

PENGEMBANGAN SISTEM KOMUNIKASI DAN RADAR SERTA INSTALASI SENJATA *COMBAT BOAT 16 METER*

*COMMUNICATION SYSTEMS AND RADAR DEVELOPMENT
AND WEAPON INSTALLATION ON COMBAT BOAT 16 METER*

Rosihan Ramin
Puslitbang Alpalhan Balitbang Kemhan
Jl. Jati No.1, Pondok Labu, Jakarta
ian_tiger2000@yahoo.com

ABSTRAK

Radio yang dikembangkan berfungsi untuk melakukan komunikasi taktis dengan KRI lain maupun dengan markas. Ditambah dengan adanya fitur enkripsi sebagai pengamanan dalam berkomunikasi baik *voice* maupun data. Kontrol operasional radio ini dapat dilakukan secara manual maupun secara langsung dari *Mission Management System*, sehingga mempermudah dalam mengoperasikannya. Radar yang dikembangkan untuk melakukan fungsi *intercept* (pencegatan) maupun navigasi, memiliki resolusi yang lebih tinggi dibanding dengan radar komersial sehingga mampu mendeteksi 2 buah atau lebih obyek yang berdekatan. *Data processing* dan *display* radar ini terintegrasi dalam *Mission Management System*, sehingga semua fungsi dan fitur yang ada di radar ini sangat bermanfaat untuk mendukung misi *intercept combat boat*. Untuk meningkatkan kemampuan dari pengindraan *combat boat* 16 meter ditambahkan sistem kamera *surveillance*. Kamera yang terpasang di *combat boat* memiliki kemampuan untuk pengintaian jarak dekat dan pengintaian dimalam hari. Kontrol dan pengolahan gambar dilakukan di *Mission Management System* (MMS). *Mission Management System* merupakan otak dari *Integrated Intercept Mission System*. Di mana di dalam *console* akan terjadi pemrosesan data digital, Sehingga memiliki beberapa kelebihan antara lain melindungi penembak dari potensi ancaman ditembak balik, fitur *locking target* dan *stabilized platform* RWS akan meningkatkan akurasi penembakan senjata, optronik di RWS dapat meningkatkan jarak pandang *user* hingga 2 Km ke depan baik siang maupun malam dan RWS dapat merekam apapun yang dilihat, sehingga ketika *user* harus menembakkan senjata, bukti adanya kondisi terdesak tersebut akan selalu terekam.

Kata Kunci: Enkripsi, Radar, MMS.

ABSTRACT

Radio developed be functioning to performtactical communication with others and with headquarters KRI. Coupled with encryption as a security feature in both voice and data communication. Radio operational control can be done manually or directly from the Mission Management System, making it easier to operate. Radar developed to perform the function of intercept (interception) and navigation, has a higher resolution than the commercial radar that is capable of detecting 2 pieces or more adjacent objects. Data processing and radar display are integrated in the Mission Management System, so that all the functions and features in this radar is very useful to support combat missions intercept boat. To improve the capability of sensing combat boat 16 meters added surveillance camera system. The camera is mounted in combat boat has the ability to close the distance reconnaissance and surveillance at night. Control and image processing are done in the Mission Management System (MMS). Mission Management System is the brain of Intercept Integrated Mission System. Where in the console will happen processing digital data, so having several advantages, among others, to protect the shooter from the potential threat of being shot behind, locking features RWS targets and stabilized platform will improve the accuracy offiring a weapon, optronics RWS can increase the visibility of the user up to 2 Km ahead

both day and night and RWS can record whatever is seen, so that when a user had to fire a weapon, evidence of the desperate condition will always be recorded.

Keywords: Encryption, Radar, MMS.

PENDAHULUAN

Pengembangan Sistem Komunikasi dan Radar serta Instalasi Senjata *Combat Boat* 16 Meter merupakan lanjutan litbang dari Pembuatan *Prototipe Combat Boat* 16 Meter Tahun 2012. Litbang TA. 2012 lebih difokuskan pada *platform* kapal dan sistem propulsi kapal. Keunggulan dari *combat boat* 16 Meter yang akan dilanjutkan dengan Pengembangan Sistem Komunikasi dan Radar serta Instalasi Senjata pada *Combat Boat* 16 Meter adalah desain kapal 100% hasil pikiran dan karya anak bangsa yang disesuaikan dengan kondisi medan Indonesia serta dirancang khusus untuk memenuhi kebutuhan TNI Angkatan Laut. Demikian juga dengan kemampuan teknis kapal dalam melakukan manuver sudah memiliki standar sebagai kapal *intercept*.

Pengembangan Sistem Komunikasi dan Radar serta Instalasi Senjata pada *Combat Boat* 16 Meter ini diharapkan akan memaksimalkan kinerja dan fungsi penggunaan kapal tersebut sebagai kapal *intercept* yang mempunyai kecepatan 50 Knot, dengan bahan material alumunium sehingga mempunyai kemampuan tahan korosi tinggi, efisiensi, kecepatan dan manuver baik serta kenyamanan pada semua kondisi operasi dan didukung dengan sistem senjata sehingga dapat digunakan untuk kepentingan SAR (*Search And Resque*) maupun evakuasi medis, serta untuk mengantisipasi jika terjadi berbagai ancaman di laut seperti pembajakan, perompakan, terorisme, *illegal logging/ fishing/minning/imigrant*, pencemaran dan penyelundupan. *Combat Boat* 16 Meter ini digunakan untuk mendukung tugas-tugas di pangkalan TNI-AL dalam rangka melaksanakan tugas patroli keamanan laut.

METODOLOGI PENELITIAN

Langkah Penelitian

Pada program Pengembangan Sistem Komunikasi dan Radar serta Instalasi Sistem Senjata *Combat Boat* 16 Meter diawali dengan pengumpulan data dengan metode survei

dokumentasi dan perbandingan literatur tentang teknologi, pemrograman, material, komponen persyaratan teknis dan persyaratan khusus (*military specification*) yang akan digunakan. Berdasarkan data dan informasi yang didapat dan dikumpulkan akan ditentukan langkah-langkah pembuatan desain awal. Kemudian dilakukan pula pengujian-pengujian untuk mendapatkan kemampuan yang diharapkan. Untuk melaksanakan penelitian Pengembangan Sistem Komunikasi dan Radar serta Instalasi Sistem Senjata *Combat Boat* 16 Meter diawali dengan pengumpulan data dengan metode survei dan studi literatur, setelah data terkumpul, maka dilaksanakan pengolahan data selanjutnya dianalisis dengan metode analitis diskriptif untuk mendapatkan kesimpulan.

Tempat dan Waktu.

