



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**ANALISA KOMUNIKASI DATA REAL TIME DENGAN  
MENGUNAKAN TEKNOLOGI RADIO TRUNKING PADA  
SISTIM SCADA**

**SKRIPSI**

**MOHAMAD SONY**

**07 06 19 9653**

**FAKULTAS TEKNIK DEPARTEMEN ELEKTRO  
PROGRAM S1 EKSTENSI**

**DEPOK  
2009/2010**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**ANALISA KOMUNIKASI DATA REAL TIME DENGAN  
MENGUNAKAN TEKNOLOGI RADIO TRUNKING PADA  
SISTIM SCADA**

**SKRIPSI**

**DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI SEBAGIAN  
PERSYARATAN SEBAGAI SARJANA TEKNIK**

**MOHAMAD SONY**

**07 06 19 9653**

**FAKULTAS TEKNIK DEPARTEMEN ELEKTRO  
PROGRAM S1 EKSTENSI**

**DEPOK**

**2009/2010**

## **PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

### **ANALISA KOMUNIKASI DATA REAL TIME DENGAN MENGUNAKAN TEKNOLOGI RADIO TRUNKING PADA SISTIM SCADA**

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada program studi Teknik Elektro Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Nama : Mohamad Sony

NPM : 0706199653

Tanda Tangan :

Tanggal : 29 Juni 2010

## PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :  
Nama : Mohamad Sony  
NPM : 0706199653  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul Skripsi : ANALISA KOMUNIKASI DATA REAL TIME  
DENGAN MENGGUNAKAN TEKNOLOGI RADIO TRUNKING PADA SISTIM  
SCADA

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Skripsi ini telah diujikan pada sidang ujian skripsi pada tanggal 24 Juni 2010 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai skripsi pada Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Pembimbing : Ir. Arifin Djauhari MT ( )

Penguji : Dr. Ir. Abdul Halim. MEng ( )

Penguji : Filbert Hilman Juwono.ST.MT ( )

Depok,  
29 Juni 2010

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ir. Arifin Djauhari MT, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
2. Ir. Harmonis Ginting, Ir. Agus hadi, Ir. Sulistyadi, Ir. Joni Widodo PT. Mobikom yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang saya perlukan;
3. Orang tua, istri dan buah hati saya yang telah memberikan doa dan dukungan semangat ; dan
4. Rekan kerja dan rekan kuliah yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, saya berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 29 Juni 2010

Mohamad Sony

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mohamad Sony

NPM :0706199653

Program Studi : S1 Ekstensi

Departemen : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Jenis karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**ANALISA KOMUNIKASI DATA REAL TIME DENGAN MENGGUNAKAN  
TEKNOLOGI RADIO TRUNKING PADA SISTIM SCADA**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Depok  
29 Juni 2010

( Mohamad Sony )

## ABSTRAK

Mohamad Sony  
Departemen Teknik Elektro

Dosen Pembimbing  
Ir. Arifin Djauhari MT

### ANALISA KOMUNIKASI DATA REAL TIME DENGAN MENGGUNAKAN TEKNOLOGI RADIO TRUNKING PADA SISTIM SCADA

Sebuah radio menggunakan gelombang *elektromagnetik* untuk mengirim informasi di udara. Ini dicapai dengan menghasilkan sinyal listrik yang bergerak bolak-balik, atau berosilasi, dengan kecepatan tinggi. Tingkat di mana sebuah sinyal radio berosilasi bolak-balik disebut *frekuensi* dan diukur dalam satuan *Hertz*.

Pemancar radio dasar adalah sebuah sistem yang digunakan untuk memproduksi dan memperkuat sinyal radio, penggabungan, atau *termodulasi*, dengan sinyal suara dari *mikrofon*. Sinyal radio yang termodulasi dikirim ke sebuah antena, yang memancarkan sinyal keudara. Sinyal yang memancar diterima oleh antena dan dikirim kebagian penerima. Disana sinyal radio diproses kembali ke sinyal *audio* asli, sehingga pesan suara yang asli dapat didengar.

Modulator *FSK* merupakan teknik modulasi yang telah lama dikenal di dunia telekomunikasi, yang menjadi berbeda pada skripsi ini adalah pada aplikasinya.

Komunikasi radio 2 arah trunking menggunakan modulasi *FSK* untuk komunikasi data.

Analisis di buat untuk mengetahui luas cakupan area dari komunikasi radio 2 arah yang menggunakan modulasi *FSK* yang di aplikasikan sebagai komunikasi data. Dan kesimpulan yang dapat di ambil adalah luas cakupan area komunikasi data lebih kecil dibandingkan komunikasi suara.

**Kata kunci : radio, Modulator FSK, komunikasi data**

## ABSTRACT

Mohamad Sony

Electrical Engineering Departement

Counselors

Ir. Arifin Djauhari MT

### ANALYSIS OF DATA COMMUNICATION USING RADIO TRUNKING TECHNOLOGY IN THE SYSTEM SCADA

A radio uses electromagnetic waves to send information through the air. This is accomplished by generating electrical signals that move back and forth, or oscillate, with a high speed. The rate at which a radio signal to oscillate back and forth is called the frequency and is measured in Hertz. Basic radio transmitter is a system that is used to produce and strengthen radio signals, merging, or modulated, with the voice signal from the microphone. Modulated radio fractions were sent to an antenna, which transmits signals keudara. Radiated signal is received by the antenna and sent goto the recipient. There processed radio signal back to the original audio signal, so that the original voice message can be heard.

FSK modulator is a modulation technique that has long been known in the telecommunications world, which is different in this thesis is on the application. 2-way radio communications trunking using FSK modulation for data communication.

Analysis is made to find broad coverage area of two-way radio communication using FSK modulation which is applied as data communications. And the conclusions that can be taken is the area of data communications coverage is smaller than voice communication

**Keywords : radio, Modulator FSK, Data Communication**



# DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
PENGESAHAN.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR SINGKATAN .....	xiv
DAFTAR ISTILAH.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1    LATAR BELAKANG .....	1
1.2    TUJUAN.....	2
1.3    BATASAN MASALAH.....	2
1.4    SISTEMATIKA PENULISAN.....	2
BAB II RADIO TRUNKING DAN KOMUNIKASI DATA.....	3
2.1    SISTIM RADIO TRUNKING.....	3
2.1.1    SISTIM RADIO.....	3
2.1.2    KONSEP DASAR TRUNKING.....	6
2.1.3    SISTIM TRUNKING SMARTZONE 4.1 .....	12
2.2    KOMUNIKASI DATA.....	14
2.2.1    PENGERTIAN KOMUNIKASI DATA.....	14
2.2.2    PENGIRIMAN SERI DAN PARALEL .....	14
2.2.3    PENGIRIMAN SINKRON VERSUS TAK SINKRON .....	16
2.2.4    FULL DUPLEX DAN HALFDUPLEX .....	16

2.2.5. STANDARD.....	17
2.2.6. MODEM .....	19
2.2.7. FREKWENSI SHIFT KEYING .....	22
2.3 SCADA .....	28
2.3.1 KONSEP DASAR SCADA.....	28
2.3.2 MACAM-MACAM SCADA .....	30
BAB III IMPLEMENTASI SISTIM SCADA BATANG – RANTAU BAIS .....	32
3.1 GEOGRAFI .....	32
3.2 KEBUTUHAN BANDWITDH .....	33
3.2.1 BIT RATE DAN BESARNYA DATA .....	33
3.2.1 MEKANISME PENGAMBILAN DATA .....	34
3.3 PERANGKAT TERPASANG.....	35
3.3.1 TOPOLOGI.....	35
3.3.2 INFRASTRUKTUR .....	38
3.4 OPERASI SISTIM.....	38
3.4.1 PENGUKURAN REPEATER.....	39
3.4.2 PENGUKURAN UNIT PENGGUNA .....	43
3.4.3 SENSITIFITAS RADIO PADA KOMUNIKASI DATA .....	47
3.4.3 BENTUK DAN TRANSAKSI DATA .....	49
BAB IV ANALISA UNJUK KERJA RADIO TRUNKING PADA KOMUNIKASI DATA .....	52
4.1 ANALISA PREDIKSI LUAS AREA CAKUPAN .....	52
4.2 ANALISA EFISIENSI BIAYA DAN WAKTU .....	54
BAB V KESIMPULAN.....	56
DAFTAR ACUAN .....	57
LAMPIRAN	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 komponen dasar sistem radio.....	3
Gambar 2.2 peralatan tetap .....	4
Gambar 2.3 Jangkauan Stasiun Pemancar .....	4
Gambar 2.4 Simplex Komunikasi.....	5
Gambar 2.5 Semi-duplex Komunikasi.....	6
Gambar 2.6 Dasar Trunking .....	6
Gambar 2.7 Contoh: Bagaimana suatu Sistem Konvensional Radio Bekerja .....	10
Gambar 2.8 Contoh: Bagaimana suatu Sistem trunking Bekerja .....	10
Gambar 2.9 Beberapa Repeater Trunking Sistem.....	11
Gambar 2.10 Single Stasiun Pemancar.....	12
Gambar 2.11 SmartZone Master.....	13
Gambar 2.12 ( a ) Penggunaan UART dan modem, ( b ) Modem internal menghemat catu daya dan antar muka .....	21
Gambar 2.13 Pemancar FSK biner .....	23
Gambar 2.14 Hubungan input dan output pada modulator FSK .....	24
Gambar 2.15 Gambaran Frekwensi pada FSK .....	24
Gambar 2.16 Spektrum frekwensi FSK.....	25
Gambar 2.17 Demodulator PLL-FSK.....	26
Gambar 3.1 Peta ladang minyak lapangan batang berukuran 2 x 3 km.....	32
Gambar 3.2 Peta ladang minyak lapangan Rantau Bais berukuran 4 x 5 km.....	33
Gambar 3.3 Gambar struktur pesan modbus protokol.....	34
Gambar 3.4 Topologi scada Batang – Rantau Bais .....	35
Gambar 3.5 Tampilan status sumur .....	36
Gambar 3.6 Prosentasi dan availability komunikasi scada Batang area.....	37
Gambar 3.7 Prosentasi dan availability komunikasi scada Rantau bais area .....	37
Gambar 3.8 Setup pengukuran power out.....	39
Gambar 3.9 setup pengukuran Frekwensi Error .....	40
Gambar 3.10 setup pengukuran Tx Deviasi.....	40
Gambar 3.11 setup pengukuran sensitifitas penerima .....	41
Gambar 3.12 setup pengukuran squelch .....	42

Gambar 3.13 Setup pengukuran daya keluaran .....	43
Gambar 3.14 Setup pengukuran Frekwensi Error.....	44
Gambar 3.15 Setup pengukuran deviasi .....	45
Gambar 3.16 Setup pengukuran Squelch.....	45
Gambar 3.17 setup pengukuran sensitifitas penerima .....	46
Gambar 3.18 Pengukuran sensitifitas penerima radio dengan modem FSK .....	47
Gambar 3.19 Susunan pesan bingkai ASCII.....	50
Gambar 3.20 Susunan pesan bingkai RTU .....	51
Gambar 4.1 Spesifikasi teknis Repeater .....	52
Gambar 4.2 Gambar spesifikasi teknis Unit pengguna.....	53

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Rekomendasi ITU-T[5].....	17
Tabel 2.2 Laju bit kanal primer dan kanal sekunder.....	20
Tabel 3.1 pengukuran Intelli Repeater Quantro.....	43
Tabel 3.2 hasil pengukuran radio MCS2000 .....	47
Tabel 3.3 Hasil Pengukuran sensitifitas penerima menggunakan modem .....	49

## DAFTAR SINGKATAN

SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition
RTU	Remote Terminal Unit
MTU	Master Terminal Unit
TRANSCEIVER	Transmitter dan Receiver
RF	Radio Frekwensi
PTT	Push To Talk
MSO	Mobile Switching Office
LAN	Local Area Network
WAN	Wide Area Network
DTE	Data Terminal Equipment
UART	Universal Asinkronous Receive Transmit
LSB	Least Significant Bit
MSB	Most Significant Bit
ISO	International Standard Organisation
MODEM	Modulator Demodulator
DCE	Data Communication Equipment
PSTN	Public Switch Telephone Network
RTS	Ready To Send
CTS	Clear To Send
DSR	Data Set Ready
DTS	Data Transmit Set
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
MODBUS	Modicon Bus
PLC	Programmable Logic Control
DCS	Distribute Control System
GSM	Global System Mobile
CDMA	Code Division Multiple Access
BPS	Bit Per Second

## DAFTAR ISTILAH

Radio Trunking	Pemakaian secara bersama-sama <i>sejumlah kecil</i> jalur komunikasi ( radio channel ) dalam sebuah sistem oleh <i>sejumlah besar</i> pemakai yang tergabung dalam sistem tersebut
Encoder	adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengubah sinyal seperti data atau <i>bitstream</i> ke dalam bentuk yang dapat diterima untuk transmisi data atau penyimpanan data
Decoder	Adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengubah data atau bitstream menjadi sinyal yang akan di transmisikan
SmartZone	Infrastruktur system radio trunking yang dikembangkan oleh Motorola
Modulasi	Proses penumpangan sinyal informasi ke dalam sinyal pembawa
Simplex	adalah salah satu bentuk komunikasi antara dua belah pihak, di mana sinyal-sinyal dikirim secara satu arah
Semi Duplex	Adalah salah satu bentuk komunikasi yang mampu mengirim sinyal dan menerima sinyal meski tidak dalam satu waktu
Full Duplex	Adalah salah satu bentuk komunikasi yang mampu mengirim sinyal dan menerima secara sekaligus dalam satu waktu
TXD	Kirim Data
RXD	Terima Data
Handshake	Urutan untuk mendapatkan sambungan
Protokol	adalah sebuah aturan atau standar yang mengatur atau mengijinkan terjadinya hubungan, komunikasi, dan perpindahan data antara dua atau lebih titik komputer

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 LATAR BELAKANG**

Sistem radio adalah suatu metode komunikasi yang dapat memberikan nyaman dan ketepatan waktu bagi mereka yang terlibat dalam berbagai aktifitas yang berhubungan dengan keselamatan publik, transportasi, dan layanan pekerjaan. Sistem Radio berbeda dalam desain berdasarkan kebutuhan masing-masing pengguna. Dalam hal transportasi radio sistem ini dapat mendukung perusahaan dalam pengiriman dan pemberangkatan barang serta menuntun dua truk yang saling berkomunikasi dan sebagainya. Selain itu radio sistem dapat mendukung kebutuhan publik, penggunaan jaringan dengan antena pada menara pusat kontrol dan personel lapangan yang tersebar di seluruh luas wilayah geografis. Jenis sistem radio ini tergantung pada kebutuhan individu masing-masing pemakai.[1]

SCADA adalah suatu sistem pengendalian alat secara jarak jauh ( Master Terminal Unit ), dengan kemampuan memantau data-data dari alat yang dikendalikan ( Remote Terminal Unit ). Data yang di kendalikan berupa kumpulan register pada RTU yang berisi tegangan, arus, rotasi pompa dll.

Pengendalian jarak jauh akan memonitor dan mengontrol setiap perubahan yang terjadi pada RTU sehingga alat tsb bekerja dengan normal dan jika ada kerusakan dapat diantisipasi sejak dini. Pengendalian jarak jauh dan alat yang di kendalikan adalah 2 tempat yang berbeda dan saling berjauhan, maka di butuhkan sebuah sistem komunikasi yang dapat membawa data-data register secara waktu nyata.[2]

Pada industri perminyakan radio komunikasi 2 arah yang di fungsikan sebagai koordinasi, monitor dan laporan, dengan jarak yang sangat jauh dan menggunakan beberapa stasiun pemancar. Fasilitas yang digunakan hanya sebatas komunikasi suara, jika sistem komunikasi ini digunakan sebagai media pada komunikasi SCADA maka bisa diwujudkan suatu sistem SCADA yang berbiaya murah karena tidak perlu membangun infrastruktur baru, disertai dengan kemampuannya yang flexible untuk bisa dipasang di



mana saja tanpa tergantung setting lokasi industri. Juga hanya memerlukan satu paket license ( ijin ) untuk sistem komunikasi ini.

Metode komunikasi ini menggunakan protokol interface komunikasi data call yaitu komunikasi ini memungkinkan lalu lintas data yang besar. Sistem ini meminta alokasi satu slot untuk setiap percakapan. Begitu suatu percakapan tersambung, akan terjamin bahwa data bisa terkirimkan. Proses pengiriman data ini menggunakan sistem Data Over Voice, di mana data akan diubah ke sinyal frekuensi dengan menggunakan encoder yang nantinya pada unit perangkat penerima diubah kembali ke data dengan decoder.[3]

## **1.2 TUJUAN**

Skripsi ini dimaksudkan untuk menganalisa komunikasi data secara real time menggunakan teknologi komunikasi radio 2 arah trunking agar dihasilkan efisiensi pada waktu, biaya yang berdampak pada produksi yang baik dan stabil. Dengan cara mempersiapkan perangkat transceiver pada sisi unit radio dan repeater dan melakukan simulasi variable level tertentu sehingga akan di ketahui luas cakupan area.

## **1.3 BATASAN MASALAH**

Skripsi ini akan di batasi pada komunikasi radio 2 arah yang diimplementasikan sebagai komunikasi scada dengan menggunakan modulasi FSK ( Frequency Shift Keying ). Dan sistem komunikasi radio 2 arah yang di gunakan adalah smart zone 4.1 trunking system buatan Motorola sebagai infrastuktur komunikasi bergerak di daerah Duri - Riau.

## **1.4 SISTEMATIKA PENULISAN**

Skripsi ini terdiri dari lima bab; bab 1 sebagai pendahuluan mengemukakan tentang *latar belakang , tujuan , batasan masalah dan sistematika penulisan*, bab 2 menjelaskan tentang *radio trunking dan komunikasi data* , bab 3 menjelaskan tentang *implementasi sistim scada Batang-rantau bais* , bab 4 berisi tentang *analisa unjuk kerja radio trunking pada komunikasi data* , dan bab 5 *kesimpulan* .

## BAB II

# RADIO TRUNKING DAN KOMUNIKASI DATA

### 2.1 SISTIM RADIO TRUNKING

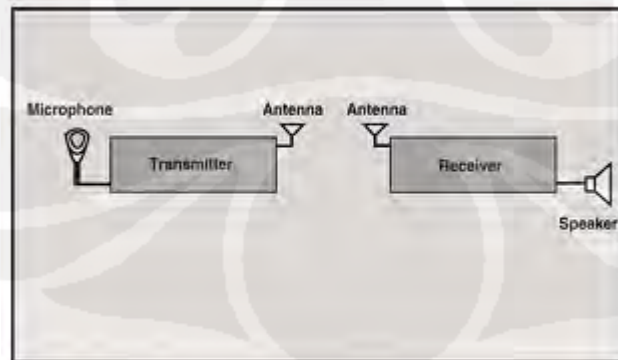
#### 2.1.1 SISTIM RADIO

Suatu sistem yang menggunakan gelombang electromagnetic untuk mengirimkan informasi di udara. Hal ini dicapai dengan menghasilkan suatu sinyal listrik yang bergerak bolak-balik, atau berosilasi, dengan kecepatan tinggi. Suatu kecepatan di mana sebuah sinyal radio berosilasi bolak-balik disebut dengan frekuensi dan diukur dalam Hertz (Hz). Frekuensi radio yang paling tinggi dalam jutaan Hertz, atau Megahertz (MHz), per detik.

##### 2.1.1.1. Bagian-bagian dasar sistem radio :

Peralatan dasar dari sebuah system radio terdiri dari pancaran dan penerimaan sinyal yang digunakan untuk membawa audio atau data. Dalam hal suara, sistem pemancar digunakan untuk menghasilkan dan memperkuat sinyal radio, lalu dimodulasi, dengan sinyal suara dari mikrofon. Sinyal radio yang telah di modulasi dikirim ke antena, untuk meradiasikan sinyal ke udara.

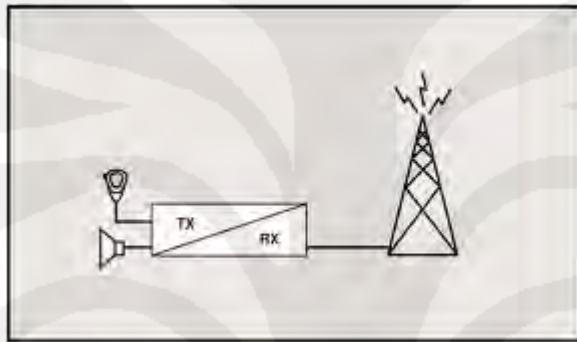
Sinyal yang terpancar diterima oleh antena penerima dan dikirim ke penerima. Disini sinyal radio diproses kembali menjadi sinyal audio yang asli, sehingga pesan dapat didengar, seperti gambar 2.1.[1].



