

**STUDI SISTEM SCADA
DI PT PLN (PERSERO) UNIT PENGATUR BEBAN SISTEM SULSEL
(UPB SISTEM SULSEL)**



ARIF DWI PRASETYO

K105 82 108112

UMAR SAID

K105 82 99912

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

MAKASSAR

2020



LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat-syarat Ujian guna memperoleh gelar sarjana teknik (ST). Program Studi Teknik Listrik Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : STUDI SISTEM SCADA DI PT PLN (PERSERO) UNIT PENGATUR BEBAN SISTEM SULSEL

Nama : 1. Arif Dwi Prasetyo
2. Umar Said

Stambuk : 1. K10582108112
2. K1058299912

Makassar, 29 Januari 2015

Telah diperiksa dan disetujui oleh Dosen Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M. Sc

Andi Fakhruddin, ST.,MT
NIP. 132169986

Mengetahui :

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Umar Katu ST., MT
NBM. 990410



KETERANGAN PERBAIKAN

Berdasarkan berita acara Seminar Hasil pada :

Hari / Tanggal : Selasa / 26 Mei 2015

Waktu : 16.00 - Selesai

Nama : 1. Arif Dwi Prasetyo
2. Umar Said

Stambuk : 1. K10582108112
2. K1058299912

Judul Skripsi : STUDI SISTEM SCADA DI PT PLN (PERSERO) UNIT PENGATUR BEBAN SISTEM SULSEL

Kami selaku panitia ujian komprehensif menyatakan bahwa mahasiswa tersebut diatas telah melakukan perbaikan dan dinyatakan memenuhi persyaratan administrasi untuk mengikuti Ujian Skripsi pada Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Demikian Surat Pernyataan ini dibuat dan dipergunakan sebagaimana mestinya.

Makassar, 28 Mei 2015

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M. Sc

Andi Faharruddin, ST., MT
NIP. 132169986

Penguji;

- | | |
|--|-------|
| 1. Dr. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng | |
| 2. Ir. Abd. Hafid, MT. | |
| 3. Adriani, ST., MT. | |

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Umar Katu, ST., MT
NBM : 990 410

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **STUDI SISTEM SCADA DI PT. PLN (PERSERO) UNIT PENGATURAN BEBAN SISTEM SULSEL**

Nama : 1. Arif Dwi Prasetyo
2. Umar Said

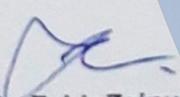
Stambuk : 1. K10582 1081 12
2. K10582 999 12

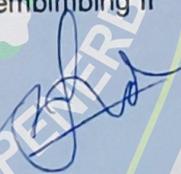
Makassar, 31 Agustus 2019

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc


Andi Fharuddin, S.T.,M.T
NIP.132169986

Mengetahui,

Ketua Jurusan Elektro


Adrian, S.T., M.T.
NPM : 1044 202



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
PENGESAHAN

Skripsi atas nama **Arif Dwi Prasetyo** dengan nomor induk Mahasiswa K10582 1081 12 dan **Umar Said** dengan nomor induk Mahasiswa K10582 999 12, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 156/05/A.5-II/V/36/2015, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu tanggal 6 Juni 2015.

14 Jumadil Akhir 1441 H

Makassar,

08 Februari 2020 M

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar
Prof. Dr. H. Abdul Rahman Rahim, SE., MM.

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Prof. Dr. Ir. H. Muh. Arsyad Thaha, M.T

2. Penguji

a. Ketua : Dr. Eng. Ir. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng

b. Sekertans : Adriani, S.T., M.T

3. Anggota

1. Rizal Ahdiyaf Duyo, S.T., M.T

2. Ir. Abdul Hafid, M.T

3. Andi Abd Halik Lateko Tj, S.T., M.T

Mengetahui :

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc

Andi Faharuddin, S.T., M.T

NIP.132169986

Dekan



fr. Hamzah Al Imran, S.T., M.T., IPM

NBM : 855 500

KATA PENGANTAR

Puji syukur yang sebesar-besarnya atas kehadiran Allah SWT atas berkah ilmu pengetahuan serta rahmat-Nya lah, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan baik.

Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi dalam menyelesaikan studi pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar, dengan judul :

“STUDI SISTEM SCADA DI PT PLN (PERSERO) UNIT PENGATUR BEBAN SISTEM SULSEL (UPB SISTEM SULSEL)”

Dengan penuh kesadaran serta kerendahan hati kami menyadari bahwa penyelesaian Skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak dan pada kesempatan ini kami haturkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua yang senantiasa mendoakan, memberikan dorongan dan bantuan secara moril dan materil dalam penyelesaian pendidikan dan tugas akhir ini.
2. Bapak Ir. Hamzah Al Imron, ST.,MT sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Ibu Adriani, ST.,MT. sebagai Ketua Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
4. Bapak Dr. Ir. Zahir Zainuddin, ST.,M.Sc. sebagai pembimbing I dalam penyusunan Skripsi ini.

5. Bapak Andi Fakharuddin, ST.,MT sebagai sebagai pembimbing II dalam penyusunan Skripsi ini.
6. Ibu Adriani, ST.,MT selaku dosen dan sekretaris jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar yang selalu membantu dan mendukung penulis dalam penyelesaian Skripsi.
7. Segenap Bapak/Ibu Pegawai PT PLN (Persero) Unit Pengatur Beban Sistem Sulsel yang sudah membantu menyiapkan data-data penelitian penulis dalam menyusun Skripsi.
8. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar yang telah memberikan dukungan kepada kami.
9. Serta seluruh pihak yang turut membantu kelancaran penyelesaian Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Akhir kata, penulis berharap semoga Skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukan terutama untuk mendukung kegiatan akademis.

Makassar, 31 Agustus 2019

Penulis

ABSTRAK

SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) memegang peranan penting dalam memegang fungsi pengawasan (*Telesignalling*), pengendalian (*Telecontrol*), dan pengambilan data jarak jauh (*Telemetry*) oleh PT PLN (Persero). Oleh karena itu kegiatan usaha yang dimiliki PT PLN (Persero) harus memanfaatkan perkembangan teknologi maju, serta sumber daya yang dimiliki juga harus memadai agar mendukung efisiensi dan efektivitas dalam menjalankan proses bisnisnya.

Dengan menggunakan media komunikasi operator (*dispatcher*) mampu memantau keseluruhan parameter, melakukan kontrol jarak jauh (*remote*), mendapatkan indikasi gangguan/alarm terhadap peralatan, mendapatkan dokumen rekaman (*report*) sesuai urutan kronologis gangguan saluran transmisi hanya melalui papan *display*.

Berdasarkan hasil studi, didapatkan data lapangan bahwa terdapat 30 Gardu Induk 70/150 kV yang sudah terhubung dengan Master Station di PT. PLN (PERSERO) Unit Pengatur Beban Sistem Sulsel. Adapun sistem telekomunikasi yang digunakan yaitu, kabel pilot, gelombang radio, Fiber Optic, dan PLC (*Power Line Carrier*). Disisi lain performasi dari master station yang ada masih berada dalam kategori level 3.

Salah satu hal yang perlu dilakukan oleh PT. PLN (Persero) adalah perlunya segera melakukan pengembangan ke level yang lebih baik lagi, minimal mampu bersaing dengan teknologi sekarang dan agar mampu mendukung dalam perluasan sistem tenaga listrikan yang akan datang.

Kata kunci: *Telecontrol*, *Telemetry*, *Telesignalling*, *Remote*, komunikasi data, dan sistem.

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Konfigurasi <i>Master Station</i> Transmisi Level 1	11
Gambar 2.2. Konfigurasi <i>Master Station</i> Transmisi Level 2	12
Gambar 2.3. Konfigurasi <i>Master Station</i> Transmisi Level 3	13
Gambar 2.4. Konfigurasi <i>Master Station</i> Transmisi Level 4	14
Gambar 2.5. Konfigurasi <i>Master Station</i> Transmisi Level 5	16
Gambar 2.6. Konfigurasi <i>Point – Point</i>	19
Gambar 2.7. Konfigurasi <i>Multiple Point- Point</i>	19
Gambar 2.8. Konfigurasi <i>MultiPoint – Star</i>	20
Gambar 2.9. Konfigurasi <i>MultiPoint Partyline</i>	20
Gambar 2.10. Konfigurasi <i>Loop</i>	21
Gambar 2.11. Konfigurasi Gabungan	21
Gambar 2.12. Komponen-komponen dasar RTU	23
Gambar 2.13. Media komunikasi dalam sistem tenaga listrik	26
Gambar 2.14. OSI 7 <i>layer</i> protokol model	33
Gambar 2.15. Model sistem catu daya	39
Gambar 2.16. Arsitektur SCADA, EMS dan DMS	45
Gambar 2.17. SCADA berbasis IP	48
Gambar 3.1. Lokasi Penelitian	51
Gambar 3.2. Langkah pengambilan data penelitian	53
Gambar 3.3. Langkah penelitian	55

Gambar 4.1.	Konfigurasi <i>Master Station</i> UPB Sistem Sulsel	62
Gambar 4.2.	Topologi SCADA UPB Sistem Sulsel	72
Gambar 4.3.	Jendela <i>display editor</i> pada Aplikasi SCADA/EMS ..	74
Gambar 4.4.	Arsitektur <i>e-terrahabitat</i>	77
Gambar 4.5.	Arsitektur <i>e-terrahabitat</i>	78
Gambar 4.6.	Konfigurasi RTU pada setiap Gardu Induk Sistem Sulsel	82
Gambar 4.7.	Konfigurasi telekomunikasi UPB Sistem Sulsel dengan GI	86
Gambar 4.8.	Komponen PLC untuk komunikasi suara (telepon) dengan kanal untuk pengendalian jarak jauh	90
Gambar 4.9.	Konfigurasi Telekomunikasi UPB Sistem Sulsel	91



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	3
E. Batasan Masalah	4
F. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Umum	6
B. Perangkat-Perangkat Sistem SCADA	11
1. <i>Master Station</i>	11
a. Konfigurasi <i>Master Station</i>	11
2. <i>Remote Terminal Unit (RTU)</i>	18

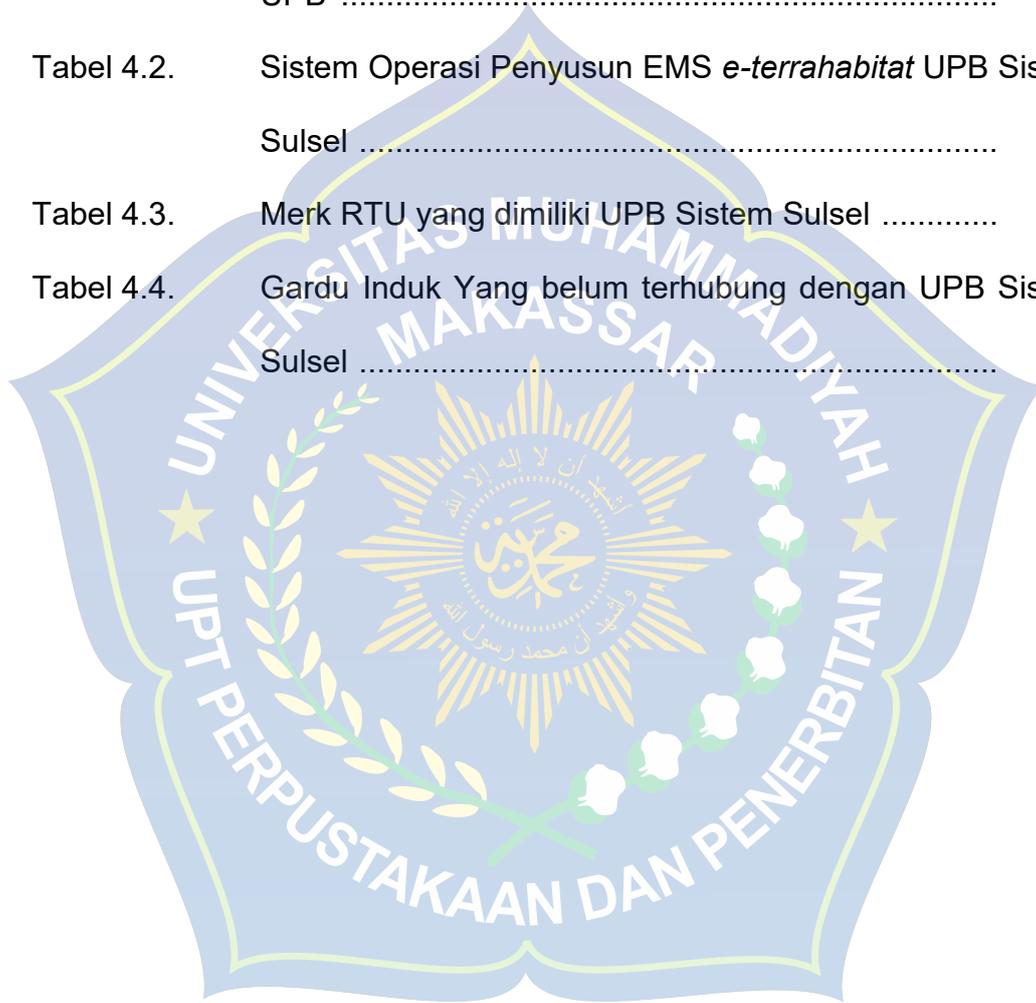
3. Media Komunikasi	24
4. <i>Interface</i> SCADA	27
5. Protokol Komunikasi	30
6. Unit Power <i>Supply</i>	38
7. <i>Dataway Bus</i> Antar Modul RTU	40
C. Pengembangan Sistem Control Centre	40
1. Perubahan Kondisi Pusat Kontrol	44
2. <i>Distributed Control Centre</i> Moderen	47
3. Pusat Kontrol Masa Depan	48
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
A. Lokasi Penelitian	51
B. Variabel Penelitian	52
C. Langkah Pengambilan Data	52
D. Jenis Data Penelitian	53
E. Langkah Analisis Data	54
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Konfigurasi Sistem SCADA di PT PLN (Persero) UPB Sistem Sulsei	56
B. Sistem SCADA PT PLN (Persero) UPB Sistem Sulsei	65
1. <i>Overview</i> Perangkat Keras	65
a. Sistem LAN	66
b. Server	67
2. <i>Overview</i> Aplikasi SCADA dan EMS	71

3. Konfigurasi RTU	80
a. <i>Overview</i> Perangkat RTU	82
4. Konfigurasi Telekomunikasi	85
a. Kabel Pilot	85
b. Gelombang Radio (<i>Radio Link</i>)	86
c. <i>Fiber Optic</i> (FO)	87
d. <i>Power Line Carrier</i> (PLC).....	89
C. Penentuan Kategori Master Station SCADA	92
BAB V PENUTUP	
A. Kesimpulan	94
B. Saran	95
DAFTAR PUSTAKA	
DAFTAR ISTILAH	
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Uraian OSI 7 <i>layer</i> protokol model	33
Tabel 4.1. Perangkat lunak dan Perangkat keras yang terpasang di UPB	68
Tabel 4.2. Sistem Operasi Penyusun EMS <i>e-terrahabitat</i> UPB Sistem Sulsel	75
Tabel 4.3. Merk RTU yang dimiliki UPB Sistem Sulsel	80
Tabel 4.4. Gardu Induk Yang belum terhubung dengan UPB Sistem Sulsel	81



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pada penelitian ini penulis mempunyai ide untuk melakukan penelitian terhadap sistem SCADA yang dimiliki PT PLN (Persero) Unit Pengatur Beban Sistem Sulsel. PT PLN (Persero) memegang peranan penting dalam menyediakan, menyalurkan pasokan energi listrik ke masyarakat kota hingga daerah. Untuk memudahkan mamantau keseluruhan beban dari jaringannya, PT PLN (Persero) telah memanfaatkan sistem SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) untuk mendukung fungsi pengawasan, pengendalian, dan pengambilan data jarak jauh (*remote area*) menggunakan suatu peralatan yang terpusat pada satu tempat yang disebut *Control Centre* terhadap saluran transmisinya.