1. Waktu. Waktu pembuatan dilaksanakan selama 10 bulan kalender yang dimulai pada bulan Februari 2013 dan selesai pada bulan November 2013.
2. Tempat. Pengembangan Sistem Komunikasi dan Radar serta Instalasi Sistem Senjata pada *Combat Boat* 16 Meter dilaksanakan bersama dengan Balitbang Kemhan, PT Palindo Marine, PT Len Industri (Persero), Diskomlekal, Dissenlekal dan Dislitbangal.

Teknik Pengumpulan Data.

Tahapan-tahapan dalam pengumpulan data adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi variabel data terdiri dari operasional *requirement*, *specific requirement*, *general requirement*, Syarat-Syarat Tipe (SST), alat komunikasi dan radar produk luar negeri serta industri elektronika dalam negeri.
2. Sumber data terdiri dari Dislitbangal, Diskomlekal, PT Len Industri (Persero), PT Palindo Marine, Dissenlekal, internet dan *handbook* (Literature).
3. Teknik mendapatkan data melalui kunjungan kerja pada instansi terkait serta mengumpulkan data-data alat komunikasi

dan radar buatan luar negeri milik TNI dan sample-sampel alkom dan radar yang telah terpasang pada kapal milik TNI AL serta buku-buku literatur dan internet.

Teknik Analisa Data

Dari data yang terkumpul, langkah-langkah teknik analisa sebagai berikut:

1. Ruang lingkup kegiatan. Data dari beberapa alat komunikasi, radar, kamera *surveillance*, *Mission Management System* (MMS) dan *Remote Weapon System* (RWS) produksi beberapa negara dianalisa secara teknis, untuk mendapatkan rancangan model alat komunikasi dan radar yang akan dikembangkan meliputi desain sistem, pembuatan *sub unit front display*, pembuatan *main processing*, pembuatan alat komunikasi dan radar, pembuatan mekanik *casing* perangkat, pembuatan prototipe alat komunikasi dan radar, integrasi serta *factory setup*.
2. Keluaran.
Dari kegiatan ini akan dihasilkan :
 - a. 2 (dua) Unit radio HF enkripsi dengan spesifikasi sebagai berikut :
 - b. 1 (satu) *Intercept radar*
 - c. 1 (satu) unit *surveillance camera*.
 - d. 1 (satu) Unit *mission management system*.
3. Penerapan teknologi. Teknologi yang diterapkan dalam pengembangan sistem komunikasi dan Radar serta Instalasi Senjata *Combat Boat* 16 Meter adalah :
 - a. Pengembangan sistem komunikasi dan radar yang dibuat diharapkan tidak mudah disadap atau di *jamming*
 - b. Sistem senjata menggunakan hidrolik dan RWS (*Remote Weapon System*).
 - c. Pengintegrasian pada MMS dengan RWS.
4. Rancangan Pengembangan Sistem Komunikasi dan Radar serta Instalasi Senjata *Combat Boat* 16 Meter yang telah dilaksanakan dihadapkan pada SST, akan didapatkan kesimpulan apakah pengembangan tersebut memenuhi persyaratan atau tidak.
5. Perbedaan-perbedaan desain sistem komunikasi dan radar buatan luar negeri, akan dianalisis sehingga didapatkan kesimpulan sesuai/tidak untuk menjadi acuan sistem komunikasi dan radar buatan dalam negeri.

6. Dari rangkuman tersebut diatas, pada akhir analisa disusun kesimpulan dan saran.
7. Instrumen penelitian.

Pada pengembangan sistem komunikasi dan radar serta instalasi senjata *combat boat* ini dipergunakan instrumen/peralatan pendukung yang berupa peralatan pengukuran yang terdiri dari *osiloskop*, *spectrum analyzer*, *signal generator*, SWR meter, power meter, digital multimeter, standard horn, attenuator, dummy load, vector impedance analyzer dll.

8. Proses Pengembangan Sistem Komunikasi dan Radar Serta Instalasi Senjata *Combat Boat* 16 Meter. Setelah dilakukan uji di labaratorium kemudian dilanjutkan dengan proses persiapan untuk pembuatan prototipe *Combat Boat*. Persiapan yang dilakukan antara lain :
 - a. Persiapan awal.
 - 1) Desain
 - 2) Pengadaan radar
 - 3) Pengadaan *camera surveillance system*
 - 4) Pengadaan *Mission Management System* (MMS)
 - 5) *Radio communication system*
 - b. Proses *engineering*.
 - 1) *Engineering* radar.
 - (1) *Development antenna*.
 - (2) *Development software processing*.
 - (3) *Camera surveillance system*.
 - (4) *Development software surveillance*.
 - 2) *Mission Management System* (MMS).
 - (1) *Development display unit*.
 - (2) Integrasi radar-radio-kamera.
 - (3) *Development software intercept*
 - 3) *Radio communication system*.
 - Development transceiver (TX/RX)*.
 - (1) *Development front panel*
 - (2) *Development casing*
 - (3) *Development power amplifier*
 - (4) *Development software surveillance*
 - (5) *Development encryption modem*
 - c. Proses Produksi
 - 1) Produksi dan perakitan radar
 - 2) Produksi dan perakitan kamera
 - 3) Produksi dan perakitan MMS
 - 4) Produksi dan perakitan radio
 - 5) *Factory test*

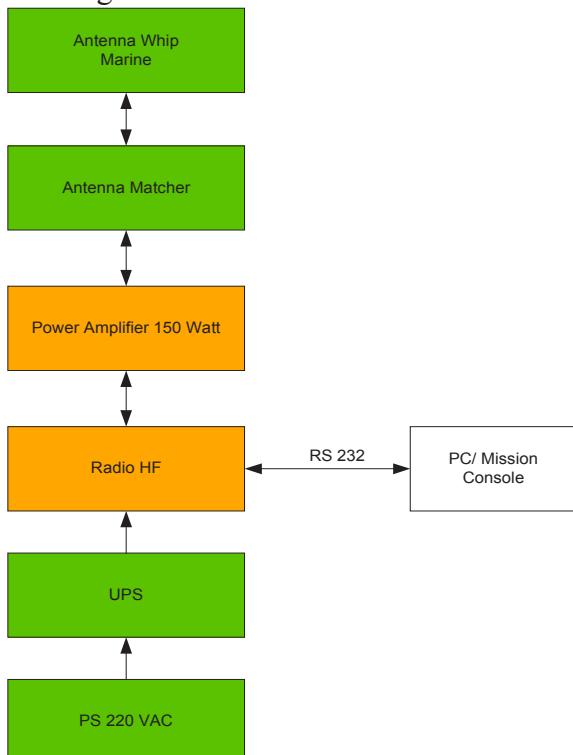
- 6) Supervisi instalasi
- 7) Integrasi dengan own ship data
- d. Uji Fungsi
 - 1) Pemeriksaan dan uji fungsi.
 - 2) Harbour Acceptance Test (HAT) dan Sea Acceptance Test (SAT).

