



UNIVERSITAS INDONESIA

**SIMULASI DAN ANALISA APLIKASI SCADA
(SUPERVISORY CONTROL AND DATA ACQUISITION) DENGAN
MEDIA TRANSMISI RADIO 2,4 GHz
DALAM SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK**

SKRIPSI

**SKRIPSI INI DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI SEBAGIAN
PERSYARATAN MENJADI SARJANA TEKNIK**

Agung Fitriansyah

0706198985

**DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK - UNIVERSITAS INDONESIA
JANUARI, 2010**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri
Dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
Telah saya nyatakan dengan benar

Nama : Agung Fitriansyah

NPM : 0706198985

Tanda Tangan :

Tanggal : 4 Januari 2010

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Agung Fitriansyah
NPM : 0706198985
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : SIMULASI DAN ANALISA APLIKASI
SCADA (SUPERVISORY CONTROL AND
DATA ACQUISITION) DENGAN MEDIA
TRANSMISI RADIO 2,4 GHz DALAM
SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

Dewan Penguji

Pembimbing : Dr. Eko Adhi Setiawan ()

Penguji : Budi Sudiarto ST, MT ()

Penguji : Aji Nur Widyanto ST, MT ()

Ditetapkan di : Depok
Tanggal : 4 Januari 2010

KATA PENGANTAR

Assalamu’alaikum, Wr, Wb.

Bismillaahirohmaanirrohiim,

Syukur *Alhamdulillah*, penulis persembahkan kehadiran Allah SWT yang senantiasa mencurahkan taufik, hidayah, dan inayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “APLIKASI SCADA (SUPERVISORY CONTROL AND DATA ACQUISITION) DALAM SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK“. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan pada Program Sarjana Teknik Elektro Universitas Indonesia. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan bantuan dan bimbingan serta doa dari banyak pihak. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Kedua orang tua dan keluarga atas doa dan dukungannya dalam menyelesaikan skripsi ini.
- (2) Dr.Ing. Eko Adhi Setiawan, selaku pembimbing yang telah memberikan banyak waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini.
- (3) Teman-teman rekan kerja, di PT.PLN (Persero) Distribusi Jakarta Raya dan Tangerang, atas waktu dan sharing informasinya tentang ilmu di bidang SCADA sehingga bisa menyelesaikan skripsi ini.

Dengan segala kerendahan hati, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan penulis khususnya, serta bagi dunia pendidikan pada umumnya.

Wassalamu’alaikum, Wr, Wb

Depok , 4 Januari 2010

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama : Agung Fitriansyah

NPM : 0706198985

Program Studi : Teknik Elektro

Departemen : Elektro

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberika kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-Exclusive Royalti-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**SIMULASI DAN ANALISA APLIKASI SCADA
(SUPERVISORY CONTROL AND DATA ACQUISITION)
DENGAN MEDIA TRANSMISI RADIO 2,4 GHz
DALAM SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK**

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 skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.
Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 4 Januari 2010

Yang menyatakan

(Agung Fitriansyah)

ABSTRAK

Nama : Agung Fitriansyah
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : SIMULASI DAN ANALISA APLIKASI SCADA
(SUPERVISORY CONTROL AND DATA ACQUISITION)
DENGAN MEDIA TRANSMISI RADIO 2,4 GHz DALAM
SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK
Pembimbing : Dr.Ing. Eko Adhi Setiawan

SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) adalah suatu sistem yang menyediakan kemampuan akuisisi data dan kontrol untuk keperluan industri tenaga listrikan yang meliputi pembangkitan , transmisi dan distribusi.

Sistem SCADA yang diaplikasikan dalam bidang distribusi tenaga listrik dirancang untuk memantau aktifitas listrik pada gardu listrik sehingga kondisi jaringan tenaga listrik dapat dimonitor secara real time. Selain fungsi tersebut dengan system SCADA juga berfungsi untuk melakukan perintah Remote Control (RC) buka / tutup suatu LBS/CB, telesignal dan telematering.

ABSTRACT

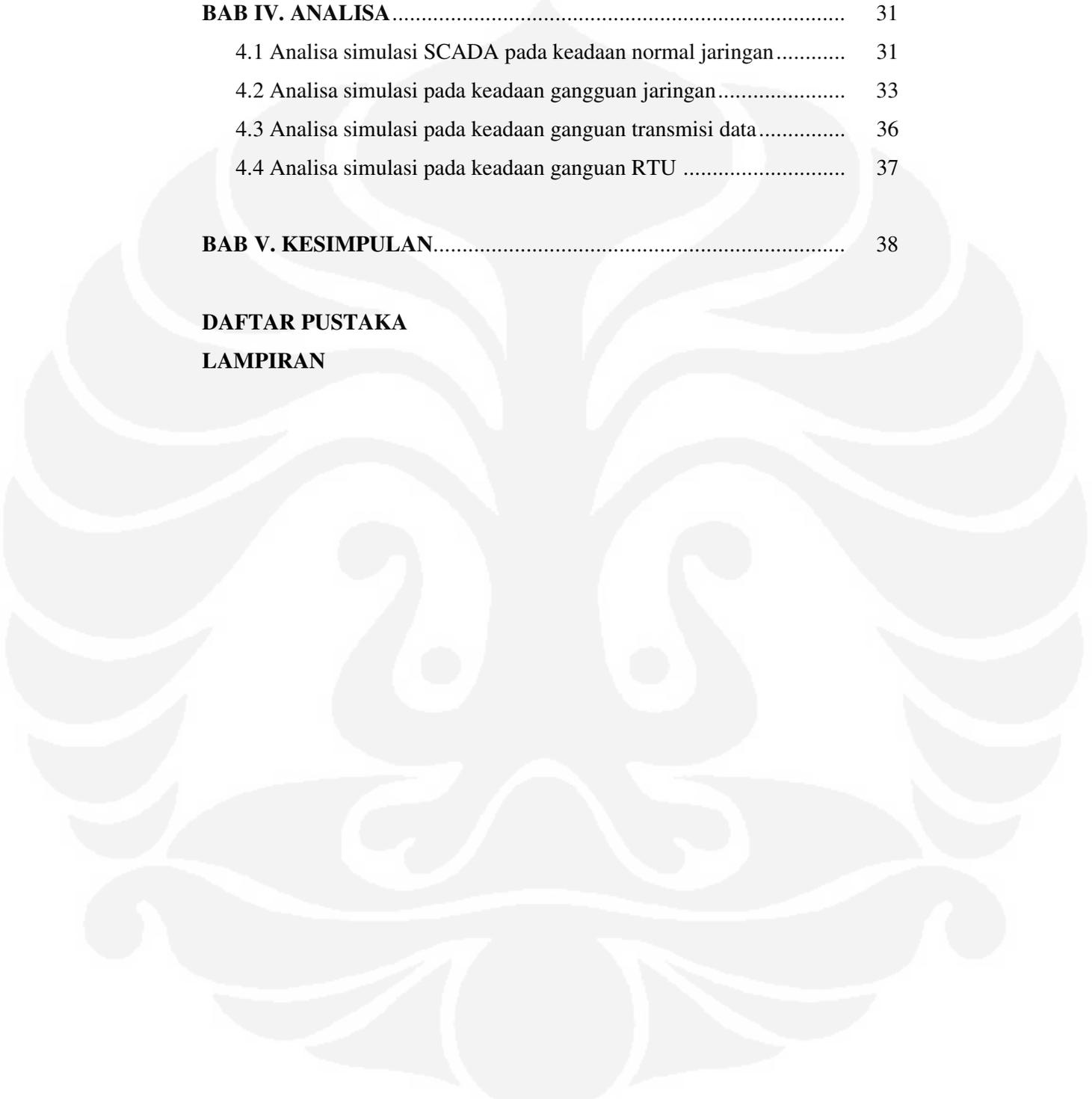
Name : Agung Fitriansyah
Study Program : Electrical Engineering
Title : SIMULATION AND ANALYSIS APPLICATIONS
SCADA(SUPERVISORY CONTROL AND DATA
ACQUISITION) RADIO TRANSMISSION MEDIUM
IN 2,4 GHz IN THE ELECTRICAL POWER
DISTRIBUTION SYSTEM
Guidance : Dr.Ing. Eko Adhi Setiawan

SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) was some system that provided the acquisition capacity of the data and the control for the need of the industry electric that covered the generation, the transmission and the distribution.

The SCADA system that was applied in the distribution field of the electricity power was drafted to monitor the activity of electricity to the electricity relay station so as the condition for the network of the electricity power could be monitored in a real manner time. Apart from this function with system SCADA also had a function of carrying out the order Remote Control (RC) was opened/was closed at some of LBS/CB, tele signal and tele matering

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan masalah	2
1.3 Pembatasan masalah	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Metode penulisan	3
1.6 Sitematika penulisan	4
BAB II. DASAR TEORI	5
2.1 Gambaran Umum Sistem SCADA	5
2.2 Subsistem Pusat Kontrol (<i>Master Station</i>)	7
2.3 Subsistem RTU (<i>Remote Terminal Unit</i>)	8
2.3.1 Power Suplay	13
2.3.2 Signal supply fault.....	13
2.3.3 MV cell motorise.....	14
2.4 Subsistem Telekomunikasi Data.....	15
2.4.1 Kabel Kontrol	15
2.4.2 Radio.....	16
2.4.2.1 Mode Transmisi	18
2.4.2.2 Konfigurasi jaringan	20
2.4.2.3 Repeater	21
2.5 Konfigurasi jaringan spindle	23
BAB III SIMULASI KERJA SISTEM SCADA	25
3.1 Konfigurasi simulasi master station	25
3.1.1 Perangkat keras simulasi master station.....	25
3.1.2 Perangkat lunak simulasi master station	26
3.2 Konfigurasi RTU.....	29



3.3 Media komunikasi data.....	30
3.3.1 Point to point	30
BAB IV. ANALISA.....	31
4.1 Analisa simulasi SCADA pada keadaan normal jaringan.....	31
4.2 Analisa simulasi pada keadaan gangguan jaringan.....	33
4.3 Analisa simulasi pada keadaan gangguan transmisi data.....	36
4.4 Analisa simulasi pada keadaan gangguan RTU	37
BAB V. KESIMPULAN.....	38
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konfigurasi sistem SCADA.....	5
Gambar 2.2 Arsitektur RTU EPC 3200.....	9
Gambar 2.3 Konfigurasi link.....	12
Gambar 2.4 Kabel kontrol.....	16
Gambar 2.5 Elemen dari sistem komunikasi radio.....	17
Gambar 2.6 Mode Transmisi Half Duplex.....	18
Gambar 2.7 Mode Transmisi Full Duplex.....	19
Gambar 2.8 Konfigurasi jaringan pada radio.....	20
Gambar 2.9 Konfigurasi jaringan pada SUTM.....	21
Gambar 2.10 Konfigurasi repeater.....	21
Gambar 3.1 Konfigurasi simulasi master station.....	25
Gambar 3.2 Tampilan Program Master.....	26
Gambar 3.3 Konfigurasi program.....	26
Gambar 3.4 Konfigurasi perangkat simulasi RTU.....	29
Gambar 3.5 Konfigurasi point to point.....	30
Gambar 4.1 Konfigurasi komunikasi dalam keadaan normal jaringan....	31
Gambar 4.2 Tampilan program dalam keadaan normal jaringan.....	32
Gambar 4.3 Algoritma polling status normal jaringan.....	32
Gambar 4.4 Tampilan program pada keadaan gangguan jaringan.....	33
Gambar 4.5 Algoritma polling status gangguan jaringan.....	34
Gambar 4.6 Konfigurasi komunikasi dalam keadaan gangguan.....	35

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 MOXA 5110/5130/5150 series.....	1
LAMPIRAN 2 Pengujian Remote Control (RC(.....	3

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Berkembangnya teknologi tidak lain untuk mencari berbagai kemudahan kerja manusia, yang dahulu dikerjakan dengan tenaga, berkembang menjadi digantikan oleh mesin pengganti tenaga manusia. Hal ini dipercaya bahwa seiring berjalannya waktu, manusia percaya adanya peralihan teknologi yang akan mempermudah pekerjaan manusia sesuai dengan bidangnya.