Control Centre tersebut terdiri dari peralatan penunjang sistem SCADA dan beberapa operator sistem transmisi tenaga listrik (*dispatcher*). Dengan menggunakan komunikasi PLC, Radio Link, atau *Network*, operator mampu memantau keseluruhan parameter, melakukan kontrol jarak jauh (*remote*), mendapatkan indikasi gangguan/alarm terhadap peralatan, mendapatkan dokumen rekaman (*report*) sesuai urutan kronologis gangguan saluran transmisi hanya melalui papan *display* tanpa harus melihat langsung ke lapangan.

PT PLN (Persero) merupakan perusahaan yang proses bisnisnya mengedepankan unsur-unsur kompetitif, efisiensi dan produktif. Oleh karena itu kegiatan usahanya harus memanfaatkan perkembangan teknologi maju, serta sumber daya yang dimiliki juga harus memadai agar mendukung efisiensi dan efektivitas dalam menjalankan proses bisnisnya.

Disisi lain, jaman yang semakin modern ini banyak industri beramai-ramai bersaing melakukan restrukturisasi sistem kontrol yang lebih modern, ekonomis, dan produktif untuk mendapatkan kehandalan dan operasi yang lebih efisien, maka mulai dari sekarang perlunya PT PLN (Persero) memikirkan pasar bisnisnya untuk ke depan. Salah satunya dengan memikirkan sejauh mana perkembangan sistem teknologinya terutama teknologi di sistem SCADA, apakah sistem SCADA yang dimiliki saat ini berada pada kategori sistem SCADA jaman dulu, sekarang, atau masa depan. Sehingga perlu direncanakan apakah perlu untuk merestrukturisasi atau tidak.

B. Rumusan Masalah

Pada penelitian ini penulis menguraikan permasalahannya antara lain :

1. Bagaimana konfigurasi komunikasi dari sistem SCADA pada PT PLN (Persero) Unit Pengatur Beban Sistem Sulsel ?
2. Menentukan kategori yang tepat untuk sistem SCADA pada PT PLN (Persero) Unit Pengatur Beban Sistem Sulsel, apakah berada pada

kategori sistem SCADA yang menggunakan teknologi masa lalu, sekarang, atau masa depan?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penulis dari penelitian ini adalah untuk menentukan kategori sistem SCADA yang dimiliki PT PLN (Persero) Unit Pengatur Beban Sistem Sulsel, sehingga menjadi tolak ukur dalam menentukan penggantian/pengembangan sistem SCADA yang telah ada.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Mahasiswa memahami evolusi teknologi SCADA dari masa lalu hingga masa yang akan datang.
2. Mahasiswa memahami aplikasi SCADA di PT PLN (Persero) Unit Pengatur Beban Sistem Sulsel.
3. Menjadi bahan pertimbangan PT PLN (Persero) Unit Pengatur Beban Sistem Sulsel dalam menjalankan operasi sistem tenaga listrik agar masa yang akan datang mempunyai kehandalan yang tinggi dan operasi yang efisien.

E. Batasan Masalah

Mengingat luasnya cakupan pembahasan tentang sistem SCADA PT PLN (Persero) Unit Pengatur Beban Sistem Sulsel maka penulisan skripsi ini dibatasi pada :

1. Studi ini dilakukan pada sistem SCADA hanya pada lingkup supervisi saluran transmisi dalam hal ini oleh PT PLN (Persero) Unit Pengatur Beban Sistem Sulsel
2. Acuan untuk menentukan kategori sistem SCADA PT PLN (Persero) Unit Pengatur Beban Sistem Sulsel adalah jurnal "*Power System Control Centers : Past, Present, and Future*" (Wu dkk, 2005:93).

F. Sistematika Penulisan

Dalam penyajian tugas akhir ini, penulis membagi dalam bab – bab sebagai berikut :

- BAB I : Pendahuluan menyajikan latar belakang permasalahan, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.
- BAB II : Tinjauan pustaka menyajikan tentang teori sistem SCADA, perkembangan SCADA, Visi dan Misi PT PLN (Persero) Unit Pengatur Beban Sistem Sulsel.
- BAB III : Metodologi penelitian menyajikan tentang lokasi penelitian, data / parameter yang digunakan dalam penelitian, peralatan yang digunakan serta cara kerja SCADA di PT PLN (Persero) Unit Pengatur Beban Sistem Sulsel.

BAB IV : Merupakan kajian tentang sistem SCADA yang digunakan untuk mensupervisi sistem kelistrikan Sulsel yang dimiliki di PT PLN (Persero) Unit Pengatur Beban Sistem Sulsel.

BAB V : Merupakan bab penutup yang berisikan kesimpulan dan rekomendasi yang dapat digunakan sebagai bahan studi untuk pengembangan penggunaan SCADA khususnya di PT PLN (Persero) Unit Pengatur Beban Sistem Sulsel.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Umum

Sistem interkoneksi tenaga listrik adalah jaringan tenaga listrik yang terpadu yang mengikuti pembangkit-pembangkit tenaga listrik, jaringan transmisi dan jaringan distribusi yang saling terhubung. Keuntungan adanya interkoneksi adalah diperolehnya penyaluran tenaga listrik yang handal dan ekonomis, karena pusat pembangkit listrik yang berkapasitas besar dan beroperasi pada sistem yang terinterkoneksi dapat mensuplai daerah lainnya yang membutuhkan tenaga listrik yang besar tetapi hanya memiliki pembangkit listrik yang berkapasitas kecil.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dibutuhkan fasilitas-fasilitas pendukung untuk keperluan pengaturan sistem tenaga listrik sebagai berikut:

- a. Sistem telekomunikasi
- b. Alat-alat untuk mengambil, menyimpan, mengolah data, dan mengendalikan peralatan sistem tenaga listrik, serta
- c. Perangkat lunak untuk mengolah data agar dapat ditampilkan dalam pengaturan sistem tenaga listrik.

Kecepatan dan keakuratan data informasi sangatlah dibutuhkan dalam pengaturan sistem tenaga listrik, sehingga pusat pengatur tenaga listrik dalam melaksanakan tugas pengaturan didukung oleh peralatan

yang berbasis komputer untuk membantu *dispatcher* dalam melaksanakan tugasnya.

Pengaturan tenaga listrik sebagaimana diuraikan di atas yang membutuhkan suatu sistem informasi yang memadai dan sistem pengaturan yang berbasis komputer ini disebut *Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA)*.

SCADA merupakan perpaduan antara sistem komputerisasi dan telekomunikasi sehingga menjadi sistem pengolahan data terintegrasi yang mengefisienkan pengoperasian jaringan tenaga listrik, karena sistem SCADA dapat memonitoring, mengendalikan dan memanuver jaringan listrik dari jarak jauh. SCADA juga dapat mengumpulkan dan mendapatkan data secara *real time*.

Tujuan utama pengoperasian sistem adalah untuk mempertahankan keadaan normal selama mungkin. Bila terjadi gangguan, *dispatcher* harus bertindak cepat untuk memulihkan sistem menjadi normal kembali, sedangkan dalam keadaan gawat *dispatcher* harus mampu mengambil tindakan yang sesuai sehingga pemulihan terlaksana dengan baik dan cepat.

Pengendalian berbasis SCADA bertujuan untuk membantu *dispatcher* mendapatkan sistem pengoperasian optimum dan pengendalian sistem tenaga listrik. Fungsi sistem SCADA bagi pengatur jaringan (*dispatcher*) termasuk didalamnya:

1. Mengetahui posisi PMT/PMS (terbuka/tertutup)

2. Perintah untuk *open-close* PMT/PMS
3. Mengetahui besaran-besaran pengukuran tegangan, arus, dan frekuensi
4. Mengetahui lokasi daerah yang mengalami gangguan listrik
5. Mengetahui kurva beban

SCADA merupakan sistem pengontrolan dari jarak jauh dengan menggunakan teknologi komunikasi. SCADA mensupervisi data dari hasil monitoring peralatan dan mode pengoperasian dari *dispatcher*. Sistem SCADA terdiri dari : (Roy, 2012:3)

1. Sensor-sensor digital atau analog : yaitu sensor - sensor untuk mengontrol secara langsung pada rele – rele peralatan
2. *Remote Telemetry Unit* (RTU) : merupakan unit komputerisasi kecil yang digunakan untuk mengumpulkan poin-poin informasi dari sensor-sensor dan menyampaikan perintah ke rele-rele kontrol.
3. Jaringan Komunikasi : menghubungkan *master station* SCADA dengan RTU.
4. *Master Unit* SCADA : merupakan mesin-mesin komputer yang berfungsi sebagai pusat prosesor untuk melayani sistem SCADA. Master Unit menghubungkan *dispatcher* ke sistem dan dengan otomatis dapat mengatur sistem berdasar masukan dari sensor – sensor.
5. *Remote Communication Server* (RCS) : RCS berkomunikasi dengan RTU dan menyampaikan informasi disebut juga *master station*.

Pengawasan dan pengendalian dioperasikan melalui jarak jauh pada peralatan yang berada di Gardu dan memberikan sinyal balik dan memberitahukan aksi kendali telah dilaksanakan. Pengawasan dan pengendalian ini dilakukan untuk memperoleh teleinformasi.

Teleinformasi merupakan informasi dasar tentang sistem tenaga listrik yang diperoleh dari pemantauan status peralatan dan pengukuran besaran listrik pada pusat-pusat listrik dan gardu induk. Informasi yang dikumpulkan oleh *Remote Terminal Unit* (RTU) ke Pengatur, atau dikirim oleh pengatur ke RTU disebut teleinformasi.

Teleinformasi terdiri dari **Telesignalling**, **Telecontrol**, dan **Telemetry**. Fungsi-fungsi pengawasan dan pengendalian tersebut adalah :

1. **Telesignalling (TS)** berfungsi untuk pengiriman sinyal atas gejala atau perubahan keadaan pada jaringan distribusi (dari GI, GH, atau GD) kepada Pusat Pengaturan Distribusi, serta pembacaan data status peralatan di gardu, seperti status dari PMT *close* atau *open*. Dengan demikian, Telesignalling merupakan Pengawasan status dari peralatan operasional dalam jarak tertentu dengan menggunakan teknik telekomunikasi seperti kondisi alarm, posisi *Switch* atau posisi katup. Status dari peralatan tenaga listrik, sinyal alarm dan sinyal lainnya yang ditampilkan disebut dengan status indikasi. Dengan ini diharapkan gangguan pada gardu bisa dideteksi lebih.

2. Cepat karena pemantauan dari pusat kontrol terhadap status saklar utama bisa diketahui dalam waktu *real time*.
3. **Telecontrol (TC)** berfungsi mengeluarkan dan memasukkan PMT yang ada di GI, GH atau di GD. *Telecontrol* dapat dikatakan sebagai kendali peralatan operasional jarak jauh menggunakan transmisi informasi dengan teknik telekomunikasi. Sistem ini sebelumnya melakukan aktivitas "*Polling*" yaitu aktivitas rutin selama waktu tertentu untuk menanyakan informasi dari setiap RTU. Seleksi ini memastikan ada atau tidaknya hubungan dari RTU ke pusat kontrol. Jika ada hubungan akan dijawab siap (*in scan*), sebaliknya jika tidak ada hubungan akan dijawab (*out scan*). Kondisi *out of scan* atau tidak adanya hubungan dengan RTU dengan pusat kontrol bisa disebabkan oleh beberapa sebab, misalnya kerusakan pada sisi kabel atau media transmisi, atau RTU-nya bermasalah. Pada kondisi *out of scan* tidak dapat dilakukan *Remote Control*.
Fungsi kontrol sistem tenaga listrik adalah sebagai berikut:
 - a. Perintah langsung pada peralatan dan sistem tenaga listrik, seperti perintah tutup/buka PMT atau PMS,
 - b. Pengaturan peralatan yang berhubungan dengan pusat pembangkitan untuk menaikkan atau menurunkan daya pembangkitan.
4. **Telemetry/Telemetry (TM)** merupakan transmisi nilai variabel yang diukur dengan menggunakan teknik telekomunikasi.

Telemetering berfungsi untuk pembacaan data pengukuran (arus, tegangan dan frekuensi) pada GI atau pembangkit *Control Centre* untuk dapat dimonitor di Pusat Pengatur. Hasil pemantauan ini selain digunakan sebagai pencatat data beroperasinya tegangan distribusi juga dapat digunakan dalam kaitannya untuk melakukan *Remote Control*.