Gambar 2.1 komponen dasar sistem radio

#### 1. Perangkat Unit Sistem Radio

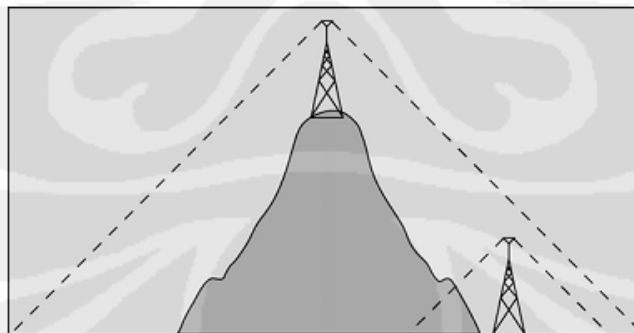
Perangkat radio dua arah dapat digolongkan sebagai perangkat unit tetap ( Radio Base ), mobile ( Radio Mobil ), dan portable ( Radio HT ). Setiap perangkat mencakup unit pemancar (TX), penerima (RX), dan sistem antenna, sebagaimana gambar 2.2. Perangkat tetap berada di pusat seperti kantor , dan biasanya terdiri dari radio base, mikrofon, dan antenna. Radio Base digunakan untuk mengirim sinyal yang dihasilkan melalui mikrofon radio base ke radio portabel dan radio mobil. Kisaran jarak dari radio base tergantung pada kekuatan, antenna sistem, daerah, dan kondisi lingkungan. Lokasi radio base umumnya dikenal sebagai pusat atau operator.[1]



Gambar 2.2 peralatan tetap

## 2. Jangkauan Sistem Radio

Jangkauan gelombang radio dipengaruhi oleh berbagai faktor. Salah satu faktor paling penting adalah ketinggian antenna dan lokasi, karena gelombang radio sangat tergantung pada kondisi dan cuaca gambar 2.3 posisi antenna pada bukit. Secara umum, berbagai sistem radio tergantung pada ketinggian efektif antenna, semakin tinggi antenna terpasang, semakin besar area cakupan penerimaan.[1]



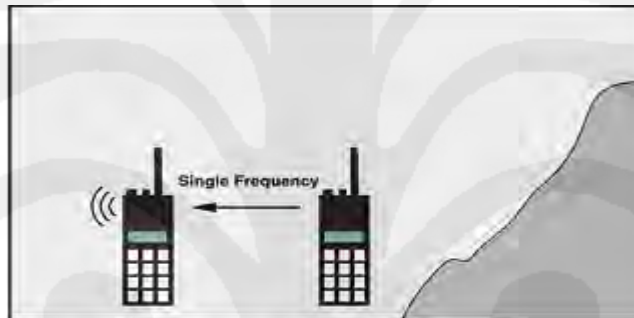
Gambar 2.3 Jangkauan Stasiun Pemancar

### 2.1.1.2 Model-Model Komunikasi

Sistem radio menggunakan salah satu dari tiga model komunikasi: simplex, semi-duplex, dan full-duplex. Model komunikasi yang digunakan tergantung pada jumlah pengguna dan jenis peralatan yang tersedia. Berikut ini gambaran dari tiga jenis komunikasi.[1]

#### 1. Simplex

Yang paling dasar dari model radio komunikasi yang sangat sederhana yaitu simplex, komunikasi yang bekerja pada satu frekuensi (  $Tx = Rx$  ). Karena semua orang transmit dan menerima pada frekuensi yang sama, pengguna tidak dapat berbicara dan mendengarkan pada saat yang sama. Simplex berarti transmisi dalam satu arah pada satu waktu seperti gambar 2.4.

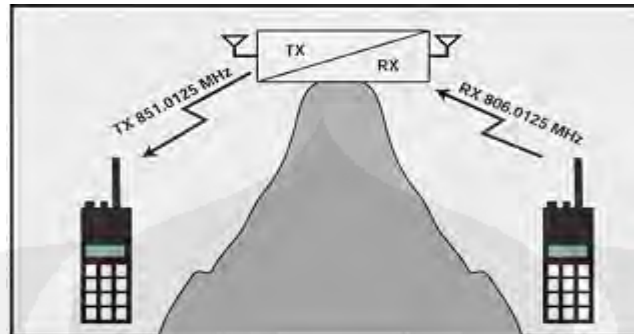


Gambar 2.4 Simplex Komunikasi

Sebuah sistem radio simplex bekerja baik jika hanya ada beberapa pengguna yang terletak dekat, selain itu ketika pengguna tambahan akan ditambahkan ke sistem, akan ada persaingan untuk memperebutkan satu frekuensi yang tersedia sehingga sulit untuk dapat berkomunikasi. Juga jauhnya jarak dan hambatan alam seperti tinggi bukit dan tinggi bangunan dapat mengganggu.[1]

#### 2. Semi Duplex

Komunikasi semi-duplex menggunakan dua frekuensi yang berbeda: satu untuk menerima dan satu untuk mengirimkan. Radio yang beroperasi di model semi-duplex hanya dapat mengirimkan atau menerima pada secara bergantian. Gambar 2.5 menunjukkan Frekwensi Tx berbeda dengan frekwensi Rx.



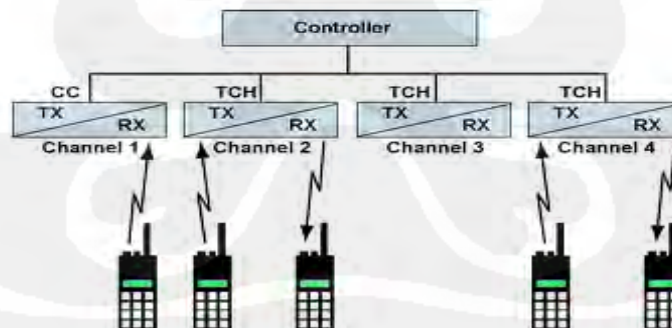
Gambar 2.5 Semi-duplex Komunikasi.

### 3. Duplex

Duplex komunikasi menggunakan frekuensi yang berbeda secara bersamaan, satu untuk mengirim dan yang kedua untuk terima. Keluaran transmitter yang terpisah dalam frekuensi untuk mencegah input dari penerima. Sering disebut juga full-duplex, jenis operasi ini yang digunakan untuk menunjukkan bahwa peralatan dapat menerima dan mengirim pada saat yang sama.[1]

#### 2.1.2 KONSEP DASAR TRUNKING

Trunking memungkinkan sejumlah besar pengguna memiliki kemampuan yang cukup untuk menduduki beberapa kanal yang ada. Dalam sebuah sistem radio konvensional, pengguna ditetapkan hanya menggunakan kanal tertentu. Beberapa kanal mungkin sibuk sementara kanal lainnya menganggur.



Gambar 2.6 Dasar Trunking

Trunking konsep memungkinkan kanal yang tersedia akan diberikan bagi pengguna yang memerlukan, trunking memungkinkan semua kanal yang akan di gabungkan secara bersama. Jika kanal diperlukan, kontroller menjamin ketersediaan kanal dari beberapa kanal yang ada. Pada gambar 2.6 pengguna yang memerlukan kanal dialokasikan oleh kanal control dan pengguna yang tidak memerlukan kanal tetap berada di kanal control.

Trunking juga dapat mengurangi jumlah kesibukan dan meningkatkan efisiensi dari sistem tersebut

#### 2.1.2.1. Komponen-Komponen Dasar Stasiun Pemancar

Bagian ini menjelaskan komponen dasar stasiun pemancar, termasuk pemancar dan kontrol pada stasiun:[1]

##### 1. Kontroller Stasiun Pemancar

Sebuah pusat control melakukan proses inbound dan outbound data lalu lintas, memberikan akses saluran lalu lintas untuk radio, dan memonitor dan menjaga ketertiban di pusat kontrol. Pusat controller juga memelihara database yang melacak setiap radio dari Unit ID dan panggilan group radio afiliasi. Suatu controller dalam satu stasiun pemancar melakukan panggilan pemrosesan fungsi berikut:

1. Melayani permintaan panggilan
2. Mendapatkan kembali dan inbound decodes sinyal permintaan
3. Mengelola database aktif radio dan system perizinan
4. Menerima grup afiliasi
5. Mengecek hak akses panggilan
6. Membuat panggilan
7. Monitor dan system setiap panggilan urutan
8. Memelihara daftar perangkat unit yang sedang menunggu jika ada panggilan
9. Memilih dan memberikan kanal suara seperti yang diminta
10. Memilih kanal system
11. Decodes system sinyal berasal oleh perangkat mobile
12. Dan menghasilkan encode yang tepat untuk keluar isyarat paket seperti tujuan sebagai system mengarahkan pengguna ke saluran khusus
13. Menghasilkan data yang ditumpangkan pada semua komunikasi suara dan digunakan untuk audio circuitry di penerima yang berwenang untuk memonitor transaksi audio

##### 2. Stasiun-Stasiun Pemancar

Stasiun pemancar memancarkan Frekuensi Radio (RF) melayani antarmuka antara infrastruktur dan unit-unit perangkat . Stasiun pemancar dalam system trunking memiliki tiga dasar antarmuka:

1. Penerima untuk mengambil RF sinyal dari unit-unit perangkat
2. Pemancar untuk mengirim sinyal RF ke unit-unit perangkat
3. Wireline ( Jalur kawat ) antarmuka untuk mengirimkan audio dan kontrol kanal ke infrastruktur trunking.

Antena untuk stasiun pemancar biasanya terletak di atas bangunan tinggi seperti gedung, bukit, atau menara. Pemancar radio biasanya terletak dekat dengan antenna dalam rangka meminimalkan kerugian yang melekat pada kabel menghubungkan stasiun pemancar ke antena. Standar stasiun pemancar trunking dapat beroperasi dalam dua mode, kanal kontrol dan kanal suara.[1]

### 3. Kanal Kontrol

Kontrol dibutuhkan untuk dapat berkomunikasi dengan semua radio yang ada dalam sistem untuk menerima dan mengirim permintaan kanal panggilan dari radio di lapangan. Ini adalah peran serta kanal kontrol ( Control Channel ). Setiap sistem memiliki satu kanal yang ditugaskan sebagai kanal kontrol. Kanal lainnya digunakan untuk komunikasi suara.

Kanal kontrol selalu aktif, dia memancarkan dan menerima data untuk memantau dan mengendalikan operasional semua unit perangkat. Semua unit perangkat berkomunikasi dengan kanal kontrol sepanjang mereka tidak terlibat dalam panggilan suara. Dan semua unit perangkat menggunakan kanal kontrol untuk mengirimkan permintaan panggilan atau menerima panggilan dari stasiun pemancar dan selalu mentune atau menala ke kanal kontrol kecuali bila ditugaskan untuk panggilan pada kanal suara. Ketika panggilan selesai, radio yang terlibat di panggil kembali ke kanal kontrol. Untuk membuat panggilan pada sistem Trunking, radio pengguna menekan push-to-talk (PTT) pada unit perangkat. Permintaan panggilan dikirim melalui kanal kontrol ke pusat kontrol. Lalu kanal control memberikan untuk digunakan panggilan grup dan mengirim pesan melalui kanal control yang memberitaan semua unit perangkat bahwa ada panggilan kelompok tertentu yang dipilih untuk beralih ke kanal suara tertentu. Semua unit perangkat yang sedang aktif di grup tsb secara otomatis beralih ke kanal suara. Bila pengguna radio yang melakukan panggilan mulai berbicara, pengiriman yang diterima oleh stasiun pemancar dan dikirimkan kembali keluar. Unit perangkat yang ada di grup tsb menerima sinyal radio, lalu memisahkan audio dari RF dan mengirim sinyal audio ke speaker sehingga

pengguna dapat mendengarkan pesan dan mengirim sinyal ke kontrol, melalui kanal kontrol, unit perangkat akan mengenali talkgroup pilihannya. Sinyal ini akan dikirim setiap kali unit perangkat di hidupkan oleh pengguna radio atau merubah posisi panggilan group. Proses ini dikenal sebagai afiliasi.[1]

#### 4. Kanal Suara

Ketika salah satu anggota dari grup meminta layanan kanal suara, grup tsb di berikan satu kanal suara sendiri selama durasi panggilan. Grup yang ditetapkan untuk kanal suara tertentu tidak dapat didengar oleh group lain yang ditetapkan ke panggilan group kanal suara lain nya. Dalam trunking sistem, kanal suara dapat dioperasikan pada salah satu dari tiga mode: Transmission Trunking, Message Trunking atau message Trunking dengan PTT ID.

#### 5. Unit-Unit Perangkat ( Subscriber )

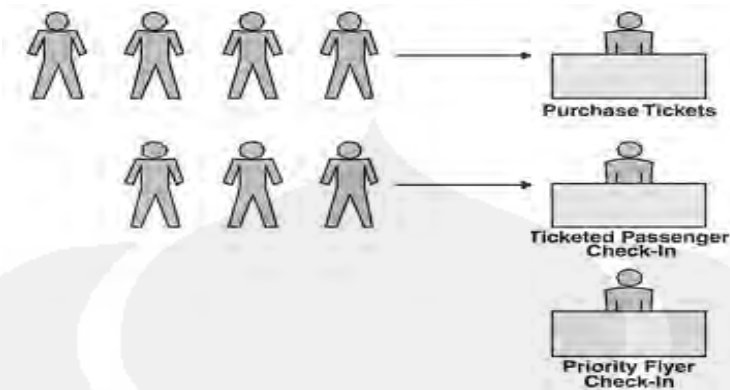
Unit-unit perangkat yang diklasifikasikan sebagai unit radio mobil (kendaraan-mount) atau portabel (terikat kepada seseorang, biasanya genggam) radio yang menyediakan pengguna dengan kemampuan untuk membuat panggilan, mengirim pesan singkat data, atau antarmuka antara unit perangkat dengan peralatan data. Setiap unit perangkat diberikan sebuah nomor identifikasi yang mengidentifikasi radio untuk sistem. Ia juga berisi logika sirkuit yang diperlukan untuk menjalankan fungsi trunking berikut:[1]

1. Menghasilkan dan mengirimkan permintaan layanan dalam bentuk data kata-kata yang kemudian digunakan untuk memodulasi carrier dengan frekuensi.
2. Menerjemahkan data yang dikirim oleh pusat kontrol.
3. Menghasilkan frekuensi lalu lintas saluran yang ditetapkan.
4. Menghasilkan nada yang memberitahukan pengguna radio tentang status permintaan panggilan.

#### 2.1.2.2 Cara Kerja Sistem Trunking

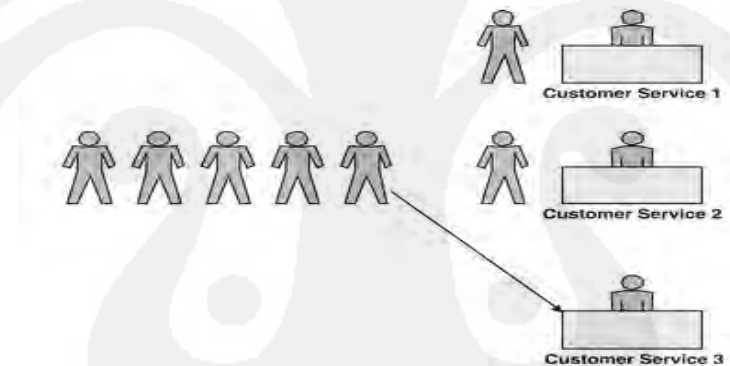
Untuk menggambarkan bagaimana trunking bekerja, di analogikan pelayanan dari sebuah bandara. Dalam setup konvensional, seperti gambar 2.7 pelanggan berbaris semua dengan posisi barisan sesuai dengan jenis transaksi yang pelanggan buat . Hal ini akan membuat lagi beberapa barisan di beberapa counter, sedangkan yang lain mungkin mengganggu





Gambar 2.7 Contoh: Bagaimana suatu Sistem Konvensional Radio Bekerja

Daripada ada orang antri di depan loket khusus sesuai dengan jenis transaksi yang mereka buat, trunking memberi solusi berupa satu baris untuk semua pelanggan. Pelanggan pertama di baris bergerak untuk selanjutnya perwakilan layanan pelanggan yang tersedia seperti pada contoh pada Gambar 2.8. Ini menghilangkan panjang garis dasar di counter check-in sedangkan prioritas pamflet baris kosong.



Gambar 2.8 Contoh: Bagaimana suatu Sistem trunking Bekerja

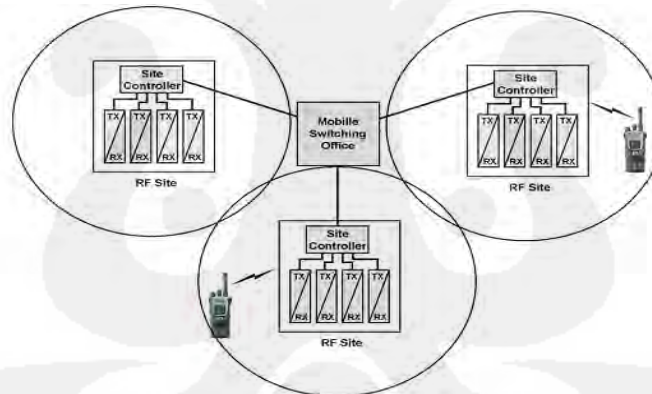
Dengan trunking, pengguna radio tidak ditugaskan ke kanal tetap. Sumber daya kanal dapat diakses oleh semua pengguna selalul tersedia pada saat dibutuhkan. Ketika seorang pengguna radio memulai panggilan, maka sistem memberikan ketersediaan untuk kanal panggilan, menghilangkan kondisi di mana satu kanal sibuk sementara kanal lain tidak aktif. Setelah panggilan selesai, kanal tersebut dirilis dan tersedia untuk pengguna lainnya.

Trunking mengambil keuntungan dari fakta bahwa orang-orang tidak berbicara pada radio terus selama 24 jam sehari. Sebagian besar pengguna radio memerlukan akses ke kanal beberapa kali sehari, tetapi total waktu mereka masing-masing pada sistem tidak

boleh melebihi lima menit. Kanal control sementara bertugas membantu memastikan kanal yang tersedia saat percakapan akan terjadi.[1]

### 2.1.2.3 Sistem Trunking Banyak Stasiun Pemancar

Beberapa repeater Trunking meningkatkan sistem besarnya cakupan area and provide radio komunikasi di tempat-tempat yang jauh dari jangkauan dari sebuah repeater Trunking sistem. Pada gambar 2.9 beberapa repeater sistem dapat dianalisis sebagai pengelompokan satu repeater dengan sistem yang terletak di pusat titik kontrol, dan audio distribusi. Pusat kontrol di setiap repeater supervises peralatan unit perangkat dan stasiun pada lokasi sementara terpusat koordinat dan mengawasi operasi masing-masing repeater. Ini memerlukan koordinasi penggunaan perangkat yang dapat berkomunikasi dengan setiap repeater pengendali. Beberapa repeater memungkinkan sistem radio untuk berkeliaran di seluruh wilayah geografis besar tanpa kehilangan komunikasi dengan kelompok. Selain itu, anggota kelompok dapat berpencaran di berbagai repeater dalam sistem dan masih dapat berkomunikasi satu sama lain.

