



TESIS - TE 142599

**PERANCANGAN TERMINAL KOMUNIKASI DATA
VESSEL MESSAGING SYSTEM (VMeS)
PADA JARINGAN AD HOC UNTUK KAPAL
NELAYAN BERBASIS *SINGLE BOARD*
COMPUTER (SBC)**

Nur Afiyat
2213203003

DOSEN PEMBIMBING
Dr. Ir. Achmad Affandi, DEA
Dr. Istas Pratomo, ST, MT.

PROGRAM MAGISTER
BIDANG KEAHLIAN TELEKOMUNIKASI MULTIMEDIA
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016



THESIS - TE 142599

**DESIGN DATA COMMUNICATIONS TERMINAL
VESSEL MESSAGING SYSTEM (VMeS)
ON AD HOC NETWORK FOR FISHING VESSEL
BASED SINGLE BOARD COMPUTER (SBC)**

**Nur Afiyat
2213203003**

**SUPERVISOR
Dr. Ir. Achmad Affandi, DEA
Dr. Istas Pratomo, ST, MT.**

**MAGISTER PROGRAM
MULTIMEDIA TELECOMMUNICATION SECTOR EXPERTISE
DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING
INDUSTRIAL TECHNOLOGY FACULTY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016**

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik (MT)
di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

oleh :

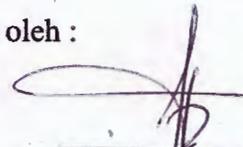
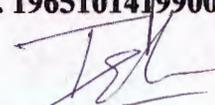
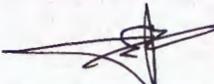
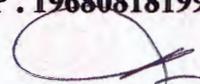
Nur Afiyat

NRP. 2213203003

Tanggal ujian : 18 Januari 2016

Periode wisuda : Maret 2016

Disetujui oleh :

1. 
Dr. Ir. Achmad Affandi, DEA. (Pembimbing)
NIP. 196510141990021001
2. 
Dr. Istas Pratomo, ST., MT. (Pembimbing)
NIP. 197903252003121001
3. 
Dr. Ir. Wirawan, DEA. (Penguji)
NIP . 196311091989031011
4. 
Dr. Ir. Titiek Suryani, MT. (Penguji)
NIP . 196411301989032001
5. 
Dr. Ir. Suwadi, MT. (Penguji)
NIP . 196808181993031002
6. 
Dr. Ir. Endroyono, DEA. (Penguji)
NIP . 196504041991021001



Direktur Program Pascasarjana,

Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc., Ph.D.
NIP. 196012021987011001

PERANCANGAN TERMINAL KOMUNIKASI DATA *VESSEL MESSAGING SYSTEM* (VMES) PADA JARINGAN AD HOC UNTUK KAPAL NELAYAN BERBASIS *SINGLE BOARD COMPUTER* (SBC)

Nama Mahasiswa : Nur Afiyat
NRP : 2213203003
Pembimbing : Dr. Ir. Achmad Affandi, DEA
: Dr. Ista Pratomo, ST, MT

ABSTRAK

Indonesia adalah negara maritim, penduduk Indonesia yang bekerja sebagai nelayan cukup besar. Pada umumnya komunikasi di laut pada sebuah kapal menggunakan sistem komunikasi satelit, akan tetapi sistem tersebut membutuhkan biaya yang relatif besar. Untuk mengatasi permasalahan tersebut *Vessel Messaging System* (VMeS) dapat digunakan sebagai alat komunikasi alternatif di laut dengan harga yang terjangkau bagi nelayan untuk dipasang di kapal penangkap ikan. Pada penelitian sebelumnya terminal VMeS berbasis sebuah PC dan modul modem yang menggunakan IC TCM3105. Dalam tesis ini dilakukan perancangan terminal komunikasi data VMeS berbasis *Single Board Computer* (SBC) yang dapat bekerja pada jaringan ad hoc.

Tesis ini merupakan bagian dari penelitian besar VMeS yang sedang dikembangkan di Laboratorium Jaringan Telekomunikasi ITS. Untuk mengetahui kinerja terminal komunikasi data VMeS yang dirancang, dilakukan beberapa pengukuran. Efisiensi konsumsi daya listrik pada terminal VMeS berbasis SBC Raspberry Pi meningkat berkisar 99% dibandingkan dengan terminal VMeS yang berbasis PC. Pada pengujian terminal berdasarkan waktu kirim pesan dengan jumlah pesan bervariasi mulai dari 10 sampai 100 karakter, maka waktu yang dibutuhkan mulai dari 1,7 sampai 2,97 detik. Berdasarkan analisa teoritis link budget maka jarak jangkauan terminal sejauh 29.241,52 km, dengan jarak horizon sejauh 13.82 km.

Kata Kunci: Terminal komunikasi data, VmeS, *Single Board Computer*

**DESIGN DATA COMMUNICATIONS TERMINAL
VESSEL MESSAGING SYSTEM (VMeS)
ON AD HOC NETWORK FOR FISHING VESSEL
BASED SINGLE BOARD COMPUTER (SBC)**

Name : Nur Afiyat
NRP : 2213203003
Advisor : Dr.Ir. Achmad Affandi, DEA
: Dr.IstasPratomo, ST., MT

ABSTRACT

Indonesia is a maritime country, Indonesia's population is large enough to work as a fisherman. In general, communication at sea on a ship using satellite communications systems, but such systems require a relatively large cost. To overcome these problems Vessel Messaging System (VMeS) can be used as a communication tool alternative in the sea at a price that is affordable for fishermen to be installed on board fishing vessels. In the previous study VMeS terminal-based PC and modules modems that use IC TCM3105. In this thesis design VMeS data communications terminal based Single Board Computer (SBC) that can work on ad hoc networks.

This thesis is part of a large research VMeS being developed at the Laboratory of ITS Telecommunication Network. To determine the performance of the data communication terminal VMeS designed, conducted several measurements. The efficiency of power consumption in the terminal VMeS SBC-based Raspberry Pi increases ranging from 99% in comparison with VMeS terminal-based PC. In testing the terminal based on the time to send a message with the number of messages ranging from 10 to 100 characters, then the time it takes from 1.7 to 2.97 seconds. Based on the theoretical analysis of the link budget, the range distance as far terminal 29241.52 km, with a horizon as far as 13.82 km distance.

Keywords: Data Communication Terminal, VmeS, *Single Board Computer*

KATA PENGANTAR

Dengan Nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang.

Segala puja dan puji syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia yang telah dilimpahkan, sehingga penulisan tesis dengan judul :

“PERANCANGAN TERMINAL KOMUNIKASI DATA VESSEL MESSAGING SYSTEM (VMES) PADA JARINGAN AD HOC UNTUK KAPAL NELAYAN BERBASIS SINGLE BOARD COMPUTER (SBC) “

dapat diselesaikan dengan baik. Buku tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Magister pada Program Studi Teknik Elektro, Bidang Keahlian Telekomunikasi Multimedia, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Pada kesempatan ini penulis sampaikan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Kedua orangtuaku Almarhum Ayahanda Anwar Abdul karim dan Almarhumah Ibunda Muassa'ah tercinta yang telah mendidik penulis dari kecil hingga dewasa, semoga Allah menerima semua amal baiknya dan mengampuni segala dosa dan kesalahannya.
2. Laili Dwi Agustin istriku tercinta yang selalu memberikan dorongan semangat dalam mengerjakan dan menyelesaikan tesis ini.
3. Bapak Achmad Affandi dan Ista Pratomo atas bimbingan, kesabaran dan pendorong semangat dalam menyelesaikan thesis ini.
4. Bapak Achmad Mauludiyanto, selaku dosen wali yang telah membimbing selama perkuliahan.
5. Bapak Djoko Suprajitno Rahardjo atas bimbingan, dan motivasi dalam menyelesaikan thesis ini.
6. Rekan-rekan S2 dan S1 di lab Jaringan Telekomunikasi B301 terima kasih atas kebaikan dan kerjasamanya dalam penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tesis ini masih jauh dari sempurna, untuk perbaikan dan penyempurnaan tesis, maka kritik dan saran sangat diharapkan. Besar harapan penulis bahwa buku tesis ini dapat memberikan informasi dan manfaat bagi pembaca pada umumnya dan mahasiswa Jurusan Teknik Elektro pada khususnya.

Surabaya, 19 Januari 2016

Penulis,
Nur Afiyat

DAFTAR ISI

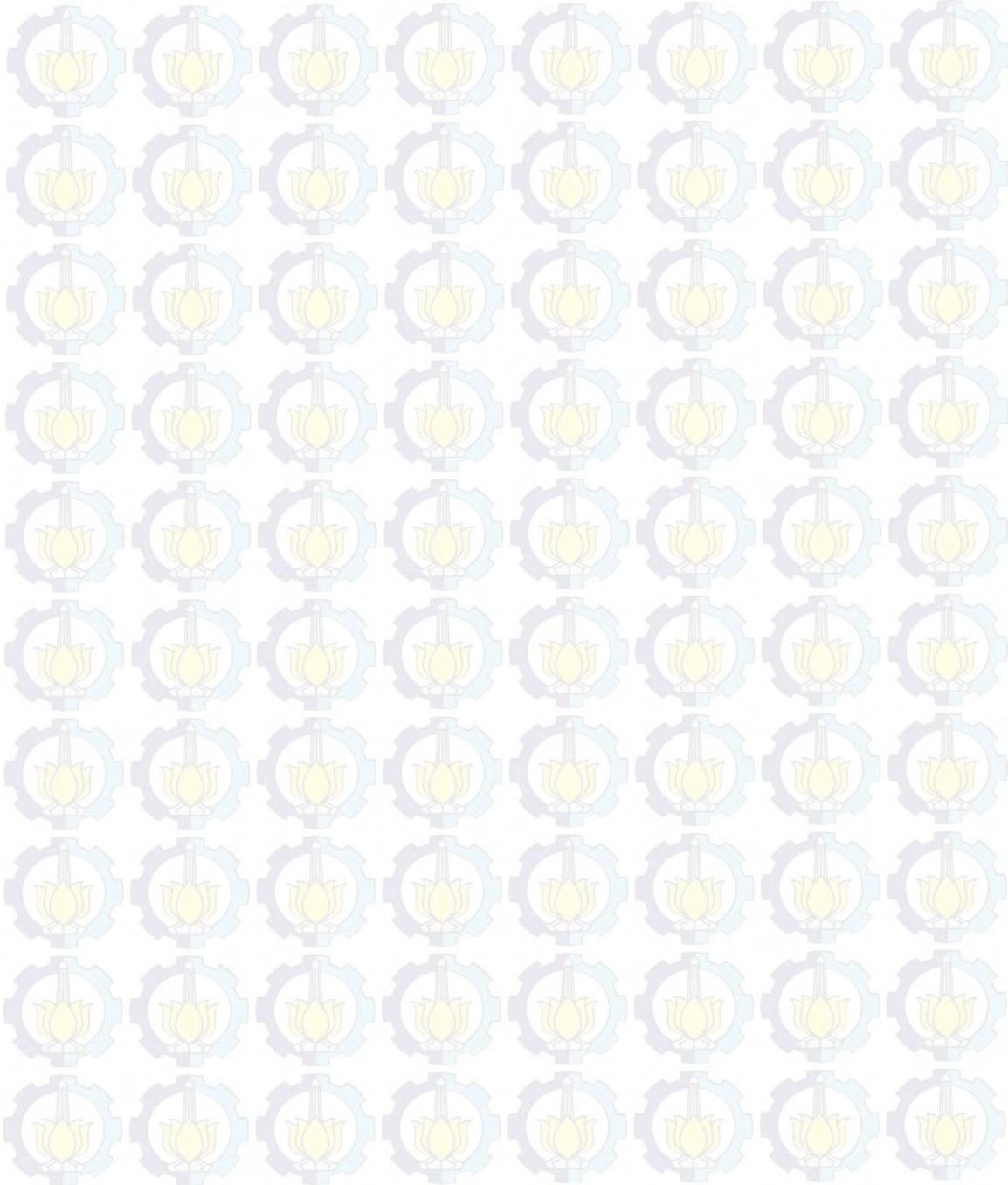
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
1 BAB 1	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
2 BAB 2	5
2.1 <i>Vessel Monitoring System (VMS)</i>	5
2.2 Perangkat Radio Maritim	7
2.2.1 Definisi	8
2.2.2 Karakteristik Teknis	8
2.3 Komunikasi Data	10
2.4 Jaringan <i>Wireless Ad Hoc</i>	12
2.5 <i>Frequency Shift Keying (FSK)</i>	14
2.6 Protokol Radio AX.25	16

2.7	Komunikasi Serial.....	18
2.7.1	Protokol UART pada RS-232.....	19
2.7.2	Transmisi Serial.....	20
2.8	Gangguan pada Kanal Komunikasi	21
2.9	<i>Link Budget</i>	22
2.10	Single Board Computer (SBC) Raspberry Pi	23
2.11	Penelitian Sebelumnya.....	26
3	BAB 3.....	29
3.1	Rancangan Penelitian.....	29
3.2	Perancangan <i>Prototype</i>	31
3.2.1	Perancangan Modem FSK Menggunakan IC TCM3105	31
3.2.2	Perancangan Terminal	33
3.2.3	Cara Kerja Terminal VMeS.....	33
4	BAB 4.....	37
4.1	Pengujian Sinyal Dasar pada Modul Modem	37
4.2	Pengujian SNR terhadap performa Modem.....	40
4.3	Pengujian Pengiriman Data Melalui Modem.....	43
4.4	Pengukuran konsumsi daya terminal	45
4.5	Pengujian Berdasarkan Waktu Kirim	46
4.6	Analisa Jangkauan Berdasarkan Link Budget	47
5	BAB 5.....	51
5.1	Kesimpulan	51
5.2	Saran	51
6	DAFTAR PUSTAKA.....	53
7	LAMPIRAN	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram blok terminal VMeS	2
Gambar 1.2 Diagram blok gateway VMeS.....	2
Gambar 2.1 Skema Jaringan VMS [4]	5
Gambar 2.2 Model Komunikasi Data yang Disederhanakan [7]	11
Gambar 2.3 Elemen-Elemen Dasar Sistem Komunikasi Digital [8].....	11
Gambar 2.4 Struktur dasar jaringan ad hoc[3]	12
Gambar 2.5 Ilustrasi contoh kasus komunikasi data melalui jaringan <i>ad hoc</i> [2] .	14
Gambar 2.6 Keadaan Protokol AX.25 untuk multi link [12]	17
Gambar 2.7 Format Protokol Link AX.25 yang digunakan dalam komunikasi paket radio [12]	17
Gambar 2.8 Format Data UART RS-232.....	19
Gambar 2.9 Transmisi Serial.....	20
Gambar 2.10 <i>Asynchronous Transmission</i>	21
Gambar 2.11 Bagian-bagian dari Raspberry Pi B+.....	25
Gambar 2.12 Road Map Penelitian VmeS [3]	26
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> tahapan penelitian	30
Gambar 3.2 Rangkaian Modem FSK Menggunakan IC TCM3105[3].....	32
Gambar 3.3 Bentuk Fisik Modem FSK Menggunakan IC TCM3105	32
Gambar 3.4 Konfigurasi hardware terminal.....	33
Gambar 3.5 Diagram alir <i>software</i> pada terminal	34
Gambar 3.6 Cara kerja terminal saat berfungsi sebagai pengirim	35
Gambar 3.7 Cara kerja terminal saat berfungsi sebagai penerima.....	35
Gambar 4.1 Sinyal Clock pada Modem FSK.....	37
Gambar 4.2 Sinyal Output pada Modem FSK	38
Gambar 4.3 Sinyal UART dan sinyal output FSK [3]	39
Gambar 4.4 Konfigurasi alat untuk pengujian SNR terhadap performa modem [3]	40
Gambar 4.5 GUI aplikasi untuk analisa kesalahan [3].....	41
Gambar 4.6 Bentuk spektrum sinyal pada pengujian SNR [3]	41

Gambar 4.7 Grafik kesalahan data terhadap THD+N [3].....	43
Gambar 4.8 Tampilan aplikasi pengirim data pada gateway.....	44
Gambar 4.9 Tampilan data yang diterima pada terminal menggunakan aplikasi hyperterminal.....	44
Gambar 4.10 Konfigurasi hardware untuk pengukuran daya terminal	45
Gambar 4.11 Skema pengukuran waktu kirim terminal.....	46
Gambar 4.12 Asumsi posisi ketinggian antena terminal komunikasi	49



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Rapsberry Pi	24
Tabel 4.1 Tabel kesalahan deteksi FSK terhadap fungsi THD+N [3]	42
Tabel 4.2 Tabel efisiensi daya terminal berbasis SBC dibandingkan terminal berbasis PC	45
Tabel 4.3 Tabel hasil percobaan pengukuran waktu yang dibutuhkan untuk pengiriman pesan	47

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

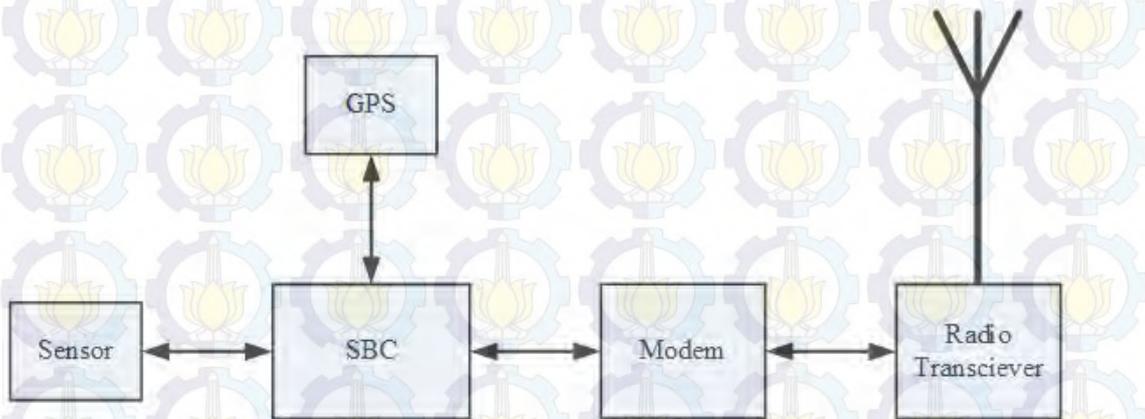
Indonesia adalah negara maritim, penduduk Indonesia yang bekerja sebagai nelayan jumlahnya cukup besar. Penggunaan sarana komunikasi pada kapal nelayan yang berukuran kecil kurang dari 30 GT (Gross Ton) masih tertinggal dibandingkan dengan kapal yang besar dengan ukuran lebih dari 300 GT [1]. Pada kapal ukuran besar tersebut telah menggunakan sarana komunikasi satelit dan peralatan komunikasi yang canggih.

Komunikasi satelit menggunakan VMS (Vessel Monitoring System) pada kapal berukuran besar merupakan solusi yang tepat untuk dapat berkomunikasi pada saat di laut, tetapi untuk penerapannya masih membutuhkan biaya yang relatif besar. Teknologi selain VMS seperti AIS (Automatic Identification System) juga masih membutuhkan biaya yang cukup besar. Untuk mengatasi masalah biaya tersebut maka VMeS (Vessel Messaging System) dapat digunakan sebagai alternatif sarana komunikasi untuk kapal nelayan yang sedang di laut dengan biaya yang lebih terjangkau untuk nelayan.

