

# TERMINAL KOMUNIKASI DATA UNTUK KAPAL NELAYAN BERBASIS SINGLE BOARD COMPUTER DAN MIKROKONTROLER

**Nur Afiyat**

Teknik Elektro Sekolah Tinggi Teknik Qomaruddin Gresik  
Jl. Raya bungah No. 01 Bungah Gresik 61152  
e-mail: nurafiyat@gmail.com

## ABSTRAK

Indonesia merupakan negara maritim dengan potensi sumber daya perikanan yang besar, potensi tersebut belum sepenuhnya tergarap oleh nelayan tradisional karena kurangnya penggunaan teknologi telekomunikasi. Sistem komunikasi satelit lazim digunakan pada kapal nelayan skala besar, hal tersebut dikarenakan sistem komunikasi satelit mempunyai berbagai kelebihan, tetapi sistem komunikasi satelit membutuhkan biaya yang besar. Agar peralatan telekomunikasi pada kapal nelayan tradisional tersedia dengan harga terjangkau maka diperlukan rancangan peralatan telekomunikasi pada kapal nelayan yang tidak membutuhkan biaya besar. Vessel Messaging System (VMeS) merupakan sistem komunikasi berbasis radio yang bisa diterapkan di kapal nelayan dengan biaya yang terjangkau. Pada penelitian ini digunakan Single Board Computer (SBC) sebagai terminal komunikasi, IC-TCM3105 digunakan pada modul modem, serta digunakan mikrokontroler sebagai media access control. Terminal komunikasi data diintegrasikan dengan modul Global Positioning System (GPS) yang berfungsi untuk mengetahui posisi kapal. Dari pengujian yang dilakukan didapatkan nilai Bit Error Rate (BER) pada pengujian dengan berbagai jarak jangkauan mulai dari 40 meter, 50 meter dan 60 meter adalah nol. Sedangkan untuk nilai packet loss mulai muncul pada uji coba dengan jarak jangkau 50 meter dengan nilai rata-rata sebesar 7,2 %. Nilai packet loss pada uji coba dengan jarak jangkau 60 meter adalah yang tertinggi dengan rata-rata sebesar 15,2 %. Coverage area atau jarak jangkau maksimal dari purwarupa terminal komunikasi data yang dirancang adalah  $\pm 60$  meter karena ketika terminal komunikasi data diuji coba dengan jarak jangkau di atas 60 meter kinerja terminal sudah tidak maksimal karena packet loss yang besar.

**Kata Kunci:** Terminal komunikasi data, single board computer, mikrokontroler, GPS

## ABSTRACT

Indonesia is a maritime country with huge fishery resources potential, it has not been fully utilized by traditional fishermen due to lack of telecommunication technology. Satellite communications systems are commonly used in large-scale fishing vessels, because satellite communications systems have many advantages, but satellite communication systems cost a lot. In order for telecommunication equipment on traditional fishing vessels available at affordable prices, telecommunications equipment designs on fishing boats that do not require a large cost. Vessel Messaging System (VMeS) is a radio-based communication system that can be applied in fishing boats at an affordable cost. In this research used Single Board Computer (SBC) as communication terminal, IC-TCM3105 used in modem module, and used microcontroller as media access control. The data communication terminal is integrated with the Global Positioning System (GPS) module which functions to know the position of the ship. From the test, we get Bit Error Rate (BER) on test with range range from 40 meter, 50 meter and 60 meter is zero. As for the value of packet loss began to appear on a trial with a range of 50 meters with an average value of 7.2%. The value of packet loss in a trial with a range of 60 meters is the highest with an average of 15.2%. Coverage area or maximum distance from the prototype data communication terminal designed is  $\pm 60$  meters because when the data communication terminal tested with range above 60 meters terminal performance is not maximal due to large packet loss.

**Keywords:** Data communication terminal, single board computer, microcontroller, GPS

## I. PENDAHULUAN

INDONESIA merupakan negara maritim dan kepulauan yang mempunyai luas wilayah laut cukup luas dengan panjang garis pantai mencapai 81 ribu km. Indonesia memiliki potensi sumber daya

perikanan laut yang cukup melimpah, jumlah species ikan kurang lebih 7000 species. Potensi sumberdaya ikan laut diperkirakan sebesar 6.4 juta ton per tahun dengan jumlah tangkapan yang diperbolehkan (JTb) sebesar 5.12 juta ton per tahun atau sekitar 80% dari potensi lestari, dan baru dimanfaatkan sebesar 4 juta

ton pada th 2002, atau baru 78.13% [1].

Di sisi lain kondisi nelayan di Indonesia masih banyak yang menggunakan sarana sederhana untuk menangkap ikan di laut. Jika dilihat dari kepemilikan kapal para nelayan yang seperti piramida, menunjukkan sangat melebar di bawah. Kapal tidak bermotor berjumlah 64%, kapal bermotor tempel 21%, sedangkan kapal motor berjumlah hanya 15%. Pemanfaatan teknologi untuk mendukung aktifitas nelayan pada saat menangkap ikan dilaut dapat meningkatkan hasil tangkapan ikan, termasuk pemanfaatan teknologi telekomunikasi yang diaplikasikan pada kapal nelayan. 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. Sehingga teknologi komunikasi satelit masih terlalu mahal untuk diaplikasikan pada kapal nelayan, karena tingkat penghasilan nelayan di Indonesia masih tergolong rendah.

Penggunaan *Vessel Messaging System* (VMeS) pada kapal nelayan didorong dengan realitas bahwa pada saat nelayan sedang berada di tengah laut tidak lagi bisa dijangkau oleh operator telekomunikasi seluler. Pada penelitian sebelumnya terminal komunikasi VMeS menggunakan sebuah *Personal Computer* (PC) dan modul modem yang menggunakan IC-TCM3105 [2]. Kemudian dilanjutkan dengan menggunakan *Single Board Computer* (SBC). Ditinjau dari sisi pengadaan hardware, penggunaan SBC memerlukan biaya yang relatif kecil jika dibandingkan dengan penggunaan PC.

