

EVOLUSI DINAMIS PERTAHANAN UDARA: DARI ZONA STATIS MENUJU JARINGAN YANG SALING TERHUBUNG

Pendahuluan

Konsep pertahanan udara telah mengalami transformasi mendalam, beralih dari pendekatan statis yang berpusat pada domain tertentu menuju jaringan kapabilitas yang dinamis dan saling terhubung.

Konsep pertahanan udara telah mengalami transformasi radikal dalam beberapa dekade terakhir, yang didorong oleh perpaduan berbagai faktor: kemajuan teknologi yang pesat, penyebaran beragam ancaman, serta sifat peperangan itu sendiri yang terus berkembang. Evolusi ini dipicu oleh kebutuhan untuk beradaptasi dengan perubahan sifat peperangan, meluasnya penggunaan teknologi canggih, dan munculnya berbagai ancaman baru.

Apa yang dulunya merupakan pembagian tanggung jawab yang relatif sederhana yaitu berdasarkan jenis dan jangkauan ancaman, kini telah berkembang menjadi jaringan kapabilitas yang kompleks dan saling terhubung, sehingga menuntut peralihan menuju sistem yang kolaboratif dan terintegrasi.

Era Perang Dingin (Sebelum 1990-an)

Pada era Perang Dingin, pertahanan wilayah ditandai dengan lapisan-lapisan yang berbeda, masing-masing memiliki fokus dan perangkat teknologi tersendiri, meliputi:

- **Pertahanan Objek Vital:** Lapisan ini memprioritaskan perlindungan terhadap infrastruktur kritis dan aset strategis, seperti lokasi peluncuran senjata nuklir, pusat komando dan kendali, serta fasilitas-fasilitas penting pemerintah. Ancaman utamanya berasal dari rudal balistik jarak jauh, dan sarana pertahanannya sangat bergantung pada sistem radar yang kuat untuk peringatan dini dan intersepsi, yang dipadukan dengan rudal pencegat berkecepatan tinggi. Contohnya mencakup program Safeguard milik Amerika Serikat, yang menggunakan rudal Spartan dan Sprint berhulu ledak nuklir untuk mencegah hulu ledak yang datang, serta sistem anti-rudal balistik A-135 milik Uni Soviet yang ditempatkan di sekitar Moskow.
- **Pertahanan Taktis:** Lapisan ini berfokus pada perlindungan kekuatan militer yang dikerahkan serta unit-unit manuver di medan tempur. Ancaman utama yang dihadapi mencakup pesawat terbang, helikopter, dan rudal taktis jarak pendek. Sistem pertahanan yang digunakan antara lain sistem rudal darat-ke-udara seperti Patriot buatan AS dan S-300 buatan Rusia serta sistem pertahanan udara jarak pendek (SHORAD), seperti rudal

Stinger dan meriam antipesawat. Sistem-sistem ini bertujuan untuk menciptakan payung perlindungan di sekitar pasukan sendiri, sehingga mereka dapat beroperasi secara efektif di ruang udara yang diperebutkan.

- **Pertahanan Wilayah:** Lapisan ini bertanggung jawab untuk mempertahankan wilayah suatu negara atau kawasan yang lebih luas dari serangan udara berskala besar. Pertahanan ini biasanya melibatkan jaringan stasiun radar, sistem rudal darat-ke-udara jarak jauh, dan pesawat tempur. Tujuannya adalah untuk mencegah pesawat musuh memasuki ruang udara serta melindungi infrastruktur vital, pusat populasi, dan kawasan industri dari pengeboman melalui udara. Contohnya mencakup **North American Aerospace Defense Command** (NORAD), sebuah organisasi gabungan AS dan Kanada yang bertugas dalam memberikan peringatan dan pengendalian kedirgantaraan serta jaringan pertahanan udara yang luas.

