

ANALISA DROP TEGANGAN & RUGI-RUGI DAYA PADA JARINGAN DISTRIBUSI 6,3 kV MEDAN SUGAR INDUSTRY

SKRIPSI

DISUSUN OLEH:

INDAH PANDIKA SIDABUTAR

14.812.0027



FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2017

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 27/6/22

Access From (repository.uma.ac.id)27/6/22

ANALISA DROP TEGANGAN & RUGI-RUGI DAYA PADA JARINGAN DISTRIBUSI 6,3 kV MEDAN SUGAR INDUSTRY

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program
Pendidikan Strata Satu (S1) Sarjana di Fakultas Teknik Prodi Elektro
Universitas Medan Area

OLEH :

INDAH PANDIKA SIDABUTAR

14.812.0027

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI ELEKTRO
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2017**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Analisa Drop Tegangan & Rugi – Rugi Daya Pada Jaringan
Distribusi 6,3kV Medan Sugar Industry

Nama : Indah Pandika Sidabutar

NPM : 14.812.0027

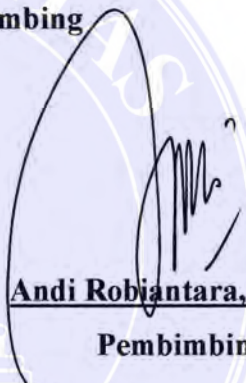
Prodi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing


Ir. Suwarno, MT

Pembimbing I


Andi Robiantara, ST, MT

Pembimbing II

Mengetahui



(Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc)

Dekan



(Faisal Irsan Pasaribu, ST, S.Pd. MT)

Ka. Program Studi

Tanggal Lulus : 03 Juli 2017

LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 13 Juni 2017



Indah Pandika Sidabutar
14.812.0027

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Indah Pandika Sidabutar
NPM : 14.812.0027
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis

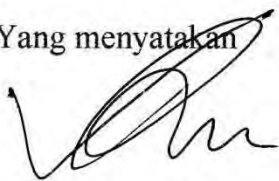
Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul: Analisa Drop Tegangan & Rugi-rugi Daya Pada Jaringan Distribusi 6,3kV Medan Sugar Industry. Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di: Medan

Pada tanggal: 30 Juli 2017

Yang menyatakan



(Indah Pandika Sidabutar)