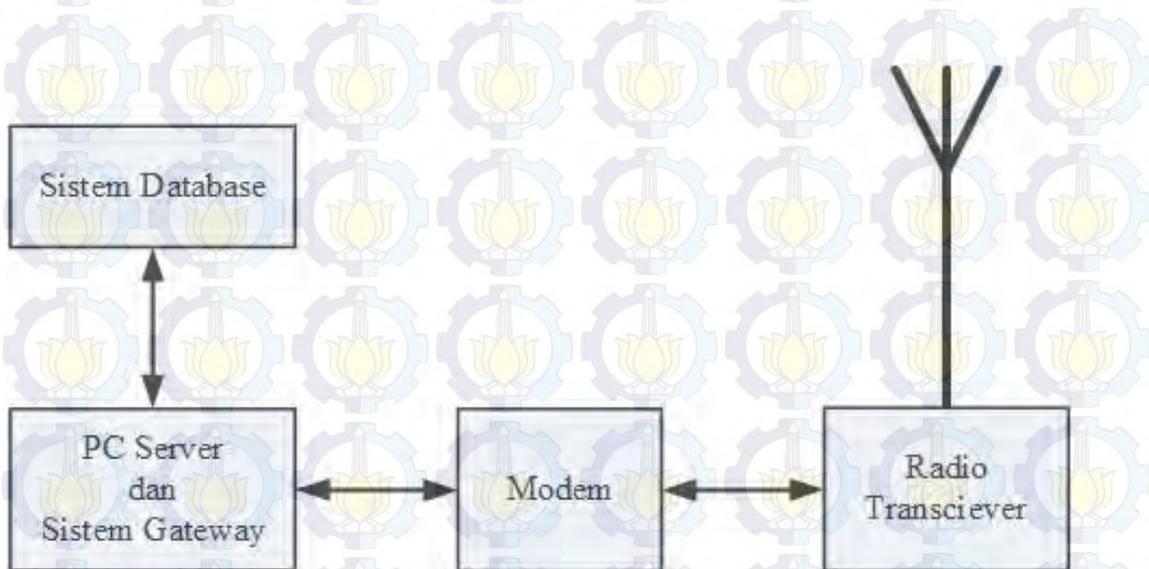
VMeS (Vessel Messaging System) merupakan komunikasi berbasis radio untuk mengirimkan pesan antara VMeS terminal kapal di laut dengan VMeS gateway di darat. VMeS terdiri dari dua blok sistem yaitu VMeS gateway dan VMeS terminal yang terhubung dengan melalui gelombang radio pada kanal VHF. Arsitektur sistem untuk VMeS gateway dan VMeS terminal secara umum sama yaitu terdiri dari antenna VHF, modem VHF, terminal. VMeS terminal berperan sebagai VMeS mobile station dimana VMeS terminal akan bergerak dan dilengkapi dengan GPS (Global Positioning System) untuk mengetahui posisi mobile station. VMeS Gateway berfungsi sebagai VmeS Base Station untuk mengontrol sisi VMeS terminal dimana ada tambahan database untuk mendata seluruh VMeS terminal yang ada dalam jangkauan VMeS BS [1].

VMeS adalah sebuah sistem komunikasi yang mampu menyampaikan pesan secara dua arah. Dalam komunikasinya, teknologi VMeS ini menggunakan

perantara frekuensi radio, yang diharapkan mampu mencapai wilayah yang tidak masuk ke dalam cakupan area BTS (base transmission station) pada sistem komunikasi seluler. Sistem VMeS dapat diilustrasikan seperti bagan di bawah ini.



Gambar 1.1 Diagram blok terminal VMeS



Gambar 1.2 Diagram blok gateway VMeS

Dalam sistem ini, data dikirimkan oleh terminal yang dimodulasi dan demodulasi oleh modem dan dikirimkan oleh radio. Modem yang digunakan adalah modem khusus yang didesain untuk sistem komunikasi ini. Di sisi base station, data yang diproses akan dimasukkan ke sistem database [2].

VMeS dirancang dengan menggunakan gelombang radio pada frekuensi VHF [1] untuk menyampaikan informasi secara dua arah. Informasi yang dikirimkan dapat berupa data kapal, data kondisi lingkungan di sekitar kapal, dan

data peringatan tanda bahaya. Dengan demikian para nelayan bisa memberikan informasi tentang kejadian-kejadian di lingkungan sekitar kapal yang sedang mereka gunakan, misalnya ada kecelakaan kapal, tindak pencurian ikan oleh kapal nelayan asing. Informasi yang diberikan oleh nelayan tersebut bisa diteruskan ke pihak yang berwenang sehingga apabila terjadi hal-hal yang tidak diinginkan di laut dapat cepat direspon dan ditanggulangi.

Pada penelitian sebelumnya terminal VMeS menggunakan sebuah personal computer (PC) dan modul modem FSK IC-TCM3105 [3]. Sehingga jika ditinjau dari sisi pengadaan *hardware* membutuhkan biaya yang relatif besar jika dibanding dengan menggunakan SBC. *Single Board Computer* (SBC) merupakan sebuah komputer lengkap yang dibangun pada sebuah *Printed Circuit Board* (PCB). Seperti halnya sebuah komputer pada umumnya dalam sebuah SBC sudah terdapat *microprocessor* dengan *Random* dapat membuat sistem berperilaku sesuai dengan yang diharapkan. Kendali komputer digunakan di banyak area aplikasi seperti, otomasi pabrik, proses kendali, robotika, sistem otomotif dan lainnya. Pada penelitian ini akan digunakan Raspberry Pi yaitu SBC (*Single Board Computer*) sebagai terminal, sehingga dapat menekan biaya pengadaan *hardware* yang dibutuhkan dalam perancangan. Di sisi lain penggunaan SBC juga dapat mengurangi konsumsi daya listrik yang dibutuhkan secara signifikan.

1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah dari penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana perancangan modem dan terminal komunikasi data VMeS menggunakan SBC?
- b. Bagaimana karakteristik modem yang digunakan?
- c. Bagaimana karakteristik terminal yang dirancang?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian terminal komunikasi data VMeS (Vessel Messaging System) pada Jaringan Ad Hoc untuk kapal nelayan adalah sebagai berikut:

- a. Pada penelitian ini perancangan terminal menggunakan SBC (*Single Board Computer*) dan modem FSK yang menggunakan IC-TCM3105.
- b. Hasil rancangan berupa sebuah prototype.
- c. Pengujian akan dibahas pada sisi terminal.
- d. Pengujian dilakukan pada kanal VHF (Very High Frequency).

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Menghasilkan *prototype* terminal komunikasi data VMeS (*Vessel Messaging System*) SBC (*Single Board Computer*) Raspberry Pi, yang nantinya dapat diterapkan pada kapal nelayan dengan biaya yang terjangkau oleh nelayan.
- b. Mengetahui karakteristik modem yang digunakan.
- c. Mengetahui karakteristik terminal komunikasi yang dirancang.

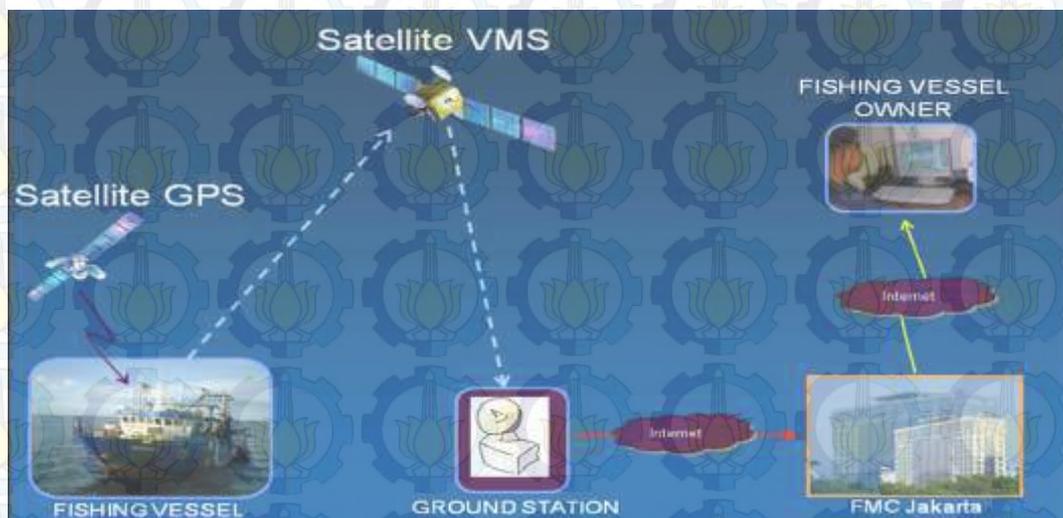
1.5 Manfaat Penelitian

Dari usulan penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi keilmiah pada *prototype* terminal komunikasi data VMeS (*Vessel Messaging System*) pada kapal nelayan dan khususnya yang menggunakan *prototype* ini adalah sebagai pertimbangan dan perbandingan dengan *prototype* yang sudah ada.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Vessel Monitoring System (VMS)*

Sistem pemantauan kapal perikanan/*Vessel Monitoring System (VMS)* adalah sebuah program pengawasan kegiatan perikanan, yang menggunakan peralatan yang terpasang di kapal perikanan memberikan informasi mengenai kegiatan dan posisi kapal [4]. Pada Gambar 2.1 di bawah ini merupakan skema jaringan VMS.



Gambar 2.1 Skema Jaringan VMS [4]

Berdasarkan peraturan menteri kelautan dan perikanan Nomor PER.05/MEN/2007, penyelenggaraan sistem pemantauan kapal perikanan/*Vessel Monitoring System (VMS)* bertujuan untuk:

1. Meningkatkan efektivitas pengelolaan sumberdaya ikan melalui pengendalian dan pemantauan terhadap kapal perikanan;
2. Meningkatkan efektivitas pengelolaan usaha perikanan yang dilakukan oleh perusahaan perikanan;

3. Meningkatkan ketaatan kapal perikanan yang melakukan kegiatan penangkapan dan/atau pengangkutan ikan terhadap ketentuan peraturan perundang-undangan yang berlaku; dan
4. Memperoleh data dan informasi tentang kegiatan kapal perikanan dalam rangka pengelolaan sumberdaya ikan secara bertanggung jawab dan berkelanjutan [5].

Teknologi VMS memiliki fungsi dalam menyediakan informasi umum dalam laporan data VMS seperti *unit identifier* (ID *transmitter* kapal), tanggal dan waktu, serta garis lintang dan bujur. Penyediaan informasi mengenai posisi kapal menggunakan sistem GPS. GPS yang telah terintegrasi dengan unit dapat menentukan posisi secara langsung termasuk laporan posisinya, atau sistem satelit yang dapat menentukan posisi dengan mengukur pergeseran sinyal *Doppler* yang dikirim dari unit di atas kapal (perubahan frekuensi dari gelombang ketika *emitted electromagnetic* penerima yang berada dalam gerakan relatif terhadap satu sama lain) [6].

Peralatan kapal (*transmitter*) yang mengirimkan laporan posisi dan informasi dalam beberapa cara. Sistem satu arah secara otomatis mengirimkan laporan dalam *pra-interval* yang telah ditetapkan, dan dapat juga mengirimkan informasi tambahan. Sistem dua arah, laporan juga dikirim secara otomatis dalam *pra-interval* yang ditetapkan. pusat pemantauan perikanan memungkinkan untuk meminta informasi dari kapal, termasuk laporan posisi kapal yang terbaru atau status peralatan, dan juga mengubah interval pelaporan. Arah pergerakan dan kecepatan kapal dapat dihitung secara langsung dan dikirim bersama-sama dengan laporan posisi kapal, atau dapat juga dihitung dengan *software* di pusat pemantauan perikanan, yang berdasarkan waktu dan jarak antara posisi laporan. Jenis *transmitter* yang paling banyak digunakan dalam program ini termasuk VMS Argos *transmitters*, Inmarsat-C dan Inmarsat-D+ *transceivers*, Qualcomm unit (EutelTRACS dan Boatracs), dan Orbcomm sistem. Kebanyakan dari peralatan ini merupakan integrasi dari GPS untuk mendapatkan posisi [6].

Sistem komunikasi membawa laporan posisi dan pesan lainnya dari peralatan yang berada di atas kapal, melalui ruang angkasa dan jalur darat, menuju pusat pemantauan perikanan. *Provider* yang menggunakan segmen ruang angkasa dalam program VMS di bidang perikanan adalah Argos, dan Inmarsat-C dan Inmarsat D+. Sistem Argos (CLS) memiliki orbit satelit di daerah kutub dan dioperasikan oleh *National Oceanic and Atmospheric Administration USA*. Orbital satelit di daerah kutub memberikan cakupan pengawasan yang baik pada daerah lintang tinggi, dan prosesnya satu arah, dari kapal langsung ke pantai. Inmarsat-C dan Inmarsat D+ menggunakan satelit *geostationary* sepanjang khatulistiwa, memberikan wilayah cakupan pengawasan hampir global dua arah. Karena lokasi satelit di khatulistiwa, maka tidak dapat melakukan cakupan pada wilayah lintang tinggi. Inmarsat menawarkan beberapa jenis layanan komunikasi, tetapi Inmarsat-C dan Inmarsat D+ adalah yang paling sesuai untuk aplikasi VMS karena biaya-efektif untuk pesan *teks* dan paket data [6].

Pusat pemantauan perikanan/*Fisheries Monitoring Centre* (FMC) adalah sebuah pusat yang memantau dan menerima laporan yang dikirimkan melalui *transmitter* dan kemudian menyimpannya ke dalam *database* dari semua kegiatan kapal penangkap ikan yang telah menggunakan sistem VMS. Pengawas di FMC mengawasi seluruh kegiatan penangkapan dari monitor dan dianalisis jika terjadi indikasi pelanggaran untuk segera diambil tindakan. FMC merupakan lokasi yang aman dimana hanya personil atau petugas pengawasan yang berwenang yang dapat mengakses data VMS [4].

2.2 Perangkat Radio Maritim

Perangkat radio maritim harus memenuhi ketentuan internasional yaitu *International Maritime Organization* (IMO), *International Telecommunication Union* (ITU), *International Electrotechnical Commission* (IEC), *Safety Of Life At Sea* (SOLAS), *European Committee on Post and Telecommunications* (CEPT) dan *Federal Communications Commission* (FCC).

2.2.1 Definisi

Perangkat Radio Maritim Non GMDSS (Global Maritime Distress and Safety System) adalah perangkat komunikasi yang bekerja pada pita frekuensi maritim yang berfungsi untuk telekomunikasi radio teleponi.

Perangkat Radio Maritim GMDSS adalah perangkat radio yang memenuhi ketentuan sistem komunikasi global dalam dunia pelayaran (maritim) yang berlaku diseluruh dunia baik menggunakan jaringan teristerial (radio) maupun satelit, yang memungkinkan kapal dalam keadaan marabahaya (kecelakaan, tenggelam, dsb) dapat mengirimkan pesan peringatan/marabahaya (*distress*) dalam bentuk teleponi atau *digital selective calling* (DSC) melalui berbagai sistem komunikasi radio secara otomatis ke seluruh kapal dan *Base/Coastal Station* yang berada dekat dengan tempat kejadian atau ke otoritas kelautan yang berwenang [14].

2.2.2 Karakteristik Teknis

Untuk perangkat pemancar radio HF, VHF, UHF penetapan frekuensinya harus ditetapkan dengan perangkat khusus (Pemrograman oleh Vendor/Pabrikan, tidak oleh pemakainya) sesuai frekuensi yang ditetapkan dalam izin.

A. Perangkat Radio Maritim Non GMDSS

1. Pemancar Radio VHF

a. Frekuensi kerja Marine Band

- *Ship Station* : 149.30 – 163.75 MHz

- *Base/Coastal Station* : 149.30 – 163.75 MHz

- *Handy Talky/Portable Radio* : 155 – 163 MHz

b. *Spurious Emission* : 0,1 μ W (-70dB)

c. Stabilitas Frekuensi : \pm .10 ppm, opt 5 ppm

d. *RF Carrier spacing* : 12,5, KHz dan 25 KHz

f. Sistem modulasi : FM

g. *Deviation modulasi* : \pm 5 KHz

h. *Audio Distortion (ref.1000Hz)* : < 5%

i. *Transmitter Power Class*

- *Ship Station* : 25 Watt \pm 10%

- *Base/Coastal Station* : 25 – 50 Watt \pm 10%
- *Handy Talky/Portable Radio* : 1 – 5 Watt \pm 10%
- j. Perbedaan spasi Duplex Tx/Rx : 4.5 MHz
- k. Klas Modulasi : G3EJN (F3B) atau 16K0G3E (G3E)

2. Pemancar Radio MF/HF

- a. Frekuensi kerja *Marine Band* : 1.6 MHz - 30 MHz
- b. *Spurious Emission* : - 60 dB/PEP (*peak emission power*)
- c. Stabilitas Frekuensi : 0.35 ppm
- d. *RF Carrier resolution* : 100 Hz
- e. Sistem modulasi : AM, USB
- f. *Deviation modulasi* : 30%
- g. *Audio Distortion (ref.1KHz/USB/14mv)* : < 0.5%
- h. *Transmitter Power Class*
 - *Base Station* : 250 W, 500 W 1000 W
 - *Ships Station* : 100 W, 150 W, 250 W, 500 W
- i. Klas Modulasi : Telephoni mode J3E atau H3E

B. Perangkat Radio Maritim GMDSS

1. Pemancar Radio VHF

- a. Frekuensi kerja *Marine Band*
 - *Ship Station* : 149.30 – 163.75 MHz
 - *Base/Coastal Station* : 149.30 – 163.75 MHz
 - *Handy Talky/Portable Radio* : 155 – 163 MHz
- b. *Distress Frekuensi (Ch 70 DSC)* : 156.525 MHz
- c. *Spurious Emission* : 0,1 μ W (-70dB)
- d. Stabilitas Frekuensi : \pm 10 ppm, opt 5 ppm
- e. *RF Carrier spacing* : 12.5, KHz dan 25 KHz
- f. Sistem modulasi : FM
- g. *Deviation modulasi* : \pm 5 KHz
- h. *Audio Distortion (ref.1000Hz)* : < 5%
- i. *Transmitter Power Class*

- *Ship Station* : 25 Watt \pm 10%
- *Base/Coastal Station* : 25 – 50 Watt \pm 10%
- *Handy Talky/Portable Radio* : 1 – 5 Watt \pm 10%

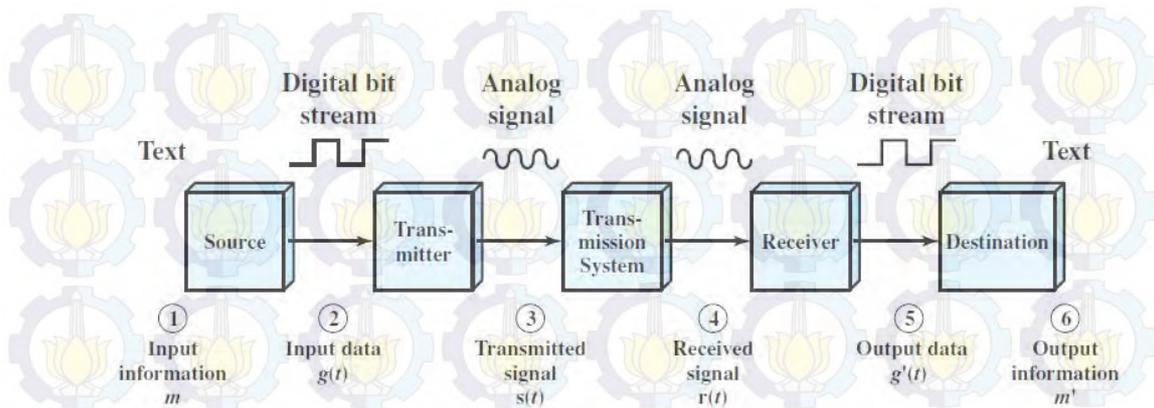
- j. Perbedaan spasi *Duplex Tx/Rx* : 4.5 MHz
- k. Klas Modulasi : G3EJN (F3B) atau 16K0G3E (G3E)
DSC G2B atau 16K0G2B

2. Pemancar Pemancar Radio MF/HF

- a. Frekuensi kerja *Marine Band* : 1.6 MHz - 30 MHz
- b. *Distress* Frekuensi (DSC) : 2187.5 KHz, opt. 4207.5 KHz, 6312 KHz,
8414.5 KHz, 12577 KHz, 16804.5 KHz.
- c. *Spurious Emission* : - 60 dB/PEP (*peak emission power*)
- d. Stabilitas Frekuensi : 0.35 ppm
- e. *RF Carrier resolution* : 100 Hz
- f. Sistem modulasi : AM, USB
- g. *Deviation modulasi* : 30%
- h. *Audio Distortion (ref.1KHz/USB/14mv)* : < 0.5%
- i. *Transmitter Power Class*
 - *Base Station* : 250 W, 500 W 1000 W
 - *Ships Station* : 100 W, 150 W, 250 W, 500 W
- j. Klas Modulasi : *Telephoni mode* USB (J3E) atau HEJ
DSC mode CW (A1A)

2.3 Komunikasi Data

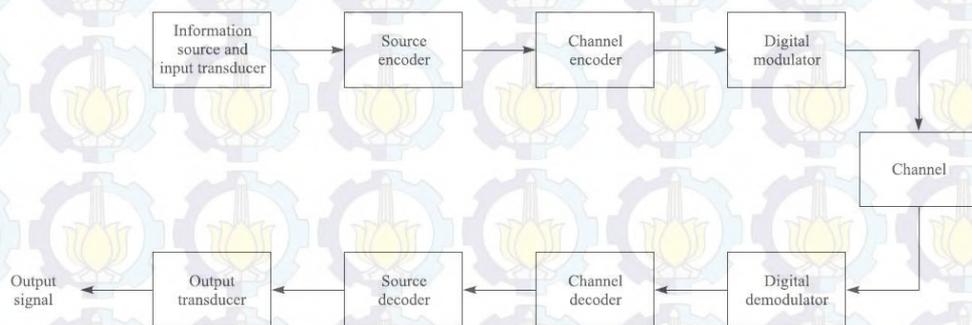
Komunikasi data adalah merupakan bagian dari telekomunikasi yang secara khusus berkenaan dengan transmisi atau pemindahan data dan informasi diantara komputer dan piranti yang lain dalam bentuk digital yang dikirimkan melalui media komunikasi data. Data berarti informasi yang disajikan oleh isyarat digital. Komunikasi data merupakan bagian vital dari suatu masyarakat informasi karena sistem ini menyediakan infrastruktur yang memungkinkan komputer dengan komputer maupun dengan piranti lain dapat berkomunikasi satu sama lain.