Pada zaman sekarang ini manusia membutuhkan semuanya secara cepat, akurat dan real time. Oleh karena itu manusia selalu mencari suatu sistem yang dapat mewujudkan semua itu. Salah satu cara yaitu menggunakan SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition).

SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) adalah suatu sistem yang menyediakan kemampuan akuisisi data dan kontrol untuk keperluan industri ketenagalistrikan yang meliputi pembangkitan , transmisi dan distribusi. Sistem SCADA yang diaplikasikan dalam bidang distribusi tenaga listrik dirancang untuk memantau aktifitas listrik pada gardu listrik sehingga kondisi jaringan tenaga listrik dapat dimonitor secara real time. Selain fungsi tersebut dengan sistem SCADA juga berfungsi untuk melakukan perintah Remote Control (RC) open/ close suatu pemutus beban atau LBS (Load Break Switch) dan fungsi lain seperti Telesignal dan Telestatus.

Pada penulisan ini akan menerangkan dan memberi pengetahuan bagaimana sistem scada berkerja dan inplementasi nya dalam dunia industri khususnya ketenaga listrikan.

1.2 Perumusan masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan maka dirumuskanlah permasalahan dalam tugas akhir ini, yaitu :

Melakukan simulasi sistem SCADA untuk dapat mengontrol pemutus beban atau LBS (Load Break Switch) open , close, telestatus dan telesignal. . Dalam simulasi ini Personal computer (PC) digunakan sebagai Master control , dimana radio frekuensi digunakan sebagai media transmisi untuk menghubungkan Master control dengan Remote Terminal Unit (RTU) sehingga semua kejadian gangguan maupun penormalan pada jaringan distribusi tenaga listrik dapat dipantau secara realtime.

1.3 Pembatasan masalah

Adapun yang menjadi pembatasan permasalahan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Program simulasi SCADA menggunakan PC (Personal Computer) sebagai Master Control dan PC (Personal Computer) sebagai RTU (Remote Terminal Unit).
2. Sistem Telekomunikasi data yang digunakan dalam program simulasi ini adalah komunikasi radio frekuensi sebagai transmisi data.
3. Fungsi SCADA dari sistem pada program simulasi ini hanya dibatasi pada Remote control, Tele status, dan Telesignal.

1.4 Tujuan

Hasil yang diharapkan dari akhir ini adalah :

1. Mengatasi kelemahan media komunikasi kabel kontrol dengan mengimplementasikan media radio untuk menjangkau gardu-gardu yang lokasinya sangat jauh dari pusat kontrol dan sulit dibangun infrastruktur telekomunikasi.
2. Mempercepat pernormalan jaringan distribusi listrik oleh Dispatcher (Operator SCADA) apabila terjadi gangguan .
3. Mengembangkan pengetahuan pada sistem kontrol terutama pada sistem SCADA.

1.5 Metode Penulisan

Metode yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini adalah :

1. Studi literatur, yaitu mengumpulkan data-data dan informasi dari buku-buku, katalog internet dan sarana lain yang mendukung penyelesaian penulisan ini.
2. Metode eksperimen yaitu merancang alat, menganalisa sistem dan cara kerja program serta melakukan percobaan dengan program simulasi SCADA.

1.7 Sistematika Penulisan

BAB I. PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang masalah, tujuan penulisan, batasan masalah dan sistematika penulisan

BAB II. DASAR TEORI

Pada bab ini akan dibahas mengenai dasar teori tentang SCADA, alur informasi, media komunikasi, dan program simulasi sistem.

BAB III. SIMULASI KERJA SISTEM SCADA

Merangkai dan menjelaskan simulasi SCADA dalam jaringan distribusi tenaga listrik 20 KV.

BAB IV. ANALISA

Menjelaskan dan menganalisa tentang deskripsi kerja kontrol SCADA untuk dapat mengendalikan open dan close pemutus beban atau LBS (Load Break Switch) , telestatus dan telesignal dalam sistem SCADA distribusi tenaga listrik dalam sebuah program simulasi SCADA.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

BAB II DASAR TEORI

2.1 Gambaran umum sistem SCADA

SCADA secara harfiah berarti pengawasan (*supervisory*), pengendalian (*control*), dan pengambilan data (*data acquisition*). Sistem pengendalian berbasis SCADA banyak diterapkan karena memiliki fungsi pengukuran (*Tele Metering*), fungsi pengawasan (*Tele Control*) dan fungsi permintaan pengiriman data (*Tele Status*). dalam pengoperasiannya dan juga berfungsi sebagai pengendali berbagai sistem misalnya pada sistem tenaga listrik, sistem distribusi minyak dan gas, sistem pengendalian lalu lintas kereta api, sistem pengendalian suplai air minum, sistem irigasi dan lain-lain. Sistem SCADA distribusi adalah suatu sistem yang terdiri atas seperangkat *hardware* dan *software* yang memungkinkan dispatcher yang berada di pusat kontrol mampu mengendalikan Jaringan Tegangan Menengah (JTM).

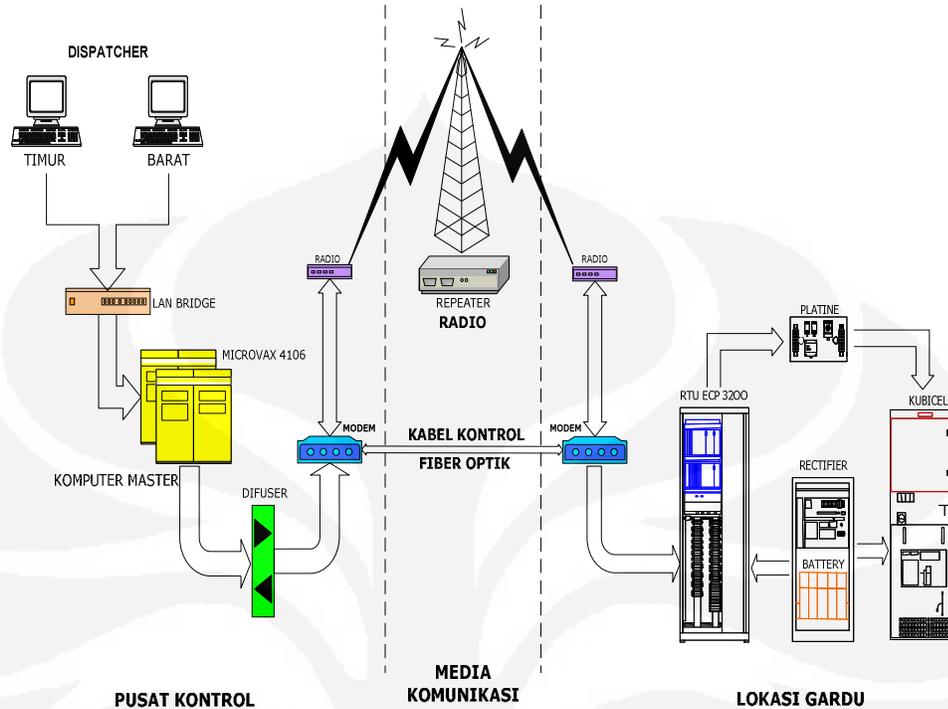
Prinsip dasar sistem SCADA adalah untuk memantau dan mengontrol semua peralatan yang terdapat pada suatu sistem dari jarak jauh. SCADA bekerja mengumpulkan informasi, kemudian mentransfernya ke sentral dengan membawa data-data hasil analisa khusus dan sinyal kontrol (status) yang kemudian diperagakan pada sejumlah layar operator. SCADA bertujuan untuk membantu mendapatkan sistem pengoperasian optimum sesuai dengan berbagai kenyataan kekurangan-kekurangan maupun segala kelebihan yang terdapat pada suatu sistem. Untuk mendapatkan hasil yang optimal, maka perangkat-perangkat

SCADA diimplementasikan dengan perangkat-perangkat lunak, baik untuk sistem pembangkitan, transmisi maupun distribusi. Pada umumnya proses pengendalian pada sistem tenaga listrik jarak jauh terdiri atas 4 macam, yaitu :

1. Pengendalian buka / tutup perangkat pemutus daya, pemisah serta *start / stop* dari generator
2. Pengendalian perangkat-perangkat regulator seperti pengaturan *set point* atau menaikkan dan menurunkan posisi tap changer.
3. Pemantau dan pengaturan beban
4. Pengendalian yang dilakukan secara otomatis untuk keseragaman dan pengendalian perintah berurutan, misalnya merubah konfigurasi jaringan.

Sistem SCADA terdiri dari tiga komponen (subsistem) utama :

1. Pusat kontrol.
2. Remote Terminal Unit (RTU).
3. Jalur komunikasi yang menghubungkan pusat kontrol dan RTU.



Gambar 2.1 Konfigurasi sistem SCADA

2.2 Subsistem Pusat Kontrol (*Master Station*)

Pusat kontrol terdiri dari beberapa komponen utama yaitu : Main Komputer (server), Man Machine Interface (MMI), WS Progamring dan peripheral lainnya yang terdiri dari dua buah yang berfungsi sebagai redundant master/slave, sehingga akan tetap beroperasi meskipun komputer master terjadi gangguan. Fungsi utama dari main komputer adalah :

1. Mengatur komunikasi antara dirinya sendiri dengan RTU
2. Mengirim dan menerima data dari RTU kemudian menterjemahkannya ke dalam bentuk informasi yang dapat dimengerti oleh user
3. Mendistribusikan informasi tersebut ke MMI, *Mimic Board* dan Printer Logger dan mendokumentasikan informasi tersebut

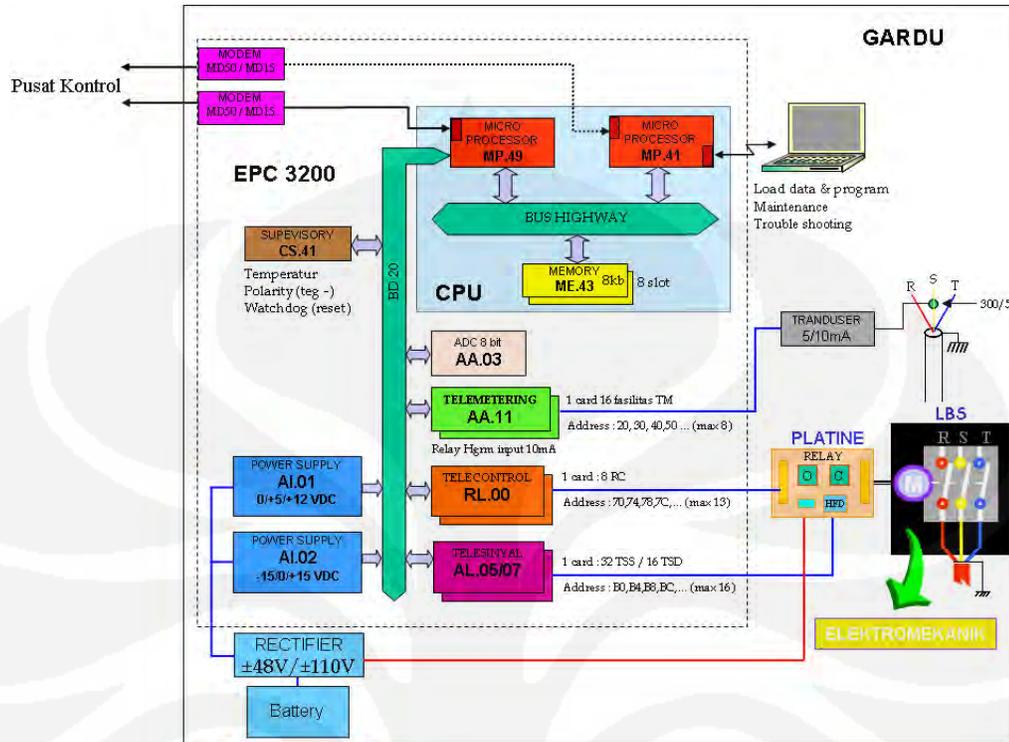
2.3 Subsistem RTU (*Remote Terminal Unit*)

Remote terminal unit adalah salah satu komponen / perangkat sistem SCADA yang terletak pada gardu induk, gardu distribusi dan gardu hubung yang bertugas mengeksekusi semua perintah dari master station. Agar semua kejadian yang terjadi di gardu PLN dapat di pantau dan di kontrol dari pusat kontrol, maka di setiap gardu tersebut dipasang alat yang dapat melaksanakan fungsi *Tele Status (TS)*, *Remote Control (RC)*, *Tele Meter (TM)*. Alat tersebut adalah RTU (*Remote Terminal Unit*). Fungsi utama dari suatu RTU adalah:

1. Mendeteksi perubahan posisi saklar (*Open/Close/Invalid*).
2. Mengetahui besaran tegangan, arus dan frekwensi (di Gardu Induk).
3. Menerima perintah *remote control* dari pusat kontrol untuk membuka atau menutup.

