

# DESAIN KONSEPTUAL INTEGRASI SISTEM DRONE/UAV DAN SENSOR RADAR PASIF SEBAGAI FUNGSI SITUASIONAL *BLANK SPOT FILLER* SISTEM RADAR PERTAHANAN UDARA (STUDI: SATUAN RADAR 211 TANJUNG KAIT)

## DESIGN CONCEPTUAL INTEGRATION OF DRONE / UAV SYSTEM AND PASSIVE RADAR SENSOR AS SITUATIONAL FUNCTION OF *BLANK SPOT FILLER* FROM AIR DEFENSE RADAR SYSTEM (STUDY: RADAR UNIT 211 TANJUNG KAIT)

Ferri Donniward Batubara<sup>1</sup>, Rudy A. G. Gultom<sup>2</sup>, Romi O. Bura<sup>3</sup>

Universitas Pertahanan  
donniward130284@gmail.com

**Abstrak** – Kohanudnas merupakan Kotama TNI yang melaksanakan Sistem Pertahanan Udara Nasional (Sishanudnas) dalam menjaga kedaulatan wilayah udara nasional. Radar Hanud aktif merupakan alutsista yang diawaki oleh satuan-satuan radar di bawah jajaran Kohanudnas dalam melakukan pengamatan udara sejauh coverage radar tersebut. Namun karena sifat pancaran gelombang elektromagnetik yang dipancarkan radar aktif bersifat *line of sight*, menyebabkan deteksi radar tidak optimal khususnya di daerah yang tertutupi oleh suatu obstacle yang berupa gunung, bukit, pepohonan tinggi dan lain sebagainya. Daerah yang tidak dapat terdeteksi oleh radar aktif disebut sebagai *blank spot area*. Permasalahan yang ada saat ini adalah adanya daerah *blank spot* akan memungkinkan pesawat musuh yang terbang rendah tidak dapat terdeteksi oleh radar hanud kita. Untuk itu diperlukan suatu desain integrasi sistem drone dan sensor radar pasif untuk mengatasi permasalahan *blank spot area* agar tetap dapat mendeteksi pesawat yang terbang rendah yang menghindari deteksi radar hanud aktif, di mana satuan radar dapat secara situasional dan mandiri melaksanakan deteksi di titik *blank spot area* tersebut. Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan desain konsep George E Dieter. Melalui studi dan analisis lapangan yang dilaksanakan di Satuan Radar 211 Tanjung Kait, diperoleh data Shadow Contour daerah satrad secara detail dan data uji desain sistem penginderaan drone dan uji dinamis radar pasif untuk dijadikan sebagai data awal dalam pembuatan suatu desain konsep. Melalui penelitian ini maka akan dapat menemukan solusi dalam penanganan pendeteksian target di daerah *blank spot* yang tidak dapat dilaksanakan oleh radar hanud aktif dan juga adanya suatu desain sistem integrasi transmisi data sistem drone/UAV dan sensor radar pasif sebagai fungsi *blank spot filler* radar hanud. Dengan demikian maka data pesawat di daerah *blank spot* yang berupa video intelligence, surveillance dan reconnaissance (ISR) dan target posisi pesawat khususnya yang berkemampuan stealth tetap dapat terdeteksi.

**Kata Kunci:** Sistem drone/UAV, Radar Aktif/Pasif, Sistem Pertahanan Udara, Blank spot area, Shadow Contour, Transmisi data, ISR.

**Abstract** – The National Air Defense Command (Kohanudnas) is the First Command of the Indonesian National Army which implements the National Air Defense System in maintaining national airspace sovereignty. The active Air Defense radar is a defense equipment manned by radar units under the Kohanudnas in conducting aerial observations as far as the radar coverage. However, due to the nature of the emission of electromagnetic waves emitted by active radar is a line of sight, causing radar detection is not optimal, especially in areas covered by an obstacle in the form of mountains, hills, tall

---

<sup>1</sup> Program Studi Teknologi Penginderaan, Fakultas Teknologi Pertahanan, Universitas Pertahanan

<sup>2</sup> Fakultas Teknologi Pertahanan, Universitas Pertahanan

<sup>3</sup> Fakultas Teknologi Pertahanan, Universitas Pertahanan

trees and so forth. Areas that cannot be detected by active radar are called blank spot areas. The current problem is that the existence of blank spot areas will allow enemy aircraft flying low that cannot be detected by our air defense radar. The purpose of this research is how to make an integrated design of a drone system and a passive radar sensor to overcome the problem of a blank spot area so that it can still detect low-flying aircraft to avoid active radar detection where the radar unit can situationally carry out detection without having to wait for the deployment of capable KRI/Indonesian Republic Ships of Navy with air defense capability and Kohanudnas mobile radar in the blank area that cannot be carried out at any time. This study uses a qualitative method with the George E Dieter design concept approach. Through field studies and analyzes conducted at Radar Unit 211 Tanjung Kait, the Shadow Contour data obtained in detail in the radar unit area and the data of the drone sensing system design test and the passive radar dynamic test to be used as initial data in making a concept design. With this research, it will be able to find a solution in handling target detection in blank spot areas that cannot be carried out by existing active air defense radars and also a system design integration of drone / UAV data transmission systems and passive radar sensors as a function of air defense radars blank spot fillers. Through the conceptual design, it is expected that aircraft data in the blank spot area in the form of video intelligence, surveillance and reconnaissance (ISR) and aircraft position targets, especially those with stealth capability, can still be detected. (Candara 11 pt, single line spacing, max. 300 words).

**Keywords:** Drone / UAV system, Active / Passive Radar, Air Defence System, Blank spot area, Shadow Contour, Data transmission, ISR.

## Pendahuluan

Fenomena globalisasi industri pada abad ke-21 secara signifikan menguat sejak tahun 1970 hingga 1980-an, yaitu ditandai dengan kondisi di mana terdapat hubungan kerja sama antar negara-negara di dunia secara intensif dalam membangun bidang industri khususnya industri pertahanannya<sup>4</sup>. Negara-negara maju pada era tersebut cenderung memilih membangun industrinya melalui kerja sama dengan negara lain daripada membangun industrinya secara mandiri. Kenyataan tersebut berhubungan

dengan munculnya berbagai tren kebijakan dalam hal penghematan dana (anggaran) yang dipergunakan, adanya kenaikan biaya penelitian dan pengembangan (research and development) secara global, dan semakin meningkatnya persaingan dalam bidang industri pertahanan di pasar global<sup>5</sup>. Selain itu menurut penyebab meningkatnya kerja sama dalam bidang industri pertahanan khususnya dalam produksi sistem senjata adalah dikarenakan adanya globalisasi industri pertahanan yang menimbulkan perubahan dinamika pengadaan sistem

---

<sup>4</sup> Jonathan D. Caverley, "Hegemony and the New Economics of Defense, *Journal of Security Studies*", hal 600.

<sup>5</sup> Richard A. Bitzinger, "*Asia-Pacific Security Dynamics in the Obama Era: A New World Emerging*", hal 6.

senjata yang sebelumnya bersifat mandiri (autarki) menjadi bersifat ketergantungan satu negara dengan negara yang lain (interdependensi)<sup>6</sup>.

Pertahanan negara merupakan segala usaha nyata dalam mempertahankan kedaulatan negara, keutuhan wilayah dan keselamatan segenap bangsa dari ancaman dan gangguan terhadap keutuhan bangsa dan negara. Sehingga jika dihubungkan dengan perlunya industri pertahanan nasional dalam upaya peningkatan usaha pertahanan negara, maka diharapkan pengembangan industri nasional mempunyai kemampuan dalam mendukung industri pertahanan dengan kemampuan teknologi memadai yang sesuai postur pertahanan negara. Pemberdayaan tersebut dapat diartikan sebagai pemanfaatan produk-produk alpalhankam dari industri pertahanan dalam negeri dan pendayagunaan industri pertahanan dengan kegiatan memperkuat kapasitas industri pertahanan seperti anggaran, teknologi, infrastruktur dan SDM untuk memproduksi alpalhankam serta kerja

sama dengan industri pertahanan luar negeri baik dalam kerja sama serta pengembangan.<sup>7</sup>

Permasalahan alutsista masuk menjadi salah satu agenda utama dalam pembinaan pertahanan Indonesia. Agenda tersebut sangat erat kaitannya dengan prioritas penyempurnaan alutsista TNI (Tentara Nasional Indonesia) yang ke depan tentunya akan membentuk suatu kekuatan postur pertahanan Indonesia. Tidak dapat dipungkiri bahwa keberadaan alutsista dalam konteks pertahanan modern menjadi ujung tombak dalam upaya mempertahankan kedaulatan wilayah negara. Namun, seperti yang telah disebutkan sebelumnya, salah satu permasalahan yang ada di Indonesia adalah belum memadainya alutsista yang dimiliki baik dari kuantitas maupun kualitas untuk memaksimalkan potensi TNI dalam menjalankan tugas pokok dan fungsinya<sup>8</sup>.

Pengembangan sistem pertahanan khususnya pertahanan udara sangat penting, di dalam bukunya Douhet berpendapat bahwa kekuatan udara

---

<sup>6</sup> Kaldordan Mary, "The End of Military Fordism: Restructuring the Global Military Sector", (London: United Nations University, 1998)

<sup>7</sup> Undang-Undang Republik Indonesia nomor 3 tahun 2002 tentang Pertahanan Negara.

