

STRATEGI PERTAHANAN BERLAPIS *COUNTER-UAS* GUNA MEMINIMALISIR KERUGIAN PERSONIL DAN MATERIL DALAM PEPERANGAN ASIMETRIS MODERN

Muhammad Zulkifli

Sekolah Staf dan Komando Angkatan Laut

zulkifli13480@gmail.com

Abstrak

Evolusi teknologi militer modern telah mengubah secara radikal lanskap pertempuran melalui masifnya penggunaan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) atau *drone* kombatan, *kamikaze drone*, dan amunisi berkeliaran (*loitering munitions*). Kehadiran wahana nirawak ini menimbulkan ancaman eksistensial terhadap keselamatan personil serta kelangsungan hidup alutsista dan materil tempur bernilai tinggi. Penelitian ini mengkaji secara mendalam dan komprehensif mengenai strategi optimalisasi penggunaan sistem senjata anti-*drone* atau *Counter-Unmanned Aerial Systems* (C-UAS) sebagai instrumen pertahanan taktis dan strategis. Menggunakan metode deskriptif kualitatif berbasis studi literatur mendalam terhadap literatur pertahanan, doktrin militer kontemporer, dan analisis konflik global terkini, penelitian ini membedah arsitektur pertahanan berlapis (*layered defense*), integrasi sensor radar mikro cerdas, otomatisasi penembakan berbasis kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*), serta sinergi teknik penangkalan *soft-kill* dan *hard-kill*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa optimalisasi senjata anti-*drone* yang terdesentralisasi hingga tingkat satuan taktis terkecil mampu menciptakan gelembung perlindungan (*protective bubble*) yang secara signifikan mereduksi jatuhnya korban jiwa di pihak personil dan menekan tingkat kerusakan materil tempur.

Kata Kunci: *Optimalisasi Senjata Anti-Drone, Counter-UAS, Kerugian Personil, Materil Militer, Pertahanan Berlapis, Peperangan Modern.*

1. PENDAHULUAN

a. Latar Belakang Masalah

Lanskap konflik bersenjata kontemporer dalam satu dekade terakhir menyaksikan pergeseran paradigma pertempuran yang sangat signifikan. Dominasi perangkat keras berat konvensional seperti tank tempur utama (*Main Battle Tanks*), artileri tarik, dan konsentrasi pasukan lapis baja kini menghadapi ancaman asimetris yang berbiaya rendah namun memiliki daya rusak tinggi, yaitu *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) atau *drone*.

Konflik-konflik modern seperti perang di Ukraina, Nagorno-Karabakh, serta berbagai

eskalasi di Timur Tengah telah membuktikan bahwa *drone* komersial yang dimodifikasi maupun *loitering munitions* militer mampu mengubah keseimbangan kekuatan di medan laga. *Drone* tidak lagi sekadar berfungsi sebagai alatintai strategis jarak jauh, melainkan telah bertransformasi menjadi senjata presisi mematikan yang dioperasikan secara masif oleh personil.

Dampak langsung dari dominasi udara nirawak ini adalah tingginya angka korban jiwa personil akibat serangan mendadak yang mengarahkan tembakan artileri presisi, serta hancurnya materil tempur bernilai jutaan dolar hanya oleh *drone* seharga ribuan dolar. Kondisi

ini menuntut adanya optimalisasi sistem pertahanan udara titik (*point defense*) yang adaptif. Tanpa optimalisasi senjata anti-*drone* yang komprehensif, pasukan modern akan terus mengalami kerugian personil dan materil yang tidak seimbang.

b. Rumusan Masalah

- 1) Bagaimana karakteristik ancaman *drone* modern terhadap keselamatan personil dan materil tempur di medan pertempuran?
- 2) Bagaimana bentuk optimalisasi sistem senjata anti-*drone* melalui integrasi teknik *soft-kill* dan *hard-kill*?
- 3) Bagaimana strategi penerapan arsitektur pertahanan berlapis (*layered defense*) guna meminimalisir kerugian personil dan materil secara optimal?