Pada masa itu, pertahanan wilayah ditandai dengan pendekatan yang lebih kaku dan terkotak-kotak, dengan batasan yang jelas antar-matra serta fokus untuk menangani ancaman-ancaman spesifik yang terdefinisi dengan baik:

- **Matra yang Terpisah.** Pertahanan matra darat, laut, dan udara sebagian besar diperlakukan sebagai ranah yang terpisah, masing-masing dengan sistem khusus dan doktrin operasionalnya sendiri. Hal ini sering kali menyebabkan kurangnya koordinasi dan pertukaran informasi antar-cabang militer, sehingga menghambat kemampuan untuk merespons ancaman kompleks secara efektif.
- **Fokus pada Peperangan Tradisional.** Strategi pertahanan terutama diarahkan untuk menghadapi kekuatan militer konvensional dan sistem persenjataan tertentu, dengan penekanan kuat pada pertempuran skala besar dan perang atrisi (peperangan yang mengandalkan pengurasan sumber daya lawan). Pendekatan ini mendorong pengembangan sistem yang tangguh namun sering kali tidak fleksibel, yang dioptimalkan untuk skenario-skenario khusus seperti pertempuran tank di dataran Eropa atau pertempuran laut di perairan lepas.
- **Integrasi Teknologi yang Terbatas.** Meskipun kemajuan teknologi terus dicapai, tingkat integrasi antar-sistem masih tergolong terbatas. Sebagai contoh, sistem radar peringatan dini mungkin mampu mendeteksi pesawat yang mendekat,

namun sistem tersebut tidak selalu terhubung dengan sistem pertahanan udara sedemikian rupa yang memungkinkan respons secara otomatis atau terkoordinasi.

Era Pasca Perang Dingin (1990-an – 2020-an)

Berakhirnya Perang Dingin dan bangkitnya peperangan asimetris menghadirkan tantangan baru yang mulai mengikis batasan tegas antara lapisan pertahanan wilayah tradisional. Tantangan yang muncul yaitu:

- Proliferasi Rudal Jelajah. Meningkatnya ketersediaan rudal jelajah yang mampu terbang di ketinggian rendah dan bermanuver untuk menghindari deteksi radar menjadi tantangan signifikan bagi sistem pertahanan udara konvensional. Hal ini memicu pengembangan teknologi radar canggih, seperti radar ***phased array***, serta sistem tempur terintegrasi seperti Aegis, yang menggabungkan radar, sistem kendali tembakan, dan peluncur rudal untuk memberikan pertahanan yang lebih komprehensif terhadap ancaman udara maupun rudal.
- Pergeseran ke Arah Pertahanan Rudal Mandala (*Theater Missile Defense*). Konflik regional dan penyebaran teknologi rudal balistik di kalangan negara-negara nakal (*rogue states*) mendorong penekanan yang lebih besar pada sistem pertahanan rudal mandala. Sistem-sistem seperti *Terminal High Altitude Area Defense* (THAAD) milik Amerika Serikat dan sistem pertahanan rudal Arrow milik Israel dirancang untuk mencegah rudal balistik di wilayah geografis tertentu, guna melindungi pasukan yang dikerahkan serta aset-aset vital dari ancaman regional.
- Revolusi Drone. Munculnya kendaraan udara nirawak (*unmanned aerial vehicles/UAV*) atau drone menambah lapisan kompleksitas baru dalam medan pertempuran. Awalnya digunakan terutama untuk kegiatan pengintaian dan pengawasan, drone kemudian semakin banyak dipersenjatai. Hal ini menghadirkan tantangan baru bagi sistem pertahanan udara karena ukurannya yang kecil, profil terbang yang rendah, serta potensi penggunaan taktik kawanan (*swarming tactics*).

Berakhirnya Perang Dingin dan munculnya tantangan keamanan global yang baru telah membawa pergeseran signifikan dalam lanskap ancaman serta sifat peperangan, yaitu:

- Peperangan Asimetris. Aktor non-negara (*non-state actors*) dan negara nakal (*rogue states*) semakin sering menggunakan taktik asimetris, memanfaatkan metode dan

senjata nonkonvensional untuk mengeksploitasi kerentanan serta menutupi ketertinggalan teknologi. Hal ini mencakup penggunaan alat peledak rakitan (*improvised explosive device/IED*), serangan bunuh diri, dan perang gerilya, yang memaksa dilakukannya evaluasi ulang terhadap strategi pertahanan konvensional.

- **Proliferasi Teknologi Canggih.** Kemajuan teknologi yang pesat seperti pengembangan amunisi berpemandu presisi, pesawat siluman, dan sistem nirawak memberikan kemampuan baru bagi pihak lawan untuk menantang pertahanan yang ada. Kondisi ini menuntut pengembangan sistem yang lebih canggih dan adaptif untuk menangkal ancaman-ancaman yang terus berkembang tersebut.
- **Peperangan Siber.** Munculnya ruang siber sebagai ranah peperangan baru menambah lapisan kompleksitas dalam aspek pertahanan. Serangan siber dapat digunakan untuk mengganggu infrastruktur krusial, melumpuhkan jaringan komunikasi, bahkan menyusupi sistem persenjataan; hal ini menuntut pendekatan keamanan baru yang melampaui ranah fisik.