<sup>8</sup> Yahya A Muhaimin, "Bambu Runcing dan Mesiu: Masalah Kebijakan Pembinaan Pertahanan Indonesia, Yogyakarta: Tiara Wacana", Yogyakarta, Tiara Wacana, 2008

merupakan sebuah revolusioner karena dioperasikan pada dimensi ketiga, sehingga dalam menjaga Negara Kedaulatan Republik Indonesia (NKRI) di udara maka dibutuhkan alutsista dengan teknologi yang mutakhir. Sistem radar (*radio detection and ranging*) merupakan salah satu bagian sistem penginderaan jauh dan dijadikan sebagai sistem early warning untuk mendeteksi wahana di udara berupa pesawat terbang baik yang berawak atau tanpa awak jika diperkirakan memiliki tanda ingin melanggar kedaulatan wilayah udara Nasional. Alutsista radar dioperasikan beberapa Satuan Radar (satrad) di bawah kendali Komando Pertahanan Udara Nasional (Kohanudnas). Kondisi Kohanudnas saat ini yang merupakan Kotama terpenting dalam kekuatan Markas Besar TNI adalah<sup>9</sup>:

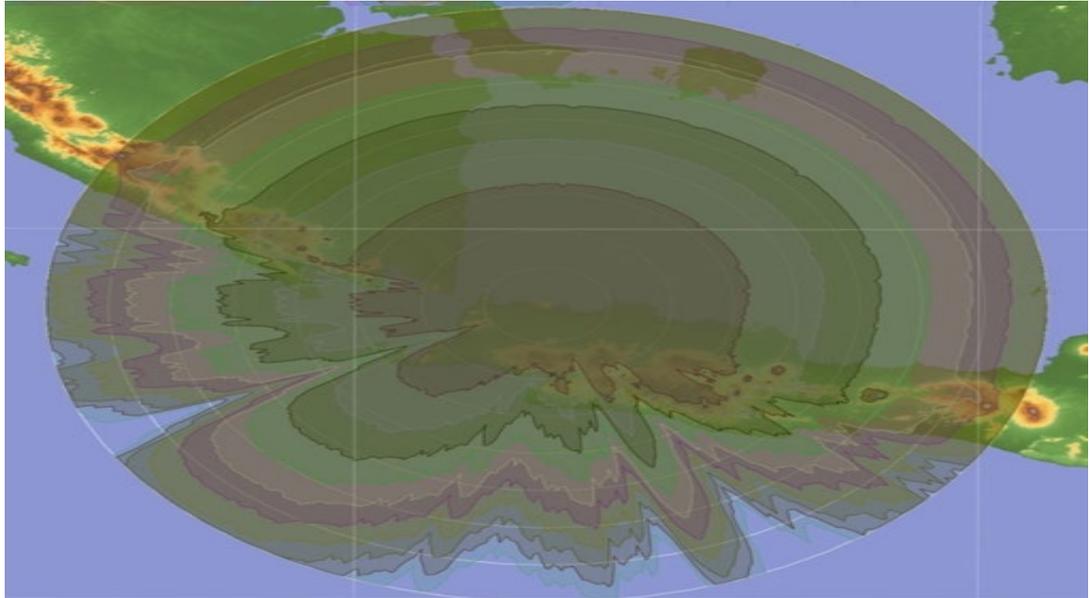
- a. Gelar dan *Coverage* Radar Tidak Optimal.
  - 1) Kondisi geografis adalah salah satu faktor penting di mana penggelaran radar yang direncanakan dalam proses perencanaan tidak dapat serta merta diimplementasikan. Terkadang titik gelar yang telah

direncanakan dan di survei adalah remote area yang belum mempunyai infrastruktur dalam memenuhi kebutuhan logistik demi mendukung operasional radar, oleh karena itu titik gelar digeser ke wilayah yang mempunyai infrastruktur yang memadai seperti di daerah yang demografinya lebih baik, dengan harapan dapat memudahkan dalam sisi logistik dan personel. Tetapi hal tersebut dihadapkan pada konsekuensi di mana kurang optimalnya faktor operasional radar di mana adanya obstacle yang

---

<sup>9</sup> Kotot Sutopo, "Optimalisasi Gelar Hanud", dalam <https://tni-au.mil.id/konten/unggahan/>

2019/ 02/ optimalisasi gelar hanud.pdf, diakses pada 20 Desember 2019.



**Gambar 1.** *Shadow Contour Satrad 211 TKT*  
 Sumber: Kohanudnas, 2019

mengakibatkan adanya blank spot area.

- 2) Dari beberapa satrad yang ada di jajaran Kohanudnas, salah satu contoh yaitu Satrad 211 Tanjung Kait (TKT) sebagai salah satu satrad yang vital karena coverage area radar nya mencakup wilayah ibu kota negara kita. Di mana diperoleh data shadow contour yang menunjukkan terdapat beberapa daerah blank spot pada arah dan ketinggian tertentu. Jika dilihat pada Gambar 1.1 maka terdapat kemungkinan di mana jika musuh mengetahui posisi blank spot area dari Satrad 211 TKT, maka wilayah tersebut dapat dimanfaatkan pesawat terbang musuh untuk tidak dapat

terdeteksi oleh radar hanud dengan melakukan terbang rendah pada ketinggian kira-kira 2000 feet sampai dengan 3000 feet di atas permukaan laut. Adanya kemungkinan musuh memanfaatkan daerah *blank spot area* juga semakin besar mengingat daerah blank spot dominan mengarah ke perairan luar pulau Jawa.

- b. Belum Adanya Sensor atau Sistem Integrasi dalam Mengatasi *Blank Spot Area di Satrad*.

Dalam mengatasi permasalahan blank spot area baik di daerah daratan atau perairan belum terdapat sistem integrasi yang optimal. Selama ini dalam pemanfaatan KRI berkemampuan Hanud milik TNI AL (sebagai *blank spot filler* di daerah perairan) maupun memanfaatkan

radar mobile sejenis MLAAD-SR milik Kohanudnas (sebagai *blank spot filler* di daerah daratan), masih belum dapat diintegrasikan dengan sistem radar hanud aktif yang ada di satrad. Faktor yang menyebabkan di antaranya dari segi operasional di mana kondisi perairan dan daratan tertentu yang tidak memungkinkan untuk ditempuh, dari segi efisiensi dan efektifitas yang tidak dapat dioperasikan secara situasional dan terus menerus serta berbagai faktor yang tidak mendukung lainnya.

Untuk itu diperlukan suatu cara bagaimana menangani hal tersebut di atas dengan mengintegrasikan sistem penginderaan drone/UAV atau pun sensor radar pasif untuk tetap dapat mendeteksi sasaran yang tidak tertangkap oleh radar aktif pada saat tertentu (situasional) khususnya di daerah blank spot. Penelitian dengan memanfaatkan sistem drone/UAV dalam memberikan data ISR (*Intelligence Surveillance Reconnaissance*) suatu pesawat yang terbang rendah dengan kecepatan rendah (*low altitude low speed*), khususnya di daerah blank spot yang tidak dapat dideteksi oleh radar aktif milik Kohanudnas merupakan suatu hal yang baru dan sangat dibutuhkan untuk diteliti. Hasil yang diperoleh dari

pengujian sensor kamera sistem drone/UAV Balitbang Kemhan dalam mendeteksi suatu objek di permukaan dapat dianalisa dan dijadikan sebagai kesimpulan sementara bahwa sensor kamera dari sistem drone/UAV dapat memberikan data ISR baik objek bergerak di permukaan hingga wahana terbang dan dikirimkan ke ruang operasi satrad.

Dari adanya integrasi antara sistem drone dan sensor radar pasif dengan sistem radar hanud maka diharapkan kemampuan sebagai berikut:

- a. Drone/UAV dan sensor radar pasif dapat memungkinkan jika dimanfaatkan sebagai “perpanjangan tangan” dari sistem radar hanud aktif dalam mendeteksi target di daerah blank spot di mana sistem radar aktif tidak mampu melakukan pendeteksian.
- b. Adanya kemungkinan pesawat jenis low speed negara lain yang hendak memanfaatkan blank spot area untuk tidak terdeteksi radar, maka satrad tidak perlu meminta bantuan KRI TNI AL atau radar mobile milik Kohanudnas sebagai blank spot filler, karena drone bisa diterbangkan kapan saja dan di mana saja untuk menggantikan peran dari kedua sistem tersebut

terutama pada kondisi cuaca yang baik. Sementara sensor radar pasif yang terpasang di titik daerah yang dianalisa sebagai blank spot radar dapat mendeteksi target terbang rendah secara kontinu di saat drone tidak memungkinkan untuk diterbangkan.

- c. Sistem drone/UAV dan sensor radar pasif sebagai fungsi *blank spot filler* dapat diintegrasikan dengan software yang digunakan selama ini oleh Kohanudnas melalui jaringan VSAT II Plus.

Diharapkan dengan hal tersebut

### **Metode Penelitian**

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kualitatif yang bersifat subjektif dari sudut pandang partisipan secara deskriptif sehingga hasilnya tidak dapat digeneralisasikan. Artinya, metode ini lebih bersifat memberikan gambaran secara jelas suatu permasalahan sesuai dengan fakta di lapangan. Suatu kegiatan yang sistematis dan obyektif dalam mengkaji suatu masalah untuk mencapai suatu pengertian dengan prinsip mendasar dan umum tentang suatu permasalahan. Di mana penelitian yang

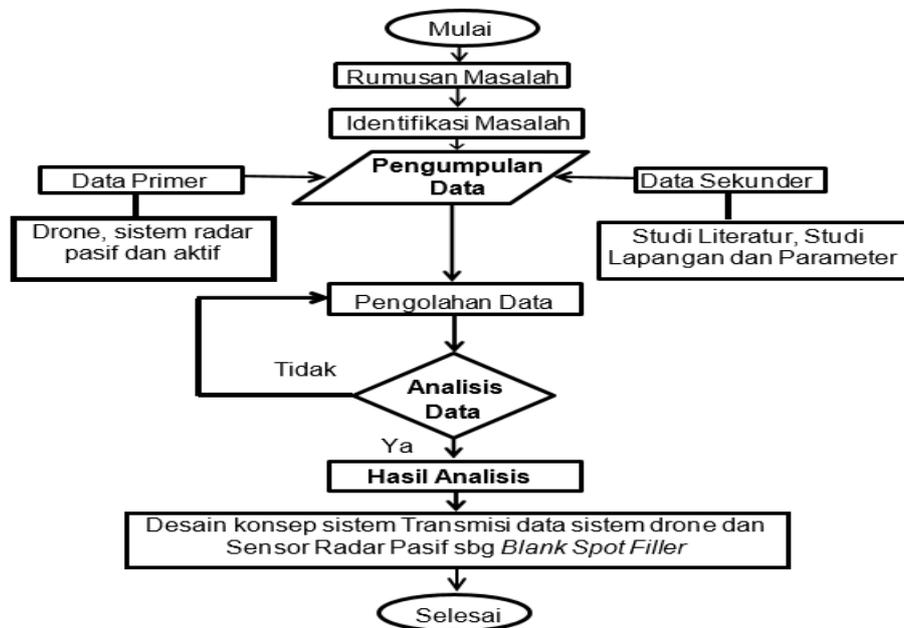
dilakukan berpegang pada informasi-informasi (yang terwujud sebagai teori-teori) melalui penelitian-penelitian terdahulu yang tujuannya yaitu menambah juga menyempurnakan teori yang telah ada tentang masalah yang menjadi sasaran kajian tersebut.<sup>10</sup> Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini adalah Observasi (pengamatan), wawancara, dan studi literatur/dokumentasi.