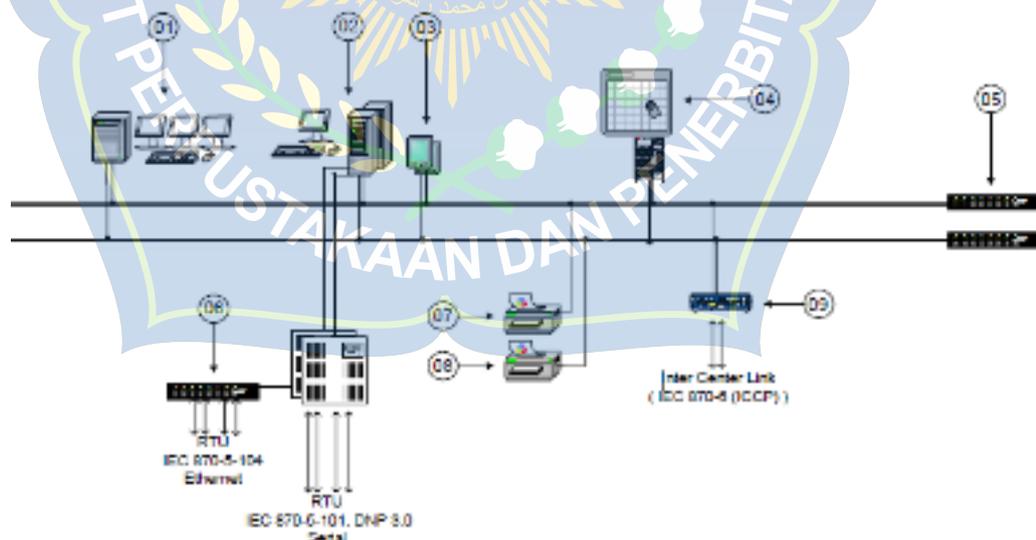
B. Perangkat-Perangkat Sistem SCADA

1. Master Station

a. Konfigurasi Master Station

Konfigurasi *master station* dibedakan menjadi 5 level yang dijabarkan sebagai berikut :

a) Konfigurasi Level 1

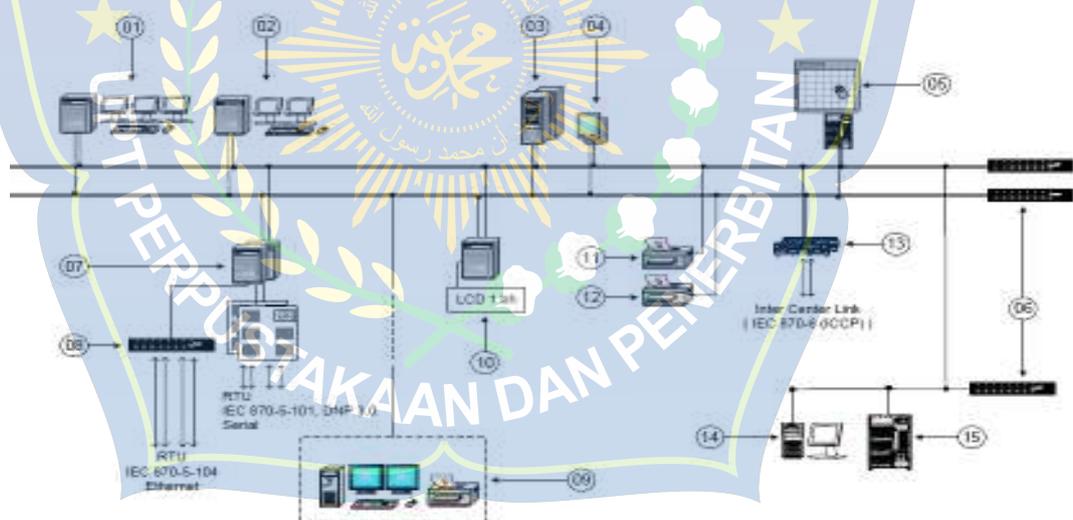


Gambar 2.1. Konfigurasi *Master Station* Transmisi Level 1

Keterangan :

1. *Workstation dispatcher & engineer* (1 set)
2. *Server SCADA, data historikal, sub sistem komunikasi* (1 set *redundant*)
3. *GPS* (1 set *redundant*)
4. *Projection multimedia* (1 set)
5. *Switch 10/100 Mbps Ethernet LAN*
6. *Switch 100 megabit ethernet LAN*
7. *Printer laser hitam putih* (1 buah)
8. *Printer laser berwarna* (1 buah)
9. *Gateway atau Router+Firewall* (1 set)

b) Konfigurasi Level 2

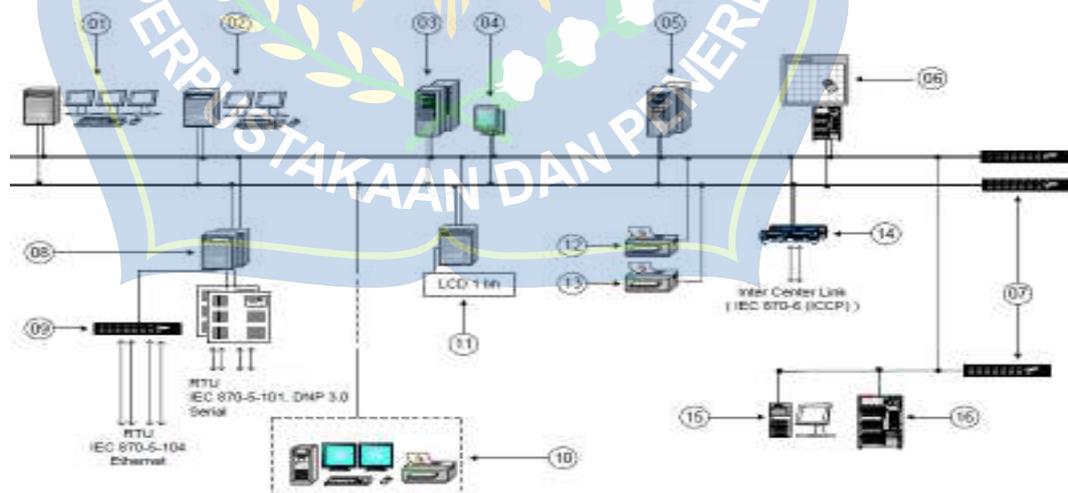


Gambar 2.2. Konfigurasi *Master Station* Transmisi Level 2

Keterangan :

1. *Workstation dispatcher* (2 set)
2. *Workstation engineer & update database* (1 set)

3. Server SCADA dan data historikal (1 set redundant)
 4. GPS (1 set redundant)
 5. Projection multimedia (1 set)
 6. *Switch* 10/100 Mbps Ethernet LAN
 7. Server sub sistem komunikasi (1 set redundant)
 8. *Switch* 100 megabit ethernet LAN
 9. *Workstation* di luar control center
 10. *Static display*
 11. Printer laser hitam putih (1 buah)
 12. Printer laser berwarna (1 buah)
 13. *Gateway* atau Router+Firewall (1 set)
 14. Kinerja SCADA, Operasi (1 set)
 15. *Offline database server* (1 set)
- c) Level 3

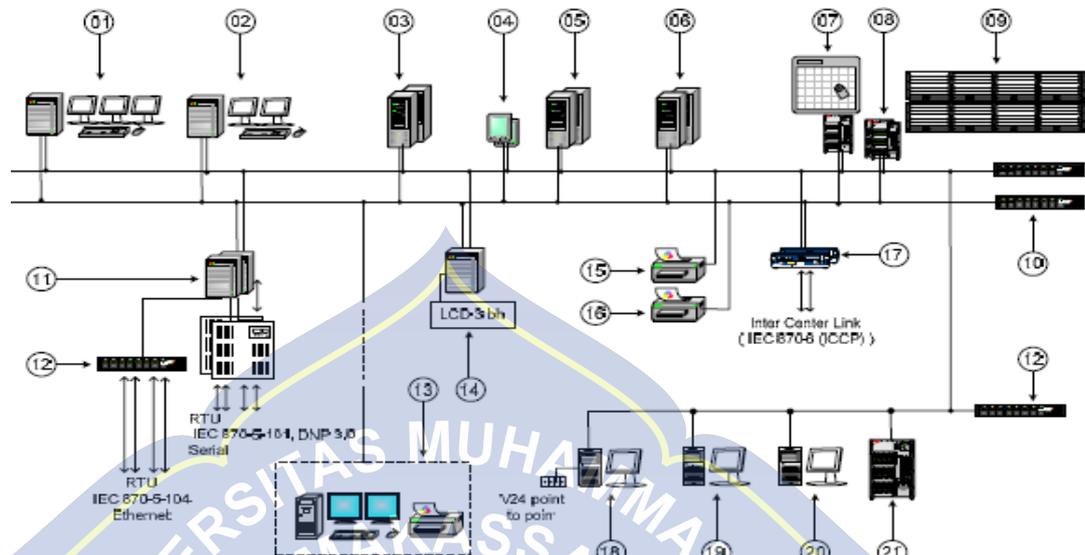


Gambar 2.3. Konfigurasi *Master Station* Transmisi Level 3

Keterangan :

1. *Workstation* dispatcher (2 set)
2. *Workstation* enjiner & update database (1 set)
3. Server SCADA dan EMS (1 set redundant)
4. GPS (1 set redundant)
5. Server data historikal dan update database (1 set redundant)
6. Projection multimedia (1 set)
7. *Switch* 10/100 Mbps Ethernet LAN
8. *Server* sub sistem komunikasi (1 set redundant)
9. *Switch* 100 megabit ethernet LAN
10. *Workstation* di luar *control center*
11. *Static display*
12. Printer laser hitam putih (1 buah)
13. Printer laser berwarna (1 buah)
14. *Gateway* atau Router+Firewall (1 set)
15. Kinerja SCADA, Operasi (1 set)
16. Offline database server (1 set)

d) Level 4



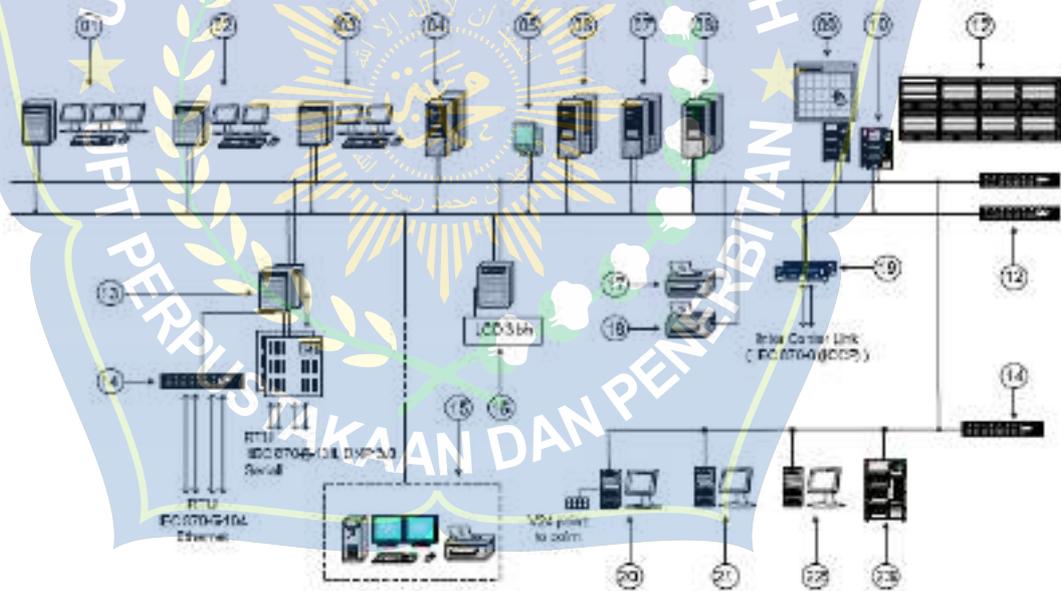
Gambar 2.4. Konfigurasi Master Station Transmisi Level 4

Keterangan :

1. *Workstation dispatcher* (2 set)
2. *Workstation enjiner & update database* (1 set)
3. *Server SCADA* (1 set redundant)
4. *GPS* (1 set redundant)
5. *Server EMS* (1 set redundant)
6. *Server data historikal dan update database* (1 set redundant)
7. *Projection multimedia* (1 set)
8. *Server kontrol* (1 set)
9. *Layar tayang*
10. *Switch Gigabit Ethernet LAN*
11. *Server sub sistem komunikasi* (1 set redundant)
12. *Switch 100 Megabit Ethernet LAN*

13. *Workstation* di luar control center
14. *Static display*
15. Printer laser hitam putih (1 buah)
16. Printer laser berwarna (1 buah)
17. *Gateway* atau Router+Firewall (1 set)
18. *Server* frekuensi (1 set)
19. Monitoring frekuensi (2 set)
20. Kinerja SCADA, Operasi (1 set)
21. *Offline database server* (1 set)

e) Level 5



Gambar 2.5. Konfigurasi Master Station Transmisi Level 5

Keterangan :

1. *Workstation* dispatcher (2 set) dan *Workstation* supervisor (1 set)
2. *Workstation* enjiner & update database (2 set)

3. *Workstation* DTS (2 set)
4. Server SCADA (1 set *redundant*)
5. GPS (1 set *redundant*)
6. Server EMS (1 set *redundant*)
7. Server data historikal dan *update database* (1 set *redundant*)
8. Server DTS (1 set *redundant*)
9. *Projection multimedia* (2 set)
10. Server kontroller (1 set)
11. Layar tayang
12. *Switch* Gigabit Ethernet LAN
13. Server sub sistem komunikasi (1 set *redundant*)
14. *Switch* 100 Megabit Ethernet LAN
15. *Workstation* di luar *control center*
16. *Static display*
17. Printer laser hitam putih (1 buah)
18. Printer laser berwarna (1 buah)
19. *Gateway* atau Router+Firewall (1 set)
20. Server frekuensi (1 set)
21. Monitoring frekuensi (2 set)
22. Kinerja SCADA, Operasi (1 set)
23. *Offline database server* (1 set)

2. *Remote Terminal Unit (RTU)*

Remote Terminal Unit adalah salah satu komponen dari suatu sistem pengendalian tenaga listrik yang merupakan perangkat elektronik yang dapat diklasifikasikan sebagai perangkat pintar. Biasanya ditempatkan di gardu-gardu induk maupun pusat-pusat pembangkit sebagai perangkat yang diperlukan oleh control centre untuk mengakuisisi data-data rangkaian proses untuk melakukan remote control, telesignalling dan telemetering.