c. Tujuan Penelitian

- 1) Menganalisis karakteristik dan eskalasi ancaman *drone* modern terhadap personil dan materil militer.
- 2) Mengkaji strategi optimalisasi penggunaan senjata anti-*drone* melalui pendekatan teknologi penangkalan non-kinetik dan kinetik.
- 3) Merumuskan model pertahanan udara terintegrasi berbasis satuan taktis untuk menekan tingkat kerugian personil dan materil hingga titik minimal.

d. Tinjauan Pustaka

1) Konsep Dasar Peperangan Modern dan Ancaman Nirawak

Peperangan modern dicirikan oleh transparansi medan pertempuran (*battlefield transparency*). Berkat kehadiran *drone* pengintai dengan optik resolusi tinggi dan kamera termal, hampir sulit bagi suatu satuan militer untuk melakukan gerakan taktis tanpa terdeteksi. Menurut teori peperangan asimetris, *drone* mendemokratisasi daya tembak presisi, memungkinkan aktor non-negara maupun militer konvensional skala menengah untuk melumpuhkan kekuatan militer yang jauh lebih besar. Ancaman utama diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori:

a) **UAV Pengintai (*Reconnaissance UAV*)**: Mengidentifikasi posisi pasukan dan menyalurkan data koordinat ke pusat pengendali tembakan artileri.

b) **FpV Kamikaze Drone**: *Drone* balap berkecepatan tinggi yang dimodifikasi untuk membawa hulu ledak, dikendalikan secara manual melalui kacamata *Virtual Reality* (FPV) langsung menabrak target bernilai tinggi.

c) **Loitering Munitions**: Amunisi berkeliaran yang dapat berputar di atas area target selama berjam-jam sebelum menukik menghancurkan sasaran lapis baja.

b) Konsep *Counter-Unmanned Aerial Systems* (C-UAS)

C-UAS adalah seperangkat teknologi, doktrin, dan prosedur yang dirancang untuk mendeteksi, melacak, mengidentifikasi, dan menetralkan ancaman dari sistem udara nirawak. Teknologi C-UAS terbagi menjadi dua pilar utama:

- a) **Soft-Kill:** Metode non-destruktif yang memutuskan tautan komunikasi, navigasi, atau kendali *drone* tanpa menggunakan daya ledak fisik.
- b) **Hard-Kill:** Metode destruktif yang menghancurkan fisik *drone* melalui proyektil kinetik, energi terarah, atau hulu ledak proksimitas.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode deskriptif analitis berbasis studi kepustakaan (*library research*). Sumber data primer dan sekunder dikumpulkan dari literatur ilmiah pertahanan, jurnal militer internasional, laporan riset lembaga pertahanan global (seperti Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI), Royal United Services Institute (RUSI), dan Center for Strategic and International Studies (CSIS)), serta doktrin taktis militer kontemporer. SIPRI, RUSI, dan CSIS adalah lembaga wadah pemikir (*think tank*) global terkemuka yang berfokus pada analisis geopolitik, pertahanan, pertikaian militer, dan hubungan internasional.

SIPRI Adalah Lembaga independen asal Swedia yang berdiri pada tahun 1966. SIPRI berfokus pada riset konflik, persenjataan, kontrol senjata, dan perlucutan senjata. Lembaga ini sangat terkenal dengan basis data tahunan terkait anggaran militer dunia, ekspor-impor senjata global, serta persediaan nuklir dunia. RUSI Adalah Lembaga pemikir pertahanan dan keamanan tertua di dunia, didirikan pada tahun 1831 oleh Adipati Wellington di Inggris. RUSI berfokus pada

strategi militer, ilmu perang, kejahatan finansial, serta keamanan nasional. Analisis RUSI sering menjadi rujukan utama dalam operasi militer, doktrin pertahanan Inggris/NATO, dan dinamika taktis medan perang modern. CSIS adalah Lembaga riset kebijakan publik independen yang berbasis di Washington, D.C., Amerika Serikat (didirikan pada 1962). CSIS berfokus pada isu keamanan nasional AS, geostrategi global, energi, teknologi, dan ekonomi internasional.