Analisis data adalah sebuah kegiatan untuk mengatur, mengurutkan, mengelompokkan, memberi kode atau tanda serta mengategorikannya sehingga ditemukan suatu temuan berdasarkan masalah yang ingin dijawab. Melalui rangkaian proses tersebut, data yang masih belum terlalu fokus yang dapat disederhanakan agar pada akhirnya dapat dipahami dengan mudah. Kemudian setelah data terkumpul selanjutnya dianalisis. Analisis data yaitu bagian sangat penting dalam sebuah penelitian, analisis data ini sangat sulit karena tidak ditemukannya pedoman baku, tidak berproses secara linier juga tidak ada aturan-aturan yang sistematis.

Penelitian ini menggunakan metode desain *Engineering* George E. Dieter

---

<sup>10</sup> Mohammad Nazir, "Metode Penelitian", 2012, hal 5.



**Gambar 2.** Diagram Alir Penelitian  
 Sumber: Diolah oleh Peneliti, 2019

sehingga menghasilkan suatu konseptual desain integrasi data sistem drone dan sensor radar pasif sebagai fungsi *blank spot filler* radar hanud dengan studi kasus Satrad 211 Tanjung Kait. Adapun analisis data disesuaikan dengan tahapan sebagai berikut<sup>11</sup>:

- a. Tahap Conceptual Design.
  - 1) Indentification Of User Needs.
  - 2) Problem Defenition.
  - 3) Gathering Information.
  - 4) Conceptualization.
  - 5) Concept Selection.
  - 6) Design Review
- b. Tahap Embodiment Design.
- c. Tahap Detail Design.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis desain konseptual sistem integrasi transmisi data dari

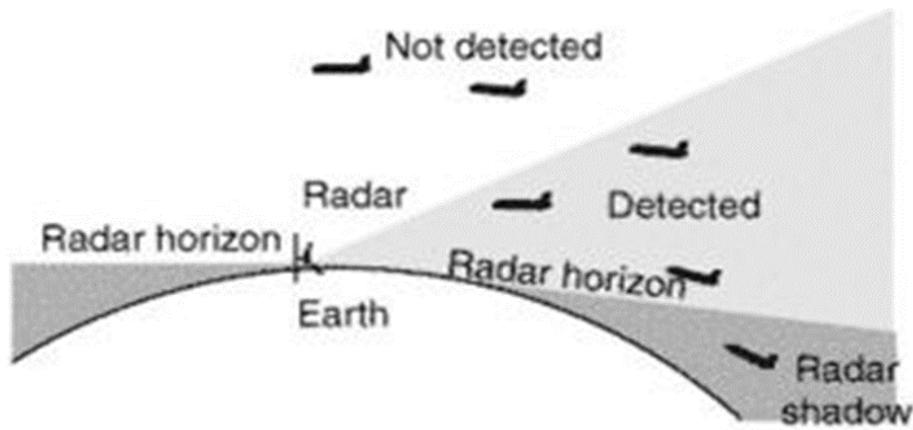
sistem drone dan sensor radar pasif dengan sistem radar aktif di satrad jajaran Kohanudnas. Adapun gambar desain alir penelitian ini terlihat pada Gambar 2.

## Hasil dan Pembahasan

### Hasil

Dalam penelitian ke beberapa instansi militer dan industri pertahanan dapat diperoleh data yang mengarah kepada pendefenisian desain dalam mengatasi salah satu permasalahan dari segi operasi dalam Sishanudnas. Permasalahan adanya *blank spot area* yang sudah ada dan tidak dapat dihindari dikarenakan faktor geografis dapat menjadi permasalahan yang nantinya jika tidak segera diatasi akan menimbulkan

<sup>11</sup> George E Dieter, "Engineering Design 4th Edition", tahun 2003



**Gambar 3.** Radar Shadow Pengaruh LOS Radar Aktif  
 Sumber: The McGraw-Hill Companies, Inc (2005)

kemungkinan adanya pihak musuh yang memanfaatkan daerah yang tidak terdeteksi oleh radar hanud tersebut. Dapat dilihat dalam gambar 3 bahwa Area di mana radar dicegah untuk mendeteksi objek atau target, karena gelombang radar tidak dapat menjangkau mereka baik karena penghalang dalam perjalanan atau kelengkungan bumi (horizon radar) merupakan *blank zone* radar atau disebut sebagai *radar shadow*<sup>12</sup>.

Desain yang diinginkan oleh Peneliti tidak terlepas dari faktor pertama kebijakan (*policy*) yaitu dalam hal menentukan keputusan dalam menyelesaikan suatu permasalahan dalam Sishanudnas yang berhubungan dengan blank area, kedua faktor strategi (*strategy*) yaitu dalam menentukan keputusan bagaimana masalah dipecahkan baik dengan

mengintegrasikan sistem lain dalam membantu penanganan permasalahan yang ada di lapangan, ketiga taktik (*tactics*) yaitu: membuat suatu strategi untuk diimplementasikan serta keempat operasi (*operation*) yaitu melaksanakan konsep taktik dengan memanfaatkan sistem yang ada dalam mengatasi permasalahan<sup>13</sup>. Diharapkan dengan adanya desain konsep yang ke depannya dapat dikembangkan maka satrad yang ada di bawah jajaran Kohanudnas dapat melaksanakan pendeteksian daerah blank spot yang tidak terdeteksi radar hanud aktif secara situasional tanpa harus menunggu pergerakan KRI AL yang berkemampuan hanud atau pun radar mobile. Desain tersebut tentunya lebih efektif dan efisien.

Secara umum pembuatan desain konsep sistem integrasi drone/UAV dan

<sup>12</sup> Skolnik, I Merrill (1990), *Radar Handbook*, America: Mcgraw Hill Inc.

<sup>13</sup> Nalora Sitiningrum, "Teori Kebijakan Publik", dalam <https://www.academia.edu/10127759/>

Kebijakan\_Publik\_Sebagai\_Proses, diakses pada 20 Desember 2019.

sensor radar pasif adalah bukan menciptakan suatu purwarupa atau sistem peralatan yang baru dalam mengatasi permasalahan operasional radar aktif di satrad jajaran Kohanudnas, melainkan melaksanakan modifikasi sistem yang sudah ada dan disesuaikan dengan kebutuhan user. Dengan menganalisa secara tahap awal melalui pengumpulan informasi maka diperoleh kriteria awal drone/UAV maupun sensor radar pasif yang sesuai digunakan sebagai fungsi *blank spot filler*.

Dari data penelitian yang diperoleh dapat disusun beberapa kriteria dari sistem drone/UAV ataupun sensor radar pasif yang dapat disesuaikan fungsinya sebagai berikut:

a. Persyaratan umum drone/UAV yaitu: jarak jangkauan terbang lebih dari 100 km, memiliki payload yang besar (> 20 kg), dapat diintegrasikan dengan kamera jarak jauh, laser range finder, dan alternatif sistem lainnya, sistem telemetry yang dapat dioperasikan dalam jarak jauh, tipe kombinasi *fix wings* dan *rotary wing*, mampu memberikan data ISR dengan baik, dapat diintegrasikan dengan existing sistem yang sudah dimiliki oleh Kohanudnas.

b. Persyaratan umum sensor radar pasif yaitu; memiliki sistem yang dapat mudah dalam penggelaran khususnya di remote area atau titik-titik yang dianalisa sebagai blank spot, tingkat akurasi pendeteksian yang tinggi khususnya sebagai sistem early warning terhadap pergerakan pesawat terbang rendah dan pesawat berkemampuan stealth, dapat diintegrasikan dengan existing sistem yang sudah dimiliki oleh Kohanudnas

#### 1. Sistem Drone/UAV Sebagai Penginderaan Wahana Udara

Dewasa ini perkembangan sistem drone/UAV sangatlah pesat. Sesuai dengan data yang diperoleh dari hasil konferensi UAV Internasional tahun 2017 yang diselenggarakan oleh Universitas JAIN India, bahwa saat ini fokus terhadap teknologi drone/UAV semakin meningkat baik dalam industri serta dijadikan sebagai bahan penelitian akademik yang disesuaikan dengan tujuan dan fungsi masing-masing. Sistem drone/UAV pada dasarnya adalah komponen dari sistem pesawat tak berawak yang terdiri dari pengontrol berbasis darat, pesawat udara tanpa awak itu sendiri dan sistem komunikasi data antar keduanya.

Indonesia perlu memiliki sistem persistence surveillance menggunakan drone yang berkemampuan *Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance (ISR)*, memiliki endurance tinggi, dan memiliki jarak jangkauan tinggi yang dimanfaatkan dalam sistem pertahanan negara kita secara umum, khususnya Sishanudnas yang dijalankan oleh Kohanudnas. Perlu diteliti bagaimana penanganan terhadap target berupa wahana terbang yang mampu bermanuver di daerah blank area dengan memanfaatkan terbang dengan low speed dan low altitude. Diperlukan sensor kamera penginderaan yang dapat menangkap pergerakan pesawat tersebut dan dijadikan data intelijen bahwa telah terjadi pelanggaran suatu pesawat negara lain yang memanfaatkan daerah blank area di wilayah cakupan radar aktif<sup>14</sup>. Teknologi drone/UAV saat ini terbagi atas beberapa bagian di mana disesuaikan dengan pemanfaatannya, semakin besar kebutuhan dan fungsi drone/UAV yang akan digunakan maka akan berpengaruh kepada tingkat volume atau bentuk drone/UAV tersebut.

Dari beberapa contoh drone/UAV dari beberapa jenis lainnya yang diperlukan adalah kemampuan integrasi

antara sistem penginderaan kamera drone/UAV yang berkemampuan jarak pengamatan yang jauh, dan kemampuan modifikasi integrasi dengan sistem pendeteksi objek benda yang diamati hingga ke arah tingkat lanjut yaitu: memiliki sistem sensor gelombang elektromagnetik yang dapat mendeteksi objek bergerak yang dikhususkan adalah objek berupa pesawat udara yang bergerak dengan *low speed*. Di samping itu kemampuan telemetry sistem drone/UAV dapat dikendalikan dari *Ground Control System* dengan jarak yang jauh dan memungkinkan untuk memanfaatkan sistem relai untuk menambah jarak jangkauan sistem control pesawat. Sistem energi dan power pesawat juga tidak kalah penting mengingat integrasi sensor-sensor yang digunakan oleh drone/UAV berasal dari sumber power tersebut. Terdapat teknologi peningkatan power pada sistem drone/UAV dengan bantuan panel surya yang memungkinkan untuk ditanamkan dan diinstalasi pada sistem *source power drone/UAV*.