Arsitektur dari RTU ditunjukkan dalam Gambar 2.2 RTU terbagi menjadi 3 bagian utama, yaitu :

1. CPU (*Central Processing Unit*), terdiri dari card MP49 , MP41, ME43.
2. *Peripheral*, terdiri dari card RL00 , dan card AL05 , khusus untuk Gardu Induk (GI) ditambah card AA03 dan card AA11.
3. *Power Supply*, terdiri dari card A101 dan card A102.



Gambar 2.2 Arsitektur RTU EPC 3200

Adapun fungsi dan tugas dari masing – masing *card*, adalah :

1. **MP49** : *Card Mikroposessor*

Berfungsi sebagai pengirim/penerima sinyal *Asynchronous* dari Pusat Kontrol dan mengubah menjadi sinyal–sinyal data yang di gunakan untuk melakukan fungsi kerja tertentu melalui modul *peripheral*, melakukan *polling* status setiap 10 ms dan melakukan dialog dengan pusat kontrol.

2. **MP41** : *Card Mikroposessor extention Dialog*

Berfungsi untuk melakukan komunikasi utama baik dengan pusat kontrol maupun *Personal Computer* (PC) yang dalam hal ini menggunakan *notebook* untuk loading database RTU, diagnosis gangguan, sebagai pengawas/*watchdog* apabila ada kesalahan.

3. **ME43** : *Card Memory*

Digunakan untuk menyimpan data, mendistribusikan alamat dan sinyal yang dibutuhkan dengan kapasitas 8 kB RAM sebanyak 8 slot.

Card ini memiliki fungsi antara lain:

- Memberikan baterai *back up* 5 Volt dan memonitor tegangannya.
- Menbangkitkan status *word* dan interupsi
- Perlindungan dalam penulisan terprogram dengan blok 16 kB.

4. **CS 41** : *Card Supervisor*

Fungsi card ini yaitu mendeteksi kesalahan dari modul, mendeteksi temperatur kerja.

5. **AL05** : *Card Digital Input*

- Card Telesinyal

Card ini dapat melakukan telesinyal dalam dua mode, yaitu *Tele Signal Single* (TSS) dan *Tele Signal Double* (TSD).

- Input 48 Vdc

Fungsi untuk memantau keadaan/status saklar pemutus (*Telesinyal Double*), untuk memantau status keadaan pada *power supply*, *ground fault* dan sinyal alarm (*Telesinyal single*).

6. **RL00** : *Card Digital Output*

- *Card Telecommando (Remote Contro)*
- Satu card RL dapat meremote 8 digit output atau 8 titik remote kontrol (RC Open/RC Close).

Fungsi untuk melakukan eksekusi permintaan membuka atau menutup dari pusat kontrol. LBS. Di dalam card RL00 terdapat 8 buah relay yang mana setiap relay dapat di gunakan untuk satu buah gardu. Jadi dalam setiap satu card Telecontrol ini dapat melakukan manuver pada 7 buah gardu dan satu lagi untuk simulasi dengan *dummy load*. Dan card ini berfungsi untuk memberikan sinyal kendali untuk menggerakkan motor DC 48V dalam operasi buka – tutup saklar. Card ini bersama–sama dengan card AL05 menjalankan fungsi remote kontrol.

7. **AA11** : *Card Analog Input*

Berfungsi sebagai alat untuk melakukan pengukuran besarnya tegangan, arus yang kemudian di informasikan ke pusat kontrol dan biasanya dipasang pada Gardu Induk.

8. **AA03** : *Card Analog to Digital Converter*

Berfungsi mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital.

9. **AI 01** : *Card Power Supply*

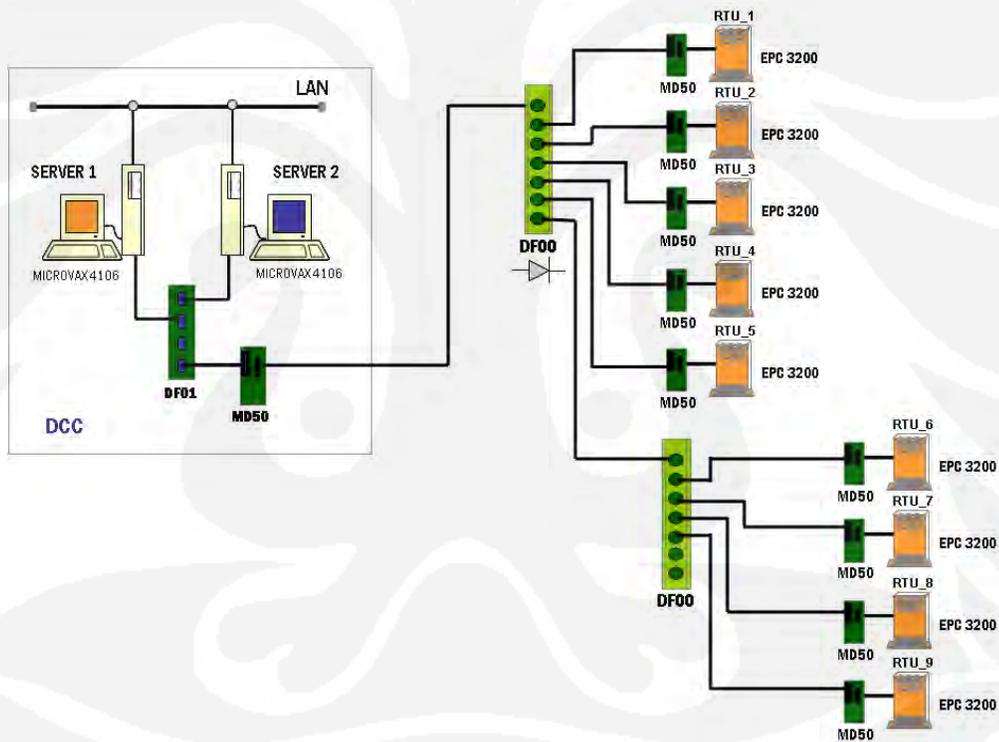
Berfungsi merubah input 48V menjadi output $\pm 15V$.

10. **AI 02** : *Card Power Supply*

Berfungsi merubah input 48V menjadi output 5V dan 12V.

Konfigurasi Link pada SCADA distribusi. sebagai berikut :

1. Setiap 1 link dapat diletakkan maksimal 9 RTU , yang dapat diletakkan 1 buah di Gardu Induk , 1 buah di Gardu hubung , dan sisanya di Gardu Tengah (CDS)
2. RTU yang berada di Gardu Tengah (CDS) di hubungkan melalui kabel data ke gardu distribusi (DS) dalam 1 spindle.
3. Gardu CDS adalah gardu remote yang berada di tengah-tengah dalam line feeder dan spindle serta memiliki RTU di dalamnya.
4. Satu Spindel biasanya terdiri dari 6 feeder dan 1 feeder exspres. Satu spindle RTU membutuhkan 1 buah card RC dan 1 buah card TS.



Gambar 2.3 Konfigurasi link.

2.3.1 Power suplay

Power suplay atau rectifier digunakan untuk keperluan catu daya pada peralatan Remote Kontrol (RTU, Radio, LBS Motorise) digunakan penyearah tegangan / rectifier untuk menyearahkan tegangan bolak-balik menjadi tagangan arus searah . Rectifier menyediakan tiga output tegangan 5V, 12V dan 24V dc , tegangan 5V dipergunakan untuk catu daya RTU , 12V untuk radio dan 24V untuk auxiliary relay dan LBS motorise. Selain untuk keperluan tersebut rectifier juga berguna untuk mengisi / charge battere.

2.3.2 Signal supply fault

Supply Fault adalah signal alarm yang mengidentifikasi terjadinya gangguan pada system power supply , baik itu gangguan internal pada card , battere , maupun hilangnya tegangan AC 220V. Signal ini kemudian akan dideteksi oleh RTU dan selanjutnya akan dikirim ke pusat kontrol. Alat yang dipergunakan untuk indikasi SF adalah relay bantu dan limit switch . Munculnya indikasi SF pada layar monitor menunjukkan terjadinya gangguan sistem power supply pada gardu yang bersangkutan , sehingga petugas maintenance dapat segera menuju lokasi untuk melakukan perbaikan.

Apabila terjadi hilang tegangan pada AC main (tegangan 220V off) , maka battere akan memback-up peralatan kontrol tersebut . Lama waktu back-up akan sangat ditentukan oleh besarnya kapasitas battere , semakin besar kapasitas battere maka waktu back-up akan menjadi lebih lama.

2.3.3 MV Cell motorise

Medium Voltage / MV Cell Motorise biasa juga disebut Cubicle atau LBS. MV Cell merupakan peralatan yang secara langsung terhubung pada instalasi tegangan menengah 20Kv. Pada dasarnya MV Cell motorise adalah merupakan saklar tegangan menengah yang dilengkapi dengan peralatan buka / tutup secara elektrik dengan menggunakan motor dan relay kontrol , atau lebih dikenal dengan sistim motorise. Elektromekanik Charging

Elektromekanik jenis ini bekerja dengan asas pengisian pegas sebagai penyimpan energi (energi stored) , apabila suplai tegangan siap pada terminal power dan switch dibuat posisi in service maka motor akan mengisi pegas sampai penuh (CHARGE). Untuk melakukan prosedur buka / tutup LBS dapat dilakukan secara manual (menekan tombol) atau dilakukan secara Remote Control. Untuk mekanisme buka/tutup secara remote control maka peranan Selenoid sangat menentukan keberhasilan dari proses Remote Control tersebut . Selenoid pada dasarnya bekerja untuk melepaskan pin kunci dari pegas yang telah terisi pada saat CHARGE. Kelebihan dari sistim charging ini adalah respon waktu buka / tutup yang lebih cepat dibandingkan dengan system yang lain,terutama untuk respon telesignal untuk fungsi remote kontrol.

2.4. Subsistem telekomunikasi data

Untuk menghubungkan dua perangkat yaitu komputer di pusat kontrol dengan Remote Terminal Unit diperlukan subsistem komunikasi sehingga dua perangkat tersebut dapat saling komunikasi satu dengan yang lain. Apabila dua perangkat sudah terhubung dan dapat berkomunikasi pusat kontrol (master station) dapat melakukan perintah kontrol seperti membuka / menutup LBS / PMT melalui Remote Terminal Unit perintah tersebut dapat dieksekusi. Remote Terminal Unit dapat melakukan pengiriman status switch, alarm dan data pengukuran ke pusat kontrol apabila terdapat subsistem komunikasi yang baik yang terdiri dari komponen utama yaitu : media komunikasi, modem (Modulator Demodulator), protokol komunikasi, dll. Media komunikasi merupakan sarana fisik yang menghubungkan RTU dengan master station meliputi : Pilot Cable (Kabel Kontrol), Radio Link, JWOTS (Java West Operations Telecommunication Sistem).

