerapkannya. RMA melibatkan pergeseran paradigma dalam sifat dan operasi militer yang mengubah kompetensi inti para pemain dominan yang sudah usang atau tidak relevan lagi.

3) **Teori Comprehensive National Power (CNP)**³¹ menyatakan bahwa kekuatan nasional komprehensif itu merupakan agregasi 5 dimensi sumber daya yang terdiri dari Massa Kritis (wilayah, populasi, sumber daya alam), Kekuatan Ekonomi, Kekuatan Teknologi, Kekuatan Militer dan Daya Tarik Budaya.

c. Teori Teknologi Nir-Awak

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, kecenderungan sistem pertahanan di dunia saat ini mengarah ke teknologi nir-awak (*unmanned technology*). Teknologi nir-awak untuk bidang pertahanan sebenarnya mulai dikembangkan pada awal abad 20, setelah Nicola Tesla berhasil dengan eksperimen *remote-controlled torpedonya*, kemudian

³⁰ Sloan, E.C. (2002). *Revolution in Military Affairs: Implication for Canada and NATO*. Montreal & Kingston: McGill-Queen's University Press.

³¹ Liao, H., Dong, W., Liu, H., and Ge, Y. 2015. "Towards Measuring and Visualizing Sustainable National Power—A Case Study of China and Neighboring Countries." *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* **2015**. 4, 1672-1692.

dilanjutkan oleh Elmer Sperry pada tahun 1917 yang mengembangkan *unmanned flight system for aerial torpedo* untuk Angkatan Laut Amerika³². Pengembangan sistem nir-awak kemudian dilakukan secara iteratif dalam waktu yang cukup lama dan baru secara aktual operasional digunakan pada akhir abad ke-20. Kini di abad ke-21 ini, berbagai negara mulai menggunakan sistem teknologi nir-awak ini untuk memperkuat pertahanannya.

Sistem nir-awak pada dasarnya dikembangkan untuk misi yang sangat berisiko apabila dilakukan menggunakan sistem berawak manusia. Misi khusus ini biasanya dikenal dengan istilah 3D: *Dull, Dirty or Dangerous* (bosan, kotor, bahaya). Fitur ini menjadi keunggulan sistem nir-awak dibandingkan sistem berawak. Sistem nir-awak menawarkan juga keunggulan lain terutama aspek ekonomi, di mana operasi menggunakan sistem nir-awak ini memerlukan biaya yang lebih rendah dibanding sistem ber-awak.

d. Teori Revolusi Industri Ke-4

Dunia kini sedang menjelang Revolusi Industri ke-4. Revolusi ini merupakan satu segmen dari evolusi panjang kemajuan peradaban manusia. Evolusi peradaban manusia ini dimulai dari masyarakat berburu, kemudian menjadi masyarakat petani (agraris). Masyarakat petani berubah menjadi masyarakat industri dengan penemuan mesin uap (Revolusi Industri Pertama), lalu mesin uap dilengkapi atau digantikan dengan mesin bertenaga listrik (Revolusi Industri ke-2), dan kemudian mesin bertenaga listrik ini dilengkapi komputer untuk dapat bekerja secara otomatis (Revolusi Industri ke-3). Dengan kemajuan iptek, kini komputer-komputer dapat terhubung melalui internet dan tak mengenal batas wilayah negara (IoT, *Internet of Things*). Komputer-komputer ini memiliki kapasitas dan kemampuan komputasi yang luar biasa (*Big Data, Cloud Computing*), memiliki kemampuan belajar (*Machine Learning*) dan dapat dilengkapi dengan kecerdasan buatan (AI, *Artificial Intelligence*). Kondisi ini mendorong perubahan berikutnya yaitu Revolusi Industri ke-4, di mana industri akan bekerja lebih cerdas, cepat, dan ekonomis.

Menurut Schwab³³, Revolusi Industri ke-4 berbeda dengan revolusi industri sebelumnya. Revolusi ini berlangsung sangat cepat secara

³² Blom, J.D. 2009. *Unmanned Aerial System: a historical perspective*. CSI Press, Fort Leavenworth, Kansas.

³³ Schwab, K. 2016. *The Fourth Industrial Revolution*. Switzerland, Geneva: World Economic Forum.

eksponensial bukan linear seperti sebelumnya. Hal ini karena teknologi baru dengan cepat melahirkan teknologi yang lebih baru dan lebih *capable*. Revolusi berbasis digital ini menyebabkan pergeseran paradigma dalam ekonomi, bisnis, sosial dan individu. Revolusi Industri ke-4 bukan hanya akan mengubah tentang apa dan bagaimana kita melakukan sesuatu (*what and how we do*), melainkan mengubah juga tentang siapa kita (*who we are*) dalam skala yang tidak pernah terjadi sebelumnya. Revolusi Industri ke-4 akan mentransformasi seluruh sistem melintasi negara, industri dan masyarakat secara keseluruhan, mengantarkan kita pada tatanan baru, Era Industri 4.0 .

e. Teori U

Otto Scharmer (2009)³⁴ menyatakan kita harus menemukan integrasi yang lebih mendalam dan praktis dari kepala, hati, dan tangan — dari kecerdasan dari pikiran terbuka (*open mind*), hati terbuka (*open heart*), dan keinginan terbuka (*open will*)— baik pada tingkat individu maupun kolektif, agar mampu merasakan dan masuk ke dunia kreatif dan inspiratif yang menuntun kita mengambil tindakan berdasarkan potensi tertinggi dirinya dengan berinovasi.

Integrasi “*Mind-Heart-Will*” (pikiran-hati-keinginan) sangat diperlukan baik secara individu maupun kolektif. Dengan *pikirannya* menggunakan nalar transaksional, dengan *hatinya* memberi arah agar merasakan apa yang benar dan harus dilakukan, dengan *keinginannya* berani mengambil tindakan.

11. Lingkungan Strategis

Konstelasi geografis Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI) telah diketahui oleh masyarakat dunia, yang memiliki posisi strategis, di persilangan antara dua benua dan dua samudera, yang menyebabkan wilayah Indonesia menjadi salah satu jalur perdagangan penting di dunia. Selain itu, Indonesia memiliki potensi kandungan sumber kekayaan alam (SKA) yang besar, baik di daratan maupun di perairannya, sehingga dari zaman ke zaman Indonesia kerap menjadi incaran banyak negara di dunia untuk meletakkan pengaruhnya. Pemanfaatan kondisi geografi dan SKA itu, akan sangat dipengaruhi oleh dinamika perkembangan lingkungan strategis yang terjadi pada setiap era. Perkembangan lingkungan

³⁴ Scharmer, C.O. 2009. *Theory U – Leading from the Future as it Emerges*. San Francisco, California: Berrett-Koehler Publishers, Inc.

strategis dimaksud meliputi perkembangan di tingkat global maupun regional yang akan berdampak pada dinamika perkembangan kehidupan bangsa Indonesia, yang karenanya perlu terus dimonitor, diantisipasi, dievaluasi dan dicarikan solusinya demi menjaga, memelihara dan mempertahankan kepentingan nasional Indonesia.

a. Perkembangan Global

Menurut JOE 2035 (*Joint Operating Environment*)³⁵ yang dikeluarkan oleh Komando Gabungan Amerika Serikat, lingkungan strategi dalam 20 tahun ke depan akan ditentukan oleh dua tantangan besar, *i.e.*, norma yang diperebutkan (*contested norms*) dan kekalutan yang tetap (*persistent disorder*). Tantangan yang pertama, norma yang diperebutkan dapat gambarkan sebagai suatu kondisi di mana negara-negara revisionis yang semakin kuat berikut dengan aktor-aktor non-negara yang akan menggunakan setiap elemen kekuasaan untuk mendapatkan atau membuat seperangkat aturan mereka sendiri dengan cara melawan atau ingin mengganti tatanan sistem dunia yang sedang berlaku. Tantangan yang kedua, kekalutan yang tetap merupakan kumpulan negara-negara lemah yang semakin tidak mampu menjaga tatanan domestik dan pemerintahan yang baik. Kedua kubu tantangan ini, akan saling bersinggungan dan terlibat dalam persaingan dengan dimensi militer atau konflik persenjataan. Hal ini tentu akan berimplikasi kepada lingkungan strategis kawasan dan global.

Era globalisasi dengan kemajuan teknologi informasi, komunikasi dan transportasi telah menuntut banyak negara untuk menerapkan sistem demokrasi dalam kehidupan bermasyarakat, berbangsa dan bernegara. Globalisasi telah mengubah dunia menjadi *borderless*, menghilangkan batas-batas wilayah atau negara, sehingga peristiwa yang terjadi di suatu negara dapat berpengaruh terhadap negara lainnya. Arus globalisasi merambah ke segala bidang dan menyebabkan berbagai dampak pada seluruh aspek kehidupan. Baik kegiatan masyarakat yang konstruktif seperti pendidikan maupun industri, maupun yang desktruktif seperti terorisme atau kriminal, semua gerakan kini berkembang ke arah global atau transnasional: *global education*, *global corporation*, *transnational terrorism* atau *transnational crime*.

³⁵ Joint Chiefs of Staff. 2016. *Joint Operating Environment, JOE 2035: The Joint Force in a Contested and Disordered World*. Washington, DC: Government Printing Office. July 2016

Seiring dengan perkembangan global ini, pesawat udara nir-awak telah digunakan dalam berbagai operasi di dunia untuk melawan terorisme, pemberontakan, pembajakan, peredaran narkoba, penyelundupan, kebakaran, dan untuk menjaga perdamaian, keamanan perbatasan serta konservasi lingkungan hidup. Menurut The Drone Databook³⁶, paling sedikit 28 negara telah mengerahkan pesawat udara nir-awaknya sejak 1980-an di luar batas wilayahnya. Dua puluh dua negara termasuk Afganistan telah mengerahkan pesawat udara nir-awaknya di atas wilayah Afganistan. Delapan negara telah mengerahkan pesawat udara nir-awak untuk misi perdamaian di Balkans, Mali, dan Congo. Sebagian besar pesawat udara nir-awak digunakan untuk pengawasan (*surveillance*) dan pengintaian (*reconnaissance*).

Saat ini sekitar 10 negara, yaitu: Azerbaijan, Israel, Iraq, Iran, Nigeria, Pakistan, Turki, UAE, Inggris dan Amerika yang memiliki pesawat udara nir-awak yang dapat menyerang. Sebanyak 30 negara lainnya kini sedang dalam proses pengadaan pesawat udara nir-awak yang dapat menyerang. Walaupun punya kemampuan untuk menyerang, pesawat udara nir-awak ini saat ini kebanyakan masih digunakan untuk pengawasan dan pengintaian.³⁷

Sampai dengan 2019, paling tidak 16 negara terlibat dalam operasi militer menggunakan pesawat udara nir-awak di luar negaranya. Delapan negara—Iran, Italia, Iraq, Russia, Siria, Turki, Inggris, and Amerika—mengeoperasikan pesawat udara nir-awaknya di Iraq dan Siria. Amerika diduga mengoperasikan di atas wilayah lain seperti di Afganistan, Afrika Barat, Sahel, Somalia, Yaman, Filipina, Semenanjung Korea dan Eropa Timur.³⁸

b. Perkembangan Regional

Pada tingkat regional, di Asia Timur tumbuh kekuatan besar yang terus berkembang menjadi alternatif kekuatan dunia, yakni Jepang, Korea Selatan dan China. Dari ketiga kekuatan besar ini, China terus berkembang menjadi salah satu penantang dan penyeimbang baru bagi dominasi Amerika. Sementara itu di Asia Selatan, India merupakan negara paling menonjol kemajuannya terutama di bidang perekonomian, teknologi dan pertahanan.

³⁶ Gattinger, D. 2019. The Drone Databook. Washington, D.C.: CSD Bard College.

³⁷ *Ibid.* hal. XIII

³⁸ *Ibid.* hal. XIII

China dengan klaim teritorial *nine dash line* telah menyebabkan satu isu politik di ASEAN dengan Vietnam, Malaysia, Brunei Darussalam dan Filipina. Meskipun Indonesia bukan *claimant state* namun sikap asertif China telah bersinggungan juga dengan yurisdiksi Indonesia di Laut Natuna, yang apabila tidak diwaspadai dan diselesaikan secara damai melalui jalur diplomatik dapat menjadi persoalan serius pada masa mendatang. Selain upaya geopolitik, China juga sangat gencar dengan geoekonomi dan geoteknologinya. Peluncuran satelit Quantum China pada 2016 membuat kemajuan teknologi makin mengemuka dan kekuatan tidak hanya dimonopoli pihak Barat semata. Pergeseran ini menimbulkan kekhawatiran juga, karena setiap perubahan kekuatan dunia akan menghadirkan konflik baru pada tahapan berikutnya.

Menyikapi pergeseran ini, Amerika menempatkan 3 pilar penopang keamanan regional i.e., *security, prosperity dan democracy* di kawasan Asia Pasifik dan meramaikan lingkungan strategi regional. Selain Amerika, yang tentu perlu diperhatikan adalah postur China, Jepang dan Korea Selatan sebagai aktor regional, di samping tentu saja Korea Utara yang selalu menampilkan warna lain dalam hubungan antarbangsa. China telah menjadi kekuatan ekonomi dunia yang mengandalkan kekuatan teknologi dan industri. Dengan kemajuan teknologi dan industri, China diperkirakan mampu memodernisasi mesin perangnya guna mencapai kepentingan nasionalnya, termasuk klaim teritorialnya di Laut China Selatan. Keseimbangan kekuatan (*balance of power*) terus terjadi dengan kemunculan kekuatan-kekuatan baru di kawasan dengan berbagai daya ekspansionisnya.

Dalam hal teknologi nir-awak, China merupakan salah 1 dari 3 negara pengeksport pesawat udara nir-awak terbesar di samping Amerika dan Israel. Tidak diketahui secara pasti berapa jumlah pesawat yang dimiliki Militer China. Namun data menunjukkan bahwa paling sedikit 32 negara menggunakan minimal 1 unit pesawat udara nir-awak buatan China. China sendiri Sejak 2013 menerbangkan pesawat udara nir-awaknya untuk misi pengintaian di langit Laut China Timur di atas kepulauan Senkaku/Daioyu, hingga Jepang harus menerbangkan pesawat tempurnya untuk menghadangnya (*intercept*).³⁹

³⁹ Gattinger, D. 2019. The Drone Databook. Washington, D.C.: CSD Bard College.

Di Asean, Malaysia memiliki skuadron pesawat udara nir-awak dengan jumlah 26 unit, terdiri dari Class I 24 unit dan Class II 2 unit. Sementara itu Singapura memiliki minimal 15 Unit Class I dan beberapa unit Class II dan Class III. Thailand memiliki skuadron pesawat udara nir-awak terbesar di Asean dengan jumlah unit lebih dari 157 unit, terdiri dari Class I 116 unit, Class II 30 unit, dan Class III 1 unit lebih.⁴⁰

c. Perkembangan Nasional

Menyesuaikan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, dan juga dengan perkembangan regional maupun global, Indonesia juga mengembangkan kekuatan teknologi nir-awaknya. Pengembangan teknologi pesawat udara nir-awak dimulai sejak 2005 di BPPT, Lapan dan beberapa Industri dalam negeri.

BPPT mengembangkan 3 purwarupa Pesawat Udara Nir-Awak (PUNA) Class II yaitu Wulung, Gagak dan Pelatuk dengan panjang bentang sayap sekitar 6 m. Namun purwarupa yang terus dikembangkan hingga menjadi produk adalah Wulung, yang berhasil mendapat sertifikasi dari *Indonesian Military Airworthiness Authority* (IMAA) dan produksinya di serahkan ke PTDI pada tahun 2014. BPPT kemudian melanjutkan pengembangan untuk jenis taktikal PUNA Alap-alap dengan Berat Lepas Landas 31 kg dan bentang sayap 3.2 m. Pada awal Desember 2018⁴¹, PUNA Alap-Alap telah menerima Sertifikasi Tipe (*Type Certificate*) dan Sertifikat Kelaikudaraan Militer (*Certificate of Military Airworthiness*) untuk misi Pemetaan dengan endurance 5 jam dan ketinggian maksimum 12.000 feet.

Kekuatan teknologi nir-awak Indonesia sebagaimana terangkum dalam *The Drone Databook* oleh *The Center for The Study of the Drone* adalah 23 unit, masing-masing Class I 15 unit, Class II 8 unit termasuk 3 unit Wulung dan 1 unit *trial platform* dari Swedia. Jumlah ini nampaknya terlalu sedikit kalau dibandingkan dengan negara-negara di Asean dengan mempertimbangkan ukuran negara baik itu geografi, demografi maupun kekayaan alam.

⁴⁰ *Ibid.* hal. 31, 40, 52

⁴¹ BPPT. 28.01.2020. PUNA Alap-Alap BPPT, Dukung Pertahanan dan Keamanan Nasional. <https://www.bppt.go.id/layanan-informasi-publik/3852-puna-alap-alap-bppt-dukung-pertahanan-dan-keamanan-nasional>. Diakses 01.07.2020.

BAB III

PEMBAHASAN

12. Umum

Pada bab-bab sebelumnya telah disampaikan bahwa arus globalisasi dan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi telah mengubah pola dan bentuk ancaman dengan spektrum yang lebih luas. Genderang Revolusi Industri ke-4 yang kini sedang menjelang akan memberikan dampak pada berbagai aspek kehidupan, termasuk pertahanan dan keamanan. Mengikuti perkembangan dan perubahan global tersebut, telah nampak bahwa sistem pertahanan berbagai negara di dunia pun berubah menyesuaikan.

Data dan fakta yang disampaikan pada Bab III menunjukkan bahwa penerapan teknologi nir-awak untuk pertahanan negara mulai dilakukan sejak 1980-an dan mulai secara intensif dikerahkan untuk berbagai operasi militer baik untuk melawan ancaman maupun menjaga perdamaian. Sampai dengan 2019 lalu, paling sedikit 16 negara terlibat dalam operasi militer menggunakan pesawat udara nir-awak di luar wilayah negaranya. Kebanyakan pesawat udara nir-awak tersebut adalah buatan China, Israel dan Amerika.

China sebagai kekuatan baru dunia sejak 2013, menerbangkan pesawat udara nir-awaknya untuk misi pengintaian di langit Laut China Timur. Selain itu sebagai 3 negara terbesar dalam pengekspor pesawat udara nir-awak telah mengekspor produknya ke 32 negara⁴². Ini merupakan salah satu geopolitik China dalam mendistribusikan pengaruhnya melalui faktor teknologi, atau dikenal dengan istilah geoteknologi. Sementara itu, hampir semua negara-negara di Asean saat ini mulai menggunakan pesawat udara nir-awaknya untuk pertahanan negara mereka. Jumlah unit pesawat udara nir-awak yang dimiliki negara-negara di Asean berkisar puluhan. Thailand⁴³ memiliki skuadron pesawat udara nir-awak terbesar di Asean dengan jumlah unit lebih dari 157 unit, terdiri dari Class I 116 unit, Class II 30 unit, dan Class III 1 unit lebih.

⁴² Gattinger, D. 2019. The Drone Databook. Washington, D.C.: CSD Bard College. hal IX.

⁴³ *Ibid.* hal. 52

Menyesuaikan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, dan juga dengan perkembangan regional maupun global, Indonesia juga mengembangkan kekuatan teknologi nir-awaknya, baik mengembangkan sendiri maupun melalui pengadaan dari luar negeri. Kekuatan teknologi nir-awak Indonesia sebagaimana terangkum dalam TABEL VII (Lampiran 2) adalah sebanyak 23 unit, masing-masing Class I 15 unit, Class II 8 unit termasuk 3 unit Wulung dan 1 unit *trial platform* dari Swedia. Jumlah ini nampaknya terlalu sedikit kalau dibandingkan dengan negara-negara di Asean dengan mempertimbangkan ukuran negara baik itu geografi, demografi maupun kekayaan alam.