Gambar 2.2 Model Komunikasi Data yang Disederhanakan [7]

Adapun komponen dari komunikasi data adalah sebagai berikut:

- Pengirim, adalah piranti yang mengirimkan data.
- Penerima, adalah piranti yang menerima data.
- Data, adalah informasi yang akan dipindahkan.
- Media pengiriman, adalah media atau saluran yang digunakan untuk mengirimkan data.
- Protokol, adalah aturan-aturan yang berfungsi untuk menyelaraskan hubungan.

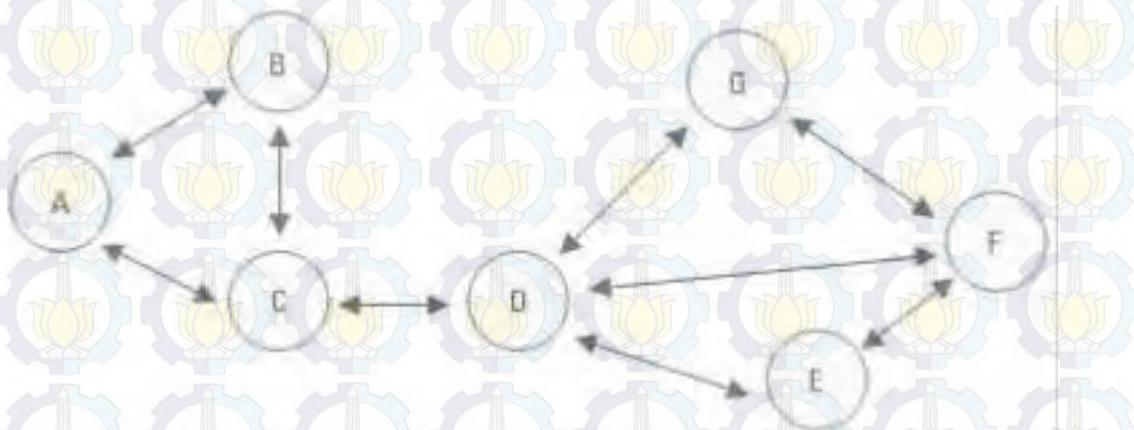


Gambar 2.3 Elemen-Elemen Dasar Sistem Komunikasi Digital [8]

2.4 Jaringan *Wireless Ad Hoc*

Jaringan *Wireless* terdiri dari dua model yaitu *fixed* dan *mobile*. Jaringan *Fixed wireless* tidak mendukung *mobility*, dan kebanyakan adalah *point to point* (seperti *microwave network* dan *geostationary satellite network*). Lain halnya dengan jaringan *mobile wireless* yang sangat dibutuhkan oleh pengguna yang bergerak. Jaringan *mobile* dibagi dalam dua kategori utama yaitu jaringan yang memiliki infrastruktur (*selular*) dan jaringan yang tidak memiliki infrastruktur. Jaringan yang tak memiliki infrastruktur ini yang biasanya disebut dengan jaringan *ad hoc*.

Jaringan *ad hoc* untuk suatu tujuan diartikan sebagai suatu jaringan tanpa infrastruktur dimana masing-masing node adalah suatu router bergerak yang dilengkapi dengan *transceiver wireless*. Pesan yang dikirim dalam lingkungan jaringan ini akan terjadi antara dua node dalam cakupan transmisi masing-masing yang secara tidak langsung dihubungkan oleh *multiple hop* melalui beberapa node perantara [3].



Gambar 2.4 Struktur dasar jaringan *ad hoc*[3]

Sebuah protokol *routing* untuk jaringan *wireless ad hoc* sangat diperlukan pada proses komunikasi antara beberapa node, untuk mengirimkan paket data melalui satu atau beberapa node menuju alamat tujuan dimana topologi jaringan selalu berubah. Protokol rute yang dibangun harus dapat mencari rute alternatif untuk mengatasi masalah ketika terjadi rute error sehingga node tidak memulai proses pencarian rute dari awal. Selain itu, sistem komunikasi kapal laut yang

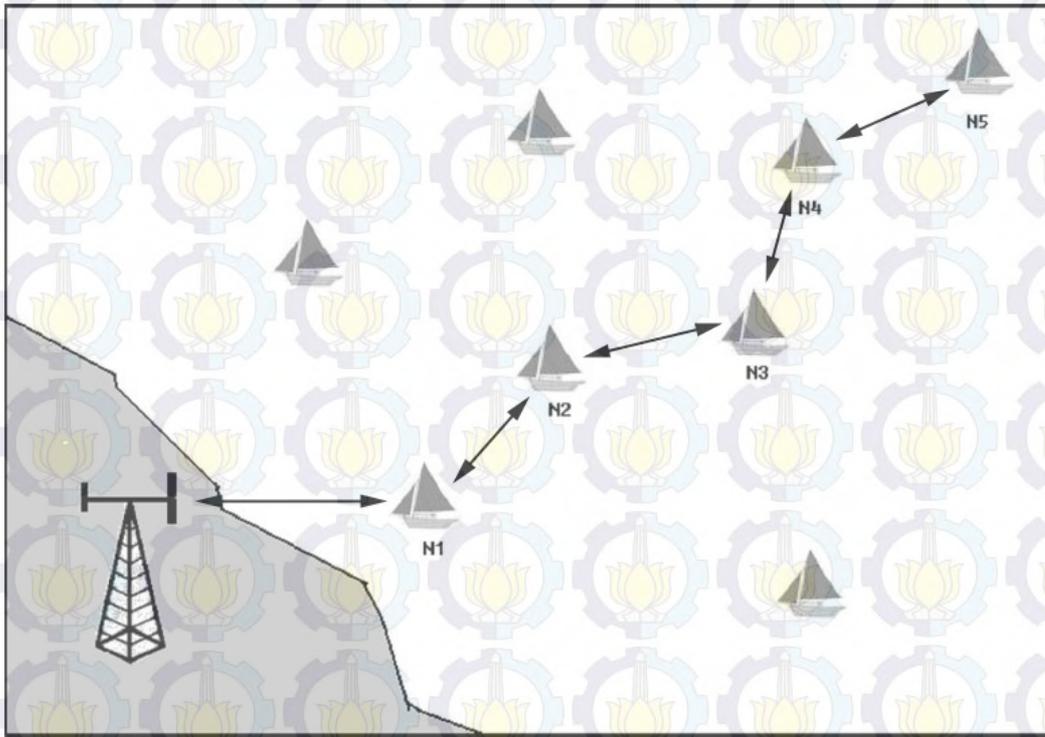
menggunakan kanal VHF memiliki jumlah kanal terbatas dan bitrate yang rendah (1200 bps) [9].

Sistem jaringan ad hoc pada umumnya memiliki kemampuan untuk membangun rute secara mandiri. Namun dengan beberapa pertimbangan teknis sistem ad hoc bisa juga dijadikan sistem yang komunikasi datanya terkontrol dari pusat. Untuk membangun protokol komunikasi data maka perlu mempertimbangkan beberapa aspek seperti kecepatan pengiriman data (*bitrate*), jumlah trafik yang ditawarkan, ketersediaan kanal komunikasi, jarak antar masing-masing titik client yang ada di dalam jaringan, dan proses untuk menangani *multiple acces*.

Dasar dari pengembangan ini karena kecepatan komunikasi data melalui kanal radio terbatas yaitu sebesar 1200 bps atau sekitar 120 karakter per detik sehingga proses '*flooding* paket data' untuk memperbaharui tabel routing sebaiknya dihindari. Di atas kapal pada saat ini sudah dirasa perlu untuk memasang GPS dimana GPS selain untuk navigasi pada saat berada di atas kapal juga dapat pula dimanfaatkan untuk memperbarui tabel routing dan untuk monitoring posisi.

Pada komunikasi data kesalahan satu bit dalam satu paket data dapat mengakibatkan dibuangnya seluruh paket data sehingga paket data yang dikirimkan dibuat tidak terlalu panjang supaya bila ada kesalahan data yang dibuang juga tidak banyak. Namun paket yang terlalu pendek juga tidak akan efisien karena satu paket juga memerlukan rangkaian bit sinkronisasi dan overhead yang berupa pengalamatan dan untuk kontrol kesalahan paket.

Pada proses *multiple access* digunakan metode *Time Division Multiple Access* (TDMA) dengan menyisipkan slot-slot waktu tertentu untuk registrasi *client* disela-sela waktu untuk menginterogasi *client-client* yang sudah terdaftar. Fungsi dari registrasi *client* adalah untuk menyisipkan *client* baru pada daftar *pooling* TDMA dan untuk membuang *client* dari tabel *routing* apabila sudah kembali ke daratan. *Client-client* yang sedang berlayar diharapkan dapat selalu terpantau sampai mereka kembali ke daratan. Dalam proses *pooling* ini juga dapat diterapkan metode prediksi posisi dari laporan posisi, arah dan kecepatan terakhir. Serta dapat juga didasarkan pada laporan rencana rute pada saat sebelum melepas jangkar. Yang diilustrasikan pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Ilustrasi contoh kasus komunikasi data melalui jaringan *ad hoc*[2]

Pada gambar 2.5 diasumsikan bahwa jarak jangkauan maksimum antar *client* adalah sebagai berikut: G1 hanya bisa berkomunikasi dengan N1, N1 hanya bisa berkomunikasi dengan N2, N2 hanya bisa berkomunikasi dengan N3, begitu pula dengan N3, N4, dan N5. Pada kasus ini G1 untuk menjangkau N2 tidak dapat dilakukan secara langsung sehingga memanfaatkan N1 sebagai perantara untuk menyampaikan paket data ke N2. Begitu pula untuk mengirimkan paket data ke N5 dari G1 maka diperlukan perantara N1, N2, N3, dan N4.

2.5 *Frequency Shift Keying (FSK)*

Frequency Shift Keying (FSK) merupakan modulasi digital yang paling umum dalam spektrum radio frekuensi tinggi. *Frequency Shift Keying (FSK)* adalah teknik modulasi digital dimana pulsa-pulsa biner diubah menjadi gelombang harmonis sinusoidal. Frekuensi *mark* dinyatakan dalam logic 1 dan frekuensi *space* dinyatakan dalam logic 0.

Pada modulasi FSK, dua buah sinyal sinusoidal dengan amplitudo maksimum sama dengan A_C , dengan frekuensi berbeda, f_1 dan f_2 . Dimana frekuensi tersebut digunakan untuk merepresentasikan biner 1 dan biner 0. Secara matematis ilustrasi tersebut dapat dituliskan dalam persamaan 1a dan 1b [10].

$$S(t) = A_C \cos 2\pi f_1 t \quad \text{untuk simbol '1'} \quad (1a)$$

$$S(t) = A_C \cos 2\pi f_2 t \quad \text{untuk simbol '0'} \quad (1b)$$

Dalam BFSK, frekuensi sinyal amplitudo pembawa konstan diaktifkan antara dua nilai berdasarkan dua pesan yang mungkin, sesuai dengan biner 1 atau 0. Tergantung bagaimana variasi frekuensi yang ditransmisikan. Secara umum sinyal BFSK dapat dinyatakan dalam persamaan 2a dan 2b [10].

$$S(t) = \sqrt{\frac{2Eb}{T_b}} \cos 2\pi f_1 t, \quad 0 \leq t \leq T_b, \quad \text{untuk biner 1} \quad (2a)$$

$$S(t) = \sqrt{\frac{2Eb}{T_b}} \cos 2\pi f_2 t, \quad 0 \leq t \leq T_b, \quad \text{untuk biner 0} \quad (2b)$$

Dimana T_b adalah periode bit dari data biner, dan E_b merupakan energi sinyal yang ditransmisikan per bit.

Seperti sistem komunikasi yang lain, bandwidth merupakan hal terpenting dalam merancang pemancar FSK. Dibawah ini merupakan persamaan bandwidth FSK [10].

$$\Delta f = \frac{(f_m - f_s)}{2} = \frac{1}{4} T_b \quad (3)$$

Dimana Δf merupakan frekuensi defiasi, f_m merupakan frekuensi mark, f_s merupakan frekuensi space, dan T_b merupakan waktu 1 bit dalam satuan detik, besarnya f_m dan f_s dinyatakan dalam persamaan 4a dan 4b.

$$f_m = f_c + \Delta f = f_c + \frac{1}{4} T_b \quad (4a)$$

$$f_s = f_c - \Delta f = f_c - \frac{1}{4} T_b \quad (4b)$$

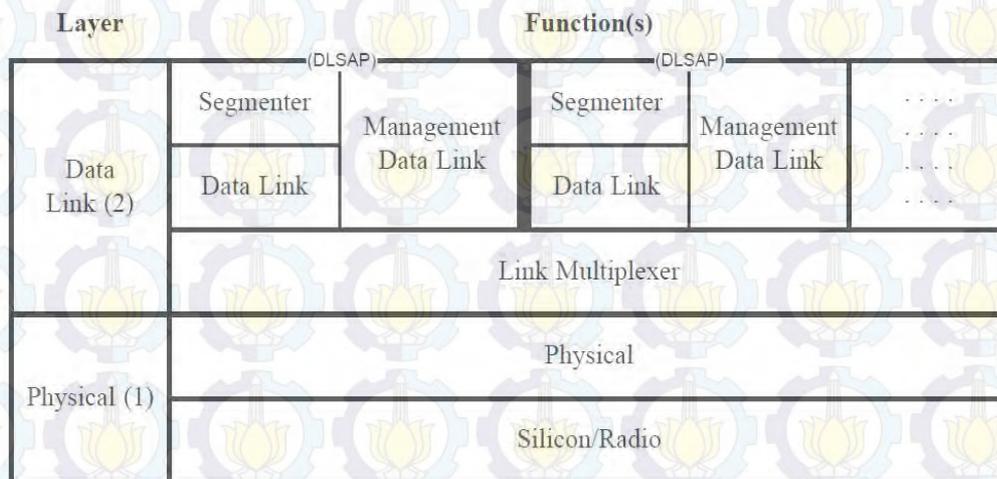
Bentuk bandwidth pada FSK ditunjukkan pada persamaan 5 dibawah ini.

$$BW = f_m + \frac{2\pi}{T_b} - \left(\frac{f_s - 2\pi}{T_b} \right) = f_m - f_s + \frac{2}{T_b} = 2 \left(\Delta f + \frac{1}{T_b} \right) \quad (5).$$

2.6 Protokol Radio AX.25

Protokol adalah sebuah aturan yang mendefinisikan beberapa fungsi yang ada dalam sebuah jaringan komputer, misalnya mengirim pesan, data, informasi dan fungsi lain yang harus dipenuhi oleh sisi pengirim dan sisi penerima agar komunikasi dapat berlangsung dengan benar, walaupun sistem yang ada dalam jaringan tersebut berbeda sama sekali. Protokol ini mengurus perbedaan format data pada kedua sistem hingga pada masalah koneksi listrik. Standar protokol yang terkenal yaitu OSI (Open System Interconnecting) yang ditentukan oleh ISO (International Standart Organization).

AX.25 adalah protokol layer 2 (merujuk pada OSI Layer Reference) yaitu Data Link Layer. Sebagai protokol layer 2 AX.25 bertanggungjawab untuk membangun link connection, menyediakan prosedur logic untuk information transfer, dan link disconnection. Sehingga AX.25 cukup lengkap untuk dijadikan contoh implementasi sebuah protokol [11]. Protokol Amatir X.25 (AX.25) adalah protokol radio turunan dari X.25 yang digunakan dalam jaringan paket radio. Untuk membangun hubungan antara dua buah terminal melalui *physical layer* dan lapisan *data link*. Protokol ini akan bekerja pada dua kondisi transmisi yaitu *half duplex* dan *full duplex*. Selanjutnya dua lapisan yang ada pada protokol ini yaitu *physical layer* dan lapisan *data link* dapat dibagi lagi ke dalam beberapa status keadaan seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.5. Keadaan yang dimaksudkan adalah mendefinisikan keadaan suatu *link* komunikasi radio untuk *multi link* [12].



Gambar 2.6 Keadaan Protokol AX.25 untuk multi link [12]

Dengan mengacu gambar 2.5 pada protokol AX.25 lapisan paling atas dari *layer 2* adalah *Data Link Access Point* (DLAP). DLAP merupakan lapisan yang akan menyediakan untuk meneruskan paket data ke *layer 3*. Pada saat terjadi transmisi data maka hubungan antara *data link* diberikan oleh lapisan *data link* dengan menggabungkan antara dua atau lebih DLAP. Kemudian *data link* akan memberikan suatu urutan bit yang dipecah menjadi beberapa blok data yang disebut *frame*.

Format protokol AX.25 pada teknologi *packet radio* ditunjukkan pada gambar 2.6 dengan memiliki maksimum 256 byte dalam satu *frame*. Pada pengiriman data kecepatan tinggi dan aplikasi TCP/IP dilakukan beberapa perubahan sehingga dimungkinkan untuk mengirim lebih dari 256 byte data dalam satu *frame*.

Flag	Address	Control	PID	Info	FCS	Flag
01111110	112/224 Bits	8/16 Bits	8 Bits	N*8 Bits	16 Bits	01111110

Gambar 2.7 Format Protokol Link AX.25 yang digunakan dalam komunikasi paket radio [12]

Frame AX.25 dimulai dan ditutup oleh *flag byte* yang berisi 01111110. *Address field* berisi alamat tujuan, alamat pengirim paket dan stasiun-stasiun yang berfungsi sebagai *relay*. Dengan menggunakan stasiun lain sebagai *relay*, maka stasiun yang digunakan sebagai *relay* tersebut dapat mengirimkan data ke tempat tujuan. Hal tersebut dikenal sebagai konsep digipeater (*digital repeater*). Pada *control field* berisi identifikasi bentuk *frame AX.25* yang dikirim. Apakah *frame* ini untuk melakukan koneksi (membuka hubungan komunikasi), koreksi (jika ada *frame AX.25* yang rusak dalam pengiriman), untuk *broadcast* dan sebagainya. *Packet ID (PID)* digunakan untuk memberitahukan jenis data yang dikirim, apakah data berbentuk teks, binary atau protokol lapisan *network*. *Frame Check Sequence (FCS)* digunakan oleh bagian penerima pada proses pendeteksian kesalahan.