2.4.1 Kabel kontrol

Kabel kontrol merupakan media komunikasi dengan kabel standard Telkom, spesifikasi teknik kabel kontrol secara umum adalah : Tahanan kabel $65\Omega/\text{Km}$, Tahanan isolasi lebih dari $5000\text{ M}\Omega$, Kapasitansi (800Hz) $55\text{nF}/\text{Km}$, Diameter tembaga 0.6mm , Jumlah pair dalam satu kabel 30 pair, bahan insulasi sheath adalah polyethylene dengan dielectric strength 1Kv . Beberapa masalah yang sering terjadi pada media kabel kontrol adalah: sebagian pair rusak (putus/open, short, crosstalk), terbakar karena tegangan rendah atau pembakaran sampah, kabel kontrol putus tertimpa pohon atau tertabrak mobil, akibat adanya pekerjaan pihak ketiga, dicuri orang, jointing kemasukan air.



Gambar 2.4. Kabel kontrol.

2.4.2 Radio

Untuk menyampaikan suatu bentuk informasi dibutuhkan suatu sarana dan prasarana yang mendukung dalam kegiatan komunikasi, terutama komunikasi jarak jauh. Untuk itu salah satu sarana yang dibutuhkan diantaranya yaitu Telekomunikasi Radio. Telekomunikasi Radio merupakan suatu bentuk komunikasi modern yang memanfaatkan gelombang radio sebagai sarana untuk membawa suatu pesan sampai ke tempat tujuannya.

Seperti layaknya media lain, Telekomunikasi Radio pun memiliki kelebihan dan kekurangan. Kelebihan dari telekomunikasi radio antara lain:

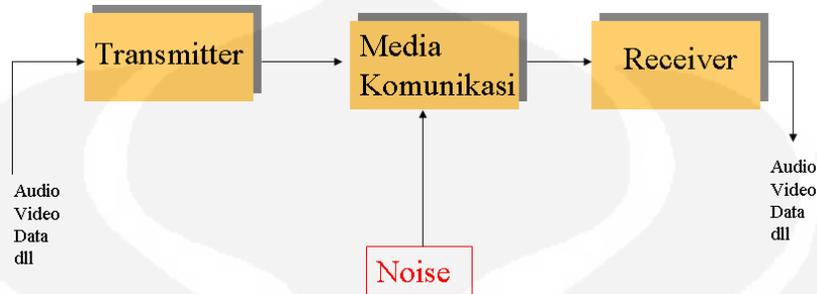
1. Bisa menjangkau daerah yang cukup luas.
2. Tidak diperlukan pemasangan kabel yang rumit.

Sementara kerugiannya:

1. Bisa terjadi gangguan komunikasi bila terdapat suatu interferensi.

Interferensi dapat terjadi karena adanya penggunaan frekuensi gelombang radio yang sama pada suatu daerah. Untuk itu diperlukan pengaturan alokasi frekuensi yang digunakan oleh setiap daerah sehingga tidak terjadi suatu interferensi yang merugikan dalam proses komunikasi.

Bentuk umum sistem ini adalah sebuah pemancar yang memancarkan dayanya melalui antena ke arah tujuan dalam bentuk gelombang elektromagnetik. Adapun elemen dari sistem komunikasi radio seperti dalam Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Elemen dari sistem komunikasi radio

Di tempat tujuan gelombang elektromagnetik ini ditangkap oleh sebuah antena yang kemudian diteruskan ke sebuah pesawat penerima.

Beberapa keuntungan yang dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam menggunakan radio untuk keperluan sistem pengendalian yaitu:

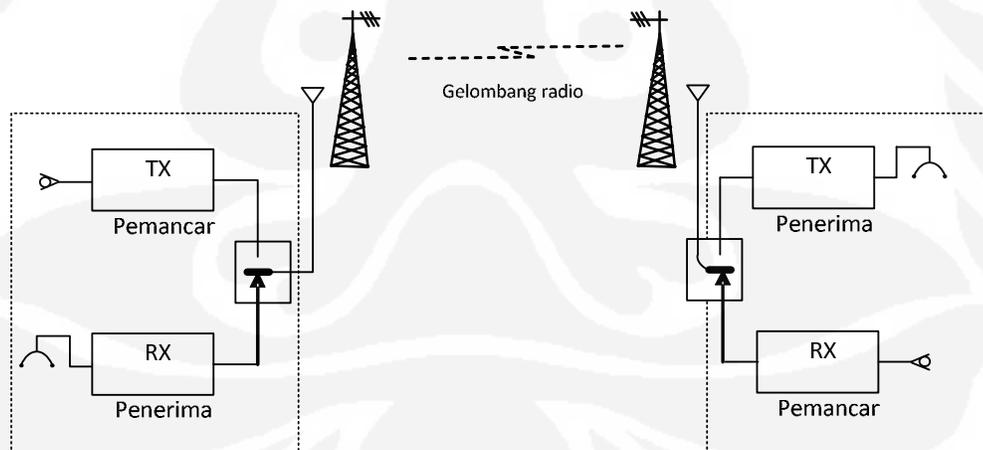
1. Sistem komunikasi ini tidak tergantung pada jaringan sistem tenaga. Dalam hal ini berarti sistem komunikasi selalu tersedia walaupun jaringan sistem tenaga sedang dalam keadaan pemeliharaan atau terputus karena mengalami gangguan.
2. Tidak tergantung dari jaringan komunikasi publik sehingga dapat digunakan untuk kepentingan pemeliharaan jaringan sistem tenaga. Hal ini perlu ditekankan karena urusan penanggulangan masalah-masalah sistem tenaga tidak dapat dengan mengandalkan sistem komunikasi publik yang disewa dari perusahaan telekomunikasi. Bila memerlukan pemeliharaan pada instalasi jaringan telekomunikasi maka mereka dapat langsung melakukannya tanpa memerlukan konsultasi dengan pihak perusahaan listrik.
3. Teknologi radio link biasanya sudah modular sehingga penambahan kanal relative lebih mudah dengan biaya yang relative kecil. Penambahan kanal tidak perlu dilakukan pada waktu awal instalasi.

4. Karena secara *inherent* terisolasi secara galvanis maka pemakaian radio link pada daerah-daerah dimana kenaikan tegangan tanah dapat naik secara mendadak tidak akan mengalami masalah, dengan demikian biaya-biaya akan lebih ekonomis karena tidak memerlukan kabel dan trafo isolasi.

2.4.2.1 Mode Transmisi.

Didalam sistem komunikasi data, pengiriman data dapat dilakukan dengan beberapa mode menurut arah yaitu :

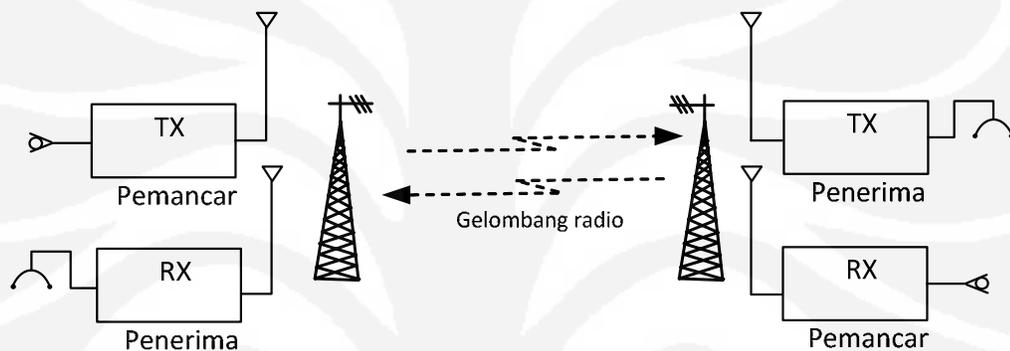
1. *Mode Simplex*: yaitu sistem komunikasi yang dirancang untuk pengiriman pesan hanya satu arah (hanya ada satu saluran komunikasi) dan tidak diperbolehkan pengiriman sebaliknya. Misalnya siaran radio dan televisi.
2. *Mode Half-Duplex*: pengiriman data dapat dilakukan dalam dua arah, tetapi pada saat yang sama hanya ada satu arah komunikasi. Misalnya two way radio. Konfigurasi jaringan untuk mode half duplex seperti pada Gambar 2.6



Gambar 2.6 Mode transmisi Half Duplex.

Di sini dipakai hanya satu frekuensi, sehingga setiap kali arah pembicaraan hanya ke satu arah. Akibatnya pembicaraan terjadi bergantian yang biasanya ditandai dengan ucapan “ganti”. Pada setiap lokasi ada sebuah relay yang digerakkan oleh switch yang mengaktifkan pemancarnya (push to talk).

3. *Mode Full-Duplex*: pengiriman data dapat dilakukan dua arah dengan waktu yang bersamaan, misalnya telepon. Adapun konfigurasi jaringan untuk mode half duplex seperti dalam Gambar 2.7.



Gambar 2.7. Mode transmisi Full Duplex.

Di sini dipakai dua frekuensi untuk setiap arah, sehingga pembicaraan bisa berlangsung seperti pembicaraan telepon biasa. Untuk frekuensi HF umumnya digunakan dua antena. Juga untuk komunikasi jarak jauh, biasanya digunakan pemancar-pemancar yang cukup kuat.

Sedangkan menurut sinyal yang ditransmisikan digolongkan menjadi 2 macam yaitu :

- a. *Transmisi analog*, yaitu jenis sinyal yang ditransmisikan berupa sinyal analog sehingga membutuhkan modem untuk mengubah dari sinyal digital ke analog dan sebaliknya.
- b. *Transmisi digital*, yaitu jenis sinyal yang ditransmisikan sudah berupa sinyal digital sehingga tidak membutuhkan modem lagi.

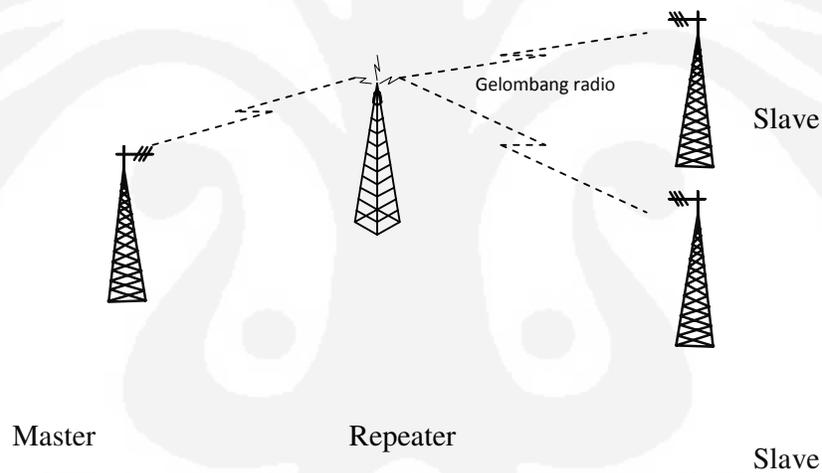
2.4.2.2 Konfigurasi Jaringan.