Pada penelitian ini digunakan SBC sebagai terminal komunikasi sedangkan mikrokontroler Atmega2560 dan IC-TCM3105 digunakan pada modul modem *Frequency Shift Keying* (FSK) yang nantinya diintegrasikan dengan terminal komunikasi. Terminal komunikasi data yang dirancang nantinya juga diintegrasikan dengan modul *Global Positioning System* (GPS) yang berfungsi untuk mengetahui posisi koordinat kapal, sehingga terminal komunikasi juga bisa mengirimkan data yang berupa pesan letak posisi kapal. Untuk skema pengujian terminal komunikasi data yang dirancang, maka dilakukan pengujian *Bit Error Rate* (BER) untuk mengetahui tingkat kesalahan bit data yang dikirimkan dan analisa *coverage area* untuk mengetahui sejauh mana cakupan daerah yang bisa dijangkau oleh terminal komunikasi yang dirancang nanti.

Modulasi yang digunakan dalam VMeS adalah FSK merupakan modulasi digital yang paling umum dalam

spektrum radio frekuensi tinggi. 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. Hardware utama yang digunakan untuk modul modem FSK adalah IC TCM3105 dan mikrokontroler Atmega2560. IC TCM3105 terdiri dari 4 fungsi rangkaian, yaitu transmitter (modulator), receiver (demodulator), carrier detector (pendeteksi sinyal pembawa), dan control and timing (pengendali serta pewaktu) sedangkan mikrokontroler Atmega2560 berfungsi sebagai *Media Access Control* untuk mentransmisikan sinyal yang dimiliki oleh node-node yang terhubung ke jaringan tanpa terjadi konflik.

Dengan diaplikasikannya terminal komunikasi data pada kapal nelayan secara teknis dapat meningkatkan koordinasi antar kapal nelayan yang sedang melaut. Para nelayan dapat bertukar informasi tentang posisi letak koordinat kapal dengan bantuan modul GPS yang terintegrasi dengan terminal komunikasi data dan informasi tentang kondisi lingkungan sekitar kapal misal informasi tentang populasi ikan tangkapan yang melimpah sehingga kapal nelayan lain yang bisa menerima informasi tersebut bisa mendekat pada lokasi yang dinformasikan dan ikut mendapatkan hasil tangkapan ikan yang melimpah juga. Dengan demikian diharapkan penghasilan nelayan dapat meningkat seiring dengan meningkatnya hasil tangkapan ikan.

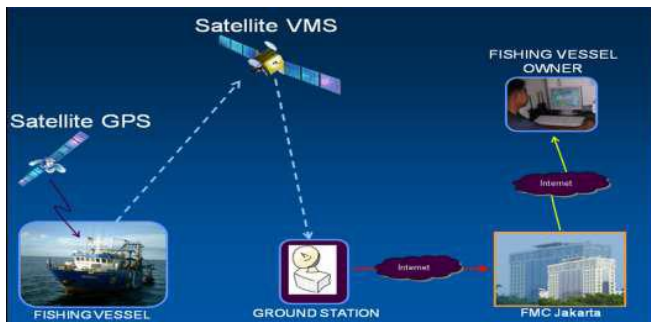
## II. LANDASAN TEORI

### A. Komunikasi Data

Komunikasi data merupakan hubungan antara dua atau lebih peralatan pemroses data (misal: komputer atau piranti yang lain) melalui suatu media transmisi untuk melakukan pertukaran data dan informasi diantara komputer atau piranti yang lain tersebut dalam bentuk data digital. Data digital berarti informasi yang disajikan oleh sinyal digital. Komunikasi data merupakan bagian yang vital dari suatu masyarakat informasi karena sistem ini menyediakan infrastruktur yang memungkinkan komputer dengan komputer maupun dengan piranti lain dapat berkomunikasi satu sama lain.

### B. Vessel Monitoring System (VMS)

Sistem pemantauan kapal penangkap ikan atau *Vessel Monitoring System* (VMS) adalah sebuah program pengawasan kegiatan penangkapan ikan, yang menggunakan peralatan yang terpasang di kapal penangkap ikan dan memberikan informasi mengenai kegiatan dan posisi kapal yang menggunakan sistem komunikasi satelit [3]. Pada Gambar 1 di bawah ini merupakan skema jaringan VMS.



Gambar. 1. Skema Jaringan VMS

Informasi yang bisa didapatkan dari teknologi VMS antara lain seperti unit identifier (ID transmitter kapal), tanggal dan waktu, serta garis lintang dan bujur. Sedangkan informasi mengenai posisi kapal menggunakan sistem GPS yang diintegrasikan dengan unit VMS yang ada di kapal. Sehingga 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) [4].

Pusat pemantauan perikanan atau *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 [3].

### C. Vessel Messaging System (VMeS)

*Vessel Messaging System* (VMeS) merupakan sistem komunikasi berbasis radio untuk mengirimkan atau menerima pesan antara terminal komunikasi di kapal yang satu dengan terminal komunikasi di kapal yang lain melalui gelombang radio bisa menggunakan kanal VHF atau kanal HF. Penggunaan VMeS pada kapal nelayan didorong dengan realitas bahwa pada saat nelayan sedang berada di tengah laut tidak lagi bisa dijangkau oleh operator telekomunikasi seluler. Pada penelitian sebelumnya terminal komunikasi VMeS menggunakan sebuah Personal Computer (PC) dan modul modem yang menggunakan IC-TCM3105 [2]. Kemudian dilanjutkan dengan menggunakan Single Board Computer (SBC). SBC merupakan sebuah komputer lengkap yang dibangun hanya pada sebuah Printed Circuit Board (PCB) dengan harga

yang jauh lebih murah dibanding PC. Sehingga apabila ditinjau dari sisi pengadaan hardware maka penggunaan SBC memerlukan biaya yang relatif kecil jika dibandingkan dengan penggunaan PC.