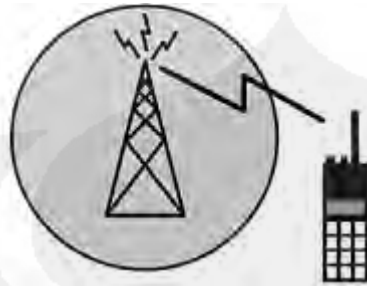


Gambar 2.9 Beberapa Repeater Trunking Sistem

### 2.1.2.4 Sistem Trunking satu Stasiun Pemancar

RF sebuah repeater adalah wilayah geografis di mana sebuah radio dua arah infrastruktur memungkinkan komunikasi antara unit perangkat radio dua arah. Hal ini sama dengan sebuah repeater dengan sistem trunking tambahan kontrol, dan audio link ke kantor pusat mobile switching (MSO). Dalam kondisi tertentu, maka dapat beroperasi secara independen di repeater trunking mode, tapi normal mode operasi yang luas di daerah -

trunking RF dengan repeater lainnya. Gambar 2.10 menunjukkan contoh dari sebuah repeater RF.[1]



Gambar 2.10 Single Stasiun Pemancar

### 2.1.3 SISTIM TRUNKING SMARTZONE 4.1

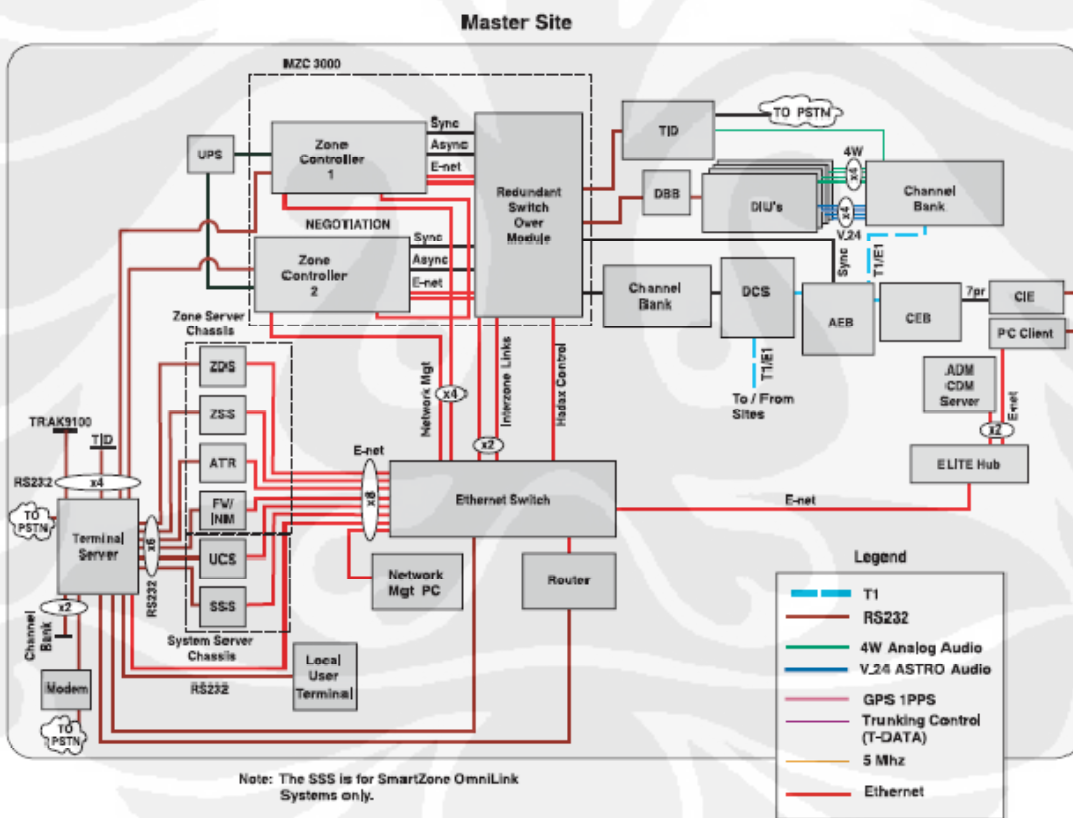
#### 2.1.3.1 Pengenalan SmartZone 4.1

SmartZone versi 4.1 adalah sistem radio komunikasi digital yang memungkinkan pengguna radio mobile untuk membuat panggilan dengan mudah di wilayah geografis yang sangat luas. Pengguna pada setiap lokasi cakupan area dapat menekan push-to-talk (PTT) tombol di radio mereka untuk melakukan panggilan ke setiap kelompok atau individu yang sudah terdaftar terletak dimanapun di area cakupan( yang bias mencakup ribuan mil persegi).Proses ini memerlukan jaringan kompleks workstation komputer, kecepatan tinggi Local Area Network / Wide Area Network (LAN / WAN) fasilitas, dan database yang canggih dan perangkat lunak manajemen. Sistem SMARTZone memungkinkan komunikasi di zona tunggal dan sistem SMARTZone OmniLink memungkinkan komunikasi di beberapa zona. Kedua sistem memungkinkan dari beberapa pengguna untuk digabung menjadi panggilan group. Ini berarti bahwa pengguna dapat berkomunikasi melalui area geografis yang luas dan menggunakan berbagai kemampuan komunikasi, asalkan konfigurasi pengguna yang terencana dan sistematis diimplementasikan. Blok bangunan dasar dari 4,1 Release sistem adalah sebagai berikut:

1. Radio (radio portabel dan mobile)
2. Panggilan group (kombinasi atau pengelompokan radio yang secara teratur berkomunikasi satu sama lain misalnya bagian lalu lintas departemen polisi)
3. Repeater (Repeater Master, IntelliRepeater , dan penayangan repeater)
4. Zona (terdiri dari beberapa repeater)

5. Sistem (terdiri dari zona tunggal untuk sistem SMARTZone dan beberapa zona untuk sistem SMARTZone OmniLink).

SmartZone 4.1 mendistribusikan beban pemrosesan panggilan antara zona atau kawasan yang terdiri dari sistem. Pengguna informasi konfigurasi juga dibagi antara zona. Setiap zona memiliki LAN saling berhubungan melalui jaringan transportasi berkecepatan tinggi untuk membentuk sebuah WAN. WAN memungkinkan informasi konfigurasi pengguna, panggilan pengolahan informasi, dan audio yang akan disampaikan diseluruh sistem. Setiap zona bertanggung jawab untuk mengelola unsur-unsur sendiri. Ini termasuk mengkonfigurasi infrastruktur fisik, mengelola mobilitas dalam zona tersebut, dan panggilan pengolahan dalam zona tersebut. Beberapa fitur panggilan beroperasi hanya di dalam zona, sehingga mereka didefinisikan sebagai fungsi zona-tingkat. Berikut ini gambar 2.11 blok diagram SmartZone 4.1. Master Repeater



Gambar 2.11 SmartZone Master

## 2.2 KOMUNIKASI DATA

### 2.2.1 PENGERTIAN KOMUNIKASI DATA

*Komunikasi data*, adalah komunikasi dimana source adalah data. Dan data ini adalah semua informasi yang berbentuk digital (bit 0 dan 1).

Transmisi data berarti pengiriman data antara sebuah komputer dengan terminal atau piranti terminal data ( Data terminal Equipment ). Transmisi suara dapat saja dijadikan transmisi data jika informasi suara tersebut dirubah (dikodekan ) menjadi bentuk digital[7]

### 2.2.2 PENGIRIMAN SERI DAN PARALEL

Pada Transmisi data, karakter-karakter di sajikan dalam bentuk data yang terdiri dari sederetan angka biner, atau bit ( binary digit ). Setiap bit hanya bernilai biner 1 atau biner 0. Pemindahan, penyimpanan, dan pengolahan data di dalam komputer, atau mikroprosesor, dapat dikerjakan berdasar atas operasi 8-bit, 16-bit, atau 32-bit, tergantung jenis komputer yang digunakan. Setiap 8 bit disebut satu byte. Data dapat dikirimkan ke terminal atau modem menggunakan cara pengiriman seri atau paralel.

Pada cara pengiriman paralel, bit-bit yang membentuk karakter dikirimkan secara serempak melewati sejumlah penghantar yang terpisah. Pada saat komputer mempunyai data untuk dikirimkan, jalur data-tersedia (DAV) diset tinggi. Pada saat terminal siap menerima data, jalur data-diterima (DAC) juga akan diset tinggi. Prosedur *handshaking* ini selalu terjadi setiap kali ada karakter yang dikirim komputer. *Handshaking* ini diperlukan untuk mengakomodasi ketepatan waktu pengiriman data antara komputer dan terminal, atau periferal. Beberapa bentuk *handshaking* secara umum diperlukan karena komputer dan terminal mungkin beroperasi pada kecepatan yang berbeda. Jalur handshake biasanya di tambahkan untuk mengendalikan waktu yang tepat untuk pengiriman data. Penghantar yang diperlukan untuk antarmuka paralel disebut lebar bus (*bus width*) adalah 10 penghantar. Setiap penghantar mempunyai fungsi khusus, beberapa di antaranya untuk membawa data, sementara yang lain membawa informasi kendali dan sinkronisasi. Karena dalam sistem pengiriman paralel diperlukan sejumlah penghantar untuk mengirimkan data, sistem pengiriman paralel hanya ekonomis untuk jarak pendek. Masalah yang timbul pada pengiriman paralel yaitu pada skew. *Skew* adalah efek yang

terjadi pada pengiriman sejumlah bit secara serempak dan tiba pada tempat yang di tuju dalam waktu yang tidak bersama-sama. Efek ini semakin berpengaruh dengan semakin panjangnya kabel yang digunakan, hal ini akan menimbulkan kesalahan pada data yang diterima.

Pengiriman paralel biasanya digunakan untuk menghubungkan komputer dengan pencetak kecepatan tinggi atau dengan disc drive yang berkecepatan tinggi dan panjang kabel relatif pendek.[5]

Pengiriman seri biasanya digunakan untuk sambungan dengan jarak relatif lebih jauh. Data paralel internal dimasukkan ke pengubah paralel ke seri. Pengubah paralel ke seri biasanya dengan IC juga melakukan sejumlah fungsi yang lain dan dikenal sebagai UART, VART, ACIA, PIA, dan lain-lain. Kanal seri mengirimkan setiap karakter per elemen sehingga hanya diperlukan dua penghantar, yaitu kirim data (TXD), dan terima data (RXD). Masing-masing elemen isyarat ekuivalen dengan satu bit, dua atau tiga bit (disebut *dibit* atau *tribit*), atau kurang dari satu bit (penyandian Manchester), karena bit-bit dikirimkan secara berurutan dan tidak serempak, kecepatan pemindahan data lebih rendah dibanding pengiriman secara paralel. Pengiriman akan dimulai dari LSB (*least significant bit*), dan diakhiri dengan MSB (*most significant bit*). Setiap karakter yang dikirimkan, disajikan dengan suatu urutan bit tertentu sesuai dengan sandi yang digunakan. Penerima harus mencacah isyarat data yang sama, pada waktu yang tepat sebelum membentuk kembali karakter yang diterima.

Pengiriman seri menimbulkan tiga masalah penyesuaian: penyesuaian bit, penyesuaian karakter, dan penyesuaian blok. Agar diterima dengan benar, selang waktu yang digunakan oleh pengirim dan penerima harus sama satu terhadap yang lain. Untuk itu, pengirim dan penerima harus menambahkan detak. Istilah detak (*clock*) digunakan untuk menunjuk sembarang pulsa sumber pewaktuan (*timing pulse*). Detak penerima harus menunjukkan waktu yang tepat kapan isyarat harus dicacah oleh penerima untuk menentukan status logika dari setiap bit yang diterima. Supaya data dapat diterima dengan benar, detak penerima harus sesuai dengan detak pengirim. Jika penerima telah menerima bit sinkronisasi, maka seharusnya segera menerima karakter sinkronisasi. Sehingga, penerima harus mampu mem-bedakan kelompok-kelompok karakter yang

tepat. Dengan kata lain, penerima harus mampu menentukan bahwa suatu bit adalah bit awal (LSB) dari suatu karakter.

Selain itu, penerima juga harus dapat mengenali awal dan akhir setiap blok data. Penyesuaian yang diperlukan dapat diperoleh secara sinkron maupun tak sinkron. Data yang dikirimkan oleh terminal ke komputer lewat jalur RDX dimasukkan ke pengubah seri ke paralel, yang juga ada di dalam IC UART, dan diubah ke bentuk paralel sebelum diteruskan ke komputer.[5]

### 2.2.3 PENGIRIMAN SINKRON VERSUS TAK SINKRON

Kedua jenis pengiriman data, sinkron dan tak sinkron, banyak digunakan dalam terminal-terminal. Pemilihan antara pengiriman sinkron dan tak sinkron harus berdasarkan pertimbangan laju tanggapan, biaya terminal dan kanal telepon.

Umumnya, pengiriman tak sinkron tidak mahal. Setiap byte yang diterima dibedakan dengan bit awal dan bit akhir, sehingga penyesuaian dapat diperoleh dengan mudah. Karena detak penerima selalu dimulai kembali setelah satu karakter diterima dan hanya perlu pada keadaan sinkron untuk selang waktu 8 bit, maka penyesuaian bit juga bukan merupakan persoalan besar. Pengiriman tak sinkron hanya cocok untuk laju yang rendah. Karena; (a) bit awal dan akhir mengurangi efisiensi pengiriman bit menjadi 80%; dan (b) detak yang beroperasi bebas hanya memenuhi syarat pada laju rendah.

Pengiriman sinkron lebih mahal dibanding pengiriman tak sinkron, tetapi dapat bekerja pada laju yang lebih tinggi. Karena data biasanya dikirimkan tanpa pembatas, diperlukan adanya *buffering* baik pada pengirim maupun penerima. Laju pengiriman dapat diubah dengan mengubah detak pengiriman dan kecepatan data pada waktu yang sama. Kerugian pengiriman biasanya berkisar sampai 5%. [5]

### 2.2.4 FULL DUPLEX DAN HALFDUPLEX

Hampir sebagian besar sistem komunikasi beroperasi dengan cara *half-duplex* atau *full-duplex*. Sistem komunikasi *half-duplex* dapat mengirimkan data secara bolak-balik (dua arah), tetapi pada satu saat hanya dapat mengirimkan data pada satu arah saja. Proses untuk mengubah arah pengiriman memerlukan tambahan perangkat lunak, dan

memerlukan waktu yang disebut *turnaround time*. Dalam beberapa hal, *turnaround time* berkisar sampai beberapa milidetik, apabila sering terjadi akan menu-runkan unjuk kerja rangkaian.

Rangkaian *full-duplex* adalah rangkaian yang dapat mengirimkan data dalam dua arah pada waktu yang sama. Dalam beberapa hal, dua kanal yang terpisah digunakan untuk pengiriman pada masing-masing arah. Seringkali, komunikasi *full-duplex* digunakan untuk mengirimkan data meskipun sesungguhnya tidak perlu pengiriman data secara serempak pada ke-dua arah tersebut. Ini dilakukan untuk memperkecil *turnaround time* yang berakibat menurunnya waktu tanggapan dari komputer yang digunakan. Jaringan-jaringan komputer yang menggunakan komputer mini, atau mikro, juga sering menggunakan operasi *full-duplex* agar biaya tetap rendah.

#### 2.2.5. STANDARD

Semua komunikasi data, khususnya komunikasi data pada tingkat internasional, selalu mengalami persoalan dengan timbulnya standar yang tidak sesuai satu dengan yang lain. Pada awalnya, standar ditentukan oleh pabrik pembuatnya, khususnya *mainframe*, atau *host komputer*, tetapi hal ini akan menyebabkan pengguna bergantung pada sebuah pabrik untuk semua peralatan komunikasi dan komputasinya. Pada saat ini, hampir semua aspek komunikasi data ditangani oleh standar internasional yang berdasarkan rekomendasi dari ITU-T. Rekomendasi III IT untuk komunikasi data yang meliputi jaringan telepon dinyatakan dalam seri V, dan termasuk spesifikasi untuk modem, antarmuka, peralatan test dan kualitas jalur. Rekomendasi ITU-T tersebut dituliskan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Rekomendasi ITU-T

V1	Ekivalensi antara simbol dalam notasi biner dengan
V2	kondisi signifikan sandi dua-kondisi
	Aras daya dari pengiriman data melewati jalur telepon.
V3	Alfabet No.5 untuk data dan pengiriman pesan.
V4	Struktur umum dari isyarat untuk IA5 dan pengiriman
	pesan lewat jaringan telepon umum.
V5	Standarisasi kecepatan pengisyratan data untuk pengi-
	riman sinkron pada PSTN.



V6	Standarisasi kecepatan pengisyratan data untuk pengiriman sinkron pada rangkaian <i>leased telephone-type</i> .
V10	Karakteristik elektris dari <i>unbalanced double-current interchange circuit</i> untuk pemakaian umum dengan perangkat IC dalam komunikasi data
V11	Karakteristik elektris dari <i>balanced double-current interchange circuit</i> untuk pemakaian umum dengan perangkat IC dalam komunikasi data
VI3	Simulator answer-back unit.
V15	Penggunaan kopleng akustik untuk pengiriman data.
V16	Modem pengiriman data medis analog
V19	Modem untuk pengiriman parallel
V20	Modem pengiriman data paralel standar untuk pemakaian secara umum di dalam PSTN
V21	Modem 200 baud standar untuk digunakan dalam PSTN
V22	Standarisasi kecepatan pengisyratan data untuk operasi sinkron dalam PSTN
V22 bis	Standarisasi kecepatan pengisyratan data untuk pengiriman data sinkron pada <i>leased telephone circuit</i>
V23	Modem 600/1200 dalam PSTN
V24	Daftar definisi sirkit antara DTE dan DCE
V25	Panggilan dan/atau jawaban PSTN.
V25bis	Protokol untuk mengendalikan prosedur pemutaran (dialling procedure) melewati antarmuka V24 yang digunakan pada jalur data normal
V26	Modem 2400 baud terstandar untuk digunakan dalam PSTN
V26bis	Modem 2400/1200 baud terstandar untuk digunakan dalam PSTN
V27	Modem untuk kecepatan pengisyratan data sampai 4800 bit/detik lewat leased circuit
V27bis	Modem 4800 baud dengan equalizer otomatis terstandar untuk digunakan dalam <i>leased circuit</i> .
V27ter	Modem 4800/2400 baud terstandar untuk digunakan dalam PSTN
V28	Karakteristik elektris untuk <i>unbalanced double-current circuit</i>
V29	Modem 9600 baud untuk digunakan dalam <i>leased circuit cara umum dalam PSTN</i>
V30	Sistem pengiriman data paralel untuk digunakan se-
V31	Karakteristik elektris untuk <i>single-current interchange circuit</i> yang dikendalikan oleh <i>contact closure</i> .
V32	Modem pembatal-gema 9600 baud untuk digunakan pada untai dua-kawat
V33	Modem 14400 baud untuk digunakan pada untai empat-kawat yang menggunakan modulasi Trellis
V35	Pengiriman data pada kecepatan 48 Kbit/detik dengan menggunakan rangkaian dengan frekuensi 60 sampai 108KHz
V36	Modem untuk pengiriman data sinkron menggunakan frekuensi 60 sampai 108KHz

V37	Pengiriman data sinkron pada kecepatan pengisyratan data sampai 72 Kbit/detik menggunakan frekuensi 60 sampai 108 KHz
V40	Petunjuk kesalahan menggunakan perangkat elektromekanis
V41	.Sistem pengendali kesalahan sandi-bebas (pemeriksaan kesalahan Id bit CRC)
V42	Standarisasi modem yang menggunakan teknik konversi tak sinkron-ke-sinkron untuk pemeriksaan Kesalahan
V42bis	Spesifikasi kompresi data yang digunakan dengan V42
V50	Batas standar untuk kualitas pengiriman data. .
V51	Organisasi perawatan <i>telephone-type circuit</i> yang digunakan untuk pengiriman data
V52	Piranti pengukur karakteristik distorsi dan kecepatan kesalahan dalam pengiriman data
V53	Batas untuk perawatan <i>telephone-type circuit</i> yang digunakan pada pengiriman data
V54	Piranti untuk pengujian kalang ( <i>loop test</i> ) pada modem.
V55	Spesifikasi untuk perangkat pengukur derau impulsif pada <i>telephone-type circuits</i>
V56	Test komparatif untuk modem yang digunakan dalam <i>telephone-type circuit</i>
V57	Kumpulan test data komprehensif untuk pengisyratan data pada kecepatan tinggi

#### 2.2.6. MODEM

Pengubahan digital ke analog dan analog ke digital dilakukan oleh suatu perangkat yang disebut modem. ITU-T menyebut modem sebagai perangkat komunikasi data {*data communication equipment, DCE*}, dan EIA menyebutnya sebagai *data circuit terminating equipment (DCE)*. Sebuah modem juga digunakan untuk membuat, mempertahankan dan mengakhiri setiap sambungan yang dibuat melalui jaringan telpon yang menggunakan sambungan *leased circuit* atau *dial-Up* lewat PSTN. Pemutaran dan jawaban otomatis juga merupakan fasilitas lain dari modem dan modem jenis tertentu juga dapat memperoleh kembali jalur komunikasi setelah sambungan terputus dengan mencari kanal alternatif. Modem menggunakan suatu bentuk modulasi digital untuk mengubah isyarat data digital ke dalam isyarat suara dan kebalikan modem memenuhi rekomendasi ITU-T. Rekomendasi ITU-T dinyatakan dalam Tabel 2.2[5]

Alasan penggunaan teknik modulasi yang berbeda adalah bahwa setiap teknik modulasi merupakan teknik yang lebih sesuai untuk suatu laju bit tertentu dibanding teknik yang lain ditinjau dari unjuk kerja dan biayanya. Modem dihubungkan ke komputer atau terminal dengan menggunakan antarmuka. Antarmuka ini terdiri dari

*plugs*, soket, pin dan kabel yang secara elektrik dan mekanis harus sesuai satu sama lain dengan peralatan yang akan dihubungkan. Kesesuaian elektrik berarti kedua peralatan yang dihubungkan harus menyajikan status biner 1 dan 0 oleh tegangan yang sama. Tegangan tersebut antara 0 V dan + 5 V atau  $\pm_6$  V. Rekomendasi ITU-T V24 mendefinisikan antarmuka untuk sambungan dari komputer atau terminal ke modem untuk pengiriman seri. Beberapa modem dilengkapi dengan fasilitas pemutaran kembali secara otomatis dimana modem secara kontinyu memantau jalur sewaan (*leased line*). Jika jalur rusak, modem secara otomatis akan melakukan pemanggilan ke nomor dituju lewat PSTN. Modem pada ujung terpanggil akan menjawab secara otomatis, mencocokkan identitas modem pemanggil, dan menyelesaikannya sehingga hubungan terjalin kembali.