Pada prinsipnya, konfigurasi yang digunakan pada sistem telekomunikasi data dengan media radio adalah konfigurasi point to multi point. Namun karena frekuensi yang digunakan ada dua, yakni pada frekuensi 170 MHz dan frekuensi 900 MHz, maka dalam aplikasinya terbentuk 2 macam konfigurasi sebagai berikut:

a. Konfigurasi Keypoint pada frekuensi 170MHz

Bentuk konfigurasi jaringan pada keypoint ditunjukkan pada gambar

2.8

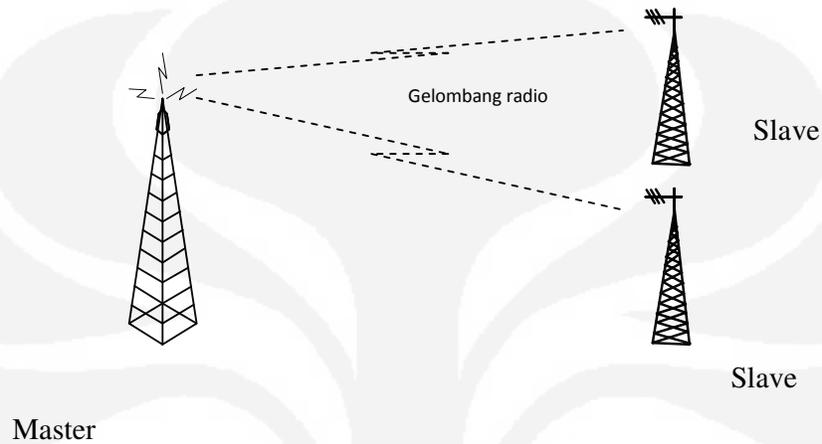


Gambar 2.8 Konfigurasi jaringan pada radio

b. Konfigurasi SUTM pada frekuensi 900MHz

Bentuk konfigurasi jaringan pada SUTM ditunjukkan pada Gambar

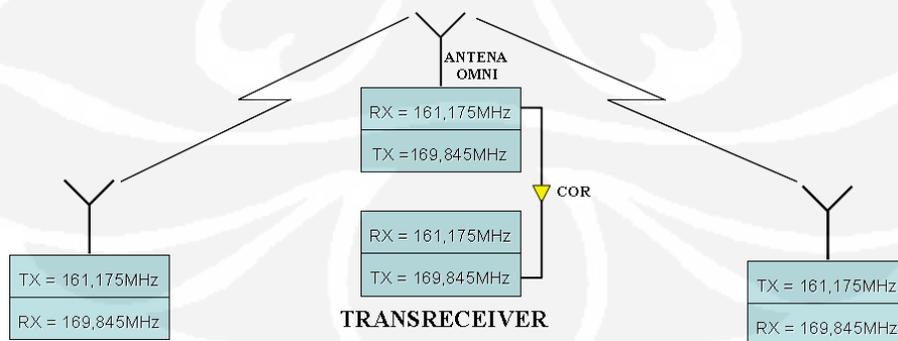
2.9.



Gambar 2.9 Konfigurasi jaringan Pada SUTM.

2.4.2.3 Repeater

Repeater berfungsi meneruskan sinyal yang dikirim sehingga daya pancar menjadi lebih jauh. Gelombang radio yang dipancarkan tersebut di sepanjang lintasannya akan mengalami peredaman atau diperlemah. Dengan menggunakan repeater ini maka sinyal yang dikirim akan diperkuat lagi. Adapun konfigurasi dari repeater seperti dalam Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Konfigurasi repeater

Hal-hal yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan letak repeater yaitu:

1. Pengarahan pancaran
2. Penggantian jenis antena
3. Penyetelan ketinggian antena
4. Penggantian jenis kabel
5. Penambahan daya pancar
6. Pemindahan frekuensi pembawa
7. Pemindahan frekuensi modulasi
8. Penggantian jenis modulasi
9. Pemindahan lokasi stasiun ukur dan stasiun utama
10. Pengurangan jumlah stasiun ukur

Syarat yang harus dipenuhi dalam membuat repeater yaitu:

1. Sinyal yang diterima harus sama dengan sinyal yang dikirim
2. Deviasi maksimum yang diijinkan sebesar 5kHz

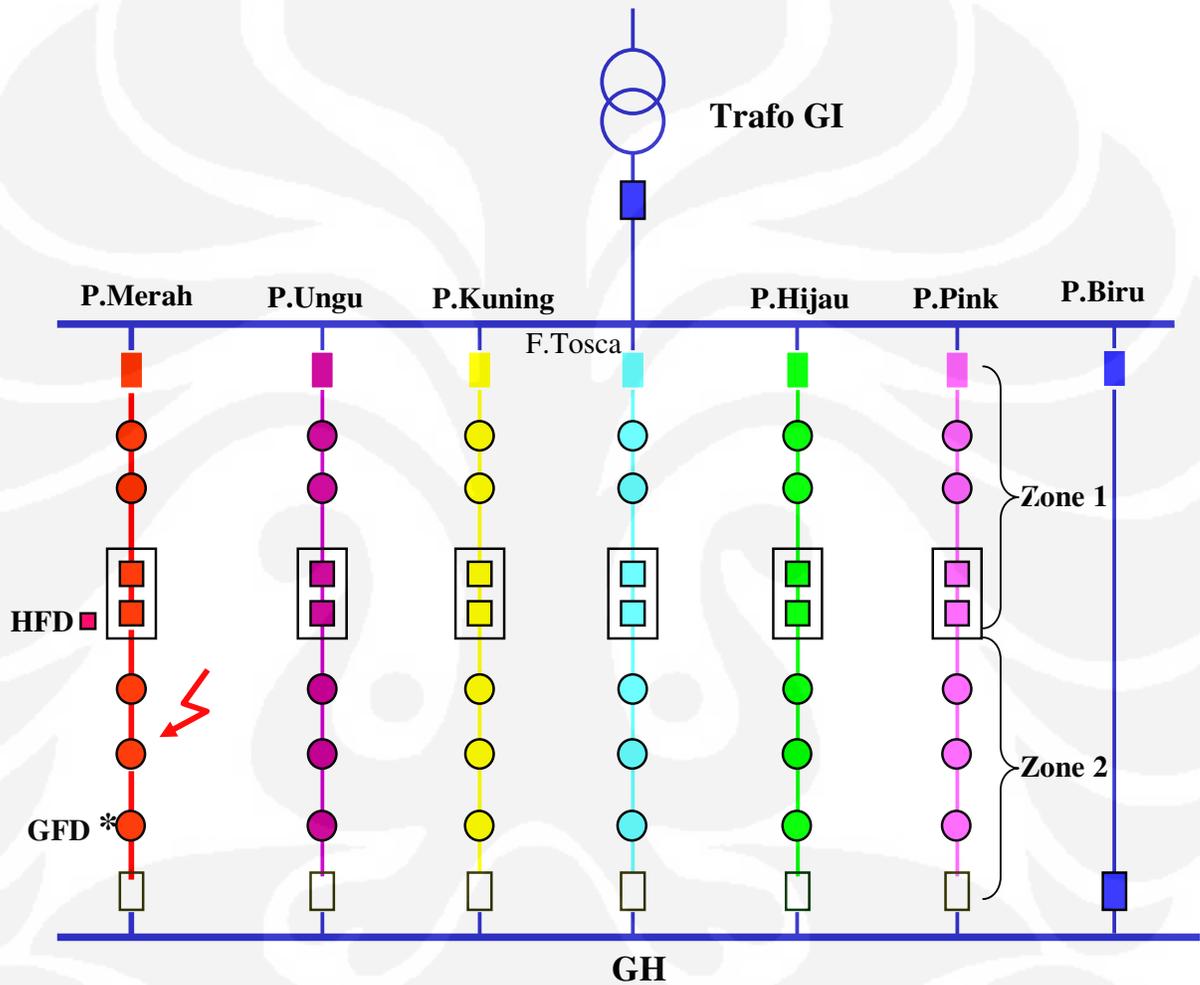
Mode dari repeater ada 3 macam yaitu:

1. Simplex yaitu frekuensi TX sama dengan frekuensi RX
2. Half duplex yaitu frekuensi TX tidak sama dengan frekuensi RX, dan cara kerjanya bergantian antara TX dan RX
3. Full duplex yaitu frekuensi TX tidak sama dengan frekuensi RX dan cara kerjanya dapat bersamaan antara TX dan RX.

2.5 Konfogurasi Jaringan Spindel

Pola Operasi JTM 20 kV Distribusi

Konfigurasi jaringan yang diaplikasikan adalah konfigurasi Spindel, dimana beberapa Feeder/Outgoing/Penyulang yang melayani beban di Back Up oleh 1 Express Feeder. Konfigurasi ini dapat di gambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.11 Konfigurasi sistem spindel

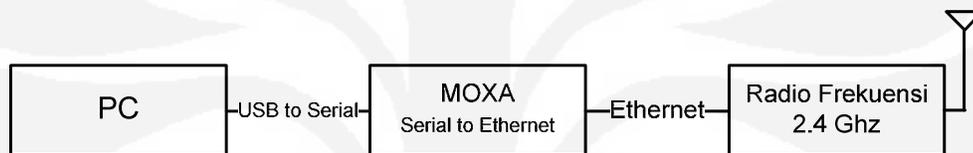
Sistem operasinya adalah sebagai berikut :

1. Dalam kondisi normal operasi, semua LBS yang ada di GH terbuka, kecuali Feeder Express.
2. Pada saat ada gangguan, maka Pusat Kontrol mendapat indikasi bahwa ada gangguan (misalnya Feeder Merah).
3. Operator pusat control akan melihat Gardu Middle Point (MP) apakah ada indikasi HFD (Homopolar Fault Detector), apabila ada maka gangguan berada di Zone 2.
4. LBS di MP Feeder Merah arah GH di buka dan Feeder Merah di GI di normalkan sehingga Zone 1 normal kembali.
5. Selanjutnya petugas lapangan mengecek satu persatu gardu di Zone 2 dengan melihat GFD (Ground Fault Detector) dan menginformasikannya ke pusat control untuk di normalkan kembali setelah gangguan di ketahui.

BAB III SIMULASI KERJA SISTEM SCADA

3.1 Konfigurasi simulasi master station

Master Station merupakan kumpulan perangkat keras dan lunak yang ada di control center, pada umumnya konfigurasi sebuah master station tidak akan sama disesuaikan dengan kebutuhan dari pada sistem scada nya, namun pada simulasi ini hanya menggunakan satu buah komputer sebagai master.



Gambar 3.1 Konfigurasi perangkat simulasi master station

3.1.1 Perangkat keras simulasi master station

Dalam simulasi ini perangkat keras yang digunakan adalah :

1. Personal komputer (PC) atau notebook dengan spesifikasi minimal komputer untuk master yaitu PC dengan procecor 1.5 GHz, 400 MHz FSB, Momory 1 GB, 80 GB HDD.
2. Kabel USB to Serial.
3. MOXA yaitu alat yang mengubah Serial to Ethernate.
4. Kabel Ethernate.
5. Radio frekuensi 2,4 Ghz.
6. Power suplay 48 DC.

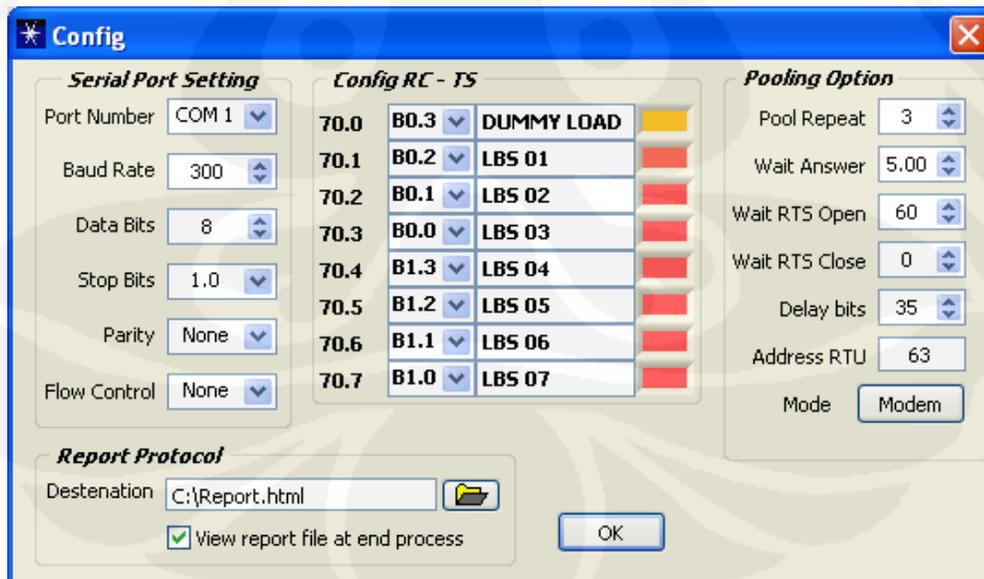
3.1.2 Perangkat lunak simulasi master station

Program master kontrol ini menggunakan program Labview. Labview merupakan program yang digunakan untuk data akuisi dan sistem kontrol secara real time.