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

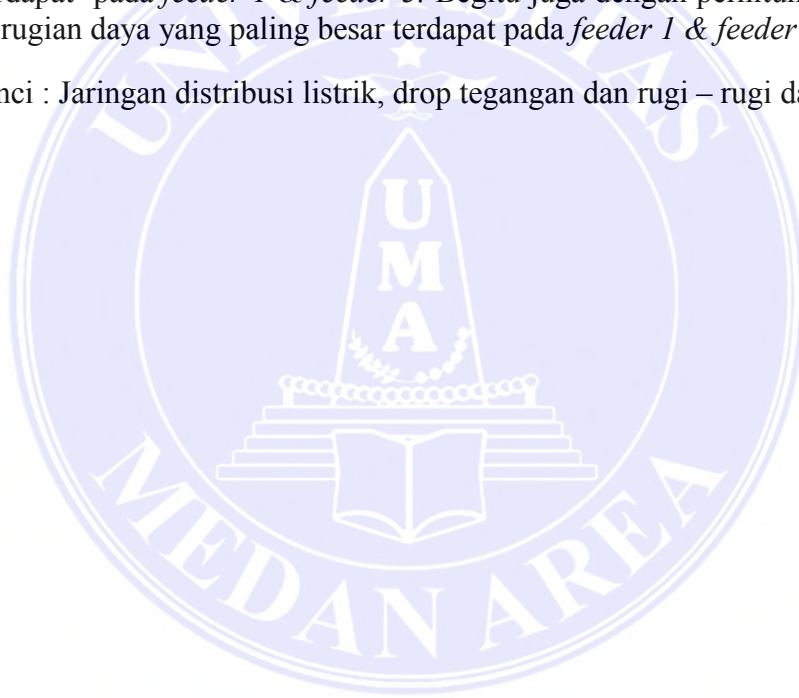
Document Accepted 27/6/22

Access From (repository.uma.ac.id)27/6/22

ABSTRAK

Pusat-pusat pembangkit tenaga listrik berada jauh dari pusat beban, hal ini mengakibatkan kerugian yang cukup besar dalam penyaluran daya listrik. Kerugian tersebut disebabkan oleh saluran yang cukup panjang dan beban yang cukup besar sehingga dalam penyaluran daya listrik melalui transmisi maupun distribusi akan mengalami drop tegangan (*voltage drop*) sepanjang saluran dilalui. Besar drop tegangan yang terjadi di jaringan distribusi listrik PT Medan Sugar Industry sangat dipengaruhi oleh banyaknya beban, besar arus dan nilai impedansi dari drop tegangan yang terjadi pada *feeder*. Dari data yang diperoleh dilapangan, pemakaian daya dimasing – masing *feeder* terdapat perbedaan yang cukup signifikan. Dengan menghitung nilai resistansi dan reaktansi saluran maka didapat hasil drop tegangan pada masing– masing *feeder*. Dari perhitungan drop tegangan maka akan didapat rugi –rugi daya pada masing-masing *feeder*. Dari hasil analisa, drop tegangan yang paling besar terdapat pada *feeder 1 & feeder 3*. Begitu juga dengan perhitungan rugi – rugi daya, kerugian daya yang paling besar terdapat pada *feeder 1 & feeder 3*.

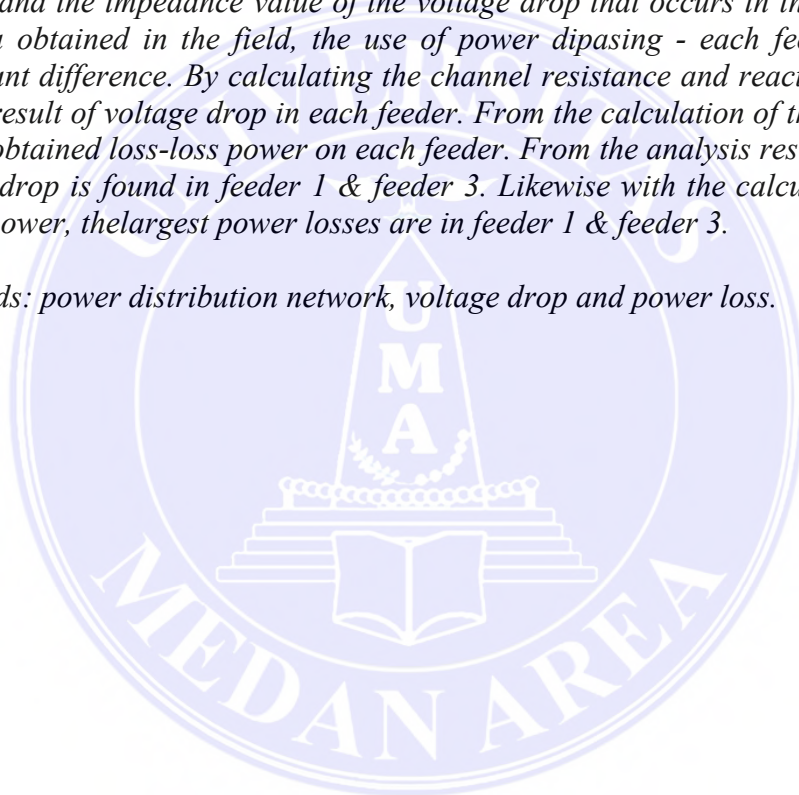
Kata kunci : Jaringan distribusi listrik, drop tegangan dan rugi – rugi daya.