Agar dapat berkomunikasi dengan RTU, di *control center* dibutuhkan satu perangkat *interface*. Perangkat *interface* ini dahulu disebut dengan nama *Front End*, namun pada perkembangannya disebut dengan nama Sub Sistem Komunikasi. Sub sistem komunikasi data harus dapat melakukan polling ke RTU dan *control center* lain.

Polling dapat dianalogikan seperti pengabsenan, sehingga sub sistem komunikasi akan melakukan pengabsenan secara teratur sesuai waktu yang ditentukan terhadap RTU. Sub sistem komunikasi data dapat mendukung beberapa konfigurasi *point to point*, *loop*, *multipoint*, *partyline* menggunakan rute utama dan rute alternatif.

Apabila terjadi gangguan pada komunikasi utama, maka perangkat lunak dari subsistem komunikasi secara otomatis memindahkan ke *link* komunikasi alternatif (*back up*). Sub sistem komunikasi secara periodik melakukan *polling* ke RTU pada link *back up* yang diberi tugas sebagai

link komunikasi pengganti. Sub sistem komunikasi dapat mendukung konfigurasi komunikasi sebagai berikut :

a) Point – point

Konfigurasi ini merupakan tipe paling sederhana yang menghubungkan master station dengan remote station



Gambar 2.6. Konfigurasi *Point - Point*

b) Multiple point- point

Konfigurasi telekontrol dimana pusat kendali atau master station terkoneksi ke lebih dari satu remote station sedemikian rupa sehingga pertukaran data secara simultan terjadi antara master station dan remote station lainnya,

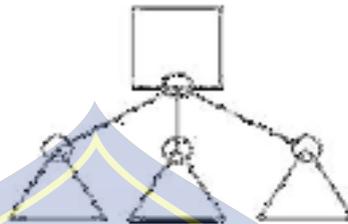


Gambar 2.7. Konfigurasi *Multiple point- point*

c) Multipoint – star

Konfigurasi telekontrol dimana pusat kendali atau master station terhubung dengan lebih dari satu remote station sehingga setiap saat hanya satu remote station yang bisa mengirimkan data ke master

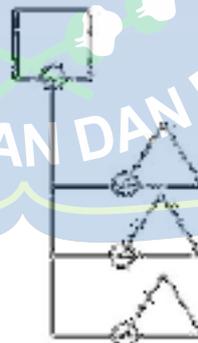
station; *master station* dapat mengirimkan data ke satu atau beberapa *remote station* yang dipilih atau pesan global ke seluruh *remote station* secara bersamaan.



Gambar 2.8. Konfigurasi *Multipoint - Star*

d) ***Multipoint partyline***

Konfigurasi telekontrol dimana pusat kendali atau *master station* terhubung dengan lebih dari satu *remote station* melalui suatu *link* umum sehingga pada suatu waktu hanya satu *remote station* yang boleh mengirimkan data ke *master station*; *master station* dapat mengirimkan data ke satu atau beberapa *remote station* yang dipilih atau pesan global keseluruhan remote station secara bersamaan.



Gambar 2.9. Konfigurasi *Multipoint Partyline*

e) Loop

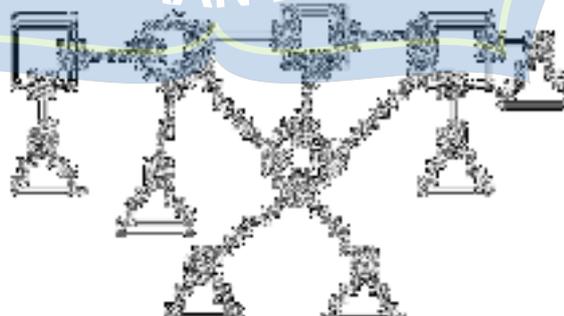
Pada konfigurasi ini jalur komunikasi antara semua remote station membentuk suatu loop. Metode ini bertujuan untuk memperbaiki keandalan dari jalur komunikasi. Jika jalur terpotong pada beberapa lokasi, komunikasi yang utuh masih dapat dipertahankan, karena setiap remote station dapat dijangkau dari dua sisi loop.



Gambar 2.10. Konfigurasi Loop

f) Gabungan

Konfigurasi – konfigurasi yang disebutkan diatas dapat dikombinasikan menjadi konfigurasi gabungan. Variasi yang paling penting adalah konfigurasi jala (*mesh*) dimana diperlukan komunikasi antara beberapa pasangan *master station* dan *remote station*.



Gambar 2.11. Konfigurasi Gabungan

Karena merupakan komponen yang sangat penting dalam sistem pengendalian maka RTU harus mempunyai tingkat keandalan dan ketepatan (akurasi) yang tinggi, tidak terpengaruh oleh gangguan-gangguan, misalnya noise, guncangan tegangan catu, dan sebagainya. Pada prinsipnya RTU mempunyai fungsi-fungsi dasar sebagai berikut :

- Mengakuisisi data-data analog maupun sinyal-sinyal indikasi
- Melakukan kontrol buka/tutup kontak, naik/turun *setting* atau fungsi-fungsi *setpoint* lainnya
- Meneruskan hasil-hasil pengukuran (daya aktif, daya reaktif, frekuensi, arus, tegangan)
- Melakukan komunikasi dengan pusat pengendalian (*control centre*)

Mengingat sifat jaringan listrik yang dinamis yang secara alami bertumbuh mengikuti pertumbuhan beban, maka dalam prakteknya RTU harus dirancang dengan arsitektur yang memenuhi kriteria fleksibel, dapat dikembangkan dengan ketersediaan yang tinggi, dan harus juga bersifat mudah dikembangkan untuk menampung atau mengakomodasi kebutuhan-kebutuhan yang kompleks dimasa yang akan datang.

Komponen-komponen dasar RTU pada umumnya terdiri dari panel, rak-rak berisi card-card elektronik, *power supply*, CPU, *memory* dan modem, biasanya dikenal sebagai *Basic RTU*.



Gambar 2.12. Komponen-komponen dasar RTU

Sesuai dengan perkembangan teknologi perangkat keras maupun perangkat lunak maka fungsi-fungsi suatu RTU pada saat ini telah ikut berkembang, misalnya :

- Sebagai perangkat pemroses sinyal, RTU dirancang untuk dapat melakukan proses-proses sebagai perangkat pemroses pengiriman data-data kepusat pengendalian sistem seperti :
 - Perubahan status peralatan
 - Perubahan besaran-besaran analog
 - Perubahan besaran sinyal
 - Pembacaan harga-harga pulsa akumulator
 - Pembacaan besaran-besaran analog
- Memproses data-data perintah yang datang dari satu, dua atau tiga pusat pengendali, mengirim data-data jawaban/hasil

pengukuran/pemantauan ke pusat pengendali yang sesuai dengan yang sudah ditetapkan

- Sebagai *Man Machines Interface*, harus dapat melakukan fungsi-fungsi sebagai berikut :
 - Sebagai data logging
 - Even recording
 - Berkomunikasi dengan lokal PC untuk keperluan supervisi dan pengendalian secara lokal dan untuk kebutuhan pemeliharaan.

3. Media Komunikasi

Media komunikasi adalah salah satu bagian terpenting yang tidak dapat dipisahkan dari satu sistem pengendalian tenaga listrik, yaitu satu subsistem yang merupakan sarana telekomunikasi yang digunakan untuk menghubungkan perangkat-perangkat sistem pengendalian khususnya antara master station dengan perangkat-perangkat remote terminal unit.

Subsistem media telekomunikasi ini adalah bagaimana dua perangkat komputer di pusat kontrol dan *Remote Terminal Unit* (RTU) dapat saling dihubungkan dan dapat saling berkomunikasi satu dengan yang lainnya. Saling berkomunikasi yang di maksud adalah pusat kontrol dapat melakukan perintah kontrol (misalnya membuka/menutup PMS/PMT), melalui RTU perintah tersebut dieksekusi. Sedangkan RTU dapat melakukan pengiriman status *Switch*, *alarm* dan data pengukuran ke pusat kontrol.

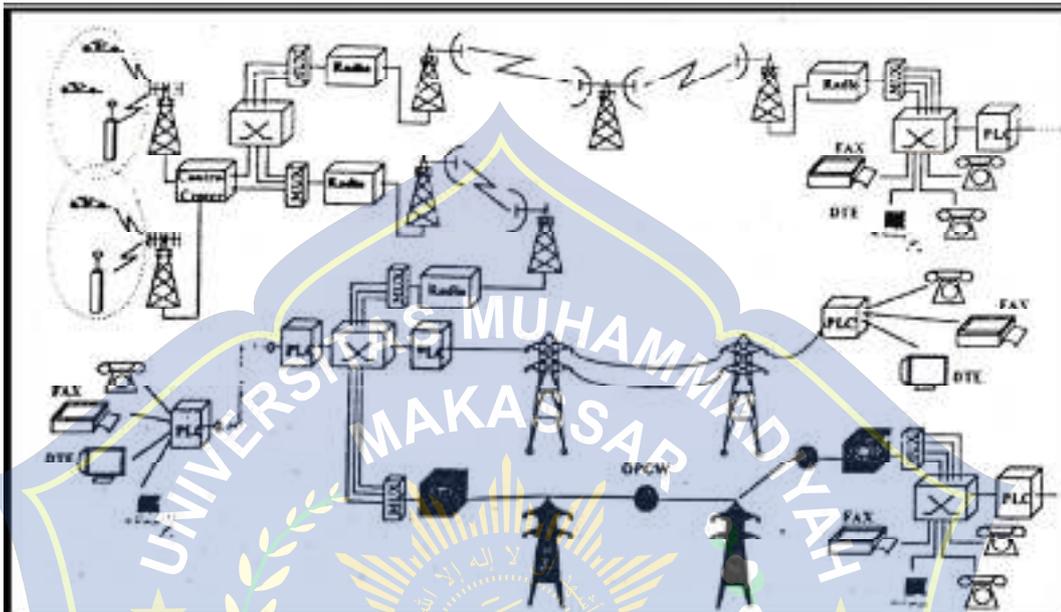
Dalam subsistem ini ada beberapa komponen utama yaitu: media telekomunikasi, modem dan protokol komunikasi. Media telekomunikasi yaitu perangkat/sarana fisik atau nonfisik yang menghubungkan antara pusat kontrol dengan RTU di gardu induk, gardu distribusi dan sebaliknya.

Dalam perancangan sistem perlu memperhatikan beberapa pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut :

- Jaringan sistem tenaga adalah suatu sistem yang secara alamiah akan berkembang dari waktu ke waktu, maka harus dikembangkan sedemikian rupa mengikuti perencanaan pengembangan sistem tenaga.
- Modifikasi-modifikasi yang terjadi harus diusahakan seminimum mungkin. Kapabilitas perangkat-perangkat awal harus bisa mengantisipasi kebutuhan penambahan kapasitas saluran setidaknya untuk satu dekade.
- Pengoperasian sistem tenaga listrik harus tidak terganggu pada waktu melakukan pengembangan jaringan
- Pemilihan media komunikasi harus dianalisa secara tepat dengan pertimbangan-pertimbangan biaya investasi, keandalan, kesesuaian, ongkos pemeliharaan, biaya-biaya instalasi, pengujian, umur dengan segala aspek kinerja sistem yang mau dipilih.

Disamping itu sarana komunikasi dalam sistem pengendalian diperlukan *dispatcher* untuk melakukan koordinasi antara unit-unit terkait dengan sistem yang akan dikendalikan. Untuk jelasnya dapat dilihat

Gambar 2.13 dimana terlihat beberapa alternatif yang dapat digunakan sebagai media komunikasi untuk menghubungkan Control Center dengan perangkat-perangkat *remote terminal unit*.



Gambar 2.13. Media komunikasi dalam sistem tenaga listrik

Terdapat beberapa alternatif media komunikasi yang dapat digunakan sebagaimana komunikasi untuk keperluan sistem pengendalian tenaga listrik sebagai berikut :

- Kabel *pilot*
- Kabel *coaxial*
- Kabel telepon umum
- *Radio Link*
- Kabel transmisi daya tegangan tinggi dengan menggunakan *Power line carrier (PLC)*

- Kabel distribusi daya tegangan menengah dan tegangan rendah dengan menggunakan *distribution line carrier*
- Kabel serat optik

4. **Interface SCADA**

Perangkat-perangkat *interface* yang diperlukan sebagai media penghubung antara rangkaian proses dengan RTU merupakan bagian yang sangat penting. Betapapun canggihnya perangkat keras dan perangkat lunak suatu kontrol sistem pada akhirnya kualitas dari perangkat-perangkat *interface* adalah bagian yang penting dan berperan dalam menentukan *troughoutput* dan kinerja keseluruhan suatu kontrol sistem.

Interface merupakan batasan atau titik umum untuk dua atau lebih sistem atau entitas beseberangan dalam informasi atau tempat dimana energi mengalir. Bagian – bagian dari interface adalah :

a) **Supervisory Interface**

Supervisory interface dipasang antara RTU dengan rangkaian proses untuk memudahkan simulasi dan pemeliharaan. *Supervisory interface* pada gardu induk terdiri dari:

- *Main Distribution Frame* (MDF);
- *Terminal block*;
- *Knife disconnect* terminal;
- *Test disconnect* terminal untuk pengukuran

- *Auxiliary rele.*

Supervisory interface pada perangkat hubung bagi (kubikel) 20 kV terdiri dari:

- Terminal block;
- *Knife disconnect* terminal;
- *Test disconnect* terminal untuk pengukuran
- *Local remote Switch.*

b) **Transducer**

Transduser (Inggris: *transducer*) adalah sebuah alat yang mengubah satu bentuk daya menjadi bentuk daya lainnya untuk berbagai tujuan termasuk pengubahan ukuran atau informasi (misalnya, sensor tekanan). Transduser bisa berupa peralatan listrik, elektronik, *elektromekanik*, *elektromagnetik*, *fotonik*, atau *fotovoltaik*. Dalam pengertian yang lebih luas, transduser kadang-kadang juga didefinisikan sebagai suatu peralatan yang mengubah suatu bentuk sinyal menjadi bentuk sinyal lainnya.

Banyak parameter fisis lainnya (seperti panas, intensitas cahaya, kelembaban) juga dapat diubah menjadi energi listrik dengan menggunakan transducer. *Transducer-transducer* ini memberikan sebuah sinyal keluaran bila dirangsang oleh sebuah masukan yang bukan mekanis. Namun dalam semua hal, keluaran listrik yang diukur menurut metoda standar memberikan besarnya besaran masukan dalam bentuk ukuran listrik analog.