Tantangan-tantangan yang terus berkembang ini menyoroti keterbatasan pendekatan tradisional yang bersifat terkotak-kotak (*si/o*) dalam pertahanan wilayah, serta menegaskan perlunya kolaborasi dan integrasi yang lebih luas di berbagai domain dan kapabilitas, yaitu:

- Kemampuan untuk berbagi informasi secara mulus di antara berbagai sensor, platform, dan pusat komando menjadi krusial untuk membangun pemahaman komprehensif mengenai medan pertempuran serta mengoordinasikan respons yang efektif.
- Konsep ini menekankan pentingnya sistem yang terhubung dalam jaringan (*networked systems*) dan dominasi informasi, yang memungkinkan pasukan untuk beroperasi sebagai satu kesatuan yang padu serta memanfaatkan kapabilitas gabungan dari seluruh elemen yang ada.
- Dengan menyadari bahwa peperangan modern melampaui batasan-batasan tradisional, operasi multi-domain berupaya mengintegrasikan kapabilitas di semua domain yaitu darat, laut, udara, antariksa, dan siber guna mencapai efek sinergis serta mengatasi tantangan dari ancaman yang kompleks dan saling terhubung.

Era Modern (2020-an – Sekarang)

Lanskap ancaman saat ini ditandai oleh konvergensi berbagai faktor yang menuntut pendekatan yang secara fundamental berbeda terhadap pertahanan wilayah, yaitu:

- **Senjata Hipersonik.** Pengembangan rudal hipersonik, yang mampu terbang dengan kecepatan melebihi Mach 5 dan bermanuver secara tidak menentu, telah menantang kemampuan sistem pertahanan yang paling canggih sekalipun. Kecepatan dan kemampuan manuvernya membuat senjata ini sulit dideteksi dan dilacak; kemampuannya untuk menembus pertahanan yang ada saat ini menuntut pengembangan teknologi serta strategi intersepsi yang baru.
- **Peperangan Siber dan Elektronik.** Integrasi kemampuan peperangan siber dan elektronik ke dalam konflik modern menambah lapisan kompleksitas baru. Pihak lawan dapat menggunakan serangan siber untuk mengganggu atau melumpuhkan sistem pertahanan vital, sementara peperangan elektronik dapat digunakan untuk mengacaukan radar dan sistem komunikasi, sehingga membutakan serta membingungkan pihak yang bertahan.
- **Serangan Kawanan (*Swarming Attacks*).** Penggunaan kawanan drone atau sistem nirawak lainnya menghadirkan tantangan berupa kejenuhan (saturasi) bagi sistem pertahanan tradisional. Dengan membanjiri pertahanan menggunakan jumlah unit yang sangat banyak, kawanan ini mampu menembus pertahanan dan menimbulkan kerusakan signifikan, meskipun unit-unit individual di dalamnya mungkin tidak terlalu canggih.

Pergeseran menuju sistem yang kolaboratif dan terintegrasi ini didorong oleh beberapa faktor utama:

- **Kemajuan Teknologi.** Kemajuan dalam daya komputasi, teknologi sensor, dan jaringan komunikasi telah memungkinkan penghubungan serta integrasi berbagai sistem dengan cara yang sebelumnya tidak terbayangkan.
- **Kebutuhan Operasional.** Meningkatnya keterhubungan dan kompleksitas medan pertempuran menuntut penghapusan batasan tradisional antar-domain serta peningkatan kolaborasi demi mencapai efektivitas operasional.

- **Keharusan Strategis.** Kebutuhan untuk mempertahankan keunggulan kompetitif di tengah era perubahan teknologi yang pesat dan ancaman yang terus berkembang telah mendorong pengembangan sistem terintegrasi yang mampu beradaptasi serta merespons tantangan-tantangan baru.