## 2. Sistem Sensor Radar Pasif Sebagai Sistem *Early Warning*

---

<sup>14</sup> Amarulla Octavian, "Modernisasi Sistem Pertahanan Udara TNI Melindungi Keutuhan

Wilayah dan Kedaulatan NKRI", Orasi Ilmiah Dies Natalis ke-9 Unhan, 2018.

Dalam sistem pertahanan udara, alutsista radar merupakan sistem early warning terhadap ancaman udara lawan. Untuk itu kemampuan teknologi penerbangan semakin maju. Teknologi pesawat tempur maupun UAV mengarah kepada nilai *Radar Cross Section (RCS)* yang relatif kecil agar sulit untuk dideteksi oleh gelombang elektromagnetik radar, khususnya radar aktif<sup>15</sup>. Selain itu terdapat teknologi yang memungkinkan modifikasi bentuk airfoil dan merekayasa material komposit serta sistem avionik yang dapat memanfaatkan gelombang berbentuk elektromagnetik yang bisa melakukan *jamming* terhadap *ground radar*. Dengan memiliki teknologi tersebut pesawat berkemampuan *stealth*, akan sangat sulit dideteksi oleh radar aktif di mana pancaran gelombang elektromagnetik akan dibiarkan bahkan diserap sehingga sinyanya *echo* yang seharusnya dipantulkan tidak dapat diproses oleh sistem receiver radar di *operation cabin*.

Selain dari teknologi *stealth*, pesawat tempur atau pesawat berkemampuan pengintaian juga memanfaatkan kelemahan radar aktif

yang *line of sight*. Pesawat dapat melakukan terbang rendah dan dengan kecepatan rendah pula untuk menghindari pancaran gelombang radar aktif. Hal tersebut dapat dilakukan dengan mempelajari posisi-posisi blank area suatu daerah satuan radar. Jika tidak ada integrasi sensor dalam mengatasi hal tersebut akan menjadi celak musuh untuk melakukan penyerangan.

Untuk mengatasi kemungkinan-kemungkinan dari adanya kelemahan dari radar aktif, maka teknologi radar pasif mulai dikembangkan. Secara umum radar pasif tidak memancarkan gelombang elektromagnetik sebaliknya hanya menerima sinyal frekuensi yang ada di udara. Teknologi radar pasif merupakan peningkatan dari kombinasi *Electronic Support Measure (ESM)*, *Electronic Inteligent (Elint)*, dan *Signal Inteligent (Sigint)*. Dalam perkembangannya radar pasif dikembangkan menjadi *Bistatic Radar* atau *Passive Coherent Locator (PCL)*, dengan memanfaatkan bermacam-macam platform baik di darat, laut, udara maupun angkasa<sup>16</sup>. Beberapa jenis radar pasif yang dikembangkan di negara-negara maju saat ini antara lain:

---

<sup>15</sup> Kotot Sutopo, "Optimalisasi Gelar Hanud", dalam <https://tni-au.mil.id/konten/unggah/2019/02/optimalisasi-gelar-hanud.pdf>, diakses pada 20 Desember 2019.

<sup>16</sup> Pramadi Noor, "*Radar and Stealth*". Jakarta, 2019.



**Gambar 4.** Radar Pasif jenis PET  
Sumber: Indomiliter.com (2017)

a. *Passive ESM Tracking (PET).*

PET adalah jenis Radar pasif yang memanfaatkan metoda Multilateration dalam menghitung posisi target. Dengan menggunakan prinsip Time Different of Arrival (TDOA), signal dari target diterima oleh masing-masing unit receiver (penerima) dengan waktu yang berbeda. Perbedaan waktu tersebut mencerminkan perbedaan jarak, sehingga posisi target dapat diketahui. Radar Pasif jenis PET adalah Radar yang mampu mendeteksi target yang memancarkan gelombang elektromagnetik (GEM). Radar tersebut dapat memperoleh data tiga dimensi (range, bearing dan altitude) pada jarak jangka 450 Km atau 264 NM. Radar ini sulit dideteksi lawan karena tidak memancarkan GEM dan mampu mendeteksi UAV serta pesawat berteknologi stealth.

b. *Bistatic Radar (Passive Coherent Locator/ PCL).*

Bistatic Radar merupakan suatu jenis sistem pasif radar yang terdiri dari pemancar sinyal/transmitter dan penerima sinyal/receiver yang terpisah (ditempat yang berjauhan). Bistatic radar transmitter memanfaatkan TV dan Radio FM Broadcasting. Objek dapat dideteksi berdasarkan sinyal yang dipantulkan oleh objek tersebut ke pusat receiver. Radar jenis sifat operasional yang sangat rahasia karena tidak memancarkan gelombang elektromagnetik dan mampu mendeteksi pesawat berteknologi stealth



**Gambar 5.** Radar Pasif jenis PCL  
Sumber: Indomiliter.com (2017)

Dalam beberapa penelitian sistem radar aktif dan radar pasif memiliki keunggulan dan kelemahan masing-masing sehingga diperlukan suatu perpaduan sehingga permasalahan dalam pendeteksian pesawat baik jenis pesawat stealth atau pun pesawat yang terbang rendah di posisi daerah *blank spot* dapat diatasi dengan baik. Kohanudnas dan Diskomleka telah melakukan kajian-kajian sehingga diharapkan tahun 2020 sistem pertahanan udara kita sudah memiliki sensor radar pasif. Sehingga diharapkan kombinasi antara kedua jenis radar dapat saling menutupi kelemahan masing-masing sistem.

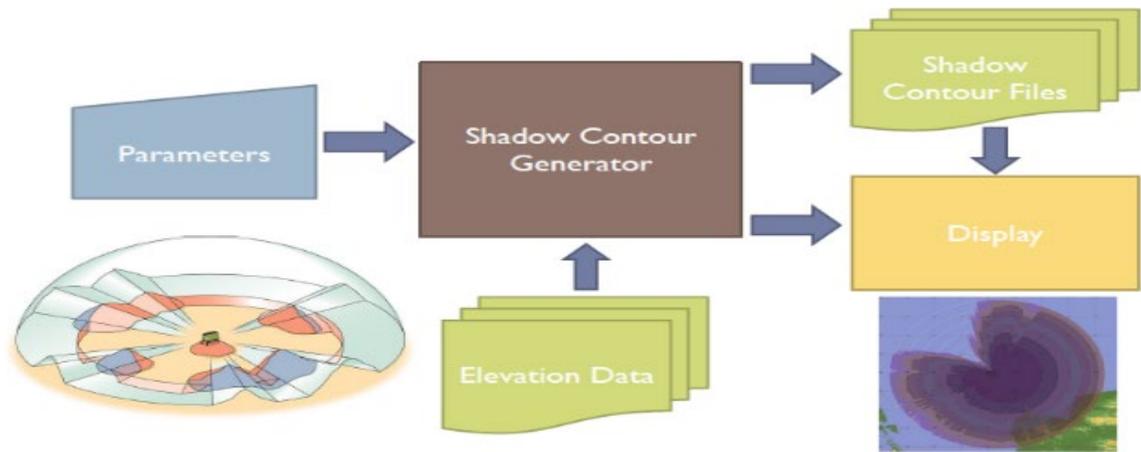
### **Pembahasan**

#### 1. Analisa *Blank Spot Area* di Satrad 211 Tanjungkait

Dari data yang diperoleh dari diskusi dan wawancara mendalam dengan

Komandan Satrad 211 Tanjung Kait, Letkol Lek Rani Partono menyampaikan:

“ Menurut pendapat saya, penelitian tersebut (dalam hal penanganan *blank spot area* pada wilayah satrad-satrad di Indonesia) sangat diperlukan karena perlindungan wilayah suatu negara terutama wilayah udara Indonesia adalah hal yang harus menjadi prioritas demi terjaganya kedaulatan wilayah Negara Republik Indonesia. Khususnya wilayah *blank spot area* dalam cakupan radar 211 Tanjung Kait, yang terkonsentrasi di wilayah selatan yang banyak pegunungan terutama Gunung Salak serta wilayah Jakarta yang semakin banyak pembangunan gedung bertingkat maka perlu adanya penelitian dan sosialisasi yang mengedepankan tugas dan fungsi Kohanudnas dalam melaksanakan Sishanudnas. Dengan data dari penelitian tersebut maka dapat menjadi bahan



**Gambar 6.** Skema Olah Data RSCAN  
 Sumber: Kohanudnas (2015)

pertimbangan pimpinan untuk menentukan kebijakan lebih lanjut terhadap peningkatan sistem pertahanan udara nasional”.

Data *shadow contour* satrad di bawah jajaran Kohanudnas, termasuk Satrad 211 Tanjung Kait saat ini diperoleh dari pengolahan data sistem *Radar Shadow Contour Analyzer (RSCAN)*. Fungsi utama dari RSCAN adalah menghasilkan dan menampilkan *shadow contour* wilayah *coverage* radar dan menganalisis *terrain profile* daerah sekitar satrad serta memiliki fungsi tambahan sebagai sistem monitoring radar yang menampilkan tampilan radar primer dan sekunder dalam dua atau tiga dimensi (2D/3D) dan dipergunakan dalam menganalisis penempatan radar baru.

## 2. Konsep Sistem Penginderaan Drone/UAV sebagai Fungsi Blank Spot Filler

Hasil uji dan analisis pemanfaatan sensor penginderaan drone/UAV adalah sebagai berikut:

Wahana akan diterbangkan pada area Satrad 211 (*take off* dari Lapangan Toasia) pada ketinggian 100 m, dengan lintasan yang telah ditentukan (di daerah uji 300-500 m) hingga pada lintas terbang tersebut dapat memonitor obyek di darat yang akan masuk dalam *Field of View (FOV)* sistem sensor kamera UAV. Citra yang tertangkap oleh sensor kamera dikirimkan ke monitor di darat (ruang operasi satrad) untuk dievaluasi. Pada saat wahana telah mencapai ketinggian yang diinginkan, dengan lintasan berbentuk oval (*race track flight path*), pada satu bagian lintasan, kamera sistem *seeker* akan dapat melihat sasaran. Pada saat sasaran terlihat, maka sistem sensor kamera dipicu (*trigger*) untuk memulai penjejakan (*tracking*) target di permukaan. Proses *tracking* akan diamati



**Gambar 7.** Daerah Lintasan UAV  
 Sumber: Balitbang Kemhan (2019)

melalui sistem *monitoring* dan perekam data penjejakan. Setelah proses *tracking* dilaksanakan dan mendapatkan data yang diinginkan, maka wahana kembali ke Lapangan Toasia untuk melaksanakan pendaratan.