ABSTRACT

Power plant center are away from the load center, causing considerable losses in power supply. The loss is caused by a long enough channel and a large enough load so that in the distribution of electrical power through the transmission or distribution will experience a voltage drop (voltage drop) as long as the channel is passed. Large drop voltage that occurs in the electricity distribution network PT Medan Sugar Industry is strongly influenced by the large load, the magnitude of the current and the impedance value of the voltage drop that occurs in the feeder. From the data obtained in the field, the use of power dipasing - each feeder there is a significant difference. By calculating the channel resistance and reactance value, we get the result of voltage drop in each feeder. From the calculation of the voltage drop will be obtained loss-loss power on each feeder. From the analysis results, the largest voltage drop is found in feeder 1 & feeder 3. Likewise with the calculation of loss - loss of power, the largest power losses are in feeder 1 & feeder 3.

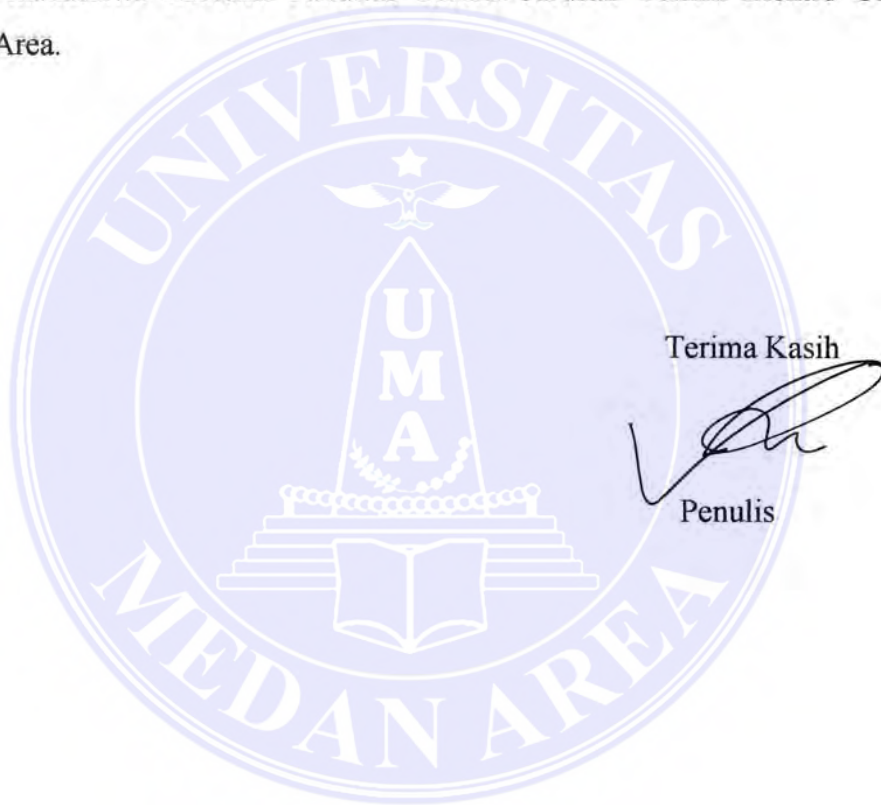
Keywords: power distribution network, voltage drop and power loss.



DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Palia Putar pada tanggal 14 Februari 1991 dari ayah yang bernama J.Sidabutar dan ibu bernama R.Rumapea. Penulis merupakan anak ke tiga dari lima bersaudara.

Tahun 2009 Penulis lulus dari SMA Negeri 4 Pematang Siantar Jurusan Ilmu Pengetahuan Alam, Tahun 2012 lulus dari Politeknik Negeri Medan Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi Arus Kuat, dan pada tahun 2014 terdaftar sebagai mahasiswa Ekstensi Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Medan Area.



