

DESAIN KONSEPTUAL SISTEM TRANSMISI DATA DARI PESAWAT NIRAWAK (UNMANNED AERIAL VEHICLES) KE BATTLEFIELD MANAGEMENT SYSTEM (BMS)

CONCEPTUAL DESIGN OF DATA TRANSMISSION SYSTEM FROM UNMANNED AERIAL VEHICLES (UAV) TO BATTLEFIELD MANAGEMENT SYSTEM (BMS)

Dwi Hariyanto Putra¹, Rudy Gultom,² Sukendra Martha³

Program Studi Teknologi Penginderaan
(ayaduth@gmail.com)

Abstrak - Kebutuhan informasi data secara audio visual bagi pimpinan tentang posisi gelar personel, kendaraan tempur, persenjataan, didaerah operasi, manuver pasukan perlu dikoordinir dengan baik sehingga akan meminimalisir kemungkinan adanya pasukan bermanuver diluar skenario pertempuran. Perlu adanya integrasi komunikasi antar keseluruhan unsur satuan dengan manajemen operasi sistem data yang baik, melalui observasi, pengamatan, orientasi, untuk pengambilan keputusan secara *realtime* dengan pemanfaatan sarana Pesawat Nirawak atau *Unmanned Aerial Vehichles* (UAV) ke *Battlefield Management System* (BMS). Permasalahan yang ada yaitu belum terintegrasi atau *interoperability* dengan baik sistem komunikasi antara UAV dengan BMS dari aspek sistem transmisi data. Secara nyata kita membutuhkan integrasi sistem transmisi data dalam mendukung pertempuran dari UAV ke BMS guna misi intelejen, pengamatan dan pengintaian dalam mendukung komando pengendali operasi. Penelitian ini menggunakan pendekatan metode Dieters, dimulai dari pendefinisian desain, pengumpulan informasi sampai dengan tahap desain konseptual yang diperkuat dengan studi dan analisis lapangan berupa uji simulasi, uji statis serta informasi dan pengamatan langsung didukung studi literatur. Diharapkan ini dapat memberikan kelancaran dalam mentransmisi data secara lengkap kepada pimpinan tentang pasukan sendiri, pasukan kawan, pasukan musuh, kondisi medan, peralatan dan persenjataan tempur di lapangan. Dari penelitian ini diperoleh sistem transmisi data yang dapat mendukung UAV ke BMS yaitu dengan menggunakan media radio RF dengan band VHF dan UHF berkemampuan transmisi data yang besar dan baik yang dimiliki oleh TNI AD. Dengan sistem transmisi yang baik sebagai media kirim terima data akan berperan penting memberi informasi arah dan mengatur manajemen rute yang dibutuhkan sebagai integrator, mengintegrasikan sistem sensor video, manajemen penginderaan, manajemen persenjataan dan manajemen operasi.

Kata Kunci : Pesawat Nirawak/UAV, *Battlefield Management System* (BMS), Transmisi data

¹ Program Studi Teknologi Penginderaan, Fakultas Teknologi Pertahanan

² Program Studi Teknologi Penginderaan, Fakultas Teknologi Pertahanan

³ Program Studi Teknologi Penginderaan, Fakultas Teknologi Pertahanan

Abstract - The needs of information in the form of audio and visual data for battle commander are critical. All about personnel location, combat vehicle, and heavy weaponry on the battlefield, troops maneuvered are not well coordinated yet. Although an early prevention of false maneuvered troops on the field also is essentially needed, there is no integration yet for communication between all officers to support the operation management and decision making using realtime data. The problem is that integrated system or interoperability has no in a good communication between Unmanned Aerial Vehicles (UAV) and Battelfield Management System (BMS). the fact we need to integrate battlefield data transmission from UAV to BMS for Inteligent, Surveillance, and Reconnaissance (ISR) missions in supporting Operation Command Center. This study uses the Dieter method approach, starting from the definition of design, information gathering, to the conceptual design stage which is strengthened by study and field analysis in the form of simulation tests, static tests and information and direct observation supported by the study of literature. Hopefully this system will give visual information and complete data for commander about the own troops, comrades, enemy forces, terrain conditions, combat vehicle and heavy weapon on the field. From this research obtained data transmission system that can support UAV to BMS at this time by using RF transmission media with VHF and UHF band capable of large and good data transmission owned by Indonesian Army (TNI AD). With a good transmission system as a medium to tranceive data, it will play an important role in providing information, and also having Tracker Ability, important which is an ability to navigate and manage the route used. The system also plays important Tracker Ability role of giving direct information and as integrator, which integrates, sensor video system, sensing management, weaponry management and operation management.

Keywords: Unmanned Aerial Vehicles (UAV), Battelfield Management System (BMS), Data Transmittion

Pendahuluan

U paya pertahanan negara akan terkait dengan aspek ilmu pengetahuan dan teknologi, merupakan kebutuhan mendasar bagi pertahanan negara. Berdasarkan kebutuhan teknologi pertahanan matra darat disesuaikan dengan kegiatan operasional. Sehubungan tersebut dihadapkan pada kebutuhan dalam menjamin efektifitas pencapaian sasaran tugas pokok maka seluruh satuan jajaran TNI mutlak dilengkapi dengan sistem komunikasi yang handal, diantaranya teknologi penginderaan sebagai sarana

komando dan kendali, komunikasi, komputer, intelijen, pengamatan dan pengintaian. Kondisi TNI AD yang ada saat ini adalah:

1. Kebutuhan informasi data secara *audio visual* bagi pimpinan tentang posisi gelar personel, Ranpur, persenjataan di medan operasi, selama ini hanya diperoleh berdasarkan laporan informasi melalui radio dari unsur bawahan dan komandan pasukan yang selanjutnya di plot pada peta topografi militer.

2. Manuver pasukan belum terkoordinir dengan baik sehingga dibutuhkan pencegahan secara dini adanya kemungkinan pasukan dari unsur bawahan yang bermanuver diluar skenario tempur yang berakibat kepada kerugian pasukan sendiri.
3. Belum adanya integrasi dalam berkomunikasi antar keseluruhan unsur satuan dalam matra maupun antar matra maka diperlukan upaya peningkatan kemampuan manuver pasukan agar lebih terkoordinir secara baik di Puskodal maupun di medan operasi.
4. Komandan beserta para stafnya belum maksimal dalam melakukan kegiatan terkait manajemen operasi seperti melaksanakan observasi/pengamatan, orientasi, mengambil keputusan serta mengawasi pelaksanaan suatu perintah atau jalannya operasi yang diselenggarakan dengan minimnya data secara *realtime*.

Berdasarkan kondisi tersebut perlu adanya integrasi sarana sarana pesawat Nirawak/*Unmanned Aerial Vehicel* (UAV)

dan *Battlefield Management System* (BMS).

BMS sebagai salah satu cara untuk memutakhirkan sistem komando dan pengendalian yang ada saat ini perlu didukung pemanfaatan pesawat Nirawak/UAV, diharapkan mampu memberikan efisiensi dalam penyelenggaraan operasi dan latihan untuk pencapaian tugas pokok. Perlu dilakukan integrasi dari berbagai peralatan yang dapat mendukung situasi dan keadaan daerah operasi, salah satunya dengan memanfaatkan pesawat Nirawak/UAV untuk memperoleh informasi/data yang akurat, dengan tampilan informasi meliputi data intelijen, logistik latitude, longitude serta arah subyek ataupun arah senjata/canon/meriam dan lain-lain dari kendaraan tempur yang memiliki kesulitan yang cukup tinggi agar diperoleh dengan mudah. Implementasi sistem informasi pertahanan negara merupakan salah satu sistem yang perlu dikembangkan dalam penyelenggaraan pertahanan negara. Sistem informasi TNI AD sebagai bagian dari sistem informasi pertahanan negara di bangun dan dikembangkan oleh Kementerian Pertahanan mengarah pada suatu sistem berbasis *design*, yaitu membangun dan

memperkaya suatu sistem berbasis teknologi informasi. Secara spesifik sistem informasi TNI AD yang merupakan bagian dari *interoperability data link* pertahanan negara akan mengatur pola komunikasi antar pusat komando pengendalian (Puskodal) matra TNI AD dengan menggunakan saluran yang berbeda, sehingga penyampaian pesan dan informasi mengalami tantangan pada standarisasi.⁴

Komando dan pengendalian operasi khususnya satuan manuver dalam suatu pertempuran merupakan hal yang kompleks, sehingga dibutuhkan sistem yang dapat membantu, memudahkan, mempertinggi tingkat efektifitas komunikasi dan kerahasiaan serta mempercepat proses hubungan komando. Sistem tersebut dipergunakan bagi pimpinan sebagai sistem komando dan pengendalian secara global, kontijensi sistem perencanaan daerah militer, sistem komando gabungan dan sistem manuver. Dari aspek pertahanan, ruang siber telah menjadi domain kelima yang dapat dijadikan sebagai medan peperangan, selain medan perang darat,

laut, udara dan ruang angkasa. Penggunaan sistem, peralatan, dan platform berbasis internet cenderung semakin meluas yang berpotensi menjadi kerawanan.⁵

Implementasi dari teknologi penginderaan secara umum yaitu berupa perang di masa datang, yaitu *precision strike*, *dominating maneuver*, *space warfare*, dan *information warfare* yang mendukung strategi dalam pengambilan keputusan bagaimana masalah dipecahkan yaitu,