Protokol AX.25 dalam komunikasi data radio mempermudah pengguna untuk berkomunikasi data secara langsung dengan menggunakan program *hyperterminal* dan pengguna tidak perlu repot dengan masalah *acknowledgement* karena sudah ditangani oleh *terminal node controller (TNC)*. Untuk melakukan komunikasi data yang dapat dikontrol secara langsung oleh *software* lebih fleksibel apabila menggunakan protokol lapisan yang lebih bawah. Sebagian besar TNC mendukung penggunaan *keep it simple and stupid (KISS)* sebagai protokol pada lapisan bawah untuk mengirimkan datagram secara langsung dari komputer/mikrokontroler. *KISS frame* ini sudah dilengkapi dengan proses deteksi kesalahan. *KISS frame* ini juga digunakan untuk komunikasi data secara langsung dengan menggunakan protokol TCP/IP.

2.7 Komunikasi Serial

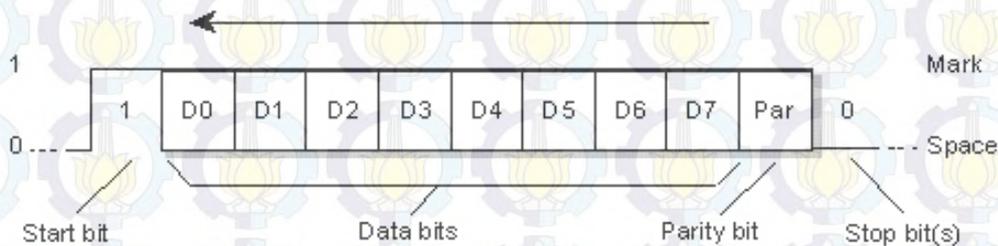
Komunikasi secara serial (*serial communications*) merupakan cara menghantar data yang lebih mudah dibandingkan komunikasi paralel (*parallel communications*) disebabkan sistem komunikasi paralel terlalu mahal untuk kegunaan jarak jauh. Data yang bernilai 8 bit di simpan di shift register dan dikirim secara satu bit demi satu bit ke tujuannya. Biasanya *shift register* tersebut berbentuk sebuah IC yang digunakan khas untuk komunikasi serial yang disebut UART

(*Universal Asynchronous Receiver Transmitter*). Mode Komunikasi serial yang bisa dilaksanakan seperti *simplex*, *half duplex*, dan *full duplex*.

2.7.1 Protokol UART pada RS-232

Protokol komunikasi serial pada RS-232 merupakan sebuah protokol standar yang digunakan pada komunikasi serial asinkron, ini merupakan protokol primer yang digunakan pada jalur modem. Satu *frame* dalam protokol serial asinkron adalah satu paket bit yang lengkap dan tidak dapat dipecah-pecah. Satu *frame* terdiri atas informasi (data atau karakter) dan juga *overhead* (*start bit*, *parity*, dan *stop bit*) [3].

Pada protokol serial asinkron seperti RS-232, *frame* terdiri atas satu *start bit*, tujuh atau delapan *data bit*, dan *stop bit*. *Timing diagram* pada sebuah *frame* RS-232 terdiri atas satu *start bit*, tujuh *data bit*, satu *parity*, dan dua *stop bit* seperti pada gambar 2.7 struktur dari *frame* harus sesuai antara pemancar dan penerima sebelum saluran komunikasi dibuka [3].



Gambar 2.8 Format Data UART RS-232

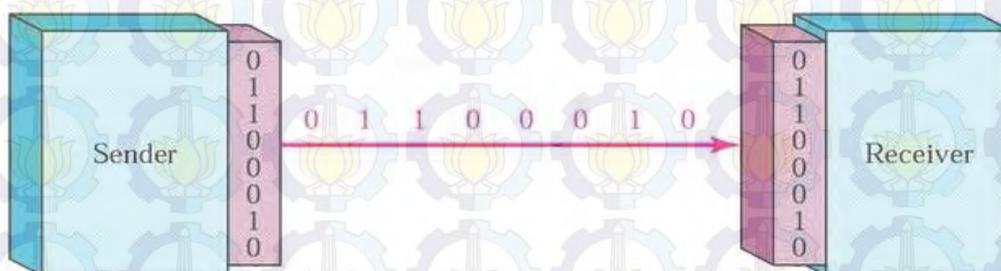
Start bit digunakan sebagai penanda awal dari *frame* sedangkan *stop bit* digunakan sebagai penanda akhir dari sebuah *frame*. *Parity* digunakan untuk mendeteksi kesalahan pada transmisi. Untuk *parity checking* genap, jumlah logika 1 pada data ditambah dengan bit *parity* harus sama dengan sebuah angka genap. Untuk *parity* ganjil, penjumlahan tersebut harus menghasilkan sebuah angka ganjil. Bit *parity* digunakan untuk mendeteksi adanya kesalahan pada data yang ditransmisikan. Sebelum mengirimkan sebuah *frame*, *transmitter* membangkitkan bit *parity* sehingga *frame* memiliki *parity* genap atau ganjil. *Receiver* dan *transmitter* harus sudah memiliki persetujuan mengenai tipe *parity check* (genap

atau ganjil) yang sedang digunakan. Ketika *frame* diterima, kemudian *receiver* memeriksa *parity* dari *frame* yang diterima. Jika *parity* salah kemudian *receiver* mengetahui adanya kesalahan dalam transmisi, maka *receiver* dapat meminta *transmitter* untuk mengirim ulang *frame*. Pada kasus dimana kemungkinan error sangat kecil, *parity bit* biasanya diabaikan [3].

Bit time merupakan satuan dasar waktu yang digunakan pada komunikasi serial, yang merupakan waktu diantara setiap bit. *Transmitter* mengeluarkan sebuah bit, menunggu satu *bit time* dan kemudian mengeluarkan bit selanjutnya. *Start bit* digunakan untuk sinkronisasi *transmitter* dan *receiver*. Setelah *receiver* mengetahui transmisi pada *start bit*, maka *receiver* menunggu satu setengah *bit time* dan kemudian mulai membaca jalur serial sekali setiap *bit time* sesudahnya. Sedangkan untuk istilah *bit rate* adalah jumlah bit yang dikirimkan dalam setiap waktu, yang dikirimkan melewati saluran serial [3].

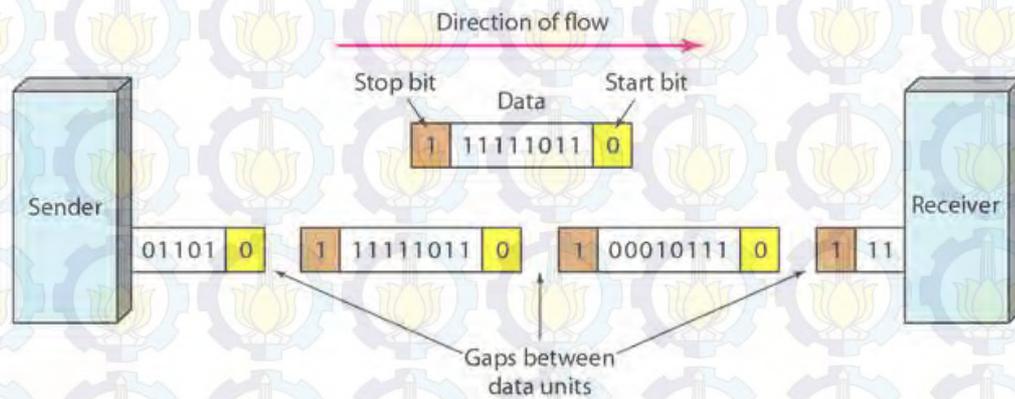
2.7.2 Transmisi Serial

Transmisi serial merupakan bentuk transmisi dimana masing-masing bit dari suatu karakter dikirimkan secara berurutan bit per bit, satu bit dikirim kemudian dilanjutkan oleh bit berikutnya, seperti pada gambar 2.8. Dalam transmisi serial *receiver* akan mengumpulkan sejumlah bit yang dikirim oleh *transmitter* untuk kemudian dijadikan satu karakter, pada sistem ASCII satu karakter diwakili 8 bit [3].



Gambar 2.9 Transmisi Serial

Asynchronous transmission merupakan bentuk transmisi serial yang dalam proses mentransmisikan data atau informasi tidak berlangsung kontinu, transmitter mentransmisikan karakter-karakter pada interval waktu yang berbeda atau bisa dikatakan tidak harus dalam waktu yang sinkron antara pengiriman satu karakter dengan karakter selanjutnya [3].



Gambar 2.10 *Asynchronous Transmission*

Setiap karakter yang ditransmisikan sebagai satu kesatuan yang berdiri sendiri, penerima harus dapat mengenali masing-masing karakter tersebut. Agar penerima bisa mengenal masing-masing karakter yang dikirim, maka pada masing-masing karakter tersebut diawali satu bit tambahan yaitu *start bit* yang berupa bit 0 dan diakhiri dengan satu bit tambahan yaitu *stop bit* yang berupa bit 1. Pada transmisi data asinkron bila terjadi kesalahan pada saat data ditransmisikan, maka hanya akan merusak satu blok data [3].

2.8 Gangguan pada Kanal Komunikasi

Dalam komunikasi data terdapat beberapa jenis gangguan yang bisa terjadi. Gangguan tersebut bisa berupa noise, interferensi, dan distorsi sinyal. Untuk mengetahui seberapa besar level gangguan terhadap sinyal yang ditransmisikan maka dapat dinyatakan dalam bentuk *Signal to Noise Ratio* (SNR), *Signal to Interference*, *Noise And Distortion* (SINAD) atau dengan *Total Harmonic Distortion plus Noise* (THD+N). THD+N adalah salah satu cara untuk menyatakan tingkat level daya gangguan yang dinyatakan dalam % [3].

Daya harmonisa merupakan daya yang ditimbulkan oleh adanya frekuensi harmonisa kelipatan dari frekuensi dasar. Sebagai contoh sinyal gelombang kotak (*square wave*) dengan frekuensi 1 kHz akan memiliki frekuensi harmonisa pada kelipatan ganjil dari frekuensi dasarnya yaitu pada 3 kHz, 5 kHz, 7 kHz, 9 kHz, dan seterusnya. *THD+N* juga sering dituliskan dalam istilah *SINAD* yang pada umumnya dituliskan dalam satuan dB. Istilah *THD+N* sering digunakan dalam tingkat gangguan pada peralatan audio hi-fi, sedangkan istilah *S/N* dan *SINAD* sering digunakan dalam telekomunikasi dimana *S/N* untuk sistem Amplitude Modulation (AM) sedangkan *SINAD* digunakan untuk sistem Frekuensi Modulation (FM) [3].

$$THD (\%) = \frac{\sum \text{daya harmonisa}}{\text{daya total}} \quad (6)$$

$$THD + N (\%) = \frac{\sum \text{daya harmonisa} + \text{daya noise}}{\text{daya total}} \quad (7)$$

$$SINAD (dB) = 10 \log \left(\frac{\text{daya sinyal}}{\sum \text{daya harmonisa} + \text{daya noise} + \text{daya interferensi}} \right) \quad (8)$$

$$S/N (dB) = \left(\frac{\text{daya sinyal}}{\text{daya noise}} \right) \quad (9)$$

2.9 Link Budget

Perhitungan link budget bertujuan untuk menghitung jangkauan radio. Komunikasi radio pada frekuensi VHF termasuk komunikasi yang dilakukan secara *line of sight* (LOS) karena gelombang radio yang dipancarkan pada frekuensi ini tidak dipantulkan oleh lapisan atmosfer bumi. Untuk komunikasi radio dengan kondisi propagasi LOS maka *link budget* idealnya dapat diformulasikan seperti pada persamaan berikut [3]:

$$P_{Rx} (dBm) = EIRP - L_{FS} + G_{Rx} - L_{Rx} \quad (10)$$

$$EIRP (dBm) = P_{Tx} - L_{Tx} + G_{Tx} \quad (11)$$

$$L_{FS} (dB) = 32,44 + 20 \log (F_{MHz}) + 20 \log (D_{km}) \quad (12)$$

dimana:

P_{Rx} = Daya yang diterima pada penerima

$EIRP$ = Daya efektif yang diradiasikan antenna

L_{Tx} = Rugi-rugi saluran transmisi pada pemancar

L_{FS} = *Free space loss* atau *path loss*

G_{Rx} = *Gain* antena penerima

L_{Rx} = Rugi-rugi saluran transmisi pada penerima

Untuk komunikasi di laut masih ada beberapa faktor lain yang perlu diperhitungkan seperti pengaruh *radio horizon* yang diakibatkan oleh pengaruh kelengkungan permukaan bumi, juga *multipath fading* yang disebabkan oleh lintasan langsung dan lintasan pantulan dari permukaan laut. Pada perhitungan ini faktor yang dianggap paling berpengaruh adalah efek akibat adanya *radio horizon*.

Jarak jangkauan radio antara dua kapal didapatkan dari *radio horizon* kapal pertama ditambah dengan jarak *radio horizon* kapal kedua. Untuk mendapatkan jarak *horizon* dapat menggunakan persamaan sebagai berikut [3]:

$$\text{Horizon}_{\text{km}} = 3,569 \sqrt{\text{tinggi antenna (dalam meter)}} \quad (13)$$

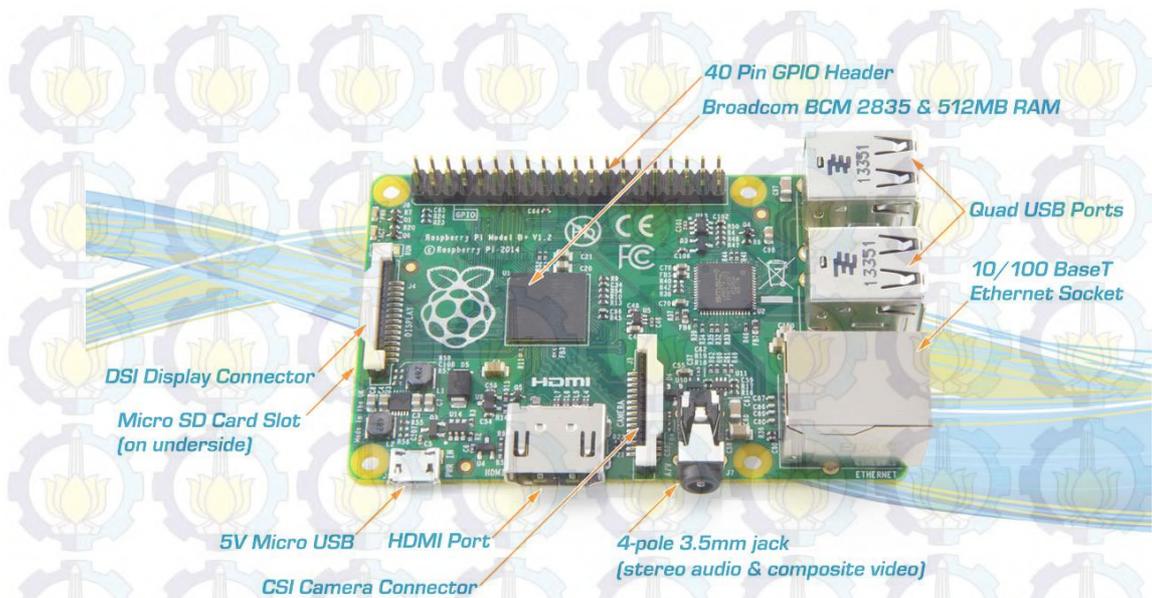
2.10 Single Board Computer (SBC) Raspberry Pi

Pada akhir tahun 2012, *Raspberry Foundation* meluncurkan produk terbarunya berupa *Single Board Computer*, komputer berukuran kecil dengan *low power consumption*, 5V 2A. *Single Board Computer* keluaran *Raspberry Foundation* ini bernama Raspberry Pi. Raspberry yang dikenal *green environment* ini dapat menjadi suatu *prototype supercomputer* dengan dibangun secara *cluster* (bisa digabung lagi untuk mendapatkan performance yang lebih baik) untuk melakukan komputasi dengan beban tertentu [13].

Raspberry Pi menggunakan System on a Chip (SoC) dari Broadcom BCM2835, juga sudah termasuk prosesor ARM1176JZF-S 700 MHz, GPU VideoCore IV dan RAM sebesar 256 MB (untuk Rev. B). Tidak menggunakan *hard disk*, namun menggunakan *SD card* untuk proses *booting* dan penyimpanan data jangka-panjang. Raspberry *Foundation* juga menyediakan distribusi Debian dan Arch Linux ARM untuk siap diunduh. Juga disediakan beberapa *tools* untuk mendukung pemrograman bahasa utama Python, yang mendukung BBC BASIC (menggunakan tiruan “Brandy Basic”) dan Perl.

Tabel 2.1 Spesifikasi Rapsberry Pi

	Model B+
Chip	Broadcom BCM2835 SoC
Core Architecture	ARM11
CPU	700 MHz Low Power ARM1176JZFS Applications Processor
GPU	Dual Core VideoCore IV® Multimedia Co-Processor Provides Open GL ES 2.0, hardware-accelerated OpenVG, and 1080p30 H.264 high-profile decode Capable of 1Gpixel/s, 1.5Gtexel/s or 24GFLOPs with texture filtering and DMA infrastructure
Memory	512MB SDRAM
Operating System	Boots from Micro SD card, running a version of the Linux operating system
Dimensions	85 x 56 x 17mm
Power	Micro USB socket 5V, 2A
Ethernet	10/100 BaseT Ethernet socket
Video Output	HDMI (rev 1.3 & 1.4) Composite RCA (PAL and NTSC)
Audio Output	3.5mm jack, HDMI
USB	4 x USB 2.0 Connector
GPIO Connector	40-pin 2.54 mm (100 mil) expansion header: 2x20 strip Providing 27 GPIO pins as well as +3.3 V, +5 V and GND supply lines
Camera Connector	15-pin MIPI Camera Serial Interface (CSI-2)
Display Connector	Display Serial Interface (DSI) 15 way flat flex cable connector with two data lanes and a clock lane
Memory Card Slot	SDIO



Gambar 2.11 Bagian-bagian dari Raspberry Pi B+

Raspberry Pi adalah platform yang sangat fleksibel, ada banyak hal yang bisa dilakukan dengan Raspberry Pi. Beberapa hal tersebut antara lain:

➤ *General purpose computing*

Kita dapat menjadikan *Raspberry Pi* sebagai komputer seperti yang biasa kita gunakan sehari-hari dengan menghubungkannya ke monitor dan mengatur tampilan grafisnya melalui *web browser*.

➤ Media belajar pemrograman

Di dalam *Raspberry Pi* sudah terdapat *interpreter* dan *compiler* dari berbagai bahasa pemrograman seperti C, Ruby, Java, Perl, dll karena sebenarnya tujuan awal *Raspberry Pi* adalah untuk belajar pemrograman.

➤ *Project platform*

Raspberry Pi mempunyai kemampuan untuk berintegrasi dengan alat-alat elektronik lain. Misalnya, *Raspberry Pi* bisa digunakan sebagai remote AC.

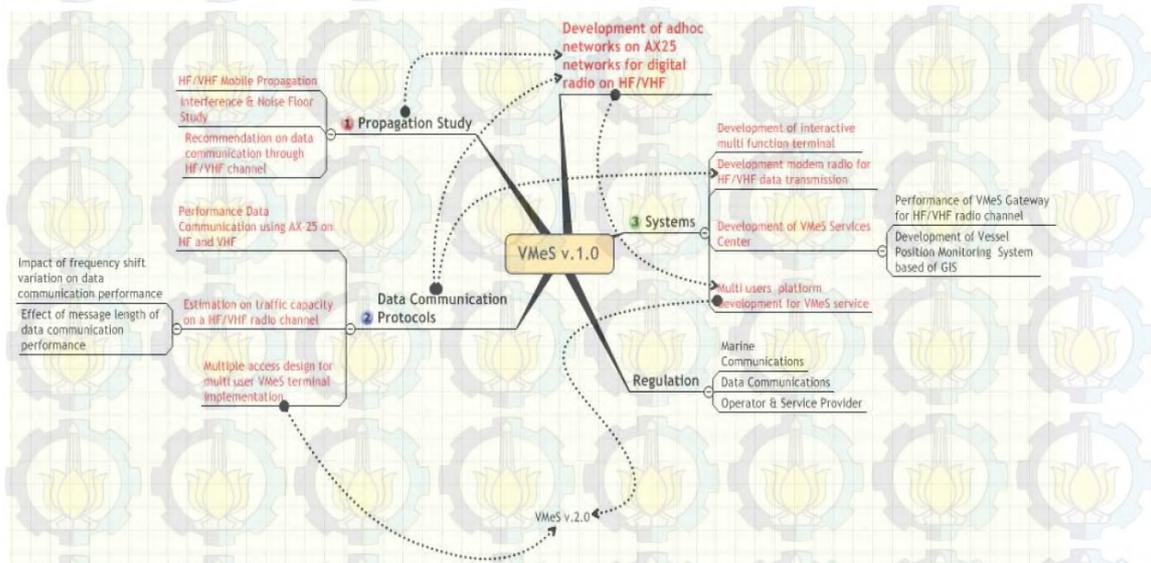
➤ Media center

Karena *Raspberry Pi* memiliki port HDMI dan audio/video maka *Raspberry Pi* dapat dengan mudah dihubungkan ke monitor. Keunggulan ini didukung oleh kekuatan prosesor *Raspberry Pi* yang cukup untuk memutar video full screen yang high definition. Selain itu, di dalam *Raspberry Pi* sendiri sudah terdapat XBMC (media player) yang mensupport berbagai macam format media file.