Pentingnya Kolaborasi dan Integrasi

Ancaman yang terus berkembang ini menuntut peralihan dari pertahanan statis yang berlapis menuju sistem dinamis dan terintegrasi, yang mampu beradaptasi dengan sifat peperangan modern yang kompleks dan saling terhubung. Diantaranya yaitu:

- **Pertahanan Udara dan Rudal Terintegrasi (*Integrated Air and Missile Defense/IAMD*).** Pertahanan udara dan rudal terintegrasi berupaya menghubungkan berbagai sensor, senjata, serta sistem komando dan kendali ke dalam satu jaringan terpadu. Hal ini memungkinkan respons yang lebih terkoordinasi dan efektif terhadap beragam ancaman melalui pertukaran informasi dan koordinasi tindakan di berbagai lapisan pertahanan. Sebagai contoh, radar peringatan dini yang mendeteksi rudal hipersonik dapat memberikan arahan kepada senjata energi terarah untuk melakukan intersepsi, sementara pada saat yang sama memberi peringatan kepada pesawat tempur untuk menghadapi ancaman pendukung lainnya.
- **Sistem Pertahanan Udara dan Rudal Terintegrasi NATO (*NATO's Integrated Air and Missile Defence System/NATINAMDS*).** Inisiatif ambisius ini bertujuan untuk menyediakan perisai komprehensif terhadap ancaman udara dan rudal bagi seluruh anggota NATO. Sistem ini melibatkan integrasi sensor, senjata, serta sistem komando dan kendali baik milik negara anggota maupun milik NATO ke dalam kerangka operasional bersama, sehingga memungkinkan pertukaran informasi yang lancar dan respons terkoordinasi di seluruh aliansi.
- **Operasi Multi-Domain (*Multi-Domain Operations*).** Konsep ini mengakui bahwa peperangan modern melampaui domain tradisional (udara, darat, laut) dan menuntut integrasi yang mulus di semua domain, termasuk ruang angkasa dan siber. Sebagai contoh, serangan siber yang melumpuhkan jaringan komando dan kendali lawan dapat dikoordinasikan dengan serangan kinetik untuk memaksimalkan dampaknya, sementara sensor berbasis ruang angkasa dapat menyediakan informasi penargetan yang krusial.

Ekosistem Dinamis Lintas Domain

Masa depan pertahanan wilayah bukan sekadar ekstrapolasi dari tren yang ada saat ini, melainkan sebuah pergeseran mendasar dalam cara kita mengonsepsikan dan melaksanakan perlindungan terhadap lanskap ancaman yang semakin kompleks dan saling terhubung.

Diperlukan sebuah ekosistem yang holistik dan adaptif, yang mampu mengintegrasikan teknologi mutakhir, sistem yang dapat saling beroperasi (*interoperabel*), analisis data yang tangguh, serta kapabilitas berbasis kecerdasan buatan (AI).

Hal ini akan memungkinkan angkatan pertahanan untuk menangkal seluruh spektrum ancaman modern secara efektif mulai dari senjata hipersonik dan serangan kawanan (*swarms*) hingga serangan siber dan peperangan elektronik sekaligus menjamin keamanan aset-aset krusial, pasukan yang dikerahkan, serta wilayah nasional di tengah dunia yang kian kompleks dan penuh tantangan.

Masa depan pertahanan wilayah menuntut peralihan dari sistem pertahanan statis yang berlapis menuju ekosistem dinamis lintas domain yang memiliki karakteristik sebagai berikut:

- **Teknologi Canggih**

- Penanggulangan Senjata Hipersonik. Mengembangkan sistem sensor canggih, seperti pelacakan inframerah berbasis ruang angkasa dan radar frekuensi tinggi, yang mampu mendeteksi serta melacak ancaman hipersonik. Hal ini juga mencakup penciptaan teknologi pencegat baru, termasuk senjata energi terarah (laser) dan wahana penghancur kinetik (*kinetic kill vehicles*) canggih, yang dapat menghadapi ancaman berkecepatan tinggi dan mampu bermanuver ini.
- Pertahanan terhadap Kawanan (*Swarm Defense*). Menghadapi serangan kawanan (*swarm*) memerlukan pendekatan berlapis. Ini mencakup pengembangan kemampuan peperangan elektronik canggih untuk mengganggu koordinasi kawanan, penggunaan senjata energi terarah untuk penyangkalan area luas (*wide-area denial*), serta pengerahan sistem otonom yang mungkin juga berbentuk kawanan untuk mencegat dan menetralkan ancaman yang datang.