Bab ini membahas 4 pertanyaan kajian sebagaimana yang telah ditetapkan pada Bab I, sebagai berikut:

- Pasal 13 menganalisis peran teknologi nir-awak dalam memperkuat negara dari perspektif geostrategi, geoekonomi dan geoteknologi guna memperoleh rumusan solusi untuk penguatan konsep atau kebijakan dalam penguasaan teknologi nir-awak.
- Pasal 14 membahas dampak Revolusi Industri ke-4 terhadap astagatra dengan pertimbangan pertahanan dan keamanan semesta. Aspek pertahanan dan keamanan akan dibahas lebih rinci sesuai dengan rumusan masalah pada kertas karya ilmiah ini guna memperoleh rumusan solusi dalam memanfaatkan peluang terkait perubahan besar revolusi industri ini.
- Pasal 15 membahas keunggulan, kelemahan, kontroversi dan isu lainnya mengenai teknologi nir-awak untuk merumuskan solusi skema penguasaan teknologi nir-awak ke depan.
- Pasal 16 membahas peran para pemangku kepentingan untuk merumuskan solusi dalam penguatan peran tersebut dalam penguasaan teknologi nir-awak guna memperkuat pertahanan dan keamanan.

13. Peran Teknologi Nir-Awak dalam Memperkuat Pertahanan Negara dari Perspektif Geostrategi, Geoekonomi dan Geoteknologi.

Banyak pengertian mengenai geopolitik tergantung sudut pandang. Geopolitik modern dapat diartikan secara ringkas sebagai teori tentang kekuasaan atau pengaruh dan distribusinya di dunia. Analisis geopolitik memberikan bagaimana kekuasaan/pengaruh suatu negara terdistribusi di dunia, atau bagaimana tatanan

dunia (*world order*) ini ditentukan oleh kekuasaan atau pengaruh suatu negara. Merujuk definisi politik oleh Lasswell⁴⁴, Geopolitik pada dasarnya merupakan kompetisi tentang siapa mendapat apa, kapan dan bagaimana, (*who gets what, when and how*) berdasarkan geografi atau tata letak di bumi ini.

“Apa” yang dimaksud definisi di atas tidak lain adalah kepentingan nasional (*national interest*). Geopolitik untuk mewujudkan kepentingan nasional tersebut biasanya dituangkan dalam suatu strategis sebagai rencana aksi atau kebijakan yang disebut geostrategis. Dahulu geostrategis utamanya dilakukan dengan kekuatan militer untuk memperoleh atau mendistribusikan kekuasaan hingga ke wilayah geografis negara lain. Dewasa ini—dengan konsep bahwa “menguasai tidak perlu memiliki atau menduduki,”—upaya mewujudkan kepentingan lebih banyak menggunakan kekuatan ekonomi atau teknologi melalui aktor non-negara (*non-state actor*), oleh karena itu menjadi sangat penting memahami tentang konsep geoeкономи and geoteknologi untuk melengkapi atau memperkuat geostrategi sebagai strategi untuk mencapai tujuan nasional berdasarkan konstelasi geografi.

Geostrategi Indonesia merupakan dasar perumusan atau konsepsi Ketahanan Nasional Indonesia. Dalam konteks hubungan internasional, di mana semua negara mempunyai kepentingan masing-masing, dan mungkin saja kepentingan itu saling bertentangan, maka geostrategi sangat memperhatikan perkembangan lingkungan strategis baik regional maupun global. Hal ini sejalan dengan dengan Undang-Undang RI No. 34 tahun 2004 tentang TNI Pasal 30 yang menyatakan kekuatan TNI baik dalam operasi militer untuk perang maupun operasi militer selain perang untuk kepentingan pertahanan negara dan/atau dalam rangka mendukung kepentingan nasional. Baik untuk operasi militer untuk perang maupun operasi militer selain perang, TNI perlu menjaga kesiap-siagaan tempur (*combat readiness*) yang didukung dengan berbagai alutsista yang handal, rendah risiko, dan mampu melaksanakan misinya dengan baik. Dari perspektif Revolusi Urusan Militer (RMA), dukungan alutsista perlu memperhatikan penerapan berbagai teknologi baru secara inovatif agar misi dapat dilakukan juga secara efisien dan efektif.

⁴⁴ Carpenter, W. S. 1936. “Politics: Who Gets What, When, How. By Harold D. Lasswell. (New York: Whittlesey House. 1936. Pp. ix, 264.),” American Political Science Review. Cambridge University Press, 30(6), pp. 1174–1176.

Perkembangan saat ini menunjukkan bahwa perwujudan geostrategi sangat dipengaruhi oleh era baru dalam percaturan dunia khususnya era globalisasi dengan perkembangan pesat ilmu pengetahuan dan teknologi (iptek). Pemerintah dalam hal ini melalui Kementerian Pertahanan telah menyikapi perkembangan ini dengan Peraturan Menteri Pertahanan RI No. 15 Tahun 2009 tentang Pembinaan Teknologi dan Industri pertahanan yang menyatakan pentingnya ilmu pengetahuan dan teknologi serta *Revolution in Military Affairs* (RMA).

Definisi Revolusi Urusan Militer atau RMA sangat luas dan beragam. Secara sederhana RMA adalah sebuah perubahan revolusioner tentang bagaimana perang diperjuangkan dan dimenangkan. Perubahan ini sering kali mudah dikenali dengan cara melihat bagaimana angkatan perang yang menerapkan RMA dapat mengalahkan angkatan perang yang tidak menerapkan. RMA melibatkan pergeseran paradigma dalam sifat dan pelaksanaan operasi militer yang mengubah kompetensi inti para pemain dominan yang sudah usang atau tidak relevan lagi.

Negara-negara di dunia kebanyakan selalu melakukan ini dalam pembaharuan atau penyesuaian sistem pertahanannya dengan kemajuan teknologi. Salah satu contoh negara tetangga yang menerapkan konsep RMA adalah Singapura. Kementerian Pertahanan Singapura melihat bahwa teknologi informasi merupakan sesuatu kritical dan menentukan dalam konflik masa depan. Dari segi kebijakan, Singapura telah membentuk *Future System Directorate*, dan *Center for Military Experimentation*. Kedua lembaga ini melakukan konsep IKC2 sebagai upaya Singapura dalam mengimplementasikan RMA. Singapura menetapkan *doktrin Integrated Knowledge-based Command and Control* (IKC2). Area RMA yang dikembangkan oleh Kementerian Pertahanan Singapura adalah peralatan elektronika yang maju, signal processing, keamanan sistem informasi, sistem kendali maju, komunikasi maju, peperangan elektronik (*electronic warfare*) dan Pesawat Pengintai Nir-awak (Unmanned Aerial Vehicles System)⁴⁵. Menurut The Drone Databook⁴⁶, Singapore sejak 2007 sudah melengkapi kekuatan pertahanannya dengan pesawat udara nir-awak buatan Israel. Saat ini diperkirakan Singapura memiliki paling sedikit 21 pesawat udara nir-awak yang terdiri dari 15 unit

⁴⁵ Berchmans, J.S.W. 2014. *Konsepsi Penggunaan Pesawat Terbang Tanpa Awak Guna Meningkatkan Kemampuan Pertahanan Negara Dalam Rangka Memperkokoh NKRI*. Taskap PPRA LII. Jakarta: Lemhannas RI Tahun 2014.

⁴⁶ Gattinger, D. 2019. *The Drone Databook*. Washington, D.C.: CSD Bard College. Hal. 40

Class I, 3 unit Class II dan 3 Unit Class III, kalau satu set Sistem Pesawat Udara Nir-Awak (UAS) itu adalah 3 unit wahana dan 1 set Stasiun Kendali Darat (GCS).

Sementara itu Indonesia sebagai negara yang jauh lebih luas dan dengan penduduk yang jauh lebih banyak, hanya memiliki 23 pesawat udara nir-awak yang terdiri dari 15 unit Class I dan 8 unit Class II.

Tidak banyak informasi mengenai bagaimana Indonesia menerapkan RMA. Namun, langkah negara lain dalam menerapkan RMA dapat menjadi salah satu rujukan untuk mengkaji bagaimana konsep RMA dapat dilaksanakan di Indonesia. Salah satu kebijakan terkait RMA adalah Peraturan Menteri Pertahanan No. 15 Tahun 2009 Pasal 19 yang menyatakan tentang pentingnya pembinaan teknologi dan industri pertahanan secara berkelanjutan dan analisis perkembangan teknologi dan RMA secara terus menerus. Memang tidak dapat dipungkiri bahwa penerapan RMA merupakan hal yang tidak mudah, terutama karena RMA bagi negara manapun merupakan program yang memerlukan biaya tinggi. Hal ini menjadi kendala untuk konsisten dalam menerapkan RMA. Akibatnya, pengembangan pertahanan negara berdasarkan RMA tetap menjadi hal yang belum selaras.

Mencermati perkembangan saat ini dan juga menyimak berbagai narasi oleh banyak ahli, analis, spesialis dan pengamat, teknologi memegang peranan semakin penting dalam kehidupan modern kita saat ini dan ke depan, termasuk politik, ekonomi, pertahanan dan keamanan. Kita memasuki era geoteknologi di mana aktor-aktor geopolitik menggunakan teknologi sebagai faktor penentu dalam meraih kekuasaan atau mengendalikan pengaruhnya dalam tatanan dunia.

Geostrategi dan geoekonomi memang saling melengkapi, tetapi kedua konsep ini tidak memberikan gambaran lengkap tentang apa sebenarnya yang menjadi katalis perubahan dalam dinamika global. Perlu pendekatan ketiga untuk melengkapi kedua konsep tersebut, yaitu geoteknologi. Sudut pandang geoteknologi menawarkan pemahaman tentang inovasi potensial yang dapat mengenyampingkan keunggulan geoekonomi melalui komersialisasi yang cepat dan dapat memiliki dampak geopolitik besar melalui penyebaran strategis dan potensi militerisasi. Perubahan tatanan kehidupan mulai dari era masyarakat berburu, bertani, kemudian menjadi era masyarakat industri dan kemudian setiap perubahan ini menentukan tatanan dunia pada setiap era, dapat dilihat sebagai perubahan geoteknologi.

Perspektif geoteknologi memberikan informasi tentang dinamika global dalam dua cara⁴⁷. Pertama, menempatkan teknologi bersama kekuatan ekonomi, kekuatan militer, dan kepiawaian diplomasi sebagai penentu sejarah. Sejarah memperlihatkan bagaimana negara-negara Eropa mampu melampaui kemajuan atau kesejahteraan China dan India mulai akhir abad 18 dengan teknologi yang melahirkan revolusi industri. Begitu juga Jepang dan Korea yang menjadi kerajaan ekonomi pada abad 20. Kedua, konsep geopolitik cenderung mengabaikan aktor non-negara, dan geoekonomi mengakui aktor non negara tetapi terbatas hanya untuk industri-industri besar—dengan modal besar dan personel yang banyak saja. Sebagaimana yang kita ketahui, PC, *smartphone*, Google, Facebook, Whatsapp, DJI dan lain-lain yang menyebar ke seluruh dunia seolah tanpa mengenal batas wilayah, dan memberikan dampak global yang luar biasa itu merupakan produk teknologi yang awalnya hanya dikendalikan beberapa orang saja. Namun kini mereka mempunyai kapabilitas yang mungkin melampaui kemampuan suatu negara untuk hal-hal tertentu.

Perspektif geoteknologi ini sudah mulai dipertimbangkan dalam Buku Putih Pertahanan Indonesia. Dalam buku ini disebutkan bahwa pola konflik bersenjata saat ini mengalami perubahan yang signifikan sehingga memengaruhi kecenderungan bentuk konflik kontemporer di dunia. Hal ini disebabkan adanya perkembangan teknologi militer, keinginan untuk mengurangi jatuhnya korban biaya perang yang tinggi dan semakin ketatnya penerapan kaidah-kaidah hukum dan konvensi internasional. Pola untuk menguasai ruang tidak lagi dilakukan secara frontal, melainkan dilakukan dengan cara-cara nonlinier, tidak langsung, dan bersifat proxy war. Kecenderungan menguasai suatu negara dengan menggunakan 'senjata' asimetris yang dibangun secara sistematis, seperti konflik Suriah dan perang di Ukraina semakin meningkat. Penciptaan kondisi lewat propaganda dilakukan dengan memanfaatkan kemajuan teknologi informasi dan ruang siber seperti media sosial.⁴⁸

Teknologi nir-awak menjanjikan berbagai keuntungan baik secara politik, ekonomi, maupun pertahanan keamanan (daya tempur). Beberapa sub sistem pada

⁴⁷ Goodman, M., & Khanna, P. (2013). "The Power of Moore's Law in a World of Geotechnology". *The National Interest*, (123), 64-73. Diakses 25.07.2020, dari www.jstor.org/stable/42896538

⁴⁸ Kementerian Pertahanan RI. 2005. *Buku Putih Pertahanan Indonesia*. Jakarta: Kementerian Pertahanan RI.

sistem teknologi nir-awak, seperti *flight control system*, *propulsion system*, *surveillance system*, *weapon system* dan lain-lain merupakan teknologi maju (*state-of-the-art*). Penguasaan teknologi nir-awak akan meningkatkan daya gentar (*deterence*) sistem pertahanan negara kita, dan oleh karenanya akan meningkatkan peran atau posisi Indonesia secara politik di lingkungan internasional.

Di samping itu, Wahana nir-awak (*unmanned vehicles*) menawarkan biaya operasional pertahanan yang lebih ekonomis, karena ketika satu sistem sudah terbangun dengan baik, memperbanyak sistem tersebut dapat dilakukan relatif lebih mudah dan lebih murah dibandingkan dengan sistem berawak konvensional. Wahana berawak menuntut anggaran yang cukup tinggi untuk memilih, mendidik dan melatih para awak dan berbagai asuransi sebagai konsekwensi menggunakan manusia yang bernyawa. Selain itu penggunaan manusia sebagai awak ini biasanya dibatasi oleh waktu layak tugas karena pertambahan usia.

Merujuk pada teori geoekonomi di mana negara berusaha untuk pendapatan sebesar-besarnya sesuai aturan fiskalnya dan tidak bersedia membiarkan negara lain melakukan aktivitas perdagangan dalam wilayahnya karena semua adalah tentang rantai nilai dan merupakan *zero-sum game*. Walaupun bukan untuk tujuan transnasional berupa ekspor ke negara lain, negara perlu mengatur (meregulasi) aktivitas ekonomi untuk memaksimalkan hasil di dalam wilayahnya sendiri. Penguasaan teknologi nir-awak dari perspektif geoekonomi menjadi sangat relevan, karena dengan dapat menguasai teknologi ini secara mandiri, Indonesia dapat memaksimal keuntungan di dalam wilayahnya sendiri, tanpa ada *capital-flight* ke luar negeri karena pembelian sistem pesawat udara nir-awak, dan kemudian ketergantungan lainnya seperti perawatan, *upgrading* dan lain-lain.

Dari sudut pandang daya tempur, berbeda dengan wahana berawak, wahana nir-awak dapat digunakan untuk menjalankan misi 3D ke daerah-daerah yang sangat berbahaya (*dangerous*), daerah kotor (*dirty*) karena kontaminasi senjata kimia atau biologi misalnya, atau yang membosankan (*dull*) yang menyebabkan gangguan psikologis terhadap para awak. Menggunakan wahana nir-awak akan mengurangi rasa was-was ketika menjalankan misi-misi 3D (*dangerous, dirty and dull*), karena bilamana perlu wahana ini dapat ditetapkan sebagai “sekali pakai” (*expendable*), berbeda halnya dengan wahana konvensional yang harus kembali (*recoverable*) karena ada jiwa manusia di dalamnya.

Dari sudut pandang geopolitik dan geostrategi teknologi nir-awak sangat penting dikuasai guna memperkuat pertahanan negara untuk saat ini dan secara berkelanjutan untuk masa depan karena meningkatkan daya tempur dan daya gentar. Dari perspektif geoekonomi dan geoteknologi, penguasaan teknologi nir-awak perlu diupayakan untuk memaksimalkan keuntungan di wilayah sendiri, meningkatkan kemandirian dan menjamin kepentingan nasional.

Merujuk pada Teori *Comprehensive National Power (CNP)* di mana Kekuatan Nasional Komprehensif itu merupakan agregat dari Massa Kritis, Kekuatan Ekonomi, Kekuatan Teknologi, Kekuatan Militer dan Daya Tarik Budaya, maka penguasaan teknologi Nir-Awak akan memberikan kontribusi pada peningkatan 3 dimensi CNP, yaitu Ekonomi, Teknologi dan militer. Hal ini akan mengungkit CNP secara agregat dan meningkatkan Kekuatan Nasional Komprehensif Indonesia. Upaya ini perlu dilakukan mengingat Indonesia ke depan akan menjadi Negara besar di bidang Ekonomi, yang tentunya harus diiringi dengan peningkatan kekuatan di bidang pertahanan negara.

14. Dampak Revolusi Industri ke-4 terhadap Astragatra Sebagai Sumber Daya Nasional untuk Pertahanan Negara

Dunia saat ini sedang menjelang satu perubahan besar, *i.e.*, Revolusi Industri ke-4 yang menerapkan teknologi informasi dan komunikasi modern dalam produksi dan mengantarkan tatanan kehidupan pada era baru "Industri 4.0". Pusat Riset Kecerdasan Artifisial Jerman (*Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz*, DFKI) merupakan pendiri gerakan ini. Industri 4.0 dicetuskan ke publik pertama kali pada Pameran Hannover (*Hannover Messe*) tahun 2011 oleh Wolfgang Wahlster, Henning Kagermann dan Wolf-Dieter Lukas. Istilah ini merupakan sinonim untuk produksi masa depan dunia, dan merupakan strategi teknologi tinggi Pemerintah Federal Jerman.

Evolusi peradaban manusia dimulai dari masyarakat berburu yang kemudian menjadi masyarakat petani (*agraris*). Produktivitas pada masa ini ditentukan oleh tenaga manusia dan hewan. Oleh karena itu negara-negara besar pada masa ini adalah negara-negara berpenduduk banyak seperti China dan India. Revolusi Industri pertama pada akhir abad ke-18 mengubah masyarakat petani menjadi masyarakat Industri 1.0 dengan penemuan mesin uap yang menggantikan tenaga

manusia dan hewan. Hal ini berdampak luas pada sosial budaya masyarakat karena perubahan pola kehidupan. Negara yang sebelumnya berjaya dengan pertanian karena banyak penduduknya—seperti China dan India, digantikan oleh negara yang berjaya dengan mesin karena sektor produksinya lebih efisien—seperti negara-negara di Eropa. Revolusi Industri ke-2 kemudian memperkuat mesin uap dengan mesin listrik pada akhir abad ke-19, mulailah Era Industri 2.0. Industri 2.0 ditandai dengan lini produksi masal dan perkembangan pesat industri di segala bidang, termasuk transportasi. Ruang gerak manusia menjadi semakin luas dan cepat sehingga penyebaran informasi terjadi semakin cepat pula. Revolusi industri ke-3 dimulai dengan ditemukannya teknologi digital dan otomasi pada 1969. Revolusi ini memulai Era Industri 3.0 dan membuat industri semakin efisien dengan penggunaan robot dan teknologi elektronik.

Ilmu pengetahuan dan teknologi terus berkembang, kini komputer-komputer dapat terhubung melalui internet (*Internet of Things, IoT*) tak mengenal batas wilayah negara. Komputer-komputer kini memiliki kemampuan komputasi yang luar biasa, memiliki kemampuan belajar (*machine learning*) dan kecerdasan buatan (*AI, Artificial Intelligence*). Kondisi ini akan mendorong perubahan berikutnya yaitu Revolusi Industri ke-4, menggeser Industri 3.0 menjadi Industri 4.0 di mana industri bekerja lebih cerdas-cepat-dan-ekonomis. Karena kehidupan masyarakat modern ditopang oleh industri, revolusi industri ini akan berdampak pada seluruh gatra kehidupan sebagai sumber daya nasional untuk pertahanan negara.