Sistem *interface* memerlukan perancangan yang hati-hati dengan mempertimbangkan berbagai aspek seperti peletakan perangkat-perangkat interface (rele-rele bantu, transducer dan terminal-terminal), pemilihan panel-panel tambahan baik ukuran maupun tata letaknya, pemilihan material dengan kualitas tinggi, tingkat ketelitian yang dibutuhkan dan lain sebagainya termasuk aspek kemudahan perawatan dan pengembangan-pengembangan dikemudian hari.

Suatu pusat pengendali dalam melaksanakan pemrosesan data-data pertama-tama akan memerlukan studi tentang data-data yang diperlukan untuk melakukan sistem pemantauan, model-model informasi tersebut, klasifikasi data, penamaan sinyal-sinyal sesuai dengan teleinformation plan.

Adapun sinyal-sinyal dikelompokkan atas dua klasifikasi utama sebagai berikut :

- Sinyal masukan, yaitu informasi-informasi indikasi dan besaran-besaran pengukuran. Jenis sinyal masukan RTU adalah semua sinyal yang berasal dari rangkaian proses yang perlu ditransmisikan ke pusat pengendali melalui RTU, sinyal tersebut antara lain :
 - *Single point information SS*
 - *Sinyal double point information DS*
 - Sinyal pengukuran analog TM
- Sinyal keluaran, yaitu sinyal perintah kendali digital maupun sinyal-sinyal analog *set point*. Sinyal keluaran RTU adalah semua sinyal

yang berasal dari pusat pengendali yang perlu diteruskan ke rangkaian untuk melaksanakan perintah kendali tertentu.

5. Protokol Komunikasi

Pada umumnya data-data yang dikumpulkan oleh *control center* dari gardu-gardu induk adalah data-data tipikal yang diperlukan *dispatcher* untuk keperluan pengoperasian sistem tenaga listrik. Mengingat kebutuhan tersebut mereka pada akhirnya membuat standar-standar untuk membuat satu protokol yang dapat digunakan oleh setiap *control center* untuk saling bertukar data-data. Dua faktor yang menentukan bahwa pertukaran data-data Siantar dua *control center* menjadi penting dan kritikal dalam hal melakukan bisnis.

Faktor pertama adalah kebutuhan untuk dapat mengoperasikan sistem kelistrikan dengan efisien dan optimum. Dalam hal tersebut mereka membutuhkan semua informasi dari beberapa *control center* sekaligus, sedang faktor kedua lebih berorientasi dengan bisnis dengan persaingan yang semakin meningkat dan keras dimana informasi *real time* dari sistem-sistem tenaga listrik merupakan data-data yang sangat perlu bagi setiap pihak yang terkait.

Sistem komunikasi antara dua terminal dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan transmisi data serial asinkron dan transmisi data paralel atau sinkron. Kebutuhan akan suatu jaringan data sangat bervariasi tergantung dari jenis aplikasi yang diinginkan. Pada saat ini telah banyak

terobosan yang telah dilakukan untuk mendapatkan suatu jaringan data yang dapat digunakan secara general yang dapat menghubungkan berbagai terminal dengan jumlah pemakai yang tidak terbatas.

Dengan meningkatnya kemampuan PC (*Personal Computer*) dan semakin banyak serta meluasnya pemakaian bermacam-macam aplikasi yang dijalankan dengan menggunakan PC, maka perlu dilengkapi dengan sebuah *interface* ke PC, yang memungkinkan pemakai memanfaatkan data-data dari sistem *real time*.

Komunikasi komputer di internet serta LAN menggunakan protokol standar. Protokol adalah sebuah aturan atau standar yang mengatur atau mengizinkan terjadinya hubungan, komunikasi, dan perpindahan data antara dua atau lebih titik komputer. Protokol dapat diterapkan pada perangkat keras, perangkat lunak atau kombinasi dari keduanya. Pada tingkatan yang terendah, protokol mendefinisikan koneksi perangkat keras.

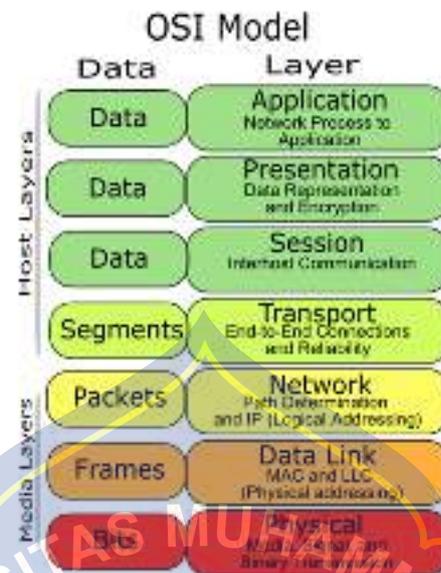
Protokol perlu diutamakan pada penggunaan standar teknis, untuk menspesifikasi bagaimana membangun komputer atau menghubungkan peralatan perangkat keras. Protokol secara umum digunakan pada komunikasi real-time dimana standar digunakan untuk mengatur struktur dari informasi untuk penyimpanan jangka panjang.

Sangat susah untuk menggeneralisir protokol dikarenakan protokol memiliki banyak variasi di dalam tujuan penggunaannya. Kebanyakan protokol memiliki salah satu atau beberapa dari hal berikut :

- Melakukan deteksi adanya koneksi fisik atau ada tidaknya komputer atau mesin lainnya.
- Melakukan metode "jabat-tangan" (*handshaking*).
- Negosiasi berbagai macam karakteristik hubungan.
- Bagaimana mengawali dan mengakhiri suatu pesan.
- Bagaimana format pesan yang digunakan.
- Yang harus dilakukan saat terjadi kerusakan pesan atau pesan yang tidak sempurna.
- Mendeteksi rugi-rugi pada hubungan jaringan dan langkah-langkah yang dilakukan selanjutnya
- Mengakhiri suatu koneksi.

Protokol standar didasarkan pada Open System Interconnection (OSI) model Layer (lapisan). Biasanya protokol – protokol model Layer Link untuk LAN adalah Fiber Distributed Data Interface (FDDI) dan Ethernet.

Dengan adanya OSI maka para pemakai dapat berkomunikasi dengan menggunakan perangkat-perangkat yang berbeda-beda tanpa perlu mengetahui cara kerja mendetail setiap fungsi dari tahapan jaringan tersebut. Struktur protokol tersebut diuraikan dalam standar *International Standard Organization* atau ISO. Standar ini terkenal dengan nama *ISO 7-layer protocol model*.



Gambar 2.14. OSI 7 layer protokol model

Dari gambar diatas dapat dijelaskan dalam Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 2.1. Uraian OSI 7 layer protokol model

Lapisan ke-	Nama Lapisan	Keterangan
7	<i>Application layer</i>	Berfungsi sebagai antarmuka dengan aplikasi dengan fungsionalitas jaringan, mengatur bagaimana aplikasi dapat mengakses jaringan, dan kemudian membuat pesan-pesan kesalahan. Protokol yang berada dalam lapisan ini adalah HTTP, FTP, SMTP, dan NFS.
6	<i>Presentation layer</i>	Berfungsi untuk mentranslasikan data yang hendak ditransmisikan oleh aplikasi ke dalam format yang dapat ditransmisikan melalui jaringan. Protokol yang berada dalam level ini adalah perangkat lunak

		redirektor (<i>redirector software</i>), seperti layanan <i>Workstation</i> (dalam <i>Windows NT</i>) dan juga <i>Network shell</i> (semacam <i>Virtual Network Computing (VNC)</i> atau <i>Remote Desktop Protocol (RDP)</i>)
5	<i>Session layer</i>	Berfungsi untuk mendefinisikan bagaimana koneksi dapat dibuat, dipelihara, atau dihancurkan. Selain itu, di level ini juga dilakukan resolusi nama
4	<i>Transport layer</i>	Berfungsi untuk memecah data ke dalam paket-paket data serta memberikan nomor urut ke paket-paket tersebut sehingga dapat disusun kembali pada sisi tujuan setelah diterima. Selain itu, pada level ini juga membuat sebuah tanda bahwa paket diterima dengan sukses (<i>acknowledgement</i>), dan mentransmisikan ulang terhadap paket-paket yang hilang di tengah jalan.
3	<i>Network layer</i>	Berfungsi untuk mendefinisikan alamat-alamat IP, membuat header untuk paket-paket, dan kemudian melakukan routing melalui internetworking dengan menggunakan router dan <i>Switch layer-3</i> .
2	<i>Data-link layer</i>	Befungsi untuk menentukan bagaimana bit-bit data dikelompokkan menjadi format yang disebut sebagai frame. Selain itu, pada level ini terjadi koreksi kesalahan, <i>flow control</i> , pengalamatan perangkat keras (seperti halnya <i>Media Access Control Address (MAC Address)</i>), dan menentukan bagaimana

		perangkat-perangkat jaringan seperti hub, bridge, repeater, dan <i>Switch</i> layer 2 beroperasi. Spesifikasi IEEE 802, membagi level ini menjadi dua level anak, yaitu lapisan <i>Logical Link Control</i> (LLC) dan lapisan <i>Media Access Control</i> (MAC).
1	<i>Physical layer</i>	Berfungsi untuk mendefinisikan media transmisi jaringan, metode pensinyalan, sinkronisasi bit, arsitektur jaringan (seperti halnya <i>Ethernet</i> atau <i>Token Ring</i>), topologi jaringan dan pengabelan. Selain itu, level ini juga mendefinisikan bagaimana <i>Network Interface Card</i> (NIC) dapat berinteraksi dengan media kabel atau radio.

Protokol yang biasanya digunakan untuk jaringan berlapis adalah *Internet Protocol* (IP). *Transmission Control Protocol* (TCP) adalah protokol kunci pada layer ini. Layer aplikasi memastikan pengiriman data ke aplikasi tertentu dari aplikasi lain yang letaknya sama atau berlainan node di jaringan. Protokol pada tingkat ini meliputi *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP) dan *File Transfer Protocol* (FTP).

TCP/IP adalah protokol yang dikembangkan untuk internet dan umum. Protokol ini bisa digunakan hampir di semua media. Industri kelistrikan melalui *Electric Power Research Institute* (EPRI), mengembangkan *Inter Control Center Protocol* (ICCP) berdasarkan model OSI dan digunakan sebagai standar *International Electrotechnical*

Commision (IEC), yang banyak digunakan sebagai protokol untuk komunikasi antar pusat kontrol. (Wu, 2005:93)

Protokol – protokol standar yang digunakan oleh beberapa pusat kontrol, diantaranya :

a) Protokol master station dengan *Gateway*/RTU

Protokol master station untuk komunikasi dengan remote station:

- IEC 60870-5-101;
- IEC 60870-5-104;
- DNP 3.0 serial dan/atau DNP 3.0 TCP/IP.

b) Protokol *Gateway* dengan RTU

Protokol remote station untuk komunikasi dengan master station:

- IEC 60870-5-101;
- IEC 60870-5-104;
- DNP 3.0 serial dan/atau DNP 3.0 TCP/IP.

c) Protokol *Gateway* dengan IED

Protokol *Gateway* untuk komunikasi dengan IED:

- IEC 60870-5-103;
- IEC 60870-5-104;
- DNP 3.0 serial dan/atau DNP 3.0 TCP/IP;
- Modbus (ASCII, RTU);
- IEC 61850.

d) Protokol antar control center

Protokol antar control center menggunakan Inter Control Center Protocol (ICCP) / IEC.

Dalam sistem komunikasi data antara dua terminal terdapat dua hal pokok penting sebagai berikut : 1). Komponen-komponen kanal data dan 2). Protokol dan prosedur dalam sistem komunikasi data yang digunakan. Masing-masing terminal terdiri dari perangkat komunikasi data yang saling terhubung satu dengan lainnya dengan menggunakan saluran atau kanal data.

Salah satu komponen kanal data disebut sebagai data terminal equipment (DTE) berfungsi sebagai *interface* untuk mengirimkan dan menerima data dari dan ke terminal sumber data ke terminal komunikasi. Komunikasi dapat dilakukan secara paralel maupun serial. Pada jarak yang saling berdekatan komunikasi biasanya dilakukan secara paralel. Standar yang sangat populer yang digunakan untuk sistem komunikasi data-data secara serial adalah RS-232C.

Standar RS-232C tersedia dengan dua kanal dengan menggunakan interface yang sama. Dalam protokol komunikasi data sederhana sesuai dengan RS-232C munculnya *carrier detect* dan sinyal *ready for send* sudah merupakan syarat yang lengkap untuk memberitahu terminal pengirim supaya mulai mengirim data secara sinkron.

Dalam prakteknya terdapat banyak cara maupun prosedur-prosedur komunikasi yang dapat ditempuh sehingga dua terminal atau lebih dapat saling berkomunikasi satu sama lainnya. Namun beberapa

permasalahan muncul ketika prosedur-prosedur atau cara-cara dari asing-masing perancang yang berbeda dituntut harus dapat saling berkomunikasi satu sama lainnya.

Kelompok-kelompok kerja yang berkecimpung dalam pengembangan sistem menyetujui agar dalam sistem komunikasi data untuk sistem pengendalian tenaga listrik dapat digunakan secara internasional. Standar yang dibuat IEC yang saat ini diakui secara umum dapat digunakan sebagai dasar untuk merancang sistem komunikasi data pada sistem pengendalian tenaga listrik dengan konsep standar ISO dengan melakukan penyesuaian-penyesuaian yang spesifik untuk menjamin keandalan pada sistem operasi yang aman.