### D. Frequency Shift Keying (FSK)

FSK merupakan modulasi digital yang paling umum dalam spektrum radio frekuensi tinggi. 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 AC, 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 [5].

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

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

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 [5].

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

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

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 [5].

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

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

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

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

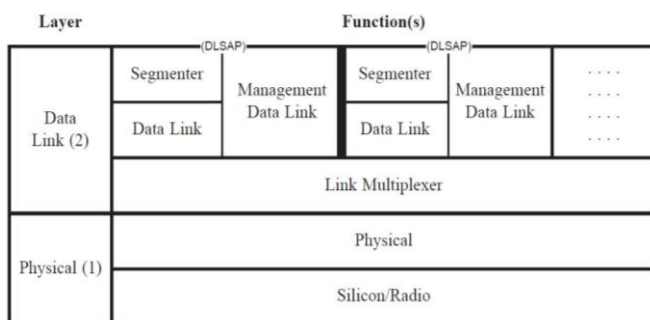
Bentuk bandwidth pada FSK ditunjukkan pada persamaan 5 dibawah ini.

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

### E. Protokol Radio AX.25

AX.25 adalah protokol layer 2 yaitu *data linklayer*. Sebagai protokol layer 2 AX.25 bertanggung jawab untuk membangun *link connection*, menyediakan prosedur logic untuk *information transfer* dan *link disconnection*. Sehingga AX.25 cukup lengkap untuk

dijadikan contoh implementasi sebuah protokol [6]. 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 [7].



Gambar. 2. Keadaan Protokol AX.25 untuk multi link [TAPR, 1998]

Dengan mengacu gambar 2 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 2.5 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. 3 Format Protokol Link AX.25 yang digunakan dalam komunikasi paket radio [TAPR, 1998]

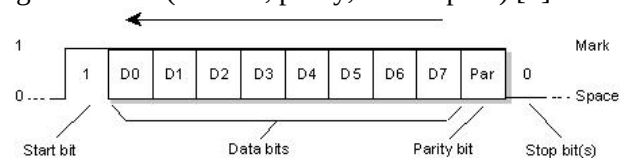
Protokol AX.25 dalam komunikasi data radio mempermudah pengguna untuk berkomunikasi data secara langsung dengan menggunakan program hyperterminal dan pengguna tidak perlu repot dengan masalah acknowledgement karena sudah ditangani oleh terminal node controller (TNC). Untuk melakukan komunikasi data yang 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.

#### F. 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.

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) [2].



Gambar. 4Format Data UART RS-232

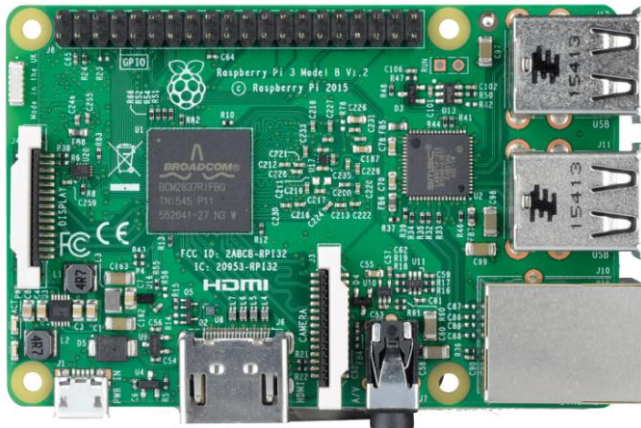
Start bit digunakan sebagai penanda awal dari frame sedangkan stop bit digunakan sebagai penanda akhir dari sebuah frame. Parity digunakan untuk mendeteksi kesalahan pada transmisi. Untuk parity checking genap, jumlah logika 1 pada data ditambah dengan bit parity harus sama dengan sebuah angka genap. Untuk parity ganjil, penjumlahan tersebut harus menghasilkan sebuah angka ganjil. Bit parity digunakan untuk mendeteksi adanya kesalahan pada data yang ditransmisikan.

#### G. Single Board Computer (SBC) Raspberry Pi

Pada akhir tahun 2012, Raspberry Foundation meluncurkan produk terbarunya berupa Single Board Computer, komputer berukuran kecil dengan lowpower 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 [8].

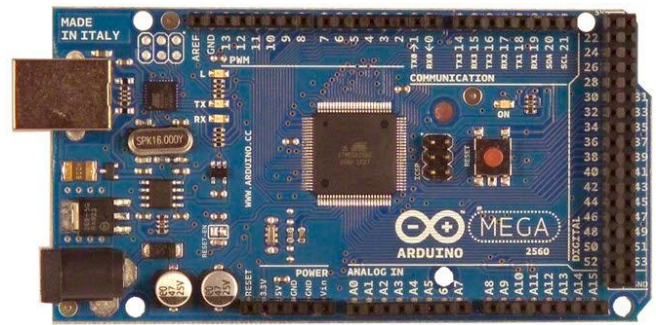


Gambar. 5. Bagian-bagian dari Raspberry PI 3 Model B

Pada penelitian ini menggunakan Raspberry PI 3 Model B dengan spesifikasi menggunakan prosesor berbasis *System on Chip* (SoC) dari Broadcom BCM2837 dengan prosesor berperforma tinggi ARM Cortex-A53 berkecepatan 1,2 Ghz, kapasitas RAM 1Gb, memiliki WiFi and Bluetooth Low Energy (BLE), dilengkapi dengan 4 slot USB dan sebuah slot RJ45 untuk koneksi internet FO, memiliki konektor 40-pin Extended GPI, memiliki I/O yang dibisa digunakan untuk mengendalikan peralatan elektronika yang lain (Robotic), memiliki micro HDMI untuk menampilkan gambar di TV/Monitor HDMI, dan storage menggunakan external micro SD card. Sehingga 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.