1. Kebijakan (*policy*), keputusan dalam pemecahan masalah.
2. Strategi (*strategy*), keputusan bagaimana masalah dipecahkan.
3. Taktik (*tactics*), keputusan strategi diimplementasikan.
4. Operasi (*operation*), keputusan taktik diimplementasikan.⁶

Dalam doktrin militer, informasi bagian integral dari Kodal yang merupakan kunci pada setiap operasi militer modern bersandar pada peralatan komunikasi berkecepatan tinggi dan

⁴ Dr.Ir. Supartono, MM, Sistem Informasi TNI dalam Rangka *Interoperability Data Link* Pertahanan Negara, 2017. Hal 4

⁵ Kementerian Pertahanan Republik Indonesia. (2015). *Buku Putih Pertahanan Indonesia*. Jakarta, hal 8

⁶ Bahan Ajar Kuliah Radar Modern Cyber Sensing for Defence (RMSCD)

komputer. Kemajuan teknologi informasi secara khusus diimplementasikan dalam konsep yang disebut perang informasi (*Information Warfare*), teknologi informasi berpengaruh terhadap perubahan strategi militer, antara lain :

1. Sisi komandan, membantu menyediakan informasi potensial lebih cepat dan banyak melalui rantai Kodal untuk mempercepat pengambilan keputusan.
2. Sisi kemampuan pasukan, memungkinkan pasukan mendapat informasi pada waktu dan tempat yang tepat, dapat mengurangi apa yang oleh Clausewitz disebut "kabut perang", sehingga pasukan menjadi lebih fleksibel.

Sistem komunikasi dan Informasi yang handal akan mempercepat proses Komando dan kendali, makin cepat Informasi diterima maka makin cepat seorang Komandan mengambil keputusan dan langkah-langkah yang tepat / kendali untuk menghadapi ancaman.⁷ Sistem Kodal dari satuan atas kepada satuan bawah dan koordinasi antar satuan lain dalam suatu operasi militer akan berjalan baik dengan cara

menggelar alur, poros dan sarana komunikasi yang beragam dalam mendukung pencapaian tujuan dari operasi, salah satunya dengan memberdayakan alat komunikasi Nirawak/UAV dan BMS, diharapkan memperoleh kemampuan yaitu:

1. Informasi visual bagi pimpinan tentang gelar personel, Ranpur, persenjataan berat di medan operasi.
2. Pencegahan secara dini pasukan dari unsur bawahan yang bermanuver diluar skenario tempur yang berakibat kepada kerugian pasukan sendiri.
3. Kemampuan manuver pasukan dan Alutsista agar lebih terkoordinir secara baik di medan operasi yang diperoleh dari *tactical data link* dan integrasi taktik sistem komunikasi.
4. Kemampuan *Tracker* yaitu navigasi, manajemen rute, peta penjejakan.
5. Sebagai *Integrator* yaitu intergrasi sistem kendaraan, sensor, video sistem, manajemen penginderaan, persenjataan dan manajemen operasi.

⁷ Menhan, Kompas.com, 2008 diakses pada 6 September 2018

6. Jaringan pusat komando yaitu interoperability manajemen tugas, jaringan, perencanaan, logistik, pengambilan keputusan dan evaluasi.
7. Tercipta dan terlaksananya interoperability antar Satuan TNI AD ke arah Tri Matra Tunggal yang handal untuk kepentingan pertahanan NKRI.

Teknologi komunikasi antara pesawat Nirawak/UAV dan BMS akan menjadi kebutuhan nyata oleh karena itu perlu adanya Integrasi sistem komunikasi antara Nirawak/UAV dan BMS dibutuhkan suatu sistem transmisi data yang sangat berperan dalam proses kirim terima data, sampai saat ini di jajaran TNI sistem tranmissi data tersebut belum dikembangkan dan dimanfaatkan secara mendalam, sehingga dalam proses mengembangkan sistem komunikasi tersebut untuk tahapan awal diperlukan analisis kebutuhan dan desain konseptual.

Berdasarkan kebutuhan sinergitas tersebut diharapkan dalam pelaksanaan operasi militer apapun bentuknya tidak menemui kendala dalam hal komunikasi bila disandingkan antara Alutsista yang dimiliki dengan yang baru serta mampu memberikan efisiensi dalam

penyelenggaraan operasi, karena beberapa alat komunikasi yang sudah tergelar saat ini sudah menggunakan teknologi digital.

Metode Penelitian

Metode penelitian ini bersifat deskriptif dengan menggunakan proses desain rekayasa model Dieter. Perancangan/desain adalah proses desain atau pengembangan alat, metode dan teknik dalam memperbaiki efisiensi dan produktifitas proses pembuatan. Karna alat tidak dapat menjawab segala proses pembuatan, perancangan yang merupakan permasalahan yang selalu bergerak dinamis. Desainer membutuhkan empat kemampuan dalam mendesain produk yaitu:

1. Kreativitas. Membutuhkan kreasi dari sesuatu yang belum ada sebelumnya pada objek terkait.
2. Kompleksitas. Membutuhkan kemampuan memutuskan dari banyak *variable* dan parameter.
3. Pilihan. Menentukan pilihan dari banyak kemungkinan desain yang ada.
4. Kompromi. Membutuhkan keseimbangan antara kebutuhan dan kemampuan

Subjek Penelitian merupakan hal sangat penting kedudukannya di dalam penelitian, subjek penelitian harus organisir sebelum peneliti mengumpulkan data.⁸ Peralatan yang digunakan dalam mengumpulkan dan mengolah data data menjadi informasi dapat berupa para prajurit yang disiapkan, baik pejabat pada level strategis, taktis maupun operasional, peralatan pendukung komunikasi yang dipergunakan, terutama telepon, ponsel, dan radio, naskah, buku dan dokumen yang diharapkan dapat menggambarkan tentang cara kerja dan peralatan sebagai proses dalam pengumpulan data, sebagai bukti dan petunjuk tentang sistem informasi yang akan dibuat. Pada penelitian ini, subyek penelitian yang akan dituju untuk mendukung data penelitian ini yaitu Kementerian dan Lembaga (K/L), serta para pakar yang sesuai dengan penelitian yang dilakukan, seperti:

1. Kemhan sebagai *stake holder* utama
2. PT. LEN sebagai perusahaan pembuatan sarana BMS
3. Satuan TNI AD

- a. Satuan Kavaleri (Yonkav 9/Ser)
 - b. Direktorat Perhubungan (Kasubditbinik dan Teknik)
 - c. Yonhub (Danyonhub)
 - d. Denhub (Dandehub)
4. Pengamat atau ahli, yang merupakan pakar Komunikasi, UAV dan BMS serta K4IPP

Objek penelitian merupakan suatu permasalahan yang dijadikan sebagai topik penulisan dalam rangka menyusun suatu laporan. Penelitian ini dilakukan untuk memperoleh data-data yang berkaitan dengan objek penelitian yaitu Desain Konseptual sistem transmisi data dari Pesawat Nirawak / UAV ke BMS dengan teknik pengumpulan data seperti studi kepustakaan, studi lapangan dan metode wawancara serta observasi agar memperoleh data primer, dan studi kepustakaan untuk data sekunder. Wawancara mendalam dilakukan kepada narasumber dan informan kunci yang dianggap mampu menjawab pertanyaan penelitian, terutama pejabat TNI di Kemhan, pejabat TNI AD, pejabat satuan TNI AD yang menguasai informasi tentang UAV dan BMS, dan yang

⁸ Arikunto. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. (Jakarta: Penerbit PT Rineka Cipta.2006), hlm. 152

berhubungan dengan riset dan teknologi serta pejabat bidang industri pertahanan nasional yang menguasai tentang teknologi UAV dan BMS. Data observasi dikumpulkan dengan melakukan pengamatan di lapangan untuk memperkaya dan memperkuat data yang diberikan dari hasil wawancara. Data hasil observasi tidak dapat diharapkan secara maksimal dalam memberikan data komprehensif karena terbatas dalam akses data itu sendiri yang berhubungan dengan sistem transmisi UAV ke BMS.

Metode pengumpulan data fungsinya hanyalah sebagai pelengkap untuk memperkuat dan memperkaya data, dikumpulkan juga data sekunder. Data sekunder berasal dari buku, publikasi ilmiah diinternet, berita publik, dan lainnya sehingga dapat memberikan gambaran bagaimana membangun konsep desain sistem transmisi data UAV ke BMS termasuk informasi berkaitan perkembangan teknologi. Setelah data dikumpulkan kemudian dianalisis menggunakan metode desai rekayasa dieter model dengan tahapan :⁹

1. Menentukan arsitektur desain
2. Menentukan konfigurasi desain

3. Menentukan parameter desain
4. Konsep detail

Hasil dan Pembahasan

Ketentuan Standarisasi Umum BMS TNI AD

Berdasarkan kondisi geografis Indonesia yang sangat luas dan merupakan negara maritim. Berdasarkan hal tersebut maka diperlukan teknologi untuk dapat memberikan dukungan komunikasi data dengan menampilkan data berupa audio, video dan visual yang berisi tentang medan dan situasi baik tentang perbatasan, medan operasi maupun latihan guna mendukung fungsi sarana komando dan pengendalian pasukan secara terintegrasi dalam sebuah sistem komunikasi dan pengendalian kegiatan operasi yang telah ditentukan oleh TNI AD dengan persyaratan operasinal yaitu terdiri dari:

1. Persyaratan Umum
 - a. Merupakan implementasi doktrin tiap kesenjataan di TNI AD.
 - b. Memenuhi kebutuhan taktis kesenjataan/kecabangan di TNI AD.
 - c. Membantu taktik dari segi kecabangan.