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena dengan rahmat dan karunia-Nya penulis akhirnya dapat menyelesaikan skripsi ini. Adapun skripsi ini dibuat untuk memenuhi persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan Strata 1 di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Penulis menyadari memiliki banyak keterbatasan, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang terlibat secara langsung maupun tidak langsung dalam proses penyusunan skripsi ini. Untuk itu, saya mengucapkan terima kasih banyak kepada :

1. Tuhan Yang Maha Kuasa, karena penulis selalu dilimpahi kesehatan dan rezeki didalam penyelesaian skripsi ini.
2. Kedua orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan dukungan, bantuan moril maupun materil, semangat dan yang selalu mendoakan penulis.
3. Pembimbing I saya, Bapak Dr.Suwarno,MT dan Pembimbing II saya, Bapak Andi Robiantara, ST,MT.
4. Dekan Fakultas Teknik (FT) UMA, Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc
5. Bapak Faisal Irsan Pasaribu ST, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universtas Medan Area.
6. Medan Sugar Industry yang telah memberikan waktu dan kesempatan untuk pengambilan data skripsi.

7. Dept. Electrical, Instrument & Automation Medan Sugar Industry yang telah membantu saya dalam hal pengumpulan data skripsi

Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari pembaca yang bersifat membangun dalam penyempurnaan laporan ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan menjadi ilmu yang bermanfaat bagi pembaca.



Medan, 30 Juli 2017

Indah Pandika Sidabutar
NIM : 14.812.0027

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	I
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	II
LEMBAR PERNYATAAN.....	III
ABSTRAK.....	IV
<i>ABSTRACT</i>	V
RIWAYAT HIDUP.....	VI
KATA PENGANTAR.....	VII
DAFTAR ISI.....	IX
DAFTAR TABEL.....	XIII
DAFTAR GAMBAR.....	XIV
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Metodologi.....	3
1.7 Sistematika Penelitian.....	3
BAB II LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Pengertian Sistem Tenaga Listrik.....	5
2.1 Pengertian Pembangkit Tenaga Listrik.....	6
2.2 Jenis – jenis Pembangkit Tenaga Listrik.....	6
2.2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA).....	7
2.2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU).....	7
2.2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).....	7

2.2.4 Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG).....	7
2.2.5 Pembangkit Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP).....	7
2.2.6 Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD).....	8
2.2.7 Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN).....	8
2.4 Pengertian Distribusi Tenaga Listrik.....	8
2.4.1 Jaringan Distribusi Primer.....	9
2.4.2 Jaringan Distribusi Sekunder.....	11
2.4.3 Jaringan Tegangan Menengah (JTM).....	12
2.4.4 Jaringan Tegangan Rendah (JTR).....	13
2.4.5 Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Penyaluran pada Saluran Udara Tegangan Menengah.....	14
A. Pengaruh Eksternal.....	15
B. Pengaruh Internal.....	15
1. Resistansi.....	15
2. Induktansi.....	15
3 Kapasitansi.....	16
2.5 Kawat Penghantar.....	16
2.5.1 Bahan Kawat Penghantar Jaringan.....	17
2.5.2 Resistansi Kawat Penghantar.....	20
2.5.3 Induktansi Dan Reaktansi Induktif.....	23
2.6 Daya Listrik.....	25
2.6.1 Daya Aktif (P).....	25
2.6.2 Daya Reaktif (Q).....	25
2.6.3 Daya Semu (S).....	26
2.7 Jatuh tegangan / Drop Tegangan.....	27
BAB III PENGUMPULAN DATA.....	28
3.1 <i>Flowchart</i> Penelitian.....	28
3.2 Sumber Energi Medan Sugar Industry.....	29
3.3 Sistem Distribusi Listrik Medan Sugar Industry.....	32