Program Master SCADA Control Center adalah sebagai berikut :



Gambar 3.2. Tampilan program master



Gambar 3.3. Konfigurasi program

Fasilitas program master control pada simulasi ini adalah :

1. Logger

Perangkat lunak aplikasi ini menyediakan fasilitas untuk merekam ke dalam log seluruh aktivitas fungsi SCADA dan kejadian/event dalam jaringan distribusi. Rekaman ini harus merupakan bagian integral dari sistem manajemen database relasional. Setiap item dalam rekaman tersebut harus masing-masing mempunyai entri sendiri ke dalam database sehingga memungkinkan pengambilan dan pemrosesan secara selektif record dari event disimpan di computer pada folder C:\report.html.

2. Konfigurasi program

Pada simulasi ini program kontrol menyediakan fasilitas config untuk mengatur konektivitas dengan RTU, yang terdiri dari serial port setting, konfigurasi remote controll dan telesignal.

3. Tele Kontrol

Dalam program simulasi ini seorang operator dispatcher melakukan atau mengoperasikan ON OFF suatu peralatan yang sudah terintegrasi ke sistem scada di gardu/lapangan secara remote dari Control center. Jadi tele kontrol hanya dilakukan dari sisi control center/ sebagai inputnya.

Beberapa aplikasi tele kontrol adalah sebagai berikut :

1. Membuka dan menutup Circuit Breaker
2. Kontrol Tap Changer Trafo (Menaikan atau menurunkan)
3. Kontrol On Off Recloser digunakan pada gardu induk

4. Fungsi Tele Signal

Operator Dispatcher dapat mengetahui atau memonitor segala indikasi peralatan yang sudah teritegrasi ke system Scada di gardu / lapangan secara remote , jadi tele signal adalah segala status/indikasi yang ada di gardu baik yang tetap ataupun jika terjadi perubahan akan secara cepat / real time di ketahui oleh dispatcher, dan sebagai inputnya adalah peralatan yang ada di gardu/lapangan.

Pemantauan telesignal yaitu setiap kejadian yang dicatat oleh system Scada disebut EVENT, sedangkan semua indikasi yang menunjukkan adanya perubahan

status di Scada disebut sebagai ALARM. Semua status harus diproses untuk mendeteksi setiap perubahan status lebih lanjut untuk event yang terjadi secara spontan atau setelah permintaan remote kontrol dikirim oleh dispatcher.

Beberapa aplikasi tele signal adalah sebagai berikut :

1. Tele Signal Double (TSD) / Double Status

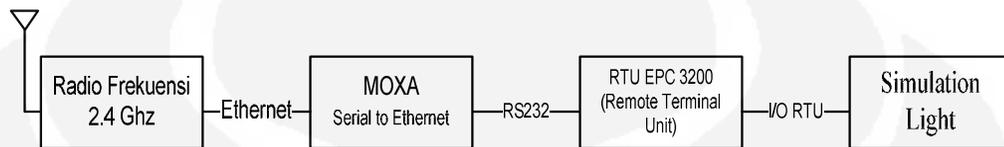
- Open Close Circuit Breaker
- Tap Changer Position
- Earthing Switth Open Close
- Disconcting switch

2. Tele Signal Single (TSS) / Single Status

- Lokal Remote
- OC (Over Current) status
- EF status
- HFD (Homofolar Fault Detector) peralatan ini terpasang pada Gardu Hubung, Gardu Distribusi pada system jaringan Spindle.
- Fasa Gangguan peralatan ini terpasang pada Gardu Induk
- RTU Fail/Inaces
- Communication link Fail

3.2 Konfigurasi RTU

Pada simulasi ini RTU yang digunakan adalah RTU EPC 3200 dan Simulation Light open close, suplay fault (SF) dan Himofolar Fault Ditektor (HFD) yang mengindikasikan elektromekanik pada gardu distribusi.



Gambar 3.4 Konfigurasi perangkat simulasi RTU

Pada simulasi sistem SCADA ini menggunakan RTU EPC 3200 dengan indikasi running RTU sebagai berikut

1. RTU in scanning komunikasi antara RTU dengan Pusat kontrol pada RTU CTCSS diindikasikan dengan led RXD , apabila RTU menerima signal dari pusat kontrol baik itu signal polling maupun perintah / komando maka led RXD pada cover RTU akan menyala. Hal ini menunjukkan bahwa RTU telah menerima alamat yang benar dan perintah dari pusat kontrol dapat dimengerti oleh RTU. Demikian pula apabila RTU mengirimkan signal data maka indikasi led akan menyala .
2. RTU out scanning
Tidak terjadinya komunikasi antara pusat kontrol dengan RTU , hal ini diindikasikan dengan led RD pada cover depan RTU tidak menyala pada waktu menerima signal polling maupun perintah remote kontrol. Pada kondisi out scanning status LBS pada gardu yang bersangkutan menjadi tidak valid, karena RTU tidak dapat mengirimkan status terakhir LBS ke pusat kontrol.

3.3. Media komunikasi Data

Pada simulasi sistem scada ini menggunakan radio dengan konfigurasi point to point.

3.3.1. Point to Point

Konfigurasi ini menghubungkan dua terminal telekontrol dan merupakan tipe yang paling sederhana. Komunikasi antenna master langsung terhubung ke antenna slave demikian juga sebaliknya seperti pada Gambar 3.3.



Gambar 3.5 Konfigurasi point to point

Kelebihan dari konfigurasi point to point ini adalah:

1. Biaya lebih murah karena tidak memerlukan repeater (stasiun pengulang)
2. Delay time rendah karena komunikasi master langsung terhubung ke slave demikian juga sebaliknya

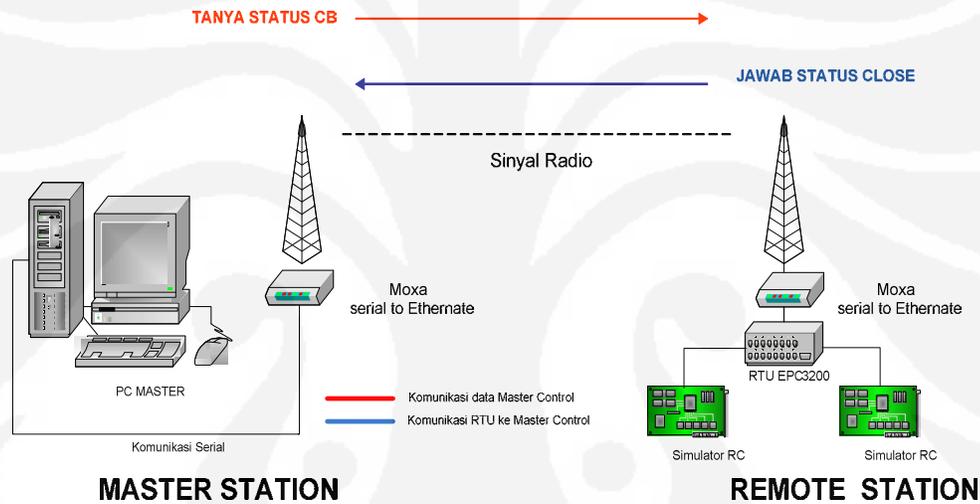
Sedangkan kekurangan konfigurasi ini adalah:

1. Jarak antenna pemancar dan penerima tidak bisa jauh, oleh karena itu untuk komunikasi pada jarak yang jauh membutuhkan daya pancar yang besar.
2. Pada jarak jauh (> 30 km) komunikasi master – slave sering terganggu karena adanya penghalang.

BAB IV ANALISA

4.1 Analisa simulasi SCADA pada keadaan normal jaringan.

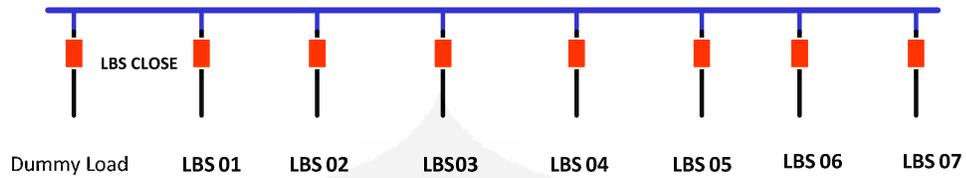
Dalam keadaan normal jaringan pada sistem SCADA akan terjadi komunikasi antara master control dengan RTU. Sehingga pada tampilan simulasi SCADA semua LBS dalam keadaan close demikian juga pada RTU semua kondisi LBS keadaan close ini ditunjukkan pada simulasi RC.



Gambar 4.1. Konfigurasi komunikasi dalam keadaan normal jaringan

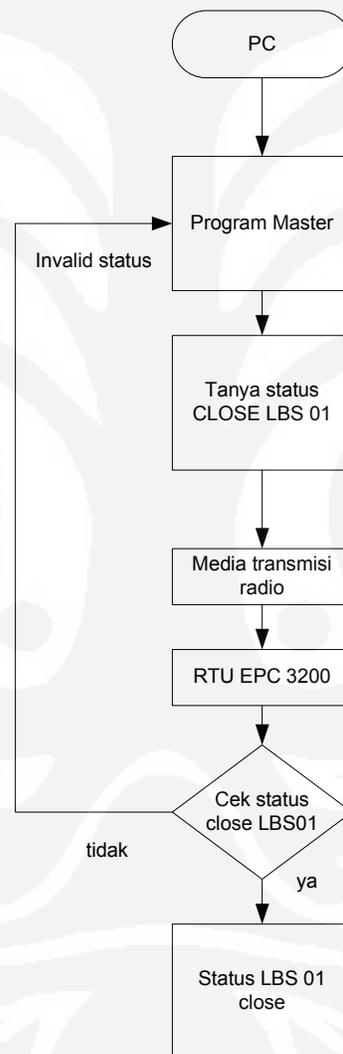
Pada saat normal operasi, master station mengirim data ke RTU untuk mengetahui status LBS di lapangan kemudian RTU menjawab status close LBS kemudian mengirimkan kembali ke master station

Apabila RTU tidak mengirim status open atau close maka status LBS pada program master akan invalid .



Gambar 4.2. Tampilan program pada keadaan Normal jaringan

Algoritma polling status normal jaringan



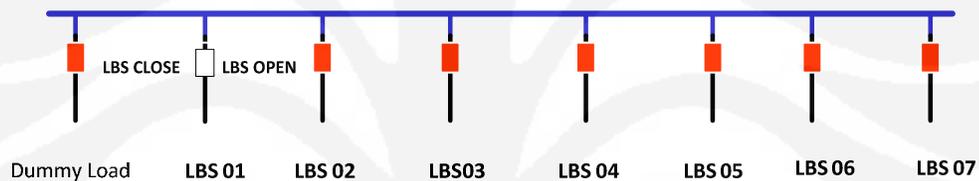
Gambar 4.3 Algoritma polling status normal jaringan

Pada algoritma diatas dapat dijelaskan bahwa PC sebagai master control mempolling RTU EPC 3200 dengan status close (status close ini menandakan

bahwa jaringan itu normal operasi) ,kemudian data dikirim ke RTU melalui media radio, selanjutnya RTU mengirim kembali data ke master kontrol bahwa kondisi LBS 01 di lapangan close , apabila RTU tidak dapat mengirim status LBS dari lapangan maka master kontrol akan menganggap LBS01 itu invalid biasanya status ini dikarenakan LBS01 tidak dikoneksi ke RTU atau data yang dipolling dari master control tidak sesuai dengan data yang ada di RTU.