⁹ Dieter E George, Linda C. Schmidh .2003. Engineering Design 4th Edition

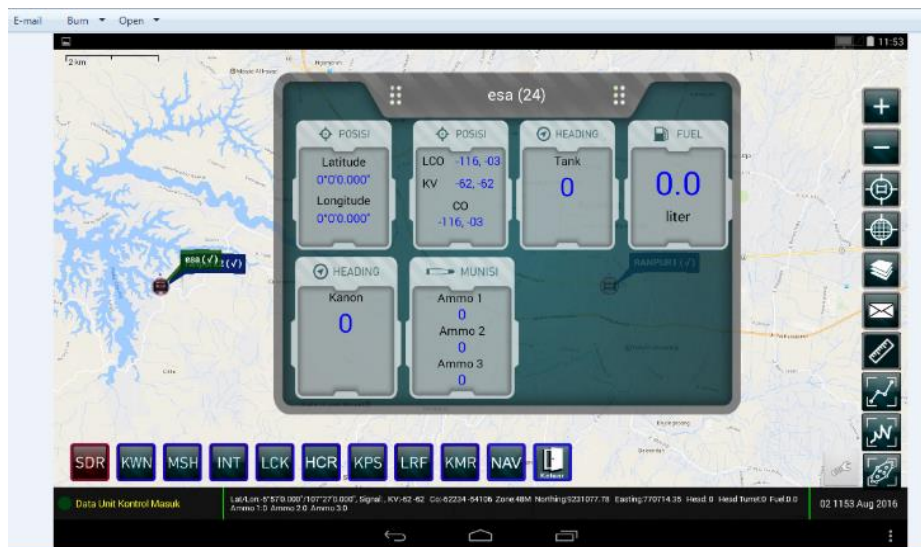
- d. Software merupakan desain sistem yang sesuai dengan kecabangan TNI AD.
 - e. *Source code program software* dimiliki oleh TNI AD sebagai bahan pengamanan aplikasi.
 - f. Posko *Battlefield Management System (BMS)* sesuai dengan Prosedur Hubungan Komandan dan Staf di TNI AD.
 - g. Memenuhi kriteria spesifikasi standar militer.
 - h. Dilengkapi dengan keamanan sendiri seperti protokol data unik dan enkripsi.
 - i. Usia pakai peralatan (*hardware*) minimal 5 (lima) tahun.
 - j. Penyesuaian atau *customisasi software* tidak terbatas, dengan arti dapat diperbaharui sesuai dengan kebutuhan dan perkembangan taktik TNI AD.
2. Persyaratan Taktis
 - a. Dapat digunakan dalam Siskomops, Siskomma dan Siskomsus
 - b. Dapat digunakan untuk Satpur, Satbanpur, Satkowil dan Satbanmin
 - c. Mudah dalam operasional dalam kondisi pertempuran
 - d. Berbasis Internet Protokol (IP) untuk menjamin interoperabilitas komunikasi
 3. Persyaratan Teknis
 - a. Piranti Lunak
 - Menampilkan Peta internasional dan peta topografi TNI AD Koordinat 8 (delapan), 10(sepuluh) angka dan karvak.
 - Menunjukkan arah navigasi, untuk pasukan maupun kendaraan.
 - Menampilkan kondisi logistik sendiri dan satuan yang terlibat seperti kondisi bahan bakar dan munisi.
 - Menampilkan maneuver satuan taktis dengan simbologi sesuai simbol taktis TNI.
 - Menampilkan kedudukan pasukan sendiri, kedudukan pasukan kawan dan pasukan musuh (sesuai data intelijen, masukan dari kawan dll).
 - Menampilkan data lingkungan intelijen seperti kecepatan angin, suhu, curah hujan dan jarak pandang.
 - Menampilkan mode kompas dan GPS.
 - Mempunyai kemampuan integrasi dengan peralatan atau

sensor lain seperti kamera, pesawat tanpa awak (UAV) atau LRF (*Laser Range Finder*).

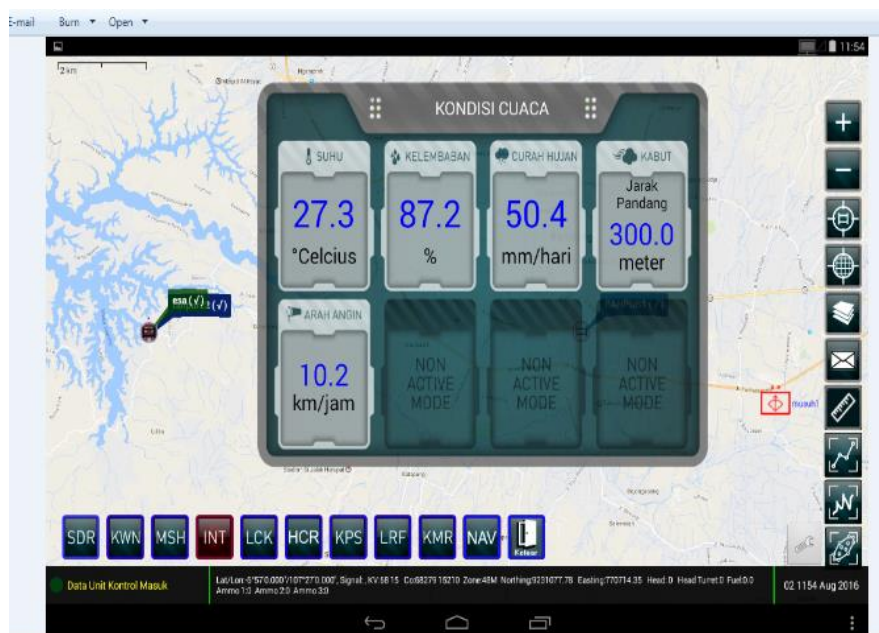
- Mempunyai sistem komunikasi berupa pesan text seperti obrolan (chat) dan pesan seperti SMS.

b. Piranti Keras BMS unit

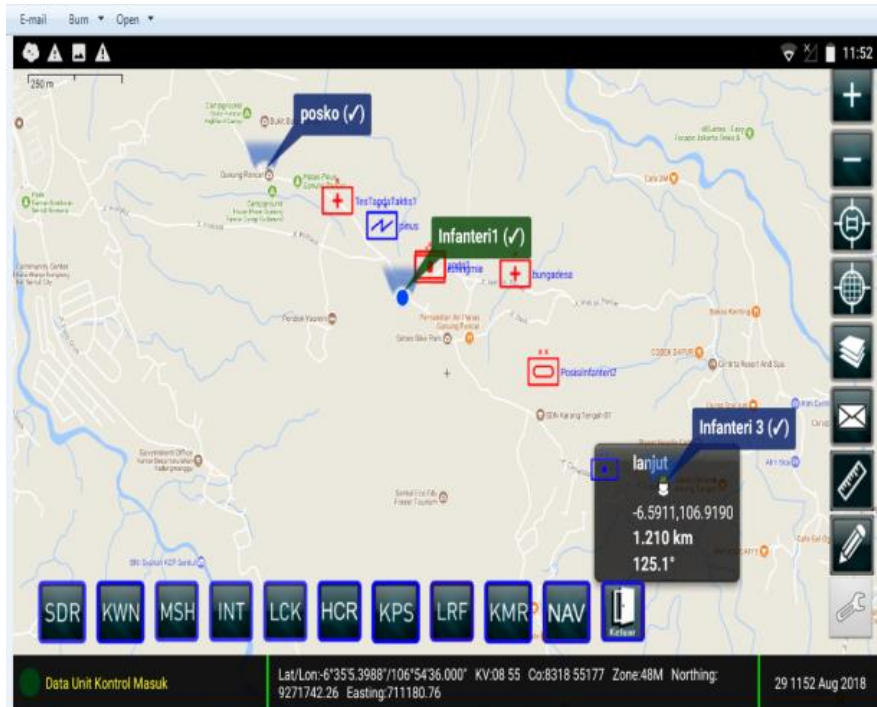
- Dimensi : Max 40x20x10 Cm
- Layar : *Multitouch, capacitive*
- Interface : Serial, Ethernet, USB, Wifi, Bluetooth



Gambar 1. Tampilan BMS data Logistik Tank
 Sumber: Hasil uji coba peneliti, 2018



Gambar 2. Tampilan BMS data Lingkungan Intelijen
 Sumber: Hasil uji coba peneliti, 2018



Gambar 3. Tampilan BMS Posko
 Sumber: Hasil uji coba peneliti, 2018

- Processor: Min. Dual Core 1,2GHz
- RAM : Min. 1GB
- OS : Android/Linux
- Teg Input & Konsumsi Daya 18VDC – 75VDC, 100 Watt (maksimum)
- Spesifikasi Lingkungan Min IP 65
- GPS Module: Single freq, 2,5 m radius akurasi, RS 232 serial port
- Switch Operasi: 8 port ethernet, rugged
- Gateway Operasi : 2 port ethernet, rugged