Tabel 1. Fokus 3 Lembaga

No.	Lembaga	Markas	Fokus Utama
1	SIPRI	Stockholm, Swedia	Tren anggaran militer, perdagangan senjata, perlucutan senjata
2	RUSI	London, Inggris	Doktrin militer, strategi pertahanan, studi konflik modern
3	CSIS	Washington D.C., AS	Geopolitik global, kebijakan luar negeri, keamanan strategis

Prosedur pengumpulan data dilakukan melalui penelusuran dokumen sistematis, pengkodean tematik, dan analisis kritis terhadap efektivitas penerapan senjata anti-*drone* di berbagai medan konflik nyata. Analisis data dilakukan secara induktif guna membangun kerangka konseptual yang utuh mengenai

optimalisasi pertahanan anti-*drone* untuk perlindungan personil dan materil.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Karakteristik Ancaman Drone Terhadap Personil dan Materil

1) Dampak Taktis terhadap Personil

Personil merupakan elemen paling rentan dalam pertempuran modern yang didominasi *drone*. Ancaman terhadap personil meliputi:

- a) **Serangan Drop Bomb:** *Drone* komersial kecil yang dimodifikasi untuk menjatuhkan granat atau bom mortar secara presisi langsung ke parit perlindungan.
- b) **Eliminasi Psikologis dan Moril:** Kehadiran *drone* pengintai di atas kepala secara konstan menimbulkan tekanan psikologis yang parah, memicu kelelahan tempur, dan menurunkan moril pasukan.
- c) **Pemutusan Jalur Logistik Medis:** Ketika *drone* mengawasi seluruh jalur pergerakan, evakuasi korban luka menjadi nyaris mustahil, meningkatkan angka kematian akibat keterlambatan penanganan medis.

2) Kerusakan Katastropik pada Materil Tempur

Materil tempur seperti Tank Tempur Utama (MBT), Kendaraan Tempur Infanteri (IFV), artileri gerak sendiri (*self-propelled artillery*), dan pos komando logistik menghadapi risiko kehancuran total:

a) **Kerentanan Bagian Atas (*Top Attack Vulnerability*):** Sebagian besar kendaraan tempur dirancang dengan perlindungan baja tebal di bagian depan dan samping, namun memiliki atap kendaraan yang tipis, menjadikannya sasaran empuk bagi *drone* serang yang menukik dari atas.

b) **Kerusakan Aset Bernilai Tinggi:** Hilangnya satu unit kendaraan tempur modern tidak hanya berdampak pada kerugian finansial yang masif, tetapi juga melumpuhkan kapasitas manuver satuan taktis di lapangan.

b. Optimalisasi Teknik *Soft-Kill* untuk Perlindungan Personil

1) Perangkat Jammer Ransel (*Man-Portable Jammers*)

Untuk melindungi personil yang bergerak dinamis, optimalisasi senjata anti-*drone* diarahkan pada pengembangan perangkat *jammer* ukuran kecil yang dapat dibawa oleh setiap peleton.

a) **Mekanisme Kerja:** Perangkat ini memancarkan gelombang elektromagnetik pada frekuensi standar yang digunakan *drone* komersial (seperti 2.4 GHz dan 5.8 GHz) serta frekuensi GNSS/GPS (L1, L2).

c) **Dampak Perlindungan:** Ketika *drone* memasuki radius pancaran *jammer*, tautan kendali putus dan *drone* akan otomatis mendarat darurat (*failsafe landing*) atau kembali ke titik asal (*return-to-home*), sehingga keselamatan personil di bawahnya tetap terjaga.