Kemajuan teknologi informasi mengungkit semua pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi baru yang akan menggerakkan Era Industri 4.0. Schwab⁴⁹ menyusun 3 klaster teknologi yang menjadi megatren di Era Industri 4.0. Ketiga klaster teknologi tersebut adalah (1) Fisik: terdiri dari wahana nir-awak (*autonomous vehicles*), 3D printing, robotik maju dan material baru, (2) Digital dan (3) Biologi. Menurut Bonciu⁵⁰ fusi dari ketiga klaster teknologi ini merupakan ciri khas Era Industri 4.0 yang berbeda dengan era industri sebelumnya. Revolusi Industri ke-4 akan memberikan dampak terhadap astagatra sebagai berikut:

⁴⁹ Schwab, K. 2016. *The Fourth Industrial Revolution*. Switzerland, Geneva: World Economic Forum.

⁵⁰ Bonciu, F. 2019. "Impact of the 4th Industrial Revolution on the World Order". *Romanian Journal of European Affairs*. Vol.19, No. 2.

a. Aspek Geografi

Digitisasi data geografi akan memperluas pandangan manusia terhadap objek di muka bumi dengan segala fiturnya. Variasi dan dimensi objek geografi akan bertambah karena kapasitas maupun kecepatan sistem informasi yang meningkat. Manusia dapat bergerak lebih cepat dalam memperoleh dan memanfaatkan data geografi. Data dan informasi geografi menjadi semakin penting karena memiliki kandungan dan konteks untuk memahami segala sesuatu secara spasial sebagai landasan pengambilan keputusan.

Revolusi Industri ke-4 akan mendorong percepatan informasi geospasial dalam format digital yang tematik dan terinci yang memudahkan pemahaman tentang kuantitas dan kualitas sumber daya nasional secara spasial. Hal ini harus dimanfaatkan dalam upaya penguatan pertahanan negara sebagaimana amanat Undang-Undang No. 3 Tahun 2002 tentang Pertahanan Negara Pasal 3 Ayat (2) yang menyatakan bahwa pertahanan negara disusun dengan memperhatikan kondisi geografis Indonesia sebagai negara kepulauan. Informasi geospasial juga sangat diperlukan untuk menunjang operasi-operasi pertahanan dan keamanan menggunakan wahana nir-awak.

b. Aspek Demografi:

Revolusi sebelumnya hanya mengganti satu sektor aktivitas utama dengan kegiatan lainnya, misalnya pertanian dengan industri. Revolusi Industri ke-4 dengan ciri khasnya tadi akan berdampak pada semua sektor aktivitas manusia. Revolusi Industri ke-4 akan meningkatkan produktivitas dan efisiensi industri, serta memberikan kemudahan dan kenyamanan bagi pengguna, namun di sisi lain, berpotensi menyebabkan hilangnya berbagai pekerjaan karena digantikan oleh sistem daring dan robot cerdas. Hal ini mulai nampak di beberapa sektor industri seperti transportasi dengan hadirnya pelayanan online Gojek/Grab, atau perbankan dengan hadirnya internet/ mobile banking. Menurut OECD⁵¹, 14 % pekerjaan akan terotomatisasi dan 32 % akan terjadi pergeseran. Pekerjaan rutin dengan keahlian rendah akan hilang dan lapangan pekerjaan baru memerlukan kemampuan SDM untuk menyesuaikan dengan kemajuan teknologi.

⁵¹ OECD. 2018. "Putting faces to the jobs at risk of automation". *Policy Brief on The Future of Work*. OECD Publishing, Paris.

Tahun 2020 Indonesia mulai memanfaatkan teknologi *Big Data* untuk sensus kependudukan—terobosan besar dalam pengumpulan data mengenai kependudukan Indonesia⁵². Hal ini akan mempermudah akses informasi mengenai jumlah usia produktif, penyebaran, jenis pekerjaan dan lain lain. Perkembangan ini sangat kondusif dalam Pengelolaan Sumber Daya Nasional untuk Pertahanan Negara sesuai amanat Undang-Undang RI No. 23 Tahun 2019 yang menyatakan bahwa Sumber Daya Nasional itu terdiri dari Sumber Daya Manusia baik untuk Komponen Cadangan atau Komponen Pendukung.

c. Aspek Sumber Kekayaan Alam:

Revolusi Industri ke-4 dengan kemajuan teknologi digital akan menggeser paradigma pembangunan dan kegiatan ekonomi dari yang semula bertumpu pada sumber kekayaan alam ke penguasaan teknologi informasi dan kreativitas sumber daya manusia sebagai pendorong. Sumber kekayaan alam akan menghadapi isu deplesi dan isu lingkungan yang semakin gencar. Ada 3 kluster teknologi kunci yang akan diusung Revolusi Industri ke-4, *i.e.*, Teknologi Fisik: wahana nir-awak, 3D *printing*, robotik maju dan material maju; Teknologi Digital; dan Teknologi Biologi atau Bioteknologi. Dampak dari hal ini adalah peningkatan kesadaran akan konsep biologi dan lingkungan hidup. *Bio-based economy* akan menjadi paradigma kegiatan perekonomian, meliputi produksi cerdas hemat energi dan hemat bahan baku alam, dan juga berbagai usaha daur ulang limbah. Indonesia dengan kekayaan bio-diversitas perlu menyambut dan mengembangkan paradigma baru ini dalam sistem pembangunan dengan memanfaatkan kekayaan alam, baik flora maupun fauna dengan nilai tambah yang lebih tinggi. Pesawat udara nir-awak dalam hal ini dapat dipergunakan untuk survei dan pemetaan dalam rangka eksplorasi dan pengembangan informasi geospasial yang tematik.

d. Aspek Ideologi:

Kemajuan teknologi informasi menyebabkan arus informasi termasuk berbagai pemahaman dan ideologi asing menjadi sulit terbendung. Beberapa dampak yang perlu disikapi: 1) pengetahuan warga negara tentang konsensus

⁵² Suahyo, N. 2019. *Indonesia Manfaatkan Big Data untuk Sensus Kependudukan 2020*. <https://www.voaindonesia.com/a/indonesia-manfaatkan-big-data-untuk-sensus-kependudukan-2020/5078956.html>. Diakses 07.06 2020

dasar bangsa yang semakin tersisih; 2) kasus kalangan muda terpapar radikalisme⁵³, bahkan ada yang bergabung dengan Negara Islam Irak dan Suriah⁵⁴; 3) mementingkan kepentingan pribadi dari pada bangsa.

Beberapa solusi dapat dilakukan untuk memperkuat ideologi, sebagai berikut: 1) rejuvenasi nasionalisme meliputi nilai-nilai Pancasila dan konsensus dasar bangsa lainnya melalui pendidikan formal maupun non-formal. Nilai-nilai Pancasila pada hakikatnya adalah karakter bangsa Indonesia yang harus terus menerus dipahami, dihayati, dan diamalkan, karena sangat penting untuk mendukung pembangunan nasional. Presiden Ir. Soekarno pernah berkata, *"There is no nation-building without character-building."* Ini menandakan betapa pentingnya pendidikan karakter dalam membangun jati diri bangsa.⁵⁵ 2) promosi literatur dan minat baca mengenai sejarah para pahlawan melalui berbagai media dalam berbagai kegiatan. Generasi muda diharapkan dapat tertarik, mengetahui dan memahami begitu luhurnya jasa para pahlawan untuk menjadikan Indonesia menjadi negara merdeka, sehingga mereka pun tergerak menjadi orang hebat di masanya.

e. Aspek Politik

Revolusi Industri ke-4 akan memberikan dampak juga pada bidang politik. Urusan politik mulai dari pendidikan politik, pola rekrutmen dan kaderisasi hingga ke pemilihan umum akan berubah dan mengalami digitisasi, perubahan dari media konvensional ke media digital. Menurut Prof. Purwo Santoso⁵⁶, unsur inti Industri 4.0 ialah pengetahuan (*knowledge*), oleh karena itu tanpa politik pengetahuan, agenda Making Indonesia 4.0 akan sia-sia. Selama ini, Pemerintah sulit mewujudkan misi mencerdaskan kehidupan bangsa sesuai amanat Konstitusi karena belum memiliki politik pengetahuan.

⁵³ Liputan 6. 01.12.2018. *Psikolog: Radikalisme telah Memapar Generasi Milenial*. <https://www.liputan6.com/news/read/3796249/psikolog-radikalisme-telah-memapar-generasi-milenial>. Diakses 07.07.2020.

⁵⁴ Berita Satu. 20 .11.2019. *Mantan ISIS: Milenial Harus Kritis Lawan Propaganda Radikalisme*. <https://www.beritasatu.com/nasional/586623-mantan-isis-milenial-harus-kritis-lawan-propaganda-radikalisme>. Diakses 07.07.2020.

⁵⁵ Nusantara News. 19.12.2017. *Membangun Bangsa dengan Pendidikan Karakter*. <https://nusantaranews.co/membangun-bangsa-dengan-pendidikan-karakater/>. Diakses 07.07.2020.

⁵⁶ Staging Point. 16.07.2018. *Revolusi Industri 4.0 RI Butuh Politik Pengetahuan*. <http://staging-point.com/read/2018/07/16/194640/Revolusi.Industri.4.0.RI.Butuh.Politik.Pengetahuan>. Diakses 01.07.2020.

Politik pengetahuan perlu dikembangkan mengakomodasi *machine learning*, *artificial learning*, *robotics*, serta *internet of things*. Prioritas harus diberikan untuk universitas berkultur digital—infrastruktur fisik (teknologi dan sains) dan infrastruktur sosial. Tantangannya adalah: 1) perguruan tinggi di Indonesia belum banyak yang menggunakan infrastruktur digital untuk menghasilkan produk ilmiah; 2) pengembangan SDM melalui skema beasiswa sudah sampai pada level berpolitik melalui pengetahuan.

Solusi yang dapat dilakukan di antaranya: 1) perguruan tinggi harus mengevaluasi akreditasi agar kurikulum selaras dengan perubahan; 2) penjabaran politik pengetahuan Industri 4.0 dalam konteks kearifan lokal, sehingga daerah-daerah dapat saling memahami dan berkolaborasi untuk mengungkit daya saing dengan tetap menjaga kearifan lokal (*distinctive*)—yang menjadi syarat suatu bangsa unggul menjadi bangsa pemenang. Dan ini akan memperkuat kesemestaan pertahanan negara Indonesia.

f. Aspek Sosial Budaya

Revolusi Industri ke-4 mendisrupsi cara manusia bersosial dan berbudaya. Misalnya dari *offline* ke *online*, dunia fisik ke dunia maya, media cetak ke media sosial dan sebagainya. Hal ini dikhawatirkan akan berdampak pada penurunan kepekaan sosial dan hilangnya nilai-nilai humaniora karena semakin jarang kontak fisik dan seringnya interaksi di dunia maya. Dampak yang perlu disikapi di antaranya: 1) kecintaan pada seni-budaya sendiri mulai memudar dan seni-budaya asing lebih populer; 2) lebih memilih produk luar negeri dari pada produk dalam negeri dan; 3) pemahaman tentang demokrasi belum matang sehingga menyebabkan kegaduhan sosial dalam setiap pemilu melalui hoax, ujaran kebencian dan lain-lain.

Beberapa solusi untuk mengatasi masalah tersebut di antaranya: 1) distraksi atau pengalihan perhatian dari seni-budaya asing melalui program-program apresiasi budaya nusantara yang “keren”, karena generasi muda biasanya menyukai yang “keren”. Pemerintah harus menawarkan yang lebih baik kepada mereka, bukan hanya melarangnya. Nilai-nilai nasionalisme dapat kita sertakan dalam program-program tersebut secara tidak langsung. 2) Promosi lagu-lagu nasional, seni daerah dengan aransemen kekinian juga perlu dilakukan untuk meningkatkan rasa cinta kita terhadap negara.

g. Aspek Ekonomi

Perekonomian dunia akan bergeser dari kepemimpinan industri migas ke industri teknologi informasi dan komunikasi. Dampak ini mulai mendisrupsi, ekonomi kini dikuasai oleh perusahaan-perusahaan teknologi informasi. Para penguasa ekonomi ini bersaing begitu ketat. Dulu Yahoo Messenger menempati "hati" banyak orang, sekarang semua "lari" bersama WhatsApp. Dulu Nokia dalam genggam tangan banyak orang, tahun 2016 CEOnya menangis, "*We didn't do anything wrong, but somehow, we lost.*" sesaat sebelum *mobile and device division* Nokia ditelan Microsoft.⁵⁷

Negara-negara penghasil sumber kekayaan alam harus beradaptasi mengubah penggerak utama roda perekonomian. Dalam merespon ini, Presiden Jokowi telah mendorong pemerintah dan dunia usaha untuk melaksanakan percepatan penerapan *roadmap Making Indonesia 4.0* pada April 2018⁵⁸. Pemerintah menetapkan 5 fokus implementasi Industri 4.0 tahap awal, yaitu industri: 1) makanan dan minuman; 2) tekstil dan busana; 3) otomotif; 4) Elektronik; 5) kimia. Kelima Industri ini diharapkan mengungkit PDB secara signifikan dalam mendorong ekspor dan investasi. Industri Pertahanan secara khusus tidak dibahas dalam peta jalan Revolusi Industri 4.0 tahap awal ini. Namun Industri pertahanan diharapkan mampu mengintegrasikan atau merangkai hasil-hasil prioritas industri otomotif, elektronik dan kimia.

h. Aspek Pertahanan dan Keamanan

Revolusi Industri ke-4 akan berdampak besar pada sektor pertahanan dan keamanan. Wahana nir-awak, robotik maju dan material baru dalam klaster fisik sebagaimana disampaikan di atas merupakan tantangan bagi industri pertahanan untuk membuat alutsista yang sesuai dengan Era Industri 4.0. Negara-negara lain sudah secara intensif melakukan penelitian, pengembangan, pengkajian dan penerapan (litbangjirap) ilmu pengetahuan dan teknologi tersebut. Beberapa negara bahkan mulai menerapkan teknologi wahana nir-awak ini dalam satuan pertahanannya, baik untuk Intelijen, pengawasan (*surveillance*), akuisisi target (*target acquisition*) maupun

⁵⁷ Drath, v.K. 28.11.2016. *We didn't do anything wrong, but somehow, we lost*. <https://www.leadership-choices.com/de/thinkabout/article/we-didnt-do-anything-wrong-but-somehow-we-lost.html>. 30.4.2020.

⁵⁸ Kementerian Perindustrian RI. 2018. *Making Indonesia 4.0*. Jakarta: Kemenperin RI.

pengintaian (*reconnaissance*). Walaupun teknologi penggerak Revolusi Industri ke-4 ini bersifat disruptif, tetapi sama seperti halnya pada revolusi sebelumnya bahwa kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi akan diakselerasi oleh sektor militer dan baru dimanfaatkan kemudian oleh pengguna umum, seperti yang terjadi pada GPS, internet dan lain-lain.

Bidang pertahanan merupakan aspek yang penting di Era Industri 4.0 ini. Negara yang siap dengan bidang pertahanan dan keamanan berbasis Industri 4.0 akan memegang kendali dalam percaturan kekuatan dunia. Indonesia sebagai negara berkembang belum terlambat untuk mulai menerapkan berbagai teknologi Era Industri 4.0 dalam bidang pertahanan.

15. Peta Jalan Penguasaan Teknologi Nir-Awak untuk Memperkuat Pertahanan Negara di Era Industri 4.0

Merujuk pada teori teknologi nir-awak dalam BAB II, sistem nir-awak pada dasarnya dikembangkan untuk misi yang berisiko apabila dilakukan menggunakan sistem berawak. Misi ini biasanya dikenal dengan istilah 3D: *Dull, Dirty or Dangerous*. Fitur ini menjadi salah satu keunggulan sistem nir-awak dibandingkan sistem berawak. Keunggulan lainnya adalah biaya operasi menggunakan sistem nir-awak lebih rendah dibanding sistem ber-awak. Namun setiap sistem tentu tidak hanya memiliki fitur-fitur keunggulan saja, mereka juga memiliki kelemahan yang harus diwaspadai. Berikut di bawah ini adalah hasil analisis terhadap keunggulan dan kelemahan sistem nir-awak yang diharapkan dapat menjadi landasan solusi penetapan peta jalan penguasaan teknologi nir-awak ke depan.

a. Keunggulan Sistem Nir-Awak

Beberapa keunggulan sistem nir-awak di antaranya:

- 1) **Peningkatan daya tempur⁵⁹**. Sistem nir-awak meningkatkan daya tempur melalui peningkatan pengawasan atau pengintaian dan operasi semua cuaca. Wahana nir-awak yang dilengkapi berbagai muatan termasuk senjata dapat memantau dalam waktu yang lama tanpa merasa bosan, dan dapat menghantam ancaman dengan presisi.

⁵⁹ Thong, S.S., et.al. 2012. "Unmanned Technology – The Holy Grail for Militaries?" *The Journal of The Singapore Armed Forces*. Vol. 38 No. 4.

2) **Reduksi risiko**^{60,61}. Sistem nir-awak dapat mereduksi risiko yang membahayakan manusia. Sistem nir-awak merupakan solusi ideal untuk misi-misi 5D, *i.e.*, *Dull, Dirty, Dangerous, Dark and Difficult*. Wahana nir-awak dengan berbagai sensor visual dan temperatur dapat:

- 1) melakukan misi yang sangat lama dan membosankan yang dapat menyebabkan manusia stress;
- 2) menyusup atau menerobos daerah-daerah dengan ancaman ledakan, radiasi, senjata kimia atau biologi.,
- 3) melakukan misi baik dalam kondisi silau maupun yang sangat gelap.

3) **Konsistensi dan presisi**. Sistem nir-awak menawarkan kinerja yang konsisten dan presisi dibandingkan kinerja manusia yang mungkin dipengaruhi oleh kelelahan, kondisi fisik dan psikologis.

4) **Peningkatan kemampuan intelijen dan kesadaran situasional** (SA, *Situational Awareness*). Teknologi nir-awak kemampuan intelijen dapat ditingkatkan, begitu juga kesadaran situasional. Kesadaran situasional sangat penting dalam memahami situasi atau apa yang terjadi saat ini dan memproyeksi situasi ke depan, sehingga pengambilan keputusan dapat dilakukan secara tepat.

5) **Efisiensi dan produktivitas**. Sistem nir-awak meningkatkan efisiensi dengan membantu manusia dalam pekerjaan-pekerjaan tingkat rendah yang monoton dan berulang, yang walaupun demikian perlu upaya dan biaya untuk melatihnya dari waktu ke waktu. Sistem nir-awak tidak demikian, kita dapat memperbanyaknya setelah sekali produk terbangun—teruji dan tersertifikasi, dan ini tentu sangat efisien. Ketika pekerjaan-pekerjaan tingkat rendah ini dapat dikerjakan sistem nir-awak, manusia akan memiliki kesempatan untuk mengerjakan pekerjaan-pekerjaan level tinggi, sehingga akan meningkatkan juga produktivitas.

b. Kelemahan Sistem Nir-Awak

Walaupun sistem nir-awak menawarkan berbagai keunggulan, namun sistem ini juga memiliki beberapa hal yang perlu dicermati, di antaranya:

⁶⁰ *Ibid.*

⁶¹ Austin, R. 2010. *Unmanned Aircraft Systems: UAVS Design, Development and Deployment*. Chichester, United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd

1) **Teknologi energi yang belum memenuhi.** Sistem nir-awak biasanya menggunakan komputer dengan kapasitas *processor* yang cukup tinggi sehingga memerlukan energi listrik yang tinggi pula. Namun baterai-baterai berkapasitas tinggi yang ada sekarang masih berukuran relatif besar. Hal ini akan mengurangi muatan (*payload*) dari sistem nir-awak. Atau opsinya adalah menggunakan baterai berukuran lebih kecil, tetapi harus sering dicharge, sehingga akan mengurangi kinerja sistem.