Ketentuan umum :

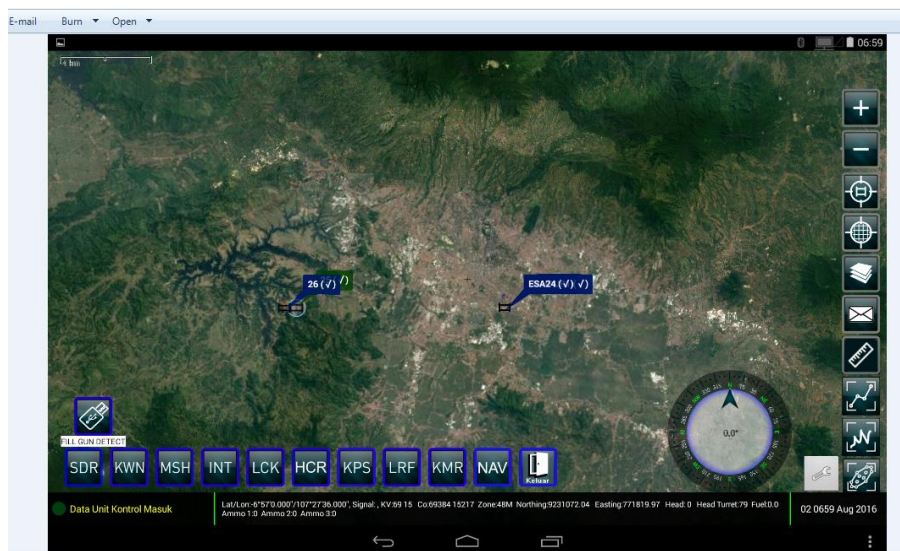
- Operating System Linux atau Windows (Rekomendasi Linux)

c. Piranti Keras BMS Posko

- Control View : Core i5, 14' display, 8 GB Ram, 128 GB SSD, Windows OS, Wifi/Ethernet, Rugged
- Unit Control : Core i7, 4GB RAM, interface: RS 232 / Ethernet / Optocoupler digital input / I/O Analog / USB, intercom integrated, Linux OS



Gambar 4. Tampilan BMS Infanteri
 Sumber: Hasil uji coba peneliti, 2018



Gambar 5. Tampilan BMS data Kondisi Medan
 Sumber: Hasil uji coba peneliti, 2018

- Monitor display 10 “ – 14 “Touch screen
- Tranceiver melalui radio alkom AM, FM dan satelit (jika memiliki satelit)
- Menggunakan radio standart
- Tranceiver frekwensi radio melalui sistem *hopping* dan *encryption*.
- Dapat di *upgrade* dengan mudah
- Memiliki *interface* untuk LRF, *Night vision*, kamera, *Driver Display unit* dan *Counter Measures*.
- Menggunakan seluruh *hardware* dan sistem yang memenuhi kriteria spesifikasi militer.
- Dapat dibongkar pasang
- Dapat digunakan secara berdiri sendiri (*dismounted*)



Gambar 6. Tampilan BMS data Text
 Sumber: Hasil uji coba peneliti, 2018

- Anti *Jamming* dan dilengkapi anti virus.
- Memiliki power backup selama minimal 30 menit
- Kemudahan inialisasi/registrasi ke dalam jaringan
- Mudah digunakan (*User Friendly*)
- Dilengkapi buku manual berbahasa Indonesia.
- Mudah dalam perawatan dan pemeliharaan.
- Suku cadang mudah didapat.
- Mudah dibongkar pasang serta dapat dibawa dengan tas punggung.

b. Persyaratan Taktis.

- Mudah dioperasikan oleh pengguna.
- Suku cadang mudah didapat.
- Tahan terhadap guncangan dan benturan terbatas.
- Tahan terhadap segala macam cuaca dan air tanpa mengalami gangguan teknis.
- Dapat memberikan gambaran yang jelas

KETENTUAN STANDARISASI UMUM UAV TNI AD

1. Data KSU UAV Intai Satuan Infanteri dengan persyaratan operasional:
 - a. Persyaratan Umum.
 - Mudah dalam pengoperasionalan.

- tentang situasi dan kondisi yang diamati.
- Mudah dibongkar pasang serta dapat dibawa dengan tas punggung.
 - Saat penerbangan tidak menimbulkan suara yang dapat menarik perhatian.
 - Operator dapat melaksanakan gerakan saat UAV beroperasi.
 - Dapat terangkai dengan cepat dengan batasan waktu tidak lebih dari 2 menit.
 - Memiliki beberapa sistem pengendalian.
 - Kamera modular yang dapat dipasang dengan cepat dan sesuai dengan keinginan disesuaikan jenis operasi yang akan dilaksanakan.
 - Memiliki lebih dari satu mode penerbangan atau operasional.
- c. Persyaratan Teknis.
- Memiliki resolusi gambar yang tinggi.
 - Perbesaran sampai 24 kali.
 - Dapat terbang minimal selama 1 jam.
 - Jarak tempuh minimal 10 km.
 - Pesawat bersayap tetap sehingga mudah dikendalikan.
 - Terintegrasi dengan kamera siang dan malam.
 - Dilengkapi dengan *Camera Night Vision*.
 - Terintegrasi dengan *Video Glasses* untuk kemudahan pengendalian serta meningkatkan daya pandang operator.
2. Ketentuan Standarisasi Umum UAV *Fixed Wing* dengan persyaratan operasional.
- a. Persyaratan Umum.
- Kecepatan terbang minimal 40 km/jam
 - Kecepatan jelajah kurang lebih 90 km/jam
 - Ketinggian terbang 400 m
 - Jangkauan telemetri minimal 10km
 - didukung software khusus
 - Terbang secara mandiri (*autonomous*) sesuai koordinat

- Tinggi Terbang Minimal 400m dari permukaan tanah
 - Mudah dioperasikan dan sucad tersedia dipasaran
 - Mudah dan ekonomis dalam perawatan
- b. Persyaratan Taktis.
- Alat ringan dan mudah dibawa ke lapangan
 - Kuat, anti karat, tahan getaran dan guncangan
- c. Persyaratan Teknis.
- 1) Sistem *Air Craft*
- Panjang sayap 2 s.d 3 m
 - Panjang badan 75 s.d 100 cm
 - Motor 800 kv
 - Berat 4-6 kg
 - Lama terbang minimal 40 mnt
 - Material serat fiber
- 2) Sistem Propulsi dan catu daya
- Tipe elektrik
 - Daya 1 kW
 - propeler 13" x 6,5"
 - Kapasitas baterai 11.000 mAh
 - Tegangan baterai 14,8 – 16,8 Volt
- 3) Sistem Kamera
- Resolusion minimal 16 megapixel
 - System *Inertial measurement unit*
 - cSensor tipe CMOS
 - Sensos size APS-C (23,2 x 15,4mm)
 - ISOAutu 100-16.000
 - fShooter 30-1/4.000 sec
- 4) Sistem Komunikasi
- Pengendali remote, ground control station
 - Jangkauan remote minimal 2km
 - Frekuensi 2,4 GHz
 - Sensor IMU (*Inertial Measuement Unit*)
- d. Persyaratan Umum.
- Jarak motor ke motor minimal 83 cm
 - Tinggi *Frame* minimal 40 cm
 - Bahan *Frame Carbon fiber* 2mm
 - Baling baling karbon fiber
 - Propeller minimal 15x 5,5"
 - Kecepatan Terbang 40-70 Km/Jam
 - Tinggi Terbang Minimal 400m dari permukaan tanah

- Lama waktu terbang minimal 25 mnt
 - Pengendali *remote control* dan *Automatic*
 - Media data kamera foto
- e. Persyaratan Taktis.
- Alat ringan dan mudah dibawa ke lapangan
 - Kuat, anti karat, tahan getaran dan guncangan
 - Tahan terhadap guncangan dan benturan terbatas.
 - Tahan terhadap segala macam cuaca dan air tanpa mengalami gangguan teknis.
- f. Persyaratan Teknis.
- Dapat diterbangkan hingga jarak minimal 5km
 - Tahan terhadap terpaan angin (25 Km/Jam)
 - Dapat terbang minimal selama 1 jam.
 - Mampu megangkat beban minimal 600 gr
 - Dapat diterbangkan kesasaran secara otomatis berdasarkan koordinat GPS.
 - Mudah dalam pengepakan dan dibongkar pasang.
- g. Proyeksi Kekuatan. Terbagi ke dalam :
- Proyeksi kekuatan sebagai bagian dari pengendalian laut, yaitu penggunaan kapal – kapal TNI AL dan pasukan Marinir untuk memastikan pengendalian dan terpeliharanya keamanan di laut dan daerah penting lainnya.
 - Proyeksi kekuatan untuk mendukung kampanye kekuatan darat dan udara, di mana spektrum yang lebih luas ini meliputi operasi amfibi, penggunaan pesawat angkut udara, bantuan tembakan kapal terhadap sasaran di darat, dalam mendukung kampanye udara dan darat.

Klasifikasi Sistem Pesawat Nirawak/UAV

Saat ini kebanyakan Kebanyakan UAV dijelaskan dalam hal maksimum berat bruto *take-off* (UAV dengan *Payload*), daya tahan dan ketinggian, operasional radio, Tujuan penggunaan serta jenis tugas sesuai dengan kebutuhan operasi.