HASIL PENELITIAN

Radio Communication System

Radio ini berfungsi untuk melakukan komunikasi taktis dengan KRI lain maupun dengan markas. Ditambah dengan adanya fitur enkripsi dalam sebagai pengamanan dalam berkomunikasi baik voice maupun data. Kontrol operasional radio ini dapat dilakukan secara manual maupun secara remote langsung dari *Mission Management System*, sehingga mempermudah dalam mengoperasikannya. Berikut gambar diagram blok dari *Radio Comunication System*.

1. Diagram blok



Gambar 1. Diagram blok *Radio Communication System*

Dari diagram blok di atas, dapat diuraikan ruang lingkup pengembangan pada radio komunikasi adalah sebagai berikut.

- a. Pengembangan/*Development* Radio HF SSB

- b. Pengembangan/*Development power amplifier* 150 Watt
- c. Pengadaan *power supply*
- d. Pengadaan UPS
- e. Pengadaan *antenna matcher*
- f. Pengadaan *antenna whip marine*

2. Desain schematic

a. Main board

Review dan revisi desain dilakukan mengikuti perkembangan development yang dilakukan untuk mengantisipasi adanya kendala teknis yang terjadi selama proses *development*.

b. Development

1) *Development Human Interface (HMI) board*

a) *Development processor board*

Development processor board dilaksanakan dengan cara PCB dirakit kemudian dilakukan pengetesan, dimana *processor board* terdiri dari beberapa bagian, diantaranya adalah *mainboard /Processor Unit*, DDS/*Oscillator*, Tx Rx *Mixer* dan RX AGC.

b) *Development RF board*

Setelah pengembangan RF board, PCB di pesan kemudian tinggal melakukan langkah perakitan dan pengetesan. Dimana *processor board* terdiri dari beberapa bagian, diantaranya adalah RF *power amplifier* 20 Watt, *polyphase filter*, *band pass filter* dan *low pass filter*.

c) *Development power amplifier 150 Watt*

Development power amplifier 150 Watt dilakukan di laboratorium kemudian dengan PCB tersebut dilaksanakan perakitan dan pengetesan. Setelah dilaksanakan perakitan dan pengetesan kemudian langkah berikutnya adalah *development low pass filter* untuk keluaran PA 150 Watt, agar tidak ada *harmonic* yang dipancarkan.

2) *Development software*

Development software sedang dilakukan, *software* yang dikembangkan diantaranya adalah

- a) *Software interface radio* :
Yaitu *software* yang digunakan untuk melakukan *setting* terhadap parameter-parameter radio, di antaranya adalah *setting hopping rate*, frekwensi ALE, baudrate Data, dll
- b) *Software enkripsi radio* :
Yaitu *software* yang digunakan untuk sistem komunikasi data melalui enkripsi modem, juga berfungsi untuk melakukan perubahan terhadap *key* enkripsi.
- c) *Development modem enkripsi*.
Development kit encryption modul dan software enkripsi diintegrasikan dengan radio.
- d) *Development casing*
Desain *front panel* untuk radio HF SSB, tipe ini yang akan dipasang di *combat boat*
- 3) Radio untuk pangkalan
Type radio base station rak 19" dipasang di pangkalan, sebagai pasangan radio yang dipasang pada *combat boat*.
- 4) *Development material*
- a) Komponen elektronika radio *communication system* sebagian besar berasal dari luar negeri.
 - b) PCB
PCB Radio sebagian besar berasal dari luar negeri, hal tersebut dikarenakan desain PCB 4 layer yang digunakan membutuhkan teknologi yang tinggi agar presisi, di antaranya adalah *processor board*, *RF Board*, dan *front panel radio*. Untuk yang 2 layer ke bawah sebagian dapat dibuat di dalam negeri, di antaranya PCB *low pass filter*.
 - c) Handset dan *antenna*
Handset dan *antenna* masih berasal dari luar negeri, karena *antenna* yang digunakan di *Combat boat* adalah *antenna whip marine*, di mana memiliki spesifikasi yang cocok untuk *fast boat*. Untuk *antenna* menggunakan *shakespeare type 393*.
 - d) *Tuner/Matcher*

Untuk keperluan *matching impedance* antara radio dan *antenna*, perlu dipasang *tuner/matcher*.

- e) *Power supply*
Power supply radio menggunakan *switching power supply* yang memiliki nilai ampere yang tinggi dan *noise* yang sangat kecil.
- f) Komputer
PC untuk radio HF SSB yang dipangkalan (*home base*) berasal dari luar negeri dan diintegrasikan dengan radio yang dipasangkan pada *combat boat*.



Gambar 3. Komputer *Home Base*.

3. Produksi dan perakitan radio
Radio HF SSB yang diproduksi ada dua jenis, yaitu sebagai berikut :
- a. Radio *Base Station* 150 Watt : Radio ini untuk ditempatkan di pangkalan untuk komunikasi ke *combat boat*, di mana radio ini dilengkapi dengan fitur enkripsi. Radio ditempatkan di rak standar 19" yang dilengkapi dengan komputer untuk pengiriman data digital berupa *text* dan gambar.
 - b. Radio HF SSB 150 Watt untuk *combat boat* : Ditempatkan di *combat boat*, sebagai sarana komunikasi jarak jauh dengan pangkalan. Terintegrasi dengan MMS, berfungsi untuk melakukan pengiriman data berupa *text* dan gambar.
4. Proses instalasi
Instalasi radio komunikasi HF SSB untuk pangkalan dilakukan di kantor galangan kapal PT Palindo Marine – Batam.
Berikut adalah daftar material yang diinstal,

Tabel 1. Daftar material komunikasi HF SSB untuk pangkalan yang diinstal

No	Equipment	Merk	Fungsi
1.	Rak 19" Standard	Nirax	Penempatan Equipment
2.	Komputer/PC	Superlogic	Menjalankan Aplikasi

3.	Monitor&keyboard	Austin Hughes	Human Interface
4.	Radio HF Transiver	Len	Komunikasi Radio
5.	PA 150 Watt	Len	Amplifier
6.	Antenna Matcher	MN-100	Antenna



Radio HF



Power Amplifier
150 Watt



Komputer.