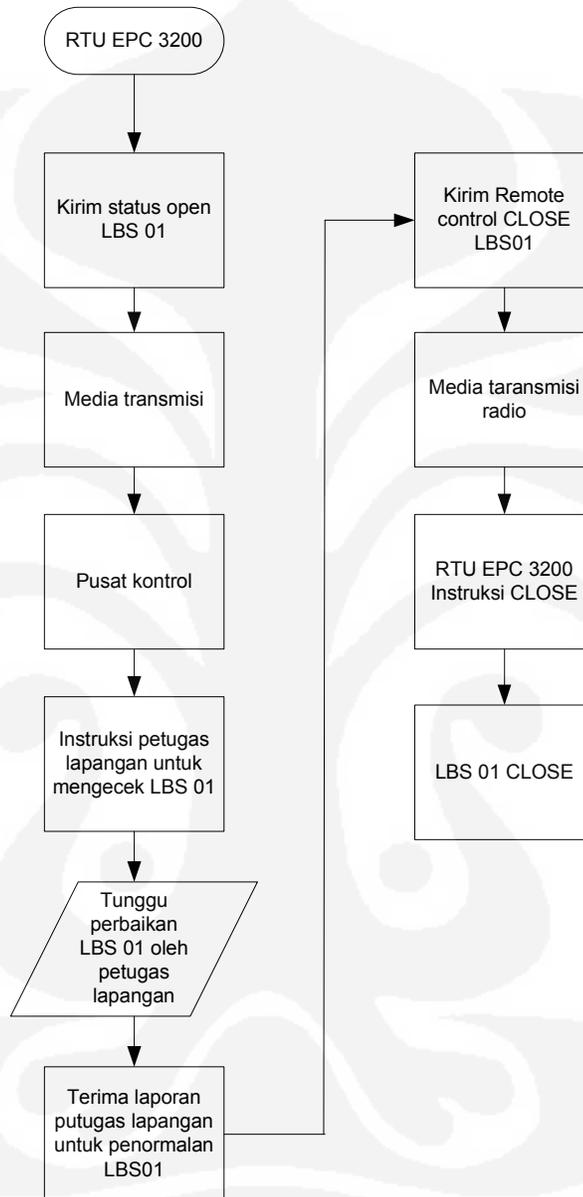
4.2 Analisa simulasi pada keadaan gangguan jaringan

Pada keadan gangguan jaringan, RTU akan mengirim status bahwa adanya perubahan pada LBS ke Master station seperti contoh terjadi gangguan dan perubahan status pada LBS 01 akibat gangguan atau dimanual status pada gardu.



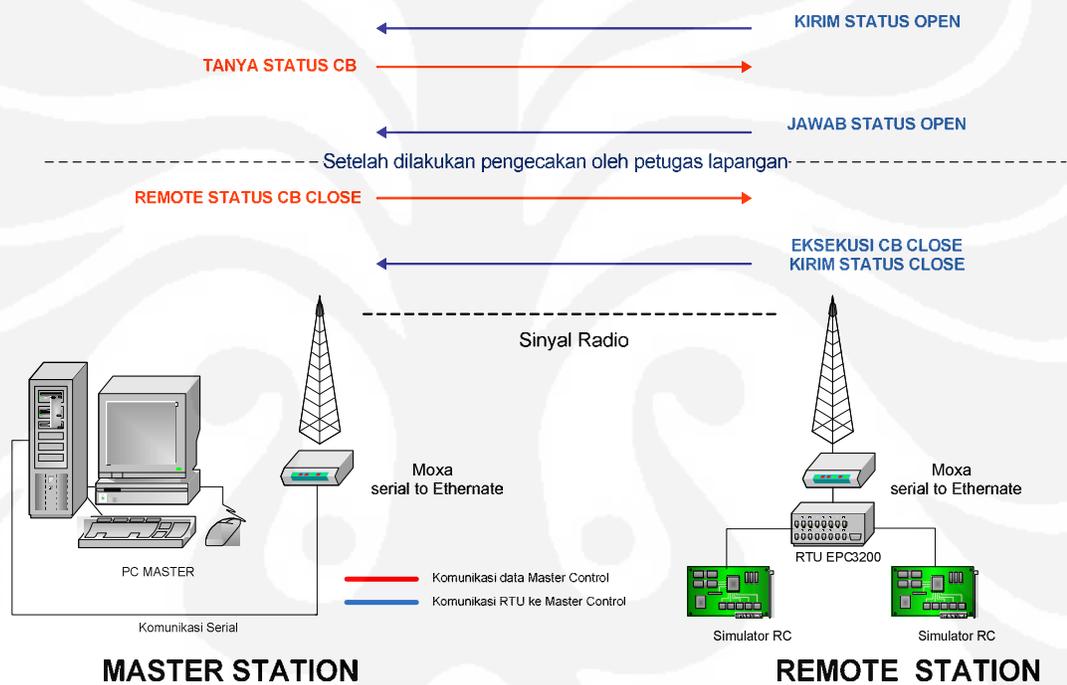
Gambar 4.4 Tampilan program pada keadan gangguan jaringan

Algoritma polling status gangguan jaringan



Gambar 4.5 Algoritma polling status gangguan jaringan

Pada algoritma diatas menjelaskan tentang bagaimana RTU mengirim status open LBS01 ke master kontrol . Operator pusat control akan melihat LBS 01 dalam kondisi terbuka (open) yang kemudian menghubungi petugas lapangan untuk mengecek gangguan pada LBS01 setelah mengetahui dan memperbaiki kerusakan pada LBS01 maka petugas lapangan akan menghubungi pusat control untuk dilakukan penormalan kembali pada LBS01. Selanjutnya petugas operator master control segera mengirim perintah remote close LBS01 untuk penormalan jaringan



Gambar 4.6 Konfigurasi komunikasi dalam keadaan gangguan

4.3 Analisa simulasi pada keadaan gangguan jaringan transmisi data

Banyak faktor mengakibatkan terjadi gangguan pada sisi telekomunikasi data apabila ini terjadi maka komunikasi antara Master kontrol dengan RTU akan off polling yang mengakibatkan RTU dalam keadaan Out Scanning, sehingga master control tidak dapat memantau jaringan pada gardu-gardu distribusi di lapangan.

Pada simulasi ini transmisi data yang digunakan yaitu menggunakan radio.

Faktor penyebab terjadinya gangguan pada transmisi data radio adalah

1. Faktor cuaca.
2. Terjadi gangguan perangkat radio pada sisi Master dan RTU.
3. Adanya Line of side (LOS) yaitu halangan seperti gedung atau bukit yang mengakibatkan komunikasi radio terganggu.

Solusi untuk menghindari gangguan pada transmisi data radio :

1. Pemasangan repeater untuk penguat sinyal radio sehingga data yang dikirim stabil
2. Adanya maintenance perangkat radio secara berkala.
3. Pemasangan antena radio harus tepat sehingga halangan yang mengakibatkan Line of side (LOS) dapat dihindari.

4.4 Analisa Simulasi pada Keadaan gangguan RTU

Agar semua kejadian yang terjadi di gardu dapat dipantau dan dikontrol dari pusat kontrol, maka di setiap gardu tersebut dipasang alat yang dapat melaksanakan fungsi *Tele Status (TS)*, *Remote Control (RC)*, *Tele Meter (TM)*. Alat tersebut adalah RTU (*Remote Terminal Unit*).

Dalam operasinya RTU dapat juga terjadi gangguan sehingga data yang dikirim dari pusat kontrol ke RTU tidak dapat di eksekusi di lapangan. Demikian sebaliknya RTU tidak dapat mengirim perintah remote, telestatus dan telesignal ke pusat kontrol

Faktor penyebab gangguan pada RTU antara lain :

1. Terjadi gangguan Power suplay 48 DC untuk suplay utama RTU.
2. Suhu gardu yang tinggi mengakibatkan kinerja RTU menjadi tidak stabil.
3. Card RTU rusak.

Solusi agar gangguan RTU dapat di minimalisasi

1. Maintenance RTU secara berkala.
2. Pemasangan pendingin fan pada gardu sehingga suhu di gardu stabil.
3. Pemasangan rectifier sehingga apabila suplay dari Power suplay off maka tahanan battery 48 Vdc bisa membackup sebelum perbaikan power suplay dilakukan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan simulasi maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Dengan memanfaatkan sistem SCADA pada jaringan disrtibusi tenaga listrik pemantauan jaringan baik dalam keadaan normal, gangguan dan emergency dapat dilakukan secara cepat dan realtime.
2. Dari hasil pengujian Remote Control (RC) bahwa terjadi perbedaan waktu delay antara jarak tanpa halangan Line Of Side (LOS) dengan jarak adanya halangan hal ini diakibatkan interverensi dan penyebaran sinyal komunikasi antara master kontrol dan RTU.
3. Dari segi besarnya investasi dengan fungsi dan kemampuan komunikasi radio lebih murah dibandingkan dengan media kabel.
4. Aplikasi SCADA memanfaatkan jaringan radio dapat menutupi kelemahan media komunikasi kabel kontrol pada gardu yang lokasinya jauh dan tak terjangkau dari Pusat Kontrol.

V.2 Saran

1. Perlu diteliti lebih lanjut mengenai kapasitas kemampuan master apabila titik remote kontrol yang dioperasikan berjumlah besar.
2. Perlu dicari solusi untuk menangani keterlambatan pengiriman / data pada saat remote control.
3. Semakin meningkatnya kebutuhan akan fasilitas RC, maka salah satu aspek perlu dipertimbangkan adalah penggunaan media telekomunikasi data yang andal agar dapat menghasilkan kinerja yang efisien. Untuk itu, dimasa yang akan datang, penggunaan radio sebagai media telekomunikasi data hendaknya semakin digalakkan, menimbang keandalan yang selama ini telah ditunjukkannya.

4. Menambah izin frekuensi kerja radio ke pemerintah untuk pengembangan komunikasi radio ke depan, karena lebar kanal frekuensi kerja radio komunikasi yang ada sekarang sudah banyak terpakai.
5. Pada saat penerapan aplikasi yang sebenarnya perlu diperhatikan masalah kubikel pada sistem yang memerlukan kubikel motorize.
6. Adanya perawatan secara berkala pada peralatan SCADA baik di pusat kontrol, telekomunikasi, maupun RTU untuk mengurangi gangguan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Green, DC *Komunikasi Data*, Andi Offset, Yogyakarta, 2003
2. Pandjaitan, Bonar *Teknologi Sistem Pengendalian Tenaga Listrik Berbasis SCADA*, Jakarta, Prenhallindo, 2005.
3. Dallas Semiconductor, 2004, "+5 V Powered, Multichannel RS-232 Driver/Receiver", Maxim, USA.
4. Hartenstein, R, 2002 : Enabling Technologies for Reconfigurable Computing and Software / Configware Co-Design, <http://kressarray.de>.



LAMPIRAN

Universitas Indonesia

Lampiran 1 :**411 A WIRELESS**

Equipped with Atheros CPU, 64MB RAM and RouterOS Level 4 license, RouterBOARD 411A can be used as Hotspot Access Point in Hotels, Airports, Apartment Buildings etc. You can use R52 (~65mW) or R52H (~350mW) wireless card, both of those support 2.4Ghz and 5Ghz range.



RouterBOARD 411A includes RouterOS, which will turn this powerful system into a highly sophisticated router/firewall or bandwidth manager.

Specifications:

- CPU: Atheros AR7130 300MHz network processor
- Memory: 64MB DDR SDRAM onboard
- Boot Loader: RouterBOOT
- Data Storage: 64MB onboard NAND memory chip
- Ethernet: One 10/100 Fast Ethernet port with Auto-MDI/X
- miniPCI: One miniPCI Type IIIA/IIIB slot
- Serial Port: One DB9 RS232C asynchronous serial port
- LED's: Power, NAND activity, 5 user LED's
- Power options: PoE: 10~28V DC; Power Jack: 10~28V DC
- Dimensions: 10.5cm x 10.5cm
- Power Consumption: ~3W without extension cards, Maximum 12W
- Operating System: MikroTik RouterOS v3 Level 4



ANTENA

ANT-7OMNI-24-NM 2.4GHz 7dBi High Gain Omnidirectional Rubber Duck style antenna with swivel and N-Male connector (for indoor use). Works great for indoor WiFi HotSpots. Measures 9.5 inches (240mm) long from the swivel or bendcenter.