Pembagian klasifikasi juga selalu merujuk kepada arsitektur UAV itu sendiri. Arsitektur dasar UAV dibagi menjadi beberapa bagian antara lain:

- a. Komputer penerbangan/sistem kontrol pesawat: Digunakan untuk mengendalikan proses dan mekanisme terbang UAV. Baik data link dua arah (radio) untuk remote control atau komputer *onboard* (umumnya dengan navigasi GPS) yang terhubung ke sistem kontrol pesawat.¹⁰
- b. Aktuator: merupakan tipe dari motor penggerak yang digerakan oleh berbagai energi serta sistem. Aktuator pada UAV mempunyai berbagai jenis seperti sistem elektrik, pneumatic hidrolik dan magnetic
- c. *Payload*: Biasanya mengandung kamera / kamera video untuk siang dan malam, peralatan pengintaian tinggi dan rendah, radar berkekuatan tinggi, *gyro-stabilizer*, elektro-optik, sinyal, bio-kimia, relay (komunikasi, sinyal navigasi), senjata peperangan elektronika (ESM, ECM, ECCM), kargo, dan peralatan lain yang sesuai misi UAV.¹¹
- d. Sensor digunakan untuk menyediakan fungsi dan kemampuan untuk mempertahankan penerbangan tanpa masukan dari manusia, radar, foto atau kamera video, IR *scanner* atau ELINT yang paling umum.¹²
- e. Sistem kecerdasan Pesawat, (pengatur arah, navigasi, dan kontrol): Sistem kecerdasan berkaitan secara langsung dengan UAV untuk memecahkan kerumitan tugas yang diemban.¹³
- f. Sistem komunikasi (*data link* dan *terminal data*): Isu utama teknologi komunikasi adalah fleksibilitas, kemampuan adaptasi, keamanan, dan pengendalian bandwidth,

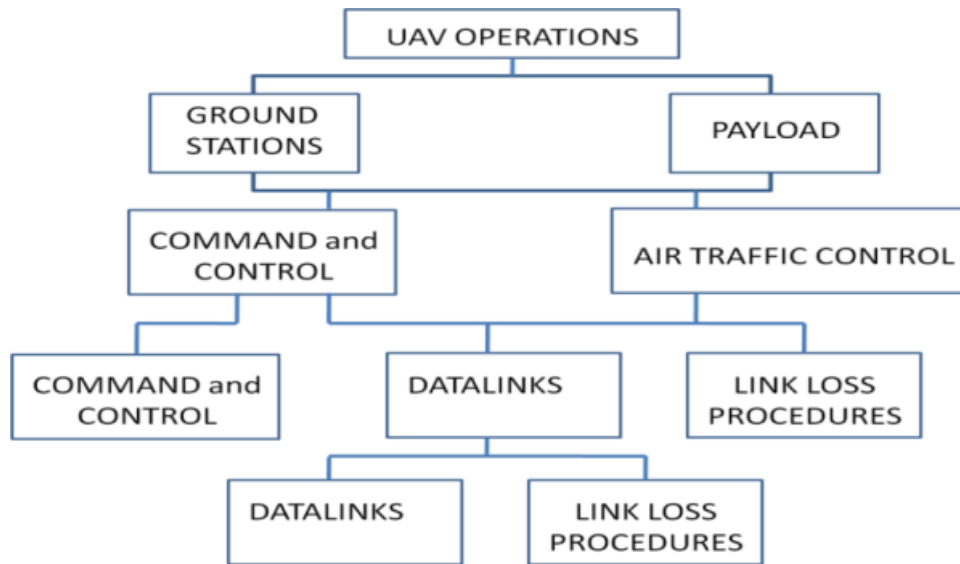
¹⁰ Javier Bilbao, Andoni Olozaga, Eugenio Bravo, Olatz García, Concepción Varela and Miguel Rodríguez, *How design an unmanned aerial vehicle with great efficiency in the use of existing resource*, *International Journal Of Computers Issue 4*, Volume 2, 2008

¹¹ Sarris, Zak, STN ATLAS-3 Sigma AE and Technical University of Crete DPEM, *Survey Of*

Uav Applications in Civil Markets (June 2001), 73100 Chania, Crete, Greece

¹² Piotr Rudol, *Increasing Autonomy of Unmanned Aircraft Systems Through the Use of Imaging Sensors*, Department of Computer and Information Science Link, opings universitet SE-581 83, Sweden 2011

¹³ Ibid.



Gambar 7. Model sistem Komando, Kendali dan Komunikasi (C3)
 Sumber: Dithubad, 2018

frekuensi dan aliran informasi data.¹⁴

Pada UAV data linkn melayani tiga fungsi penting yaitu *uplink*, *downlink* dan fungsi pengukuran azimuth untuk menjaga komunikasi yang baik. Prinsip utama dari sistem UAV adalah operator tidak berada di kokpit dan dikendalikan dengan cara lain seperti *ground control* untuk pengendalian jarak jauh, *semi autonomous* dan *autonomous* secara penuh diambil alih sistem.¹⁵ Ground Station untuk Komando, Kendali dan Komunikasi (C3) memiliki beberapa aspek kunci dari infrastruktur C3 yang ditangani, seperti interface manusia dan mesin, C3 untuk banyak penggunaan pesawat UAV, identifikasi sasaran,

perampingan peralatan, kontrol suara dan lain-lain.

Model sistem C3 sebagai sistem operasi UAV. Pesawat Nirawak/UAV dapat beroperasi dalam frekuensi radio *line-of-sight* (LOS), atau *Beyond line-of-sight* (BLOS). Teknologi dan prosedur operasi yang berkaitan dengan perintah, kontrol, dan komunikasi dari UAV dibagi menjadi salah satu dari dua kategori tersebut.

Data Parameter Transmisi Komunikasi

Transmisi menggunakan jalur transmisi tunggal atau kompleks yang menghubungkan sistem sumber dengan tujuan menggunakan transmisi radio. Transmisi radio dibedakan menjadi transmisi radio frekuensi (RF) konversi

¹⁴ Ibid

¹⁵ S. Stansbury , Manan A. Vyas, Timothy A. Wilson Richard, *A Survey of UAS Technologies for Command, Control, and Communication*

(C3), *Journal of Intelligent and Robotic Systems*, Volume 54, Springer Science + Business Media B.V. 2008

atas yang terdiri dari *band pass filter* (BPF), *mixer quadrature* analog konvensional dan osilator, sinyal waktu kontinu akan diolah dalam *mixer* dan akan diperoleh sinyal kembali dengan frekuensi sesuai yang diinginkan untuk transmisi. Penerima sederhana terdiri dari demodulator, osilator, *mixer quadrature* dan antena yang digunakan untuk menerima sinyal dari pemancar dengan menggunakan antarmuka analog / digital IF rendah. Sedangkan pada transmisi RF konversi bawah Sinyal IF diperkuat dengan *power amplifier* dan kemudian masuk ke konverter analog ke digital di mana sinyal analog ini dikonversi menjadi sinyal digital dengan menggunakan frekuensi pengambilan sampel. Jadi setelah konversi sinyal analog ke sinyal digital, itu diteruskan ke bagian pemrosesan sinyal digital (FPGA).

TRANSMISI KOMUNIKASI UAV

- a. Transmisi Komunikasi UAV Skyranger Uji Coba Dislitbangad.



Gambar 8. UAV Skyranger
Sumber: Dislitbangad, 2018



Gambar 9. Transmisi data menggunakan Flat Panel Antena
Sumber: Dislitbangad, 2018

Spesifikasi Teknis

- 1) Dimensi: 2m x 1,9m
- 2) Rentang Sayap: 3m
- 3) Daya Angkut: 4Kg
- 4) Radius kendali: 10km
- 5) Waktu terbang maks: 5 jam (tanpa muatan)
- 6) Berat tinggal landas: 15Kg
- 7) Kecepatan terbang: 57km/jam
- 8) Ketinggian terbang: 2 Km
- 9) Ketinggian tinggal landas maks: 2.5 Km DPL
- 10) Radio Frekuensi 2,4 GHz
- 11) Transmisi Video Maksimum 50 km
- 12) Radio Link Encryption

- b. Skyro V5 uji coba Dithubad



Gambar 10. UAV Skyro V5 Wingcopter
 Sumber: Dithubad, 2018

Spesifikasi Teknis

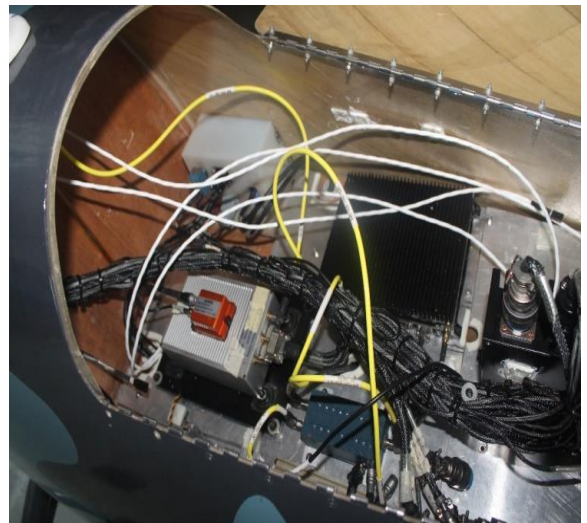
- 1) Dimensi: 2m x 3m x 0.6m
- 2) Rentang Sayap: 3m
- 3) Daya Angkut: 3-5Kg
- 4) Radius kendali: 15km
- 5) Waktu terbang maks: 3 jam (tanpa muatan)
- 6) Berat tinggal landas: 18Kg
- 7) Kecepatan terbang: 70-120km/jam
- 8) Ketinggian terbang: 2 Km
- 9) Ketinggian tinggal landas maks: 2.5 Km DPL
- 10) Tinggal Landas: Vertical Take off
- 11) Landing: Vertical landing
- 12) Jarak transmisi maksimum > 10km
- 13) Antarmuka komunikasi RS422, RS232, TTL
- 14) Wireless Video Transmission System

Cocok digunakan sebagai *high-speed data transmission*, menggunakan channel 8 MHz sehingga mampu untuk

mentransmisikan video berkualitas tinggi.