Tabel 2. Daftar material radio komunikasi HF SSB untuk kapal yang *diinstall*

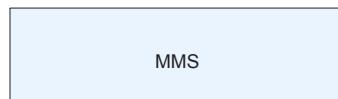
No	Equipment	Merk	Fungsi
1.	Radio HF Transciever	Len	Komunikasi Radio
2.	PA 150 Watt	Len	Amplifier
3.	Antenna Tunner	SGC	Automatic tunner unit
4.	Antenna	Shakespeare	Antenna



Radio HF



Power Amplifier
150 Watt



MMS

Gambar 6. *Wiring* Radio HF Naval

Gambar 4. *Wiring diagram* Radio HF BS

5. Hasil instalasi



Gambar 5. Radio *base station*

a. Hasil instalasi



Gambar 7. Radio HF Naval dan Antenna Tunner SGC & Antenna Whip Marine Shakespeare

Tabel 3. Spesifikasi Radio HF SSB

No	Spesifikasi	Deskripsi
1.	Technology base	Software based radio
2.	Frequency range	2-30 Mhz
3.	Channel capacity	100 Programmable Channel
4.	Modulation mode	LSB; USB ; CW
5.	Tuning step	100 Hz
6.	Clarify step	10 Hz
7.	RF Output power	100 W PEP
8.	Sensitivity	-110 dBm for 10 dB S/N
9.	Receiver selectivity	2.4kHz @ -6dB; 4kHz @ -60dB
10.	Supply voltage	12-16.8 VDC
11.	Temperature range	-10°C s.d 50°C
12.	Support ALE	Ya
13.	Kirim Data	Ya
14.	Enkripsi	Ya
15.	Operating modes	Voice & Data (Plain/Cryptoh)
16.	Key length	16 Character
17.	Crypto algorithm	AES 128
18.	Voice processing	CVSD 16000 bps , MELP 2400 bps
19.	Antena	Whip marine dengan tuner/matcher

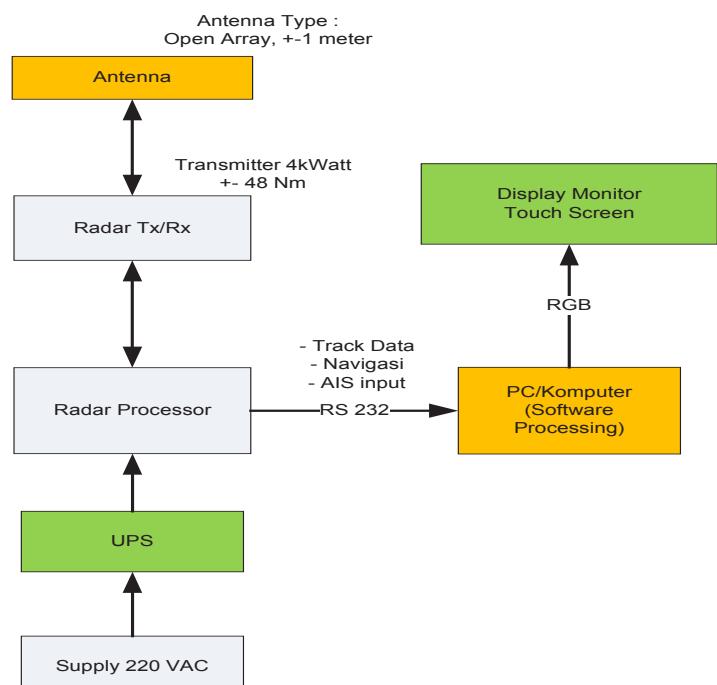
Radar

Radar merupakan yang berfungsi untuk melakukan fungsi *intercept* (pencegatan) maupun navigasi, memiliki resolusi yang lebih tinggi dibanding dengan radar komersial sehingga mampu mendeteksi dua buah atau lebih obyek yang berdekatan. Data processing dan display radar ini terintegrasi dalam *Mission Management System*, sehingga semua fungsi dan fitur yang ada di radar ini sangat bermanfaat untuk mendukung misi *intercept combat boat*.

1. Ruang lingkup pengembangan

Dari gambar 8 dapat diuraikan ruang lingkup pengembangan dalam radar, yaitu sebagai berikut.

- Pengembangan/Development antena radar
- Pengembangan/Development software processing di PC/Komputer
- Pengadaan UPS
- Pengadaan display monitor touchscreen

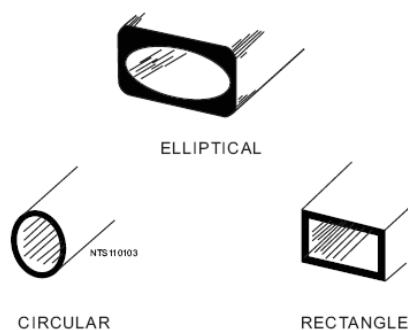


Gambar 8. Diagram blok ruang lingkup pengembangan Radar

2. Pengembangan Antenna open array.

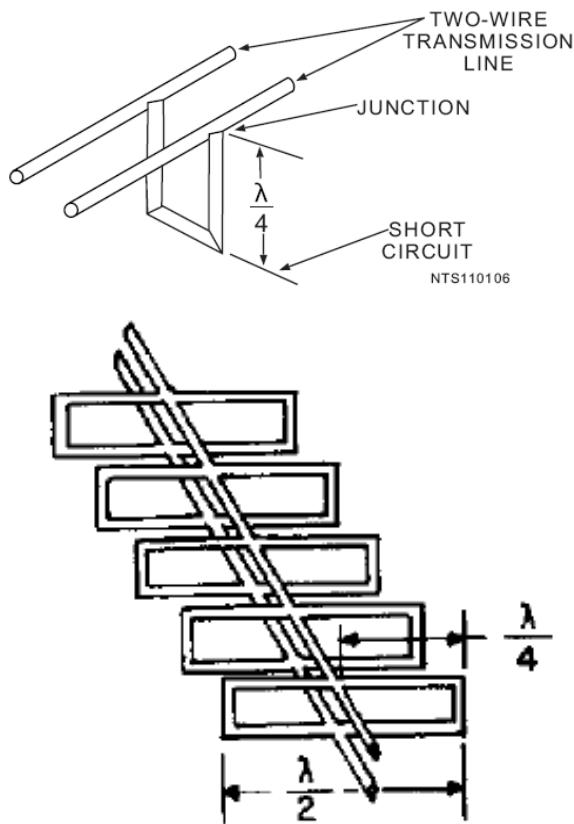
Dalam pengembangan antena Radar tipe antena yang dikembangkan adalah antena *open array* dengan panjang sekitar 1 m, dengan *beamwidth* mendekati 1.8° .