Uji coba Menggunakan wahana terbang berupa UAV *fix wings* yang dilengkapi dengan sistem pendukung seperti sistem *telemetry/komunikasi* dan sensor kamera. Spesifikasi UAV sebagai wahana terbang adalah sebagai berikut:

- 1) *Wingspan* : 280 cm
- 2) *Platform Length* : 195 cm
- 3) *Center Module Length* : 100 cm
- 4) *Engine* : *Brushless*
- 5) *Onboard Power* : Li-Po
- 6) *MT/O Weight* : 7,5 kg
- 7) *Max Cruise Speed* : 25 m/s
- 8) *Optimal Cruise Speed* : 17-19 m/s
- 9) *Material* : *Composite Carbonfiber & Glassfiber*

- 10) *Command & Control RF* :  
900MHz/2,4 GHz/5,8 GHz
- 11) *Command & Control Range* : Up to 30 km
- 12) *Take Off* : *Autonomous/Catapult*
- 13) *Landing* : *Autonomous/Belly Landing*
- 14) *Navigation* : *Autonomous/Waypoin Array*
- 15) *Emergency Failsafe's* : *User- Pre Program* .

Dalam uji terbang, dengan melihat data kecepatan terbang (60km/h, sekitar 17 m/s), dan juga data trajektori, di mana radius minimum yang dicapai selama penerbangan adalah berkisar 35 m, maka dapat diprediksi bahwa percepatan lateral maksimum yang dialami (resultan percepatan gravitasi dan percepatan sentrifugal) adalah berkisar 12,82 m/s<sup>2</sup>, atau setara dengan 1,31 G. Untuk percepatan aksial/longitudinal, nilai



**Gambar 8.** Hasil Deteksi Sensor Kamera UAV  
 Sumber: Balitbang Kemhan (2019)

maksimum terjadi saat proses take off, di mana wahana harus mencapai kecepatan take off berkisar 18 m/s selama bergerak di launcher dengan panjang sekitar 2,4 m. Dengan memperhatikan panjang launcher dan kecepatan take off yang harus dicapai, maka dapat diperhitungkan bahwa percepatan aksial yang terjadi sekitar 67,5 m/s<sup>2</sup>, atau setara dengan 6,88 G.

Selanjutnya maka akan dilaksanakan pengujian sistem sensor kamera UAV dengan memanfaatkan target di permukaan dengan ukuran 5X5 m<sup>2</sup> yang diletakkan di lapangan Toasia Satrad 211 Tanjung Kait selanjutnya dilaksanakan penjejakan berupa gedung Satrad 211. Dari hasil kamera surveillance UAV diperoleh data track banner, data gambar dan video gedung Satrad 211 Tanjung kait dan lingkungan sekitar juga mendeteksi objek-objek seperti

pelampung di tambak sekitar satrad. Sweep Angel yang dihasilkan dari penjejakan ini mampu mencapai +/- 25 deg baik vertical maupun horizontal.

## 2. Konsep Sensor Radar Pasif sebagai Fungsi Blank Spot Filler

Pada saat seminar pengembangan Radar Pasif Tahap III yang diselenggarakan tanggal 12 November 2019, Kolonel Lek Imam Taufik yang menjabat sebagai Peneliti Madya Puslitbang Alpanhan Balitbang Kemhan menjelaskan paparannya sesuai dengan Surat Asrena Kasau Nomor B/182-09/34/04/Srenaau tanggal 30 Januari 2019 tentang *Operation Request* dan spesifikasi teknis radar pasif adalah sebagai berikut:

- a. *Operation Request* Radar Pasif yang dibutuhkan User.

- 1) Mampu mendeteksi target yang memantulkan atau memancarkan frekuensi (gelombang elektromagnetik).
  - 2) Mampu mengolah data *Transponder* mode 1,2 dan 3 A/C.
  - 3) Mampu mengolah data hasil deteksi tampilan 3 dimensi.
  - 4) Dilengkapi dengan *mobile console* minimal 2 unit (operator dan GCI).
  - 5) Mampu melaksanakan intersepsi secara terbatas.
  - 6) Dilengkapi dengan jaring kodal, lasa, koordinasi/informasi dan adminlog dan alkom GTA sesuai dengan jarak jangkauan radar serta dapat diintegrasikan dengan jaringan komunikasi yang ada.
  - 7) Mampu dioperasikan pada kondisi temperatur dan kelembaban udara sesuai iklim tropis.
  - 8) Memiliki sumber tenaga listrik sendiri (genset).
  - 9) Mampu dioperasikan sesuai frekuensi an tegangan PLN serta dilengkapi dengan pengaman (*bank up system*).
  - 10) Dapat diintegrasikan dengan pusat kendali sistem Operasi Hanud Kohanudnas.
  - 11) Mudah untuk mobilisasi melalui darat, laut dan udara (menggunakan pesawat sekelas Hercules C130).
- b. Spesifikasi Teknis Radar Pasif.
- 1) Sistem pendeteksian 3 Dimensi (*range, azimuth, altitude*)
  - 2) *Range* frekuensi 87 Mhz – 18 Ghz
  - 3) *Mobility* di mana waktu *assembly/disaassembly* maksimal 60 menit dan *power on* 10 menit.
  - 4) *Antena coverage adjustable* 360° dengan *azimuth coverage* minimal 120°.
  - 5) *Receiver sistem sensitivity* minimal -80 dbm.
  - 6) *Data processing update duration* maksimal 5 detik., *capacity data base* 10.000 track, *azimuth accuracy* maksimal 0,0010°.
  - 7) *Console System* dengan *output/input (range, azimuth dan code mode SSR)*, Mode operasional (deteksi target di udara, darat dan

```

Packet Server (Spectrum Analyzer)
$ SA,2018/07/17,2018/07/17,05:38:43.917,05:38:43.918,2398249872,2485749872,-90.5,130.00,*
$ SA,2018/07/17,2018/07/17,05:38:44.866,05:38:44.867,2398249872,2485749872,-90.5,159.00,*
$ SA,2018/07/17,2018/07/17,05:38:45.861,05:38:45.862,2398249872,2485749872,-90.5,195.00,*
$ SA,2018/07/17,2018/07/17,05:38:46.836,05:38:46.837,2398249872,2485749872,-90.5,231.00,*
$ SA,2018/07/17,2018/07/17,05:38:39.717,05:38:39.718,2398249872,2485749872,-90.5,267.00,*
$ SA,2018/07/17,2018/07/17,05:38:40.728,05:38:40.729,2398249872,2485749872,-90.5,304.00,*
$ SA,2018/07/17,2018/07/17,05:38:41.716,05:38:41.718,2398249872,2485749872,-90.5,340.00,*
$ SA,2018/07/17,2018/07/17,05:38:42.742,05:38:42.743,2398249872,2485749872,-90.5,18.00,*
$ SA,2018/07/17,2018/07/17,05:38:43.741,05:38:43.742,2398249872,2485749872,-90.5,54.00,*
$ SA,2018/07/17,2018/07/17,05:38:44.721,05:38:44.722,2398249872,2485749872,-90.5,90.00,*
$ SA,2018/07/17,2018/07/17,05:38:45.742,05:38:45.743,2398249872,2485749872,-90.5,127.00,*
$ SA,2018/07/17,2018/07/17,05:38:46.742,05:38:46.743,2398249872,2485749872,-90.5,163.00,*
$ SA,2018/07/17,2018/07/17,05:38:39.624,05:38:39.625,2398249872,2485749872,-90.5,199.00,*
$ SA,2018/07/17,2018/07/17,05:38:40.625,05:38:40.627,2398249872,2485749872,-90.5,236.00,*
$ SA,2018/07/17,2018/07/17,05:38:41.625,05:38:41.626,2398249872,2485749872,-90.5,273.00,*
$ SA,2018/07/17,2018/07/17,05:38:42.674,05:38:42.675,2398249872,2485749872,-90.5,311.00,*
$ SA,2018/07/17,2018/07/17,05:38:43.626,05:38:43.627,2398249872,2485749872,-90.5,345.00,*
$ SA,2018/07/17,2018/07/17,05:38:44.639,05:38:44.640,2398249872,2485749872,-90.5,22.00,*
$ SA,2018/07/17,2018/07/17,05:38:45.646,05:38:45.647,2398249872,2485749872,-90.5,59.00,*
$ SA,2018/07/17,2018/07/17,05:38:46.658,05:38:46.659,2398249872,2485749872,-90.5,96.00,*
$ SA,2018/07/17,2018/07/17,05:38:39.531,05:38:39.532,2398249872,2485749872,-90.5,132.00,*
$ SA,2018/07/17,2018/07/17,05:38:40.540,05:38:40.541,2398249872,2485749872,-90.5,169.00,*
$ SA,2018/07/17,2018/07/17,05:38:41.535,05:38:41.536,2398249872,2485749872,-90.5,205.00,*
$ SA,2018/07/17,2018/07/17,05:38:42.536,05:38:42.537,2398249872,2485749872,-90.5,242.00,*
$ SA,2018/07/17,2018/07/17,05:38:43.539,05:38:43.540,2398249872,2485749872,-90.5,278.00,*
$ SA,2018/07/17,2018/07/17,05:38:44.591,05:38:44.592,2398249872,2485749872,-90.5,317.00,*

```

**Gambar 9.** Sistem Cek Komunikasi Data Radar Pasif  
 Sumber: Balitbang Kemhan (2019)

permukaan dan monitor aktifitas frekuensi di sekitar), penyajian *track* (*track tabel*, *track position*, *track altitude*, dan *track identification*), map dengan koordinat dan rute penerbangan militer dan posisi satuan militer.

8) *Track pocessing capacity* adalah minimal 200 *track*.