Teknologi COFDM yang dapat dipilih yaitu QPSK, 16QAM, 64QAM, dan modulasi berkecepatan tinggi lainnya untuk tiap *subcarrier*. Transmitter dapat beroperasi dengan baik dan stabil dalam jangka waktu yang panjang dan toleran terhadap lingkungan dengan temperature yang tinggi, 60°C.

c. UAV Balitbang BPPT.



Gambar 11. UAV
 Sumber: Balitbang Kemhan, 2018



Gambar 12. Panel UAV
 Sumber: Balitbang Kemhan, 2018

d. UAV Hasil Litbang Dithubad.



Gambar 13. UAV
Sumber: Dithubad, 2018



Gambar 14. Gambar Panel Antena
Sumber: Dithubad, 2018

e. UAV DJI Matrice 600 uji coba
Prodi Teknologi Penginderaan



Gambar 15. UAV DJI Matrice 600
Sumber: Manual book DJI Matrice 600,
2018

Sinyal transmisi akan akan beroperasi dengan baik dan stabil jika antena flat sebaiknya berhadapan langsung agar LOS. Memiliki *dual remote controller mode* yang dapat saling berhubungan, ketika menggunakan DJI gimbal maka master remote akan menggerakkan seluruh parameter UAV termasuk sensor yang digunakan.

Media Transmisi

Dalam penelitian ini dilakukan uji coba dengan menggunakan media transmisi radio komunikasi dengan berbagai merk yang di tumpangkan atau dibawa oleh Pesawat Nirwak/UAV sebagai sarana transmisi data yang akan dikirimkan ke BMS.

a. Radio Tian Hai PR9560



Gambar 16. Radio Tian Hai PR9560
Sumber: Dithubad, 2018

General Specifications :

- 1) Frequency Range :
30~87.975MHz
- 2) Channel spacing : 25KHz

- 3) Channels : 2320
- 4) Net Presets : 100(15 selectable from switch)
- 5) Transmitter :
- 6) Power : 0.5W、 2W、 4W
- 7) Amplifier : $\leq 50W$
- 8) Frequency Stability : $\leq \pm 0.5ppm$
- 9) Adjacent Channel Power Ratio : $\leq -60dBc$
- 10) Spurious Suppression : $\leq -70dBc$
- 11) Harmonic Suppression : $\geq 50dBc$
- 12) Pilot Frequency : $150Hz \pm 2Hz$
- 13) Waveforms :
FM/FF/FH/FCS/Relay/Ad-hoc
- 14) Encryption : AES 256
- 15) Data Rate : $\leq 48kbps$
- 16) Interface : RS232

Receiver:

- 1) Sensitivity : $\leq -118dBm$ (SINAD=12dB)
- 2) IF Rejection : $\geq 92dB$
- 3) Image Rejection : $\geq 92dB$
- 4) Signal Selectivity : $\leq -55dB$
- 5) Audio Distortion : $\leq 3\%$

Voice Relay :

- 1) Nodes : ≤ 30
- 2) Maximum Relay hops : 6

Ad-hoc Network:

- 1) Nodes : ≤ 32
- 2) Maximum route hops : 6
- 3) Initial time : 2 min

ECCM :

- 1) ECCM Modes : FH、 FCS
- 2) Hopping : 500hops/s, 800hops/s, 1000hops/s
- 3) Initial Sync Time : $\leq 50ms$
- 4) Initial Sync Probability: $\geq 98\%$
- 5) Sync Modes: Initial / Continuous

Mechanical and Environmental :

- 1) Dimension :
 $220H * 72.5W * 36.5D$ mm (With battery)
- 2) Operating Time (1:1:8) : $\geq 12h$ (3800mAh) , $\geq 24h$ (6300mAh)
- 3) Weight : $\leq 0.58kg$ (With battery)
- 4) Color : Green
- 5) Operation Temperature : -
 $40^{\circ}C \sim 65^{\circ}C$
- 6) Environment : MIL-STD-810G
- 7) Immersion : 2m, 4 hours

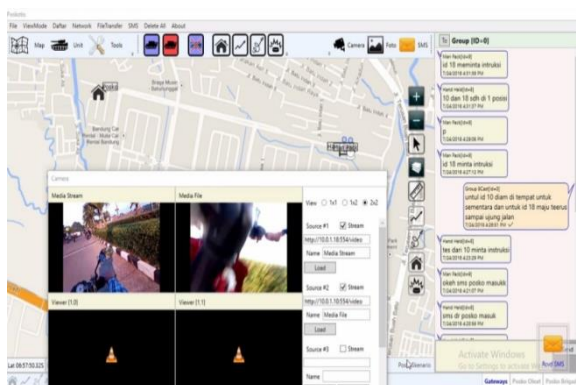
b. Radio Wave Relay (MANET)



Gambar 17. Radio Manet
 Sumber: Dithubad, 2018

Spesifikasi

- 1) *Frequency Range* : S-Band
 2200-2507 MHz L-Band 1350-1390 MHz
- 2) *RF modulation* *Broadband*
 OFDM
- 3) *Bandwidth* 5,10,20 MHz
- 4) *Dimensi* 9.7x6.6x1.3cm
- 5) *Weight* 130gr
- 6) *Mesh*
- 7) *Encrypt*
- 8) *non hopping*
- 9) *Broadcast*
- 10) *Voice*
- 11) *Data video streaming*



Gambar 18. Medan LOS daerah perumahan
 Sumber: Hasil uji coba peneliti, 2018

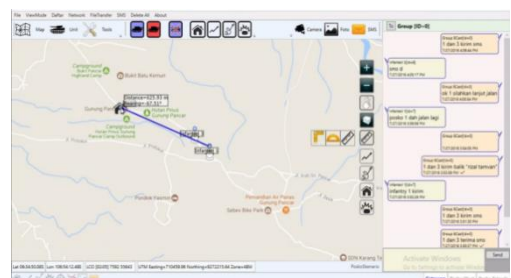
- 1) Jarak LOS medan datar perumahan batununggal 1.5km.
- 2) Jarak hutan pinus pegunungan Gunung Pancar 331,84m

c. Radio Aselsan Len



Gambar 19. Radio Aselsan
 Sumber: Dithubad, 2018

- 1) *Mode Wideband* maks 1 Mbps, *unicast, voice, data*
- 2) *Mode Narrowband*, maks 25 Kbps, *multicast, voice, data, Mesh*
- 3) *Jarak Test*: Jarak LOS medan datar perumahan batununggal 1.5km, mesh belum berfungsi,
- 4) *Jarak hutan pinus pegunungan Gunung Pancar* 625m.



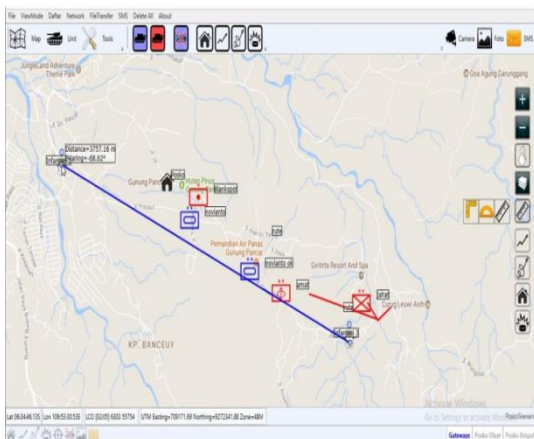
Gambar 20. Medan gunung pancar
 Sumber: Hasil uji coba peneliti, 2018

d. Radio Hytera



Gambar 21. Radio Hytera
Sumber: Dithubad, 2018

- 1) *Narrowband, 48kbps, mesh, multicast*
- 2) Jarak Test: Jarak LOS medan datar perumahan batununggal 1.485km (terbatas jalan buntu).
- 3) Jarak hutan pinus, pegunungan Gunung Pancar, 1,78km, mesh berfungsi 4 hop bisa capai 3.7 km.