Tabel 2.2 Laju bit kanal primer dan kanal sekunder

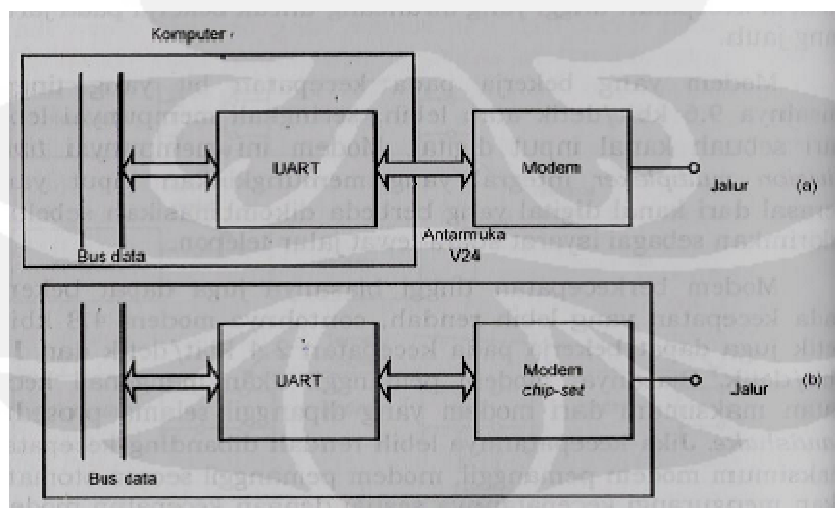
Rekomendasi ITU-T	Laju bit (bit/detik)		Jenis Modulasi
	Normal	Fall-back	
V21	300	-	FSK
V22	1200	600	DPSK
V22bis	300	-	DPSK
V23	2400	1200	QAM
V26	1200	600	FSK
V26bis	2400	-	DPSK
V26ter	2400	1200	DPSK
V27	2400	1200	QAM
V27bis	4800	-	DPSK
V27ter	4800	2400	DPSK
V29	4800	2400	DPSK
V29	9600	7200/4800	QAM
V32	9600	4800/2400	QAM
V33	14400	12000	QAM
V34	28000	24000/19200	QAM

Beberapa modem mempunyai fasilitas pengujian diagnostik secara *built-in* yang sesuai dengan rekomendasi ITU-T V54. Beberapa fasilitas pengujian antara lain adalah: selftest, kalang balik analog local, Kalang balik digital jarak jauh. Pemilihan modem yang akan digunakan ditentukan oleh laju bit dan pertimbangan ekonomis. Modem yang semakin tinggi laju bitnya harganya akan semakin mahal. Selain itu, juga perlu di perhatikan kedua ujung modem harus bekerja sesuai rekomendasi ITU-T yang sama. Jika diperlukan operasi *half-duplex*, modem yang digunakan harus mampu melakukan operasi *turnaround*. Hal ini berarti modem berkecepatan

tinggi diperlukan. Modem berkecepatan tinggi lebih rumit dan biayanya tinggi karena harus (a) memampatkan isyarat kanal analog yang relatif sempit, (b) memperkecil derau, distorsi dan gema pada jalur transmisi, dan (c) menghindari penyebab interferensi yang mungkin terjadi dengan

isyarat lain yang berasal dari kabel yang berdekatan. Faktor lain yang perlu dipertimbangkan adalah jarak antara dua modem. Jika jaraknya pendek, misalnya sampai dengan 25 km, dan mempunyai jalur dc kontinu, dapat digunakan *short-haul modem*, *line driver* atau *modem eliminator*. Untuk peralatan ini tidak ada rekomendasi khusus dari ITU-T, tetapi lebih murah disbanding modem berkecepatan tinggi yang dirancang untuk bekerja pada jarak yang jauh.

Saat ini, semakin banyak industri semikonduktor yang membuat modem yang hanya terdiri dari satu, dua atau tiga *chip* dengan beberapa komponen eksternal yang lain. Kecenderungan ini, yang biasanya bekerja pada kecepatan rendah, memungkinkan ukuran modem menjadi semakin kecil dan lebih murah serta lebih handal. Sehingga, di pasaran saat ini banyak beredar modem yang sudah menjadi satu dengan terminalnya, yang mempunyai beberapa keuntungan antara lain (a) tidak memerlukan catu daya tambahan, (b) tidak memerlukan antarmuka V24/I-1 232E seperti tersaji pada Gambar 2.12(a) dan (b). Blok yang diberi tanda UART menunjukkan *chip* pengirim/penerima tak sinkron universal digunakan untuk mengubah data paralel dari bus komputer menjadi bentuk seri.[5]



Gambar 2.12 (a) Penggunaan UART dan modem, (b) Modem internal menghemat catu daya dan antarmuka

### 2.2.7. FREKWENSI SHIFT KEYING

*Frequency shift keying* (FSK) merupakan sistem modulasi digital yang relatif sederhana, dengan kinerja yang kurang begitu bagus dibandingkan sistem PSK atau QAM. FSK biner adalah sebuah bentuk modulasi sudut dengan envelope konstan yang mirip dengan FM konvensional, kecuali bahwa dalam modulasi FSK, sinyal pemodulasi berupa aliran pulsa biner yang bervariasi diantara dua level tegangan diskrit sehingga berbeda dengan bentuk perubahan yang kontinu pada gelombang analog. Ekspresi yang umum untuk sebuah sinyal FSK biner adalah:[11]

$$v(t) = V_c \cos \left[ \left( \omega_c + \frac{f_m(t) \Delta \omega}{2} \right) t \right] \dots\dots\dots(2.1)$$

2.1 )

dimana  $v(t)$  = adalah bentuk gelombang FSK biner

$V_c$  = puncak amplitudo carrier tanpa termodulasi

$\omega_c$  = carrier frekuensi (dalam radian)

$f_m(t)$  = frekuensi sinyal digital biner pemodulasi

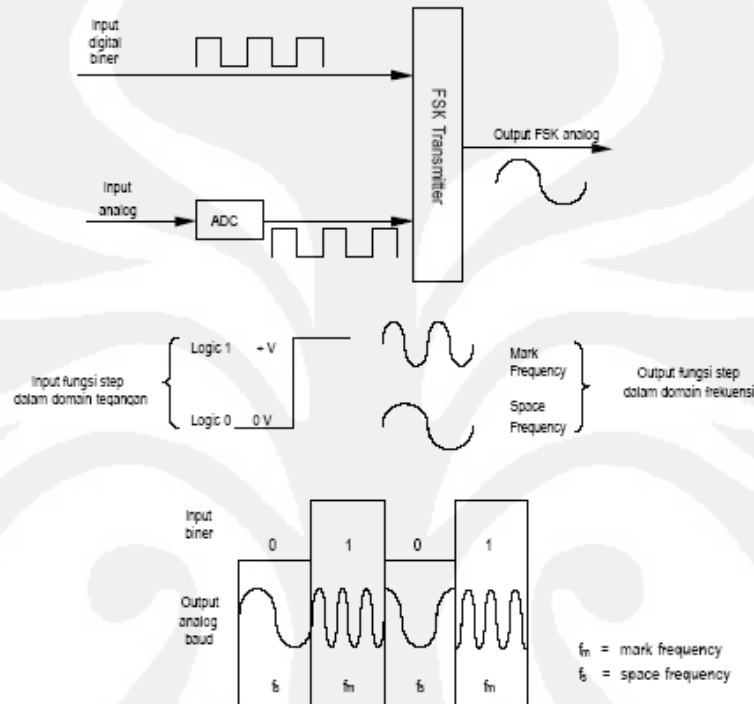
$\Delta \omega$  = beda sinyal pemodulasi (dalam radian)

Dari persamaan diatas dapat dilihat bahwa dengan FSK biner amplitudo carrier  $V_c$  tetap konstan dengan adanya modulasi. Bilamana, output frekuensi carrier ( $\omega_c$ ) akan bergeser dengan suatu nilai sebanding  $+\Delta \omega/2$  radian. Pergeseran frekuensi ( $\Delta \omega/2$ ) adalah sebanding dengan amplitudo dan polaritas pada sinyal input biner. Sebagai contoh, sebuah biner satu akan bernilai +1 volt dan sebuah biner nol akan bernilai -1 volt yang menghasilkan pergeseran frekuensi pada  $+\Delta \omega/2$  dan  $-\Delta \omega/2$ . Sebagai tambahan, laju pada pergeseran frekuensi adalah sebanding dengan setengah laju perubahan sinyal input biner  $f_m(t)$  (yaitu bit rate input). Sehingga deviasi (pergeseran) sinyal output carrier diantara  $\omega_c + \Delta \omega/2$  dan  $\omega_c - \Delta \omega/2$  pada laju senilai  $f_m$ . [11]

#### 2.2.7.1. Pemancar Binary FSK

Dengan FSK biner, center pada frekuensi carrier tergeser (terdeviasi) oleh input data biner. Sebagai konsekuensinya, output pada suatu modulator FSK biner adalah suatu fungsi *step* pada domain frekuensi. Sesuai perubahan sinyal input biner dari suatu logic 0 ke logic 1, dan sebaliknya, output FSK bergeser diantara dua frekuensi: suatu *mark frekuensi* atau logic 1 dan suatu *space frekuensi* atau logic 0. Dengan FSK biner, ada

suatu perubahan frekuensi output setiap adanya perubahan kondisi logic pada sinyal input. Sebagai konsekuensinya, laju perubahan output adalah sebanding dengan laju perubahan input. Dalam modulasi digital, laju perubahan input pada modulator disebut *bit rate* dan memiliki satuan *bit per second* (bps). Laju perubahan pada output modulator disebut *baud* atau *baud rate* dan sebanding[11]

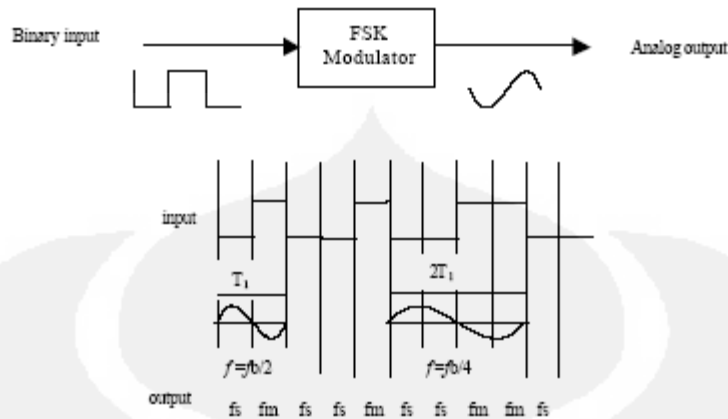


Gambar 2.13 Pemancar FSK biner

dengan keterkaitan waktu pada satu elemen sinyal output. Esensinya, baud adalah kecepatan simbol per detik. Dalam FSK biner, laju input dan laju output adalah sama; sehingga, *bit rate* dan *baud rate* adalah sama. Suatu FSK biner secara sederhana diberikan seperti Gambar 2.14.

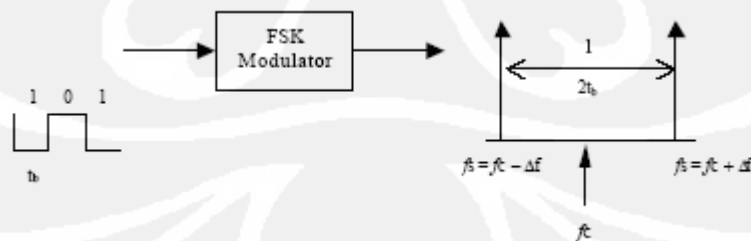
#### 2.2.7.2. Pertimbangan Bandwidth pada FSK

Sebagaimana system komunikasi slektronik yang lain, bandwidth merupakan hal penting dalam merancang sebuah pemancar FSK. Sistem ini memiliki kesamaan dengan system modulasi FM analog. Gambar 2.14 memberikan ilustrasi sebuah diagram blok pemancar FSK.[11]



Gambar 2.14 Hubungan input dan output pada modulator FSK

Pada Gambar 2.15 menunjukkan sebuah modulator FSK biner, yang mana memiliki kemiripan dengan modulator FM, dan ini seringkali berupa VCO (voltage controlled oscillator). Input rate tercepatada pada perubahan anngka 1/0 secara beruntun, yang dalam hal ini digambarkan sebagai bentuk gelombang persegi. Sebagai konsekuensinya, hanya frekuensi fundamental yang dipakai sebagai acuan. Saat ini terjadi nilai frekuensi modulasi tertinggi sebanding dengan setengah input rate. Frekuensi rest pada VCO dipilih sedemikian hingga ini jatuh tepat ditengah diantara frekuensi *mark* dan *space*. Sebuah kondisi logika 1 menggeser VCO dari kondisi frekuensi *rest* menjadi frekuensi *mark* , dan logika 0 menggeser frekuensi VCO dari *rest* menjadi *space*. Sebagai onsekuensinya perubahan keadaan input 1/0 secara berurutan menyebabkan deviasi frekuensi dari mark ke space. Dalam modulator FSK biner,  $\Delta f$  merupakan puncak deviasi frekuensi pada carrier dan nilainya sebanding dengan besarnya beda frekuensi antara *mark* dan *rest*. Nilai ini sebanding dengan setengah beda antara *mark* dan *space*.



Gambar 2.15 Gambaran Frekwensi pada FSK

Puncak dari deviasi frekuensi tergantung dari amplitudo sinyal pemodulasi. Dalam sinyal digital biner, semua logika 1 memiliki level tegangan yang sama, demikian pula halnya dengan semua loghika 0. Sebagai konsekuensinya pada system FSK memiliki frekuensi

deviasi yang konstan dan selalu pada nilai maksimum. Output pada modulator FSK dikaitkan dengan input biner dapat ditunjukkan dengan Gambar 2.15 Disini logika 0 berkaitan dengan frekuensi *space* ( $f_s$ ), dan logika 1 berkaitan dengan frekuensi *mark* ( $f_m$ ). Sedangkan frekuensi carrier dinyatakan sebagai  $f_c$ . Frekuensi deviasi dinyatakan dengan hubungan berikut ini:

$$\Delta f = \frac{|f_m - f_s|}{2} = \frac{1}{4t_b} \quad (\text{Hz, minimum}) \quad \dots\dots\dots(2.2)$$

dimana  $t_b$  merupakan waktu untuk satu bit dalam satuan detik, sedangkan besarnya  $f_m$  dan  $f_s$  dinyatakan sebagai:

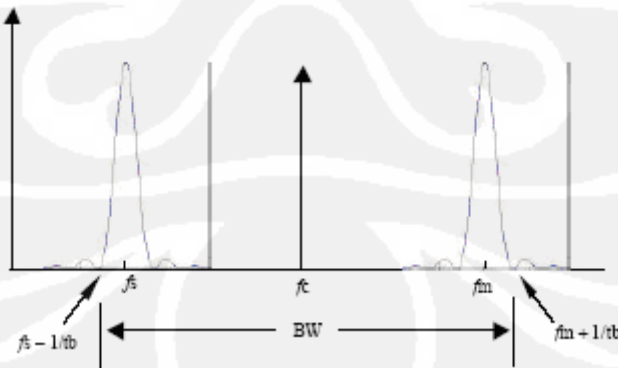
$$f_m = f_c - \Delta f = f_c - \frac{1}{4t_b} \quad \dots\dots\dots(2.3)$$

2.3 )

$$f_s = f_c + \Delta f = f_c + \frac{1}{4t_b} \quad \dots\dots\dots(2.4)$$

Dari Gambar tersebut dapat dilihat bahwa FSK tersusun dari dua gelombang sinusoida pada frekuensi  $f_m$  dan  $f_s$ . Gelombang pulsa sinus memiliki spectrum frekuensi untuk sinyal FSK yang dapat digambarkan sebagai fungsi  $(\sin x)/x$ . Sebagai konsekuensinya, kita dapat mewakili spectrum output untuk sinyal FSK seperti ditunjukkan pada Gambar 2.16 Bentuk bandwidth pada FSK dapat didekati sebagai:[11]

$$BW = f_m + \frac{2\pi}{t_b} - \left( f_s - \frac{2\pi}{t_b} \right) = f_m - f_s + \frac{2}{t_b} = 2 \left( \Delta f + \frac{1}{t_b} \right) \quad \dots\dots\dots(2.5)$$



Gambar 2.16 Spektrum frekwensi FSK

**Contoh:**

Tentukan nilai bandwidth dan baud rate sebuah sinyal FSK dengan frekuensi mark



sebesar 51 kHz dan space 49 kHz. Disini bit ratenya adalah 2 kbps.

**Penyelesaian:**

Pertama yang harus dilakukan adalah hitung besarnya  $t_b$ .

$$\Delta f = |f_m - f_s|/2 = 1/(4t_b)$$

$$= (51000 - 49000)/2$$

$$= 1000 \text{ Hz}$$

$$t_b = 1/(4 \times 1000) = 0.0025 = 0.25 \text{ ms.}$$

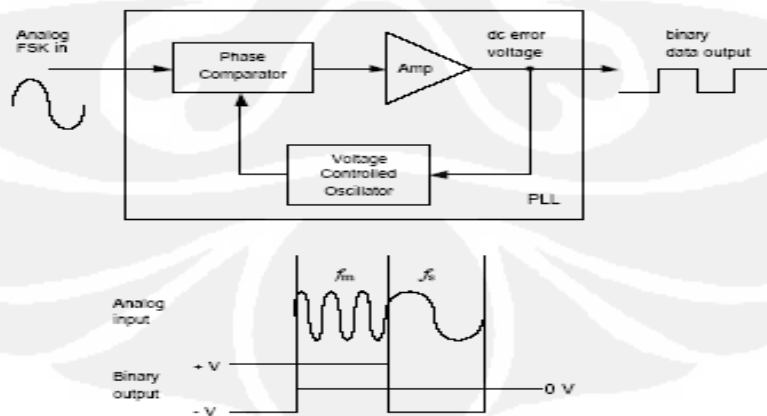
$$BW = f_m - f_s + \frac{2}{T_b}$$

$$BW = 51000 - 49000 + 2/(0.25 \text{ ms})$$

Pada system FSK nilai baud rate sama dengan bit rate, sebab satu symbol terdiri dari satu bit informasi, sehingga baud rate sebesar 2000.

2.2.7.3. Penerima FSK

Rangkaian yang paling umum digunakan untuk demodulasi sinyal FSK biner adalah *phase-locked-loop* (PLL), yang ditunjukkan dalam blok diagram pada Gambar 2. Suatu demodulator FSK-PLL bekerja sangat mirip dengan demodulator PLL-FM. Sesuai input ke PLL bergeser diantara frekuensi *mark* dan *space*, *dc error voltage* pada output fase komparator mengikuti pergeseran frekuensi. Karena hanya ada dua frekuensi input (*mark* dan *space*), maka disini juga hanya ada dua output *error voltage*. Satu mewakili suatu *logic 1* dan lainnya mewakili suatu *logic 0*. Sehingga, frekuensi natural pada PLL dibuat [11].



Gambar 2.17 Demodulator PLL-FSK

Sama untuk frekuensi *center* pada modulator FSK. Sebagai suatu hasil, perubahan dalam *dc error voltage* mengikuti perubahan dalam input frekuensi analog dan simetris disekitar 0 V dc.