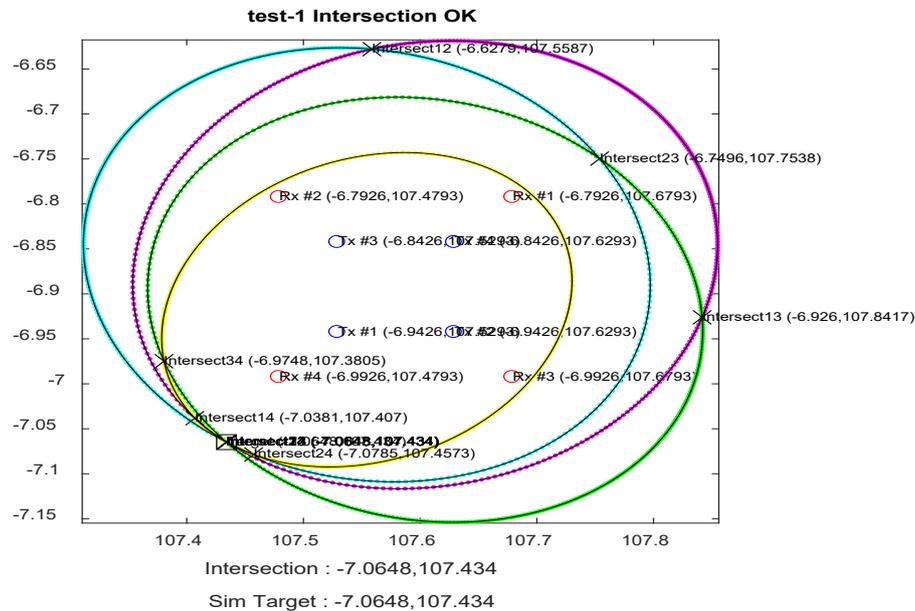
Data yang diperoleh oleh peneliti yang melaksanakan tugas sebagai observer dalam uji fungsi radar pasif Balitbang Kemhan di Satrad 211 Tanjung kait adalah sebagai berikut:

a. Pengujian Datalink sistem Komunikasi *Master Station* dan *Remote Station*. Pada Antena *Master Station* terdapat tiga buah datalink antena dengan IP address 169.254.230.23 (depan), 169.254.230.22 (kiri), dan 169.254.230.21 (kanan). Sedangkan pada tiap remote station terdapat juga sebuah antena

datalink. Diperoleh datalink terhubung dengan baik sesuai dengan besaran nilai 5,8 Ghz. Melalui pengecekan data pada *Software Radar Processing Unit* (RPU) diperoleh tampilan sesuai pembacaan *spektrum analyzer* menuju server.

b. Pengujian Deteksi Radar Pasif Sistem PCL. Radar pasif sistem PCL memiliki kemampuan tingkat sensitivitas masing-masing site *Master station* dan *Remote station*, di mana dengan pemanfaatan sinyal dari pemancar yang terkuat di sekitar target yang akan dideteksi. Melalui pancaran sinyal tersebut akan diperoleh pantulan berupa *elips* dan perpotongan dari titik-titik deteksi tiap site adalah posisi di mana target berada.

c. Pengujian Deteksi Radar Pasif Sistem PET. Pengujian sistem PET, dilaksanakan dengan menerima pancaran sinyal VHF/UHF dari target. Data pancaran tersebut diterima oleh antena *Master* dan



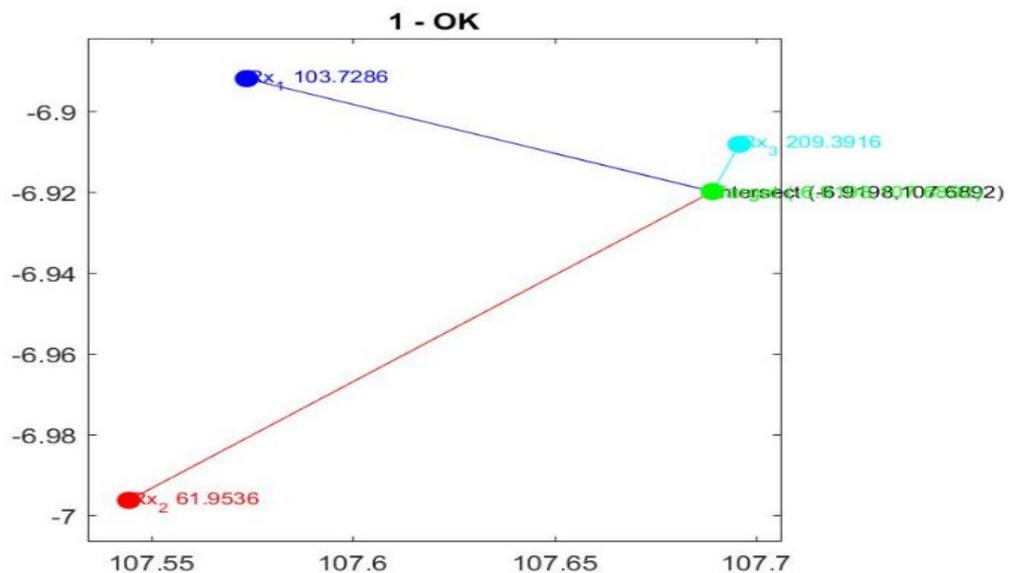
**Gambar 10.** Sistem PCL Radar Pasif  
 Sumber: Balitbang Kemhan (2019)

Remote Station sehingga akan terbentuk garis lurus, selanjutnya perpotongan dari garis lurus tersebut menjadi satu titik sebagai posisi target yang dideteksi. Pesawat yang dideteksi adalah jenis pesawat komersil yang melaksanakan *take off* atau *landing* dari Bandara Internasional Soekarno Hatta. Frekuensi yang digunakan oleh Tower ATC Bandara Soekarno Hatta dalam melakukan komunikasi dengan pesawat komersil yaitu 118.20 Mhz dan 118.75 Mhz. Data frekuensi yang digunakan pesawat untuk berkomunikasi dengan ATC Bandara Soekarno Hatta tersebut menjadi inputan terhadap receiver radar pasif untuk mengetahui posisi pesawat secara kontinu.

### 3. Analisis Pengolahan Format Data Integrasi Sistem Radar dan Sistem Drone/UAV

Kohanudnas membawahi jajaran satuan radar yang mengawaki alutsista radar dengan jenis yang berbeda-beda. Oleh karena hal tersebut diperlukan integrasi sistem sehingga meningkatkan efisiensi dari pengolahan data yang akan ditampilkan pada ADOC (Air Defense Operation Center) yang berada di Kohanudnas. Diperlukan suatu sistem untuk menganalisa jenis data tangkapan yang dihasilkan oleh jenis radar berbeda yang dimiliki oleh Kohanundas.

Setiap jenis radar memiliki jenis output data masing-masing, adapun jenis format data yang dihasilkan radar tipe terbaru sudah menggunakan data jenis Asterix 48 (jenis radar Master T dan Weibel), berbeda dengan jenis radar lama



**Gambar 11.** Sistem PET Radar Pasif  
 Sumber: Balitbang Kemhan (2019)

(tipe AWS-II) menggunakan jenis data PR 800. Sedangkan radar teknologi tahun 1980-an sampai dengan 1990-an menggunakan jenis data X 25 (Radar Plessey), EV 870 (Radar Thomson) dan jenis lainnya. Dekoding format data dilakukan dengan merekam data track simulator pada sistem radar dengan menggunakan suatu protocol analyzer<sup>17</sup>. Dari hasil perekaman data maka akan diperoleh tiga bagian data yang dapat dianalisa yang kemudian menjadi output data suatu software integrasi yang ada melalui sistem TCP IP. Data tersebut adalah *Frame Header*, *Message Header* dan *Message*.

Sebagai contoh adalah jenis data Thomson Trs 2230 D yang dimiliki Satrad 211 Tanjung Kait. Card YL 47 pada sistem radar Thomson Trs 2230 D menghasilkan

format data jenis EV 870, yang kemudian diolah menjadi target pada display. Kemudian dengan menggunakan *software wire shark* diperoleh tampilan data berupa dekoding data yang menjadi format untuk dapat dikonversi menjadi data integrasi melalui sistem TCP IP dan dibaca oleh software seperti TDAS yang selama ini digunakan oleh Kohanudnas.

Proses analisa target sensor radar pasif Balitbang Kemhan dilaksanakan pada Radar Processing Unit. Adapun di dalamnya terdapat beberapa software yang memiliki fungsi tertentu, dan memberikan output data yang selanjutnya akan diproses oleh RPU untuk disimpan sebagai data base dan menjadi data target yang ditampilkan pada display. RPU dari sensor radar pasif memiliki poin-poin penulisan software

<sup>17</sup> Thomas, S Widodo. (2008). Dekoding Format Data untuk Integrasi Sistem Radar yang

Berbeda. Jurnal Prosiding Seminar Radar Nasional 2008.

```

Data Track Simulator :
Range=240 (Nm), Bearing=180°, Alt=370 (x102 ft), Speed=480 (Nm/hr)
Heading=360°, Ident=COBA4
Hasil perekaman data dengan Protocol Analyzer (Hexadecimal):
16 16
01 43 C2 10 02 FF 81 04 02 80 22 00 50 10 10 FF
01 30 F1 06 A2 69 00 00 00 ES C0 00 00 1E 00 00 00
00 00 00
01 30 00 30 00 30 00 2C 11 7C C0 21
01 67 00 00 0C 48 AF 00 00 43 4F 42 41 20 34 20 20

Dekoding Format Data:
16 16 : SYN SYN
01 43 : SOH ADDR
C2 : 1100 0010
      Primary Msg.=11, Data Block without ACK=000; Track Nb.=010 (2)
10 : DLE
02 : STX
FF : Idle
81 04 02 80 22 00 50 10 10 : Message Header
FF : Idle
01 : SOH
30 F1 : 0011 0000 1111 0001
      0011(3)= Combined Plot (Primary and Secondary); 0000=Type 0;
      11=Plot correlated with Zone IIA, 11 0001 = Msg. length of 49 bytes
06 A2 : 0000 0110 1010 0010
      C=0000 (Non correlated Track),
      t = 0110 1010 0010 =1698 (detect time = 1698x20ms = 33,96 s)
69 00
00 ES : x = 0000 0000 1110 1000 (3.62 Nm)
C0 00 : y = 1100 0000 0000 0000 (- 256 Nm),
      Range = (x2+y2)1/2 =240 Nm, Bearing=179,179°
00 1E : Vx = 0000 0000 (0 Nm/hr), Vy = 0001 1110 (659,179 Nm/hr),
      Speed = (Vx2+Vy2)1/2 = 480 Nm/hr, Heading = tg-1 Vy/Vx = 360°
00 00 00 00
01 30 : 0000 0001 0011 0000
      V = 0 (Invalide Altitude), DR=00(Early Warning Plot),
      QZ = 00 (Primary Altitude with Deviation meter)
      Z = 001 0011 0000 (Altitude = 304x2-3 km = 31 167 ft)
00 30 00 30 00 2C 11 7C C0 21 01 67 00 00 0C 48 AF : Ignored
00 00 43 4F 42 41 20 34 20 20 : NULL NULL C O B A SPACE 4 SPACE
      SPACE (Ident : COBA 4)

```

**Gambar 12.** Format Data Radar Thomson

Sumber: Thomas Sri Widodo (2008)

berupa format data (contoh data base station format), komunikasi data (TCP/UDP/HTTP), data base dan user Interface. Data yang nantinya dapat diintegrasikan dengan software integrasi yang dimiliki oleh Kohanudnas seperti TDAS akan diambil dari switch hub sistem yang merupakan sistem komunikasi data melalui jalur TCP IP. Adapun sistem pengolahan data RPU sensor radar pasif adalah sebagai berikut:

- a. Format *database* sistem PCL Multisites yang berisi data: *message type, date message logged, time message logged, frekuensi, target number, velocity* dan *range*.
- b. Format *database* sistem PET Multisites yang berisi data: *messagetype, date message logged,*

*time message logged, frekuensi, bearing* dan *range*.