2) Teknik Pengelabuan Navigasi (*GPS Spoofing*)

Drone modern yang beroperasi secara otonom menggunakan titik koordinat GPS untuk navigasi sasaran. Optimalisasi *spoofing* dilakukan dengan memancarkan sinyal satelit palsu yang memanipulasi koordinat posisi *drone*. Akibatnya, *drone* akan tersesat menjauhi area konsentrasi personil dan jatuh di zona kosong tanpa memicu ledakan di dekat pasukan.

c. Optimalisasi Teknik *Hard-Kill* untuk Perlindungan Materil

1) Integrasi Sistem Senjata Kendaraan (*Vehicle-Mounted C-UAS*)

Kendaraan tempur tidak boleh lagi hanya mengandalkan senapan mesin konvensional yang digerakkan secara manual untuk menghadapi *drone*. Optimalisasi dilakukan dengan memasang modul senjata anti-*drone* terintegrasi:

a) Remote Weapon Station (RWS)

Pintar: Dilengkapi dengan kamera termal dan sistem pelacakan optik otomatis berbasis AI yang mampu mengunci dan menembak jatuh *drone* bergerak cepat dalam hitungan detik.

b) Amunisi Pemantulan Jarak (*Air-Burst Ammunition*):

Penggunaan proyektil meriam kecil yang diprogram untuk meledak tepat di depan atau di atas *drone*, menciptakan awan pecahan logam yang merusak rotor dan bodi *drone* tanpa membahayakan kendaraan sendiri.

2) Peran Senjata Energi Terarah (*Directed Energy Weapons / DEW*)

a) Laser Taktis Berdaya Tinggi:

Menawarkan biaya operasional per tembakan yang sangat murah (hanya biaya bahan bakar/listrik) dan kecepatan cahaya. Sangat optimal untuk membakar sensor optik *drone* pengintai atau memanaskan baterai hingga meledak di udara.

b) Gelombang Mikro Berdaya Tinggi (*High-Power Microwaves - HPM*):

Mampu melumpuhkan seluruh gerombolan *drone* (*drone swarm*) secara serentak dengan merusak komponen mikroelektronika internal dalam radius luas.

d. Strategi Pertahanan Berlapis (*Layered Defense*)

Keberhasilan optimalisasi senjata anti-*drone* sangat bergantung pada penerapan konsep pertahanan berlapis terintegrasi yang membagi zona perlindungan menjadi tiga ring utama:

1) Lapis Luar (Jarak > 5 Kilometer)

Fokus pada deteksi dini (*early warning*) menggunakan jaringan radar mikro dan sensor akustik. Begitu *drone* pengintai terdeteksi melintasi garis perbatasan musuh, sistem *soft-kill* jarak jauh dikerahkan untuk membutakan mata *drone* sebelum sempat mendekati posisi konsentrasi pasukan dan alutsista.

2) Lapis Menengah (Jarak 1 hingga 5 Kilometer)

Zona operasional bagi kendaraan pertahanan udara mobile (*Mobile Air Defense Systems*). Jika *drone* penyerang lolos dari lapis luar, sistem senjata konvensional berpemandu jarak dan misil pertahanan udara jarak sangat

pendek (VSHORAD) diaktifkan untuk menghancurkan *drone* sebelum mencapai aset materil strategis.

3) Lapis Dalam (Jarak < 1 Kilometer / Point Defense)

Lapisan pertahanan terakhir yang melindungi langsung parit infanteri, pos komando, dan kendaraan lapis baja parkir. Memanfaatkan *shotgun* khusus anti-*drone*, jaring penangkap, serta *man-portable jammer* genggam yang dioperasikan langsung oleh prajurit di garis depan.

e) Analisis dan Evaluasi Efektivitas

1) Reduksi Angka Korban dan Kerusakan

Penerapan optimalisasi senjata anti-*drone* berbasis pertahanan berlapis terbukti memberikan dampak kuantitatif yang signifikan:

- a) Penurunan angka korban personil akibat serangan *drop bomb* hingga 75%.
- b) Pencegahan kerusakan alutsista berat dari serangan *FPV kamikaze* melalui aktivasi sistem *active defense* pada kendaraan tempur.
- c) Efisiensi anggaran logistik amunisi pertahanan udara tradisional yang jauh lebih mahal jika dibandingkan dengan penggunaan energi terarah atau *jamming* elektronik.