Gambar 22. Medan gunung pancar
Sumber: Hasil uji coba peneliti, 2018

ANALISIS KEBUTUHAN SISTEM TRANSMISI DATA DARI UAV KE BMS

Sarana komunikasi yang tergelar saat ini masih memiliki kemampuan yang sangat terbatas bila diintegrasikan dengan UAV dan BMS dalam kemampuan sistem transmisi. Jaringan komunikasi yang digelar belum optimal digunakan untuk penyampaian perintah operasi secara cepat dengan adanya komunikasi radio yang berteknologi RF dengan berbagai fungsinya memungkinkan mengubah modulasi radio dari modulasi FM menjadi modulasi AM secara otomatis. Pada percobaan awal, meteran tekanan pada desain memang mengukur tekanan dengan benar, tetapi pengukuran itu sendiri tidak digunakan di lingkungan dalam ruangan untuk memperkirakan ketinggian. Dalam situasi ideal, sensor tekanan dapat digunakan untuk mengukur dengan. Di lingkungan dalam ruangan, tekanan terganggu oleh aliran udara dalam ruangan seperti pendingin udara.

Analisa Teknologi Hytera

Pada tinjauan aspek teknologi spectrum frekuensi dibuat seefisien mungkin menggunakan spasi 12.5 KHz dengan kanal tersebut komunikasi maksimal hanya dapat digunakan 1 grup komunikasi, sehingga teknologi yang dimiliki terbatas dan belum dapat

Table 1. Hasil Pengujian Transmisi Radio

No	Materi Uji	Wave Relay (MPU-5)	Hytera (PR 956)	Tian Hai PR 9560	Aselsan Len
1	Data rate	Band 5 MHz s/d 20 Mbps	48 Kbps NB	≤ 48 kbps	25 kbps NB dan 1 Mbps WB
2	Round Trip Time m/s	< 200 m/s	200 sd 300 m/s	< 200 m/s	200 sd 300 m/s
3	Unicast (yes/no)	YES	YES	YES	YES
4	UDP Packet Multicast/Broadcast (yes/no)	YES Broadcast	YES Multicast	YES Multicast	YES Multicast
5	Mesh/Manet Voice and data (yes/no)	YES	YES	YES	YES
6	Frequency hopping (yes/no)	NO	YES	YES	YES
7	Encryption (yes/no)	YES	YES	YES	YES
8	Simultan voice and Data (yes/no)	YES	YES	YES	YES
9	Frequency Range	Lband (1,3 Ghz)	30-88 MHz	30-87-975 MHz	30-512 Mhz
10	Remote Command Facility (yes/no)	YES	YES	YES	YES
11	Coverage				
	a. Medan Terbuka	1,485 km	1,485 km		1,3 km
	b. Medan Tertutup	331, 8 meter	1,707 km	1,7 km	650 meter
	c. Medan Terbuka	1,6 km	3,7 km		Mesh belum berfungsi
	d. Medan Tertutup	880 meter	3,7 km		Mesh belum berfungsi

Sumber: Hasil Uji Coba Peneliti, 2018

digunakan untuk keperluan komunikasi data. Pada tinjauan aspek teknis, telah dilakukan gelar sebagai sistem komunikasi sehingga telah memenuhi syarat namun tidak menutup kemungkinan kebutuhan ini dapat meningkat sesuai standarisasi umum materiil TNI AD. Pada aspek operasional perangkat ini sudah banyak digunakan karena Hytera dapat berkomunikasi dengan Icom dalam mode digital.

Penggelaran perangkat Hytera tidak bisa dilakukan secara cepat karena memerlukan ketepatan dan kesesuaian dalam pemasangannya. Pada aspek pemeliharaan sebagian besar menggunakan komponen renik dan perlu adanya pelatihan yang intensif.

Analisa Teknologi Wave Relay (Manet)

Pada tinjauan aspek teknologi menggunakan 1 kanal untuk 4 jalur

komunikasi 12.5 KHz yang dilakukan secara simultan sehingga memungkinkan dibuat 24-32 grup komunikasi. komunikasi suara (*voice*) dan komunikasi data dapat dilakukan karena sudah berbasis *fully IP* dan alur komunikasi dibuat sistem antrian secara otomatis. Pada Tinjauan aspek persyaratan Teknis sebagai transmisi dinilai cukup baik dan perlu penyesuaian dalam kebutuhan persyaratan teknis. Pada aspek alih teknologi memerlukan usaha dan waktu yang banyak karena belum banyak dipahami oleh prajurit TNI. Pada tinjauan aspek operasional, perangkat ini bersifat *open protocol* yang dapat digunakan oleh semua merk radio dan *rapid deployment* yang penggelarannya dilakukan secara cepat. Pada Tinjauan aspek pemeliharaan Pemeliharaan MANET ini hanya dapat dilakukan dengan penggantian modul namun untuk penggantian komponen tidak dapat dilakukan.

Aspek Teknis Sebagai Transmisi

Alkom sebagai media transmisi harus memiliki kecepatan data rata-rata yang tinggi minimal untuk user *data rate* sekitar 1 Mbps yang merupakan syarat mutlak dihadapkan dengan kebutuhan *bandwidth* yang besar ketika transmisi

data BMS pada saat puncak kepadatan *traffic* berita. Dalam aspek ketahanan lingkungan alkom radio harus melalui uji standar militer minimal Mil STD 810 dan memiliki sertifikasi uji Mil STD 810 F atau G sehingga dari segi gangguan lingkungan tidak akan mengalami kendala. Sistem komunikasi pada peralatan radio perlu memiliki *Network Management*, karena Manajemen Komunikasi yang baik dipengaruhi oleh manajemen jaringan yang baik pula. Alkom diutamakan Alkom diutamakan menggunakan teknologi frekuensi *hopping* yang tinggi yaitu minimal 300 hops/detik bahkan lebih hingga sampai 1000 hop/detik atau sistem tersebut dapat tahan terhadap serangan jamming musuh. UAV dan BMS beroperasi dalam situasi yang relatif dinamis sehingga perlu menghasilkan daya pancar (*power output*) yang tinggi yaitu sampai dengan 150 Watt untuk HF dan 50 W untuk radio VUHF. Modulasi Modulasi RF yang lengkap seperti modulasi A3E, F3E, 16 Bpsk, 8 Bpsk, TDMA, 8 Psk, 4 QAM, 16 QAM, 64 QAM, CSMA dan Gmsk untuk mengantisipasi keperluan komunikasi serta mode interoperability dengan sistem komunikasi yang lainnya. Alkom perlu memiliki rentang frekuensi multi band yaitu 30 – 512 MHz dan lulus uji

standar EMI dan EMC sehingga bebas pengaruh dari peralatan elektronik lainnya.

Aspek Kemampuan

Alkom harus mendukung semua tipe BMS dan dapat diintegrasikan dengan UAV dari dalam maupun luar negeri sehingga mendukung kemampuan untuk bersinergi dengan indhan dalam negeri. Alkom memiliki network management sehingga user dapat mengatur sesuai keadaan di lapangan. Perlu adanya kemampuan simultan *voice* yang menghasilkan *voice* dan *video conference* dapat terkirim bersamaan tanpa gangguan. Alkom memiliki kemampuan software Define Radio (SDR). Alkom dapat bekerja pada satu frekuensi untuk 2 jaringan komunikasi. Alkom memiliki kemampuan untuk mendukung komunikasi dengan *airborne*.

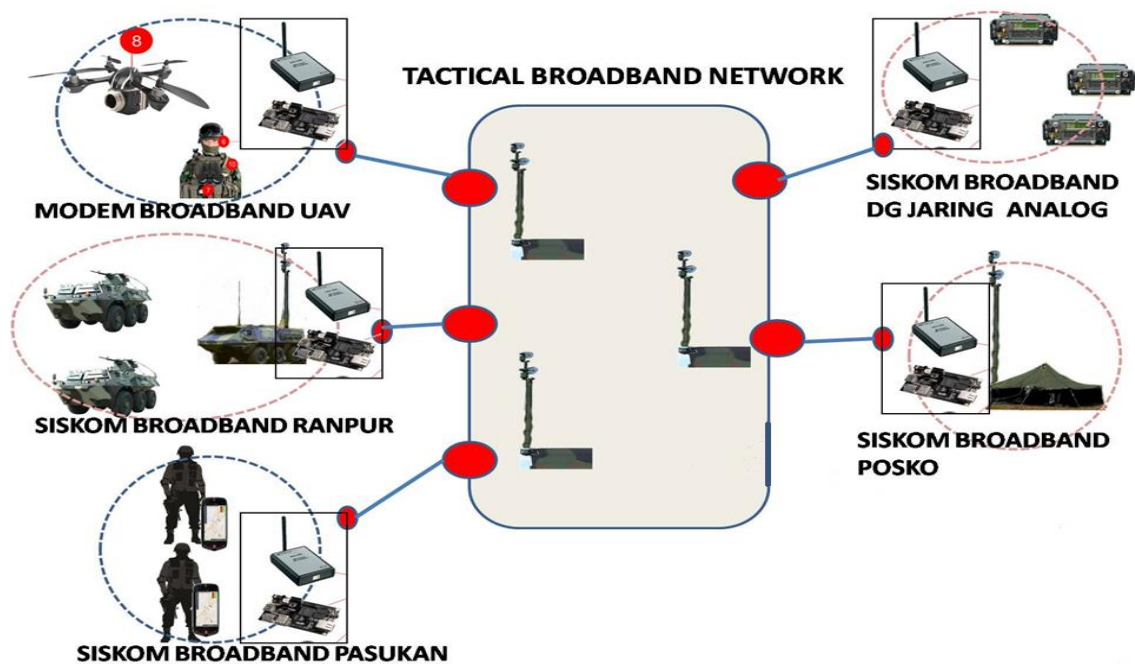
Aspek Keamanan

Alkom mendukung *open protocol* sehingga TNI AD dapat merubah atau menambahkan bahkan mengganti protokol komunikasinya serta sangat berguna untuk melindungi komunikasi dari penyadapan. Alkom juga mendukung *commsec proprietary*