#### H. Mikrokontroler Arduino Mega

Ditinjau dari *hardware*-nya, pada dasarnya Arduino Mega adalah sebuah sistem minimum mikrokontroler yang berbasis mikrokontroler Atmel Atmega2560. Sementara dari aspek software, tak seperti sistem minimum pada umumnya, Arduino memiliki bahasa pemrograman sendiri. Bahasa pemrograman Arduino berbasis bahasa C, sehingga walaupun mudah dipahami, namun juga fleksibel dan powerful. Karena memiliki bahasa pemrograman tersendiri, rancangan hardware dan software Arduino dapat berintegrasi secara optimal, namun juga diiringi dengan kemudahan pemakaian untuk pengguna pemula. Dengan kata lain, Arduino adalah sebuah komputer kecil yang dapat diprogram untuk melakukan banyak hal. Dengan bahasa pemrograman yang mudah dipelajari, Arduino adalah sebuah alat untuk mewujudkan imajinasi kreatif penggunaanya [9].



Gambar. 6. Pin digital dan analog pada mikrokontroler Arduino Mega

#### I. Global Positioning System (GPS)

Merupakan suatu sistem pengukuran posisi relatif di permukaan bumi secara menyeluruh dengan memanfaatkan teknologi satelit [10]. Perangkat GPS dapat mengetahui posisi koordinat bumi secara tepat yang dapat secara langsung menerima sinyal dari satelit [11]. Satelit GPS memancarkan sinyal pada peralatan yang berada di permukaan bumi. Receiver GPS menerima secara pasif sinyal satelit dan tidak memancarkan sinyal. GPS memerlukan ruang terbuka, sehingga hanya digunakan diluar ruangan /outdoor, dan kadang tidak bekerja dengan baik pada wilayah yang berhutan atau dekat bangunan tinggi [10].

#### J. Bit Error Rate (BER)

Bit Error Rate didapat dari perbandingan jumlah galat yang terdapat dalam hasil akhir dengan jumlah bit masukan. BER ini menunjukkan kinerja sistem. Semakin tinggi nilainya maka semakin buruk kinerja sistem sedangkan semakin rendah nilainya maka semakin baik kinerja sistem. Cara mengukur kualitas sebuah sinyal salah satunya dapat dilihat dari hasil perumusan dari tiap kesalahan bit (bit Error) yang terjadi saat pen-transmisian informasi dari sisi pengirim ke penerima dengan cara membandingkan data keluaran dengan data asli atau data masukan [12]. Persamaan umum dari fungsi BER dapat dituliskan seperti pada persamaan berikut:

$$BER = \frac{\text{Jumlah bit error}}{\text{Jumlah total bit kirim}} \quad (6).$$

#### K. Packet Loss

*Packet Loss* merupakan parameter yang menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang pada saat pengiriman data, hal tersebut dapat terjadi disebabkan collision (tabrakan) paket data dan congestion (kemacetan) akibat antrian paket data. Umumnya perangkat jaringan memiliki buffer untuk menampung data yang diterima. Jika terjadi congestion yang cukup lama maka buffer akan penuh dan data baru tidak akan diterima. Perhitungan packet loss dilakukan dengan cara membandingkan data yang dikirim oleh terminal pengirim dikurangi data yang diterima oleh terminal penerima dengan data yang di-

kiriman oleh terminal pengirim [13] dapat dilihat pada persamaan 6.

$$Packet\ Loss = \frac{(DT-DD)}{DT} \times 100\% \quad (7)$$

Dimana: DT = Paket data yang dikirim  
DD = Paket data diterima

#### L. Posisi Penelitian

Pada penelitian sebelumnya [2] telah dikembangkan terminal komunikasi data Vessel Messaging System (VMeS) dengan fasilitas yang dicakup oleh sistem tersebut 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. 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 routinnya. Yang dikembangkan adalah tesbed sistem VMeS yang diterapkan dengan mempergunakan PC sebagai kontroler komunikasi data dan mempergunakan modem radio MFJ-1276 dan MFJ-1278.

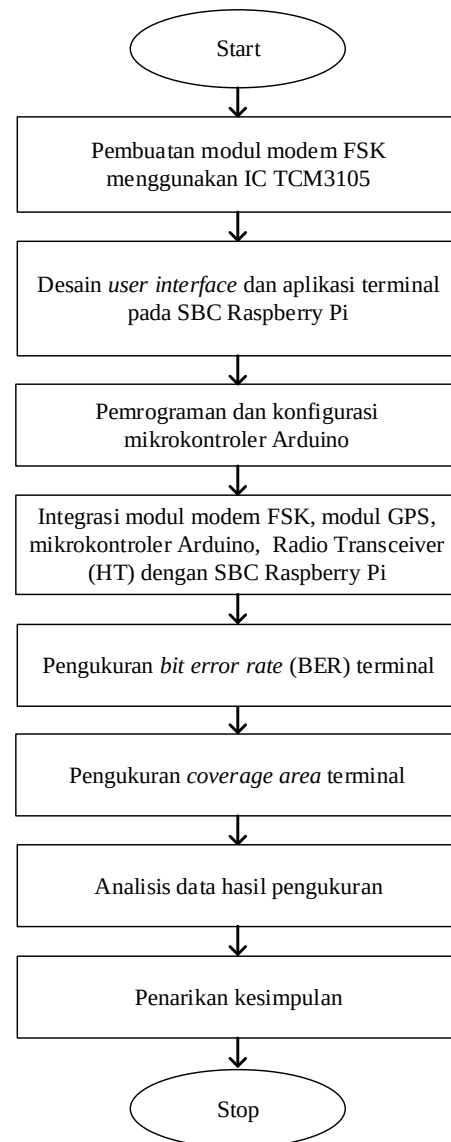
Penggunaan PC pada terminal komunikasi data di kapal nelayan dan penggunaan modem MFJ biayanya masih cukup tinggi. Oleh karena itu diperlukan alternatif lain supaya biaya untuk komunikasi data dapat dijangkau oleh nelayan tradisional. Pada penelitian ini digunakan Raspberry PI 3 Model B yaitu SBC (Single Board Computer) sebagai terminal, kemudian untuk membangun modem FSK digunakan IC-TCM3105 sedangkan untuk mengatur kanal komunikasi dan komunikasi dengan modul GPS digunakan mikrokontroler Arduino Mega sehingga dapat lebih menekan biaya yang dibutuhkan daya juga konsumsi daya listrik yang dibutuhkan lebih kecil dibandingkan menggunakan terminal dari sebuah Personal Computer.