Dari jenis format data tersebut diharapkan dapat diintegrasikan dengan software integrasi yang dimiliki oleh Kohanudnas seperti contoh software TDAS melalui suatu switch hub TCP IP. Dalam penelitian tahap awal untuk desain integrasi dari sistem drone/UAV masih hanya dalam batasan bagaimana sensor kamera dari sistem drone/UAV yang merupakan data ISR target pesawat yang dideteksi. Data jarak target pesawat secara terbatas akan diperoleh jika kamera drone/UAV terintegrasi dengan laser range finder. Software pengolahan data sensor kamera dan integrasi sensor dalam mendeteksi video dan data posisi target (pesawat) yang diamati, saat ini dikembangkan oleh perusahaan

passive\_radar\_server.pcl\_multi\_sites\_log\_data: 8,475 rows total (approximat Next | Show all | Sorting (2) | Columns (7/7) | Filter

MessageType	DateMessageLogged	TimeMessageLogged	Frequency	TargetNum	Velocity	Range_0_359
PCL03	2019/03/13	00:59:59.764	89.30	1	24.19	30284.87 30178.45 30072.81 29967.96 29863.94 2976
PCL02	2019/03/13	00:59:59.170	105.90	1	326.35	21122.70 21013.55 20905.55 20798.73 20693.09 2058
PCL03	2019/03/13	00:59:58.762	89.30	1	24.19	6127.39 6060.84 5995.75 5932.07 5869.79 5808.88 57
PCL01	2019/03/13	00:59:58.575	98.40	1	-98.78	26767.07 26745.80 26724.57 26703.39 26682.27 2666
PCL02	2019/03/13	00:59:58.170	105.90	1	326.35	14031.91 13932.40 13834.32 13737.68 13642.46 1354
PCL03	2019/03/13	00:59:57.762	89.30	1	24.19	18671.90 18571.73 18472.66 18374.70 18277.86 1818
PCL01	2019/03/13	00:59:57.574	98.40	1	-98.78	12251.59 12230.51 12209.51 12188.58 12167.76 1214
PCL02	2019/03/13	00:59:57.170	105.90	1	326.35	15048.91 14947.43 14847.35 14748.65 14651.35 1455
PCL03	2019/03/13	00:59:56.763	89.30	1	24.19	15726.34 15629.60 15534.08 15439.76 15346.68 1525
PCL01	2019/03/13	00:59:56.575	98.40	1	-98.78	14542.38 14521.23 14500.15 14479.14 14458.22 1443
PCL02	2019/03/13	00:59:56.170	105.90	1	326.35	3951.63 3900.32 3850.34 3801.65 3754.23 3708.03 36
PCL03	2019/03/13	00:59:55.762	89.30	1	24.19	26761.69 26656.46 26552.08 26448.58 26345.98 2624
PCL01	2019/03/13	00:59:55.574	98.40	1	-98.78	14742.33 14721.17 14700.09 14679.07 14658.14 1463
PCL02	2019/03/13	00:59:55.170	105.90	1	326.35	19681.46 19573.66 19467.07 19361.69 19257.55 1915
PCL03	2019/03/13	00:59:54.763	89.30	1	24.19	29878.40 29772.09 29666.57 29561.86 29457.99 2935
PCL01	2019/03/13	00:59:54.575	98.40	1	-98.78	22309.57 22288.33 22267.13 22245.98 22224.90 2220
PCL02	2019/03/13	00:59:54.173	105.90	1	326.35	37837.66 37721.40 37605.88 37491.14 37377.19 3726
PCL03	2019/03/13	00:59:53.761	89.30	1	24.19	22553.12 22449.97 22347.78 22246.59 22146.40 2204

**Gambar 13.** Format Data PET Radar Pasif  
 Sumber: PT Lapi ITB (2019)

MessageType	DateMessageLogged	TimeMessageLogged	Frequency	Bearing	Power	Range_0_359
PET01	2019/03/01	16:23:41.189	121.00	301.87	-71.00	0 ...
PET01	2019/03/01	16:23:42.187	121.00	301.87	-71.00	0 ...
PET02	2019/03/01	16:23:42.434	121.00	327.34	-72.00	0 ...
PET03	2019/03/01	16:23:42.481	121.00	292.36	-73.00	0 ...
PET02	2019/03/01	16:23:43.438	121.00	327.34	-72.00	0 ...
PET03	2019/03/01	16:23:43.485	121.00	292.36	-73.00	0 ...
PET01	2019/03/01	16:23:44.190	121.00	162.66	-71.00	0 ...
PET02	2019/03/01	16:23:45.433	121.00	127.85	-72.00	0 ...
PET03	2019/03/01	16:23:45.483	121.00	204.43	-73.00	0 ...
PET01	2019/03/01	16:23:46.187	121.00	74.22	-71.00	0 ...
PET02	2019/03/01	16:23:47.436	121.00	46.15	-72.00	0 ...
PET03	2019/03/01	16:23:47.482	121.00	350.40	-73.00	0 ...
PET01	2019/03/01	16:23:48.188	121.00	232.85	-71.00	0 ...
PET02	2019/03/01	16:23:49.443	121.00	275.51	-72.00	0 ...
PET03	2019/03/01	16:23:49.487	121.00	252.28	-73.00	0 ...
PET01	2019/03/01	16:23:50.190	121.00	35.56	-71.00	0 ...
PET02	2019/03/01	16:23:51.435	121.00	25.66	-72.00	0 ...
PET03	2019/03/01	16:23:51.482	121.00	332.04	-73.00	0 ...

**Gambar 14.** Format Data PCL Radar Pasif  
 Sumber: PT Lapi ITB (2019)

Cambridge Pixel dari Inggris. Perusahaan tersebut bekerjasama dengan produsen Radar Weibel dalam integrasi sistem radar dengan sensor penginderaan kamera baik kamera fix yang diinstal di radar ataupun dengan kamera CCTV ataupun kamera sistem drone/UAV.

Distribusi video digital menggunakan infrastruktur jaringan

Ethernet (TCP IP) yang umum sudah hadir dalam banyak hal<sup>18</sup>. Sistem distribusi digital menyediakan manfaat utama melebihi sistem dengan analog yaitu: mudah diskalakan dalam input tampilan tambahan yang dapat ditambahkan ke jaringan, adanya sistem switcing (peralihan) dari banyak sumber tampilan data video node dalam jaringan yang ada,

<sup>18</sup> Cambridge Pixel, “Software Camera for Radar”, dalam <https://www.cambridgepixel.com/>, diakses pada 24 Desember 2019.

memanfaatkan infrastruktur jaringan Ethernet ada dan menghilangkan kebutuhan untuk sakelar khusus dan pemasangan kabel khusus.

#### 5. Konsep Komunikasi Data Integrasi Sistem Drone/UAV dan Sensor Radar Pasif sebagai Fungsi *Blank Spot Filler* Radar Hanud Kohanudnas

Dalam mendukung sistem komunikasi data integrasi sistem data dari sensor yang berbeda, Kohanudnas berupaya dalam mewujudkan sistem kodal yang efektif dalam rangka mendukung operasi Hanudnas dengan melakukan pengembangan sistem K3I yang dimiliki saat ini hingga diperoleh sistem Kodal berbasis satelit yang handal.<sup>19</sup>

Sesuai dengan data Kohanudnas diperlukan suatu pengembangan sistem komunikasi data Kohanudnas yang memanfaatkan sistem K3I jika dihubungkan dengan desain komunikasi data guna mengintegrasikan data hasil deteksi sistem drone/UAV dan sensor radar pasif dengan sistem radar hanud Kohanudnas yang ada saat ini, maka diperlukan spesifikasi dan kemampuan sebagai berikut (Kohanudnas, 2018):

- a. Mampu meningkatkan efisiensi pemakaian bandwidth transponder satelit dan memiliki interface IP sehingga sangat mudah diintegrasikan dengan perangkat yang berbasis IP.
- b. Tetap exist dan lebih akurat dalam mengintegrasikan dan menampilkan data-data Radar, baik sipil maupun militer melalui Posek-Posek Kosekhanudnas dari seluruh unsur/jajaran dan Bandar Udara Sipil yang ada diseluruh wilayah NKRI serta tambahan adalah integrasi sistem drone/UAV dan sensor radar pasif.
- c. Mampu melaksanakan baik video conference maupun audio conference keseluruhan unsur/jajaran atau yang dikehendaki, dengan besar data rate sekitar 64 kbps.
- d. Mampu menyiapkan akses, bilamana Pangkohanudnas ingin memberikan instruksi langsung kepada pesawat tempur (TS) atau UAV yang terbang ke seluruh wilayah nasional.
- e. Mampu mengintegrasikan komunikasi baik melalui radio, telepon maupun HT dari seluruh

---

<sup>19</sup> Kohanudnas, "Kajian Sistem Transmisi Data Kohanudnas", 2018.

unsur/jajaran yang ada diseluruh wilayahnya.

- f. Mampu mendukung integrasi tangkapan radar pasif yang dikonversi menjadi target “fusion” dengan tangkapan radar aktif yang ada.
- g. Mampu mendukung sistem kirim data video dari sensor kamera drone/UAV secara real time ke ruang operasi Satrad hingga ke Kohanudnas.

Dengan SBM berbasis IP, maka secara optimal akan mampu mewujudkan sistem Kodal Hanud yang efektif, dengan aplikasi meliputi voice, data, dan video, sehingga dapat memenuhi kebutuhan operasional Hanudnas berupa integrasi tangkapan video ISR sistem drone/UAV, sensor radar pasif yang datanya dapat diintegrasikan dengan jaringan data Thales (Radar Militer), TDAS (Transmission Data Air Situation) serta sebagai tambahan jaringan telepon, intranet/website, video conference, audio conference, dan faxsimile<sup>20</sup>.