Lampiran 2 :

PENGUJIAN REMOTE KONTROL PADA SIMULASI SCADA

RC		delay (detik) Jarak 2,5 KM Lt 11 Gdg B disjaya-GI Budi Kemulyaan				Total time delay LBS	delay (detik) Jarak 950 Meter Lt 11 Gdg B disjaya-GI Gambir Lama				Total time delay LBS
		LBS01	LBS02	LBS03	LBS04		LBS01	LBS02	LBS03	LBS04	
		1	close	5	4		4	5	18	4	
	open	4	5	4	4	17	4	3	4	4	15
2	close	4	5	4	4	17	4	5	4	4	17
	open	4	4	4	4	16	4	3	4	3	14
3	close	5	4	4	4	17	4	4	4	3	15
	open	4	5	6	5	20	5	4	5	4	18
4	close	5	4	4	4	17	3	3	4	4	14
	open	4	4	4	4	16	4	5	4	3	16
5	close	5	4	5	4	18	4	5	5	5	19
	open	4	4	4	5	17	4	4	5	5	18
6	close	5	4	4	4	17	4	3	4	3	14
	open	4	5	6	5	20	5	5	5	4	19
7	close	5	4	4	4	17	5	3	4	4	16
	open	4	4	4	4	16	4	4	4	3	15
8	close	5	4	4	4	17	4	3	4	3	14
	open	4	4	4	5	17	3	4	4	5	16
9	close	5	4	4	4	17	3	3	5	4	15
	open	4	4	4	4	16	4	3	4	5	16
10	close	5	4	4	4	17	4	3	4	3	14
	open	4	4	4	5	17	3	4	4	2	13
11	close	5	4	4	4	17	4	4	4	3	15
	open	4	5	6	5	20	5	4	5	4	18
12	close	5	4	4	4	17	3	3	4	4	14
	open	4	4	4	4	16	5	3	4	3	15
13	close	4	4	4	4	16	3	3	5	3	14
	open	5	4	4	4	17	3	5	4	4	16
14	close	4	4	4	4	16	4	5	4	3	16
	open	5	4	4	4	17	4	3	4	3	14
15	close	4	4	4	5	17	3	4	4	5	16
	open	5	4	4	4	17	4	3	4	3	14
16	close	4	5	6	5	20	5	4	5	4	18
	open	5	4	4	4	17	3	3	4	4	14
17	close	4	4	4	4	16	4	3	5	3	15
	open	5	4	4	4	17	4	5	4	3	16

18	close	4	4	4	5	17	3	4	4	2	13
	open	4	5	6	5	20	5	4	5	4	18
19	close	5	4	4	4	17	3	3	4	4	14
	open	4	4	4	4	16	4	3	4	3	14
20	close	5	4	4	4	17	4	5	4	3	16
	open	4	4	4	5	17	3	4	4	2	13
21	close	5	4	4	4	17	4	3	4	3	14
	open	4	5	6	5	20	5	4	5	4	18
22	close	5	4	4	4	17	3	3	4	4	14
	open	4	4	4	4	16	4	3	4	3	14
23	close	5	4	4	4	17	4	3	4	3	14
	open	4	4	4	5	17	3	5	4	2	14
24	close	5	4	4	4	17	3	3	5	4	15
	open	4	4	4	4	16	4	3	4	3	14
25	close	5	4	4	4	17	4	3	4	3	14
	open	4	4	4	5	17	3	4	4	2	13
26	close	5	4	4	4	17	4	3	4	3	14
	open	4	5	6	5	20	5	4	5	4	18
27	close	5	4	4	4	17	3	5	4	4	16
	open	4	4	4	4	16	5	3	5	3	16
28	close	4	4	4	4	16	3	5	3	3	14
	open	5	4	4	4	17	3	3	5	4	15
29	close	4	4	4	4	16	4	3	4	3	14
	open	5	4	4	4	17	4	3	4	3	14
30	close	4	4	4	5	17	3	4	4	2	13
	open	5	4	4	4	17	4	3	4	3	14
31	close	4	5	6	5	20	5	4	5	4	18
	open	5	4	4	4	17	3	3	4	4	14
32	close	4	4	4	4	16	4	3	4	3	14
	open	5	4	4	4	17	4	3	4	3	14
33	close	4	4	4	5	17	3	4	4	2	13
	open	5	4	4	4	17	4	5	4	3	16
34	close	4	4	4	5	17	3	4	4	5	16
	open	5	4	4	4	17	3	3	4	4	14
35	close	4	4	4	4	16	4	3	4	3	14
	open	5	4	4	4	17	4	5	4	3	16
36	close	4	4	4	5	17	3	4	5	2	14
	open	5	4	4	4	17	4	3	4	3	14
37	close	4	5	6	5	20	5	4	5	4	18
	open	5	4	4	4	17	3	3	4	4	14
38	close	4	4	4	4	16	5	3	4	3	15
	open	4	4	4	4	16	3	5	3	3	14
39	close	5	4	4	4	17	3	5	4	4	16

	open	4	4	4	4	16	4	3	4	3	14
40	close	5	4	4	4	17	4	5	5	3	17
	open	4	4	4	5	17	3	4	4	2	13
41	close	5	4	4	4	17	4	3	4	3	14
	open	4	5	6	5	20	5	4	5	4	18
42	close	5	4	4	4	17	3	3	4	4	14
	open	4	4	4	4	16	4	3	4	3	14
43	close	5	4	4	4	17	4	3	4	3	14
	open	4	4	4	5	17	3	4	4	4	15
44	close	4	5	6	5	20	5	4	5	4	18
	open	5	4	4	4	17	3	3	4	4	14
45	close	4	4	4	4	16	4	3	4	3	14
	open	5	4	4	4	17	4	3	4	3	14
46	close	4	4	4	5	17	3	4	4	4	15
	open	5	4	4	4	17	4	5	4	3	16
47	close	4	5	6	5	20	5	4	5	4	18
	open	5	4	4	4	17	3	3	4	4	14
48	close	4	4	4	4	16	4	3	4	3	14
	open	5	4	4	4	17	4	3	4	3	14
49	close	4	4	4	5	17	3	4	4	4	15
	open	5	4	4	4	17	3	3	4	4	14
50	close	4	4	4	4	16	4	3	5	3	15
	open	5	4	4	4	17	4	3	4	3	14
51	close	4	4	4	5	17	3	5	5	2	15
	open	5	4	4	4	17	4	5	4	3	16
52	close	4	5	6	5	20	5	4	5	4	18
	open	5	4	4	4	17	3	3	4	4	14
53	close	4	4	4	4	16	2	3	4	3	12
	open	4	4	4	4	16	3	3	3	3	12
54	close	5	4	4	4	17	3	3	5	4	15
	open	4	4	4	4	16	4	3	4	3	14
55	close	5	4	4	4	17	4	3	5	3	15
	open	4	4	4	5	17	3	4	5	3	15
56	close	5	4	4	4	17	4	5	4	3	16
	open	4	5	6	5	20	5	4	5	4	18
57	close	4	5	6	5	20	5	4	5	4	18
	open	5	4	4	4	17	3	3	4	4	14
58	close	4	4	4	4	16	4	5	4	3	16
	open	5	4	4	4	17	4	3	4	3	14
59	close	4	4	4	5	17	3	4	4	2	13
	open	5	4	4	4	17	4	3	4	3	14
60	close	4	5	6	5	20	5	4	5	4	18
	open	5	4	4	4	17	3	3	4	4	14

61	close	4	4	4	4	16	4	3	4	3	14
	open	5	4	4	4	17	4	3	4	3	14
62	close	4	4	4	5	17	3	4	4	5	16
	open	5	4	4	4	17	3	5	5	4	17
63	close	4	4	4	4	16	4	3	4	3	14
	open	5	4	4	4	17	4	3	4	3	14
64	close	4	4	4	5	17	3	4	4	5	16
	open	5	4	4	4	17	4	3	4	3	14
65	close	4	5	6	5	20	5	4	5	4	18
	open	5	4	4	4	17	3	3	4	4	14
66	close	4	4	4	4	16	5	3	4	3	15
	open	4	4	4	4	16	3	3	3	3	12
67	close	5	4	4	4	17	3	3	4	4	14
	open	4	4	4	4	16	4	3	4	3	14
68	close	4	4	4	4	16	4	3	4	3	14
	open	5	4	4	4	17	4	3	4	3	14
69	close	4	5	6	5	20	5	4	5	4	18
	open	5	4	4	4	17	5	3	4	4	16
70	close	4	4	4	4	16	4	3	5	3	15
	open	5	4	4	4	17	4	3	4	4	15
71	close	4	4	4	5	17	3	4	4	5	16
	open	5	4	4	4	17	4	3	4	3	14
72	close	4	5	6	5	20	5	4	5	4	18
	open	5	4	4	4	17	4	3	4	4	15
73	close	4	4	4	4	16	4	3	4	3	14
	open	5	4	4	4	17	4	3	4	3	14
74	close	4	4	4	5	17	3	4	4	4	15
	open	5	4	4	4	17	3	3	5	4	15
75	close	4	4	4	4	16	4	3	4	5	16
	open	5	4	4	4	17	4	3	5	5	17
76	close	4	4	4	5	17	3	4	4	3	14
	open	5	4	4	4	17	4	3	5	5	17
77	close	4	5	6	5	20	5	4	5	4	18
	open	5	4	4	4	17	3	3	4	4	14
78	close	4	4	4	4	16	4	3	4	3	14
	open	4	4	4	4	16	4	3	4	3	14
79	close	5	4	4	4	17	4	3	4	3	14
	open	4	5	6	5	20	5	4	5	4	18
80	close	5	4	4	4	17	3	3	4	4	14
	open	4	4	4	4	16	4	3	4	3	14
81	close	5	4	4	4	17	4	3	4	3	14
	open	4	4	4	5	17	3	5	4	4	16
82	close	5	4	4	4	17	4	5	5	3	17

	open	4	5	6	5	20	5	5	5	4	19
83	close	5	4	4	4	17	3	3	4	4	14
	open	4	4	4	4	16	4	3	4	3	14
84	close	5	4	4	4	17	4	3	4	5	16
	open	4	4	4	5	17	3	4	4	5	16
85	close	5	4	4	4	17	3	3	5	4	15
	open	4	4	4	4	16	4	3	4	3	14
86	close	5	4	4	4	17	4	3	4	3	14
	open	4	4	4	5	17	3	4	4	3	14
87	close	5	4	4	4	17	4	5	4	3	16
	open	4	5	6	5	20	5	4	5	4	18
88	close	5	4	4	4	17	5	3	4	4	16
	open	4	4	4	4	16	5	3	5	3	16
89	close	5	4	4	4	17	3	3	4	4	14
	open	4	4	4	4	16	4	3	4	3	14
90	close	5	4	4	4	17	4	3	4	5	16
	open	4	4	4	5	17	3	4	4	5	16
91	close	4	5	6	5	20	5	4	5	5	19
	open	5	4	4	4	17	3	3	4	4	14
92	close	4	4	4	4	16	4	3	4	3	14
	open	5	4	4	4	17	4	5	4	3	16
93	close	4	4	4	5	17	3	4	4	5	16
	open	5	4	4	4	17	4	3	5	3	15
94	close	4	5	6	5	20	5	4	5	4	18
	open	5	4	4	4	17	3	5	4	4	16
95	close	4	4	4	4	16	4	3	4	3	14
	open	5	4	4	4	17	4	3	4	3	14
96	close	4	4	4	5	17	3	5	4	5	17
	open	5	4	4	4	17	3	3	5	4	15
97	close	4	4	4	4	16	4	5	4	3	16
	open	5	4	4	4	17	4	3	4	3	14
98	close	4	4	4	5	17	5	5	4	5	19
	open	5	4	4	4	17	4	3	4	3	14
99	close	4	5	6	5	20	5	4	5	4	18
	open	5	4	4	4	17	3	3	4	4	14
100	close	4	5	4	5	18	3	3	3	5	14
	open	4	4	4	4	16	4	3	3	3	13

TOTAL TIME DELAY UNTUK LBS 01,02,03,04 untuk 100 kali Remote control Open close

Lt 11 Gdg B disjaya-GI Budi Kemulyaan

TOTAL TIME CLOSE

UNTUK 100 kali RC 3418

TOTAL TIME OPEN

UNTUK 100 kali RC 3416

TOTAL TIME DELAY UNTUK LBS 01,02,03,04 untuk 100 kali Remote control Open close

Lt 11 Gdg B disjaya-GI Gambir Lama

TOTAL TIME CLOSE

UNTUK 100 kali RC 3015

TOTAL TIME OPEN

UNTUK 100 kali RC 3012