### III. METODE PENELITIAN

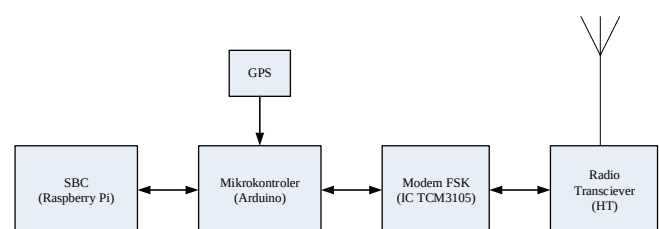
Pada penelitian ini akan dibuat rancangan (prototype) terminal komunikasi data berbasis pada SBC, mikrokontroler Arduino digunakan untuk mengatur kanal komunikasi agar tidak terjadi tabrakan data dan untuk menerima data dari GPS, sedangkan modem FSK menggunakan IC TCM3105. Penelitian ini akan dilaksanakan dengan beberapa tahapan yang dimulai dari perancangan hardware, perancangan aplikasi pada terminal komunikasi, sampai dengan uji coba pada kanal radio. Alur kegiatan penelitian ini bisa dilihat pada gambar 7. Penelitian ini akan diawali dengan perancangan hardware 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. Pengujian juga dilakukan terhadap user interface nya dan bit error rate (BER) pada purwarupa terminal komunikasi data yang dihasilkan juga dilakukan analisa coverage area (jarak jangkauan) dari purwarupa terminal komunikasi data tersebut.



Gambar. 7. Tahapan penelitian

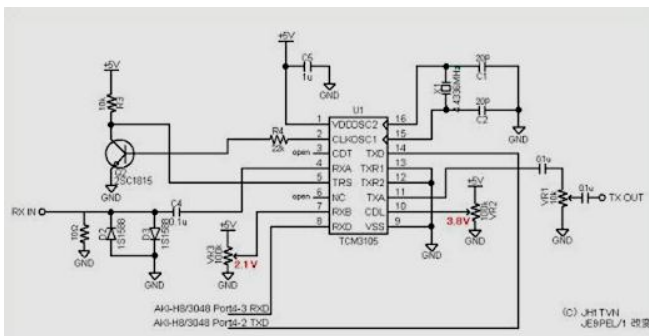


Gambar. 8. Diagram blok rancangan (prototype) terminal komunikasi data

#### IV. PERANCANGAN

##### A. Pembuatan Modul Modem FSK

Untuk dapat melakukan komunikasi data maka disamping diperlukan sebuah terminal komunikasi data, yang tidak kalah penting adalah sebuah modem. Modem pada node pengirim yang berfungsi untuk merubah data digital menjadi sinyal analog yang kemudian dapat dikirimkan melalui komunikasi radio. Sebaliknya pada node penerima modem berfungsi untuk merubah sinyal analog menjadi sinyal digital sehingga informasi yang dibawa bisa dibaca di terminal komunikasi data. Pembuatan modul modem FSK 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 PLL (Phase Locked Loop) untuk demodulatornya.



Gambar. 9. Rangkaian skematik modem FSK menggunakan IC TCM3105

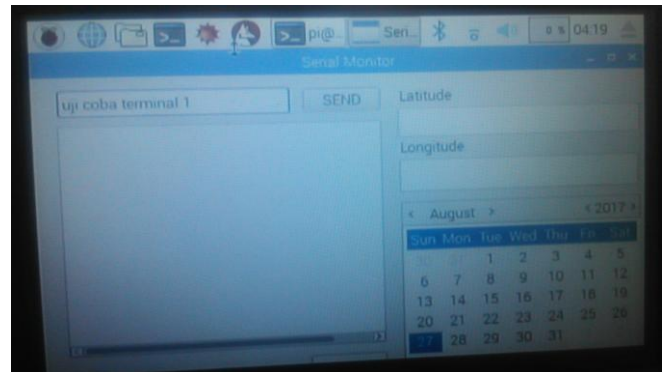


Gambar. 10. Modul modem FSK menggunakan IC TCM3105 yang selesai dibuat

##### B. Perancangan User Interface dan Aplikasi Terminal Komunikasi Data

Untuk merancang user interface dan aplikasi pada terminal komunikasi data, dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman Python dengan Boa Constructor. Dikarenakan pada Raspberry Pi dengan OS raspbian atau OS lainnya yg berbasis Linux mendu-

kung Python sebagai bahasa pemrograman utama selain bahasa pemrograman lainnya seperti C atau C++. Pada gambar 11 merupakan tampilan user interface terminal komunikasi data yang dirancang.