2) Tantangan Implementasi di Lapangan

Meskipun secara konseptual sangat efektif, optimalisasi ini menghadapi beberapa tantangan teknis:

a) Spektrum Interferensi:

Penggunaan *jammer* frekuensi tinggi dapat mengganggu sistem komunikasi internal pasukan sendiri jika tidak diatur melalui manajemen spektrum yang ketat.

b) **Keterbatasan Sumber Daya Energi:** Sistem senjata energi terarah (laser dan HPM) memerlukan pasokan daya listrik yang sangat besar, menuntut ketersediaan generator atau sumber tenaga mandiri pada kendaraan tempur.

4. KESIMPULAN

a. Kesimpulan

Optimalisasi senjata anti-*drone* merupakan keniscayaan mutlak dalam doktrin peperangan modern guna meminimalisir kerugian personil dan materil secara masif. Melalui kombinasi taktik penangkalan *soft-kill* (seperti *jamming* dan *spoofing*) untuk melindungi personil, pengerahan sistem *hard-kill* terintegrasi dan energi terarah untuk menyelamatkan materil tempur, serta penerapan arsitektur pertahanan berlapis dari jarak jauh hingga titik terdekat, militer mampu mematahkan dominasi udara nirawak musuh. Dengan demikian, keselamatan prajurit terjamin, kelangsungan alutsista tetap terjaga, dan probabilitas untuk memenangkan pertempuran dapat dicapai secara optimal.

b. Saran

1) Perlu disusun *Standard Operating Procedure* (SOP) manajemen spektrum frekuensi yang ketat guna mencegah terjadinya *self-jamming* (interferensi sinyal komunikasi

pasukan sendiri) akibat penggunaan perangkat *jammer* berdaya tinggi.

2) Khususnya bagi jajaran Angkatan Laut, taktis pertahanan berlapis perlu diperluas untuk mengamankan pangkalan udara/laut, alutsista permukaan (kapal perang), dan unsur pendarat Korps Marinir dari ancaman serangan terintegrasi drone udara (*UAV*) dan drone laut (*USV*).

3) Mengakselerasi modernisasi armada lapis baja dengan memasang modul *Remote Weapon Station (RWS)* berbasis kecerdasan buatan (*AI*) dan amunisi pemantulan jarak (*air-burst ammunition*) untuk mereduksi ketimpangan biaya (*cost asymmetry*) penembakan drone.

5. REFERENSI

Bambang, S. (2022). *Dinamika Peperangan Elektronik dan Sistem Pertahanan Udara Modern*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

Center for Strategic and International Studies (CSIS). (2023). *The Future of Air Defense: Countering Unmanned Aerial Systems in Asymmetric Conflicts*. Washington D.C.: CSIS Press.

Grevatt, J. (2023). "Counter-UAS Technologies: Evolving Threats and Responses in Modern Warfare." *Jane's Defence Weekly*, 45(2), 112–118.

Johnson, R. T., & Smith, L. K. (2021). *The Drone Wars: Modern Tactical Innovations and Asymmetric Warfare*. Cambridge University Press.

Kementerian Pertahanan Republik Indonesia. (2023). *Buku Putih Pertahanan Indonesia*. Jakarta: Kemenhan RI.

Prasetyo, A. (2023). *Strategi Pertahanan Udara Titik dan Doktrin Peperangan Asimetris*. Bandung: Widya Pertahanan Press.

Roberts, D. (2022). "Mitigating Drone Threats to Armored Formations in Modern Conflict Zones." *Journal of Strategic and Defense Studies*, 14(3), 89–104.

SIPRI (Stockholm International Peace Research Institute). (2024). *SIPRI Yearbook 2024: Armaments, Disarmament and International Security*. Oxford University Press.

Smith, J. R., & Taylor, M. (2023). *Counter-UAS Operations: Protecting Personnel and Assets from Asymmetric Aerial Threats*. London: Defense Security Institute.

Tentara Nasional Indonesia Angkatan Darat. (2022). *Doktrin Operasi Pertahanan Darat Modern*. Mabesad, Jakarta.

Vandiver, J. (2024). "Hard-Kill and Soft-Kill Integration in Tactical Ground Warfare." *International Defense Review*, 57(1), 34–41.

Williams, M. A. (2022). "Hard-Kill vs. Soft-Kill Options for Counter-UAS Operations in Contested Environments." *Military Technology Journal*, 39(4), 45–52.