#### 2.2.7.4. Kinerja Binary FSK

Kita mulai dengan menganalisa kinerja pada matched filter coherent yang dalam hal ini menggunakan correlation detector. Kinerja system correlation detector untuk system komunikasi biner dinyatakan dalam bentuk persamaan berikut: [11]

$$P_e = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \sqrt{\frac{(1-\rho)E}{2N_0}} \quad \dots\dots\dots (2.6)$$

dimana E = energy  
 ρ = koefisien korelasi

Penurunan ini didasari asumsi (anggapan) bahwa kedua sinyal memiliki priority probability yang sama. Untuk aplikasi system FSK, dimana

$$s_0(t) = A \cos(2\pi f_0 t) \quad \dots\dots\dots (2.7)$$

$$s_1(t) = A \cos(2\pi f_1 t) \quad \dots\dots\dots (2.8)$$

sehingga E dan ρ diberikan sebagai

$$\begin{aligned} E &= \int_0^T A^2 \cos^2 2\pi f_0 t \, dt \\ &= \int_0^T \frac{A^2}{2} + \frac{A^2}{2} \cos^2 2\pi f_0 t \, dt \\ &= \frac{A^2 T}{2} \quad \text{jika } T \gg \frac{1}{f_0} \end{aligned} \quad \dots\dots\dots (2.9)$$

Jika kita tetapkan ρ = 0, probability of errornya senilai:

$$P_e = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \sqrt{\frac{E}{2N_0}} = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \left( \frac{A}{2} \sqrt{\frac{T}{N_0}} \right) \quad \dots\dots\dots (2.10)$$

## 2.3 SCADA

### 2.3.1 KONSEP DASAR SCADA

**SCADA** singkatan dari *Supervisory Control and Data Acquisition*. SCADA merupakan sebuah sistem yang mengumpulkan informasi atau data-data dari lapangan dan kemudian mengirimkannya ke sebuah komputer pusat yang akan mengatur dan mengontrol data-data tersebut. Sistem SCADA tidak hanya digunakan dalam proses-proses industri, misalnya, pabrik baja, pembangkit dan pendistribusian tenaga listrik (konvensional maupun nuklir), pabrik kimia, tetapi juga pada beberapa fasilitas eksperimen seperti fusi nuklir.[4]

Sistem SCADA yang “primitif” telah digunakan oleh industri selama ini. Dengan hanya mengandalkan indikator - indikator sederhana seperti lampu, meter analog, alarm suara (*buzzer*), seorang operator sudah dapat melakukan pengawasan terhadap mesin - mesin di pabrik.

Seiring dengan perkembangan komputer yang dahsyat beberapa dekade terakhir, maka komputer menjadi komponen penting dalam sebuah sistem SCADA modern. Sistem ini menggunakan komputer untuk menampilkan status dari sensor dan aktuator dalam suatu *plant*, menampilkannya dalam bentuk grafik, menyimpannya dalam *database*, bahkan menampilkannya melalui situs *web*. Umumnya komputer ini terhubung dengan sebuah pengendali (misal : PLC) melalui sebuah protokol komunikasi tertentu (misal : *fieldbus*).[2]

Secara umum, SCADA terdiri dari bagian - bagian berikut :

#### 2.3.1.1 Sensor dan aktuator (*field device*)

Bagian ini adalah *plant* di lapangan yang terdiri dari obyek yang memiliki berbagai sensor dan aktuator. Nilai sensor dan aktuator inilah yang umumnya diawasi dan dikendalikan supaya obyek/*plant* berjalan sesuai dengan keinginan pengguna.[2]

#### 2.3.1.2 PLC ( Proramable Logic Control )

PLC merupakan pengendali dari *plant (fielkd device)*. Alat ini berperan sebagai “otak” dari sistem. Beberapa kelebihan PLC dibanding pengendali lain :[2]

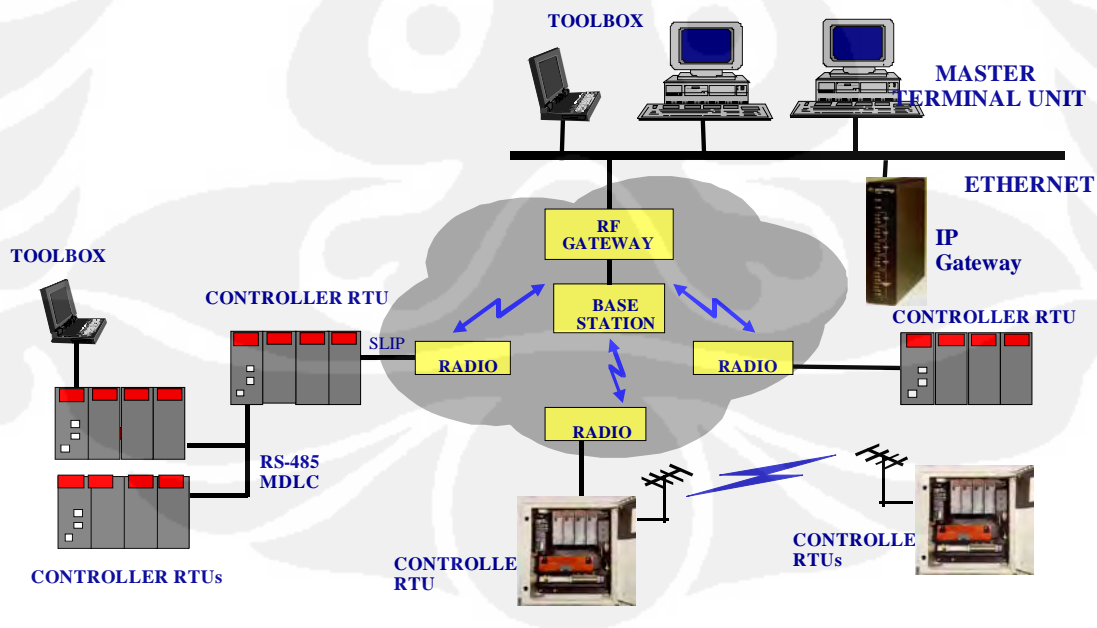
1. Memberi solusi yang ekonomis
2. Serbaguna dan fleksibel

3. Kemudah dalam perancangan dan instalasi
4. Lebih *reliable*
5. Pengontrol yang canggih
6. Berukuran kecil secara fisik
7. *Troubleshooting* dan diagnosa lebih mudah

### 2.3.1.3 Sistem Komunikasi

Sistem komunikasi diperlukan untuk menghubungkan antara *field device*, PLC, dan *Master Terminal Unit*. Gambar 2.18 menunjukkan salah satu sistem komunikasi yang dipakai dalam sistem SCADA :[2]

1. RS 232
2. Private Network (*LAN/RS-485*)
3. Switched Telephone Network
4. Leased lines
5. Internet
6. Wireless Communication systems
  - o Wireless LAN
  - o GSM Network
  - o Radio modems



Gambar 2.18 Salah satu media komunikasi scada

## 7. MTU - SCADA Software

*Master Terminal Unit* umumnya ialah komputer yang memiliki SCADA *software*. Fitur - fitur kunci yang harus ada pada suatu SCADA Software ialah :[2]

1. Human Machine Interface
2. Graphic Displays
3. Alarms
4. Trends
5. RTU / PLC Interface
6. Scalability / Expandability
7. Access to data
8. Database
9. Networking
10. Fault tolerance and redundancy
11. Client/Server distributed processing

### 2.3.2 MACAM-MACAM SCADA

Secara sederhana, SCADA dapat dibedakan berdasar skalanya, yaitu :

#### 1. *Basic SCADA*

SCADA dasar ini umumnya hanya terdiri dari 1 proses mesin saja. Jumlah PLC dan MTU yang digunakan juga hanya 1 buah. Contoh :

*Car manufacturing robot*

*Room temperature control*

#### 2. *Integrated SCADA*

Sistem ini terdiri dari beberapa PLC (RTU). Contoh :

Water systems

Subway systems

Security systems

#### 3. *Networked SCADA*

Sistem ini terdiri dari beberapa SCADA yang saling terhubung. Contoh :

Power systems

Communication systems

#### 4. *Distributed Control System (DCS)*

DCS merupakan sistem kontrol yang mampu menghimpun (mengakuisisi) data dari lapangan dan memutuskan akan diapakan data tersebut, secara singkat DCS -> ambil/baca data + lakukan pengontrolan berdasar data tersebut. Data-data yang telah diakuisisi (diperoleh) dari lapangan bisa disimpan untuk rekaman atau keperluan-keperluan masa datang, atau digunakan dalam proses-proses saat itu juga, atau bisa juga, digabung dengan data-data dari bagian lain proses, untuk kontrol lanjutan dari proses yang bersangkutan.

Komponen-komponen yang ada di DCS

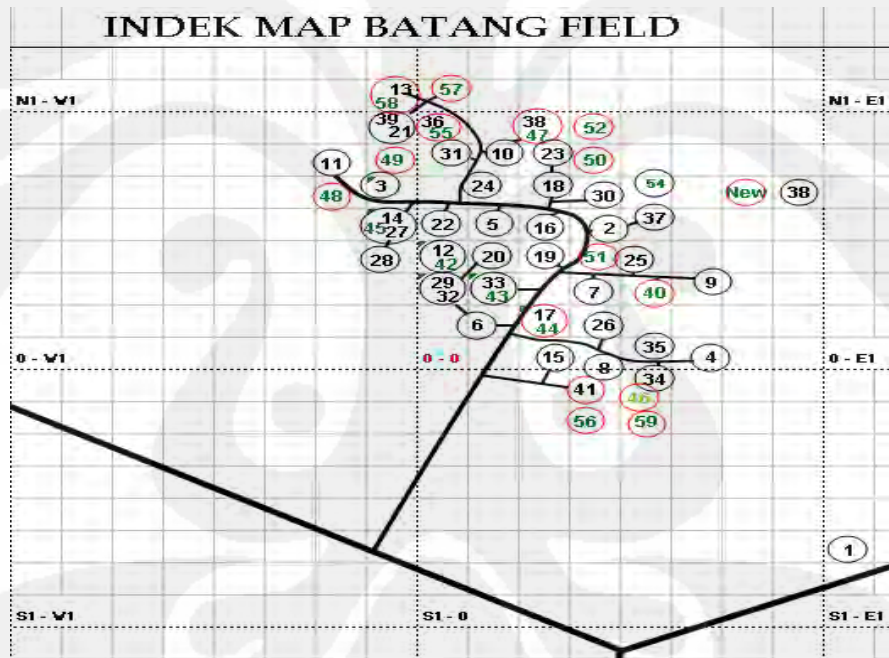
1. Operator Console
2. Engineering Station
3. History Module
4. Data Historian
5. Control Modules
6. I/O

Semua elemen yang telah tersebut terhubungkan dalam satu jaringan dengan menggunakan teknologi Ethernet atau bahkan wireless. Saat ini batasan teknologi maupun perbedaan antara DCS, PLC atau Kontrol menggunakan komputer semakin kabur. Yang membedakan lebih banyak dalam tingkat perangkat lunak.[2]

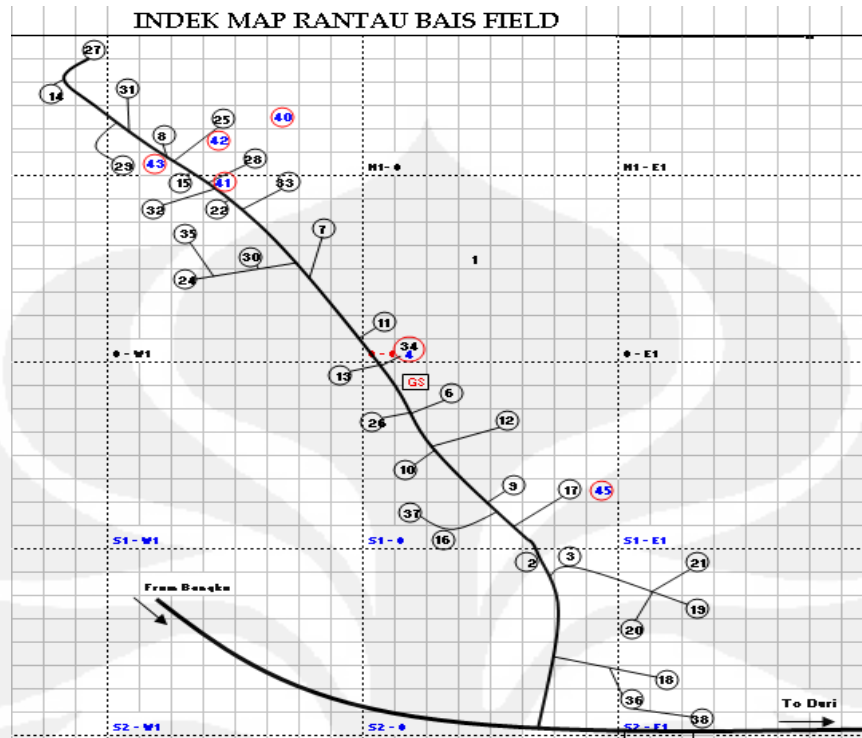
# BAB III IMPLEMENTASI SISTIM SCADA BATANG – RANTAU BAIS

## 3.1 GEOGRAFI

Secara umum klasifikasi area ladang minyak Duri dan sekitarnya adalah Daerah terbuka ( *Open Land* ), yaitu daerah belum berkembang atau hanya sebagian kecil dari daerah sudah berkembang, populasi penduduk masih sedikit. Dan lebih dominan kebun kelapa sawit serta sungai. Gambar 3.1 menunjukkan peta serta populasi sumur pada lapangan batang. Dan Gambar 3.2 menunjukkan peta serta populasi sumur pada lapangan Rantau Bais



Gambar 3.1 Peta ladang minyak lapangan batang berukuran 2 x 3 km



Gambar 3.2 Peta ladang minyak lapangan Rantau Bais berukuran 4 x 5 km

## 3.2 KEBUTUHAN BANDWITDH

### 3.2.1 BIT RATE DAN BESARNYA DATA

Kecepatan transmisi data atau bit rate komunikasi radio trunking sebesar 1200 bps yaitu Jumlah bit yang di transmisikan dalam satu detik ( satuan : bit per second/bps) [9]. Transaksi data yang terjadi antara RTU dan master adalah fungsi metering dari protokol Modbus. Fungsi ini dikodekan dalam satu byte pada kisaran 1 – 255 desimal. Ketika sebuah pesan dikirim dari master scada ke RTU fungsi ini akan di kodekan sesuai dengan jenis tindakan nya. Pada Modbus komunikasi antarmuka dibangun melalui pesan, format pesan Modbus ini tidak tergantung pada jenis antarmuka fisik yang digunakan. Masing-masing pesan Modbus mempunyai struktur yang sama. Empat unsur dasar yang hadir dalam setiap pesan. Urutan elemen ini sama untuk semua pesan, untuk memudahkan untuk melewati isi pesan Modbus. Sebuah percakapan selalu dimulai oleh master dalam jaringan Modbus.

Seperti gambar 2.22 seorang Modbus master mengirim pesan dan-tergantung dari isi dari pesan- lalu seorang klien mengambil tindakan dan menanggapi hal itu. Master dapat



lebih menguasai dalam jaringan Modbus. Addressing dalam header pesan digunakan untuk mendefinisikan perangkat yang seharusnya menanggapi pesan. Semua node lain di jaringan Modbus mengabaikan pesan jika field alamat tidak sesuai alamat mereka sendiri.

**Struktur pesan Modbus**

Lapangan	Deskripsi
<b>Alamat perangkat</b>	Alamat penerima
<b>Kode Fungsi</b>	Kode menentukan jenis pesan
<b>Data</b>	Blok data dengan informasi tambahan
<b>Kesalahan cek</b>	Cek nilai numerik untuk menguji kesalahan komunikasi

Gambar 3.3 Gambar struktur pesan modbus protokol

### 3.2.1 MEKANISME PENGAMBILAN DATA

Beberapa sensor bisa melakukan pengukuran kejadian secara sederhana yang bisa dideteksi menggunakan saklar ON/OFF, masukan seperti ini disebut sebagai **masukan diskrit** atau **masukan digital**. Misalnya untuk mengetahui apakah sebuah alat sudah bekerja (ON) atau belum (OFF), konveyornya sudah jalan (ON) atau belum (OFF), mesinnya sudah mengaduk (ON) atau belum (OFF), dan lain sebagainya. Beberapa sensor yang lain bisa melakukan pengukuran secara kompleks, dimana angka atau nilai tertentu itu sangat penting, masukan seperti ini disebut **masukan analog**, bisa digunakan untuk mendeteksi perubahan secara kontinu pada, misalnya, tegangan, arus, densitas cairan, suhu, dan lain sebagainya.

Untuk kebanyakan nilai-nilai analog, ada batasan tertentu yang didefinisikan sebelumnya, baik batas atas maupun batas bawah. Misalnya ingin mempertahankan suhu antara 30 dan 35 derajat Celcius, jika suhu ada di bawah atau diatas batasan tersebut, maka akan memicu alarm (baik lampu dan/atau bunyi-nya). Terdapat empat alarm batas untuk sensor analog: Major Under, Minor Under, Minor Over, dan Major Over Alarm.[8]

Informasi atau data-data yang tersedia di lapangan dalam jenis data analog dan digital. Data analog pada protocol komunikasi data disebut sebagai register. Sedangkan data digital berupa bilangan 1 dan 0, pada protocol komunikasi data digital disebut sebagai status.

Data tsb dikirim dengan menggunakan protocol komunikasi data yang sesuai dengan OSI model terdiri dari 7 lapisan. Pada protocol ini link layer memiliki fungsi :

1. Acknowledgement dan memberi nomor urut pada frame, dengan menambahkan header dan trailer pada data
2. Menambahkan alamat link layer
3. Akses prioritas untuk mendapatkan channel

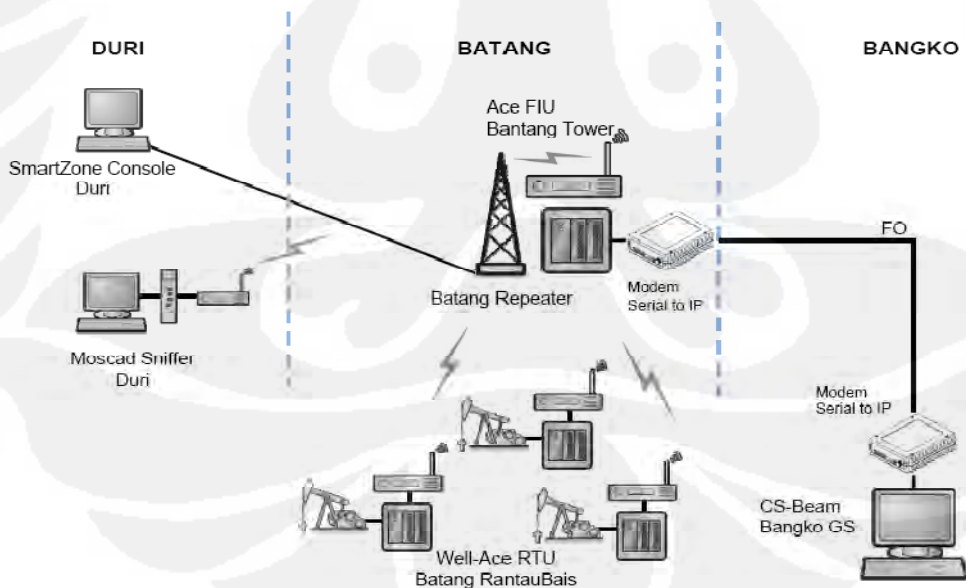
menggunakan protocol emulasi dan enkapsulasi. dengan dan kemudian mengirimkannya ke sebuah komputer pusat yang akan mengatur dan mengontrol data-data tersebut. Ada 2 jenis mekanisme ini :

1. Pooling : ialah infrastruktur komunikasi akan melakukan pengambilan data dari RTU ( Remote terminal Unit ) secara berkala dan terus menerus.
2. Report by exception: ialah RTU akan mengirim data pada master jika ada perubahan nilai dalam batasan yang telah ditentukan, batas perubahan nilai ini di program terlebih dahulu.

### 3.3 PERANGKAT TERPASANG

#### 3.3.1 TOPOLOGI

Populasi Sumur pada area Batang rantau Bais berjumlah 115 sumur, tetapi tidak semua sumur terinstal scada. Pertimbangannya adalah sisi ekonomis dari sumur tsb.



Gambar 3.4 Topologi scada Batang – Rantau Bais

Adapun populasi sumur yang terinstal scada berjumlah 41 sumur untuk area Batang dan 30 sumur untuk area Rantau Bais serta 1 unit scada master.