Gambar. 11. Tampilan interface terminal komunikasi data

##### C. Pemrograman dan konfigurasi mikrokontroler Arduino

Penggunaan mikrokontroler pada terminal komunikasi data berfungsi untuk mengendalikan kanal (media access control) dalam mentransmisikan sinyal yang pada node-node yang terhubung ke jaringan agar tidak terjadi konflik, dan juga berfungsi untuk menerima data dari GPS untuk diteruskan ke SBC Raspberry Pi. Pada penelitian ini digunakan Arduino Mega karena mempunyai kemampuan untuk bisa melakukan komunikasi data antara 2 atau lebih peralatan elektronik, kemampuan komunikasi tersebut tidak boleh sampai mengurangi fungsi dari mikrokontroler itu sendiri. Arduino Mega memiliki 4 buah port komunikasi serial yang bisa digunakan oleh user. Semua port komunikasi serial ini bisa digunakan secara independen, artinya bisa digunakan satu per satu ataupun digunakan keseluruhan secara bersama.

Komunikasi serial yang dimiliki oleh Arduino bisa kita manfaatkan untuk berkomunikasi dengan Personal Computer, Bluetooth Modul, atau bahkan dengan Arduino yang lain. Yang perlu menjadi catatan utama adalah, jika port dari Arduino Mikrokontroler sudah difungsikan sebagai sarana komunikasi serial, maka port tersebut tidak dapat difungsikan sebagai port input/output digital. Terdapat 5 Fungsi utama dalam proses komunikasi serial oleh Arduino :

1. Fungsi Transmit Data atau lebih dikenal dengan fungsi Tx.
2. Fungsi Receiving Data atau lebih dikenal dengan fungsi Rx.
3. Fungsi Grounding System Komunikasi Serial atau GND.
4. Kecepatan Transfer Data atau lebih dikenal dengan Baudrate.
5. Format Data, format data yang biasa digunakan 8 bit data, No Parity, dan 1 bit untuk stop bit.

Sebelum menjalankan perintah pengiriman data, maka



pengguna diharuskan untuk melakukan setting dari baudrate. karena baudrate yang berbeda antara 2 peralatan komunikasi, akan menyebabkan sistem menerima data yang salah. Secara default hampir keseluruhan mikrokontroler menggunakan format komunikasi serial dengan data 8 bit data, No Parity, dan 1 bit untuk stop bit. Software Arduino, menyediakan perintah khusus untuk proses setting baudrate yaitu : `Serial.begin(9600);` maka software Arduino akan menterjemahkan perintah tersebut menjadi Baudrate komunikasi serial adalah 9600 bps, 8 bit data, No Parity, 1 bit stop.

#### D. Spesifikasi Transceiver yang Digunakan

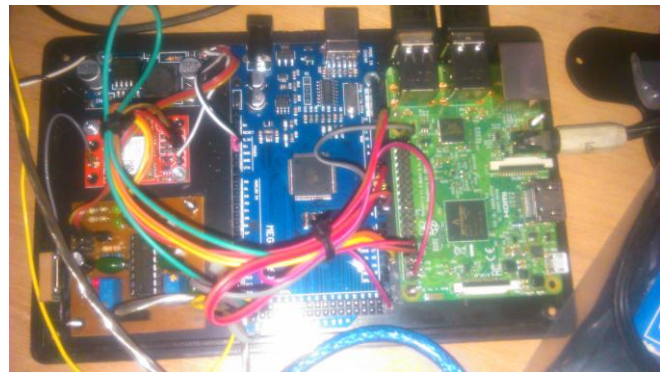
Transceiver yang digunakan pada terminal komunikasi data adalah pesawat handy talky (HT) Kenwood TH-K20A dengan spesifikasi seperti yang tertera pada gambar 12.

| GENERAL                                                                        |                                  | TH-K20A                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Frequency Range                                                                | TX<br>RX                         | 144 - 148 MHz<br>136 - 174 MHz                                                                     |
| Mode                                                                           |                                  | F3E, F2D                                                                                           |
| Antenna Impedance                                                              |                                  | 50 $\Omega$                                                                                        |
| Operation Temperature Range                                                    |                                  | -4 °F ~ +140 °F (-20 °C ~ +60 °C)                                                                  |
| Operating Voltage                                                              |                                  | DC 6.0 ~ 9.0 V (Standard Voltage DC 7.4 V)                                                         |
| Frequency Stability                                                            |                                  | $\pm 2.5$ ppm                                                                                      |
| Microphone Impedance                                                           |                                  | 2 k $\Omega$                                                                                       |
| Battery Life* (Figures approximate)<br>with KNB-63L<br>with BT-16              |                                  | High / Mid / Low<br>6 / 8.5 / 10.5 Hours<br>6 / 8 / 10 Hours                                       |
| Dimensions (W x H x D), Projections not included<br>Radio Only<br>with KNB-63L |                                  | 2.13 x 4.40 x 0.57 in<br>(54 x 111.7 x 14.4 mm)<br>2.13 x 4.40 x 1.00 in<br>(54 x 111.7 x 25.3 mm) |
| Weight<br>Radio Only<br>with KNB-63L                                           |                                  | approx. 4.86 oz (138 g)<br>approx. 7.40 oz (210 g)                                                 |
| TRANSMITTER                                                                    |                                  |                                                                                                    |
| RF Power Output                                                                | High<br>with BT-16<br>Mid<br>Low | 5.5 W<br>approx. 3.5 W<br>2 W<br>1 W                                                               |
| Modulation                                                                     |                                  | Reactance modulation                                                                               |
| Maximum Frequency Deviation                                                    |                                  | Within $\pm 5$ kHz                                                                                 |
| Modulation Distortion                                                          |                                  | Less than 5 % (300 Hz ~ 3 kHz)                                                                     |
| RECEIVER                                                                       |                                  |                                                                                                    |
| Circuitry                                                                      |                                  | Double super heterodyne                                                                            |
| Intermediate Frequency                                                         |                                  | 1st IF: 38.85 MHz / 2nd IF: 450 kHz                                                                |
| Sensitivity (12dB SINAD)                                                       |                                  | Less than 0.16 $\mu$ V                                                                             |
| Squelch Sensitivity                                                            |                                  | Less than 0.13 $\mu$ V                                                                             |
| Selectivity                                                                    | -6 dB<br>-50 dB                  | More than 10 kHz<br>Less than 28 kHz                                                               |
| Audio Output                                                                   |                                  | More than 400 mW (8 $\Omega$ / 10 % distortion)                                                    |