Antenna open array menggunakan *waveguide* sebagai bahan dasar pembuatan antena, yaitu dengan cara membuat pola-pola kebocoran *waveguide* sehingga mendapatkan pola pancaran dengan *beamwidth* dan SWR yang memenuhi syarat. Konstruksi mekanik yang presisi sangat diperlukan untuk membuat antena jenis ini. Berikut ada beberapa jenis *waveguide*,



Gambar 9. Jenis waveguide

Dalam pembuatan antena menggunakan *rectangle waveguide* sebagai bahan dasar, dengan pertimbangan lebih mudah untuk membuat konstruksi mekaniknya dengan *circular* atau *elliptical waveguide*.



Gambar 10. Jenis *circular* dan *elliptical* *waveguide*

Waveguide pada dasarnya adalah transmisi 2 wire, di mana bekerja pada frekwensi resonan yang sudah ditentukan, dalam hal ini kita menggunakan frekwensi X-band pada 9.4 GHz.

Produksi *antenna* radar menggunakan bahan baku aluminium *waveguide* dengan type WR90, di mana bahan baku ini memang didesain khusus untuk melewaskan gelombang dengan frekwensi X-band, yaitu 9.4 GHz. Proses produksi dilakukan dengan CNC, sehingga memiliki tingkat akurasi tinggi untuk membuat slot/lubang pada *waveguide*. Berikut adalah hasil produksi antena radar



Gambar 13. Gimbal *antenna* radar



Gambar 14. *Antenna open array*

3. RF Transceiver

Dalam *development* radar, saat ini masih di fokuskan pada *development Antenna Radar* dan *Display Unit*, untuk itu *radar transceiver* masih menggunakan teknologi dari luar negeri dan *radar control unit* merupakan satu paket dengan pembelian *radar transceiver*.

a. *Signal generator X-band*

Untuk melakukan pengujian terhadap desain antena radar, maka diperlukan signal generator X-band, berikut ini adalah gambar *signal generator* yang digunakan untuk keperluan tersebut.

Gambar 15. *Signal generator X-band*

- b. *Spectrum analyzer* untuk X-band
Spectrum analyzer digunakan untuk melakukan pengukuran sinyal radar yang akan dipancarkan melalui antena.

Gambar 16. *Spectrum analyzer* untuk X-band

- c. *Dummy load X-band*
Dummy load X-band digunakan untuk melakukan pengujian di dalam lab, *dummy load* tersebut digunakan sebagai beban.

Gambar 17. *Dummy load X-band*

- d. *Waveguide* untuk bahan antena

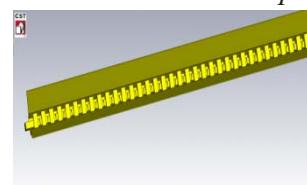
Waveguide untuk bahan antena adalah bahan dasar pembuatan antena *open array*.

Gambar 18. *Waveguide* untuk bahan antena

4. Proses *engineering*.

Development antenna radar dimulai dari proses simulasi, menggunakan *software* CST. Radar yang sedang dikembangkan merupakan Radar X-band, yaitu frekwensi 9.4 Ghz. *Antenna* menggunakan sistem *open array*, yaitu menggunakan *rectangular wave guide* sebagai bahan *antenna* pemancar. Berikut di bawah ini adalah simulasi untuk *antenna* dengan panjang sekitar 1 meter. Di mana dapat dilihat desain mekanik dan pancaran sinyal yang didapatkan. Untuk penerapan di *combat boat*, akan disesuaikan panjangnya mendekati 1 meter.

- a. Desain mekanik *antenna open array*

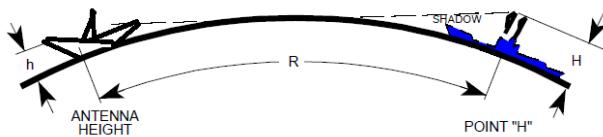
Gambar 19. Desain mekanik *antenna open array*Gambar 20. Drawing 3D *antenna open array*

b. Bahan untuk pembuatan *antenna* radar

Bahan dasar untuk membuat antenna radar adalah *waveguide*/bungkus gelombang *rectangular*, berikut adalah bahan untuk membuat *antenna Radar*

5. Instalasi Radar

Instalasi radar ditempatkan pada tiang agung *combat boat*, dengan ketinggian di atas permukaan laut sekitar 5 meter. Radar memiliki spesifikasi jangkauan maksimal sampai 36 Nm, dengan penempatan ketinggian *antenna* yang optimal, sedangkan untuk *combat boat*, penempatan antenna radar tidak bisa tinggi, sehingga jangkauan radar terbatas horizon laut, perhitungannya adalah sebagai berikut.



Gambar 21. Jangkauan maksimal Radar

$$\text{Horizon Radar} =$$

$$(2*(4/3)*\text{Jari-jari bumi} * \text{Ketinggian antenna radar})^{0.5} = (2*(4/3)* 6378155 \text{ m} * 5 \text{ m})^{0.5} = 9.222 \text{ Km}$$

$$\begin{aligned} \text{Jangkauan Max} &= 2 * 4.98 \text{ Nm} \\ &= 9.96 \text{ Nm} \end{aligned}$$

Berikut di bawah ini adalah spesifikasi radar yang akan dikembangkan,

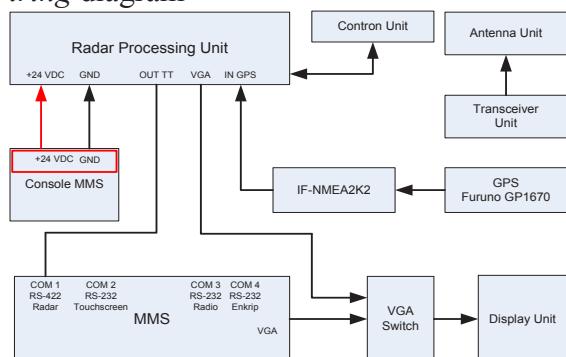
- a) *Antenna length* : 120 cm
 - b) *Output power* : 4 kW
 - c) *Output frequency* : 9410 +- 30 MHz
 - d) *Horizontal beamwidth*: 1.8 degree
 - e) *Vertical beamwidth* : 25 degree
 - f) Rotation : 24 rpm / 48 rpm
 - g) *IF center frequency* : 60 MHz
 - h) *Range accuracy* : approx. 8m
 - i) *Pulse width* : 0.1 us, 0.15 us,
0.3 us, 0.5 us, 1 us
 - j) *Range* : 48 NM

Berikut adalah daftar material yang diinstall:

Tabel 3. Material Radar yang diinstall

No	Equipment	Merk	Fungsi
1.	Radar Antena	Len	Antenna
2.	Radar Transiver	N/A	Transmitter / receiver
3.	Radar Processing unit	N/A	Pemrosesan sinyal radar
4.	Radar Control Unit	N/A	Human Interface

a) *Wiring diagram*



Gambar 22. *Wiring diagram Radar*

b) Hasil Instalasi

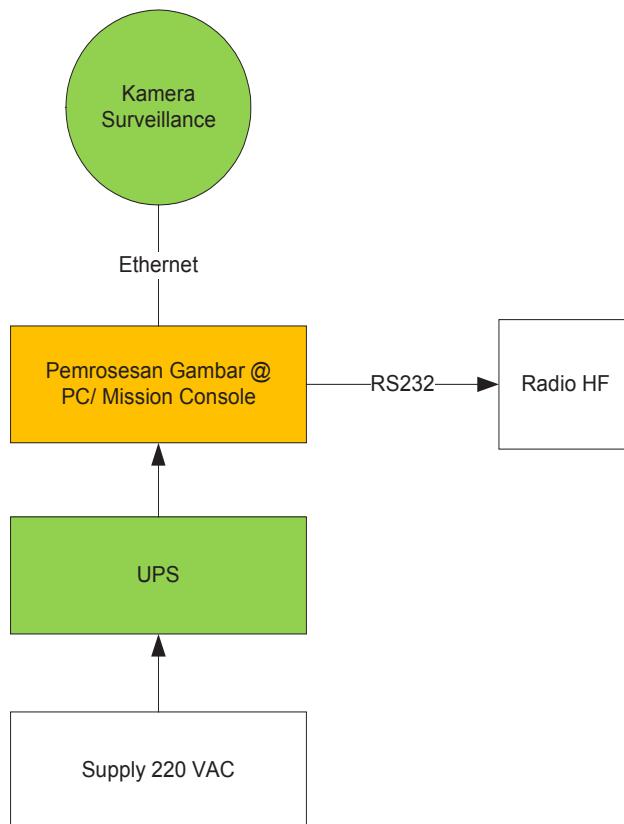


Gambar 23. Antena Radar dan Display Radar & control unit

Camera Surveillance System

1. Desain sistem

Untuk meningkatkan kemampuan dari pengindraan *combat boat* 16 meter ditambahkan sistem kamera *surveillance*. Kamera yang terpasang di *combat boat* ini akan memiliki kemampuan untuk pengintaian jarak dekat dan pengintaian di malam hari. Kontrol dan pengolahan gambar dilakukan di *Mission Management System* (MMS), sehingga dapat dengan mudah diproses untuk keperluan misi dari *combat boat* tersebut.



Gambar 24. Diagram blok *camera surveillance*

Dari diagram blok di atas, ruang lingkup pekerjaan dalam pengembangan kamera *surveillance* adalah sebagai berikut.

- Pengadaan Kamera
- Pengembangan / *development software* pemrosesan gambar
- Pengadaan UPS

2. *Development material*.

Camera surveillance yang dipasangkan pada *combat boat* 16 meter masih import dari luar negeri sehingga belum dapat *development* atau dibuat di dalam negeri. Akan tetapi masih perlu dilakukan instalasi dan integrasi

dengan sistem lain yang juga akan dipasangkan pada *combat boat* 16 meter.

Development software surveillance dilakukan menggunakan kamera yang tersedia di laboratorium, fitur yang dikembangkan diantaranya adalah sebagai berikut,

- Pemantauan objek pada siang dan malam hari
 - Capture* objek
 - Pemrosesan gambar untuk pengiriman melalui radio HF
- Produksi dan perakitan kamera *surveillance*
- Kamera *surveillance* yang digunakan dalam sistem ini menggunakan merk Axis, dimana memiliki tingkat ketajaman gambar yang tinggi, *wheather proff* dan memiliki sensitivitas tinggi pada siang dan malam hari. Kamera dilengkapi dengan sistem *joystick* sebagai alat kontrol *Pan-Tilt-Zoom*, tetapi kamera juga bisa dikontrol melalui *mission console*. Untuk dapat dioperasikan melalui MMS, perlu dilakukan pengembangan *software* yang basis *linux Ubuntu*.



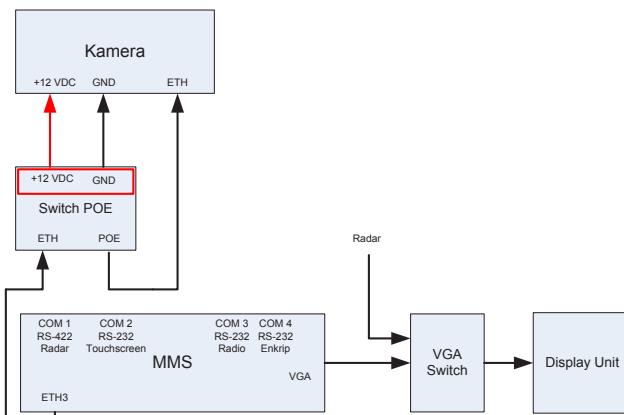
Gambar 25. *Camera surveillance system*

Proses instalasi kamera PTZ di pasang di atas tiang agung, sebagai alat untuk pemantauan jarak dekat secara visual objek yang ada di depan kapal.

Tabel 4. Daftar material kamera yang diinstall

No	Equipment	Merk	Fungsi
1.	Kamera PTZ	Axis	Sensor kamera
2.	Wall Mounting	Axis	Bracket Instalasi Ke tiang
3.	Switch POE	Axis	Distribusi jaringan LAN

a) Wiring diagram



Gambar 26. Wiring diagram kamera

b) Hasil Instalasi



Gambar 27. Kamera & switch POE

4. Spesifikasi perangkat

<u>Color</u>	: Yes
<u>Day/Night function</u>	: Yes
<u>Imager type</u>	: CCD
<u>IR Sensitive</u>	: No
<u>Lines</u>	: 480
<u>Lux</u>	: 0.01
<u>Zoom: Optical</u>	: 27
<u>Dimensions: Height (in)</u>	: 7
<u>Dimensions: Width (in)</u>	: 6
<u>Outdoor</u>	: Yes
<u>Weather rating</u>	: IP67
<u>Volts DC input</u>	: 12