- **Penguatan Keamanan Siber.** Memperkuat keamanan siber pada sistem pertahanan melalui enkripsi tingkat lanjut, sistem deteksi intrusi, dan arsitektur tangguh yang mampu bertahan dari serangan siber. Upaya ini juga mencakup pengembangan kemampuan siber ofensif untuk mengganggu jaringan komando dan kendali lawan serta menurunkan kemampuan mereka dalam meluncurkan serangan.
 - **Senjata Energi Terarah (*Directed Energy Weapons/DEW*).** Investasi dalam pengembangan dan pengerahan DEW, seperti laser berenergi tinggi dan gelombang mikro berdaya tinggi, menawarkan potensi pertempuran dengan kecepatan cahaya, penargetan yang presisi, serta kapasitas amunisi yang hampir tak terbatas untuk menangani berbagai ancaman mulai dari pesawat nirawak (drone) dan rudal hingga pesawat terbang, bahkan senjata hipersonik.
 - **Sistem Otonom.** Mengintegrasikan platform nirawak, seperti pesawat nirawak (drone) dan wahana bawah air otonom, ke dalam arsitektur pertahanan wilayah. Sistem-sistem ini dapat meningkatkan kesadaran situasional, menyediakan pengawasan berkelanjutan, bahkan menghadapi ancaman secara otonom, sehingga memperluas jangkauan dan efektivitas pertahanan.
- **Interoperabilitas Terpadu**
 - **Arsitektur Terbuka.** Beralih dari sistem tertutup (*proprietary*) menuju arsitektur terbuka yang memungkinkan berbagai sistem untuk saling berbagi informasi dan mengoordinasikan tindakan secara mulus. Hal ini memfasilitasi integrasi teknologi baru dengan metode ***plug-and-play*** serta mendukung kolaborasi antarplatform dan unit pertahanan yang berbeda.
 - **Standardisasi Data.** Pengembangan format data dan protokol komunikasi bersama untuk memastikan pertukaran informasi antarberbagai sistem dapat berlangsung secara efisien dan akurat. Langkah ini sangat penting untuk mewujudkan kesadaran situasional (*situational awareness*) secara ***real-time*** serta respons yang terkoordinasi.
 - **Operasi Gabungan dan Operasi Bersama.** Mendorong integrasi yang lebih erat antar-matra militer (operasi gabungan) maupun dengan negara-negara sekutu (operasi bersama). Pendekatan ini memungkinkan strategi pertahanan wilayah yang

lebih terpadu dan terkoordinasi, dengan memanfaatkan keunggulan dari berbagai kekuatan serta memaksimalkan efektivitas upaya pertahanan kolektif.

- **Fusi dan Analisis Data yang Tangguh**

- **Sensor Canggih.** Mengerahkan beragam jenis sensor termasuk radar, elektro-optik/inframerah (EO/IR), akustik, dan sensor siber untuk mengumpulkan data dalam jumlah besar dari medan pertempuran. Hal ini menghasilkan rangkaian informasi komprehensif yang dapat digunakan untuk membangun gambaran menyeluruh mengenai lingkungan ancaman.
- **Mesin Fusi Data.** Mengembangkan mesin fusi data canggih yang mampu memproses dan mengorelasikan data dari berbagai sensor secara waktu nyata (*real-time*), menyaring gangguan (*noise*), serta mengidentifikasi informasi yang relevan. Kemampuan ini menghasilkan pemahaman situasi yang lebih akurat dan tepat waktu, sehingga memfasilitasi pengambilan keputusan yang cepat.
- **Analitik Prediktif.** Memanfaatkan analitik tingkat lanjut dan pembelajaran mesin (*machine learning*) untuk mengenali pola serta tren dalam data, yang memungkinkan pemodelan prediktif terhadap perilaku lawan dan potensi ancaman. Dengan demikian, pasukan pertahanan dapat mengantisipasi dan merespons ancaman yang muncul secara proaktif, alih-alih sekadar bereaksi terhadap peristiwa yang sedang berlangsung.