2.11 Penelitian Sebelumnya

Penelitian tentang *Vessel Messaging System* (VMeS) sudah dikembangkan di laboratorium jaringan telekomunikasi ITS. Sistem ini diharapkan dapat membantu penyelesaian masalah komunikasi data dari darat ke laut. Nelayan tradisional biasanya mempunyai jarak jangkauan kurang dari 200 *nautical miles*. Peralatan yang sudah ada pada kapal nelayan tradisional biasanya adalah radio komunikasi HF/VHF.

Fasilitas yang dicakup oleh sistem ini antara lain : *monitoring* posisi kapal secara periodik terkait dengan masukan sinyal GPS, permintaan dan penerimaan (*display* dan *memory*) peta data potensi ikan, pengiriman pesan pendek ke pusat kendali atau tujuan lain (jaringan GSM), pesan laporan / *log book* penangkapan dan hasilnya, pesan darurat / SOS.



Gambar 2.12 Road Map Penelitian VmeS [3]

Gambar 2.12 menunjukkan tahapan-tahapan penelitian terhadap VMeS. Penelitian-penelitian yang telah dilakukan adalah pemodelan karakteristik propagasi pada kanal HF dan VHF, dan pembuatan terminal VMeS versi 1.0, Namun, terminal yang telah dirancang belum memberikan fungsi komunikasi data (modem radio).

Penelitian sebelumnya juga sudah mengembangkan desain multiple akses untuk user VMeS, desain terminal komunikasi data yang mendukung jaringan radio

VHF *Ad-Hoc* dengan desain algoritma *routing*nya. Yang dikembangkan adalah *tesbed* sistem VMeS yang diterapkan dengan mempergunakan PC sebagai kontroler komunikasi data dan mempergunakan modem radio MFJ-1276 dan MFJ-1278.

Namun, penggunaan PC di kapal nelayan dan penggunaan modem MFJ biayanya masih cukup tinggi. Oleh karena itu diperlukan alternatif lain supaya biaya untuk komunikasi data dapat dijangkau oleh nelayan tradisional. Pada penelitian selanjutnya juga telah dikembangkan terminal VMeS menggunakan sebuah mikrokontroler dan modul modem FSK IC-TCM3105 [3].

Pada penelitian ini digunakan Raspberry Pi yaitu SBC (*Single Board Computer*) sebagai terminal dan menggunakan modem FSK IC-TCM3105, sehingga dapat lebih menekan biaya yang dibutuhkan daya juga konsumsi daya listrik yang dibutuhkan lebih kecil.



BAB 3 METODE PENELITIAN

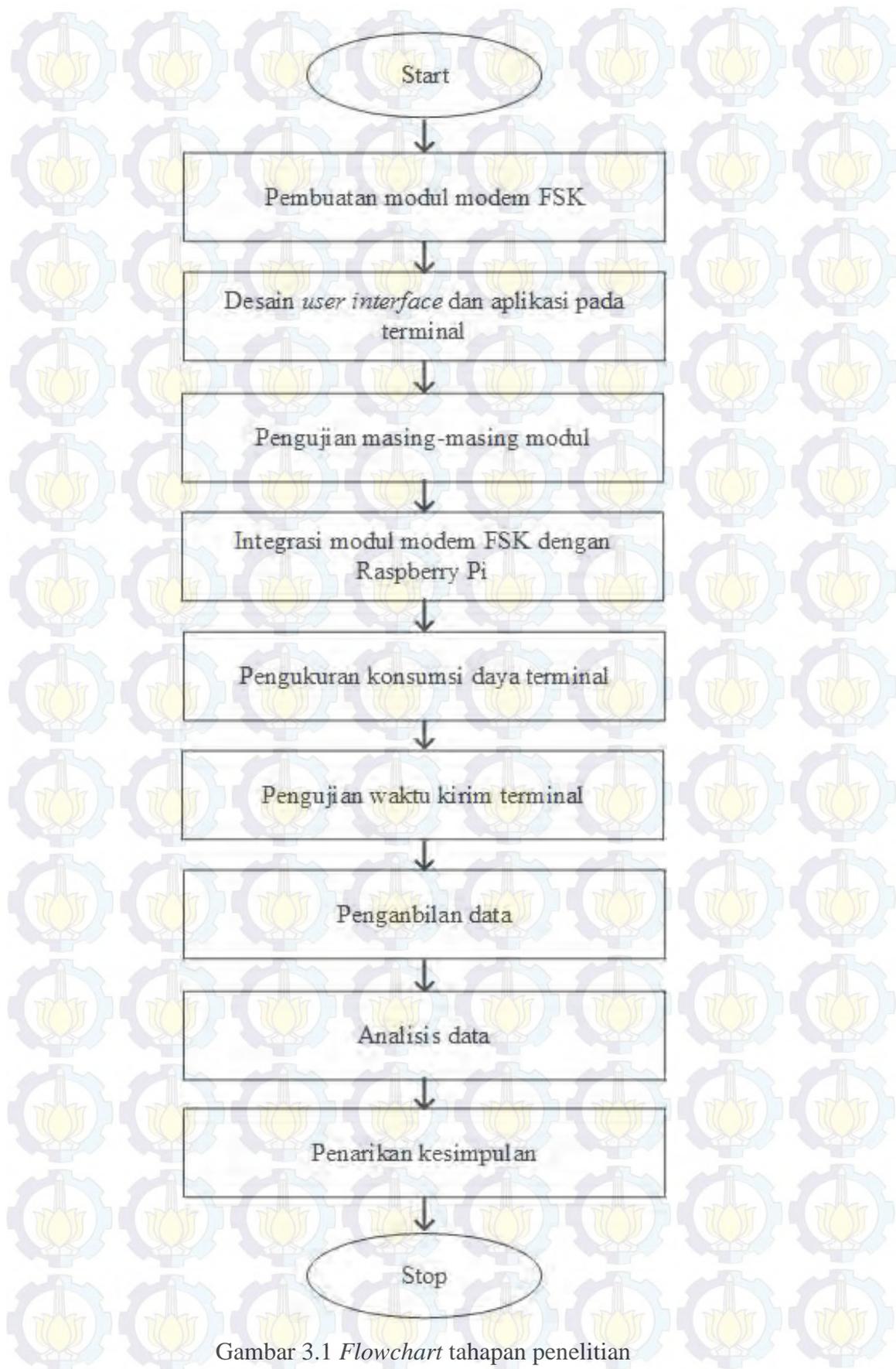
3.1 Rancangan Penelitian

Untuk dapat melakukan komunikasi data maka diperlukan sebuah terminal komunikasi data dan sebuah modem yang berfungsi untuk merubah data digital menjadi sinyal analog yang kemudian dapat dikirimkan melalui komunikasi radio. Terminal komunikasi dapat berupa sebuah *personal computer* (PC), perangkat yang berbasis mikrokontroler, dan bisa juga sebuah *single board computer* (SBC) yang perangkat ini didesain tahan dengan guncangan yang terjadi pada kondisi kapal sedang berlayar. Untuk perangkat modem pada penelitian ini menggunakan modem FSK yang dibangun dengan menggunakan IC TCM 3105

Pada penelitian ini akan dibuat rancangan (*prototype*) terminal komunikasi data VMeS berbasis pada SBC. Terminal komunikasi data yang akan dibangun nantinya akan diuji pada sistem yang memiliki *gateway* didarat yang berfungsi untuk meneruskan pesan dari darat ke laut dan sebaliknya dengan sejumlah *client* berupa terminal komunikasi data di kapal. Pada penelitian ini *client* juga akan disebut *node* apabila diposisikan sebagai titik perantara.

Penelitian ini akan dilaksanakan dengan beberapa tahapan yang dimulai dari perancangan secara umum sampai dengan uji coba pada kanal radio. Alur kegiatan penelitian ini bisa dilihat pada gambar 3.1. Penelitian ini akan diawali dengan perancangan sistem secara umum terlebih dahulu dimana pada tahap ini juga ditentukan bagaimana alat yang akan dibangun. Peralatan yang akan dibuat dalam penelitian ini diharapkan memiliki bentuk fisik yang ringkas dan dapat dioperasikan di kapal nelayan tradisional.

Untuk mendapatkan kehandalan yang cukup baik maka pengujian dilakukan pada tiap-tiap modul yang dirancang terlebih dahulu sebelum modul-modul tersebut digabungkan. Dari sisi terminal pengujian dilakukan terhadap user *interface* nya dan pengukuran waktu yang dibutuhkan untuk mengirim data. Untuk modul modem pengujian yang akan diterapkan pada unjuk kerja dengan beberapa kondisi rasio sinyal terhadap noise (SNR).



Gambar 3.1 Flowchart tahapan penelitian

Dari gambar *flowchart* tahapan penelitian diatas menjelaskan tentang langkah-langkah dalam pembuatan *prototype* terminal komunikasi data VMeS berbasis pada SBC, pengujian dan analisis unjuk dari kerja *prototype* terminal komunikasi data VMeS. Penjelasan flowchart lebih rinci sebagai berikut :

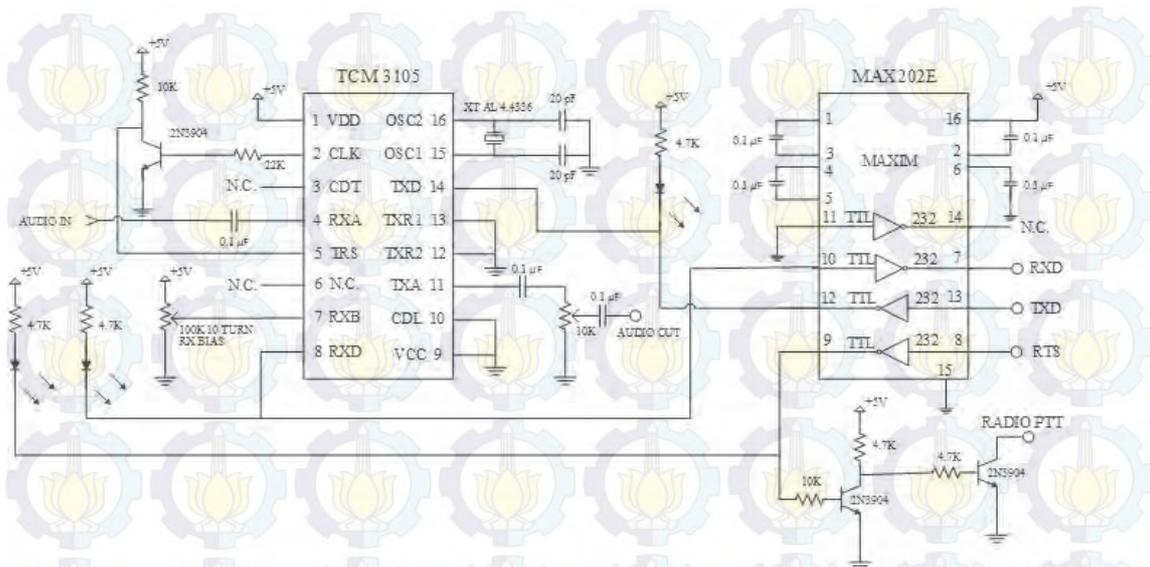
1. Pembuatan modul modem radio menggunakan IC TCM3105, pemilihan chip IC TCM3105 dikarenakan di dalamnya sudah terdapat fungsi modem yang menggunakan *time-base oscillator* kristal sehingga frekuensi yang dihasilkan lebih presisi bila dibandingkan dengan rangkaian modem yang dibangun dengan menggunakan VCO (*Voltage Controlled Oscillator*) sebagai modulator dan dengan PPL (*Phase Locked Loop*) untuk demodulatornya.
2. Pembuatan *user interface* dan aplikasi pada terminal komunikasi.
3. Pengujian modul modem dan modul terminal komunikasi.
4. Mengintergrasikan semua modul yang sudah dibuat sehingga bisa terbentuk sebuah *prototype* terminal komunikasi data.
5. Pengukuran konsumsi daya *prototype* terminal komunikasi.
6. Pengujian *prototype* terminal komunikasi berdasarkan waktu yang dibutuhkan saat melakukan pengiriman data.
7. Pengambilan data dari hasil pengujian yang dilakukan.
8. Melakukan analisa untuk data yang telah diperoleh.

3.2 Perancangan *Prototype*

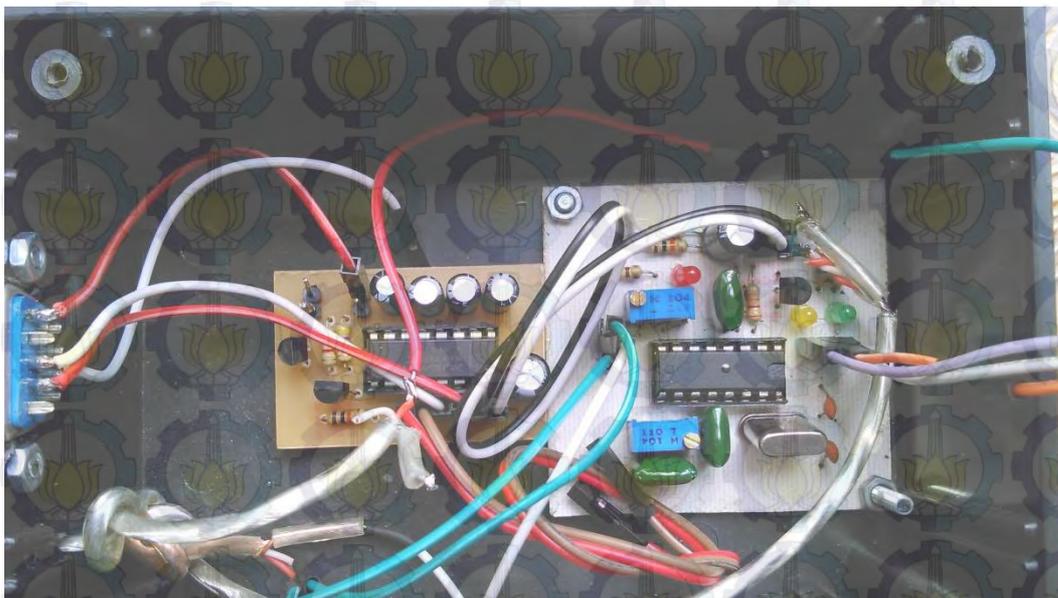
3.2.1 Perancangan Modem FSK Menggunakan IC TCM3105

Dalam merancang modem menggunakan IC TCM3105 yang terhubung ke SBC, maka diperlukan diperlukan penghubung antara level tegangan TTL dengan level tegangan RS-232. Untuk konversi tegangan maka digunakan IC MAX232 atau MAX202 yang akan merubah tegangan 0V dan 5V menjadi +10V dan -10V.

Pada level TTL logika '1' memiliki tegangan 5V dan logika '0' memiliki tegangan 0V. Pada mode RS-232 level tegangan -10V menunjukkan logika '1' dan level tegangan +10V menunjukkan logika '0'.



Gambar 3.2 Rangkaian Modem FSK Menggunakan IC TCM3105[3]



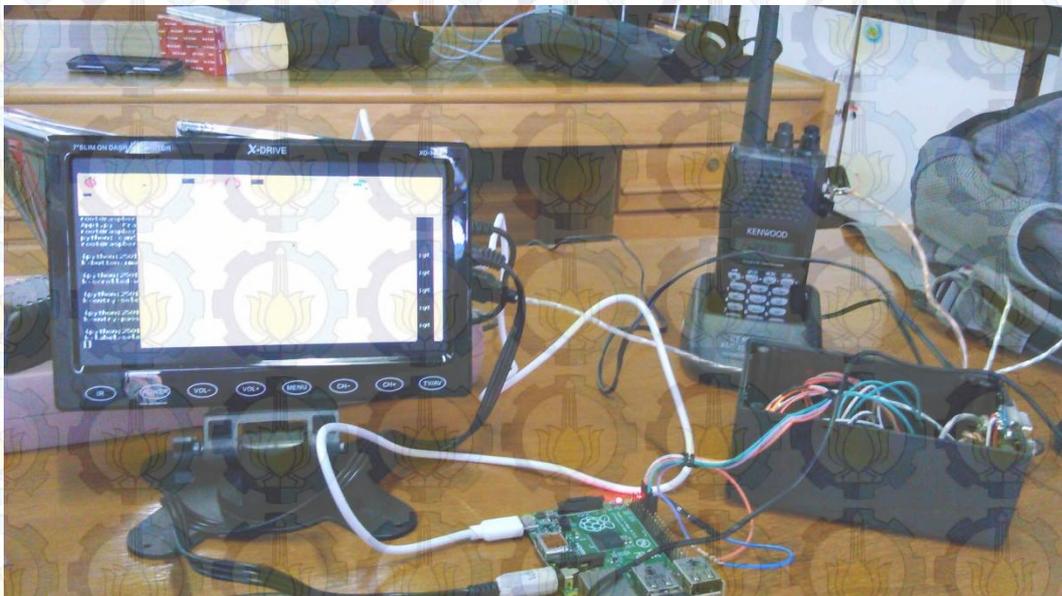
Gambar 3.3 Bentuk Fisik Modem FSK Menggunakan IC TCM3105

Untuk memastikan bahwa modem yang telah dirakit dapat berjalan dengan baik perlu dilakukan pengujian pada tiap-tiap bagian seperti bagian konverter level tegangan RS-232 ke level tegangan TTL. Pada bagian ini yang diuji adalah pengganda tegangan dari +5V menuju +10V dan pembalik dari +10V menjadi -10V. Apabila level tegangan dari konverter ini berjalan dengan baik, maka pengujian dapat dilakukan pada kaki-kaki input dan output dari blok konverter.

Pada rangkaian yang dibuat, pada level TTL-nya diberi indikator berupa lampu LED yang akan berkedip apabila ada data yang sedang lewat. Untuk menguji konversi pada level sinyal digital dapat digunakan *software Hyperterminal* dengan setting *baud rate* pada kecepatan rendah yaitu sekitar 110-330 bps. Untuk pengujian yang lebih presisi dapat dilakukan dengan *digital storage oscilloscope* (DSO) sehingga jejak sinyal yang lewat bisa direkam. Dengan DSO juga dapat diperoleh bentuk sinyal UART-RS-232, sinyal *clock* dari IC TCM3105 serta bentuk sinyal FSK-nya.

3.2.2 Perancangan Terminal

Pada perancangan terminal digunakan *Single Board Computer* (SBC) Raspberry Pi dan sebagai monitor digunakan TV portable 7 inci. Untuk desain *user interface* dan aplikasi pengirim dan penerima pesan dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman python yang bekerja pada sistem operasi wheezy-raspbian pada raspberry pi.