3.4 Sistem Penyaluran Tenaga Listrik Menuju Beban Medan Sugar Industry	36
3.5 Beban Listrik Medan Sugar Industry	38
3.6 Konduktor Pada Medan Sugar Industry	43
3.7 Pemakaian Daya pada Medan Sugar Industry	44
BAB IV PERHITUNGAN DAN ANALISA	45
4.1 Perhitungan Drop Tegangan Pada Jaringan Distribusi 6,3 kV Medan Sugar Industry Pada Bulan Januari	45
4.1.1 Perhitungan Drop Tegangan Pada <i>Feeder 1</i>	45
4.1.2 Perhitungan Drop Tegangan Pada <i>Feeder 2</i>	47
4.1.3 Perhitungan Drop Tegangan Pada <i>Feeder 3</i>	49
4.1.4 Perhitungan Drop Tegangan Pada <i>Feeder 4</i>	51
4.1.5 Perhitungan Drop Tegangan Pada <i>Feeder 5</i>	53
4.2 Perhitungan Drop Tegangan Pada Jaringan Distribusi 6,3 kV Medan Sugar Industry Pada Bulan Februari	55
4.2.1 Perhitungan Drop Tegangan Pada <i>Feeder 1</i>	55
4.2.2 Perhitungan Drop Tegangan Pada <i>Feeder 2</i>	57
4.2.3 Perhitungan Drop Tegangan Pada <i>Feeder 3</i>	59
4.2.4 Perhitungan Drop Tegangan Pada <i>Feeder 4</i>	61
4.2.5 Perhitungan Drop Tegangan Pada <i>Feeder 5</i>	64
4.3 Perhitungan Rugi – Rugi Daya Listrik Pada Jaringan Distribusi 6,3 kV Medan Sugar Industry	67
4.3.1 Rugi – Rugi Daya Pada <i>Feeder</i> Periode Januari	67
4.3.2 Rugi – Rugi Daya Pada <i>Feeder</i> Periode Februari	68
4.4 Perhitungan Rugi – Rugi Daya Listrik Pada Jaringan Distribusi 6,3 kV Medan Sugar Industry Berdasarkan Data Lapangan	70
4.4.1 Rugi – Rugi Daya Pada <i>Feeder</i> Periode Januari	70
4.4.2 Rugi – Rugi Daya Pada <i>Feeder</i> Periode Februari	71
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	74
5.1 Kesimpulan	74

5.2 Saran.....	74
DAFTAR PUSTAKA.....	75
LAMPIRAN.....	76
Lampiran 1 Sumber Pengukuran.....	76
Lampiran 2 Hasil Pengukuran.....	77
Lampiran 3 Cable.....	82
Lampiran 4 Main Distribution Board.....	74
Lampiran 5 SWITCHGEAR SYSTEM GUIDE.....	74



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Sifat – Sifat Logam Penghantar Jaringan.....	20
Tabel 2. 2	Nilai T_0 dan α_1 untuk bahan konduktor standard.....	22
Tabel 2. 3	Tahanan DC pada temperatur t 1°C pada pada jenis kabel XLPE.....	23
Tabel 2. 4	Faktor Ketergantungan Pada Jumlah Urat Kawat Penghantar.....	24
Tabel 3. 1	Data Pencatatan Jenis Dan Luas Penampang Penghantar Medan Sugar Industry.....	43
Tabel 3. 2	Data Pencatatan Konfigurasi Penghantar Penghantar Medan Sugar Industry.....	43
Tabel 3. 3	Data Pencatatan Pemakaian Daya pada Feeder bulan Januari sampai dengan Februari 2017.....	44
Tabel 3. 4	Data Pencatatan Pemakaian Daya pada MDB bulan Januari sampai dengan Februari 2017.....	44
Tabel 4. 1	Hasil Perhitungan Nilai R dan XL Konduktor XLPE Tegangan 6,3 kV	66
Tabel 4. 2	Hasil Perhitungan Drop Tegangan Tiap Feeder Bulan Januari dan Februari.....	66
Tabel 4. 3	Kerugian Tiap Feeder (kW) Pada Bulan Januari.....	69
Tabel 4. 4	Kerugian Tiap Feeder Dalam Daya (kW) Pada Bulan Februari.....	69
Tabel 4. 5	Kerugian Tiap Feeder (kW) Pada Bulan Januari.....	72
Tabel 4. 6	Kerugian Tiap Feeder (kW) Pada Bulan Januari.....	72