Gambar 3.4 diatas menunjukkan topologi scada Batang Rantau Bais, master scada akan melakukan query pada semua RTU, dan RTU merespon dengan mengirim data berupa nilai-nilai metering atau grafik. Data tsb di bawa oleh jaringan Chevron dengan media transmisi fiber optic ke Master scada yang berada di Stasiun pengumpul minyak yang ada di Bangko. Pada stasiun pengumpul minyak ada sebuah computer yang mengubah data tsb menjadi tampilan dalam bentuk gambar atau grafik. Seperti gambar 3.5 berikut ini :

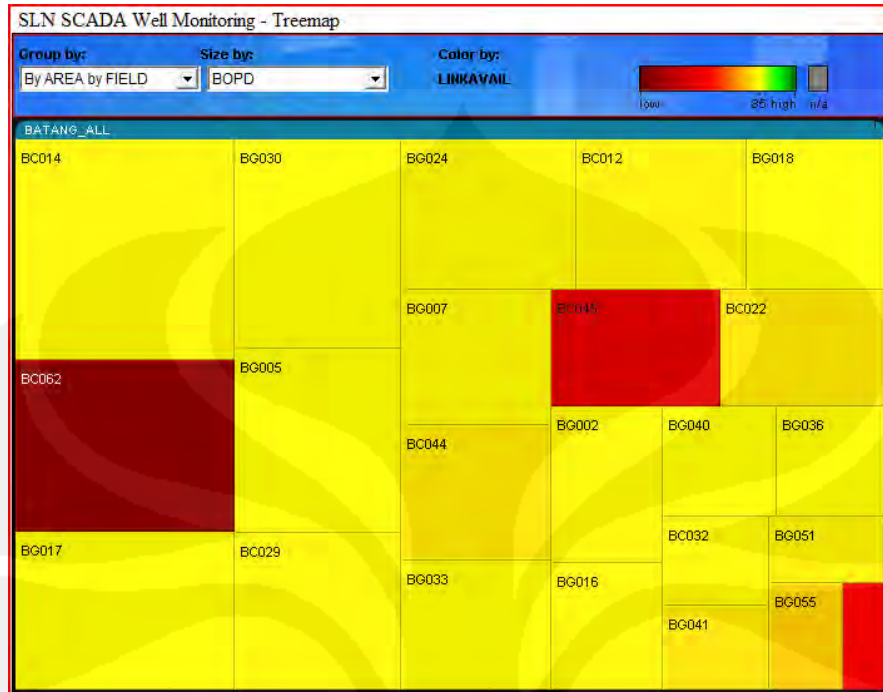
Well Name	Last Scan	Sub Alarm Message	HOA State
CA005	09:05	SC SCADA NOT READY	A
GL003	08:40		A
KL003	08:12	SC SCADA NOT READY	0
KL005	08:10	SC SCADA NOT READY	A
NA003	08:40	Low pressure	A
NA004	08:40		A
NA005	08:40		A
PC029	08:40	ComFail:UnknErr 0	A
PC030	08:41	ComFail:UnknErr 0	A
PG011	11:47	72 NOT PUMPING	A
PG021	08:41	ComFail:UnknErr 0	A
PG028	08:41		A
PG032	08:41	High pressure	A
PG034	08:41		A
PG035	09:05	SC SCADA NOT READY	A
PG036	08:39	SC SCADA NOT READY	A
PG037	11:22	14 POWER FAILURE	A
PG038	08:41	ComFail:UnknErr 0	A
PN015	08:41		A
PN030	08:42	Low pressure	A
RC001	08:39	SC SCADA NOT READY	A
TY014	08:39	SC SCADA NOT READY	A
TY021	08:43		A
TY022	08:43	Pressure Active	A

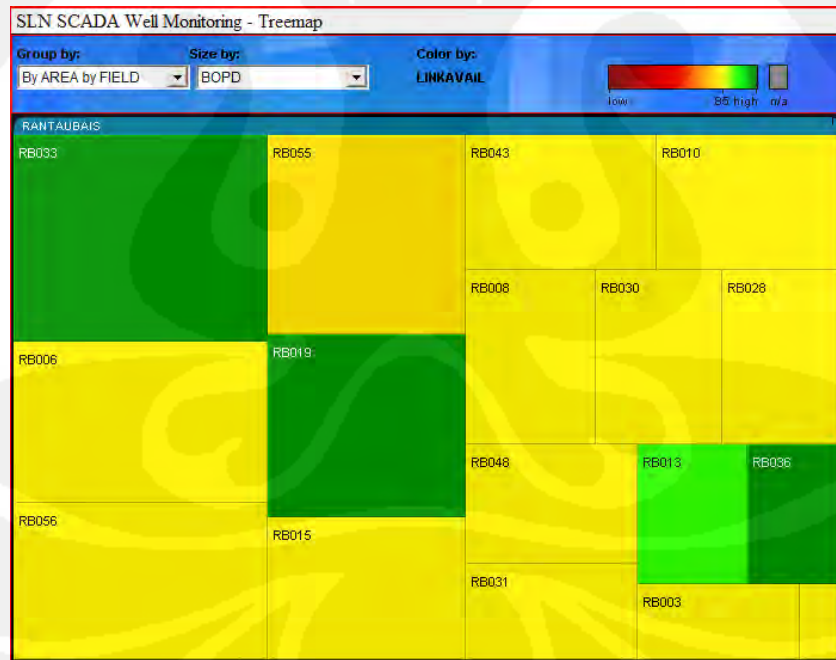
Well Name	Last Scan	Sub Alarm Message	HOA State
TY022	08:43	Pressure Active	A
TY023	08:43	Pressure Active	A
UB026	08:43	ComFail:UnknErr 0	A
UB028	08:43	High pressure	A

Gambar 3.5 Tampilan status sumur

Selain itu terdapat juga prosentase produksi dan availability komunikasi scada dari sumur- sumur pada area batang – Rantau Bais. Gambar 3.6 prosentase produksi dan availability Batang area dan gambar 3.7 prosentase produksi dan availability komunikasi scada Rantau bais area



Gambar 3.6 Prosentasi dan availability komunikasi scada Batang area



Gambar 3.7 Prosentasi dan availability komunikasi scada Rantau bais area

### 3.3.2 INFRASTUKTUR

Perangkat yang menjadi infrastruktur adalah repeater dan unit pengguna radio pada komunikasi radio 2 arah trunking bekerja pada band 800 MHz buatan Motorola. Untuk repeater type Intelli Repeater Quantro, unit pengguna type MCS2000 dan modem yang menggunakan modulasi FSK ( Frequency Shift Keying )

### 3.4 OPERASI SISTIM

Sebagai pembuktian pada sistim ini maka dilakukan pengukuran pada sisi repeater dan unit radio, namun akan di khususkan pada sisi unit radio terhubung ke modem FSK dengan simulasi variable level tertentu, karena akan di aplikasikan sebagai komunikasi data atau scada. Dan tujuan dilakukan pengukuran ialah untuk mengetahui secara khusus tingkat sensitifitas radio yang akan mempengaruhi luas cakupan area. Parameter yang diukur yaitu :

1. Power Out
2. Deviasi
3. Frekwensi Error
4. Squelch
5. Sensitifitas

Adapun peralatan yang digunakan pada saat pengukuran sebagai berikut :

1. Communications System Analyzer Motorola ES-504
2. Radio Motorola MCS2000
3. Software tuner MCS2000
4. Microsoft Visual Studio 6.0
5. Radio service software untuk Quantro
6. Watt Meter thruline Bird dengan elemen yang disesuaikan
7. Dummy Load 50 ohm
8. Power Supply
9. Modem FSK
10. Laptop
11. Kabel Jumper
12. Kamera

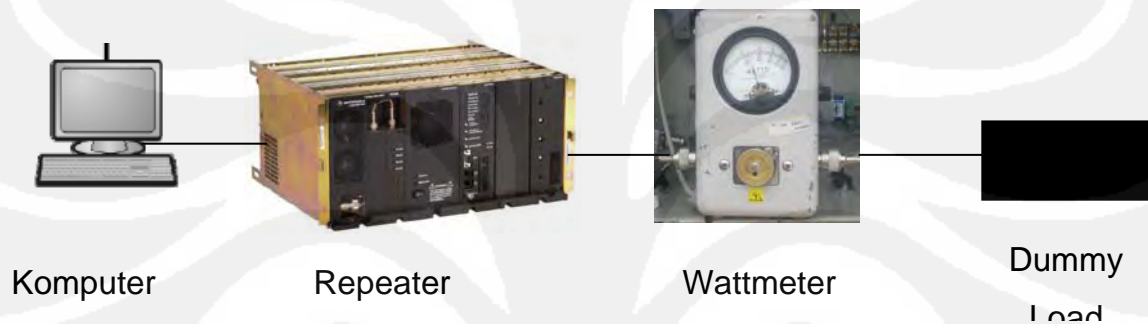
## 13. Mic

### 3.4.1 PENGUKURAN REPEATER

#### 3.4.1.1 Power Out

##### Set up Pengukuran

1. Pilih repeater pada posisi “ Akses Disable” dari panel depan
2. Hubungkan “ Tx out port” pada wattmeter dan dummy load 50 ohm.
3. Hubungkan kabel program dari laptop connector DB 9 ke repeater connector RJ-45  
Seperti pada gambar 3.8 dibawah ini :



Gambar 3.8 Setup pengukuran power out

##### Prosedur Pengukuran

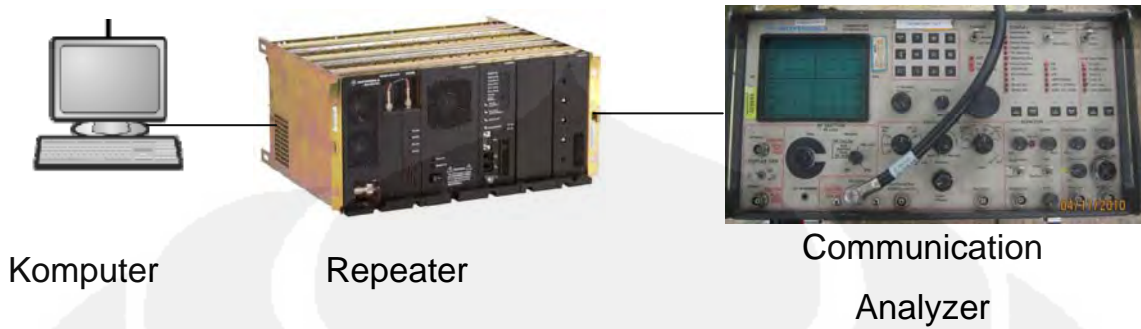
1. Pada layar radio service software pilih Stasiun Alignment, gunakan Tab [] untuk menyorot Manual Kalibrasi
2. Klik Transmit
3. Ketik pembacaan alat pengukur watt ke bidang Power ditampilkan pada layar
4. Ulangi langkah (2) dan (3) sampai membaca di alat pengukur watt cocok dengan daya keluaran pada repeater tsb.
5. Klik Dekey untuk akhir transmit
6. Tekan [Simpan] untuk menyimpan nilai ke repeater

#### 3.4.1.2 Tx Frekwensi Error

##### Set up Pengukuran

1. Pilih repeater pada posisi “ Akses Disable” dari panel depan
2. Hubungkan “ Tx out port” pada wattmeter dan dummy load 50 ohm.
3. Hubungkan kabel program dari laptop connector DB 9 ke repeater connector RJ-45

Seperti gambar 3.9 berikut ini.



Gambar 3.9 setup pengukuran Frekwensi Error

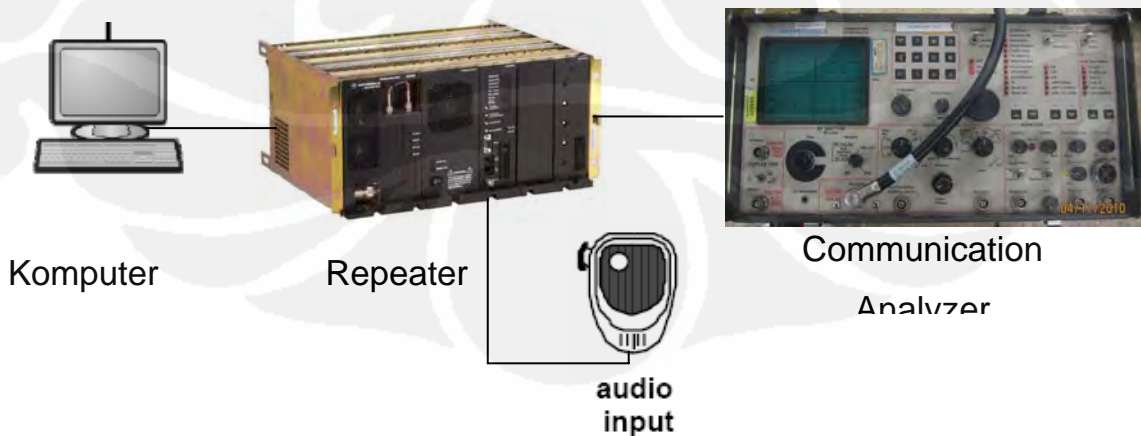
Prosedur pengukuran

1. Dari layar radio service software pilih Stasiun Alignment, gunakan Tab [] untuk menyorot Manual Kalibrasi
2. Klik 'Key' agar repeater transmit
3. Catat frekuensi kesalahan ditampilkan pada Analyzer Comm
4. Tekan panah [Dn] untuk mengatur frekuensi kesalahan saat membaca di Comm Analyzer
5. Tekan dekey untuk akhir transmit
6. Tekan simpan untuk menyimpan nilai ke repeater

### 3.4.1.3. Tx Deviation

Set up pengukuran

1. Pilih repeater pada posisi " Akses Disable" dari panel depan
2. Hubungkan " Tx out port" pada wattmeter dan dummy load 50 ohm.
3. Hubungkan kabel program dari laptop connector DB 9 ke repeater connector RJ-45



Gambar 3.10 setup pengukuran Tx Deviasi

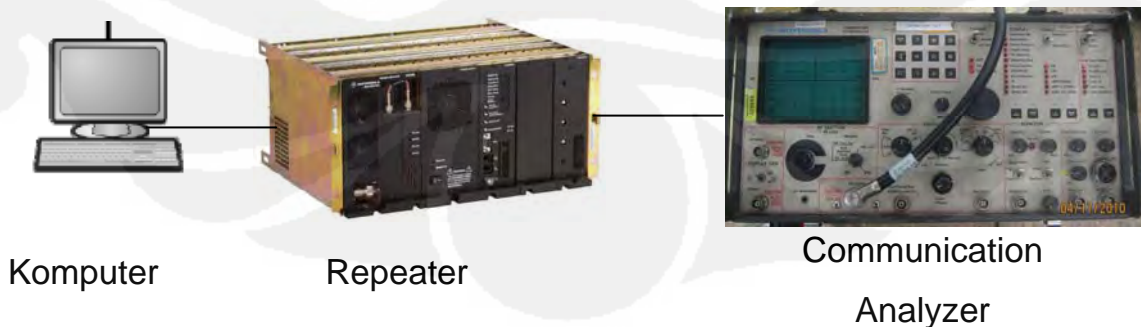
### Prosedur pengukuran

1. Pada layar radio service software pilih Stasiun Alignment, gunakan Tab [ ] untuk menyorot TX Deviasi dan tekan 'Key' agar transmit
2. Tekan [Transmit] untuk keyup stasiun. Nilai frekuensi akan ditampilkan pada layar
3. Atur Analyzer Comm untuk memonitor di frekuensi ini
4. Masukkan nilai deviasi atau dengan berbicara menggunakan Microphone yang ditampilkan pada Analyzer Comm
5. Ulangi langkah (2) (4) untuk memonitor frekuensi saat ini ditampilkan di layar
6. Tekan [Akhir Transmit] untuk dekey stasiun
7. Tekan [Simpan] untuk menyimpan data penyesuaian ke dalam stasiun

#### 3.4.1.4. Sensitivitas Penerima

##### Set up pengukuran

1. Pilih repeater pada posisi " Akses Disable" dari panel depan
2. Hubungkan " Rx out port" pada "RF port "communication analyzer.
3. Hubungkan kabel program dari laptop connector DB 9 ke repeater connector RJ-45
4. Atur Comm Analyzer untuk menghasilkan sinyal RF pada frekuensi RX stasiun, modulasi dengan 1 nada KHz @ 3 KHz deviasi. Mengatur tingkat sinyal untuk sekitar 0,5 uV.
5. Pada panel depan tekan tombol "Volume Up" beberapa kali untuk menaikkan volume speaker. Lalu pilih posisi "OFF" dengan menekan tombol "PL/CSQ/OFF" sampai nada 1 KHz terdengar pada speaker.
6. Gunakan coaxial kabel dan penjepit buaya, hubungkan audio output ( parallel dengan speaker repeater ) ke input SINAD port dari comm. Analyzer. Seperti gambar 3.11.



Gambar 3.11 setup pengukuran sensitifitas penerima



Prosedur pengukuran

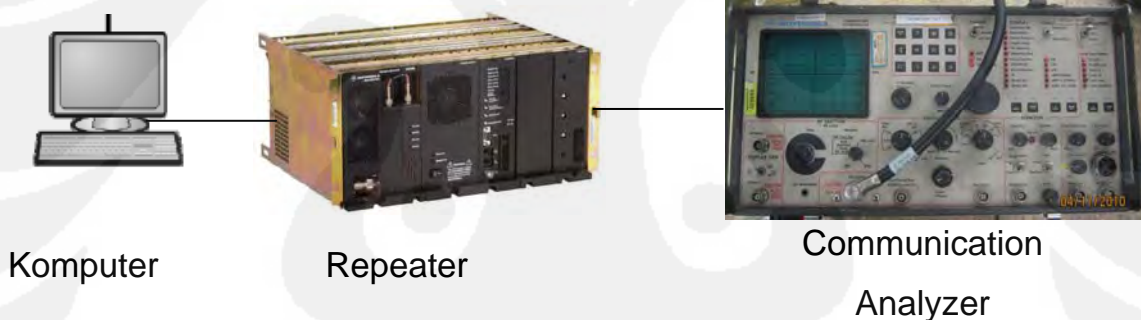
1. Pada Analyzer Comm, perlahan menurunkan tingkat sinyal RF sampai membaca SINAD menunjukkan 12 dB.
2. Rekam sinyal RF tingkat dan memeriksa bahwa itu termasuk dalam spesifikasi.

#### 3.4.1.5. Squelch

Set up pengukuran

1. Pilih repeater pada posisi “ Akses Disable” dari panel depan
2. Hubungkan “ Rx out port” pada “RF port “communication analyzer.
3. Hubungkan kabel program dari laptop connector DB 9 ke repeater connector RJ-45
4. Atur Comm Analyzer untuk menghasilkan sinyal RF pada frekuensi RX stasiun, modulasi dengan 1 nada KHz @ 3 KHz deviasi.
5. Atur tingkat keluaran comm. Analyzer pada posisi tingkatan repeater dalam kondisi terbuka.

Seperti gambar 3.12 berikut ini.



Gambar 3.12 setup pengukuran squelch

Prosedur pengukuran

1. Tekan [Up] tanda panah untuk membuka sepenuhnya memadamkan. Putar volume speaker di stasiun untuk sekitar 60% dari volume penuh. A 1 KHz nada harus didengar dari pembicara (dengan kebisingan latar belakang).
2. Tekan [Dn] tanda panah untuk menyesuaikan memadamkan menuju "ketat" sampai kebisingan adalah squelched. Tunggu paling tidak satu detik antara setiap keystroke tanda panah Dn [] untuk memungkinkan memadamkan sirkuit untuk bereaksi.
3. Sekarang tekan tombol [Up] tombol panah (menyesuaikan halus) untuk menyesuaikan memadamkan terhadap "open" sampai suara itu kembali terdengar. Tunggu paling tidak satu detik antara [setiap Up] keystroke panah untuk memungkinkan memadamkan sirkuit

untuk bereaksi.

4. Tekan [menyimpan] untuk menyimpan pengaturan memadamkan ke stasiun.

Tabel 3.1 pengukuran Intelli Repeater Quantro

TEST	TEST DESCRIPTION	UNIT	VALUE
TRANSMITTER	TRANSMIT FREQ. ERROR	Hz	+180
	FORWARD POWER	W	51
	TRANSMIT DEVIATION	KHz	3.9
RECEIVER	SINAD @ 12dB	dBm	16
	SQUELCH	Uv	0.24

### 3.4.2 PENGUKURAN UNIT PENGGUNA

#### 3.4.2.1. Pengukuran Daya Keluar

Pengukuran ini dimaksudkan untuk mengukur daya yang keluar dari radio MCS 2000 dalam satuan Watt ( W ). Besaran daya yang keluar dapat diatur dari 0 – 17 Watt. Seperti gambar 3.13 dibawah ini.