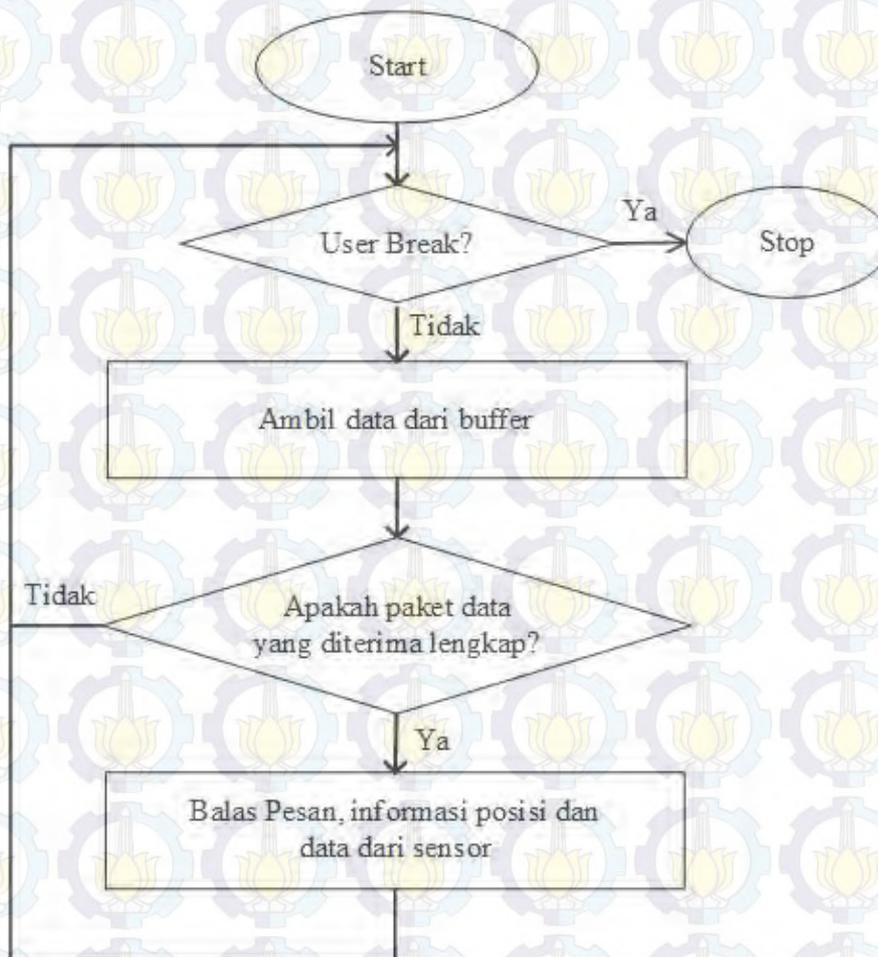


Gambar 3.4 Konfigurasi hardware terminal

3.2.3 Cara Kerja Terminal VMeS

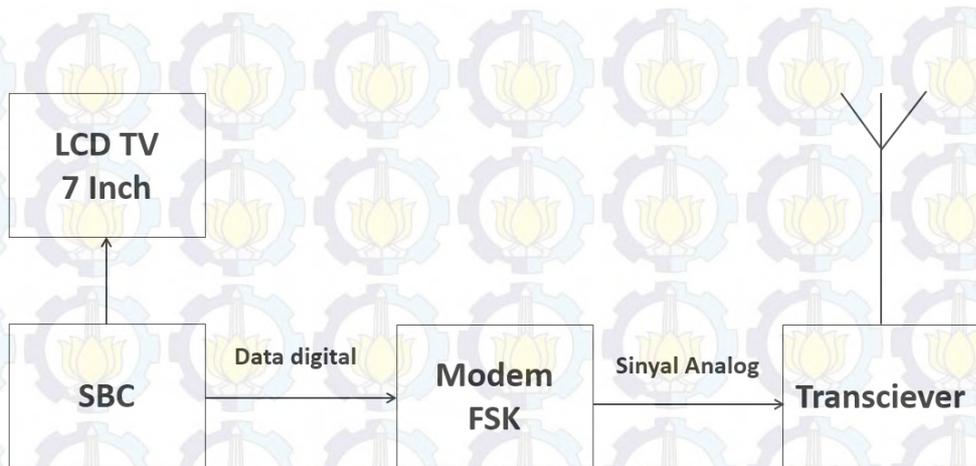
Aplikasi pada terminal VMeS yang dirancang pada tesis ini dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman python yang bisa bekerja pada sistem operasi

wheezy-raspbian yang digunakan pada raspberry pi. Terminal komunikasi yang dirancang harus dapat berfungsi sebagai pengirim sekaligus juga sebagai penerima. Untuk *flowchart* cara kerja *software* pada terminal dapat dilihat pada gambar 3.5 sedangkan untuk listing programnya dapat dilihat pada bagian lampiran.

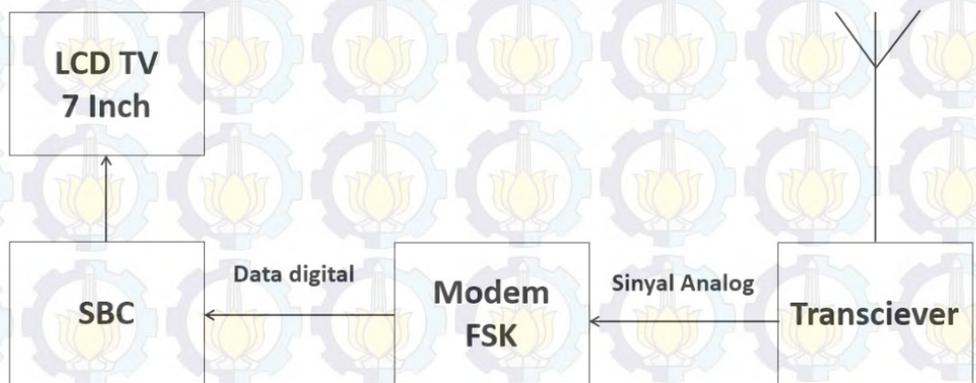


Gambar 3.5 Diagram alir *software* pada terminal

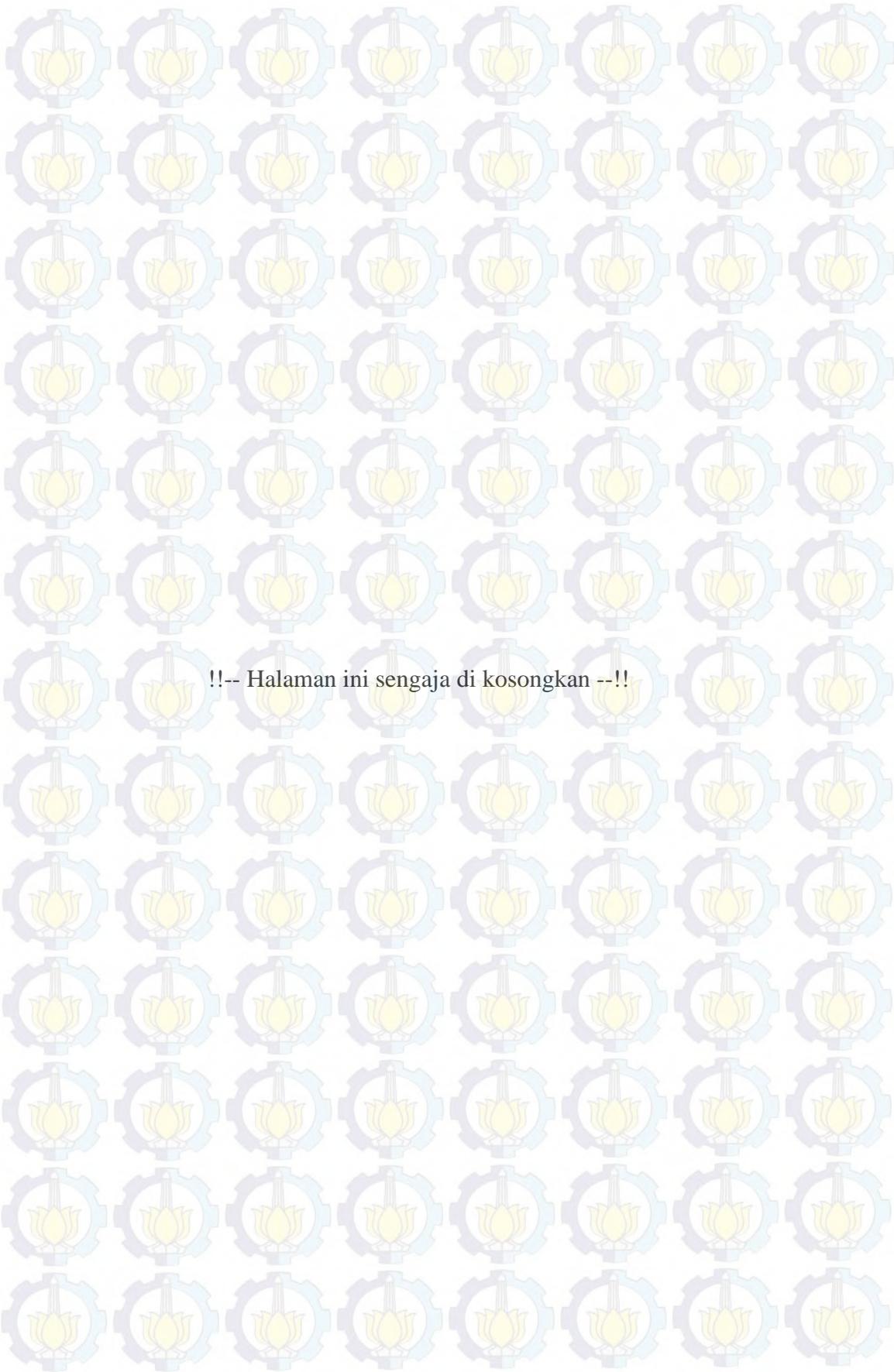
Pada program ini apabila ada data yang masuk maka akan terlebih dahulu diperiksa apakah data yang dikirim sudah lengkap atau belum dengan membandingkan antara FCS data yang dikirim oleh gateway atau terminal lain dengan FCS yang dihitung pada terminal lokal. Selanjutnya bisa mengirim balik pesan dan bisa menambahkan data-data dari GPS dan sensor-sensor yang ada di kapal.



Gambar 3.6 Cara kerja terminal saat berfungsi sebagai pengirim



Gambar 3.7 Cara kerja terminal saat berfungsi sebagai penerima



BAB 4 PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1 Pengujian Sinyal Dasar pada Modul Modem

Pengujian pada penelitian ini dilakukan melalui beberapa kali pengujian yang diawali dengan pengujian pada beberapa bagian modem IC TCM3105. Pertama dilakukan pengujian bagian konverter dari level RS-232 ke level TTL, pada bagian ini terdapat pengganda tegangan dari +5V menjadi +10V dan pembalik dari tegangan +10V menjadi -10V. Tegangan output dari konverter tersebut nantinya akan digunakan untuk transmisi sinyal RS-232 dengan menggunakan level +10V untuk logika '1' dan -10V untuk logika '0'.

Untuk menguji modem yang sudah dirakit agar dapat berfungsi dengan baik, maka dilakukan pengujian sinyal FSK yang dihasilkan oleh IC TCM3105. Gambar 4.1 dan 4.2 memperlihatkan bahwa modem FSK sudah bekerja dengan baik.



Gambar 4.1 Sinyal Clock pada Modem FSK



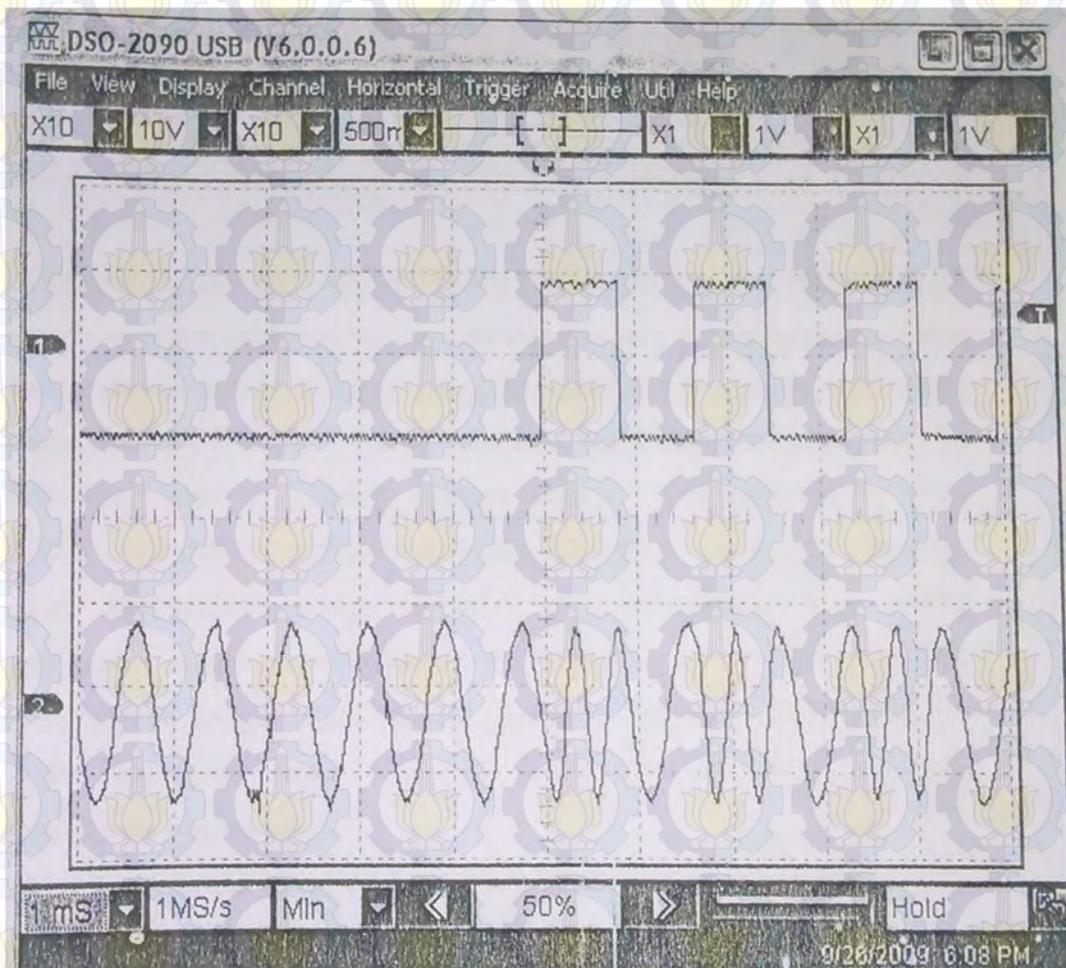
Gambar 4.2 Sinyal Output pada Modem FSK

Gambar 4.1 menunjukkan bentuk sinyal *clock* dengan frekuensi 19.11 kHz untuk FSK mode BELL202 yang dihasilkan dari pembagian frekuensi kristal osilator 4.43 MHz. Pada gambar 4.2 menunjukkan bentuk sinyal sinus pada output modem FSK pada frekuensi 1200 Hz dengan amplitude sekitar 1.6 V pp (1.4V -2.2V -3.0V). Level tegangan output FSK ini nantinya dapat digunakan untuk menentukan berapa koefisien pembagi tegangan sebelum diumpankan ke input modulator radio komunikasi [3].

Sebagai contoh apabila input audio pesawat pemancar maksimal 100 mV maka tegangan output FSK tersebut harus dimasukkan ke pembagi tegangan dengan faktor pembagi 16. Level tegangan pemodulasi ini penting untuk diperhatikan karena pada sistem modulasi frekuensi (FM) dapat menyebabkan deviasi frekuensi yang berlebihan. Pada sistem modulasi amplitudo (AM) dapat menyebabkan timbulnya frekuensi harmonis akibat distorsi sinyal (pemotongan puncak sinyal akibat kondisi saturasi) sehingga bandwidth transmisinya akan melebar melebihi batas 3 kHz [3].

Pengukuran berikutnya adalah pengukuran bentuk sinyal output FSK apabila pada modem diberikan masukan berupa data digital yang dihasilkan oleh

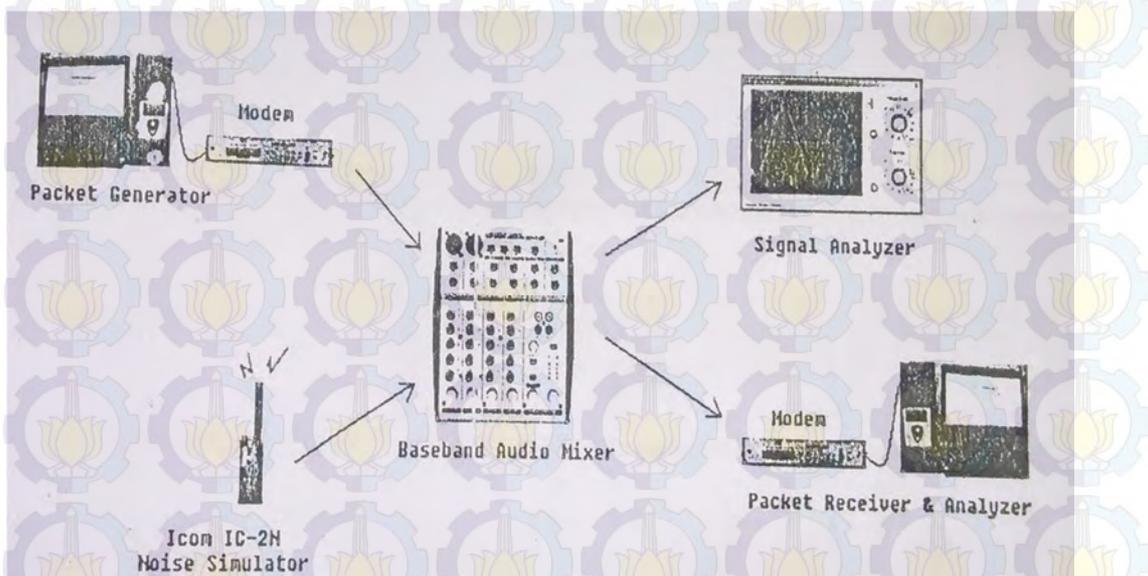
port komunikasi serial. Pada gambar 4.3 menunjukkan bahwa bila terjadi perubahan logika dari sinyal input yang tampak pada *channel 1* akan berkorelasi dengan frekuensi tone yang dihasilkan oleh modem pada *channel 2*. Dimana sinyal RS 232 pada logika '1' (-10 V) menghasilkan 1200 Hz dan pada logika '0' (+10 V) menghasilkan sinyal dengan frekuensi 2200 Hz. Pada gambar ini diambilkan bentuk sinyal karakter "U" yang pada tabel ASCII bernilai 55 hexadesimal atau 01010101 pada bilangan biner. Karakter ini nantinya akan banyak dipakai dalam beberapa pengujian selanjutnya karena karakter ini memiliki data biner 0 dan 1 secara bergantian. Dengan demikian karakter ini adalah karakter yang memiliki kemungkinan kesalahan paling tinggi saat diterima [3].



Gambar 4.3 Sinyal UART dan sinyal output FSK [3]

4.2 Pengujian SNR terhadap performa Modem

Pengujian selanjutnya adalah pengukuran performa modem terhadap noise yang ada di kanal komunikasi. Pada pengujian ini penulis mengacu pada penelitian terdahulu [3] karena rancangan modem yang dibuat sama. Untuk mengukur tingkat kesalahan data dilakukan dengan membuat program aplikasi kecil yang berfungsi membangkitkan 1000 karakter “u” dan juga berfungsi untuk menerima kembali data hasil decode setelah melewati kanal yang sengaja diberi noise dengan level tertentu.