Dalam pengembangan SBM berbasis IP guna mewujudkan Sistem Kodal berbasis Satelit yang efektif dalam rangka mendukung Operasi Pertahanan

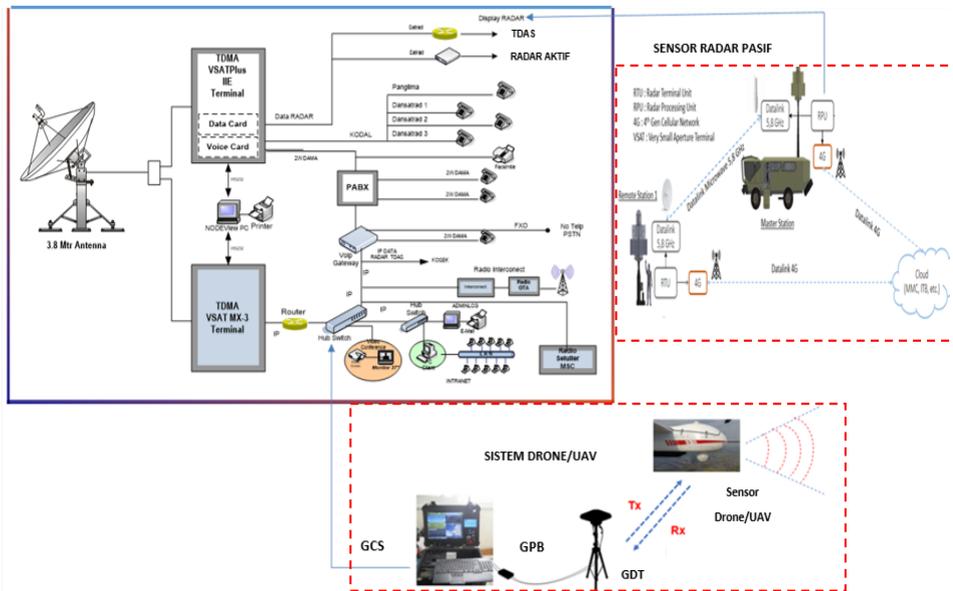
Udara Nasional, harus dilakukan desain pengembangan sebagai berikut:

- a. Menambah perangkat terminal yang mempunyai kemampuan modulasi dengan mode yang lebih tinggi disetiap lokasi yang telah tergelar VSAT Plus IIe, sehingga seluruh layanan aplikasi akan dilayani oleh 2 (dua) jaringan secara efisien, yaitu:

- 1) Menggunakan terminal VSAT Plus IIe (jaringan eksisting) digunakan untuk aplikasi data Radar militer, voice PA (*Permanent Assignment*), dan voice DAMA (*Voice Demand Assignment Multiple Access*).
- 2) Menggunakan terminal jaringan pengembangan dengan teknologi lebih mutakhir yang mempunyai kemampuan modulasi dengan mode yang lebih tinggi dari VSAT Plus IIe, sehingga mampu meningkatkan efisiensi pemakaian dari bandwidth transponder satelit. Disamping itu perangkat terminal ini sudah memiliki interface IP sehingga

---

<sup>20</sup> Kohanudnas, “Kajian Sistem Transmisi Data SBM K3i Kohanudnas”, 2018.



**Gambar 15.** Sistem PCL Radar Pasif  
 Sumber: Balitbang Kemhan (2019)

sangat mudah diintegrasikan dengan perangkat-perangkat yang berbasis IP. Adapun jaringan ini digunakan untuk aplikasi voice PA, voice DAMA, data Radar TDAS, audio conference, video conference, intranet, GTA, VHF/UHF dan seluler.

- b. Memasang Multipoint Control Unit (MCU) Codec di ADOC/Popunas dan mengintegrasikan perangkat video conference, video streaming hasil tangkapan drone/UAV yang sudah berbasis IP dengan perangkat terminal jaringan pengembangan berteknologi mutakhir yang juga sudah berbasis IP, sehingga ADOC integrasi video conference tidak hanya ke Kosekhanudnas, tetapi dapat juga ke Satrad yang

dikehendaki. Untuk data video conference antar satuan dan data video kamera drone/UAV dengan kapasitas data rate 384 kbps-512 kbps, sedangkan untuk audio dengan kapasitas data rate sekitar 64 kbps.

- c. Sistem radar pasif memberikan data output melalui RPU untuk kemudian konversi menjadi target fusion menggunakan software integrasi TDAS. Radar pasif diutamakan menjadi early warning sistem terhadap target di daerah blank spot dan target pesawat udara berkemampuan stealth.
- d. Sistem drone/UAV yang mengirimkan data pengamatan target wahana udara di sekitar blank spot area dalam bentuk data ISR. Data Video dikirimkan melalui hub switch dengan sistem TCP IP

menuju ruang operasi satrad hingga tertampil ke ruang operasi Kohanudnas (ADOC).

### **Kesimpulan Rekomendasi dan Pembatasan**

Sistem pertahanan udara yang kuat dibutuhkan dalam upaya Kohanudnas menjaga kedaulatan wilayah udara nasional. Untuk itu dibutuhkan usaha-usaha dalam bentuk penelitian guna mengatasi permasalahan operasional radar yang merupakan alutsista utama dalam Sishanudnas yang dilaksanakan oleh Kohanudnas. Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah Dalam pemanfaatan sistem drone/UAV dan sensor radar pasif yang berperan sebagai blank spot filler, diperlukan peningkatan sistem komunikasi data sehingga integrasi sistem dapat berjalan dengan baik. Peningkatan kualitas sistem SBM K3I berbasis TCP IP yang dimiliki oleh Kohanudnas sangatlah diperlukan demi terwujudnya desain konseptual integrasi transmisi data dari sistem drone dan sensor radar pasif dengan satrad jajaran Kohanudnas, sehingga pemanfaatan software integrasi yang sudah digunakan oleh Kohanudnas dapat berjalan dengan baik dalam menampilkan data-data (video ISR dan posisi pesawat) yang diperoleh

sistem drone/UAV dan sensor radar pasif khususnya di daerah blank spot area.

Melalui hasil dan analisa penelitian ini maka peneliti memberikan rekomendasi sebagai berikut:

- a. Diperlukan adanya suatu percepatan pengembangan dan modernisasi sistem alutsista persenjataan konvensional yang ada maupun sistem penginderaan yang terintegrasi khususnya melalui komunikasi data yang dimiliki oleh Kohanudnas dengan memaksimalkan K4IPP (Komando, Kendali, Komunikasi, Komputer, Informasi, Pengamatan dan Pengintaian).
- b. Diperlukan penelitian lanjutan dalam memperoleh desain yang optimal dalam bentuk prototipe drone/UAV yang dapat diproduksi sesuai dengan kebutuhan user dalam hal ini satrad di bawah jajaran Kohanudnas dalam mendeteksi pesawat di blank spot area. Khususnya integrasi sistem sensor penginderaan yang dapat dihasilkan oleh drone/UAV tidak hanya dapat menampilkan live video berupa data ISR pesawat yang dideteksi saja, tapi juga dapat dikonversi menjadi suatu

data target (posisi, kecepatan, ketinggian) yang dapat diintegrasikan oleh software integrasi yang dimiliki Kohanudnas.

- c. Diperlukan pengembangan radar pasif sebagai sistem early warning untuk mendukung Sishanudnas. Kerjasama dalam *Transfer of Technology* (ToT) antara industri pertahanan kita dengan negara-negara yang merupakan produsen radar pasif dapat mempercepat peningkatan kualitas produk dalam negeri yang sudah ada atau pun dalam mendesain sistem yang lebih baik.

## Daftar Pustaka

### Jurnal

- Bitzinger, Richard A. (2009). “*Asia-Pacific Security Dynamics in the Obama Era: A New World Emerging*”, hal 6.
- Caverley, Jonathan D. (2007). United States Hegemony and the New Economics of Defense, *Journal of Security Studies*. Retrieved from <http://www.tandfonline.com/doi.abs/10.1080/09636410701740825> diakses pada 17 Agustus 2019 pukul 23.30 WIB.
- Muhaimin, Yahya A. (2008). “Bambu Runcing dan Mesiu: Masalah Kebijakan Pembinaan Pertahanan Indonesia”, Yogyakarta: Tiara Wacana”, Yogyakarta, Tiara Wacana.
- Octavian, Amarulla. (2018). “Modernisasi Sistem Pertahanan Udara TNI Melindungi Keutuhan Wilayah dan Kedaulatan NKRI”, Orasi Ilmiah Dies Natalis ke-9 Unhan, 2018.
- Sutopo, Kotot. (2018). “Optimalisasi Gelar Hanud”, dalam [https://tni-au.mil.id/konten/unggah/2019/02/optimalisasi\\_gelar\\_hanud.pdf](https://tni-au.mil.id/konten/unggah/2019/02/optimalisasi_gelar_hanud.pdf), diakses pada 20 Desember 2019.
- Sitiningrum, Nalora. (2018). “Teori Kebijakan Publik”, dalam [https://www.academia.edu/10127759/Kebijakan\\_Publik\\_Sebagai\\_Prose](https://www.academia.edu/10127759/Kebijakan_Publik_Sebagai_Prose), diakses pada 20 Desember 2019.
- Widodo, Thomas, S. (2008). Dekoding Format Data untuk Integrasi Sistem Radar yang Berbeda. *Jurnal Prosiding Seminar Radar Nasional 2008*.

### Buku

- Dieter, E George. (2003). “*Engineering Design 4th Edition*”.
- Mary, Kaldordan. (1998). *The End of Military Fordism: Restructuring the Global Military Sector*. London: United Nations University.
- Nazir, Mohammad. (2012). “*Metode Penelitian*”, hal 5.
- Noor, Pramadi. (2019). *Radar and Stealth*. Jakarta: TNI.
- Skolnik, I Merrill. (1990), *Radar Handbook*, America: Mcgraw Hill Inc.

### Undang-undang, Peraturan, Kajian

- Undang-Undang Republik Indonesia nomor 3 tahun 2002 tentang Pertahanan Negara.
- Surat Asrena Kasau Nomor B/182-09/34/04/Srenaau tanggal 30 Januari 2019 tentang *Operation Request* dan spesifikasi teknis radar pasif

Kohanudnas, “Kajian Sistem Transmisi Data Kohanudnas”, 2018.

**Website**

Cambridge Pixel, “Software Camera for Radar”, dalam <https://www.cambridgepixel.com/>, diakses pada 24 Desember 2019.