Gambar 3.13 Setup pengukuran daya keluaran

Prosedur pengukuran Daya Keluar

1. Pasang kabel jumper konektor N type Male ke Comm analyzer dan konektor mini UHF ke Radio.
2. Pasang kabel DC yang terhubung ke power supply dengan tegangan 13.8 VDC
3. Pasang programming kit yang menghubungkan antara radio dan laptop
4. Buka software tuner MCS2000 pada laptop dan lakukan pembacaan radio tsb
5. Pilih Power Out pada Transmitter lalu tekan transmit

6. Perhatikan nilai yang terbaca pada comm. Analyzer dan lakukan adjust jika nilai yang terbaca lebih kecil atau lebih besar.
7. Jika pembacaan dan adjust sudah selesai tekan end transmit. Lalu keluar

#### 3.4.2.2. Pengukuran Frewensi Error

Pengukuran ini dimaksudkan untuk mengukur kesalahan atau pergeseran frekwensi dari dari nilai yang seharusnya, namun ada nilai toleransi yang di perbolehkan pergeseran sejauh 400 Hz. Besaran Frekwensi error dalam satuan Heartz ( Hz ). Seperti gambar 3.14 ini.



Gambar 3.14 Setup pengukuran Frekwensi Error

Prosedur pengukuran Frekwensi error

1. Pasang kabel jumper konektor N type Male ke Comm analyzer dan konektor mini UHF ke Radio.
2. Pasang kabel DC yang terhubung ke power supply dengan tegangan 13.8 VDC
3. Pasang programming kit yang menghubungkan antara radio dan laptop
4. Buka software tuner MCS2000 pada laptop dan lakukan pembacaan radio tsb
5. Pilih Reference Osilator pada transmitter lalu tekan transmit
6. Perhatikan nilai yang terbaca pada comm. Analyzer dan lakukan adjust sampai dengan 0 Hz.
7. Jika pembacaan dan adjust sudah selesai tekan end transmit. Lalu keluar

#### Pengukuran Deviasi

Pengukuran seperti gambar 3.15 berikut.



Gambar 3.15 Setup pengukuran deviasi

1. Pasang kabel jumper konektor N type Male ke Comm analyzer dan konektor mini UHF ke Radio.
2. Pasang kabel DC yang terhubung ke power supply dengan tegangan 13.8 VDC
3. Pasang programming kit yang menghubungkan antara radio dan laptop
4. Buka software tuner MCS2000 pada laptop dan lakukan pembacaan radio tsb
5. Pilih Tx Deviation pada transmitter lalu tekan transmit
6. Perhatikan nilai yang terbaca pada comm. Analyzer dan lakukan adjust sampai dengan nilai yang di tentukan. Untuk spacing channel 25 KHz nilai deviasi nya 2.5 – 4 KHz.
7. Jika pembacaan dan adjust sudah selesai tekan end transmit. Lalu keluar

### Squelch

Seperti gambar 3.16 berikut.



Gambar 3.16 Setup pengukuran Squelch

Prosedur pengukuran squelch

1. Pasang kabel jumper konektor N type Male ke Comm analyzer dan konektor mini UHF ke Radio.
2. Pasang kabel DC yang terhubung ke power supply dengan tegangan 13.8 VDC

3. Pasang programming kit yang menghubungkan antara radio dan laptop
4. Buka software tuner MCS2000 pada laptop dan lakukan pembacaan radio tsb
5. Pilih squelch pada receiver lalu putar tombol attenuator sampai dengan terdengar tone.
6. Perhatikan nilai yang terbaca pada comm. Analyzer dan lakukan adjust sampai dengan nilai yang di inginkan..
7. Jika pembacaan dan adjust sudah selesai tekan save Lalu keluar

### Sensitifitas Penerima

Seperti gambar 3.17 berikut.



Gambar 3.17 setup pengukuran sensitifitas penerima

### Prosedur pengukuran sensitifitas penerima

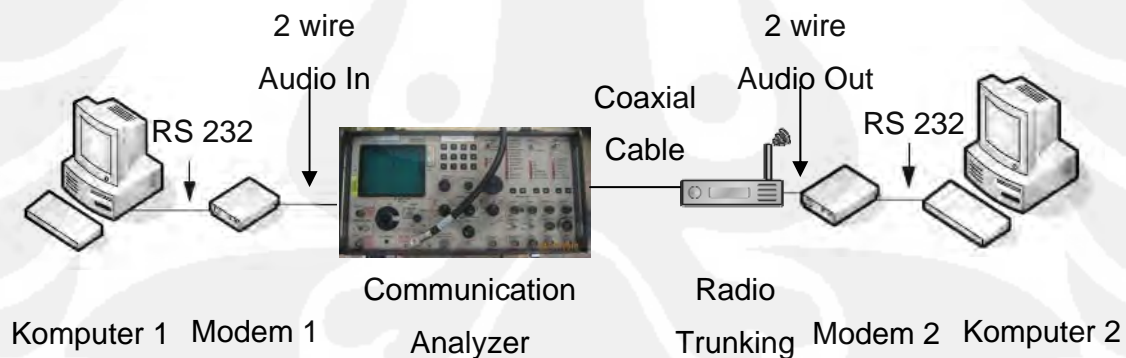
1. Pasang kabel jumper konektor N type Male ke Comm analyzer dan konektor mini UHF ke Radio.
2. Pasang kabel DC yang terhubung ke power supply dengan tegangan 13.8 VDC
3. Pasang programming kit yang menghubungkan antara radio dan laptop
4. Buka software tuner MCS2000 pada laptop dan lakukan pembacaan radio tsb
5. Hubungkan kabel speaker radio MCS2000 secara parallel pada audio in dari comm. Analyzer dengan menggunakan konektor BNC
6. Pilih squelch pada receiver lalu putar tombol attenuator sampai dengan terdengar tone.
7. Perhatikan nilai yang terbaca pada comm. Analyzer dan lakukan adjust sampai dengan nilai yang di inginkan..
8. Jika pembacaan dan adjust sudah selesai tekan save Lalu keluar

Tabel 3.2 hasil pengukuran radio MCS2000

TEST	TEST DESCRIPTION	UNIT	VALUE
TRANSMITTER	TRANSMIT FREQ. ERROR	Hz	-10
	FORWARD POWER	W	12
	TRANSMIT DEVIATION	KHz	2.9
RECEIVER	SINAD @ 12dB	dBm	17
	SQUELCH	Uv	0.3

### 3.4.3 SENSITIFITAS RADIO PADA KOMUNIKASI DATA

Pengukuran yang dilakukan ini lebih khusus pada sensitifitas penerima radio karena nilai parameter ini yang beda dengan komunikasi suara. Dan dilakukan percobaan dengan mengatur level penerimaan dari 0.1 – 1 uV dan spasing 0,1. Seperti gambar 3.18 berikut ini.



Gambar 3.18 Pengukuran sensitifitas penerima radio dengan modem FSK

#### Setup Pengukuran

1. Setting radio menjadi conventional mode simplex ( Tx = Rx ) dengan cara deprogram terlebih dahulu pada percobaan ini di set frekwensi 855.500 MHz.
2. Hubungan perangkat-perangkat berikut :

Komputer 1 (db- 9 F)	Modem 1 RJ- 45	Keterangan
Pin 2	Pin 1	Tx
Pin 3	Pin 2	Rx
Pin 5	Pin 6	Ground

Modem 1 ( Konektor sisir )	Comm Analyzer BNC Male	Keterangan
Pin 1	N/A	Audio In
Pin 2	X	Audio Out
Pin 3	N/A	Push To Talk
Pin 4	X	Gnd

Comm Analyzer N Type Male	Radio Mini UHF Male	Keterangan
RF in/out	Antenna port	Direct

Radio (db-25 F)	Modem 2 (Konektor Sisir)	Keterangan
Pin 23	Pin 1	External Mic In
Pin 21	Pin 2	PTT
Pin 10	Pin 3	Gnd Analog
Pin 11	Pin 4	Filter Audio Out

Modem 2 RJ- 45	Komputer 2 (db- 9 F)	Keterangan
Pin 1	Pin 2	Tx
Pin 2	Pin 3	Rx
Pin 6	Pin 5	Ground

- Setting Comm analyzer pada posisi generate, aktifkan port external modulation dan Frek 855.500 MHz, level Modulation 0,1 uV, Tone Audio Frekwensi 1 KHz, Deviasi 2,5 KHz

#### Prosedure Pengukuran

- Lakukan pengiriman data pada computer 1 dengan jumlah karakter  $10^1$  menggunakan VB 6. Atur comm. Analyzer pada level modulasi 0,1 – 1 uv dengan kenaikan 0,1.
- Lakukan pengiriman data seperti pada langkah 1 dengan jumlah karakter yang berubah2 dari  $10^2$ ,  $10^3$ ,  $10^4$ ,  $10^5$  menggunakan VB 6. Atur comm. Analyzer pada level modulasi 0,1 – 1 uv dengan kenaikan 0,1.

Tabel 3.3 Hasil Pengukuran sensitifitas penerima menggunakan modem

Komputer 1 ( Mengirim Data )	Variable sensitifitas ( uV )	Komputer 2 ( Menerima Data )
$10^5$	0.1	Tidak terima
$10^5$	0.2	Tidak terima
$10^5$	0.3	Tidak terima
$10^5$	0.4	Tidak terima
$10^5$	0.5	Terima
$10^5$	0.6	Terima
$10^5$	0.7	Terima
$10^5$	0.8	Terima
$10^5$	0.9	Terima
$10^5$	1.0	Terima

#### 3.4.3 BENTUK DAN TRANSAKSI DATA

Bahasa yang umum digunakan adalah protokol modbus. Protokol ini mendefinisikan struktur pesan pengendali yang akan mengenali dan menggunakan, tanpa memandang jenis jaringan dalam berkomunikasi. Protokol menjelaskan proses kontrol yang digunakan untuk meminta akses ke perangkat lain, bagaimana protokol akan merespon permintaan dari perangkat lain, dan bagaimana kesalahan akan dideteksi dan dilaporkan. Bentuk data yang dikirim menggunakan 2 digit heksadesimal 00 sampai FF.



Transaksi pada jaringan modbus berupa controller yang berkomunikasi menggunakan teknik master-slave. Di mana hanya satu perangkat yaitu master dapat melakukan transaksi disebut query. Perangkat lain yaitu slave menanggapi dengan menyediakan data yang diminta untuk master, atau dengan mengambil tindakan yang diminta dalam pencariannya. Master dapat alamat individu slave, atau dapat melakukan broadcast pesan ke semua slave. Slave kembali mengirim pesan yang disebut 'Tanggapan' untuk permintaan yang dialamatkan kepada mereka sendiri.

Bingkai pesan modbus terdiri dari 2 mode : RTU dan ASCII :

- Bingkai ASCII

Dalam modus ASCII, pesan mulai dengan titik dua (:) karakter ASCII 3A hex, dan diakhiri dengan 'carriage return - line feed' (CRLF) pasangan ASCII dan 0D hex 0A.

Karakter yang diijinkan dikirimkan untuk semua bidang lainnya adalah heksadesimal 0-9, A-F. Perangkat jaringan memantau jaringan bis terus untuk 'titik dua' karakter.

Bila ada yang diterima, masing-masing perangkat mendecodes berikutnya bidang alamat lapangan untuk mengetahui apakah itu adalah alamat perangkat. Interval sampai satu bisa lewat di antara kedua karakter dalam pesan. Interval yang lebih besar jika terjadi, perangkat penerima menganggap telah terjadi kesalahan. Bentuk pesan bingkai ditunjukkan pada gambar 3.19 di bawah ini.

START	ADDRESS	FUNCTION	DATA	LRC CHECK	END
1 CHAR :	2 CHARS	2 CHARS	n CHARS	2 CHARS	2 CHARS CRLF

Gambar 3.19 Susunan pesan bingkai ASCII

- Bingkai RTU

Dalam mode RTU, pesan mulai dengan diam waktu sedikitnya 3,5 karakter kali. Hal ini paling mudah dilaksanakan sebagai karakter dari beberapa kali di baud rate yang sedang digunakan pada jaringan (ditampilkan sebagai T1-T2-T3-T4 pada gambar di bawah). Bidang pertama kemudian dikirimkan adalah alamat perangkat. Karakter yang diijinkan untuk dikirim semua bidang yang heksadesimal 0-9, A-F.

Perangkat jaringan memantau jaringan bis terus menerus, termasuk selama 'Diam' interval. Ketika pertama bidang alamat lapangan yang diterima, masing-masing

perangkat mendecodes untuk mencari tahu apakah yang dialamatkan perangkat. Berikut terakhir dikirimkan karakter, yang mirip waktu sedikitnya 3,5 karakter kali tanda akhir pesan. Sebuah pesan baru dapat dilakukan setelah Interval ini. Seluruh pesan bingkai harus dikirim sebagai terus mengalir. Jika diam selang waktu lebih dari 1,5 kali karakter terjadi sebelum selesai frame, perangkat penerima flushes pesan yang tidak lengkap dan akan menganggap bahwa byte berikutnya adalah alamat bidang pesan baru. Demikian pula, jika sebuah pesan baru dimulai dari sebelumnya 3,5 kali mengikuti karakter sebelumnya pesan, perangkat penerima akan mempertimbangkan sebagai lanjutan dari pesan sebelumnya. Ini akan menetapkan kesalahan, sebagai nilai akhir CRC di lapangan tidak akan berlaku untuk gabungan pesan. Bentuk khas pesan bingkai ditunjukkan gambar 3.20 di bawah ini

START	ADDRESS	FUNCTION	DATA	CRC CHECK	END
T1-T2-T3-T4	8 BITS	8 BITS	$n \times 8$ BITS	16 BITS	T1-T2-T3-T4

Gambar 3.20 Susunan pesan bingkai RTU

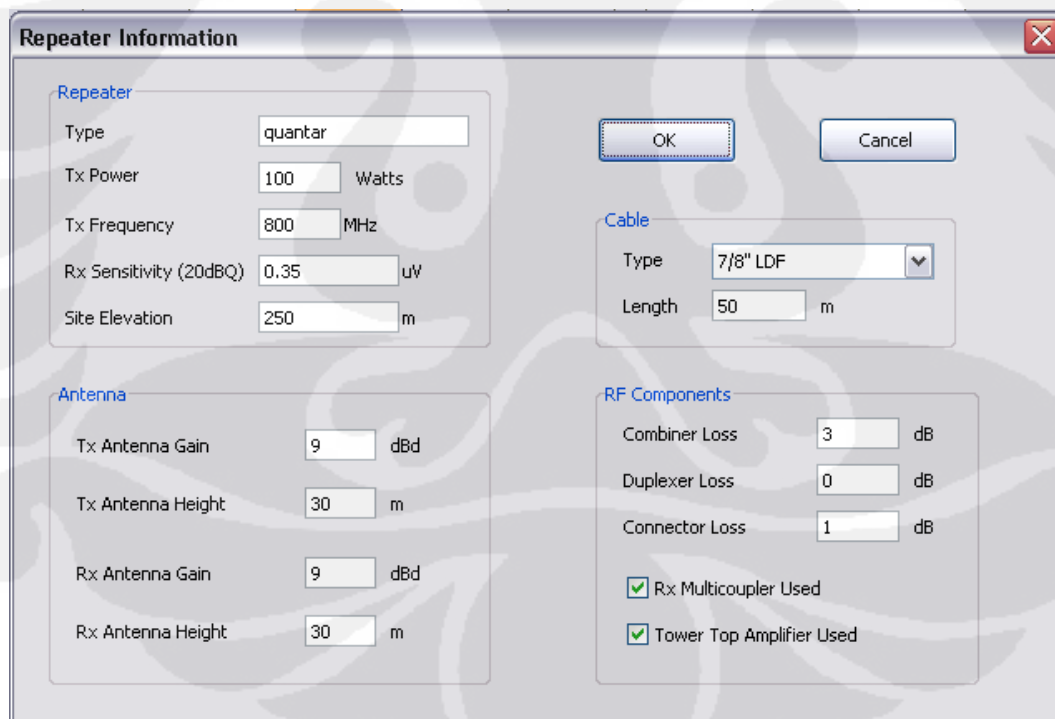
## BAB IV ANALISA UNJUK KERJA RADIO TRUNKING PADA KOMUNIKASI DATA

Pada sistim radio trunking dikenal istilah Uplink atau komunikasi yang dilakukan dari unit radio ke repeater dan Downlink atau komunikasi yang dilakukan dari repeater ke unit radio. Analisa ini dilakukan dengan memprediksi luas area cakupan dari radio trunking, dengan menyeimbangkan daya yang dipancarkan antara uplink dan downlink agar interferensi yang terjadi minimal. Apabila terjadi ketidak seimbangan antara level daya sinyal uplink dan downlink, level yang digunakan untuk penentuan jari-jari sel adalah uplink. Tetapi dalam memprediksi coverage yang dipakai adalah downlink.

### 4.1 ANALISA PREDIKSI LUAS AREA CAKUPAN

Aspek- aspek yang terlibat dalam mempengaruhi luas cakupan area radio trunking sebagaimana gambar 4.1 dan gambar 4.2 berikut :

- Spesifikasi Teknis :

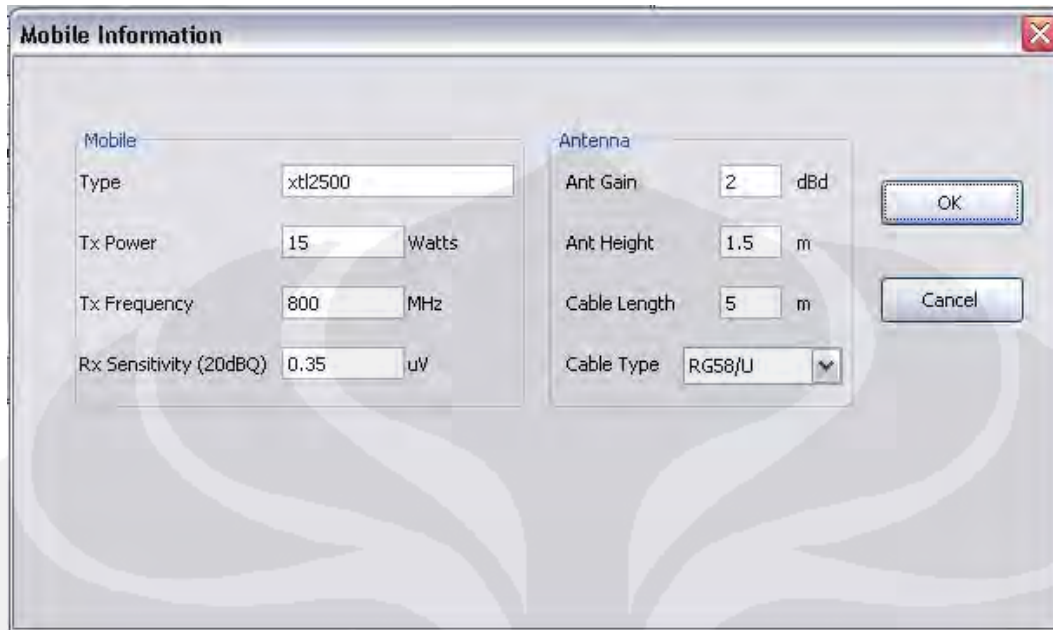


The image shows a software dialog box titled "Repeater Information". It contains several sections for configuring a repeater's technical specifications:

- Repeater:**
  - Type: quantar
  - Tx Power: 100 Watts
  - Tx Frequency: 800 MHz
  - Rx Sensitivity (20dBQ): 0.35 uV
  - Site Elevation: 250 m
- Antenna:**
  - Tx Antenna Gain: 9 dBd
  - Tx Antenna Height: 30 m
  - Rx Antenna Gain: 9 dBd
  - Rx Antenna Height: 30 m
- Cable:**
  - Type: 7/8" LDF
  - Length: 50 m
- RF Components:**
  - Combiner Loss: 3 dB
  - Duplexer Loss: 0 dB
  - Connector Loss: 1 dB
  - Rx Multicoupler Used
  - Tower Top Amplifier Used

Buttons for "OK" and "Cancel" are located at the top right of the dialog.