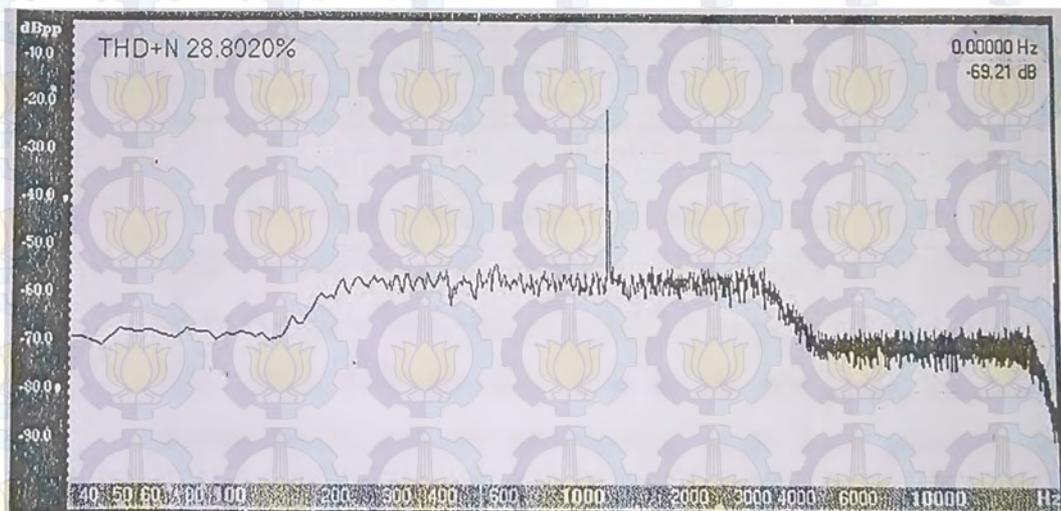


Gambar 4.4 Konfigurasi alat untuk pengujian SNR terhadap performa modem [3]

Dari hasil pengujian pengiriman 1000 karakter yang dikirimkan terjadi kesalahan 4 karakter. Kesalahan dari pengiriman data per 1000 karakter tidak terjadi pada saat level noise pada posisi $\text{THD} + \text{N} = 13\%$ (ekivalen dengan SNR sekitar 8 dB). Hasil pengujian SNR ini masih dirasa kurang bagus, hal ini kemungkinan disebabkan oleh penalaan level deteksi yang belum optimal.



Gambar 4.5 GUI aplikasi untuk analisa kesalahan [3]



Gambar 4.6 Bentuk spektrum sinyal pada pengujian SNR [3]

Pada gambar 4.6 menunjukkan sinyal FSK dan spektrum dari noise yang digunakan sebagai simulasi gangguan. Spektrum dari noise yang digunakan pada pengujian ini berkisar dari 300 Hz sampai dengan 3 kHz. Dari beberapa kali percobaan yang dilakukan pada penelitian terdahulu [3] hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.1.

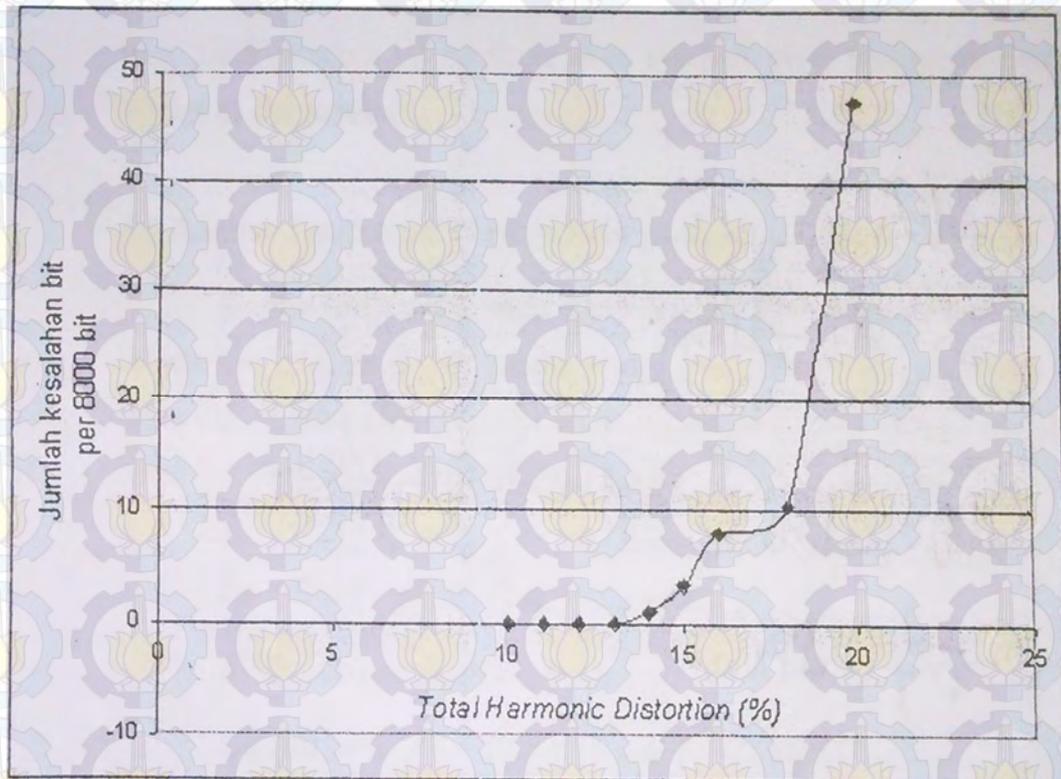
Percobaan yang dilakukan dimulai dari level THD+N sebesar 10%, 11%, 12% dan 13%. Pada percobaan dengan level THD+N sampai 13% belum ditemukan kesalahan pada saat deteksi bit di sisi penerima. Kesalahan bit mulai terjadi pada saat level noise berada pada posisi THD+N = 14%.

Tabel 4.1 Tabel kesalahan deteksi FSK terhadap fungsi THD+N [3]

THD+N	Percobaan	Kesalahan	Rata-rata kesalahan	Standar Deviasi
10	1	0	-	-
11	1	0	-	-
12	1	0	-	-
13	1	0	-	-
14	1	1	1.00	-
	2	1		
	3	1		
	4	1		
	5	1		
	6	1		
15	1	4	3.33	1.21
	2	2		
	3	2		
	4	4		
	5	3		
	6	5		
16	1	6	8.00	1.41
	2	8		
	3	9		
	4	9		
18	1	10	10.50	0.58
	2	11		
	3	10		
	4	11		
20	1	44	47.50	6.45
	2	46		
	3	57		
	4	43		

Pada gambar 4.7 menunjukkan bahwa pada saat THD+N > 13% mulai terjadi kesalahan deteksi pada modem FSK. Kesalahan deteksi akan semakin besar apabila noisenya semakin besar. Dalam pengiriman paket data, apabila tidak ada *forward error correction* (FEC), maka kesalahan 1 bit akan dapat menyebabkan kesalahan seluruh paket data. Pada penelitian ini tidak menggunakan FEC tetapi pada tahap awal menggunakan metode *checksum* seperti yang digunakan pada data

NMEA0183 supaya dapat digunakan untuk pemeriksaan kesalahan pengiriman data dari GPS. Nilai terjadinya BER ini nantinya dapat digunakan sebagai referensi jarak jangkauan terminal dalam jaringan VMeS.

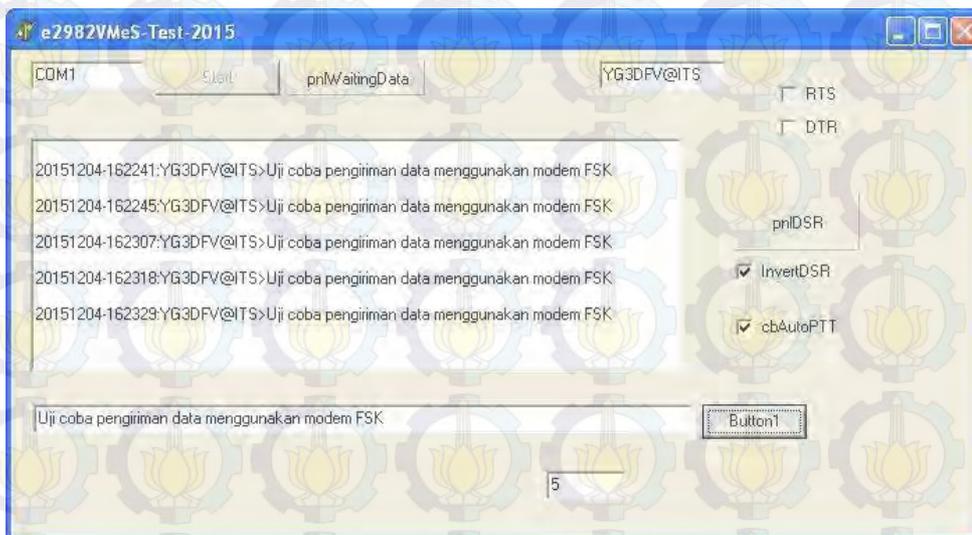


Gambar 4.7 Grafik kesalahan data terhadap THD+N [3]

Pada datasheet pesawat telekomunikasi biasanya disebutkan bahwa *signal to noise and distortion* (SINAD) sebesar 12 dB akan terjadi pada saat level daya terima sebesar 0,25 mikro Volt pada HT dan sekitar 0,1 mikro Volt pada pesawat model rig. Jarak jangkau akan dapat diprediksikan apabila digabungkan dengan penelitian tentang karakteristik kanal komunikasi radio di laut. Jarak jangkau ini nantinya akan menjadi dasar penentuan routing jaringan VMeS pada sisi *gateway*.

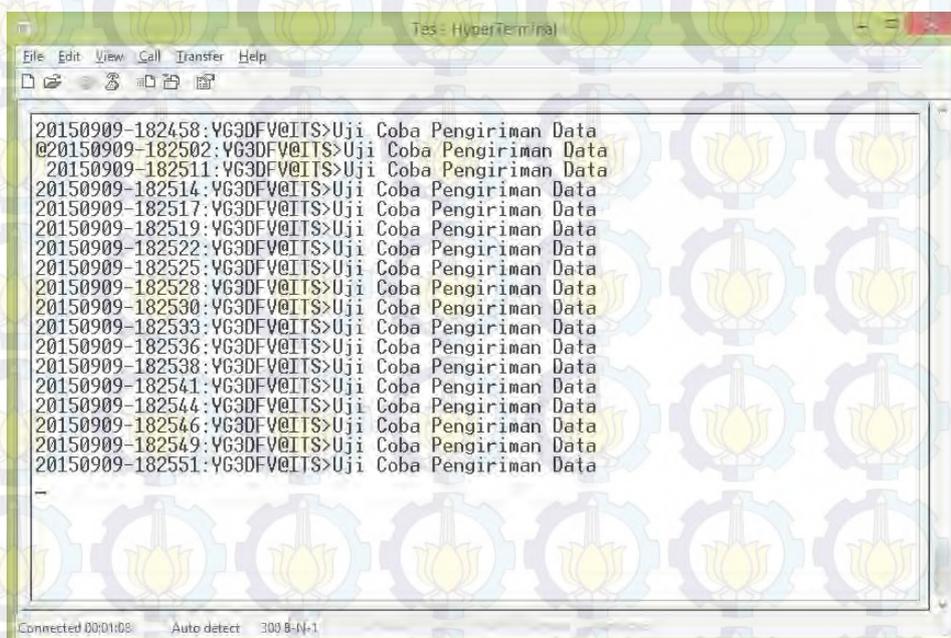
4.3 Pengujian Pengiriman Data Melalui Modem

Untuk melakukan pengujian proses pengiriman data pada modem, maka dibuat suatu aplikasi yang berfungsi mengirimkan data dari gateway ke terminal.



Gambar 4.8 Tampilan aplikasi pengirim data pada gateway

Gambar 4.8 adalah aplikasi pada sisi pemancar atau gateway yang mengirimkan data. Sedangkan pengujian pada sisi terminal penerima pada tahap awal menggunakan aplikasi hyperterminal yang dijalankan pada sebuah PC ditunjukkan pada gambar 4.9, untuk mengetahui apakah sinyal FSK yang dikirimkan dapat didemodulasi kembali ke data digital dengan baik atau tidak.



Gambar 4.9 Tampilan data yang diterima pada terminal menggunakan aplikasi hyperterminal

4.4 Pengukuran konsumsi daya terminal

Untuk mengetahui daya yang dikonsumsi oleh terminal yang berbasis SBC maka dilakukan pengukuran dengan konfigurasi alat seperti pada gambar 4.10. Pengukuran dilakukan dengan 3 jenis keadaan, yaitu pada saat terminal dalam keadaan *booting*, pada saat terminal sedang mengirim pesan, dan pada saat terminal dalam kondisi *idle*. Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 4.2. Sebagai pembandingan maka ditampilkan juga dengan konsumsi daya listrik yang dibutuhkan untuk sebuah PC, karena pada penelitian terdahulu terminal yang dirancang berbasis pada sebuah PC. Dari hasil perbandingan tersebut dapat dilihat bahwa efisiensi daya yang digunakan pada terminal meningkat secara signifikan yaitu berkisar 99%.



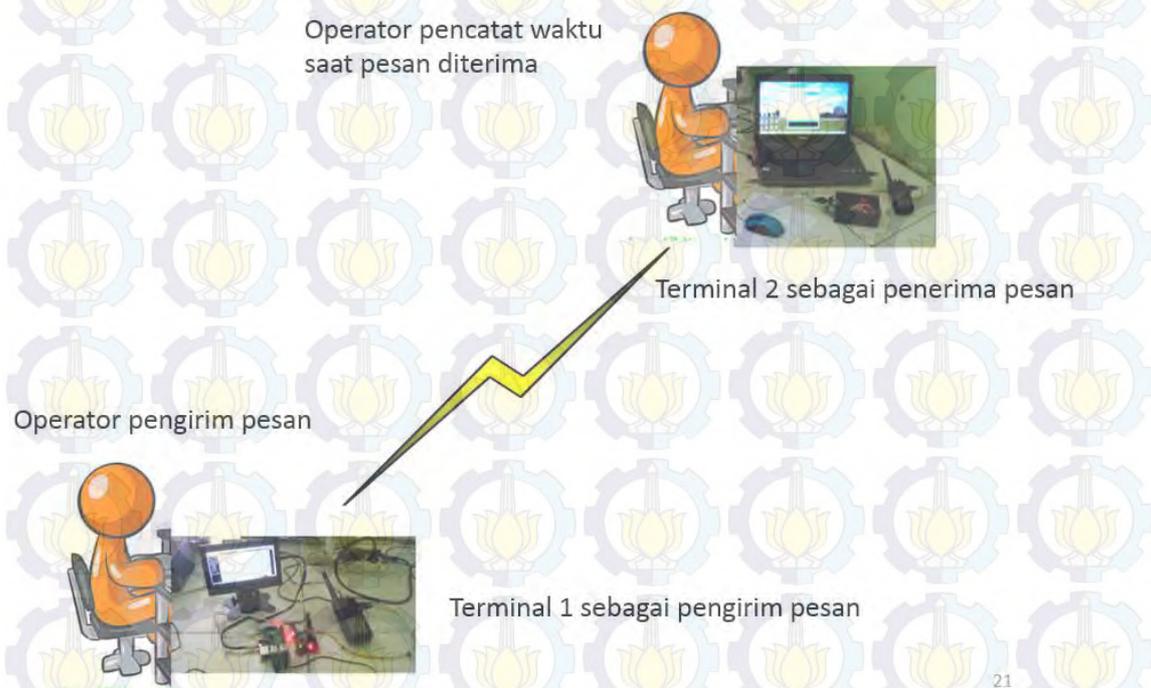
Gambar 4.10 Konfigurasi hardware untuk pengukuran daya terminal

Tabel 4.2 Tabel efisiensi daya terminal berbasis SBC dibandingkan terminal berbasis PC

No.	Jenis Keadaan	Konsumsi Daya		Efisiensi konsumsi daya pada terminal berbasis SBC
		PC	SBC	
1	Booting	150 Watt	1,4732 Watt	99,02 %
2	Kirim pesan	150 Watt	1,3689 Watt	99,08 %
3	Idle	150 Watt	1,3662 Watt	99,09 %

4.5 Pengujian Berdasarkan Waktu Kirim

Untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan pada saat terminal yang berbasis SBC mengirimkan data berupa pesan teks, maka dilakukan pengukuran waktu yang dibutuhkan terminal pengirim pada saat proses mengirim pesan sampai pesan diterima pada sisi terminal penerima. Pengukuran dilakukan di dalam ruangan dengan jarak antara terminal 1 dan terminal 2 sejauh 4 m. Untuk skema pengukuran waktu kirim dapat dilihat pada gambar 4.11.



Gambar 4.11 Skema pengukuran waktu kirim terminal

Pesan yang dikirimkan dibuat bervariasi mulai dari 10 karakter sampai 100 karakter dengan interval 10 karakter. Percobaan pengukuran dilakukan masing-masing 10 kali untuk tiap karakter yang berbeda. Kemudian hasil pengukuran yang didapat diambil rata-ratanya, sehingga terlihat waktu rata-rata yang dibutuhkan oleh terminal untuk mengirim pesan pada jumlah karakter yang berbeda-beda. Untuk lebih detailnya hasil pengukuran waktu kirim bisa dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Tabel hasil percobaan pengukuran waktu yang dibutuhkan untuk pengiriman pesan

No.	Jumlah pesan dalam karakter	Waktu yang dibutuhkan pada masing-masing percobaan dalam detik										Rata-rata waktu yang dibutuhkan dalam detik
		Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Percobaan 4	Percobaan 5	Percobaan 6	Percobaan 7	Percobaan 8	Percobaan 9	Percobaan 10	
1	10	1,7	1,6	1,4	1,8	1,7	1,7	1,7	1,8	1,7	1,9	1,7
2	20	1,6	1,8	1,8	1,8	2	2,1	2	2	1,8	2,1	1,9
3	30	2,5	2,9	2,8	2,7	2,8	2,8	2,8	2,6	2,7	2,8	2,74
4	40	2,9	2,7	2,7	2,8	3,2	2,7	2,7	3	2,8	2,8	2,83
5	50	2,9	2,8	2,7	2,8	2,9	2,8	2,9	2,8	3,1	2,8	2,85
6	60	3	2,8	2,8	3	2,9	2,9	2,9	2,8	2,9	3	2,9
7	70	2,8	2,8	2,9	3	2,8	2,8	2,8	2,9	2,8	2,8	2,84
8	80	3	3	2,8	2,8	2,9	2,9	2,8	3,1	2,9	3	2,92
9	90	2,9	2,9	2,9	3	2,9	2,9	3	2,8	2,9	2,9	2,91
10	100	3,1	3	2,9	2,9	2,9	3	2,9	2,9	3	3,1	2,97

4.6 Analisa Jangkauan Berdasarkan Link Budget

Apabila diasumsikan daya pancar (P_{Tx}) yang digunakan sekitar 5 watt dengan gain antenna +7dBi, rugi-rugi saluran transmisi sekitar 2 dB, sensitivitas penerima 0,25 μ V (ekivalen dengan -119 dBm) dan frekuensi 163 Mhz maka *link budget* idealnya dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$P_{Rx} \text{ (dBm)} = EIRP - L_{FS} + G_{Rx} - L_{Rx}$$

$$EIRP \text{ (dBm)} = P_{Tx} - L_{Tx} + G_{Tx}$$

$$L_{FS} \text{ (dB)} = 32,44 + 20 \log (F_{MHz}) + 20 \log (D_{km})$$

dimana:

P_{Rx} = Daya yang diterima pada penerima

$EIRP$ = Daya efektif yang diradiasikan antenna

L_{Tx} = Rugi-rugi saluran transmisi pada pemancar

L_{FS} = *Free space loss* atau *path loss*

G_{Rx} = *Gain* antenna penerima

L_{Rx} = Rugi-rugi saluran transmisi pada penerima

Daya efektif yang diradiasikan antenna dapat ditentukan sebagai berikut:

$EIRP = P_{Tx} - \text{rugi-rugi saluran} + \text{gain antenna}$

$$= 37 \text{ dBm} - 2 \text{ dB} + 7 \text{ dB}$$

$$= 42 \text{ dBm}$$

$P_{Rx} \text{ minimal} = \text{Sensitivitas penerima} + L_{Rx} - G_{Rx}$

$$= -119 \text{ dBm} + 2 \text{ dB} - 7 \text{ dB}$$

$$= -124 \text{ dBm}$$

$L_{FS} \text{ maksimum} = EIRP - P_{Rx} \text{ minimal}$

$$= 42 - (-124)$$

$$= 166 \text{ dB}$$

Dengan menggunakan persamaan rugi-rugi propagasi (*path loss*) maka jarak maksimum yang dapat diperoleh adalah sebagai berikut:

$$L_{FS} \text{ maksimum} = 32,44 + 20 \log (F_{MHz}) + 20 \log (D_{km})$$

$$166 = 32,44 + 20 \log (163) + 20 \log (D_{km})$$

$$166 = 32,44 + 44,24 + 20 \log (D_{\text{km}})$$

$$20 \log (D_{\text{km}}) = 166 - 32,44 - 44,24$$

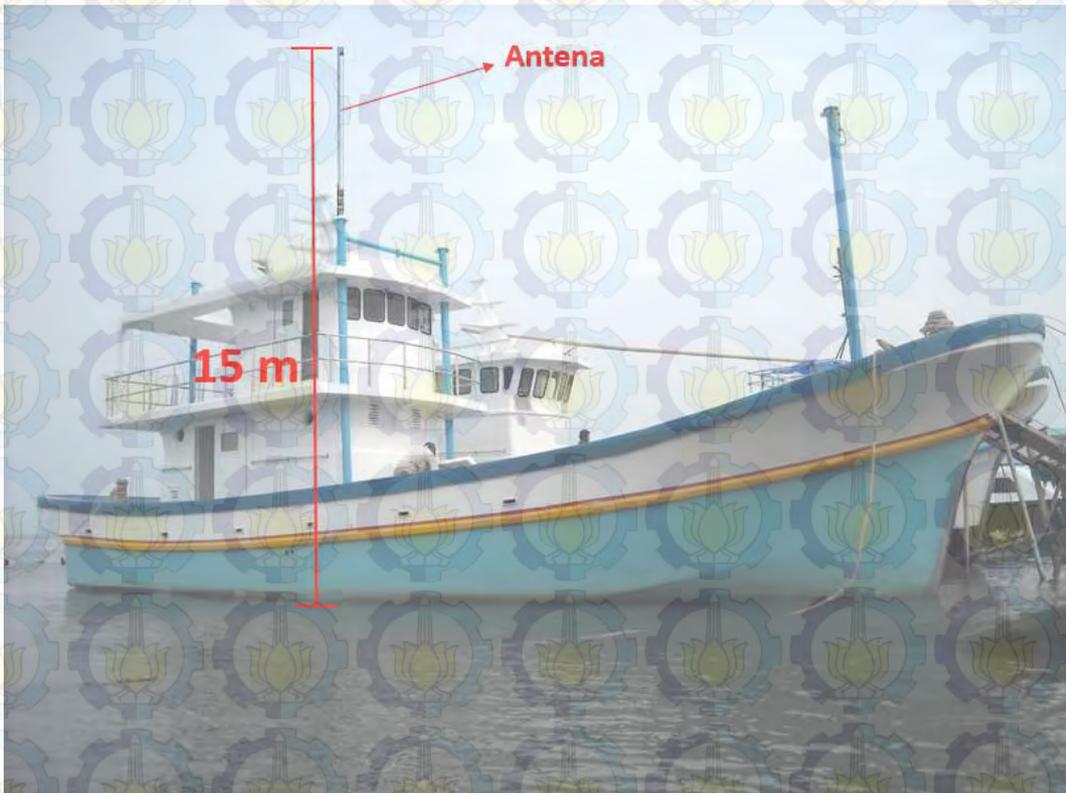
$$\log (D_{\text{km}}) = 89,32 / 20$$

$$D_{\text{km}} = 10^{4,466}$$

$$D = 29.241,52 \text{ km}$$

Jarak jangkauan radio antara dua kapal didapatkan dari *radio horizon* kapal pertama ditambah dengan jarak *radio horizon* kapal kedua. Untuk mendapatkan jarak *horizon* dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Horizon}_{\text{km}} = 3,569 \sqrt{\text{tinggi antena (dalam meter)}}$$



Gambar 4.12 Asumsi posisi ketinggian antena terminal komunikasi

Apabila diasumsikan ketinggian antena pada kapal adalah 15 meter, maka jarak *radio horizon* setiap kapal adalah:

$$\text{Horizon}_{\text{km}} = 3,569 \sqrt{15} = 13,82 \text{ km}$$

Sebagai referensi lain, sistem komunikasi data pada band VHF secara LOS adalah sistem komunikasi satelit ORBCOMM yang bekerja pada frekuensi 148 MHz, dengan daya pancar sebesar 5 watt (+37 dBm) digunakan untuk menjangkau satelit yang berjarak 700 km sampai dengan 2500 km. Apabila pada terminal digunakan transceiver dengan daya yang lebih besar maka akan didapatkan jarak jangkauan yang lebih jauh lagi.

BAB 5

PENUTUP

Pada bab ini akan diuraikan beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari pembahasan sebelumnya dan saran mengenai masalah yang bisa dibahas sebagai kelanjutan dari penelitian ini.

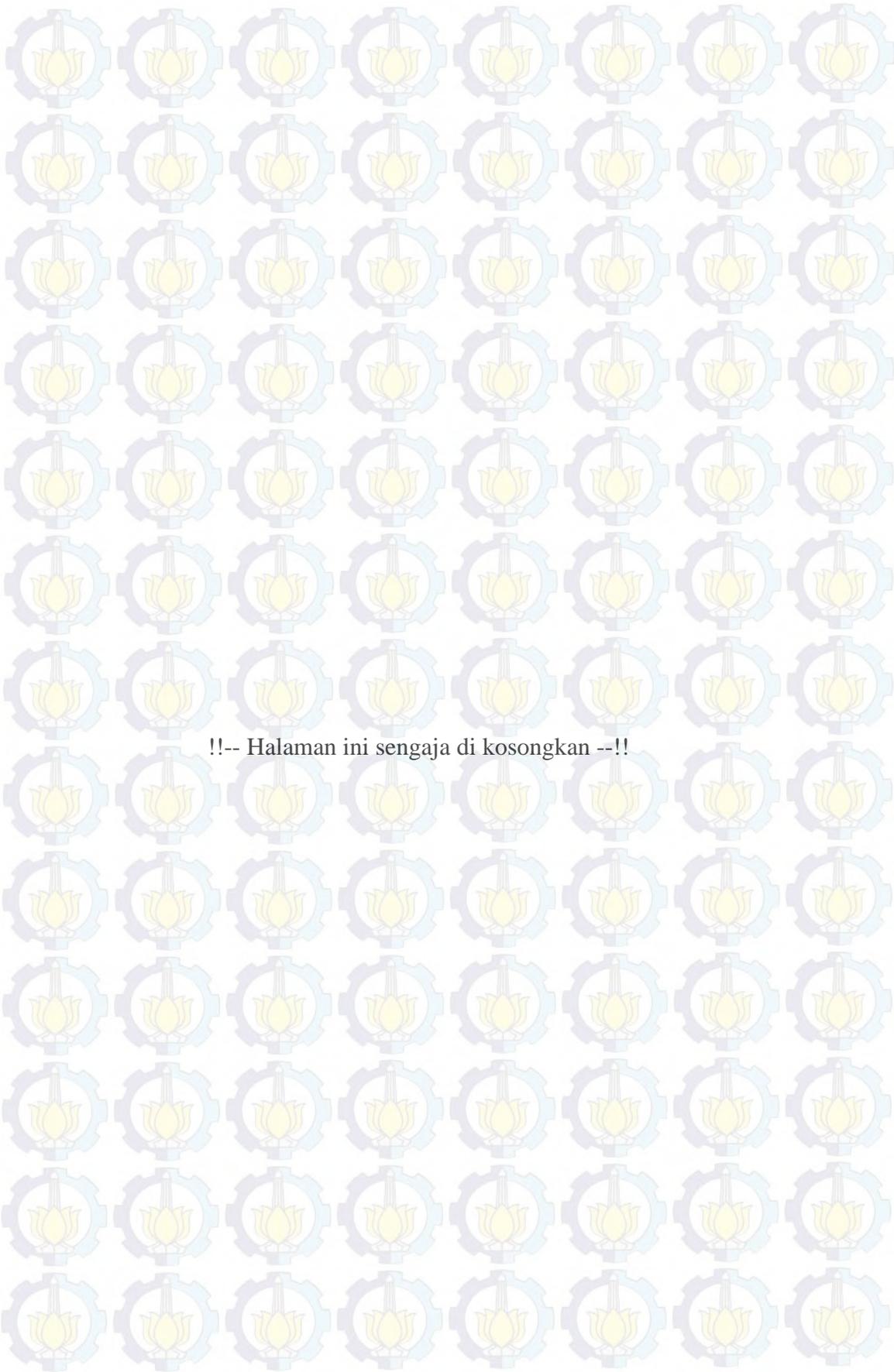
5.1 Kesimpulan

1. Efisiensi konsumsi daya listrik pada terminal VMeS berbasis SBC Raspberry Pi meningkat berkisar 99% dibandingkan dengan terminal VMeS yang berbasis PC.
2. Pada pengujian terminal berdasarkan waktu kirim pesan dengan jumlah pesan bervariasi mulai dari 10 sampai 100 karakter dengan interval 10 karakter, maka rata-rata waktu yang dibutuhkan mulai dari 1,7 sampai 2,97 detik untuk masing-masing pesan dengan jumlah karakter yang berbeda.
3. Berdasarkan analisa teoritis link budget maka jarak jangkauan terminal sejauh 29.241,52 km, dengan jarak horizon sejauh 13.82 km.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan, dapat diberikan beberapa saran yang berguna untuk pengembangan terminal komunikasi data VMeS selanjutnya. Berikut ini adalah saran yang dapat diberikan :

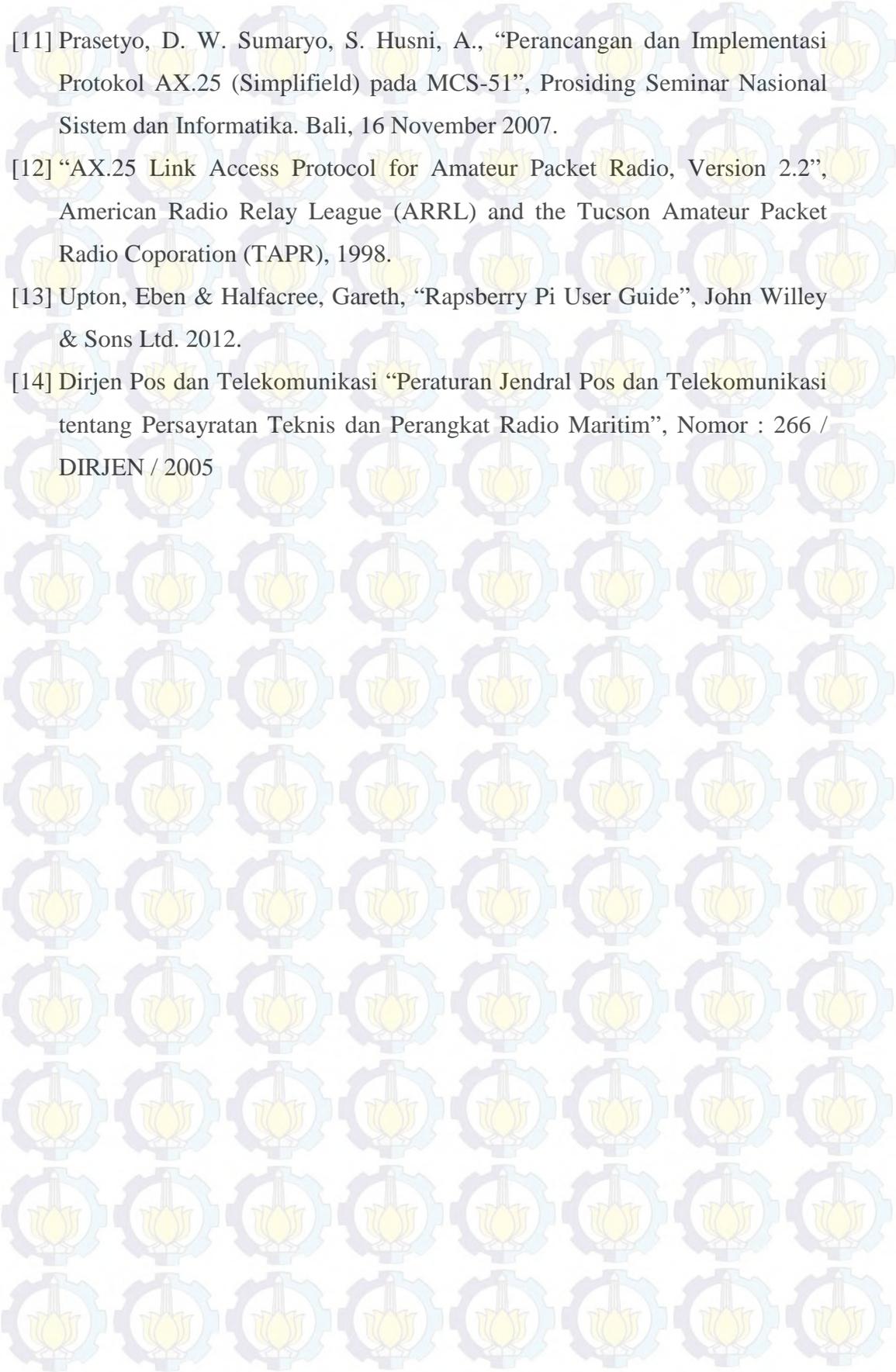
1. Untuk meningkatkan daerah cakupan komunikasi, perlu dikembangkan lagi aplikasi yang mendukung komunikasi ad hoc pada terminal hasil penelitian ini, karena aplikasi yang digunakan pada penelitian ini masih menggunakan mode komunikasi langsung.
2. Dengan penambahan fitur-fitur seperti GPS dan sensor yang dibutuhkan maka bisa dilakukan produksi massal terminal VMeS seperti prototype pada penelitian ini.
3. Untuk pengembangan penelitian ini dapat dilakukan pada sistem pesawat radio jenis single side band (SSB) yang menggunakan modulasi AM dengan salah satu sisi band dan memakai frekuensi HF (3 sampai 30 Mhz).



!-- Halaman ini sengaja di kosongkan --!!

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andhika, F. Pitana, T. Affandi, A. “Protokol Interchangeable Data pada VMeS (Vessel Messaging System) dan AIS (Automatic Identification System),” Jurnal Teknik ITS Vol. 1, September 2012.
- [2] Imantaka, A. Affandi, A. “Rancang Bangun Layanan SMS pada Teknologi VmeS (*Vessel Messaging System*) untuk Sistem Komunikasi Kapal Laut,” Tugas Akhir S1 ITS, 2010.
- [3] Ardita, M. Affandi, A.,” Perancangan Terminal Komunikasi Data Terintegrasi untuk Jaringan Ad Hoc Vessel Messaging System (VMeS),” Tesis S2 ITS, 2010.
- [4] Hadinata, Y. “Pelaksanaan Vessel Monitoring System (VMS) di Indonesia” Tugas Akhir S1 IPB, 2010.
- [5] Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia “Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor PER.05/MEN/2007 Tentang Penyelenggaraan Sistem Pemantauan Kapal Perikanan”, 2007.
- [6] FAO “Technical Guidelines for Responsible Fisheries. No. 1, Suppl. 1.” Rome, FAO. 1998.
- [7] Stallings. W, Komunikasi Data dan Komputer Buku 1 Edisi 8, Penerbit Salemba Infotek. Jakarta, 2011.
- [8] Proakis John G. Salehi M., “Digital Communications 5th Edition”, McGraw Hill 2008.
- [9] Afif, M. Ardita, M. Affandi A., “Implementasi Protokol Routing Jaringan Ad Hoc Multi User pada Gateway untuk Sistem Komunikasi Kapal Laut,” Jurnal Teknik ITS Vol. 1, September 2012.
- [10] Lestari, D. S. Setijadi, E. Suwadi, “Perancangan dan Implementasi Modulator FSK untuk Perangkat Transmitter Satelit ITS-SAT pada Frekuensi 436,915 MHz”, Jurnal Teknik POMITS Vol. 2, No. 2, 2013.

- 
- [11] Prasetyo, D. W. Sumaryo, S. Husni, A., “Perancangan dan Implementasi Protokol AX.25 (Simplifield) pada MCS-51”, Prosiding Seminar Nasional Sistem dan Informatika. Bali, 16 November 2007.
- [12] “AX.25 Link Access Protocol for Amateur Packet Radio, Version 2.2”, American Radio Relay League (ARRL) and the Tucson Amateur Packet Radio Coporation (TAPR), 1998.
- [13] Upton, Eben & Halfacree, Gareth, “Raspberry Pi User Guide”, John Willey & Sons Ltd. 2012.
- [14] Dirjen Pos dan Telekomunikasi “Peraturan Jendral Pos dan Telekomunikasi tentang Persyaratan Teknis dan Perangkat Radio Maritim”, Nomor : 266 / DIRJEN / 2005

LAMPIRAN

Listing program aplikasi user interface dan komunikasi pada terminal

```
#Boa:Frame:Frame1

#import library

import wx
import serial
import time
import RPi.GPIO as GPIO

def create(parent):
    return Frame1(parent)

[wxID_FRAME1, wxID_FRAME1BTSEND, wxID_FRAME1BT_CLEAR,
wxID_FRAME1LISTBOX1,
wxID_FRAME1PANEL1, wxID_FRAME1TXTINPUT,
] = [wx.NewId() for _init_ctrls in range(6)]

class Frame1(wx.Frame):
    def _init_ctrls(self, prnt):
        # generated method, don't edit
        wx.Frame.__init__(self, id=wxID_FRAME1, name="", parent=prnt,
            pos=wx.Point(98, 36), size=wx.Size(506, 343),
            style=wx.DEFAULT_FRAME_STYLE, title='Serial Monitor')
        self.SetClientSize(wx.Size(506, 343))
        self.Bind(wx.EVT_IDLE, self.OnFrame1Idle)

        self.panel1 = wx.Panel(id=wxID_FRAME1PANEL1, name='panel1',
parent=self,
```

```

pos=wx.Point(0, 0), size=wx.Size(506, 343),
style=wx.TAB_TRAVERSAL)

self.txtInput = wx.TextCtrl(id=wxID_FRAME1TXTINPUT,
name='txtInput',
parent=self.panel1, pos=wx.Point(24, 16), size=wx.Size(355, 29),
style=0, value="")

self.btSend = wx.Button(id=wxID_FRAME1BTSEND,
label='SEND',
name='btSend', parent=self.panel1, pos=wx.Point(396, 16),
size=wx.Size(85, 30), style=0)

self.btSend.Bind(wx.EVT_BUTTON, self.OnBtSendButton,
id=wxID_FRAME1BTSEND)

self.listBox1 = wx.ListBox(choices=[],
id=wxID_FRAME1LISTBOX1,
name='listBox1', parent=self.panel1, pos=wx.Point(24, 48),
size=wx.Size(456, 256), style=0)

self.bt_clear = wx.Button(id=wxID_FRAME1BT_CLEAR,
label='CLEAR',
name='bt_clear', parent=self.panel1, pos=wx.Point(396, 311),
size=wx.Size(85, 33), style=0)

self.bt_clear.Bind(wx.EVT_BUTTON, self.OnBt_clearButton,
id=wxID_FRAME1BT_CLEAR)

def __init__(self, parent):
self._init_ctrls(parent)
self.listBox1.Append("c0d3 by hcix")
GPIO.setmode(GPIO.BCM)
GPIO.setup(17,GPIO.OUT)

```

```

GPIO.output(17,GPIO.HIGH)

#pengiriman (tx)
def OnBtSendButton(self, event):
    port = serial.Serial("/dev/ttyAMA0",baudrate=1200,timeout=0.1)
    char = self.txtInput.GetValue()
    GPIO.output(17,GPIO.LOW)
    time.sleep(1) #1 detik
    port.write(char + "\r\n") #penulisan data untuk dikirim
    time.sleep(1)
    GPIO.output(17,GPIO.HIGH)
    self.txtInput.Clear()

#penerima (rx)
def OnFrame1Idle(self, event):
    port = serial.Serial("/dev/ttyAMA0",baudrate=1200,timeout=0.1)
    try:
        status = port.readline()
        if status == "":
            event.Skip()
        elif status == "clear":
            self.listBox1.Clear()
        else:
            self.listBox1.Append(status)
    except:
        event.Skip()

#button clear
def OnBt_clearButton(self, event):
    self.listBox1.Clear()

```

RIWAYAT HIDUP



Nur Afiyat, lahir di Gresik 8 Januari 1978
Menyelesaikan pendidikan jenjang strata satu
Di Sekolah Tinggi Teknik Qomaruddin Gresik
Jurusan Teknik Elektro Lulus tahun 2009
Terdaftar sebagai mahasiswa Program Pasca Sarjana
Program Strata Dua Tahun 2013 pada Bidang Studi
Telekomunikasi Multimedia
di Institut Teknologi Sepuluh Nopember