2) **Masalah keamanan.** Karena dikendalikan menggunakan komputer, sistem nir-awak sangat rentan terhadap serangan siber. Serangan siber dapat berupa virus mengganggu fungsi, *trojan horse* atau *malware* yang dapat meretas dan mengambil alih sistem nir-awak tersebut. Misalnya seperti yang terjadi di Iran pada tahun 2011, di mana sebuah drone pengintaian berkelas HALE (High Altitude Long Endurance) Drone milik Amerika berhasil diretas dan kemudian ditiru oleh Iran⁶².

3) **Reliabilitas.** Karena sistem nir-awak terdiri dari komputer dan instrumen yang terhubung melalui suatu jaringan elektronik, ada kemungkinan terjadinya korsleting yang dapat menyebabkan malfungsi. Hal ini dapat menyebabkan kecelakaan pada personel. Walaupun demikian, menurut Jaussi dan Hoffmann⁶³, rasio kecelakaan pada wahana nir-awak lebih rendah dari pada wahana berawak. Studi banding rasio kecelakaan pada wahana nir-awak MQ1 Predator dan MQ9 Reaper dan wahana berawak F15 Eagle, F16 Fighting Falcon dan F22 Raptor, menunjukkan bahwa rasio kecelakaan pada wahana berawak lebih banyak disebabkan oleh kesalahan manusia (*human error*).

4) **Kurang cerdas.** Sistem nir-awak memang dapat menggantikan pekerjaan manusia yang relatif sederhana, namun mereka belum mampu menggantikan kecerdasan manusia. Kecerdasan buatan (AI, *Artificial Intelligence*) memang mulai berkembang dan mulai diterapkan. Namun sepertinya memerlukan beberapa waktu ke depan. Sistem

⁶² BBC News. 07.02.2013. *Iran shows 'hacked US spy drone' video footage*.

<https://www.bbc.com/news/world-middle-east-21373353>. Diakses 11.07.2020 23:08

⁶³ Jaussi, J.A. and Hofmann, H.O. 2018. "Manned Versus Unmanned Aircraft Accidents, Including Causation and Rates". *International Journal of Aviation, Aeronautics, and Aerospace*, Vol. 5, Iss. 4, Art.3.

nir-awak masih tergantung manusia baik sebagai *programmer* maupun sebagai supervisor. Sistem nir-awak tidak dapat menggantikan manusia sepenuhnya terutama untuk misi-misi yang memerlukan nalar intuitif.

c. Kontroversi

Keunggulan dan kelemahan teknologi nir-awak ini telah mengundang beberapa kontroversi baik di kalangan para pakar teknologi maupun di pihak militer sebagai pengguna. Beberapa kontroversi tersebut di antaranya:

- 1) **Masalah moral.** Penggunaan sistem nir-awak masih belum bisa menjawab pertanyaan mendasar yaitu, “siapa yang menentukan mati dan hidup?”⁶⁴ Baik para pakar teknologi, para filsuf dan petinggi militer meyakini bahwa robot tidak boleh digunakan untuk membunuh manusia. Penggunaan sistem nir-awak ini akan semakin memudahkan manusia untuk saling membunuh, semudah mereka bermain *computer game*. Mereka akan kehilangan kepekaan terhadap bahaya dan kesengsaraan akibat perang karena mereka tidak langsung berada di medan perang.
- 2) **Tidak memenuhi Hukum Internasional Kemanusiaan (IHL, *International Humanitarian Law*)**⁶⁵ atau dikenal juga sebagai Hukum Perang (*Law of War*) atau Hukum Konflik Persenjata (*Law of Armed Conflict*). Perang harus memenuhi Prinsip Pembedaan (*Distinction Principle*) yaitu pihak yang berperang harus membedakan antara prajurit dan penduduk sipil, antara objek militer dan objek sipil. Persenjataan yang mungkin tidak bisa membedakan hal tersebut dilarang penggunaannya. Di samping itu perang wajib memenuhi Prinsip Proporsionalitas (*Proportionality Principle*): Penyerangan dilarang jika menyebabkan kematian atau luka pada penduduk sipil atau mengakibatkan kerusakan objek sipil, walaupun tidak sengaja. Sistem nir-awak agak sulit memenuhi kedua prinsip hukum perang tersebut karena tidak memiliki nalar intuitif manusiawi.

⁶⁴ Winslow, L. 2017. *Robotic Warfare - “Hide and Seek strategies”*.

<http://www.worldthinktank.net/pdfs/unmannedvehiclerobotic.pdf>. Diunduh 11.07.2020

⁶⁵ Geneva Academy of International Humanitarian Law And Human Rights. 26th September 2017.

International Humanitarian Law. <http://www.rulac.org/legal-framework/international-humanitarian-law>. Diakses 12.07.2020. 20:24

3) **Memudahkan perang.** Karena sistem nir-awak memudahkan pekerjaan manusia dan mengurangi berbagai risiko, hal ini menggoda manusia untuk lebih mudah berperang, terutama bagi mereka yang tidak mempunyai prinsip moral yang kuat terhadap nilai-nilai kemanusiaan.

4) **Mengubah paradigma perang.** Perang selain adu senjata juga merupakan adu “pesan” atau adu “ide”. Perang adalah tentang bagaimana satu pihak mengirimkan pesan kepada pihak musuh bahwa mereka lah yang paling kuat sehingga musuh tidak melanjutkan peperangannya. Perang konvensional biasanya diawali dengan pamer kekuatan (*show of force*) dengan memperlihatkan pasukan, wahana perang dan persenjataannya. Pihak yang satu mengirim pesan, pihak musuh menerima pesan itu dan memahaminya. Namun dengan sistem nir-awak, musuh tidak akan menerima pesan itu bahkan sebaliknya akan menganggap bahwa itu sebuah kepengecutan tidak bisa berhadapan langsung. Seorang prajurit sejati mungkin merasa risi juga berperang di mana dia dapat membunuh musuh dari jauh, sedangkan musuhnya tidak dapat membunuhnya. Perasaan ketidakadilan tentu akan membuat prajurit sejati tidak nyaman.

d. Peta Jalan Penguasaan Teknologi Nir-Awak

Sebagaimana disampaikan pada Pasal 14 di atas bahwa teknologi nir-awak ini menjadi salah satu megatren di Era Industri 4.0⁶⁶, di samping robotik dan material maju dalam klaster teknologi fisik. Penguasaan teknologi perlu melibatkan banyak pemangku kepentingan, akademisi, lembaga litbang, industri dan pengguna.

Berdasarkan analisis fitur mengenai keunggulan, kelemahan dan kontroversi tentang penerapan teknologi nir-awak, peta jalan penguasaan teknologi nir-awak yang terdiri dari 4 tahapan dan 12 langkah iteratif diperlihatkan dalam gambar di bawah ini. Peta jalan ini direkomendasikan sebagai *Science and Technology Roadmap* oleh Albright Strategy⁶⁷ dan disesuaikan untuk teknologi nir-awak oleh penulis.

⁶⁶ Schwab, K. 2016. *The Fourth Industrial Revolution*. Switzerland, Geneva: World Economic Forum.

⁶⁷ Albright Strategy. 2020. *Science and Technology Roadmaps*. http://www.albrightstrategy.com/st_roadmap.html. Diakses 23.07.2020

TABEL III. PETA JALAN PENGUASAAN TEKNOLOGI NIR-AWAK⁶⁸.

TAHAPAN	Definisi dan Ruang Lingkup	Arah Riset	Peta Jalan Teknologi	Ringkasan dan Rencana Aksi
	KNOW-WHY	KNOW-WHAT	KNOW-HOW	KNOW-WHEN
Langkah Iteratif	1) Elemen Iptek	3) Arsitektur	6) Peta Penggerak	9) Rencana aksi
	2) Penerapan teknologi	4) Tantangan	7) Evolusi dan Elemen Teknologi	10) Hak Intelektual dan Standar
		5) Tren dan Diskontinuitas	8) Scorecards Inovasi	11) Peta Investasi Teknologi
				12) Manajemen Risiko
Pemangku kepentingan	Pengguna	Akademisi, Lembaga Litbangjirap, pengguna, industri, regulator	Lembaga Litbangjirap, Industri	Lembaga Litbangjirap, Industri, pengguna
Sifat kegiatan	APPLICATION PULL		TECHNOLOGY PUSH	
Pertimbangan	Keunggulan, kontroversi	Keunggulan, kelemahan	Keunggulan, kelemahan	kontroversi

Tabel di atas meringkas 4 tahapan peta jalan penguasaan teknologi nir-awak dengan 12 langkah iteratif, sebagai berikut:

Definisi dan Ruang Lingkup atau disebut juga tahapan “*know-why*”. Tahapan ini terutama dilakukan oleh pengguna dalam menyusun atau merumuskan kajian kebutuhan (*needs assessment*) mengenai misi yang akan diberikan pada sistem nir-awak—**1) Elemen Iptek**—berdasarkan berbagai alasan logis (keunggulan) dan etis (kontroversi). Pendekatan langsung mungkin memanfaatkan keunggulan sistem nir-awak, misalnya misi 5D: *Dull, Dirty, Dangerous, Dark and Difficult*. Pada tahap ini perlu juga dikaji tentang teknologi alternatif—**2) Penerapan Teknologi**—yang akan dipilih dengan pertimbangan: biaya, kontinuitas produk, layanan purna jual, risiko embargo komponen dan lain-lain Langkah kedua ini merupakan inti dari

⁶⁸ *Ibid.*

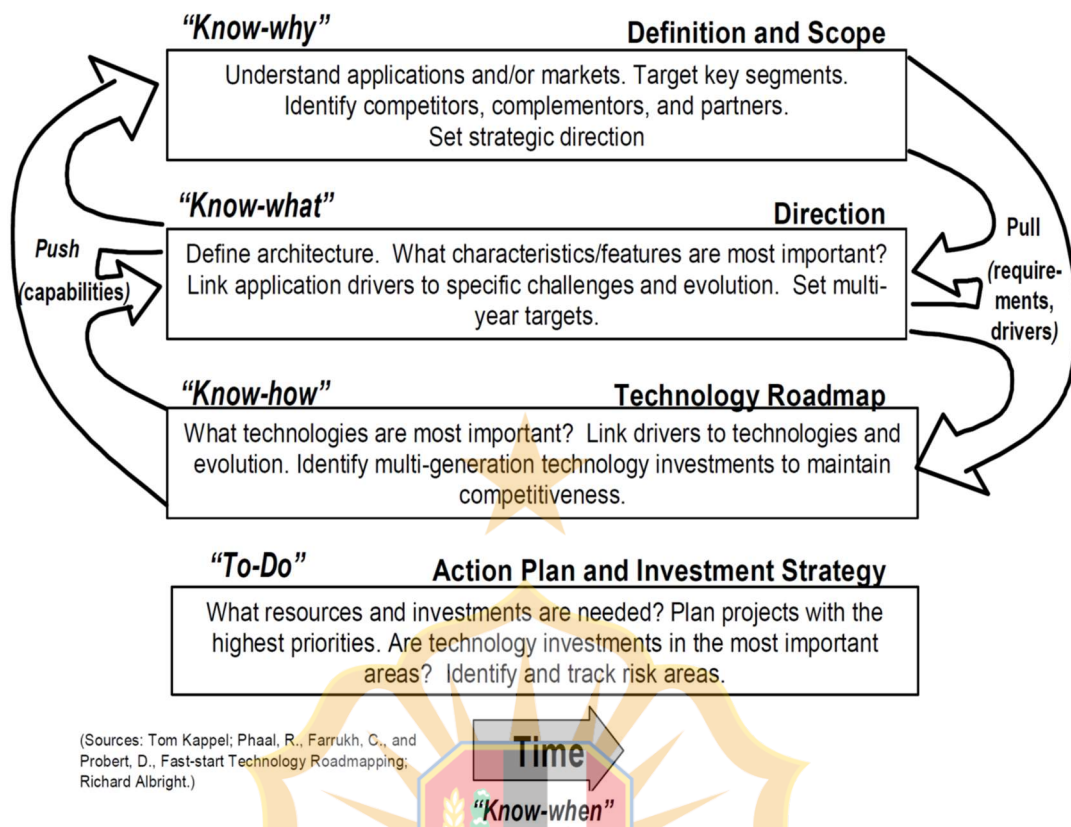
tahapan “*know-why*”. Pada tahap ini pengguna dapat berkonsultasi dengan akademisi atau lembaga litbang sebagai penyedia teknologi maupun industri sebagai penyedia produk. Tahapan ini akan mengeluarkan output yang disebut *Operational Requirements (OR)* dan *Technical Specification (TS)*.

Arah Riset merupakan tahapan “*know-what*” yang dilakukan oleh akademisi atau lembaga litbangjirap selaku penyedia teknologi. Pada langkah **3) Arsitektur**, penyedia teknologi menyusun *Design Requirements & Objectives (DR&O)* untuk menentukan bagaimana semua elemen teknologi diintegrasikan, dilanjutkan dengan langkah **4) Tantangan** di mana berbagai tantangan diidentifikasi dan dicari jalan keluarnya. Langkah ke-4 merupakan inti dari tahapan “*know-how*”. Tahap ini kemudian ditandai juga dengan estimasi tren dan *lifetime product* pada langkah **5) Tren dan Diskontinuitas**.

Peta Jalan Teknologi dimulai dengan langkah **6) Peta Penggerak**, yang menghubungkan penerapan teknologi ke tantangan dan kemudian ke arsitektur. Kemudian dilanjutkan dengan langkah **7) Evolusi dan Elemen teknologi** yang merupakan inti dari “*know-how*” terutama di Era disrupsi di mana perkembangan teknologi sangat cepat. Langkah **8) Scorecards Inovasi** berbagai elemen teknologi perlu diuraikan meliputi: tujuan, kapabilitas, keunggulan, saingan teknologi, daya ungkit, dan lain-lain.

Rencana Aksi. Tahapan ini dimulai dengan langkah inti “to-do” yaitu langkah **9) Rencana Aksi** yang memuat jadwal, pembiayaan dan sumber daya lainnya. **10) Hak Intelektual dan Standar** harus dikelola baik yang harus didapatkan dari mitra maupun hasil dari kegiatan sendiri. Berbagai standar yang harus dipenuhi juga perlu dikelola. **11) Peta Investasi Teknologi** menetapkan prioritas investasi teknologi. **12) Peta Jalan Risiko**, membuat peta risiko dengan berbagai indikator dan rencana mitigasinya.

Tahapan dan langkah dalam peta jalan di atas dihubungkan dengan *Application pull* (Tarikan Penerapan) berupa permintaan atau *requirement* dari tahap 1 ke tahap-tahap berikutnya, dan *Technology Push* (Dorongan Teknologi) dari tahap 3 ke tahap-tahap sebelumnya. Tahapan penguasaan ini akan ditandai dengan *trade-off* atau tawar menawar. Tahapan dan langkah-langkah dalam peta jalan di atas merupakan langkah iteratif sebagaimana ditunjukkan dalam kerangka peta jalan penguasaan teknologi di bawah ini.



GAMBAR 1. KERANGKA PETA JALAN PENGUASAAN TEKNOLOGI⁶⁹.

16. Penguatan Peran Para Pemangku Kepentingan dalam Penguasaan Teknologi Nir-Awak di Era Industri 4.0

"Industri 4.0"⁷⁰ dicetuskan pertama kali pada *Hannover Messe* tahun 2011 oleh Wolfgang Wahlster, Henning Kagermann dan Wolf-Dieter Lukas dari Pusat Riset Kecerdasan Artifisial Jerman (*Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz*, DFKI) untuk menginisiasi pembangunan sistem produksi masa depan, Industri 4.0 saat ini merupakan strategi teknologi tinggi Pemerintah Federal Jerman dalam pembangunan nasionalnya. Schwab⁷¹, seorang ekonom asal Jerman. Melalui bukunya, *The Fourth Industrial Revolution*, menyatakan bahwa Revolusi Industri ke-4 dapat mengubah cara kerja manusia dalam berbagai aspek. Ada 3

⁶⁹ Albright, R.E. 2003. "A Unifying Architecture for Roadmaps Frames a Value Scorecard". *IEEE International Engineering Management Conference*, November 2-4, 2003. Albany, NY.

⁷⁰ DFKI. 2011. Industry 4.0. <https://www.dfki.de/en/web/technologies-applications/fields-of-application/industry-40/> Diakses 23.07.2020.

⁷¹ Schwab, K. 2016. *The Fourth Industrial Revolution*. Switzerland, Geneva: World Economic Forum.

klaster teknologi yang akan menjadi megatren di Era Industri 4.0. Ketiga klaster ini saling berhubungan dan akan unggul dari yang lainnya berdasarkan penemuan atau progress masing-masing. Ketiga klaster teknologi tersebut adalah (1) Fisik: terdiri dari wahana nir-awak (*autonomous vehicles*), 3D printing, robotik maju dan material baru, (2) Digital dan (3) Biologi.

Salah satu contoh produk teknologi yang dapat mendukung bidang pertahanan dan keamanan di Era Revolusi 4.0 ini adalah pesawat udara nir-awak (PUNA). Sejak 2005 BPPT mengembangkan pesawat udara nir-awak, dan telah menjadi produk yang berhasil mendapat sertifikasi dari *Indonesian Military Airworthiness Authority* (IMAA) yaitu Wulung untuk Class II dan Alap-alap untuk Class I. Saat ini BPPT bersama lembaga lainnya bergabung dalam satu konsorsium PUNA MALE (*Medium Altitude Long Endurance*) Elang Hitam untuk pengembangan prototipe pesawat terbang nir-awak Class III.

Litbangjirap teknologi nir-awak untuk Elang Hitam ini dilakukan untuk sasaran strategis sebagai berikut: 1) pengawasan wilayah maritim karena kita sebagai negara poros maritim; 2) pencegahan pelanggaran daerah perbatasan; 3) pencegahan penyelundupan, perompakan dan pembajakan di laut; 4) pencurian sumber daya alam; 5) pencegahan dan penanggulangan terorisme/separatisme; dan 6) Kemandirian bangsa dalam teknologi pertahanan keamanan dan pemenuhan Kekuatan Minimum Esensial (MEF, *Minimum Essential Force*)

Konsep pengembangan teknologi pertahanan perlu melibatkan *multi-stakeholder* yang berkolaborasi terdiri dari lembaga pendidikan (pemasok sdm dan penyedia iptek) dan lembaga litbangjirap (penyedia iptek), Industri (daya guna iptek) dan Kementerian Pertahanan atau TNI (sebagai pengguna). Konsep ini dikenal dengan *quadruple helix*, terdiri dari empat pemangku kepentingan. Kadang-kadang lembaga akademi dan lembaga litbangjirap iptek disatukan sebagai satu lembaga penyelenggara iptek, dan konsep ini dikenal dengan *triple helix*. Kementerian Pertahanan dan TNI sebagai pengguna tidak hanya menerima dan menggunakan hasil produksi dari industri, tetapi juga harus terlibat dalam pengembangan desain sampai menghasilkan purwarupa (*prototype*) sesuai kebutuhan. Kolaborasi model *helix* ini akan terungkit lebih efektif dalam berinovasi apabila digabungkan dengan Teori U yang mengatakan bahwa para pelaku perlu mengedepankan aspek “*Open Mind – Open Heart – Open Will*,” sehingga tercipta

suatu sinergi yang kohesif dalam suatu ekosistem inovasi untuk mewujudkan nilai-nilai dalam pembangunan Iptek yang berkelanjutan, baik nilai tambah maupun nilai-nilai yang sama sekali baru.