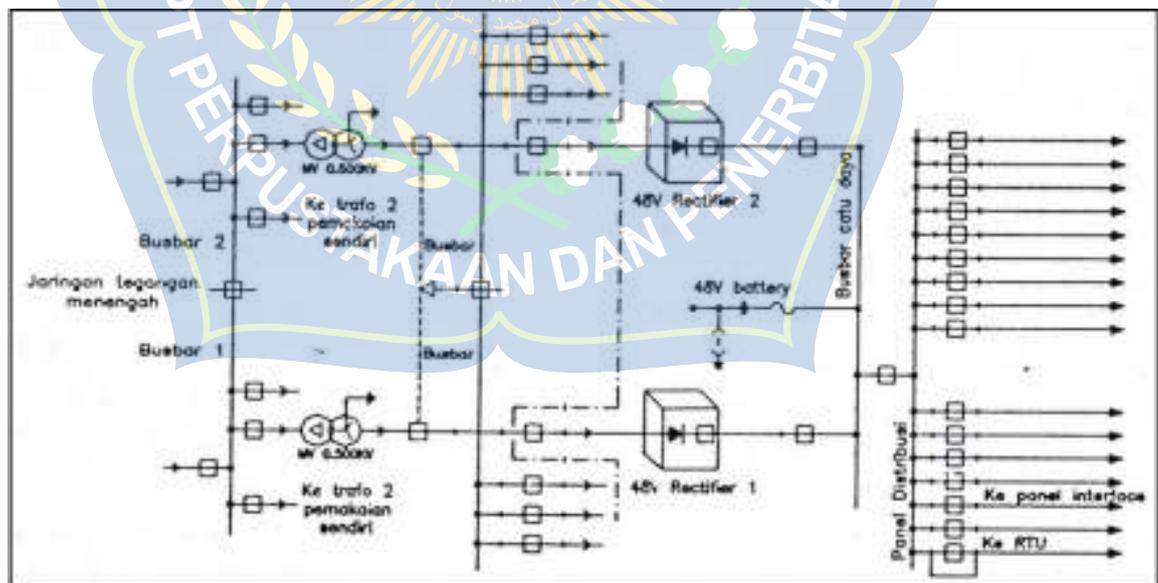
6. Unit Power Supply

Unit power supply memberikan sumber tegangan DC untuk mengoperasikan module-module, termasuk rele-rele yang terdapat pada sistem. Untuk mencatu komponen-komponen khususnya rangkaian terintegrasi, diperlukan catudaya dengan tingkat kestabilan yang tinggi dan batas toleransi nilai keluaran 1% - 5%. Besar nilai keluaran antara lain sebesar : +5Vdc, ± 12 Vdc, ± 15 Vdc, 24 Vdc.

Konfigurasi suatu sistem catu daya biasanya terdiri atas dua penyearah yang dilengkapi dengan satu set baterai, panel distribusi tegangan rendah AC dan satu panel distribusi tegangan arus searah DC.

Sumber tegangan yang diperlukan untuk penyearah biasanya terdiri dari sumber tegangan arus olak-balik 380/220 VAC, 50Hz, 3 fasa.

Dalam keadaan normal hanya satu dari kedua penyearah yang terhubung dengan beban. Penyearah lainnya bekerja sebagai hot standby. Dalam keadaan tertentu kedua penyearah dapat bekerja secara paralel. Masing-masing penyearah berarti harus mampu melayani semua beban yang terkait. Apabila kedua penyearah mengalami gangguan atau tidak dapat beroperasi, maka baterai harus dapat melayani beban total paling tidak untuk selama delapan jam tanpa ada bagian-bagian yang mengalami kehilangan sumber daya. Sebaliknya apabila baterai memerlukan pemeliharaan maka satu dari dua penyearah dirancang untuk dapat memikul beban tanpa mengakibatkan gangguan pada sistem pengendalian.



Gambar 2.15. Model sistem catu daya

Untuk menentukan ukuran penyearah dan kapasitas baterai yang sesuai dapat dilakukan dengan membuat catatan tentang semua daya yang diperlukan oleh RTU, perangkat telekomunikasi dan perangkat-perangkat interface lainnya.

7. *Dataway Bus* Antar *Module* Pada RTU

Pada umumnya, penyaluran perintah-perintah dan data-data antar pengendali (unit control) dengan *peripheral* I/O didalam RTU dilaksanakan melalui *Dataway Bus* yang dapat dikelompokkan menjadi 5 bagian berikut :

- Power supply bus
- Analog bus
- Address bus
- Data bus
- Monitoring bus

Pengelompokkan sinyal-sinyal ini dibuat untuk menjaga keamanan data, disamping memberikan kemudahan melakukan analisa didalam perbaikan. Monitoring bus digunakan untuk penyaluran sinyal-sinyal perintah maupun jawaban.

C. Pengembangan Sistem *Control Centre*

Pada prinsipnya tujuan pengoperasian sistem adalah untuk mempertahankan keadaan normal selama mungkin. Untuk menghadapi

sistem yang sedang dalam keadaan gawat karena banyaknya gangguan-gangguan mereka harus mampu mengambil tindakan yang sesuai hingga waktu pemulihan dapat terlaksana dengan lancar secepat mungkin.

Pada beberapa tahun terakhir ini perusahaan-perusahaan listrik telah menghadapi tekanan-tekanan ekonomi akibat persaingan yang semakin keras yang mengharuskan mereka untuk melakukan penyempitan organisasi. Tidak seperti pola perusahaan tradisional maka dalam pasar bebas mau tidak mau menuntut semua pihak untuk dapat bekerja semakin dinamis, efisien, dan efektif. Oleh karena itu dimasa-masa mendatang, suatu sistem pengendalian tidak lagi semata-mata berfungsi untuk keperluan pengoperasian dalam keadaan *steady state*, melainkan juga merupakan satu kesatuan dengan sistem pengaman untuk pengendalian sistem baik dalam keadaan *steady state* maupun dinamis

Secara umum keuntungan-keuntungan yang dapat diperoleh suatu perusahaan listrik dalam mengelola sistem kelistrikan dengan menggunakan sistem pengendalian terpadu antara lain :

1. Koordinasi pengoperasian sistem secara keseluruhan mulai dari pembangkitan, transmisi, hingga pelanggan akan lebih sederhana dan efisien.
2. Koordinasi pemeliharaan sistem secara keseluruhan akan lebih efisien dan terkoordinasi.

3. Dalam hal *Load Management* diterapkan maka relasi antara perencanaan pembangkitan dan kebijakan *Load Management* akan sangat interaktif.
4. Sistem kelistrikan tersebut dapat dikelola dengan tam yang efisien dan ekonomis.
5. Waktu pemulihan gangguan akan lebih cepat sehingga rugi-rugi karena energi tidak terjual akan lebih kecil dibandingkan dengan penanggulangan secara konvensional
6. Proses penagihan pemakaian daya ke pelanggan akan lebih muda dan lebih cepat

Tahun 1970 –an, kemampuan pusat kontrol didorong ke tingkat yang lebih baru dengan konsep keamanan sistem, yang menjangkau pembangkit dan sistem transmisi. Keamanan dalam sistem kelistrikan didefinisikan sebagai kemampuan sistem untuk menahan gangguan, seperti pembangkit atau saluran transmisi yang keluar paksa (*outage*).

Dahulu mereka pada dasarnya merupakan perusahaan yang hanya berorientasi dalam bidang keteknikan ketimbang bisnis, maka saat mendatang mau tidak mau dituntut untuk mempunyai kemampuan manajemen. Dalam era bisnis dimana perdagangan energi dilakukan secara bersaing memaksa perbaikan kinerja satu proses sistem akuisisi data. Beberapa pusat kontrol dilengkapi dengan bagian estimasi dan *software* analisis jaringan, yang disebut *Advanced Application Software*.

Selain itu *software* kontrol untuk pembangkit disebut *Energy Management System* (EMS).

Dunia informasi dan komunikasi (ICT) telah bergerak menuju sistem – sistem yang pintar yang tersebar dengan layanan berbasis web dan komputasi jaringan (*Jaringan Computation*).

Hasil gabungan dari komputasi jaringan dan susunan layanan dalam layanan jaringan menunjukkan hasil akhir yang *terdesentralisasi*, *terintegrasi*, *fleksibel*, dan terbuka. Pusat kontrol masa depan yang berbasis jaringan, yang ditandai dengan : (Wu, 2005:93)

- Sistem akuisisi data yang sangat cepat
- Sangat memperluas aplikasi – aplikasi
- Melayani akuisisi dan pengolahan data
- Aplikasi pusat kontrol super cepat pada lapisan – lapisan pelayanan
- Bagian dari sumber daya komputasi dari seluruh perangkat cerdas
- Arsitektur layanan dan alat untuk mengelola sumber daya ICT adalah jaringan standar

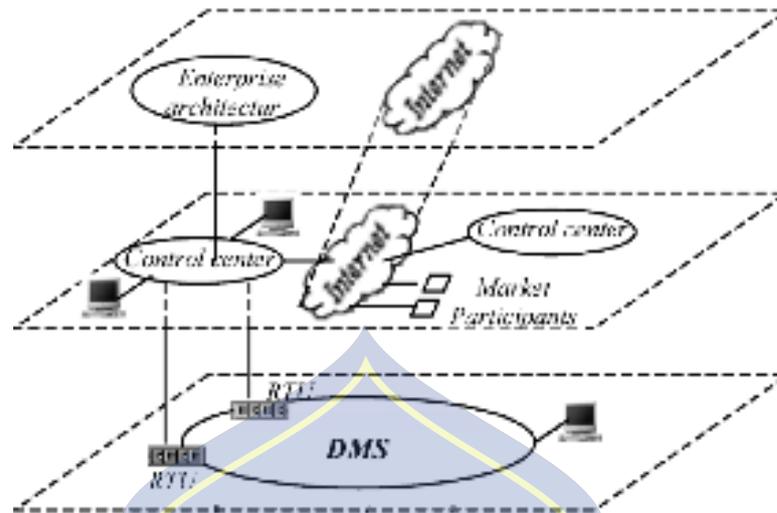
Dalam sepuluh tahun ini, kumpulan komputer dan komunikasi telah mengembangkan teknologi yang memungkinkan sistem menjadi *terdesentralisasi*, *terintegrasi*, *fleksibel*, dan terbuka. Teknologi tersebut meliputi jaringan protokol yang berbentuk lapisan (*layer*), teknologi yang berorientasi objek, *middleware* (perangkat lunak yang berbasis XML, SOAP, *webservices* dan pelayanan berbasis arsitektur), dan lainnya.

Pusat kontrol saat ini bergerak secara bertahap untuk menerapkan teknologi ini. Pusat kontrol saat ini cenderung bermigrasi ke *Distributed Control Center* yang mempunyai karakteristik sebagai berikut : (Wu, 2005:93)

- Terpisah antara supervisi kontrol dan akuisisi data (SCADA), *Energy Management System* (EMS), and *Business Management System* (BMS)
- SCADA berbasis IP
- *Common Information Model* (CIM) yang mengikuti bentuk data. CIM adalah model pemetaan data - data manajemen yang terhubung ke jaringan dan sistem.
- Aplikasi EMS dan BMS berbasis *middleware*

1. Perubahan Kondisi Pusat Kontrol

Pada awal 1990 –an, masyarakat teknis mendorong perkembangan otomatisasi terutama pada industri kelistrikan agar meningkatkan efisiensi dan kehandalan operasional. Mereka merasa bahwa komputer, komunikasi, dan teknologi control telah mengalami perkembangan. Termasuk EMS, SCADA, PPCS (*Power Plant Control System*), DA (*Distribution Automation* termasuk didalamnya otomatisasi gardu induk dan penyulang), *Management Information System* (MIS), *Customer Information System* (CIS), dan lain – lain.



Gambar 2.16. Arsitektur SCADA, EMS dan DMS

Hal ini telah menjadi jelas bahwa SCADA dan EMS menjadi bagian eksklusif bagi pengoperasian, yang memiliki kekayaan teknis maupun komersial informasi yang dapat digunakan untuk berbagai aplikasi bisnis. Asalkan EMS/SCADA dapat terintegrasi dengan system perusahaan. Yang menarik adalah integrasi data operasional dari SCADA, EMS, dan BMS ke dalam sistem *Enterprise Resource Planning* (ERP) atau *Enterprise Resource Management* (ERM).

Sistem ERP mengelola semua aspek bisnis, termasuk perencanaan produksi, pembelian bahan, mempertahankan persediaan, berinteraksi dengan pemasok, pelacakan transaksi, dan menyediakan layanan pelanggan. Dengan digitalisasi ini perusahaan dapat merampingkan operasi dan menurunkan biaya dalam rantai produksi. Mempertahankan kehandalan sistem membutuhkan akuisisi data yang valid.

Secara umum keuntungan-keuntungan yang dapat diperoleh dengan mengoperasikan sistem SCADA/EMS pada kelistrikan :

- Dapat diperoleh sistem pengoperasian dengan organisasi yang lebih ramping dan sederhana. Penghematan biaya organisasi dan ongkos kerja pengoperasian kelistrikan juga dapat dihitung dengan membandingkan ongkos organisasi yang diperlukan dengan atau tanpa SCADA/EMS.
- Dapat menghemat keseluruhan biaya operasi, misalnya dengan load forecast, optimisasi rugi-rugi transmisi maupun pembangkit dan lain sebagainya yang secara keseluruhan akan mengoptimumkan sumber daya secara ekonomis. Selain itu membantu perencanaan sistem dikemudian hari secara lebih tepat dan obyektif.

Fungsi dan konfigurasi pusat – pusat kontrol berubah – ubah. Oleh karena itu, fleksibilitas penting dalam kondisi yang dinamis dan tidak pasti. Desain pusat kontrol harus modular sehingga dapat ditambahkan, dimodifikasi, diganti, dan dihapus. Aspek lain dari fleksibilitas dalam desain pusat kontrol adalah skalabilitas dan kemampuan ekspansi, yaitu kemampuan untuk mendukung pengembangan usaha dari pusat kontrol yang dihasilkan baik dari pertumbuhan sistem atau masuknya fungsi baru.