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sistem Tenaga Listrik.....	5
Gambar 2. 2 Diagram Garis Sistem Tenaga Listrik.....	6
Gambar 2. 3 Pengelompokan Tegangan Sistem Distribusi Tenaga Listrik.....	9
Gambar 2. 4 Jaringan Distribusi Pola Radial.....	10
Gambar 2. 5 Jaringan Distribusi Pola Loop.....	10
Gambar 2. 6 Jaringan Distribusi Pola Spindle.....	11
Gambar 2. 7 Konfigurasi Konduktor.....	23
Gambar 2. 8 Segitiga Daya.....	26
Gambar 3. 1Flowchart penelitian di PT Medan Sugar Industry.....	28
Gambar 3. 2 Diagram Line Medan Sugar Industry.....	29
Gambar 3. 3 Boiler Medan Sugar Industry.....	30
Gambar 3. 4Name Plate Boiler Medan Sugar Industry.....	30
Gambar 3. 5 Turbin Generator Medan Sugar Industry.....	31
Gambar 3. 6 Name Plate Turbin Generator.....	31
Gambar 3. 7 Sumber power PLN di Medan Sugar Industry.....	31
Gambar 3. 8 Sumber power PLN di Medan Sugar Industry.....	32
Gambar 3. 9 Feeder 1 sampai Feeder 5 di Medan Sugar Industry.....	33
Gambar 3. 10 Name Plate Trafo 1 dan Trafo 3.....	34
Gambar 3. 11 Name Plate Trafo 2, Trafo 4, Tarfo 5, dan Trafo 7.....	35
Gambar 3. 12 Name Plate Trafo 6.....	35
Gambar 3. 13 Trafo 5 Dan Trafo 7.....	36
Gambar 3. 14 Main Distribution Board 1 dan 3 Medan Sugar Industry.....	36
Gambar 3. 15 MCC Mackenzie di Medan Sugar Industry.....	38

Gambar 4. 1 Grafik Drop Tegangan Tegangan Pada Jaringan Distribusi 6,3 kV Medan Sugar Industry.....	67
Gambar 4. 2 Grafik Rugi - Rugi Daya Jaringan Distribusi 6,3kV.....	70
Gambar 4. 3 Grafik Rugi - Rugi Daya Jaringan Distribusi 6,3kV.....	73



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pada zaman sekarang ini salah satu sumber tenaga yang paling diperlukan adalah tenaga listrik. Energi listrik merupakan suatu bentuk energi yang memiliki peran vital dalam aktivitas keseharian manusia. Dan juga semakin berkembangnya teknologi yang menggunakan tenaga listrik maka secara tidak langsung manusia tergantung terhadap tenaga listrik, baik untuk rumah tangga maupun untuk industri. Hal ini memunculkan masalah baru bagi pihak penyedia tenaga listrik yang dituntut untuk terus meningkatkan kontinuitas layanan suplay daya listrik yang baik.

Di dalam suatu industri tentunya sangat bergantung pada kehandalan dan efisiensi sistem kelistrikan pada industri tersebut. Dalam menjaga stabilitas sistem tenaga listrik, kualitas daya merupakan hal yang penting. Pemakaian energi listrik yang terkendali dalam suatu industri akan berarti ongkos atau biaya operasi perusahaan akan lebih rendah, sehingga perusahaan dapat memperoleh dana tambahan untuk membiayai berbagai program peningkatan produktifitas tenaga kerja, mesin dan peralatannya yang pada gilirannya akan meningkatkan daya saing perusahaan. Dengan mengetahui karakteristik pemakai energi listrik, maka kita dapat melakukan penghematan pemakaian energi listrik. Penghematan pemakaian energi dalam industri harus mendapat perhatian khusus / utama karena industri merupakan sumber pengguna energi listrik yang cukup besar.

Kualitas tegangan dan efisiensi energi listrik sangat dipengaruhi oleh drop tegangan dan rugi – daya listrik. Besarnya rugi-rugi daya dan drop tegangan pada saluran distribusi tergantung pada jenis dan panjang penghantar, tipe jaringan distribusi, faktor daya, dan besarnya jumlah daya terpasang. Drop tegangan merupakan kehilangan energi yang sama sekali tidak mungkin untuk dihindari. Untuk mengurangi drop tegangan bisa diminimalkan dengan berbagai cara yaitu

penambahan kapasitor bank , melakukan perubahan kembali sistem dengan cara rekonfigurasi sistem.