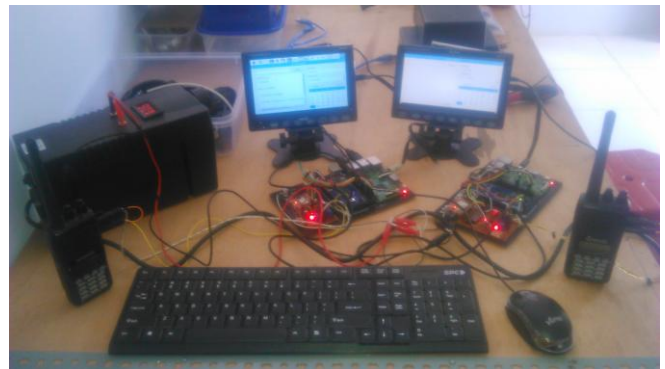
Gambar. 12. Spesifikasi HT Kenwood TH-K20A

#### E. Integrasi modul penyusun purwarupa terminal komunikasi data

Setelah semua modul penyusun terminal komunikasi data sudah siap, langkah selanjutnya adalah melakukan integrasi semua modul tersebut sehingga terbentuk terminal komunikasi data yang bisa berfungsi sesuai dengan yang dirancang dan direncanakan.



Gambar. 13. Modul SBC, modul mikrokontroler, modul modem dan modul GPS yang sudah diintegrasikan



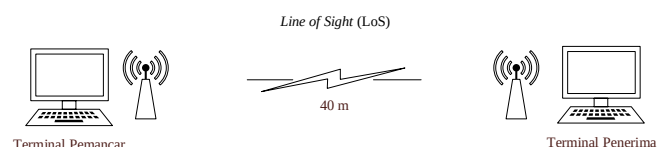
Gambar. 14. Dua unit purwarupa terminal komunikasi data

## V. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Pengukuran Bit Error Rate (BER) dan Packet Loss

Pengukuran nilai BER dilakukan di luar ruangan dengan kondisi Line of Sight (LoS) yaitu kondisi antara terminal pemancar dan terminal penerima tidak ada halangan sama sekali. Skenario yang dilakukan adalah dengan mengubah jarak antara terminal pengirim dan terminal penerima dengan 3 jarak yang berbeda. Untuk uji coba pertama jarak antara terminal pengirim dan terminal penerima adalah 40 meter, selanjutnya uji coba dilakukan dengan jarak antara terminal pengirim dan terminal penerima sejauh 50 meter dan yang terakhir selanjutnya uji coba dilakukan dengan jarak antara terminal pengirim dan terminal penerima sejauh 60 meter. Data yang dikirim dari terminal pengirim berupa data teks yaitu karakter "a" sejumlah 50 karakter. Pada tiap uji coba pengambilan data dilakukan sebanyak 10 kali. Untuk perhitungan BER menggunakan persamaan (6), sedangkan untuk perhitungan packet loss menggunakan persamaan (7).

1. Uji coba Skenario 1 dengan jarak antara terminal pengirim dan terminal penerima adalah 40 meter.



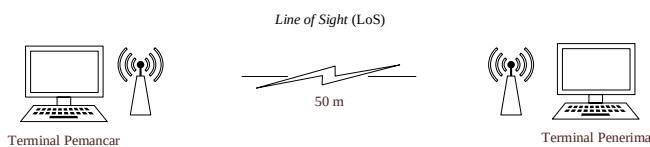


Gambar. 15. Uji coba dengan jarak antar terminal 40 m

Tabel 1. Nilai BER dan *Packet loss* pada uji coba skenario 1

| Percobaan ke | Jarak antara Tx Rx | Bit Error Rate (BER) | Packet Loss |
|--------------|--------------------|----------------------|-------------|
| Percobaan 1  | 40 meter           | 0                    | 0 %         |
| Percobaan 2  | 40 meter           | 0                    | 0 %         |
| Percobaan 3  | 40 meter           | 0                    | 0 %         |
| Percobaan 4  | 40 meter           | 0                    | 0 %         |
| Percobaan 5  | 40 meter           | 0                    | 0 %         |
| Percobaan 6  | 40 meter           | 0                    | 0 %         |
| Percobaan 7  | 40 meter           | 0                    | 0 %         |
| Percobaan 8  | 40 meter           | 0                    | 0 %         |
| Percobaan 9  | 40 meter           | 0                    | 0 %         |
| Percobaan 10 | 40 meter           | 0                    | 0 %         |

2. Uji coba Skenario 2 dengan jarak antara terminal pengirim dan terminal penerima adalah 50 meter.

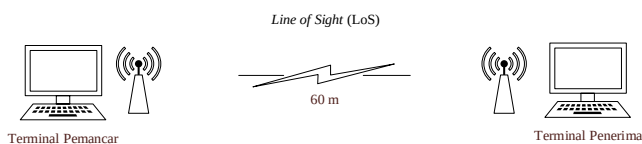


Gambar. 16. Uji coba dengan jarak antar terminal 50 m

Tabel 2. Nilai BER dan *Packet loss* pada uji coba skenario 2

| Percobaan ke | Jarak antara Tx Rx | Bit Error Rate (BER) | Packet Loss |
|--------------|--------------------|----------------------|-------------|
| Percobaan 1  | 50 meter           | 0                    | 0 %         |
| Percobaan 2  | 50 meter           | 0                    | 20 %        |
| Percobaan 3  | 50 meter           | 0                    | 20 %        |
| Percobaan 4  | 50 meter           | 0                    | 0 %         |
| Percobaan 5  | 50 meter           | 0                    | 0 %         |
| Percobaan 6  | 50 meter           | 0                    | 0 %         |
| Percobaan 7  | 50 meter           | 0                    | 0 %         |
| Percobaan 8  | 50 meter           | 0                    | 0 %         |
| Percobaan 9  | 50 meter           | 0                    | 32 %        |
| Percobaan 10 | 50 meter           | 0                    | 0 %         |