Atas dasar pertimbangan tersebut di atas, maka berbeda dengan pada saat pengembangan Wulung atau Alap-alap, pengembangan PUNA MALE Elang Hitam ini BPPT tidak sendirian, melainkan melalui suatu konsorsium yang terdiri dari 7 lembaga, yaitu, BPPT, ITB, LAPAN, Kementerian Pertahanan RI, DISLITBANG AU, PT DI dan PT LEN (Lihat Lampiran 3). Ketujuh anggota konsorsium masing-masing memainkan peran dan fungsi yang berbeda dan saling mendukung sebagaimana diperlihatkan dalam GAMBAR 4. Peran anggota Konsorsium PUNA MALE Kombatan pada Lampiran. Pada kelompok Lembaga Litbangjirap, BPPT dalam konsorsium berperan sebagai koordinator Program Riset Nasional, dan melakukan rancang bangun, kerekayasaan dan pengujian laboratorium untuk sistem nir-awak secara keseluruhan. ITB melakukan penelitian dan pengembangan teknologi dan SDM. Sedangkan LAPAN melakukan pengembangan untuk sistem misi dan sistem. Pada Kelompok Industri, PT DI sebagai industri utama berperan *lead integrator*, melakukan pengembangan manufaktur dan melakukan integrasi sistem. PT LEN mengembangkan sistem misi dan data link. Pada kelompok Lembaga Pengguna, TNI AU dalam hal ini melakukan kajian kebutuhan (*needs assessment*) untuk menetapkan *Operational Requirement (OR)* dan melakukan supervisi. Kementerian Pertahanan dalam hal ini berperan sebagai fasilitator dan melaksanakan supervisi dan pembinaan industri pertahanan sebagaimana amanat UU RI No. 16 Tahun 2012 tentang Industri Pertahanan.

a. Penguatan Peran Lembaga Litbangjirap

Kepala BPPT, Dr.Hammam Riza mengatakan bahwa, “Keberhasilan kita dalam menghadapi Era Industri 4.0 yang bergerak maju adalah dengan melakukan inovasi melalui penelitian, pengembangan, pengkajian dan penerapan (litbangjirap) seperti yang tertuang dalam Undang-Undang Sistem Nasional Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (UU SISNAS IPTEK). Guna mencapai Indonesia maju, produktif serta kompetitif, kita harus dapat

menyesuaikan diri dengan kemajuan teknologi dan terhadap semua perkembangan teknologi di Era Industri 4.0.⁷²

Teknologi merupakan modal utama bangsa Indonesia dalam menghadapi Era Industri 4.0 dan mewujudkan kepentingan nasionalnya. Kita sudah memasuki era geoteknologi⁷³, di mana para pelaku geopolitik menempatkan teknologi sebagai faktor penentu dalam persaingan tatanan dunia. Sebagaimana disampaikan Frederik Kempe dalam Manning⁷⁴, geoteknologi hari ini adalah geopolitik pada abad ke-19 dan ke-20. Geoteknologi akan menentukan bagaimana kita semua hidup dan berfungsi. Geoteknologi, atau disingkat Geotek—persaingan kepemimpinan teknologi di antara kekuatan dunia—akan menyusun ulang tatanan global.

Namun dalam penyelenggaraan ilmu pengetahuan dan teknologi, bangsa Indonesia masih harus berbenah diri terutama peningkatan dan penguatan⁷⁵: 1) kapasitas dan kompetensi sumber daya riset, 2) kemampuan pengembangan menuju proses penciptaan berbasis iptek; 3) jaringan kelembagaan dan peneliti nasional, regional, dan global; 4) produktivitas dan relevansi litbangjirap nasional dalam menjawab kebutuhan masyarakat; dan 5) pendayagunaan riset dan pengembangan nasional untuk penciptaan nilai tambah pada sumber daya alam dan produk inovasi dalam rangka meningkatkan daya saing ekonomi.

Salah satu solusi untuk masalah tersebut adalah model pengembangan teknologi helix meliputi triple/quadruple/quintuple (3/4/5) helix seperti yang dikembangkan untuk Program Riset Nasional PUNA MALE Kombatan Elang Hitam. Dalam hal ini BPPT, LAPAN dan ITB berperan sebagai lembaga penyelenggara iptek yang berfungsi sebagai penyedia teknologi. Teknologi dalam hal ini meliputi: rancang bangun dan kerekayasaan, pengujian laboratorium dan pengembangan SDM.

⁷² BPPT. 25.11.2019. *BPPT Dorong Penguasaan Teknologi Di Era Industri*. 25 November 2019.

<https://www.bppt.go.id/layanan-informasi-publik/3772-bppt-dorong-penguasaan-teknologi-di-era-industri>

⁷³ Cabañas, J.M.G. 26.06.2019. *The War for the Web*. <https://www.vision-gt.eu/news/the-war-for-the-web/>. Diakses 23.07.2020.

⁷⁴ Manning, R.A. and Engelke, P. 2018. *The Global Innovation Sweepstakes: A Quest to Win The Future*. Washington, DC: Atlantic Council.

⁷⁵ Kemenristekdikti. 28.02.2017. *Rencana Induk Riset Nasional Tahun 2017-2045*. Edisi 28 Pebruari 2017. Jakarta:Kemenristekdikti RI.

b. Penguatan Peran Industri

Undang-undang RI No 16 tahun 2012 tentang Industri Pertahanan, Pasal 1 menyebutkan bahwa Industri Pertahanan adalah industri nasional yang terdiri atas BUMN dan BUMS baik secara sendiri maupun berkelompok yang ditetapkan oleh pemerintah untuk sebagian atau seluruhnya menghasilkan alat peralatan pertahanan dan keamanan, jasa pemeliharaan untuk memenuhi kepentingan strategis di bidang pertahanan dan keamanan yang berlokasi di wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia.

Industri pertahanan merupakan komponen vital dari pertahanan negara. Industri pertahanan yang kuat akan menjamin pasokan kebutuhan alutsista dan sarana pertahanan secara berkelanjutan. Jaminan pasokan secara berkelanjutan ini merupakan prasyarat mutlak bagi kekeluargaan dan kepastian untuk menyusun rencana pembangunan pertahanan dalam jangka panjang, tanpa kekhawatiran faktor politik dan faktor ekonomi, seperti embargo atau restriksi pengadaan produk teknologi dari negara pemilik teknologi.

Kekuatan industri pertahanan nasional harus diperluas bukan hanya BUMN yang sudah ada seperti PT PINDAD, PT PAL, atau PTDI. Tetapi BUMS termasuk industri kecil dan menengah juga perlu ditumbuh-kembangkan, agar suatu ekosistem rantai pasok dapat terbina dan industri pertahanan Indonesia menjadi semakin kuat.

Kebijakan seperti menawarkan beberapa keuntungan. Pertama, jika pengembangan industri pertahanan Indonesia terlalu dipusatkan di BUMN besar, sistem terpusat akan lambat, kurang lincah (*agile*) dan akan rentan mudah dihancurkan. Kita menyaksikan bagaimana IPTN dengan mudah diserang melalui kebijakan. Jika pengembangan dilakukan oleh banyak perusahaan, mereka tidak akan mudah diruntuhkan karena merupakan ekosistem inovasi dan industri pertahanan yang kokoh. Ini seperti konsep pertahanan semesta yang diterapkan dalam pembangunan teknologi dan industri pertahanan. Kedua, teknologi pertahanan di berbagai negara merupakan penggerak (*driver*) perkembangan teknologi lainnya. Dengan banyaknya perusahaan-perusahaan mendukung teknologi pertahanan, maka kemampuan teknologi ini dapat dimanfaatkan di sektor lain selain pertahanan. Dan ini lebih bisa dilakukan oleh perusahaan-perusahaan kecil dan menengah

untuk lebih lincah berinovasi. Perusahaan besar memiliki kadar kelembaman yang menyebabkan kurang lincah untuk melakukan berbagai inovasi.

c. Penguatan Peran Lembaga Pengguna

Dengan anggaran pertahanan sekitar sebesar 1 % dari anggaran pertahanan Amerika atau hanya sekitar 67% dari anggaran pertahanan Singapura, maka wajar kiranya alutsista Indonesia tidak mendapat peringkat yang tinggi. Jika dipetakan pada wilayah Asia, Indonesia memiliki kekuatan militer di urutan ke-9 terbaik dari 45 negara-negara di Asia yang terdata. Indonesia masih lebih tinggi dari negara tetangganya di Asia tenggara namun masih satu tingkat di bawah Pakistan yang memiliki anggaran pertahanan 50% lebih besar daripada Indonesia, dan dua tingkat di bawah Iran yang memiliki anggaran pertahanan 2.5 kali anggaran pertahanan Indonesia.⁷⁶

Di sini perlu menjadi catatan bahwa “lebih tinggi” tersebut harus dinormalisasi dengan luas wilayah, jumlah penduduk dan pertumbuhan ekonomi, agar dapat dibandingkan secara proporsional. Merujuk TABEL I tentang Kekuatan Nasional, terlihat bahwa Indonesia memiliki score 8,52 di urutan ke 6 dan Malaysia dengan score 7,13 di urutan ke 7. Kedua score tersebut berbeda sedikit, sedangkan perbedaan skala negara sangat besar.

Anggaran untuk belanja bidang pertahanan bukan satu-satunya parameter yang dapat memperkuat sistem pertahanan suatu Negara, hal ini tercermin dengan anggaran yang hanya urutan ke-8 di bawah Jepang, Jerman, Amerika dan lainnya. Rusia mampu memperkuat kemampuan militernya di urutan kedua secara total di bawah Amerika. Salah satu alasannya adalah wahana tempur Rusia baik itu kekuatan udara, darat, dan laut (terutama udara) memiliki peringkat yang tinggi dibandingkan dengan negara lainnya. Kemampuan Rusia untuk memproduksi secara mandiri wahana tempurnya dapat mengoptimalkan anggaran belanja wahana tempur yang ada. Kebijakan serupa dapat dilakukan di Indonesia melalui penguasaan teknologi nir-awak misalnya, karena teknologi ini masih terus berkembang dan baru 3 negara yang sementara mendominasi, yaitu Amerika, China dan Israel.

⁷⁶ Global Fire Power. 2020. 2020 Military Strength Ranking. <https://www.globalfirepower.com/countries-listing.asp>. Diakses 01.07.2020

BAB IV

PENUTUP

17. Simpulan

Pembahasan telah disampaikan pada Bab III untuk empat pertanyaan kajian kertas karya ilmiah perseorangan ini, sebagai berikut: a) Bagaimana peran teknologi nir-awak dalam memperkuat pertahanan negara dari perspektif geostrategi, geoekonomi dan geoteknologi?; b) Apa saja dampak dari Revolusi Industri ke-4 terhadap astagatra?; c) Bagaimana peta jalan penguasaan teknologi nir-awak?; dan d) Bagaimana penguatan peran para pemangku kepentingan dalam penguasaan teknologi nir-awak?. Dari Pembahasan tersebut beberapa kesimpulan dapat ditarik sebagai berikut di bawah ini.

Dari pembahasan tentang peran teknologi nir-awak untuk pertahanan negara beberapa simpulan dapat ditarik sebagai berikut:

- Teknologi nir-awak sudah digunakan dalam pertahanan negara-negara di dunia baik untuk matra darat sebagai *unmanned ground system (UGS)*, matra laut sebagai *unmanned maritime system (UMS)*, maupun untuk matra udara sebagai *unmanned aircraft system (UAS)*. Tetapi yang sangat pesat perkembangannya saat ini adalah teknologi nir-awak untuk matra udara yaitu pesawat udara nir-awak (*unmanned aircraft*) atau lebih dikenal masyarakat dengan istilah drone. Namun pada prinsipnya teknologi nir-awak yang paling kompleks adalah sistem pesawat udara-nir awak, oleh karenanya penguasaan teknologi ini akan membuka penguasaan teknologi baik untuk sistem maritim nir-awak (UMS) maupun sistem darat nir-awak (UGS) selanjutnya.
- Walaupun teknologi nir-awak ini diinisiasi pertama kali pada awal abad-20, pengembangan sistem nir-awak telah dilakukan secara iteratif dalam waktu yang cukup lama dan baru secara aktual operasional digunakan pada akhir abad ke-20. Kini di abad ke-21 ini, berbagai negara mulai menggunakan sistem teknologi nir-awak ini untuk memperkuat pertahanannya. Ada yang memilikinya belasan unit hingga ratusan unit terdiri dari berbagai kelas (ukuran). Negara-negara yang memimpin untuk teknologi nir-awak saat ini adalah Amerika, China dan Israel.

Sementara itu, di Asean Thailand paling banyak memiliki pesawat udara nir-awak terdiri dari 157 unit lebih, kemudian Malaysia 26 unit, dan Singapura sebanyak 15 unit lebih.

- Penggunaan pesawat udara nir-awak tidak terlepas dari konteks penerapan Revolusi Urusan Militer (RMA). Pemerintah telah menyikapi perkembangan ini dengan Peraturan Menteri Pertahanan RI No. 15 Tahun 2009 tentang Pembinaan Teknologi dan Industri pertahanan yang menyatakan pentingnya ilmu pengetahuan dan teknologi serta *Revolution in Military Affairs* (RMA). Namun Indonesia sampai dengan 2019 memiliki 23 unit pesawat udara nir-awak termasuk 3 unit Wulung yang dibuat PT DI dan didesain dari BPPT. Dari perspektif luas wilayah, jumlah penduduk dan pertumbuhan ekonomi, jumlah ini masih terlalu kecil bila dibandingkan dengan negara-negara lain.
- Dari sudut pandang geopolitik dan geostrategi terutama pada peningkatan daya tempur dan daya gentar, teknologi nir-awak sangat penting dikuasai guna memperkuat pertahanan negara dan meningkatkan peran atau posisi Indonesia secara politik di lingkungan internasional untuk saat ini dan secara berkelanjutan untuk masa depan.
- Dari perspektif geoekonomi dan geoteknologi, penguasaan teknologi nir-awak perlu diupayakan untuk memaksimalkan keuntungan di wilayah sendiri, meningkatkan kemandirian dan untuk menjamin kepentingan nasional. Sistem nir-awak menawarkan biaya operasional pertahanan yang lebih ekonomis. Penguasaan teknologi nir-awak dari perspektif geoekonomi menjadi sangat relevan, karena dengan dapat menguasai teknologi ini secara mandiri, Indonesia dapat memaksimalkan keuntungan di dalam wilayahnya sendiri, tanpa ada *capital-flight* ke luar negeri karena pembelian sistem pesawat udara nir-awak, dan kemudian ketergantungan lainnya seperti perawatan, *upgrading* dan lain-lain.
- Merujuk pada Teori *Comprehensive National Power* (CNP) di mana Kekuatan Nasional Komprehensif itu merupakan agregat dari Massa Kritis, Kekuatan Ekonomi, Kekuatan Teknologi, Kekuatan Militer dan Daya Tarik Budaya, maka penguasaan teknologi Nir-Awak akan memberikan kontribusi pada peningkatan 3 dimensi CNP, yaitu Ekonomi,

Teknologi dan militer. Hal akan mengungkit CNP secara agregat dan meningkatkan Kekuatan Nasional Komprehensif Indonesia. Upaya ini perlu dilakukan mengingat Indonesia ke depan akan menjadi Negara besar di bidang Ekonomi, yang tentunya harus diiringi dengan peningkatan kekuatan di bidang pertahanan negara.

Dari Pembahasan tentang dampak Revolusi Industri 4.0 terhadap Astagatra sebagai Sumber Daya Nasional untuk Pertahanan Negara, beberapa simpulan dapat ditarik sebagai berikut:

- Kemajuan teknologi informasi mengungkit semua pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi baru yang akan menggerakkan Era Industri 4.0. Industri akan bekerja lebih cerdas-cepat-dan-ekonomis, dan ini akan memberikan dampak pada seluruh gatra kehidupan bangsa—astagatra. Sebagaimana doktrin pertahanan Indonesia yang menggambarkan bahwa Pertahanan Negara Indonesia diselenggarakan dalam suatu sistem pertahanan semesta melibatkan seluruh warga negara, wilayah, segenap sumber daya dan sarana serta prasarana nasional, maka dampak Revolusi Industri ke-4 terhadap astagatra ini harus dikelola dengan baik secara total, terpadu, terarah dan berlanjut.
- Revolusi Industri ke-4 akan menuntut semua kelompok, industri atau negara untuk melakukan digitasi—perubahan dari media konvensional ke media digital, digitalisasi—perubahan proses bisnis konvensional ke proses digital, dan transformasi digital—kreasi-kreasi model bisnis baru berdasarkan teknologi informasi.
- Dampak Revolusi Industri ke-4 terhadap trigatra alamiah geografi, demografi dan sumber kekayaan alam akan saling terkait erat satu sama lain. Program percepatan harus disegera diupayakan untuk digitisasi, digitalisasi dan transformasi digital informasi geospasial yang tematik dan terinci untuk memudahkan pengelolaan baik kuantitas dan kualitas sumber daya nasional untuk pertahanan negara.
- Dampak Revolusi Industri ke-4 terhadap pancagatra sosial terutama yang akan sangat berperan adalah gatra ekonomi di mana terjadi pergeseran kepemimpinan ekonomi dari industri migas ke industri informasi dan komunikasi. Dan ini akan dapat mengungkit daya saing

gatra lainnya, atau melemahkannya. Dampak signifikan lainnya adalah terhadap gatra pertahanan dan keamanan, di mana teknologi wahana nir-awak, robotik dan material maju dalam klaster teknologi fisik akan menjadi megatren Industri 4.0. Dampak ini akan mendesak negara-negara untuk menerapkan RMA (Revolusi Urusan Militernya).

Dari Pembahasan tentang peta jalan penguasaan teknologi nir-awak untuk memperkuat pertahanan negara, beberapa simpulan dapat ditarik sebagai berikut:

- Baik merujuk pada teori teknologi nir-awak, kajian literatur maupun pengalaman penulis, sistem nir-awak memang menawarkan berbagai keunggulan terutama dari segi reduksi risiko, penghematan biaya operasional, peningkatan daya tempur dan daya gentar. Namun juga memiliki beberapa kelemahan terutama masalah energi (batere) untuk perangkat elektronik *onboard*. Dan yang tidak kalah pentingnya untuk disikapi adalah kontroversi terutama terkait Hukum Internasional Kemanusiaan (*International Humanitarian Law*) dan kecenderungannya untuk memudahkan perang.
- Peta jalan penguasaan teknologi nir-awak berdasarkan keunggulan, kelemahan dan kontroversi telah coba digagas sebagai suatu solusi alternatif penguasaan teknologi menggunakan *Science and Technology Roadmap* dari Albright Strategy dengan melibatkan banyak pemangku kepentingan (*multi-stakeholders*) mulai dari pengguna atau calon pengguna, penyedia teknologi dan pengembang produk. Peta jalan ini merupakan kegiatan pengembangan yang bersifat iteratif dan dinamis. Para pemangku kepentingan ini dapat berkolaborasi dalam suatu konsorsium dengan suatu komitmen.

Dari Pembahasan tentang penguatan peran para pemangku kepentingan dalam penguasaan teknologi nir-awak, beberapa kesimpulan dapat ditarik sebagai berikut:

- Konsep pengembangan teknologi pertahanan perlu melibatkan *multi-stakeholder* terdiri dari lembaga pendidikan (penyedia sdm dan iptek), lembaga litbangjirap (penyedia iptek dan pengujian skala laboratorium), Industri (daya guna iptek) dan Kementerian Pertahanan atau TNI (sebagai pengguna). Konsep ini dikenal dengan *quadruple helix*, terdiri

dari empat pemangku kepentingan. Lembaga akademi dan litbangjirap iptek dapat disatukan sebagai satu lembaga penyelenggara iptek sesuai UU Sisnas Iptek, dan konsep ini dikenal dengan *triple helix*. Ada juga konsep pengembangan iptek menuju inovasi yang disebut *penta* atau *quintuple helix* yang melibatkan komunitas dan media. Namun dari sifat teknologi pertahanan yang untuk beberapa hal sangat sensitif dan mungkin perlu dijaga kerahasiaannya *triple* atau *quadruple helix* cukup untuk dilaksanakan dengan syarat komitmen dan konsistensi dari para pemangku kepentingan. Adapun kerjasama dengan media atau komunitas dapat dilaksanakan sewaktu-waktu sesuai dengan kepentingan.