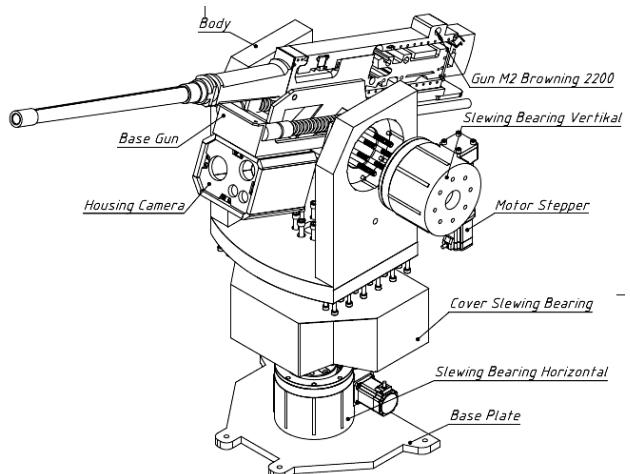
Mission Management System

1. Desain sistem

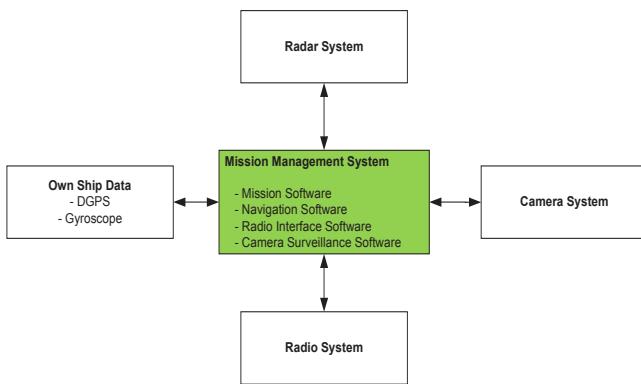
Mission Management System (MMS) merupakan otak dari *integrated intercept mission system*. Di mana di dalam *console* ini akan terjadi pemrosesan data digital yang selanjutnya diolah.

Kelebihan penggunaan *Remote Weapon System* (RWS) untuk *combat boat*, adalah sebagai berikut:

- Dalam pengejaran, RWS melindungi penembak dari potensi ancaman ditembak balik.
- Fitur *locking target* dan *stabilized platform* RWS akan meningkatkan akurasi penembakan senjata.
- Optronik di RCWS dapat meningkatkan jarak pandang *user* hingga 2 Km ke depan, baik siang maupun malam.
- RWS dapat merekam apapun yang dilihat, sehingga ketika *user* harus menembakkan senjata, bukti adanya kondisi terdesak tersebut akan selalu terekam.



Gambar 28. Desain RWS



Gambar 29. Diagram blok *Mission Management System*

Dari gambar 29, pengembangan yang dilakukan pada *mission management system* adalah sebagai berikut,

- Integrasi *own ship data*
- Integrasi radio
- Integrasi radar
- Integrasi kamera *surveillance*

Dari integrasi tersebut maka didapatkan fitur-fitur sebagai berikut :

- Menampilkan data dari *Intercept Radar*, yaitu data-data taktikal untuk keperluan operasi laut seperti, CPA, *stationing*, *open close distance*, *man overboard* dan juga data navigasi yang sudah terintegrasi dengan GPS, gyro, dan speed log.
- Melakukan monitor dan mengendalikan *surveillance camera system* melakukan kontrol dan komunikasi data dengan Radio HF Enkripsi.

2. Development Mission Management System (MMS)

Development MMS di antaranya adalah sebagai berikut:

- Development* sistem *tracking target*
- Development* sistem *intercept target*
- Development* integrasi dengan *own ship data* (gyro compass, GPS, speed log)
- Development* integrasi dengan kamera *surveillance*
- Development* integrasi dengan radio komunikasi

Development material MMS adalah sebagai berikut :

- Komputer

Komputer yang digunakan adalah komputer yang memiliki spesifikasi industrial,

yaitu tahan terhadap guncangan dan suhu panas.

b. Monitor

Monitor yang digunakan adalah monitor *marine spec* dengan ukuran layar 15 inch, hal ini disesuaikan dengan ketersediaan tempat di *combat boat*.

c. Voltage Stabilizer

Berfungsi untuk menstabilkan tegangan yang masuk ke sistem, sehingga tidak merusak peralatan.

d. Produksi dan perakitan MMS

MMS terdiri dari beberapa bagian sebagai berikut:

- Console panel* : Berisi industrial PC yang berfungsi untuk melakukan pemrosesan *mission software*, dan juga berisi Radar *Blax Box* yang terintegrasi dengan MMS.
- Monitor touchscreen* : Berfungsi sebagai display MMS dan juga display radar, dimana nantinya akan dilengkapi dengan VGA switch untuk memilih display yang ditampilkan pada monitor.

3. Instalasi Mission Management System (MMS)

Instalasi MMS dilakukan di dalam ruang kemudi/anjungan kapal, di mana alat ini merupakan pusat dari sistem alkom dan radar yang dibangun.

Tabel 5. Daftar material MMS yang diinstall

No	Equipment	Merk	Fungsi
1.	Monitor LCD 15"	Len	Display
2.	Console MMS	Len	Tempat Equipment
3.	VGA Switch	N/A	Switch VGA
4.	AVR	Matsunaga	Regulator
5.	Software MMS	Len	Integrasi sistem

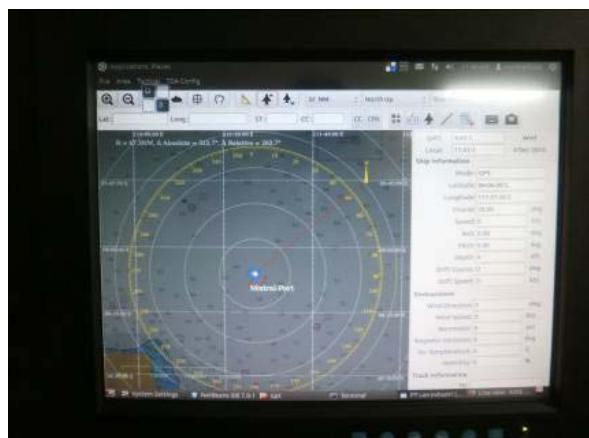
Berikut ini adalah hasil instalasi MMS pada *combat boat*.