Gambar 4.1 Spesifikasi teknis Repeater



Gambar 4.2 Gambar spesifikasi teknis Unit pengguna

- Type Lingkungan : Rural atau pedesaan
- Frekwensi Pembawa : 800 MHz
- Model Propagasi : Okumura
- Jari jari sel : Makro

Berdasarkan model okumura, persamaan untuk menentukan luas cakupan area adalah :

$$L = G_B G_M \left( \frac{h_B h_M}{d^2} \right)^2 \beta \dots\dots\dots (4.1)$$

Dimana :

$L$  = path loss. Unit: decibel (dB)

$G_B$  = gain of base transmitter. Unit: decibel (dB)

$G_M$  = gain of mobile transmitter. Unit: decibel (dB)

$h_B$  = height of base station antenna. Unit: meter (m)

$h_M$  = height of mobile station antenna. Unit: meter (m)

$d$  = link distance. Unit: kilometer (km)

$\beta$  = clutter factor

Akan di dapatkan hasil :

Data	Daya ( W )	Sensitifitas ( dBm )	Jarak ( km )	Keterangan
Unit Radio- Repeater	15	-119	44	Tanpa Modem
Unit Radio – Repeater	15	-113	35	Dengan Modem

#### 4.2 ANALISA EFISIENSI BIAYA DAN WAKTU

Arti kata efisiensi yaitu *tepat atau sesuai untuk mengerjakan (menghasilkan) sesuatu (dengan tidak membuang-buang waktu, tenaga, biaya), mampu menjalankan tugas dengan tepat dan cermat, berdaya guna, berkepat guna*. Sedangkan definisi dari efisien yaitu Sedangkan efisiensi adalah penggunaan sumber daya secara minimum guna pencapaian hasil yang optimum. Efisiensi menganggap bahwa tujuan-tujuan yang benar telah ditentukan dan berusaha untuk mencari cara-cara yang paling baik untuk mencapai tujuan-tujuan tersebut.

Ini adalah satu kata yang paling sering digunakan untuk mengukur kinerja industri hulu migas. Banyak pihak menilai efisiensi industri hulu migas hanya dari besaran cost recovery yang dikeluarkan negara setiap tahun, untuk mengganti biaya operasi yang telah dikeluarkan kontraktor. Cost recovery yang selalu dipermasalahkan itu, harus dibandingkan dengan pendapatan yang di terima negara dari sektor yang sama. Kalau prosentase profit margin yang di terima negara lebih tinggi di bandingkan prosentase pada tahun-tahun sebelumnya, maka berarti negara makin diuntungkan dari kegiatan industri hulu migas.

Contoh kasus : Telah terjadi kerusakan pada sumur 30 yaitu sumurnya mati ( tidak bekerja ) terhitung pada pukul 02.00 yang diakibatkan oleh sambaran petir pada gardu distribusi listrik sehingga beberapa sumur tidak bekerja. Ketika di hidupkan kembali terjadi kejutan listrik yang menyebabkan pompa pada sumur 30 rusak.

Data pendukung :

- Produksi per area 10.000 BPD ( Barell Per Day )

- Populasi sumur pada area tsb 50 buah, jadi rata-rata produksi per sumur per hari 2.000 BPD
- Produksi per jam yang di hasilkan satu sumur rata-rata 83,4 atau 84 Barell per jam
- Jam kerja operator dalam satu hari 8 jam sehingga diperlukan 3 orang, dengan jam kerja 07.00 – 15.00, 15.00 – 23.00, 23.00 – 07.00
- Waktu efektif yang di perlukan operator untuk mengunjungi sejumlah sumur adalah 4 jam ( 2 jam meeting dan membuat laporan, 1 jam waktu tempuh antara kantor dan lokasi kerja, 1 jam istirahat )
- Seorang operator harus mengunjungi sebanyak 17 sumur dalam satu hari. Sehingga waktu yang diperlukan seorang operator untuk mengunjungi dan bekerja pada satu sumur selama 14 menit.

Pada contoh kasus di atas maka kunjungan pada sumur ke 30 menjadi tugas operator ke 2 yang memulai kerja secara efektif jam 18.00 pada hari yang sama. Sumur 30 adalah sumur ke-13 yang harus di kunjungi dan diperkirakan tiba pukul 21.00.

Sehingga waktu yang telah terbuang selama 19 jam. Jika di konversi dalam produksi sebanyak 1.596 barell yang hilang dan jika di konversi dalam biaya sebanyak 127.689 US\$. Jelas ini adalah sangat tidak efisien pada industri hulu migas.

Dengan kondisi tsb sangat sulit untuk melakukan perawatan semua sumur secara manual yang berdampak pada produksi minyak yang di hasilkan. Jika terjadi gangguan maka respon waktu yang lama dan berujung pada tidak efisien terhadap biaya untuk operasional dan perawatan.

Scada sistem yang menggunakan radio trunking memberi solusi untuk efisien terhadap biaya dan perawatan. Beberapa alasan yang menjadikan sistim ini lebih efisien di bandingkan cara manual

1. Pengiriman data secara real time
2. Respon waktu lebih cepat jika terjadi gangguan
3. Luas cakupan area scada sistim yang sama dengan komunikasi suara.

## **BAB V KESIMPULAN**

1. Elemen pada scada terdiri dari RTU ( Remote Terminal Unit ), Media komunikasi, dan Master Scada ( Master Terminal Unit ).
2. Metode komunikasi yang digunakan pada komunikasi scada ini menggunakan sistim data over voice, dimana voice sebagai yang utama
3. Media komunikasi yang digunakan tergantung pada; jarak yang akan di remote, media yang telah ada dan seberapa ekonomisnya sumur tsb di control.
4. Penggunaan Radio trunking sebagai media komunikasi scada adalah pilihan yang tepat untuk area sumur minyak yang menyebar, jarak yang jauh, ukuran data yang tidak besar dan instalasi yang mudah.
5. Sensitifitas penerima dapat mempengaruhi luas jangkauan area sinyal radio.
6. Luas jangkauan area sinyal radio pada komunikasi data dengan menggunakan radio trunking lebih kecil dibandingkan dengan komunikasi suara

## DAFTAR ACUAN

- [1] Motorola, Dimetra IP System Overview, Desember 2007
- [2] <http://learnautomation.files.wordpress.com/2009/02/scada3-good.jpg>
- [3] Teguh Bharata Adji, "SCADA (*SUPERVISORY CONTROL AND DATA ACQUISITION*) MENGGUNAKAN TEKNOLOGI KOMUNIKASI BERGERAK, Rancangan Usulan Penelitian untuk Disertasi ( 2004 )
- [4] <http://agfi.staff.ugm.ac.id/blog/index.php/2009/01/apakah-scada-itu/>
- [5] DC Green, "Komunikasi Data", 1995, hal 6-31, 65-82
- [6] <http://otakkacau.co.cc/>, Pengertian dan macam-macam Protokol.
- [7] Pengenalan Komunikasi Data
- [8] <http://agfi.staff.ugm.ac.id/blog/index.php/category/plc/>
- [9] modem.pdf
- [10] Motorola, Understanding your Astro Smartzone System 4.1, 2007
- [11] [http://telkom.ub.ac.id/download/teori\\_3\\_stt.doc](http://telkom.ub.ac.id/download/teori_3_stt.doc)



# LAMPIRAN

Quantar

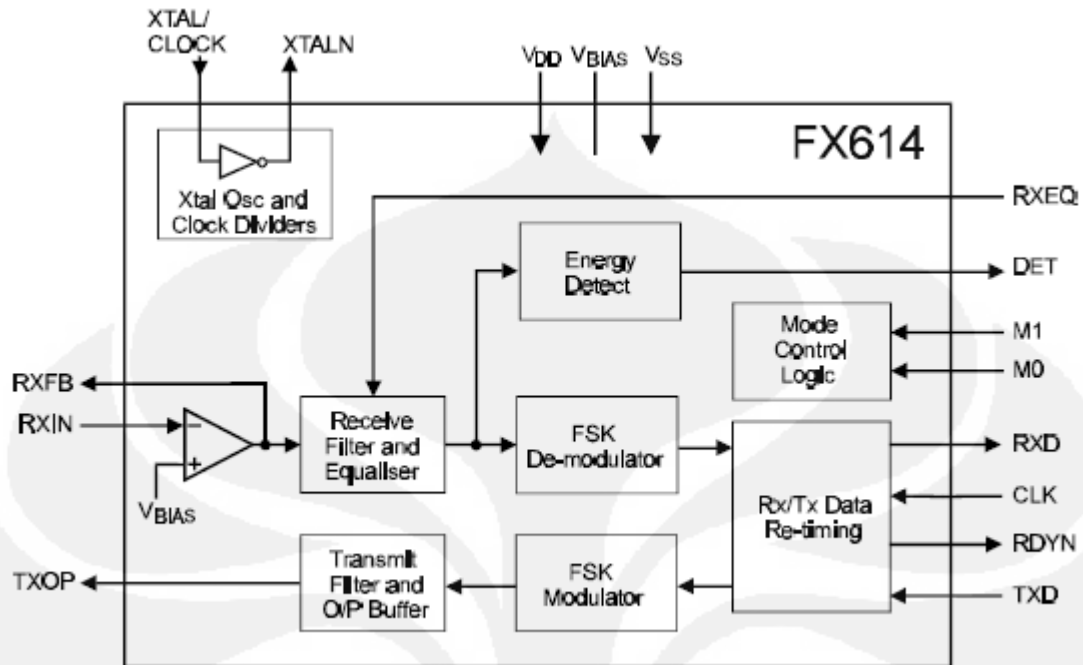
	Analogue	Digital
Conventional	Yes	Yes
Trunked	Yes	Yes



**MOTOROLA**  
intelligence everywhere™

GENERAL SPECIFICATION	QUANTAR VIIIF	QUANTAR UIIF	QUANTAR 800MHz	QUANTAR 900MHz
Tx Sub-band Range	132-154/150-174 MHz	403-433/438-470/470-494/494-520 MHz	851-870 MHz	935-941 MHz
Rx Sub-band Range	132-154/150-174 MHz	403-433/438-470/470-494/494-520 MHz	806-825 MHz	896-902 MHz
Number of Channels	16	16	16	16
Channel Spacing	30 kHz/15 kHz 25 kHz/12.5 kHz	25 kHz/12.5 kHz	25 kHz/12.5 kHz	12.5 kHz
Frequency Generation	Synthesized	Synthesized	Synthesized	Synthesized
Power Supply Type	Switching	Switching	Switching	Switching
Power Supply Input Voltage	90-264 VAC	90-264 VAC	90-264 VAC	90-264 VAC
Power Supply Input Frequency	47-63 Hz	47-63 Hz	47-63 Hz	47-63 Hz
* Battery Revert	12V (6-25W) 24V (25-125W)	12V (6-25W) 24V (25-110W)	12V (6-20W) 24V (20-100W)	24V (25-100W)
T/R Separation (With a Duplexer)	≥1.5 MHz	3, 5 MHz	45 MHz	39 MHz
Temperature Range (Ambient)	-30°C to 60°C	-30°C to 60°C	-30°C to 60°C	-30°C to 60°C

Blok Diagram Compatible Modem FX614



Gambar Rangkaian compatible Modem FX614

Spesifikasi radio Unit MCS2000

# MCS 2000 MOBILE

## MODELS II & III

MCS 2000  
 ▶ 800/900 MHz

FLASHport™

The MCS 2000™ Models II and III are Motorola's enhanced, dual mode mobile radios, ergonomically designed to meet your communication demands. Software packages include: Conventional, StartSite™, SMARTNET™ and SmartZone™.

The MCS 2000 mobile uses Motorola's FLASHport® technology. FLASHport gives you the ability to choose a radio that meets your needs today, then upgrade for increased flexibility and control as your needs change. You can easily add the latest features to your existing system or upgrade to new operating system packages as they become available. This helps prevent obsolescence by extending the useful life of your investment.



MODEL II



MODEL III

### FEATURES/ADVANTAGES

#### MODELS II / III:

- ▶ **APCO 15 Trunking Features**  
Meets all APCO 15 requirements for advanced functionality.
- ▶ **Data Capability**  
Enhances your growing communication needs.
- ▶ **Unlimited Private Call / Call Alert and Telephone Interconnect**  
(Standard on Model III / Optional with Model II using a keypad mic.) Provides greater communication flexibility.
- ▶ **Programmable Control Head Buttons**  
Allows you to program your radio to meet your business needs.
- ▶ **Companion Product to the MTS 2000 Portable**  
Permits easy transfer of operational knowledge across products.
- ▶ **Standard 160 Modes**  
With up to 250 mode option to meet your system needs.
- ▶ **10 Number Preprogramming List in Private Call/Call Alert/Telephone Interconnect**  
Provides immediate telephone access.
- ▶ **Emergency with Voice to Follow**  
Allows voice transmission to be sent after emergency call is made in trunked mode.
- ▶ **800 MHz Features**  
NPSAAC frequency operation (821-824 MHz) and SECURENET digital encryption.
- ▶ **4 Programmable One-Touch Buttons (Optional)**  
Allows you to select the trunking features you need with the touch of a button.

#### MODEL III ONLY:

- ▶ **Built-In Keypad**  
2 x 4 buttons allow direct dialing from the control head.
- ▶ **2 Line x 14 Character Display With Annunciators**  
Easy to read, illuminated information.



# MCS 2000 Models II & III

## SPECIFICATIONS

HIGH SPECIFICATIONS 800 MHz / 900 MHz			
Model	800MHz Model Numbers	900MHz Model Numbers	Model III
Model II	10-12W	10-12W	10-12W
Model II	10-12W	10-12W	10-12W

GENERAL SPECIFICATIONS	
Channel Capacity	Standard: 180 Optional: 240
Weight	10-12W: 0.89 lbs 30-24W: 0.92 lbs
Dimensions*	Transceiver 10-12W: 1.87" (H) x 0.87" (W) x 1.19" (D) Transceiver 30-24W: 1.87" (H) x 0.87" (W) x 1.19" (D) Control Head-Display: 2.34" (H) x 1.23" (W) x 2.19" (D) Control Head-Remote: 1.61" (H) x 1.23" (W) x 2.19" (D)
Features	All adjustments and alignments are performed electronically using an IBM Personal Computer, a Radio Interface Box (RIB) and Radio Maintenance Software.
Standby @ 12.0 open	0.8A
Transmit at Rated Power	800MHz: 1.0W 30W: 13.2A 900MHz: 1.0W 20W: 16.2A
Minimum Battery Drain Received	@ 7.0W Rated Audio @ 12.0W: 1.5A @ 12W Rated Audio @ 12.0W: 2.6A
Options	16 MPX Capable Option

TRANSMITTER			
Output Data Mode	800 MHz	900 MHz	
Frequency Stability (ppm) of assigned carrier frequency -30 to +88 degrees Celsius	100-100 MHz: 22.5 100-100 MHz: 22.5 100-100 MHz: 21.5 100-100 MHz: 21.5	100-100 MHz: 21.5 100-100 MHz: 21.5 100-100 MHz: 21.5 100-100 MHz: 21.5	
Modulation Limiting	100-100 MHz: 0.2 TSD 100-100 MHz: 0.2 TSD 100-100 MHz: 0.2 TSD 100-100 MHz: 0.2 TSD	100-100 MHz: 0.2 TSD 100-100 MHz: 0.2 TSD 100-100 MHz: 0.2 TSD 100-100 MHz: 0.2 TSD	
Data Mode System Deviation (Hz)			
-MDC-w/0	18	2	
-MDC-w/0	1	2	
-MDC-w/0	1	2	
Audio Distortion	100-100 MHz: 0.2 TSD 100-100 MHz: 0.2 TSD	100-100 MHz: 0.2 TSD 100-100 MHz: 0.2 TSD	
Audio Response	+1 to -15dB	+1 to -15dB	
Synthetic Harmonics	-15dB	-15dB	
Harmonic Spurs	0 dBm	0 dBm	
Output Impedance	50 Ohms	50 Ohms	
Modulation (2-16K)	100-100 MHz: 0.2 TSD 100-100 MHz: 0.2 TSD 100-100 MHz: 0.2 TSD 100-100 MHz: 0.2 TSD	100-100 MHz: 0.2 TSD 100-100 MHz: 0.2 TSD 100-100 MHz: 0.2 TSD 100-100 MHz: 0.2 TSD	
30-24W	100-100 MHz: 0.2 TSD 100-100 MHz: 0.2 TSD 100-100 MHz: 0.2 TSD 100-100 MHz: 0.2 TSD	100-100 MHz: 0.2 TSD 100-100 MHz: 0.2 TSD 100-100 MHz: 0.2 TSD 100-100 MHz: 0.2 TSD	
Audio Sensitivity for 50% max dbm @ 1000 Hz	0.010V @ 0dB	0.010V @ 0dB	
FM Hum and Noise	-40dB	-40dB	
Minimum Freq. Separation	60KHz	48KHz	

\* Deviations are not applicable for frequency band near edge of receive MHz

DURABILITY			
	US Military Spec 900	US Military Spec 800	US Military Spec 900
Low Pressure	8000 Pass	8000 Pass	8000 Pass
High Temperature Storage	8000 Pass	8000 Pass	8000 Pass
High Temperature Operational	8000 Pass	8000 Pass	8000 Pass
Low Temperature Storage	8000 Pass	8000 Pass	8000 Pass
Low Temperature Operational	8000 Pass	8000 Pass	8000 Pass
Temperature Shock	8000 Pass	8000 Pass	8000 Pass
Color Fastness	8000 Pass	8000 Pass	8000 Pass
Color Bleeding	8000 Pass	8000 Pass	8000 Pass
Fate Steady	8000 Pass	8000 Pass	8000 Pass
Humidity Cycling	8000 Pass	8000 Pass	8000 Pass
Salt Fog	8000 Pass	8000 Pass	8000 Pass
Dist. Blowing Rust	8000 Pass	8000 Pass	8000 Pass
Dist. Blowing Sand	8000 Pass	8000 Pass	8000 Pass
Vibration Mishm Integrity	8000 Pass	8000 Pass	8000 Pass
Vibration Loose Cage Transport	8000 Pass	8000 Pass	8000 Pass
Shock Controlled	8000 Pass	8000 Pass	8000 Pass
Shock Switch Handling	8000 Pass	8000 Pass	8000 Pass
Shock Crash Landing	8000 Pass	8000 Pass	8000 Pass
Vibration Shock/AC Imm	8000 Pass	8000 Pass	8000 Pass

For additional endurance test information refer to the MIL-STD-883C document Rev. 1-1990. NOTE: The MCS 2000 Model III is a High Performance Application.

RECEIVER		
Full In-Band Procedure Except Data Mode	800 MHz	900 MHz
Channel Spacing	25 KHz	12.5 KHz
Sensitivity (µV)		
12 dB S/N	30	30
30 dB S/N	40	40
Data Sensitivity @ 1% BER (dBm)		
-MDC-w/0	-118	-118
-MM-w/0	-118	-118
Adjacent Channel Selectivity	-40 dB	-40 dB
Intermodulation	-40 dB	-40 dB
Spurious & Image Rejection	-40 dB	-40 dB
Rated Audio	2.8W / 12.0W General Spk	2.8W / 12.0W General Spk
Conducted Emissions	FCO Part 68	FCO Part 68
Radio Frequency	+1 to -35dB	+1 to -35dB
Min. Frequency Separation	60KHz	48KHz
Frequency Stability (ppm) of assigned carrier frequency -30 to +88 degrees Celsius	100-100 MHz: 22.5 100-100 MHz: 21.5	100-100 MHz: 21.5 100-100 MHz: 21.5
Input Impedance	50 Ohms	50 Ohms
Audio Output @ 1000 Hz	1.0W @ 12.0W 1.0W @ 12.0W	1.0W @ 12.0W 1.0W @ 12.0W

\* -40 dB is not applicable to all spurious frequencies.

SPEAKER 7.5W / Optional 12W	
Dimensions	1.87" (H) x 0.87" (W) x 1.19" (D)
Weight	0.44 lbs

SECURITY	
Encryption Type	Digital
Coding Method	MFC register non-linear combiner
Cyclic Shift	0/1 encryption or counter addressing
Code Key Indicator	Internally derived pseudo-random
Code Key Generation	General head function processor
Code Storage	Control Head memory
Analog/Digital Conversion	Continuously Variable Step Data Modulation
Voice Sample Rate	12.5KHz

**FCO INFORMATION**  
12.5KHz Type Acceptance Number: A2144T001  
25KHz Type Acceptance Number: A2144T001  
12.5KHz Type Acceptance Number: A2144T001  
25KHz Type Acceptance Number: A2144T001  
The MCS 2000 Model III has been approved for FCO. This device is not intended to be offered for sale or lease or sold or leased with the approval of the FCO has been obtained.

Specifications subject to change without notice.

**Support Services**  
Wherever Motorola sells, our product is backed by service. Our products are serviced throughout the world by a wide network of company or authorized independent distributor service organizations.

**MOTOROLA**  
Motorola U.S.A. Motorola Canada Limited  
1301 E. Agoston Road 3900 Motor Parkway  
Schaumburg, Illinois 60196 North York, Ontario M2H 3K7  
In the U.S. call 1-800-247-2474 In Canada call 1-800-387-5154  
Outside the U.S. and Canada call (541) 536-6802

Motorola, MCS 2000, MTI 2000, SMARTNET, SmartZone and CLASS-IP are trademarks of Motorola. © 1995 by Motorola Inc.  
Printed in U.S.A. ■ (MOTOROLA) Mark ■ Produced by Customer Communications.  
Motorola is an Equal Opportunity/Affirmative Action employer.