- **Evolusi Sistem Komunikasi**

- **Keterbatasan Link 16.** Meskipun Link 16 telah menjadi sarana yang berharga untuk pertukaran data taktis, berbagai keterbatasannya seperti lebar pita (*bandwidth*) yang rendah, kerentanan terhadap gangguan (*jamming*), dan ketergantungan pada komunikasi berbasis garis pandang langsung (*line-of-sight*) kian terasa nyata dalam menghadapi ancaman modern.
- **Tautan Data Taktis Generasi Berikutnya.** Pengembangan dan penerapan tautan data taktis generasi baru yang menawarkan lebar pita lebih besar, ketahanan lebih tinggi terhadap gangguan dan interferensi, serta kemampuan komunikasi di luar jangkauan garis pandang langsung (*beyond-line-of-sight*). Sistem ini akan

memungkinkan pertukaran informasi yang lebih cepat dan aman, guna mendukung respons yang cepat dan terkoordinasi dalam peperangan modern.

- Contoh: Beberapa teknologi yang menjanjikan meliputi:

- * *Wideband Networking Waveform (WNW)*. Menawarkan peningkatan seluruh data yang signifikan serta ketahanan yang lebih baik terhadap gangguan dibandingkan dengan Link 16.

- * *Multifunctional Information Distribution System-Joint Tactical Radio System (MIDS-JTRS)*. Menggabungkan kapabilitas Link 16 dengan fleksibilitas serta fitur-fitur canggih dari radio berbasis perangkat lunak (*software-defined radios*).

- * 5G dan Teknologi Masa Depan. Memanfaatkan lebar pita yang besar dan latensi rendah dari 5G serta teknologi seluler masa depan untuk menyediakan komunikasi yang aman dan andal bagi sistem pertahanan wilayah.

- Komunikasi Kognitif. Mengintegrasikan kecerdasan buatan/pembelajaran mesin (AI/ML) ke dalam sistem komunikasi untuk mengoptimalkan kinerja jaringan, mengalokasikan sumber daya secara dinamis, dan meningkatkan ketahanan terhadap gangguan. Hal ini akan mewujudkan komunikasi yang lebih adaptif dan efisien di lingkungan yang penuh tantangan atau konflik.

- **AI dan Mesin Pembelajaran: Keunggulan Kognitif**

- Pengambilan Keputusan Otonom. Memanfaatkan AI/ML untuk memungkinkan pengambilan keputusan secara otonom dalam skenario tertentu, seperti identifikasi ancaman, penentuan prioritas target, dan penugasan senjata. Hal ini dapat mempercepat waktu respons secara signifikan serta meningkatkan efektivitas pertahanan, terutama dalam menghadapi ancaman yang bergerak cepat atau ancaman dalam jumlah masif (*swarming*).

- Kolaborasi Manusia-Mesin (*Human-Machine Teaming*). Mengembangkan sistem yang mengintegrasikan operator manusia dengan algoritma AI secara mulus,

sehingga keduanya dapat bekerja sama untuk mencapai hasil yang optimal. Pendekatan ini menggabungkan kekuatan intuisi dan pengalaman manusia dengan kecepatan serta daya pemrosesan AI, guna menciptakan sistem pertahanan yang lebih efektif dan tangguh.

- Pembelajaran Adaptif. Menggunakan algoritma AI/ML yang mampu belajar dan beradaptasi terhadap perubahan ancaman maupun lingkungan, serta terus meningkatkan kinerjanya seiring waktu. Hal ini memastikan sistem pertahanan tetap efektif dalam menghadapi taktik dan teknologi lawan yang terus berkembang.

Kesimpulan

Evolusi dinamis pertahanan udara merupakan respons langsung terhadap pergeseran paradigma ancaman di langit, yang bertransformasi dari perang konvensional berbasis pilot manusia menjadi pertempuran hibrida yang digerakkan oleh kecerdasan buatan (AI), jaringan informasi terintegrasi, dan wahana nirawak (UAV). Pertahanan udara modern tidak lagi hanya mengandalkan tembakan meriam atau rudal tunggal, melainkan telah menjadi sebuah **ekosistem berlapis dan saling terhubung** untuk menghadapi spektrum ancaman yang sangat cepat dan tidak dapat diprediksi. Mengingat luasnya wilayah geografis Indonesia, sistem pertahanan udara nasional dituntut adaptif memanfaatkan teknologi berbasis jaringan agar mampu memayungi seluruh wilayah kedaulatan dari ancaman perang modern yang bersifat *beyond visual range* (di luar jangkauan pandangan mata). Kesadaran akan dinamika ini mendorong modernisasi komprehensif pada Satuan Artileri Pertahanan Udara (Arhanud).