Gambar 31. *Mission Management System (MMS)* dan *Panel console MMS*



Gambar 32. *Display touchscreen* untuk MMS

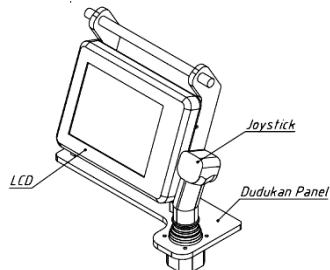


Gambar 33. Tampilan *software MMS*

4. Proses instalasi RWS

- a. *Remote Weapon System (RWS)* ini terdiri atas lima bagian utama, yaitu :
 - 1) Konstruksi badan
 - 2) Dudukan senjata
 - 3) Optronik
 - 4) Perkabelan
 - 5) Kontrol
- b. Tahap pertama adalah merangkai komponen konstruksi badan RWS. Badan RWS terdiri atas tiga plat tebal, dua *slewing bearing* beserta motornya. Satukan ketiga plat tebal terlebih dahulu dengan menggunakan baut M8, M10 dan M12. Satukan *slewing bearing* dengan motornya. Satukan plat-plat tebal yang telah menyatu, dengan *slewing bearing* pada masing-masing sumbu.
- c. Tahap kedua adalah merangkai dudukan senjata dengan konstruksi badan RWS. Dudukan senjata terdiri atas tiga bagian, yaitu as kiri, as kanan dan dudukan senjata. Pasang as kiri dan as kanan, lalu tempatkan dudukan senjata di antara kedua as tersebut. Kencangkan semua baut agar dudukan ini kokoh.
- d. Tahap ketiga adalah merangkai rumah otronik ke bawah dudukan senjata. Dekatkan rumah otronik di bawah dudukan senjata. Ada empat baut yang telah disiapkan dan tinggal dikencangkan.
- e. Tahap keempat adalah memasang dudukan dan *cover* badan RWS. Dudukan dipasangkan di atas landasan RWS, dengan cara dibor. Tempatkan RWS yang telah dirangkai di atas dudukan tersebut. Pasang *cover* bawah dan *cover* samping RWS.

- f. Tahap kelima adalah merangkai panel kontrol RWS. Pada dasarnya panel kontrol ini terdiri atas LCD dan joystick, dan kedua komponen tersebut bisa langsung dirangkaikan pada dudukan panel yang telah tersedia.



Gambar 34. Panel kontrol RWS

- g. Tahap terakhir adalah merangkai perkabelan RWS. Ada lebih dari 40 cabang kabel yang menyambungkan antara konstruksi badan RWS dengan panel kontrol. Semua kabel bisa langsung disambungkan ke *connector* masing-masing, dengan menyesuaikan nomer pin masing-masing.

Tabel 6. Spesifikasi prototipe *Remote Weapon System (RWS) combat boat*.

No	Spesifikasi	Deskripsi
1.	Ukuran senjata	12.7mm
2.	Dimensi (PxLxT)	40 x 57 x 77 cm
3.	Bahan	Alumunium 7075
4.	Kecepatan gerak vertikal	90 derajat per detik
5.	Kecepatan gerak horisontal	90 derajat per detik
6.	Sumber Tenaga	24 VDC
7.	Back up manual	Ya
8.	Stabilized platform	Tidak
9.	Controller	a. PC, komunikasi menggunakan RS 232
10.	Motor	Servo Motor DC
11.	Display	MIL-STD LCD, 12 inch
12.	Joystick	MIL-STD joystick
13.	Kamera siang	5000m
14.	Kamera malam	1000m
15.	Laser range finder	1000m
16.	Digital compass	Ya
17.	Crosshair target	Ya

KESIMPULAN

1. Pengembangan sistem komunikasi Radio HF meliputi *voice-plan*, *voice-enkripsi*, *data-chat* dan data-kirim file berfungsi dengan baik, hal ini didapat dari hasil uji coba yang telah dilaksanakan. Adapun hasil pelaksanaan uji coba tersebut antara lain :
 - a. Radar dapat dioperasikan dengan baik, mampu mendeteksi kapal bergerak, mampu mendeteksi jembatan Barelang, jarak jangkau sudah sesuai dengan perhitungan ketinggian antena, yaitu sekitar 9.96 Nm
 - b. Pengujian *radio* dilakukan oleh personel Lanal Batam, hasilnya jernih 4/4 penerimaan komunikasi antara kapal dan pangkalan baik saat kapal diam maupun bergerak.
 - c. Radio mampu mengirimkan data berupa gambar, sesuai dengan kapasitas yang memenuhi syarat, yaitu maksimum sebesar 10 Kbyte
 - d. Kamera sudah diuji menggunakan joystick, bisa dioperasikan fungsi *pan*, *tilt*, *zoom* sesuai dengan arah yang diharapkan.
 - e. MMS sudah dilakukan pengujian, hasilnya *software intercept* sudah terintegrasi dengan baik dengan radar dan GPS, dan mampu memberikan jalur *intercept* yang akurat.
2. Pemasangan sistem instalasi senjata *combat boat* 16 meter yang terintegrasi dengan MMS berfungsi dengan baik, masih diperlukan kalibrasi antara kedudukan ujung laras senjata dengan monitor display di MMS.
3. Penambahan kamera *surveillance* meliputi kontrol *pan* (kanan-kiri), kontrol *tilt* (atas-bawah), kontrol *zoom* (masuk-keluar) dan *capture* objek berfungsi dengan baik.
4. Integrasi sistem radar, sistem senjata, kamera *surveillance* dapat terintegrasi dengan

DAFTAR PUSTAKA

1. Skolnik, M.. *Radar Handbook*. Third Edition. 2008.
2. Vachtsevanos, G, Lewis, F., Roemer, M., Hess, A., Wu, B. *Intelliget Fault Diagnosis And Prognosis For Engineering System*. John Wiley & Son. 2006
3. Haykin, S. *Adaptive Radar Signal Procesing*. John Wiley & Son. 2007.
4. Brigjen Tni H. Koestomo. Msc, Peperangan Elektronika (Pernika), Jakarta,Majalah Getaran Edisi I Tahun 2005.
5. Clay Later, The Beginners ' Handbook Of Amateur Radio. St. Indianapolis Indiana Usa. Howard W. Sams & Co., Inc. 1979.
6. Dennie Roddy, Kamal Idris, John Coolen, Komunikasi Elektronika, Jakarta, Penerbit Erlangga. 1990
7. Department Of Defense, Test Methode Standard For Environmental Engineering Conciderations And Laboratory Test : Mil-Std-810 F 1 January 2000.
8. Department Of Defense Interface Standard, Requeremens For The Controls Of Elktromagnetic Interference Characteristics Of Subsystem And Equipment : Mil-Std -461 E. 20 August 1999
9. Wasito S, Vademekum Elektronika, Jakarta. Pt. Gramedia Pustaka Utama. 2004.
10. John D. Kraus, Electromagnetics, Singapore McGraw-Hill, Inc. 1984.
11. Jacob Millman And Christos C. Singapore Halkias, Integrated Electronics, McGraw-Hill International Editions, 1971.
12. Milton Kaufman And Arthur H. Seidman, Handbook Of Electronics Calculations, McGraw-Hill Book Company, Ny
13. Robert. L. Shrader, Komunikasi Elektronika I Jakarta, Penerbit Erlangga. 1989.