- Perangkat kebijakan baik peraturan maupun perundangan-undangan terkait penguatan pertahanan negara melalui penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi secara umum sudah ada sebagaimana uraian di atas. Sumber daya nasional untuk mendukungnya baik perguruan tinggi, lembaga penelitian, pengembangan, pengkajian dan penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi pun tersedia tidaklah kurang. Yang diperlukan adalah konsep, peta jalan dan kebijakan tentang penguasaan teknologi nir-awak secara khusus yang dapat dijadikan landasan pelaksanaan program ke depannya. Komitmen penganggaran secara kontinyu tentu perlu juga perlu upayakan agar program dapat dilaksanakan secara berdaya guna dan berhasil guna.
- Walaupun teknologi penggerak Revolusi Industri ke-4 ini bersifat disruptif, tetapi sama seperti halnya pada revolusi sebelumnya bahwa kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi akan diakselerasi oleh sektor militer dan baru dimanfaatkan kemudian oleh pengguna umum, seperti yang terjadi pada GPS, internet dan lain-lain. Bidang pertahanan merupakan aspek yang penting di Era Industri 4.0 ini. Negara yang siap dengan bidang pertahanan dan keamanan berbasis Industri 4.0 akan memegang kendali dalam percaturan kekuatan dunia. Indonesia sebagai negara berkembang belum terlambat untuk mulai menerapkan berbagai teknologi Era Industri 4.0 dalam bidang pertahanan.

18. Rekomendasi

Dari hasil kajian mengenai perkembangan Teknologi Nir-Awak di lingkungan global, regional dan nasional, dan Revolusi Industri ke-4, beberapa rekomendasi dapat disampaikan sebagai langkah konkrit dalam penguasaan teknologi nir-awak untuk pertahanan negara, di antaranya:

- a. Dari perkembangan penggunaan teknologi nir-awak oleh berbagai negara, baik dalam operasi militer untuk perang maupun operasi militer selain perang, maka perlu kiranya Indonesia menyesuaikan dengan perkembangan ini. Untuk itu, Kementerian Pertahanan perlu membuat perencanaan atau peta jalan jauh ke depan mengenai penguatan pertahanan negara menggunakan sistem nir-awak seperti misalnya *Unmanned System Integrated Roadmap 2017-2045* milik Departemen Pertahanan Amerika.
- b. Pemerintah perlu melakukan harmonisasi kebijakan melalui kementerian dan lembaga terkait dalam menetapkan juga industri pertahanan secara khusus ke dalam kebijakan *Making Indonesia 4.0*, di samping 5 industri yang telah ditetapkan sebagai industri prioritas. Kebijakan seperti ini diharapkan dapat menjadi landasan pelaksanaan program-program penguasaan teknologi pertahanan ke depannya. Komitmen penganggaran secara kontinyu tentu perlu juga diupayakan agar program dapat dilaksanakan secara berdaya guna dan berhasil guna.
- c. Lembaga penyelenggara ilmu pengetahuan dan teknologi yang terdiri dari lembaga pendidikan, penelitian, pengembangan, pengkajian dan penerapan dalam koordinasi Kementerian Riset dan Teknologi/Badan Riset dan Inovasi Nasional perlu segera melakukan digitisasi, digitalisasi, dan transformasi digital sehingga dapat secara sigap mendukung kebutuhan pertahanan negara di Era Industri 4.0. Pengembangan teknologi pertahanan perlu dilakukan lebih intensif, karena dari pengalaman berbagai negara teknologi pertahanan merupakan penggerak (*driver*) perkembangan teknologi lainnya
- d. Kementerian Pertahanan, BUMN dan Perindustrian perlu koordinasi secara sinergi dalam penguatan industri pertahanan nasional dengan tidak terbatas pada BUMN, melainkan juga industri kecil dan menengah di bawahnya, sehingga suatu ekosistem rantai pasok dapat terbina dan industri pertahanan Indonesia menjadi semakin kuat.

DAFTAR PUSTAKA

Buku:

- Asobudi, et al. 2020. *Materi Pokok Bidang Studi Geografi*. Jakarta: Lemhannas RI.
- Austin, R. 2010. *Unmanned Aircraft Systems: UAVS Design, Development and Deployment*. Chichester, United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd.
- Ayson R. and D. Ball. 2006. *Strategy and Security in the Asia Pacific*. Crows Nest North South Wales: Allen & Unwin.
- Blom, J.D. 2009. *Unmanned Aerial System: a historical perspective*. CSI Press, Fort Leavenworth, Kansas.
- Cares, J.R. and Dickamnn, J.Q.Jr. 2016. *Operation Research for Unmanned Systems*. West Sussex, United Kingdom: John Wiley & Sons, Ltd.
- Gattinger, D. 2019. *The Drone Databook*. Washington, D.C.: CSD Bard College.
- Joint Chiefs of Staff. 2016. *Joint Operating Environment, JOE 2035: The Joint Force in a Contested and Disordered World*. Washington, DC: Government Printing Office. July 2016.
- Kementerian Perindustrian RI. 2018. *Making Indonesia 4.0*. Jakarta: Kemenperin RI.
- Kementerian Pertahanan RI. 2005. *Buku Putih Pertahanan Indonesia*. Jakarta: Kemeterian Pertahanan RI.
- Kemeterian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi. 2017. *Rencana Induk Riset Nasional Tahun 2017-2045*. Edisi 28 Pebruari 2017. Jakarta: Kemenristekdikti RI.
- Luttwak, Edward N. 1999. "Theory and Practice of Geo-Economics" from *Turbo-Capitalism: Winners and Losers in the Global Economy*. New York: HarperCollins Publishers.

- Manning, R.A. and Engelke, P. 2018. *The Global Innovation Sweepstakes: A Quest to Win The Future*. Washington, DC: Atlantic Council.
- Mulyono, H. et al. 2020. *Geostrategi Indonesia dan Ketahanan Nasional*. Jakarta: Lemhannas RI.
- Prabowo, E. et al. 2020. *Geopolitik dan Wawasan Nusantara*. Jakarta: Lemhannas RI.
- Pramono, A., et al. 2020. *Materi Pokok Bidang Studi Pertahanan dan Keamanan*. Jakarta: Lemhannas RI.
- Scharmer, C.O. 2009. *Theory U*. San Francisco, California: Berrett-Koehler Publishers, Inc.
- Schwab, K. 2016. *The Fourth Industrial Revolution*. Switzerland, Geneva: World Economic Forum..
- Sloan, E.C. (2002). *Revolution in Military Affairs: Implication for Canada and NATO*. Montreal & Kingston: McGill-Queen's University Press.
- Sloggett, D. 2014. *Drone Warfare – The Development of Unmanned Aerial Conflict*. Pen & Sword Books Ltd. South Yorkshire.
- U.S. Department of Defense. 2018. *Unmanned Systems Integrated Roadmap 2017-2042*.

Jurnal ilmiah:

- Beckley, M. 2018. "The Power of Nation," *Int. Security* V.43 No.2. 7-44.
- Bonciu, F. 2019. "Impact of the 4th Industrial Revolution on the World Order". *Romanian Journal of European Affairs*. Vol.19, No. 2.
- Carpenter, W. S. 1936. "Politics: Who Gets What, When, How. By Harold D. Lasswell. (New York: Whittlesey House. 1936. Pp. ix, 264.)," *American Political Science Review*. Cambridge University Press, 30(6), pp. 1174–1176.
- Jaussi, J.A. and Hofmann, H.O. 2018. "Manned Versus Unmanned Aircraft Accidents, Including Causation and Rates". *International Journal of Aviation, Aeronautics, and Aerospace*, Vol. 5, Iss. 4, Art.3.

Liao H., W. Dong, H Liu and Y. Ge. 2015. "Toward Measuring and Visualializing Sustainable National Power—A Case Study of China and Neighboring Countries." *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* V.4, Issue 3, 1672-1692.

Thong, S.S., et.al. 2012. "Unmanned Technology – The Holy Grail for Militaries?" *The Journal of The Singapore Armed Forces.* Vol. 38 No. 4.

Peraturan dan Perundang-undangan:

Undang-Undang RI No. 3 Tahun 2002 tentang Pertahanan Negara.

Undang-undang RI No. 34 Tahun 2004 tentang Tentara Nasional Indonesia

Undang-Undang RI No.16 Tahun 2012 tentang Industri Pertahanan.

Undang-undang RI No. 23 tahun 2019 tentang Pengelolaan Sumber Daya Nasional

Peraturan Menteri Pertahanan RI No. 15 Tahun 2009 tentang Pembinaan Teknologi dan Industri Pertahanan

Sumber lain (Majalah, Koran, website):

Albright Strategy. 2020. *Science and Technology Roadmaps.*

http://www.albrightstrategy.com/s-t_roadmap.html. Diakses 23.07.2020

BBC News. 07.02.2013. *Iran shows 'hacked US spy drone' video footage.*

<https://www.bbc.com/news/world-middle-east-21373353>. Diakses 11.07.2020

Berchmans, J.S.W. 2014. *Konsepsi Penggunaan Pesawat Terbang Tanpa Awak Guna Meningkatkan Kemampuan Pertahanan Negara Dalam Rangka Memperkokoh NKRI.* Taskap PPRA LII. Jakarta: Lemhannas RI Tahun 2014.

Berita Satu. 20 .11.2019. *Mantan ISIS: Milenial Harus Kritis Lawan Propaganda Radikalisme.* <https://www.beritasatu.com/nasional/586623-mantan-isis-milenial-harus-kritis-lawan-propaganda-radikalisme>. Diakses 07.07.2020.

BPPT. 25.11.2019. *BPPT Dorong Penguasaan Teknologi Di Era Industri.* 25 November 2019. <https://www.bppt.go.id/layanan-informasi-publik/3772-bppt-dorong-penguasaan-teknologi-di-era-industri>. Diakses 01.07.2020

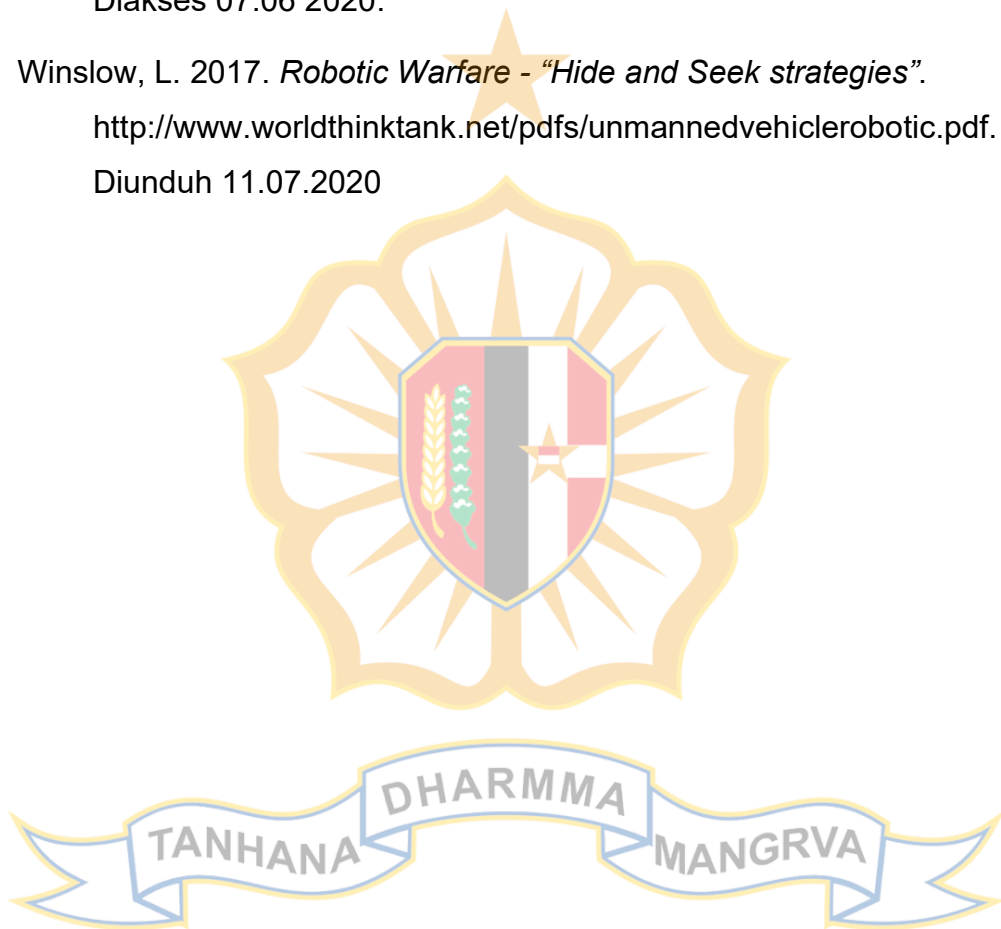
- BPPT. 28.01.2020. *PUNA Alap-Alap BPPT, Dukung Pertahanan dan Keamanan Nasional*. <https://www.bppt.go.id/layanan-informasi-publik/3852-puna-alap-alap-bppt-dukung-pertahanan-dan-keamanan-nasional>. Diakses 01.07.2020.
- Cabañas, J.M.G. 26.06.2019. *The War for the Web*. <https://www.vision-gt.eu/news/the-war-for-the-web/>. Diakses 23.07.2020.
- DFKI. 2011. *Industry 4.0*. <https://www.dfki.de/en/web/technologies-applications/fields-of-application/industry-40/> Diakses 23.07.2020.
- Drath, v.K. 28.11.2016. *We didn't do anything wrong, but somehow, we lost*. <https://www.leadership-choices.com/de/thinkabout/article/we-didnt-do-anything-wrong-but-somehow-we-lost.html>. 30.4.2020.
- Geneva Academy of International Humanitarian Law And Human Rights. 26th September 2017. *International Humanitarian Law*. <http://www.rulac.org/legal-framework/international-humanitarian-law>. Diakses 12.07.2020. 20:24.
- Goodman, M., & Khanna, P. (2013). "The Power of Moore's Law in a World of Geotechnology". *The National Interest*, (123), 64-73. Diakses 25.07.2020, dari www.jstor.org/stable/42896538
- Global Fire Power. 2020. *2020 Military Strength Ranking*. <https://www.globalfirepower.com/countries-listing.asp>. Diakses 01.07.2020
- Liputan 6. 01.12.2018. *Psikolog: Radikalisme telah Memapar Generasi Milenial*. <https://www.liputan6.com/news/read/3796249/psikolog-radikalisme-telah-memapar-generasi-milenial>. Diakses 07.07.2020.
- Nusantara News. 19.12.2017. *Membangun Bangsa dengan Pendidikan Karakter*. <https://nusantaranews.co/membangun-bangsa-dengan-pendidikan-karakater/>. Diakses 07.07.2020.
- OECD. 2018. "Putting faces to the jobs at risk of automation". *Policy Brief on The Future of Work*. Paris: OECD Publishing.

Staging Point. 16.07.2018. *Revolusi Industri 4.0 RI Butuh Politik Pengetahuan.*

<http://staging-point.com/read/2018/07/16/194640/Revolusi.Industri.4.0.RI.Butuh.Politik.Pengetahuan>. Diakses 01.07.2020.

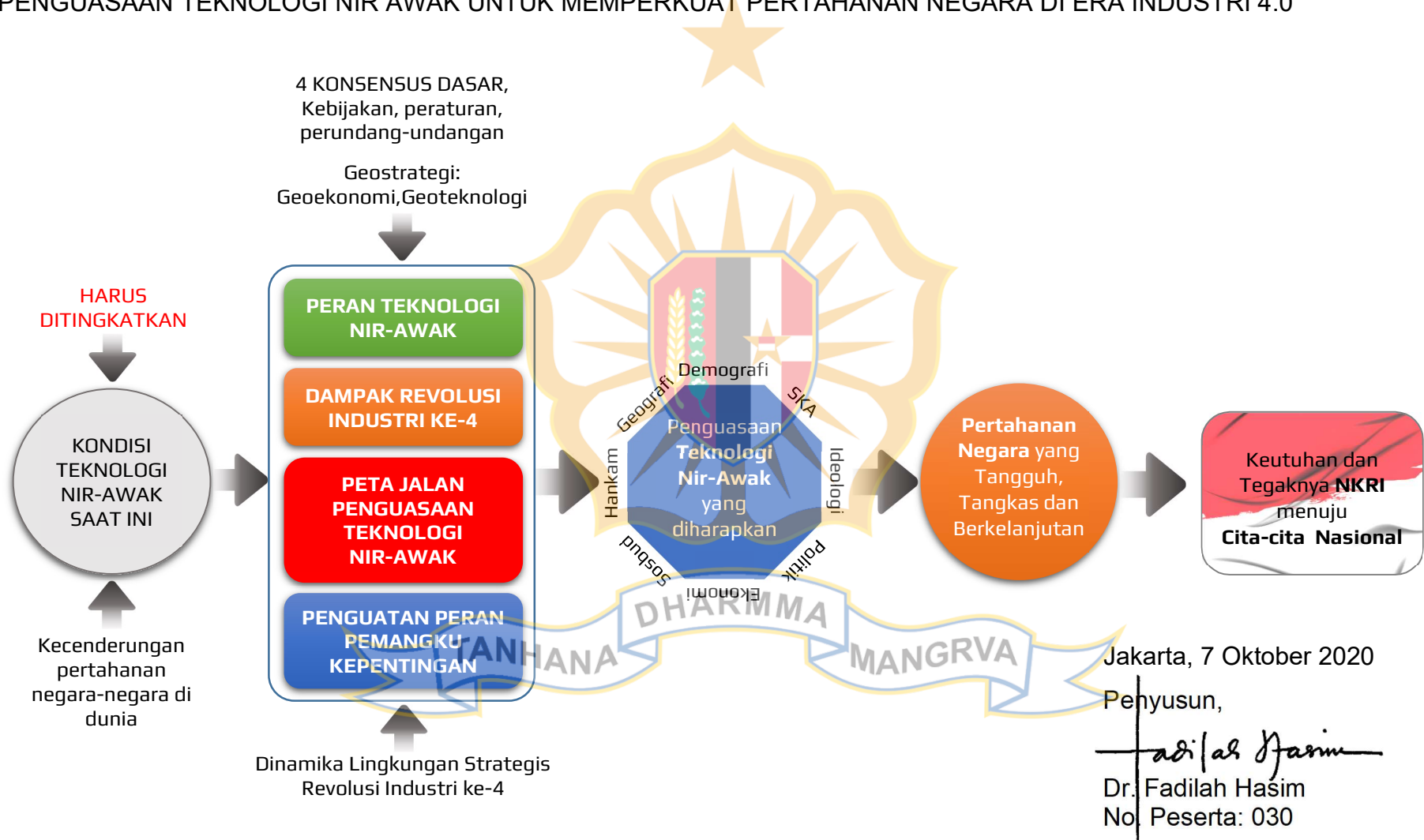
Sucahyo, N. 2019. *Indonesia Manfaatkan Big Data untuk Sensus Kependudukan 2020*. <https://www.voaindonesia.com/a/indonesia-manfaatkan-big-data-untuk-sensus-kependudukan-2020/5078956.html>. Diakses 07.06 2020.