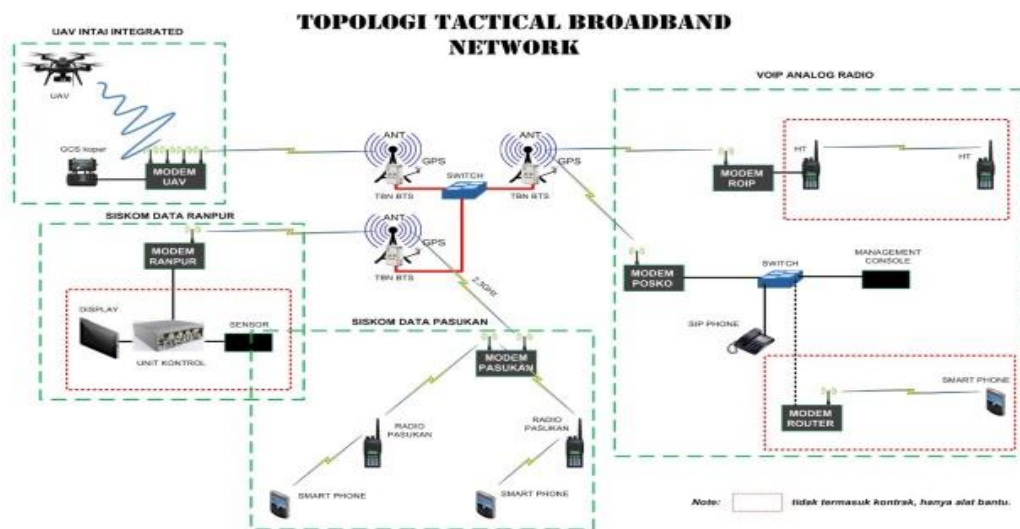
(*communication secure*). Sehingga alkom dari luar tidak dapat mengintervensi penggunaan radio ini dalam berbagai operasi TNI AD di semua wilayah NKRI. Alkom sudah mengadopsi *transsec* (*transmission secure*) yang dilengkapi *transec* frekuensi *hopping* dengan kecepatan yang direkomendasikan hingga 1000 *hops*/detik. Operasional dan manajemen sistem komunikasi Alkom lebih tertib sehingga memerlukan koordinasi antara personil.

Desain Konseptual Sistem Transmisi Guna Integrasi Kodalopskesimpulan

Radio VUHF sangat cocok dengan kebutuhan akan data yang besar karena mampu bekerja pada rentang frekuensi yang lebar (*wideband*). radio digital HF yang tentunya juga mempunyai kemampuan transmisi data besar dan baik. Kombinasi radio HF dan radio VUHF selain merupakan sistem yang mampu mendukung komunikasi *voice* atau suara juga mutlak harus dapat terintegrasikan pesawat Nirawak dengan BMS (*Battlefield Management System*). Interkom Ranpur sebagai pendukung utama media transmisi, Interkom juga merupakan sistem vital dimana semua mekanisme dan komando pengendalian ditransmisikan secara internal melalui



Gambar 23. Topologi Jaringan Integrasi Kodalops 1
 Sumber: hasil uji coba peneliti, 2018



Gambar 24. Topologi Jaringan Integrasi Kodalops 2
 Sumber: Hasil analisa 2018

Interkom. Penggunaan sistem *data link* merupakan salah satu sistem yang penting karena sistem ini yang akan menghubungkan antara sistem di pesawat dan juga sistem di darat. Sistem ini dapat berupa hubungan

Land of Sight (LOS) atau *Beyond Land of Sight (BLOS)*. Sistem ini harus memenuhi beberapa persyaratan :

- a. Jarak jangkauan hubungan transmisi lebih dari 250 km

- (tergantung ketinggian terbang untuk LOS)
- b. Kebutuhan power yang tidak terlalu besar khususnya untuk amplifer.
 - c. *Robust, realible* dan *compatible* dengan sistem terbang dan sistem misi
 - d. Kompak dan ringan
 - a. Persyaratan minimum teknis.
 - 1) 3 Unit BTS Tactical Broadband, dengan spesifikasi teknis :
 - Fully Outdoor;
 - Frekuensi UHF;
 - Ethernet Port;
 - 16 user; dan
 - Coverage 2KM.
 - 2) 3 Unit BTS Tactical Broadband Antenna, dengan spesifikasi teknis:
 - Sectoral Antenna;
 - Gain Min 14 dBi;
 - Polarisasi Vertical;
 - Beam Width 90°; dan
 - Frekuensi UHF
 - 3) 6 Unit Modem data, dengan spesifikasi teknis:
 - Fully Outdoor;
 - Ethernet Port;
 - b. Persyaratan operasional.
 - 1) Dapat dijadikan *Backbone* jaringan peawat Nierawak/UAV dengan BMS;
 - 2) Dapat digunakan sebagai jaringan dengan konfigurasi *Point to Multipoint*;
 - 3) Sistem modular dan bersifat adaptif;
 - 4) Jaringan komunikasi data berbasis *Internet Protocol (IP)*;
 - 5) Dapat melewatkan data, text, gambar, suara dan video;
 - 6) Sistim komunikasi data dengan tingkat keamanan / terenkripsi.
 - 7) Dapat dioperasikan secara *Interoperability*.

Kesimpulan

Alkom sangat dibutuhkan untuk mawadahi kebutuhan data yang besar adalah salah satunya adalah Radio RF/VUHF. Dari penelitian ini maka diperoleh sistem transmisi data yang dapat mendukung dari Pesawat Nirawak/UAV ke BMS saat ini yaitu dengan menggunakan media Radio RF dengan band VUHF yang dimiliki oleh TNI AD. Desain yang optimal adalah bagaimana radio dengan jangkauan jarak jauh seperti radio digital HF yang tentunya juga mempunyai kemampuan transmisi data besar dan baik. Kombinasi radio HF dan radio VUHF akan memperoleh konfigurasi sistem sistem yang mampu mendukung komunikasi voice atau suara juga mutlak harus dapat terintegrasi (*integrated*) dengan UAV dan BMS (*Battlefield Management System*) serta dengan *interoperability* dengan Alutsista Lainnya.

Rekomendasi

Rekomendasi Teoritis

Perlunya dilakukan penelitian lanjutan baik oleh mahasiswa maupun prodi Penginderaan yang dapat berkolaborasi dengan TNI AD untuk melakukan *interoperability* dalam pemanfaatan Pesawat Nirawak/UAV

yang diintegrasikan dengan Alutsista yang dimiliki,

Rekomendasi Praktis

- 1 Perlunya dilakukan penelitian lanjutan untuk pemanfaatan pesawat Nirawak/UAV dapat terintegrasi maksimal dengan Alutsista lainnya menggunakan komunikasi radio dengan komunikasi satelit sebagai *back bone* ini akan membuat komsat sebagai *repeater* khusus, tentunya membutuhkan satelit, yang saat ini tidak dimiliki oleh Negara kita.
- 2 Komunikasi data dengan komunikasi satelit sebagai *backbone* dapat dioptimalkan penggunaannya dengan memaksimalkan pengembangan teknologi satelit serta mewujudkan kemandirian di bidang satelit pertahanan adalah dengan membuat secara mandiri keseluruhan sistem satelit yang terdiri dari transponder, enkripsi, stasiun bumi, terminal penerima, serta peluncur. Opsi inilah yang idealnya dilaksanakan oleh Indonesia jika benar-benar ingin memiliki kemandirian di bidang

satelit pertahanan, sehingga perlunya di adakan satelit militer sendiri.

and Communication (C3), Journal of Intelligent and Robotic Systems, Volume 54, Springer Science + Business Media B.V. 2008

Daftar Pustaka

Buku

Arikunto. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. (Jakarta: Penerbit PT Rineka Cipta.2006), hlm. 152

Dieter E George, Linda C. Schmidth .2003. *Engineering Design 4th Edition*

Kementerian Pertahanan Republik Indonesia. (2015). *Buku Putih Pertahanan Indonesia*. Jakarta

Supartono, Sistem Informasi TNI dalam Rangka *Interoperability Data Link* Pertahanan Negara,2017.Hal 4

Jurnal

Javier Bilbao, Andoni Olozaga, Eugenio Bravo, Olatz García, Concepción Varela and Miguel Rodríguez, *How design an unmanned aerial vehicle with great efficiency in the use of existing resource*, *International Journal Of Computers Issue 4*, Volume 2, 2008

Sarris, Zak, STN ATLAS-3 Sigma AE and Technical University of Crete DPEM, *Survey Of Uav Applications in Civil Markets (June 2001)* ,73100 Chania, Crete, Greece

Piotr Rudol, *Increasing Autonomy of Unmanned Aircraft Systems Through the Use of Imaging Sensors*,*Department of Computer and Information Science Link*, opings universitet SE-581 83 , Sweden 2011

S. Stansbury , Manan A. Vyas, Timothy A. Wilson Richard, *A Survey of UAS Technologies for Command, Control,*

Website

Menhan, Kompas.com, 2008 diakses pada 6 September 2018