Software pusat kendali harus portabel untuk dapat dijalankan pada beraneka macam hardware dan platform *software*. *Hardware* yang berbeda, sistem operasi, modul *software*, dapat dioperasikan dalam

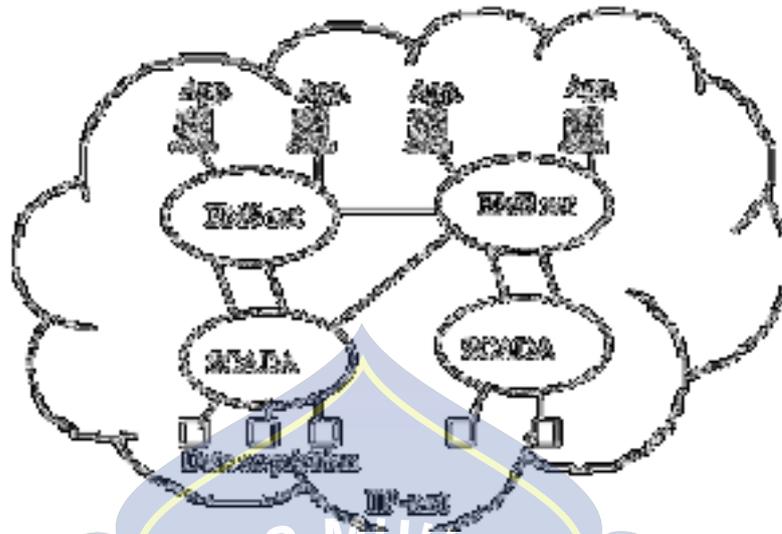
sistem, semua menjadi bagian dari solusi pusat kontrol. Perubahan kondisi menuntut pusat kontrol menyalurkan dan sepenuhnya :

- *Terdesentralisasi*, yaitu setiap pusat kontrol memiliki wilayah cakupan tertentu sehingga dalam pengawasan sistem tenaga listrik semakin optimal.
- *Reintegrasi*, yaitu memiliki perangkat-perangkat yang mudah diintegrasikan.
- Fleksibel, yaitu aplikasi-aplikasi pendukung bisa diintegrasikan dengan berbagai *platform* atau *vendor*.
- Terbuka, yaitu penggunaan aplikasi-aplikasi pendukung yang bersistem *open source*.

2. ***Distributed Control Center* Modern**

Istilah "Distributed Control Center" digunakan pada masa lalu untuk menggambarkan pusat kontrol yang di aplikasikan pada komputer - komputer yang menggunakan LAN. Saat ini perkembangan pusat kontrol dari sistem jaringan multikomputer ke sistem yang fleksibel dan terbuka dengan komputer yang berdiri sendiri telah bergerak ke arah berikut ini :

- Pemisahan SCADA, EMS, dan BMS
- Jaringan berbasis IP
- Proses transfer data berbasis standar CIM
- *Middleware* berbasis aplikasi EMS dan BMS



Gambar 2.17. SCADA berbasis IP

Saat ini pusat kontrol banyak dilengkapi dengan model data CIM dan *middleware* banyak menggunakan aplikasi – aplikasi *distributed*, diantaranya java, teknologi komponen, *middleware* berbasis sistem *distributed*, CORBA, dan teknologi agen.

3. Pusat Kontrol Masa Depan

Pusat kontrol masa depan, akan memiliki banyak aplikasi yang skalanya lebih luas dan lebih cepat baik dalam pengoperasian sistem tenaga juga kegiatan usahanya. Infrastruktur pusat kendali akan terdiri dari sejumlah besar komputer yang tertanam prosesor (misalnya, IED) yang tersebar di seluruh sistem, dan jaringan komunikasi yang fleksibel dimana komputer – komputer dan prosesor – prosesor yang tertanam saling berinteraksi satu sama lain menggunakan *interface* yang standar.

Pusat kontrol masa depan berbasis layanan berbasis *jaringan* akan mempunyai layanan data dan layanan aplikasi – aplikasi untuk

dikembangkan untuk memenuhi peran pusat kontrol dalam meningkatkan kehandalan operasional dan efisiensi dalam pengoperasian sistem tenaga.

Komunikasi jaringan SCADA di masa depan akan memiliki banyak bandwidth yang lebih luas dan mampu mengirimkan data pengukuran yang lebih baik yaitu dengan WAN. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan sinkronisasi sinyal dari *Global Positioning System* (GPS) melalui satelit.

Sebuah pusat kontrol masa depan berbasis layanan *jaringan* menjadi *Distributed Control Center* yang paling terdesentralisasi, terintegrasi, fleksibel, terpadu, dan terbuka. Pusat kontrol di masa depan akan menyediakan semua data di seluruh sistem kelistrikan. Pusat kontrol masa depan berdasarkan konsep layanan *jaringan* meliputi beberapa fitur antara lain :

- Sistem akuisisi data berkecepatan ultra cepat
- Aplikasinya sangat diperluas
- Sumber daya komputasi berasal dari semua perangkat cerdas
- Penggunaan arsitektur berbasis layanan
- Akuisisi data dan layanan pengolahan data menjadi terdistribusi
- Aplikasi pelayanan *Distributed Control Center* dinyatakan dalam layer – layer
- Penggunaan arsitektur layanan berbasis *jaringan* dan alat – alat untuk mengelola sumber daya Informasi dan Komunikasi (ICT) berstandar

Begitu banyaknya aktifitas-aktifitas dinamis yang memerlukan arus informasi yang cepat dapat diselesaikan pada waktu yang tepat pula. Waktu yang tersedia untuk mengolah data-data terutama yang datang dari sumber-sumber yang berbeda-beda akan semakin sempit. Tuntutan persaingan yang keras menyebabkan sempit dan terbatasnya waktu yang tersedia untuk melakukan perbaikan-perbaikan terhadap kesalahan-kesalahan data dan tidak akan ada kesempatan untuk mengevaluasi hasil-hasil perhitungan yang mungkin perumusannya secara matematik telah benar namun kemungkinan akan tidak berarti sama sekali karena data-data masukan yang diberikan salah.

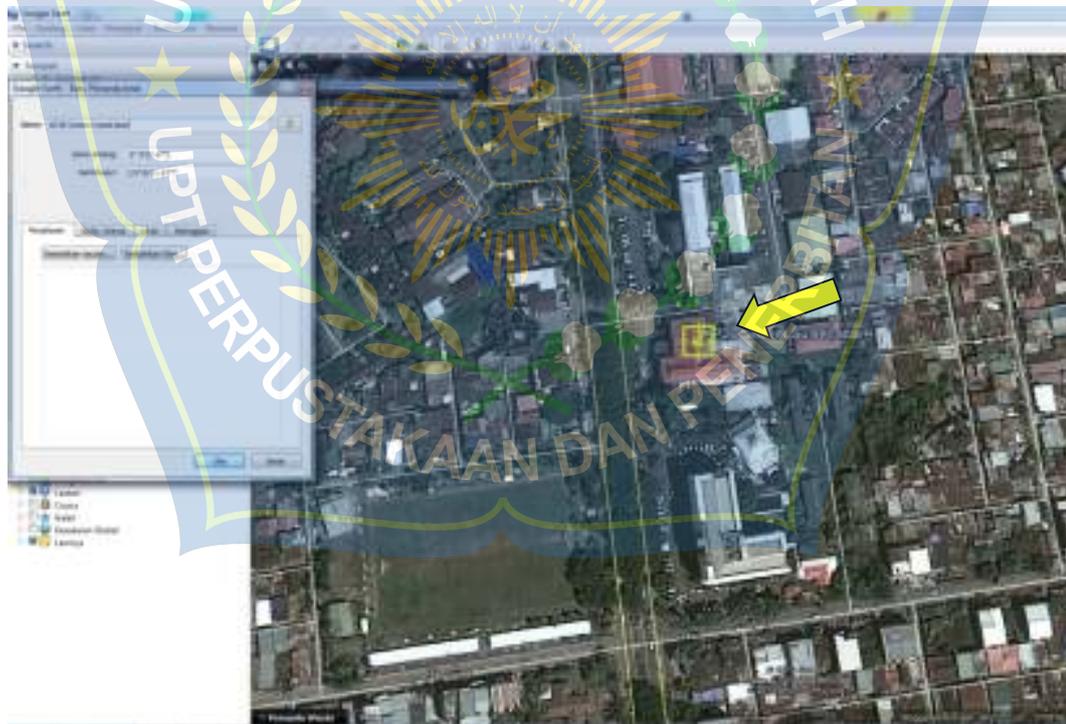
Dalam merancang EMS untuk masa depan perlu mendefinisikan kembali aplikasi perangkat-perangkat lunak yang diperlukan dalam pengoperasian sistem tenaga listrik sesuai dengan pasar bebas. Perangkat aplikasi yang tertinggal perlu disesuaikan sesuai kebutuhan baru yang dapat membantu *dispatcher* menangani pengoperasian sistem dan perlu dicari bagaimana bentuk dan kemampuan aplikasi perangkat lunak yang dibangun untuk mengamankan operasi jaringan.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di PT. PLN (PERSERO) Unit Pengatur Beban (UPB) Sistem Sulsel yang terletak di Jalan Letjend Hertasning, Makassar. Berada pada garis lintang $5^{\circ} 9' 57.47''$ S dan garis bujur pada $119^{\circ} 26' 51.87''$ T, adapun gambar lokasi bisa dilihat pada gambar 18. Objek penelitian pada Master Station yang terpasang pada *Regional Control Centre* (RCC) UPB Sistem Sulsel.



Gambar 3.1. Lokasi Penelitian

B. Variabel Penelitian

Pada skripsi ini penulis menganalisis data-data penelitian sehingga didapatkan kategori yang tepat untuk sistem SCADA yang terpasang di PT PLN (Persero) UPB Sistem Sulsel. Untuk mempermudah penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, ada beberapa variabel bebas yang akan dikaji antara lain :

- Model konfigurasi dari *Master Station*, RTU, dan komunikasi perangkat
- Kondisi teknis dari perangkat Sistem SCADA

Sedangkan variabel kontrol dalam penulisan skripsi ini yaitu :

- Komposisi perangkat SCADA
- Spesifikasi perangkat SCADA
- Kemampuan perangkat SCADA

C. Langkah Pengambilan Data

Skripsi ini terdiri dari beberapa tahapan dalam penyelesaiannya. Tahapan – tahapan tersebut dijelaskan dalam diagram blok penelitian dalam gambar 20. Dalam proses penelitian dan penulisan skripsi ini, penulis menggunakan metode pendekatan dalam pengumpulan data dan keterangan yang berkaitan dengan judul skripsi yaitu :

1. Wawancara (*interview*), yaitu penulis melakukan serangkaian tanya jawab secara langsung dengan perwakilan perusahaan, yaitu

Supervisor *Scadatel* untuk mengetahui lebih jelas mengenai perangkat SCADA.

2. Observasi, yaitu penulis mengumpulkan data dengan cara mengamati objek penelitian yaitu Master Station secara langsung dan mempelajari teori-teori dari literatur pendukung.



Gambar 3.2. Langkah pengambilan data penelitian

D. Jenis Data Penelitian

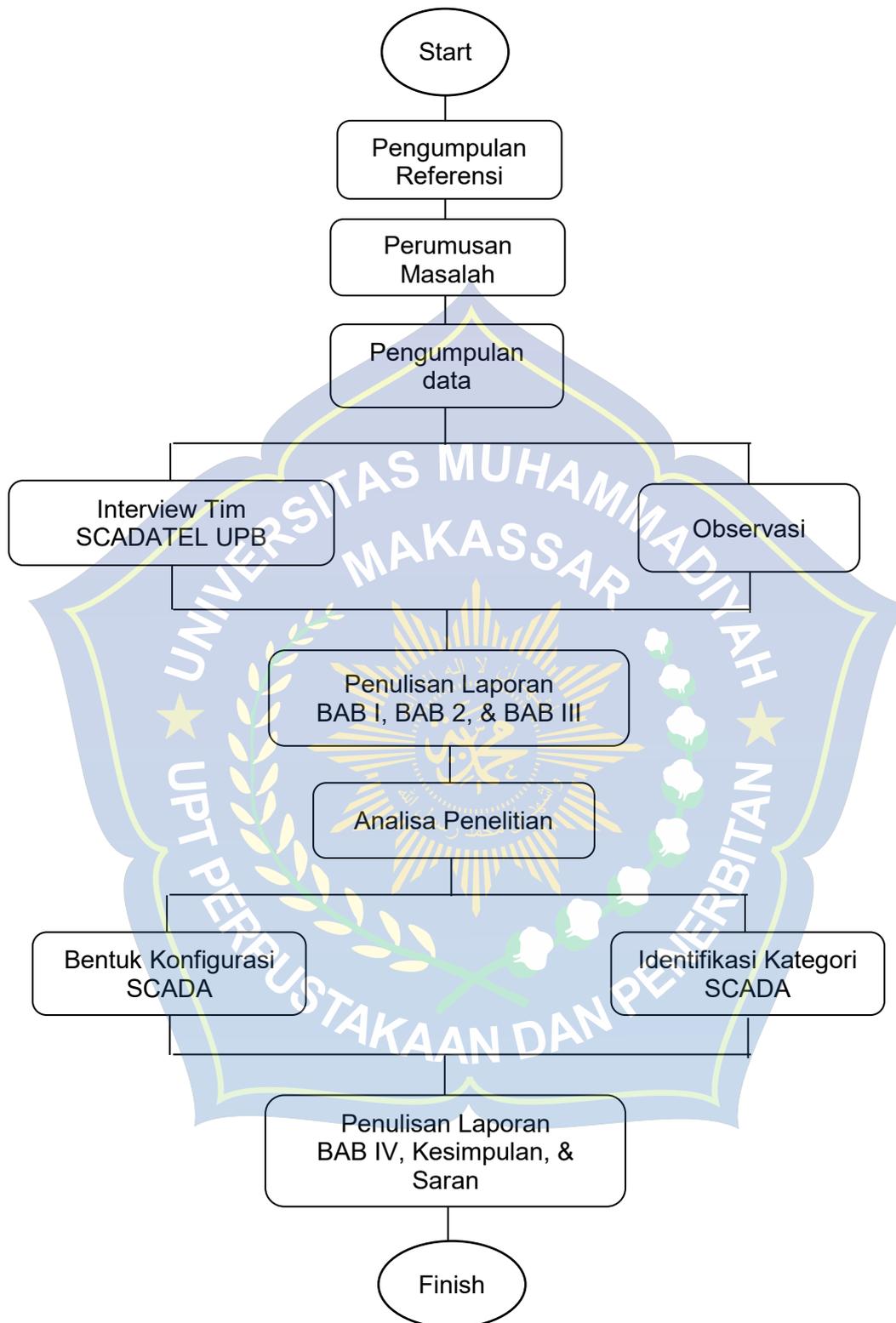
Jenis data yang digunakan penulis antara lain :

1. Data primer, yaitu data yang diperoleh langsung dari objek penelitian dalam hal ini PT PLN (Persero) UPB Sistem Sulsel yaitu :
 - Data spesifikasi perangkat
 - Konfigurasi Master Station yang terpasang di UPB
 - Data sistem metering sistem kelistrikan
2. Data sekunder, yaitu data yang diperoleh dari perusahaan dan data tersebut sudah diolah dan terdokumentasi dalam literatur-literatur di PT PLN (Persero) UPB Sistem Sulsel.