Winslow, L. 2017. *Robotic Warfare - "Hide and Seek strategies"*. <http://www.worldthinktank.net/pdfs/unmannedvehiclerobotic.pdf>. Diunduh 11.07.2020



LAMPIRAN 1: ALUR PIKIR

PENGUASAAN TEKNOLOGI NIR AWAK UNTUK MEMPERKUAT PERTAHANAN NEGARA DI ERA INDUSTRI 4.0



LAMPIRAN 2: DATA DAN FAKTA

TABEL IV. LIMA DIMENSI KEKUATAN NASIONAL KOMPREHENSIF (CNP, COMPREHENSIVE NATIONAL POWER)⁷⁷.

Country	Critical Mass		Economic Strength		Technological Strength		Military Strength		Cultural Appeal	
	Score	Rank	Score	Rank	Score	Rank	Score	Rank	Score	Rank
China	89.33	1	100.00	1	74.52	1	61.84	2	79.43	1
Russian Federation	62.64	2	17.94	4	21.45	4	73.04	1	52.68	3
India	38.29	3	19.94	3	10.41	5	40.89	3	40.57	4
Indonesia	14.84	4	8.56	6	0.70	11	8.26	8	10.23	7
Kazakhstan	10.01	5	2.03	10	2.82	7	1.22	15	4.49	10
Pakistan	5.68	6	2.37	9	1.04	9	13.04	6	3.34	12
Malaysia	3.83	7	3.14	7	8.13	6	3.14	12	17.40	6
Vietnam	3.72	8	1.78	11	0.71	10	6.36	10	7.05	8
Japan	3.49	9	44.41	2	72.97	2	10.33	7	68.13	2
Philippines	2.97	10	2.73	8	0.48	13	1.95	13	5.98	9
Myanmar	2.90	11	0.60	12	0.01	16	6.85	9	0.41	18
Mongolia	2.79	12	0.10	16	0.02	15	0.20	20	4.32	11
Afghanistan	2.07	13	0.18	13	0.00	21	4.02	11	0.13	20
Korea, Rep.	1.55	14	13.60	5	45.49	3	15.15	5	40.15	5
Korea, Dem. Rep.	1.16	15		20	0.64	12	15.46	4	3.09	13
Nepal	0.84	16	0.17	14	0.29	14	1.36	14	1.61	15
Lao PDR	0.74	17	0.10	17	0.01	18	1.11	16	0.08	21
Brunei Darussalam	0.49	18	0.15	15	1.13	8	0.32	17	0.41	19
Kyrgyz Republic	0.42	19	0.05	19	0.01	17	0.22	18	2.72	14
Tajikistan	0.35	20	0.07	18	0.01	19	0.21	19	1.10	16
Bhutan	0.09	21	0.00	20	0.00	20	0.00	21	0.56	17



⁷⁷ Liao, H., Dong, W., Liu, H., and Ge, Y. 2015. "Towards Measuring and Visualizing Sustainable National Power—A Case Study of China and Neighboring Countries." *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* 2015. 4, 1684

TABEL V. INDEKS KEKUATAN 20 NEGARA BESAR⁷⁸.

Rangking	Negara	Indeks Kekuatan
1	Amerika Serikat	0,0606
2	Russia	0,0681
3	China	0,0691
4	India	0,0953
5	Jepang	0,1501
6	Korea Selatan	0,1509
7	Perancis	0,1702
8	Inggris	0,1717
9	Mesir	0,1872
10	Brazil	0,1988
11	Turki	0,2098
12	Itali	0,2111
13	Jerman	0,2186
14	Iran	0,2191
15	Pakistan	0,2364
16	Indonesia	0,2544
17	Saudi Arabia	0,3034
18	Israel	0,3111
19	Australia	0,3225
20	Spanyol	0,3388



⁷⁸ Global Fire Power. 2020. 2020 Military Strength Ranking. <https://www.globalfirepower.com/countries-listing.asp>. Diakses 01.07.2020

TABEL VI. KLASIFIKASI PESAWAT UDARA NIR-AWAK DAN BEBERAPA CONTOH⁷⁹.

< 150 kg	150 – 600 kg	> 600 kg
Class I	Class II	Class III
		
		
		





⁷⁹ Gattinger, D. 2019. *The Drone Databook*. Washington, D.C.: CSD Bard College. hal. V.

TABEL VII. PESAWAT UDARA NIR-AWAK YANG DIMILIKI INDONESIA⁸⁰.

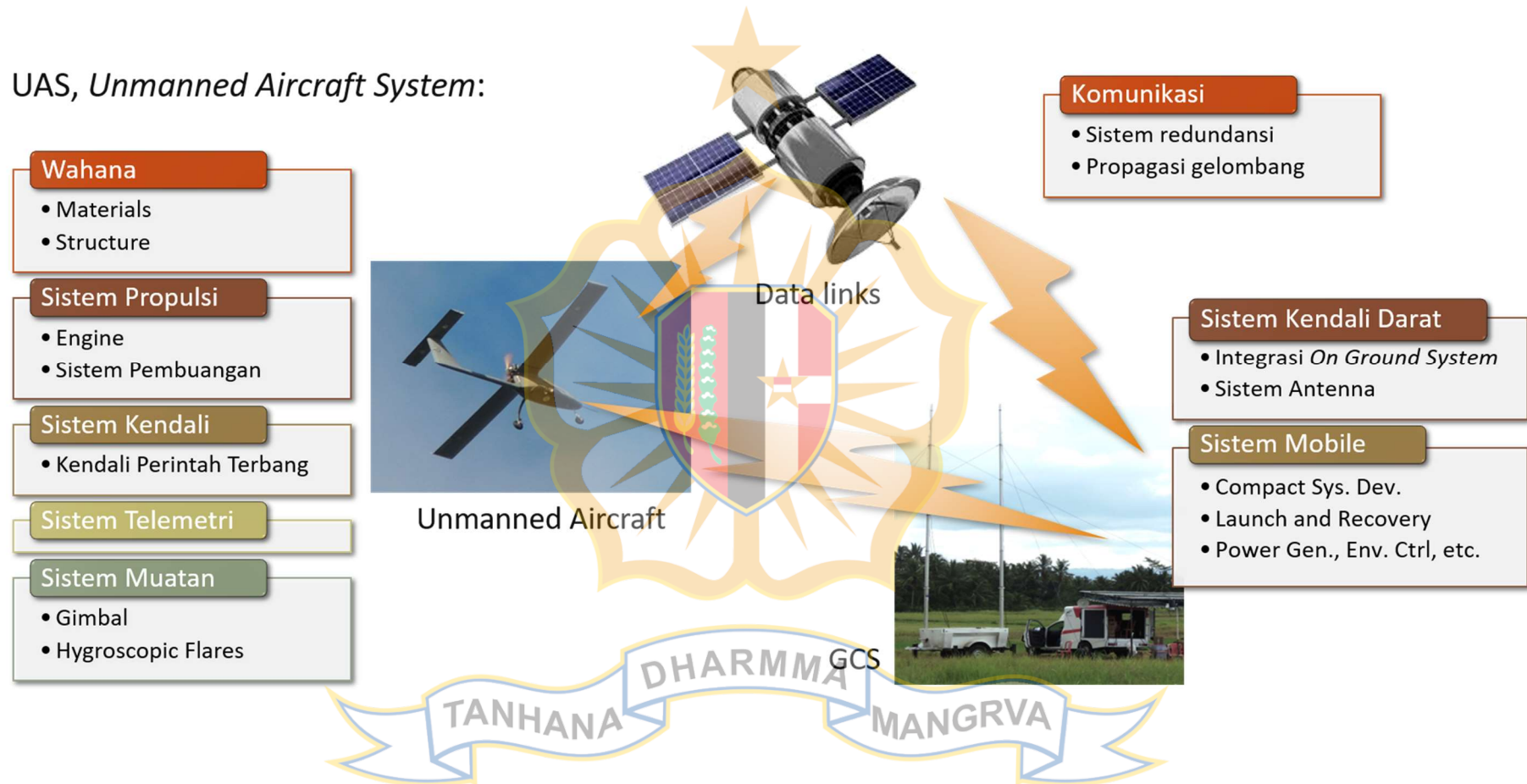
Model	Make	Origin	Class	Intro	Qty	Operator	Notes
Aerostar ¹	Aeronautics	Israel	II	2013	4	Air Force	
ScanEagle ²	Insitu	USA	I	2018	6	Navy	
ScanEagle 2 ³	Insitu	USA	I	2022	6		
PUNA Wulung ⁴	BPPT/PTDI	Indonesia	II	2018	3	Air Force	
V-200 ⁵	UMS Skeldar	Sweden	II	2017	1	Navy	Trial platform
F-330 ⁶	UMS Skeldar	Sweden	I	2016	3	Army	"Rajawali-330"



⁸⁰ Gattinger, D. 2019. *The Drone Databook*. Washington, D.C.: CSD Bard College. hal. 26

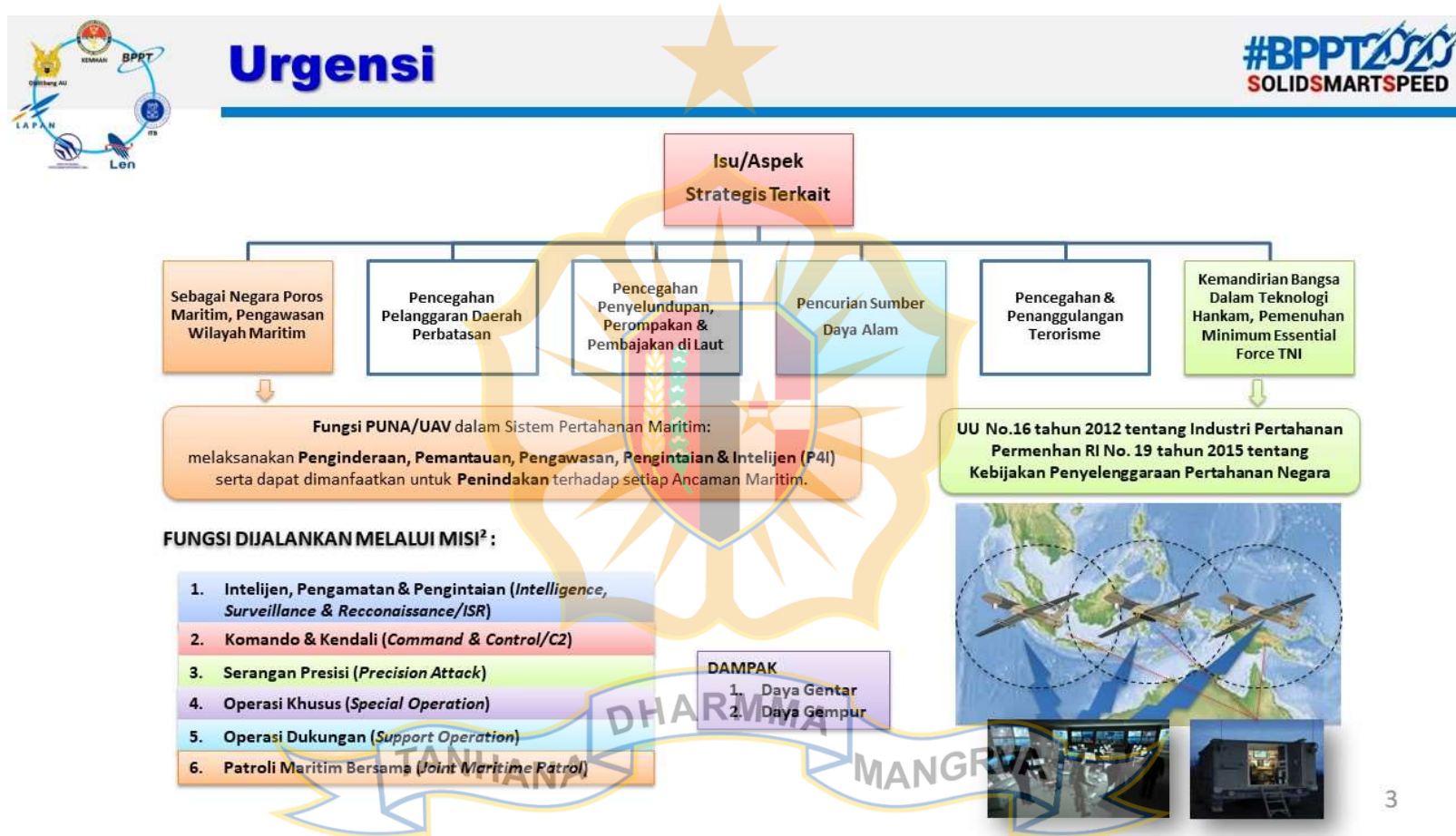
LAMPIRAN 3: TEKNOLOGI SISTEM NIR-AWAK

UAS, *Unmanned Aircraft System*:

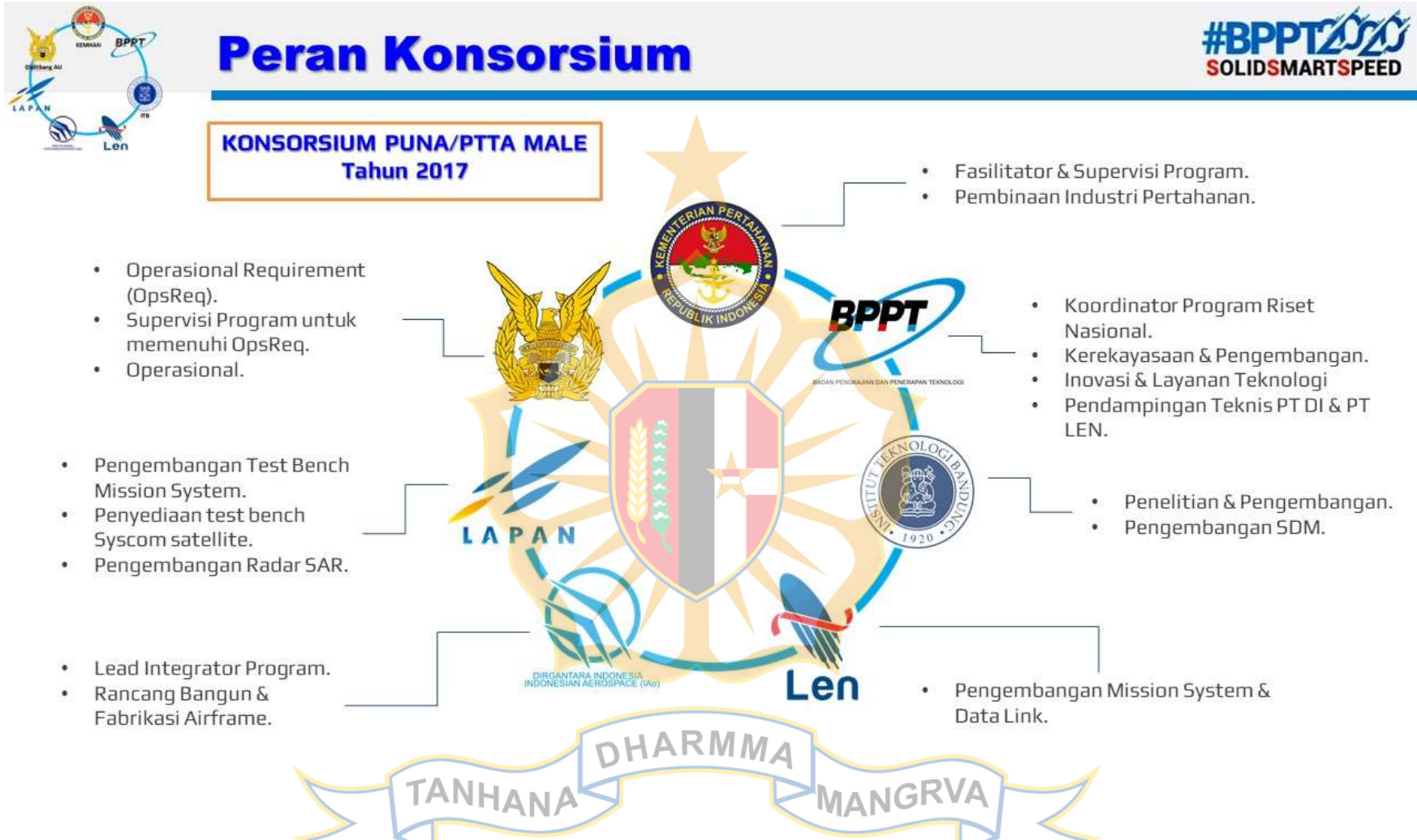


GAMBAR 2. TEKNOLOGI SISTEM NIR-AWAK.

LAMPIRAN 4: PUNA MALE KOMBATAN ELANG HITAM



GAMBAR 3. URGENSI PUNA MALE KOMBATAN.



GAMBAR 4 PERAN ANGGOTA KONSORSIUM PUNA MALE KOMBATAN.

LAMPIRAN 5: DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Dr. Fadilah Hasim

Balai Besar Teknologi Aerodinamika Aeroelastika dan Aeroakustika
Teknologi Industri Rancang Bangun dan Rekayasa

I. KETERANGAN PERORANGAN

1.	Nama lengkap	Fadilah Hasim
2.	Nomor Induk Pegawai	19700723 198911 1 001
3.	Pangkat, golongan ruang	Pembina Tingkat I, IV/b
4.	Tempat, tanggal lahir	Bandung, 23 Juli 1970
5.	Jenis kelamin	Laki-laki
6.	Agama	Islam
7.	Status perkawinan	Kawin
8.	Alamat rumah	a. Jalan : Masjid Al-Latif b. RT/RW : 004/002 c. Kelurahan/Desa : Kademangan d. Kecamatan : Setu e. Kabupaten/Kota : Tangerang Selatan f. Propinsi : Banten
9.	Nomor telephone/HP	
10.	Alamat Email	
11.	Keterangan badan	a. Tinggi badan : 164 cm b. Berat badan : 58 kg c. Rambut : Hitam d. Bentuk muka : Oval e. Warna kulit : Sawo matang f. Ciri-ciri khas : - g. Cacat tubuh : -
12.	Hobby (kegemaran)	Aikido dan berkebun

*) coret yang tidak perlu

II. PENDIDIKAN

1. Pendidikan di dalam dan luar Negeri

NO	TINGKAT	NAMA PENDIDIKAN	JURUSAN	STTB/ IJAZAH TAHUN	TEMPAT	NAMA KEPALA SEKOLAH/ DEKAN
1	SD	Yayasan Pajajaran		1983	Bandung	Agus Sukiman
2	SLTP	SMP Negeri 9 Bandung		1986	Bandung	Anwar Chozar
3	SLTA	SMA Negeri 3 Bandung	Fisika	1989	Bandung	Rasidi
4	D1	The Japanese Language School of The International Students Institute	Natural Science (in Japanese)	1991	Tokyo	Koichi Igarashi
5	S1	Toyama University	Materials Sci. & Eng.	1995	Toyama	Mitsugu Tokizawa
6	S2	Toyama University	Materials Sci. & Eng.	1999	Toyama	Mitsugu Tokizawa
7	S3	Toyama University	Energy Sci. & Eng.	2004	Toyama	Hiroshi Takizawa

1. Kursus/latihan di dalam dan luar negeri

NO	NAMA KURSUS/LATIHAN	LAMANYA	IJAZAH/ LULUS TAHUN	TEMPAT	KET.
1	Pra Jabatan Tk. II	26 Des. 1989 – 11 Jan.	1990	Jakarta	LIPI
2	P4	15 - 22 Jan.	1990	Jakarta	BP7 Pusat
3	Bahasa Jepang	6 Bulan	1990	Jakarta	The Japan Foundation
4	CHEM CAD	02 - 05 Mei	1995	Jakarta	FTUI
5	Orientasi Pegawai Baru	22 Agu – 07 Sep	1995	Jakarta	BPPT
6	Ketidakpastian Pengukuran	02-06 Jun	2008	Tangerang Selatan	PPKIM, LIPI
7	Effective Communication with Multimedia	29-30 Jun.	2009	Jakarta	Red Piramid dan BPPT
8	Sistem Manajemen Mutu SNI ISO 9001:2008	30 Jun – 01 Jul	2010	Tangerang Selatan	PPSMTP, LIPI
9	Pemahaman ISO/IEC Guide 65:1996 dan Pedoman KAN 402:2007	22-23 Sep.	2010	Jakarta	BSN