3. Uji coba Skenario 3 dengan jarak antara terminal pengirim dan terminal penerima adalah 60 meter.



Gambar. 16. Uji coba dengan jarak antar terminal 60 m

Tabel 3. Nilai BER dan *Packet loss* pada uji coba skenario 3

| Percobaan ke | Jarak antara Tx Rx | Bit Error Rate (BER) | Packet Loss |
|--------------|--------------------|----------------------|-------------|
| Percobaan 1  | 60 meter           | 0                    | 20 %        |
| Percobaan 2  | 60 meter           | 0                    | 20 %        |
| Percobaan 3  | 60 meter           | 0                    | 40 %        |
| Percobaan 4  | 60 meter           | 0                    | 20 %        |
| Percobaan 5  | 60 meter           | 0                    | 0 %         |
| Percobaan 6  | 60 meter           | 0                    | 0 %         |
| Percobaan 7  | 60 meter           | 0                    | 20 %        |
| Percobaan 8  | 60 meter           | 0                    | 0 %         |
| Percobaan 9  | 60 meter           | 0                    | 0 %         |
| Percobaan 10 | 60 meter           | 0                    | 32 %        |

## B. Analisa Coverage Area (Jarak Jangkauan) Terminal

Dari hasil 3 skenario uji coba yang dilakukan dengan jarak antara terminal pengirim dan penerima sejauh 40 meter, 50 meter dan 60 meter, diperoleh data bahwa pada jarak 40 meter tersebut terminal komunikasi data dapat bekerja dengan baik tanpa ada error dan packet loss. Sedangkan pada jarak 50 meter tersebut terminal komunikasi data masih dapat bekerja dengan tanpa ada error tetapi mulai ada packet loss. Kemudian pada jarak 60 meter tersebut terminal komunikasi data masih dapat bekerja dengan tanpa ada error tetapi sering muncul packet loss dan nilainya besar. Sehingga coverage area atau jarak jangkauan maksimal dari purwarupa terminal komunikasi data yang dirancang adalah  $\pm 60$  meter karena ketika terminal komunikasi data diuji coba dengan jarak jangkauan di atas 60 meter kinerja terminal sudah tidak maksimal karena packet loss yang besar.

## VI. KESIMPULAN

Dari proses perancangan dan uji coba dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Purwarupa terminal komunikasi data dapat bekerja, baik sebagai pengirim maupun sebagai penerima.
2. Nilai BER pada uji coba dengan berbagai jarak jangkauan mulai dari 40 meter, 50 meter dan 60 meter adalah nol. Sedangkan untuk nilai packet loss mulai muncul pada uji coba dengan jarak jangkauan 50 meter dengan nilai rata-rata sebesar 7,2 %. Nilai packet loss pada uji coba dengan jarak jangkauan 60 meter adalah yang tertinggi dengan rata-rata sebesar 15,2 %.
3. Coverage area atau jarak jangkauan maksimal dari purwarupa terminal komunikasi data yang dirancang adalah  $\pm 60$  meter karena ketika terminal

komunikasi data diuji coba dengan jarak jangkauan di atas 60 meter kinerja terminal sudah tidak maksimal karena packet loss yang besar.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Riyadi, Masykur Dedi M., “Kebijakan Pembangunan Sumber Daya Pesisir Sebagai Alternatif Pembangunan Indonesia Masa Depan”, Sosialisasi Nasional Program MFCDP, 2004.
- [2] Ardita, M. Affandi, A.,” Perancangan Terminal Komunikasi Data Terintegrasi untuk Jaringan Ad Hoc Vessel Messaging System (VMeS),” Tesis S2 ITS, 2010.
- [3] Hadinata, Y. “Pelaksanaan Vessel Monitoring System (VMS) di Indonesia” Tugas Akhir S1 IPB, 2010.
- [4] FAO “Technical Guidelines for Responsible Fisheries. No. 1, Suppl. 1.” Rome, FAO. 1998.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] “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.
- [8] Upton, Eben & Halfacree, Gareth, “Rapsberry Pi User Guide”, John Willey & Sons Ltd. 2012.
- [9] Margolis, Michael,” Arduino Cookbook, Second Edition”, O’Reilly Media, Inc. 2012.
- [10] Bafdal, N. Amaru, K. & Pareira P, B. M.,” Buku Ajar Sistem Informasi Geografis, Edisi 1”, Bandung, Jur. TMIP. FTIP. Unpad., 2011.
- [11] Purnama, B. E.,” Pemanfaatan Global Positioning System Untuk Pelacakan Objek Bergerak”, Journal Speed – Volume 2 No 2 – 2009.
- [12] Pamungkas, W. Isnawati, A.F. & Kurniawan, A., “Modulasi Digital Menggunakan Matlab”, Jurnal Infotel Volume 4 Nomor 2 November 2012.
- [13] Husumardiana, D., “Analisa Packet Loss Sistem Telemetry pada Perangkat Pengukur Kecepatan Angin Berbasis X-Bee Pro Menggunakan Kalman Filter”, Skripsi Teknik Elektro Universitas Jember 2015.