E. Langkah Analisis Data

Untuk menganalisis data dalam penulisan skripsi ini, penulis menggunakan metode deskriptif yaitu penulis menyusun data yang diperoleh kemudian penulis mencocokkan dan menganalisis untuk menentukan level konfigurasi pada master station, RTU, dan Komunikasi yang terpasang. dengan berdasar literatur standar dari PT PLN (Persero). Selanjutnya penulis melakukan analisis terhadap data-data teknis perangkat sehingga didapatkan kategori yang tepat pada sistem SCADA PT PLN (Persero) UPB Sistem Sulsel.





Gambar 3.3. Langkah penelitian

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari penelitian dan proses analisa data yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan, antara lain :

1. Master Station yang dimiliki PT PLN (Persero) Unit Pengatur Beban Sistem Sulsel saat ini berada pada kategori level tiga. Hasil tersebut didapatkan penulis dengan mengamati komposisi perangkat penyusun master station.
2. Perangkat SCADA PT PLN (Persero) Unit Pengatur Beban Sistem Sulsel rata-rata memiliki kemampuan akuisisi data dibawah kecepatan ultra. Hal ini didasari dari kemampuan perangkat yang hanya mendukung kecepatan komunikasi data 10/100 Mbps dan sebagian komunikasi antar perangkatnya masih menggunakan ethernet LAN.
3. Ketersediaan server SCADA dan EMS masih berada dalam satu server. Dan belum reintegrasi dengan aplikasi BMS.
4. Perangkat server masih menggunakan Chip processor pentium, sehingga kecepatan pemrosesan data masih kurang optimal.
5. Dari keempat indikator diatas, penulis berasumsi bahwa Sistem SCADA yang dimiliki PT PLN (Persero) Unit Pengatur Beban Sistem

Sulsel masih berada dalam kategori SCADA dengan teknologi jaman sekarang.

B. Saran dan Rekomendasi

Sebagaimana telah diuraikan diatas, pola perusahaan tenaga listrik dalam menghadapi era pasar tenaga listrik yang berlangsung dengan persaingan keras menuntut semua pihak untuk dapat bekerja semakin dinamis, efisien, dan efektif sehingga diperlukan penyesuaian-penyesuaian sebagai berikut :

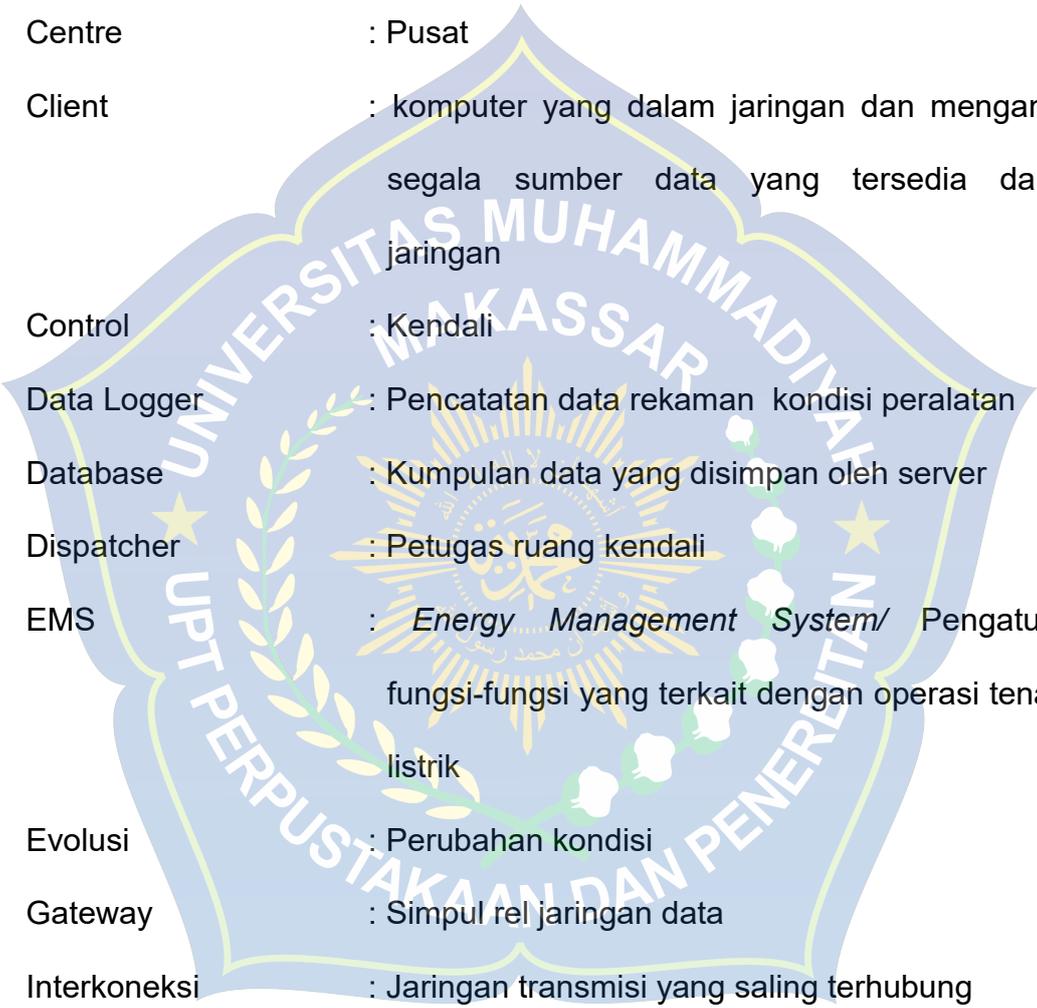
1. Ketersediaan infrastruktur yang handal khususnya di sektor media telekomunikasi.
2. Peningkatan skill Sumber Daya Manusia yang mumpuni dalam menghadapi persaingan global khususnya dalam bidang kelistrikan.

Selain hal – hal tersebut diatas, salah satu hal yang penting untuk diperhatikan yaitu fleksibilitas dan kemampuan sistem agar bisa dikembangkan sehingga sistem tersebut bisa beradaptasi untuk melakukan fungsi-fungsi lain yang mungkin dihadapi dimasa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Azevedo, Gilberto, P. & Filho, L. Oliveira, Ayru (2001). *Control Centers With Open Architectures*. Dalam IEEE Computer Applications in Power.
- [2] Baran Roy, Rajib (2012). *Controlling of Electrical Power System Network Bay Using SCADA*. Dalam International Journal of Scientific and Engineering Research Vol. 3.
- [3] F. Wu, Felix, et all (2005). *Power System Control Centers : Past, Present, and Future*. Proceeding of The IEEE, Vol. 93, No. 11.
- [4] Pandjaitan, Bonar (1999). *Teknologi Sistem Pengendalian Tenaga Listrik Berbasis SCADA*. Jakarta : Prenhallindo.
- [5] SPLN S3.001-2 : 2012. *Master Station : Spesifikasi Teknis Fungsi EMS dan DMS*, Jakarta Selatan.
- [6] SPLN S5.001 : 2008. *Teleinformasi Data Untuk Operasi Jaringan Tenaga Listrik*, Jakarta Selatan.
- [7] SPLN S6.001 : 2008. *Perencanaan dan Pembangunan Sistem SCADA*, Jakarta Selatan.

DAFTAR ISTILAH



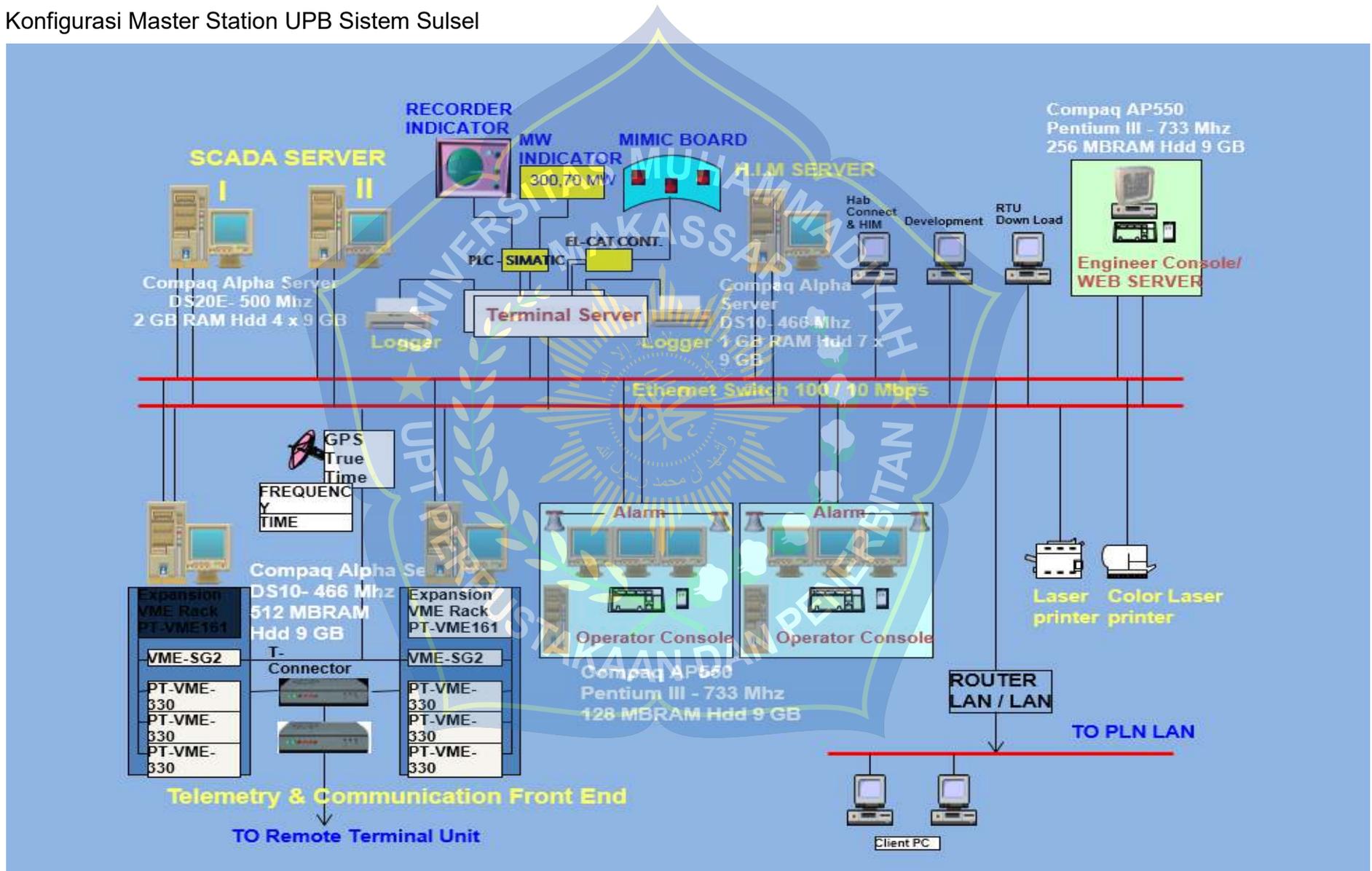
Acquisition	: Ambil alih
Bandwidth	: ukuran dari transfer data
Centre	: Pusat
Client	: komputer yang dalam jaringan dan mengambil segala sumber data yang tersedia dalam jaringan
Control	: Kendali
Data Logger	: Pencatatan data rekaman kondisi peralatan
Database	: Kumpulan data yang disimpan oleh server
Dispatcher	: Petugas ruang kendali
EMS	: <i>Energy Management System</i> / Pengaturan fungsi-fungsi yang terkait dengan operasi tenaga listrik
Evolusi	: Perubahan kondisi
Gateway	: Simpul rel jaringan data
Interkoneksi	: Jaringan transmisi yang saling terhubung
Master Station	: Stasiun yang melaksanakan Telemetering, Telesignal, dan Remote Control
Outage	: Keluar paksa dari sistem

PLC (1)	: Power Line Carrier / Sistem komunikasi yang memanfaatkan konduktor pasesebagai media untuk komunikasi data
PLC (2)	: Programmable Logic Control/ Peralatan elektronik yang berfungsi untuk kendali peralatan yang beroperasi secara digital berdasar program yang dibuat
PMT	: Peralatan untuk memutus beban
Protokol	: Sekumpulan aturan yang menentukan cara peralatan berkomunikasi
RCC	: Regional Control Center / Pusat kendali jaringan transmisi
Real Time	: Waktu aktual selama proses berlangsung
Remote Control	: Penggunaan telekomunikasi untuk peralatan kontrol
Remote Station	: Stasiun yang dipantau, atau diperintah oleh <i>Master Station</i> yang terdiri dari IED, RTU, meter, dan lain-lain.
Remote	: Pengendalian jarak jauh
Repeater	: peralatan yang berfungsi untuk menguatkan dan memancarkan gelombang sinyal
Restrukturisasi	: Perubahan struktur

SCADA	: <i>Supervisory Control and Data Acquisition/</i> Sistem yang mengawasi dan mengendalikan peralatan proses yang tersebar secara geografis
Server	: Komputer yang menyediakan layanan khusus kepada komputer lainnya
Single Line	: Diagram satu garis
Sinkron	: Membuat nilai variabel menjadi sama
Supervisory	: Pengawasan
Switch	: Terminal yang menghubungkan perangkat dalam satu LAN
Telemetering	: Nilai variabel yang diukur dengan menggunakan teknik telekomunikasi
Telesignal	: Pengawasan status peralatan dengan menggunakan teknik telekomunikasi
Topologi	: Konsep dalam menghubungkan banyak peralatan dalam satu jaringan

LAMPIRAN 2

Konfigurasi Master Station UPB Sistem Sulsel



LAMPIRAN 3

Merk RTU yang terpasang di Gardu Induk

No.	Merk RTU	Jumlah
1.	RTU S900	25 set
2.	RTU SCOUT	1 set
3.	INTEK (INTEGRA)	1 set
4.	SICAMPAS SIEMENS	1 set
5.	SOGI NR	2 set



LAMPIRAN 4

Konfigurasi Telekomunikasi UPB Sistem Sulsel