NO	NAMA KURSUS/LATIHAN	LAMANYA	IJAZAH/ LULUS TAHUN	TEMPAT	KET.
10	Diklat JF Perekayasa	08-11 Nov.	2011	Jakarta	Pusbindiklat BPPT
11	Entrepreneurship for Physicist and Engineers	03-07 Des.	2012	Jakarta	BATAN, ICTP, IOP, TWAS
12	Micropilot Autopilot Training and Integration	04-28 Nov. 2016	2016	Winnipeg	Micropilot
13	Pelatihan Audit Teknologi	27 – 28 Sep	2017		
14	Penilaian Resiko dalam Implementasi Sistem Pengendalian Intern Pemerintah (SPIP)	16 – 19 Okt	2017	Puspiptek	BPPT dan BPKP
15	Training on Basic Submarine	14 – 15 Nov	2017	Puspiptek	SAAB dan BPPT
16	Leader Academy: Peningkatan Kualitas Kepemimpinan Menuju Birokrasi Kelas Dunia	2 – 5 Jul	2018	Bandung	BPPT
17	Bimtek Pengadaan Barang dan Jasa Pemerintah sesuai PerPres No.16 Tahun 2018	12 – 13 Sep	2018	Tangerang Selatan	BBTA3
18	LEMHANNAS PPRA LXI	17 Mar – 20 Okt 2020	berjalan	Jakarta	berjalan

III. RIWAYAT PEKERJAAN

1. Riwayat Kepangkatan

NO	PANGKAT	GOL	TMT	NOMOR DAN TANGGAL SK PENETAPAN PANGKAT
1	CPNS	II/a	01-11-1989	SK/070/M/BPPT/II/1990
2	Pengatur Muda	II/a	01-01-1991	SK/022/M/BPPT/I/1991
3	Penata Muda	III/a	01-10-1995	SK/390/KA/BPPT/X/1995
4	Penata Muda Tk. 1	III/b	01-04-2000	SK/40/WK/BPPT/III/2000
5	Penata	III/c	01-10-2004	219/SK/SETAMA/BPPT/XI/2004
6	Penata Tk. 1	III/d	01-04-2010	100/Kp/BPPT/III/2010
7	Pembina	IV/a	01-04-2014	074 TAHUN 2014
8	Pembina Tk. 1	IV/b	01-04-2018	097 TAHUN 2018
9	Pembina Utama Muda	IV/c	01-04-2020	00033/KEP/AA/15001/20

2. Riwayat Jabatan Struktural

NO	NAMA JABATAN	MULAI DAN SAMPAI DENGAN	NOMOR DAN TANGGAL SK PENETAPAN JABATAN	CAPAIAN PRESTASI
1	Kepala Kelompok Mekanika Fluida – UPT-LAGG – TIRBR	01-06-2006	123/KP/BPPT/VIII/2006 23-08-2006	
2	Kepala Bid. Tek. Pertahanan Dan Keamanan Matra Udara – PTIPK – TIRBR	19-02-2014 s.d. 07-01-2016	030 TAHUN 2014 17-02-2014	
3	Kepala Bagian Program dan Anggaran – PTIPK – TIRBR	07-01-2016 s.d. 28.06-2018	002 TAHUN 2016 04-01-2016	HAKI Desain Industri PUNA Alap-alap
4	Kepala Balai Besar Teknologi Aerodinamika Aeroelastika dan Aeroakustika	28-06-2018 s.d. Sekarang	168 TAHUN 2018 25-06-2018	BPPT Innovation Award 2020 Kategori Kelompok Layanan

3. Riwayat Jabatan Fungsional

NO	NAMA JABATAN	MULAI DAN SAMPAI DENGAN	NOMOR DAN TANGGAL SK PENETAPAN JABATAN	CAPAIAN PRESTASI
1	Perekayasa Muda - III/c	01.10.2007 s.d. 31.03.2010	242/KP/BPPT/VIII/2007 23-08-2007	213.000
2	Perekayasa Muda - III/d	01-04-2010 s.d. 01-01-2014	117/Kp/BPPT/III/2010 11-03-2010	323.670
3	Perekayasa Muda – III/d	01-01-2009 s.d. 31.12.2012	11/PAK-PRK/BPPT/II/2012	374.983

4. Riwayat Riset dan Inovasi Ringkas

NO	Tahun	Kegiatan Riset dan Inovasi
1	2004-2014	1. Desain, supervisi manufakturing, dan komisioning Terowongan Angin Kecepatan Rendah di Indonesia dan Malaysia.

		2. Pengujian terowongan Angin untuk berbagai model pesawat terbang baik dalam dan luar negeri. 3. Penelitian dan Pengembangan Turbin Angin skala kecil. 4. Penelitian dan pengembangan Pesawat Udara Nir Awak untuk berbagai prototipe di BPPT, i.e., Wulung, Alap-alap, Sriti.
2	2015-2019	5. Penelitian dan pengembangan Pesawat Udara Nir Awak Alap-Alap dan MALE (Medium Altitude Long Endurance). 6. Pengujian terowongan Angin untuk model pesawat terbang nasional (Program Strategi Nasional) N219 dan R80.

IV. TANDA JASA/PENGHARGAAN/PRESTASI YANG MENONJOL

NO	NAMA BINTANG/ SATYALANCANA/PENGHARGAAN/ PRESTASI	TAHUN PEROLEHAN	KETERANGAN (NAMA NEGARA/INSTANSI YANG MEMBERI, ...dsb)
1	Satya Lancana Karya Satya 10 Tahun	042/TK/TAHUN 2000 05-07-2000	RI
2	Satya Lancana Karya Satya 20 Tahun	27/TK/TAHUN 2010 20-07-2010	RI
3	Satya Lancana Karya Satya 30 Tahun	84/TK/TAHUN 2020 13-08-2020	RI

V. PENGALAMAN DALAM KONFERENSI DAN FORUM INTERNASIONAL

NO	NAMA KONFERENSI/FORUM, TEMPAT, DAN TANGGAL	PERAN	NEGARA	CATATAN (JUDUL MAKALAH)
1	Japan Society of Mechanical Engineering (JSME) – Thermal Engineering Conference.	Penulis Kedua	Jepang	“Finite Element Analysis of Heat Transfer Enhancement due to Semi-Cylindrical Turbulence Promoter”
2	The 3rd Int. Symposium on Adv. Fluid/Solid Science & Tech in Experimental Mechanics, (ISEM) conference, Tainan, Taiwan, 7-10 Desember, 2008.	Penulis Pertama	Taiwan	“Flow Field Characteristics of the IIUM Low Speed Wind Tunnel”, F. Hasim , R. Rusyadi, W. I. Surya, Fariduzzaman, W. Asrar , A. Omar, J.S.M. Ali, Y. Aminanda, R. Kafafy,

3	The 2nd Engineering Conference on Sustainable Engineering Infrastructures Development & Management, 18-19 December, 2008	Penulis Pertama	Malaysia	"THE IIUM LOW SPEED WIND TUNNEL," F. Hasim , R. Rusyadi, W. I. Surya, Fariduzzaman, W. Asrar, A. Omar, J.S. M. Ali, Y. Aminanda, R. Kafafy
4	7th Workshop on Regional Harmonization of Wind Loading and Wind Environmental Specifications in Asia-Pacific Economies (APEC-WW 2012), 12 November, 2012	Penulis Ketiga	Vietnam	"Geometry Modification for Minimizing The Aeroelastics Effect"
5	Applied Mechanics and Materials, Vol. 225, pp. 566-571, 29 November, 2012	Penulis Kedua	Swiss	"Subsonic Wind Tunnels in Malaysia: A Review", S. Wiriadidjaja, F. Hasim , S. Mansor, W. Asrar, A. S. M. Rafie, E. J. Abdullah
6	International Seminar of Aerospace Science and Technology 17th SIPTEKGAN - 2013	Penulis Kedua	Jakarta	"Optimization of The Bridge Deck Configuration by Numerical Simulation"
7	34th AIAA Applied Aerodynamics Conference, AIAA AVIATION Forum, (AIAA 2016-3879) 13-17 June, 2016 https://doi.org/10.2514/6.2016-3879	Penulis Keenam	Amerika	"Wing-In-Ground-Effect Craft as a Potential Domestic Transport Vehicle," S. Wiriadidjaja, Z. H. Mohamad, A. S. M. Rafie, M. Elhadi, Fariduzzaman, and F. Hasim
8	18 th International Conference on Applied Mechanics and Mechanical Engineering (AMME-18), 3-5 April, 2018	Penulis Kedua	Mesir	"Introduction to System Engineering," S. Wiriadidjaja, F. Hasim , G. Wibisono and R. Rusyadi
9	SATA 55 th Annual Meeting, Toronto & Ottawa, 2-7 June 2019	Penulis Pertama	Canada	"Improvement of Indonesia Low Speed Tunnel (ILST) Services," F. Hasim, A. Yohanes And D. Sangaji

VI. KETERANGAN ORGANISASI

1. Semasa mengikuti pendidikan di perguruan tinggi

NO	NAMA ORGANISASI	KEDUDUKAN DALAM ORGANISASI	DARI TAHUN S/D. TAHUN	TEMPAT	NAMA PIMPINAN ORGANISASI
1.	Indonesian Education Promoting Foundation (IEPF)	Pendiri	2000-2010	Toyama, Jepang	Yasunobu Kuboki
	<ul style="list-style-type: none"> Organisasi Mendapatkan Penghargaan dari Kementerian Lingkungan Pemerintah Jepang Pada Tahun 2017. 				

2. Sesudah selesai pendidikan dan atau selama menjadi PNS

NO	NAMA ORGANISASI	KEDUDUKAN DALAM ORGANISASI	DARI TAHUN S/D. TAHUN	TEMPAT	NAMA PIMPINAN ORGANISASI
1	Yayasan Semarak Pendidikan Indonesia (YSPI)	Pendiri, Ketua	2010- Sekarang	Tangerang Selatan	Fadilah Hasim
<ul style="list-style-type: none"> Yayasan ini mengelola Sekolah Hikari (Hikmah Anak Negeri) yang berwawasan lingkungan. Yayasan juga aktif memberikan advokasi kepada pemerintah kota Tangerang Selatan, Kota Bogor, Kota Balikpapan dalam pengembangan kurikulum pendidikan lingkungan 					

VII. KETERANGAN LAIN-LAIN

1. Beasiswa

- 1990-1995, Science and Technology for Manpower Development Program (STMDP-II).
- 1997-1999, Science and Technology for Industrial Development (STAID-II).
- 2000-2002, SAGAWA Scholarship

2. Publikasi dan lain-lain

- 2001, Yoshida, M., F. Hasim, Y. Hori and H. Miyashita; "Finite Element Analysis of Heat Transfer Enhancement due to Semi-Cylindrical Turbulence Promoter," *Proceedings of Thermal Engineering Conference, TED-Conf.'01, JSME, Okayama.*
- 2003, Hasim, F., M. Yoshida and H. Miyashita; "Compound Heat Transfer Enhancement by a Combination of Ribbed Tubes With Wire Coil Inserts," *J. Chem. Eng. Japan*, 36-6, 647-654
- 2003, Hasim, F., M. Yoshida and H. Miyashita; "Compound Heat Transfer Enhancement by a Combination of Helically Ribbed Tubes With Twisted Tape Inserts," *J. Chem. Eng. Japan*, 36-9, 1116-1122, 2003
- 2005, Daryanto, Y., F. A. Yohanes, dan F. Hasim, "*Potensi, Peluang dan Tantangan Dalam Pengembangan Energi Angin di Indonesia*," Workshop Potensi, Peluang dan Tantangan Pengembangan Energi Baru dan Terbarukan di Jawa Barat, Distamben dan MKI Jabar, Bandung.
- 2005, Adjudikasi Dissertasi, "*Studies on Ionic Mass and Momentum Transfer with Coaxially Placed Twisted Tape – Disc Assembly as*

- Turbulence Promoter in Circular Conduits*” oleh Sri V. Nageswara Rao, Andhra University, India.
6. 2005-2014, Rekayasa dan Rancang Bangun Terowongan Angin di Universitas Teknologi Mara (UiTM), International Islamic University of Malaysia IIUM, Universitas Tenaga Nasional (UNITEN), Sirim Berhad, UPM dan LAGG BPPT.
 7. 2006, Fariduzzaman dan Fadilah Hasim, “*Perancangan Terowongan Angin 0.5 x 0.5 m²*,” Prosiding Siptekgan X 2006, LAPAN.
 8. 2007, Fadilah Hasim, “Trilemma ELE (energi, lingkungan dan ekonomi) – Krisis Besar di Hadapan Manusia,” BILAL, Ed. Thn Ke-3, Maret.
 9. 2008, Fadilah Hasim et al., “Flow Field Characteristics of the IIUM Low Speed Wind Tunnel,” *3rd Int. Sym. Adv. Fluid/Solid Sci. Tech. Exp. Mech.*, Tainan.
 10. 2008, Fadilah Hasim et al., “The IIUM Low Speed Wind Tunnel,” *Proceeding of EnCon 2008, 2nd Engineering Conf. Sustainable Eng., Infrastructure Dev & Management*, Kuching, Sarawak, Malaysia.
 11. 2008, F. Hasim dkk, *Kumpulan Cerita Moral*, IEPF (ISBN 978-979-18754-1-7), Serpong.
 12. 2008, Y. Herlanti, S. Nobira, F. Hasim dkk, *Panduan Guru: Pembelajaran Moral di Sekolah Dasar*, IEPF (ISBN 978-979-18754-0-0), Serpong.
 13. 2010, F. Hasim dkk, *Gerakan 3R – Pembentukan masyarakat peduli daur ulang*, IEPF (ISBN 978-979-18754-2-4), Serpong.
 14. 2012, Fadilah Hasim dan Subagyo, “Perancangan Terowongan Angin Kecepatan Rendah Jenis Terbuka,” *KNEP III 2012 (ISBN 978-602-9042-92-4)*, Denpasar
 15. 2012, Fariduzzaman, Subagyo, Fadilah Hasim, Matza Gusto Andika, “Geometry Modification for Minimizing The Aeroelastics Effect,” *7th Workshop on Regional Harmonization of Wind Loading and Wind Environmental Specifiacion in Asia-Pacific Economies (APEC-WW 2012)*, Vietnam.
 16. 2012, *Subsonic Wind Tunnels in Malaysia: A Review*, AEROTECH IV – Recent Advances in Aerospace Technologies, App. Mech. And Materials, Trans. Tech. Pub. Ltd, Durnten-Zurich.
 17. 2012, Fadilah Hasim et al., “Analisa Prestasi Terbang dan Kestabilan Pesawat Udara Nir Awak Prototipe Sriti menggunakan CFD,” *SIPTEKGAN XVI-2012*, LAPAN.
 18. 2012, Fadilah Hasim et al., “Studi Geometri Penampang Lintang Dek Jembatan dengan Simulasi Numerik 2D,” *SIPTEKGAN XVI-2012*, LAPAN.

19. 2012, F. Hasim et. al, *Ayo Kita Kelola Sampah Organik untuk Kebun Herbal*, IEPF (ISBN 978-979-18754-3-1), Tangerang Selatan.
20. 2013, F. Hasim dan B. Hartono, *Pedoman Pelaksanaan Bimbingan Mengelola Sampah Organik untuk Kebun Herbal*, IEPF (ISBN 978-979-18754-3-1), Tangerang Selatan.
21. 2013, Subagyo, Fadilah Hasim, "Optimization of the Bridge Deck Configuration by Numerical Simulation," *SIPTEKGAN XVII-2013*, LAPAN.
22. 2013, Y. Herlanti, N. Febriyani, F. Bayuwati F. Hasim & W. Heryani, *Buku Panduan Guru: Pendidikan Lingkungan Sejak Dini*, IEPF (ISBN 978-979-18754-5-5) Tangerang Selatan.
23. 2013, Y. Herlanti, N. Febriyani, F. Bayuwati & F. Hasim, *Pendidikan Lingkungan Sejak Dini*, IEPF (ISBN 978-979-18754-4-8) Tangerang Selatan.
24. 2014, Reviewer for Aerotech V – 2014 Conference, Universiti Putra Malaysia
25. 2014, Y. Herlanti, S. Nobira, N.S. Hamidah, F. Hasim & Y. Kuboki, *Kumpulan Cerita Moral 2*, IEPF (ISBN 978-979-18754-7-9), Tangerang Selatan.
26. 2015, Subagyo, Fadilah Hasim, "Optimasi Konfigurasi Dek Jembatan dengan Simulasi Numerik," *Jurnal Jalan-Jembatan PUPR*, Vol. 32, Issue 2, hal. 103-114
27. 2016, Y. Herlanti dkk, *Buku Siswa: Pendidikan Lingkungan*, IEPF (ISBN 978-9797-18754-8-6), Tangerang Selatan.
28. 2016, S. Wiriadidjaja, Z. H. Mohamad, A. S. M. Rafie, M. Elhadi, Fariduzzaman, and F. Hasim, "Wing-In-Ground-Effect Craft as a Potential Domestic Transport Vehicle," 34th AIAA Applied Aerodynamics Conference, AIAA AVIATION Forum, (AIAA 2016-3879),
29. 2018, S. Wiriadidjaja, F. Hasim, G. Wibisono and R. Rusyadi, "Introduction to System Engineering," 18th International Conference on Applied Mechanics and Mechanical Engineering (AMME-18)
30. 2019, F. Hasim, A. Yohanes And D. Sangaji, "Improvement of Indonesia Low Speed Tunnel (ILST) Services," SATA 55th Annual Meeting, Toronto & Ottawa.

3. Kekayaan Intelektual

1. Desain Industri PUNA Alap-alap, KEMENHUMHAM RI IDD000048427, 10 Agustus 2016

4. Kerjasama

1. The Project for Establishing the subject 'Environment' in Junior High School and Disseminating Environmental Education, JICA – IEPF - Yayasan Semarak, 2017.
2. Penyelenggaraan Pendidikan Lingkungan, Yayasan Semarak – Kota Tangerang Selatan, 2017.
3. Pengujian Terowongan Angin Isolated Tail Hinge Moment Model R80, BBTA3 – PT RAI, 2018.
4. Pengujian Model Roket-122 di ILST, BBTA3 – PT NAG, 2018.
5. Pengujian Drop Test Wind Tunnel Test dan Pembuatan Part Model Test Beserta Mekanisme Drop Test - Pengembangan Pesawat CN235-220M FTB Armament, BBTA3 – PTDI, 2018.
6. Pengujian Power-Off Wind Tunnel Test - Program Pengembangan Pesawat N219 Amphibi, BBTA3 – PTDI, 2018.
7. Pengujian Model Roket-122 Tahap 2 di ILST, BBTA3 – PTDI, 2018.
8. Pengujian Terowongan Angin Outer Wing Hinge Moment Model Pesawat R80, BBTA3 – PT RAI, 2019.
9. Pengujian Wind Tunnel Test dan Pembuatan Part & Special Tool Model - Program Pengembangan Rudal RN-01-SS, BBTA3 – PTDI, 2019.
10. Pengembangan Purwarupa Alat Kendali Kebisingan Aktif (Active Noise Control Prototype), BBTA3 – PT Mayaksa Mugi Mulia, 2019.
11. Pengujian Terowongan Angin Wind Milling Model Pesawat R80, BBTA3 – PT RAI, 2019

Demikian daftar riwayat hidup ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat keterangan yang tidak benar, saya bersedia dituntut di muka pengadilan serta bersedia menerima segala tindakan yang diambil oleh pemerintah.

Tangerang Selatan, 05 Oktober 2020

Yang membuat,


Fadilah Hasim
NIP. 19700723 198911 1 001