Berdasarkan uraian diatas, penulisan akan mengkaji dan menganalisa rugi-rugi daya karena drop tegangan pada jaringan distribusi di PT. Medan Sugar Industry (MSI).

1.2 Rumusan Masalah

Merujuk pada latar belakang masalah di atas maka dapat di dirumuskan beberapa masalah yang berkaitan dengan latar belakang diatas yaitu :

- a) Bagaimana cara menghitung drop tegangan pada jaringan distribusi 6,3 kV di PT.Medan Sugar Industry ?
- a) Bagaimana cara menghitung rugi – rugi daya pada jalur pada jaringan distribusi 6,3 kV di PT.Medan Sugar Industry ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang tugas akhir ini adalah :

- a) Mengetahui drop tegangan pada jalur Penyulang (*Feeder*) pada jaringan distribusi 6,3 kV di PT.Medan Sugar Industry.
- b) Mengetahui besar rugi – rugi daya pada jalur Penyulang (*Feeder*) pada jaringan distribusi 6,3 kV di PT.Medan Sugar Industry .

1.4 Batasan Penelitian

Berdasarkan dari latar belakang diatas, penulis hanya membataskan masalah sebagai berikut :

- a) Menghitung drop tegangan pada jaringan distribusi 6,3 kV di PT.Medan Sugar Industry.
- b) Menghitung rugi – rugi daya pada jalur Penyulang (*Feeder*) pada jaringan distribusi 6,3 kV di PT.Medan Sugar Industry.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dalam penulisan tugas akhir ini adalah :

- a) Sebagai kompetensi dasar ilmu penerapan teori dalam perkuliahan tentang drop tegangan dalam dunia industri.
- b) Mempermudah mengetahui titik drop tegangan yang buruk.
- c) Mempermudahantisipasi perbaikan pada titik drop tegangan yang buruk.
- d) Memahami bagaimana cara menganalisis perhitungan rugi- rugi daya.

1.6 Metodologi

Dalam penyusunan Tugas akhir ini, saya menggunakan tiga macam metode yaitu :

- a) Metode Literatur
Mengumpulkan bahan – bahan dan data-data yang berhubungan dengan judul tugas akhir mulai dari buku-buku perpustakaan dan juga panduan buku- buku (*Drawing*) PT. Medan Sugar Industry.
- b) Metode Interview/ wawancara
Konsultasi langsung kepada pembimbing di perusahaan dan juga dengan karyawan yang mengatasi jaringan Distribusi 6,3 kV .
- c) Metode Observasi
Melakukan pengamatan kondisi lapangan atau lokasi pada penyulang PT. Medan Sugar Industry, sehingga mengetahui secara langsung situasi dan keadaan sebenarnya.

1.7 Sistematika Penelitian

Bab I Pendahuluan, membahas tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian dan manfaat penelitian. Bab II Tinjauan Pustaka, pada Bab ini akan membahas tentang tinjauan umum mengenai sistem pendistribusian listrik, rugi – rugi energi listrik dan drop tegangan serta teori – teori penunjang dalam pencarian rugi – rugi energi listrik. Bab III Metode Penelitian, pada Bab ini akan membahas tentang lokasi dan subjek penelitian, metode penelitian dalam proses pengukuran dan teknik pengumpulan data. Bab IV Hasil Penelitian dan Pembahasan, pada Bab ini akan membahas tentang analisis data hasil pengukuran rugi – rugi daya listrik di lapangan

PT MSI, hasil pengukuran secara sistematis, di bandingkan dengan perhitungan teoritis. Bab V Kesimpulan dan Saran, pada bab ini berisi tentang kesimpulan dari pembahasan, perencanaan, pengukuran, dan analisa berdasarkan hasil pengukuran langsung dilapangan maupun analisa teoritis Untuk meningkatkan hasil yang lebih baik untuk kedepannya diberikan saran terhadap hasil dari tugas akhir dalam pembahasan rugi – rugi energi listrik.

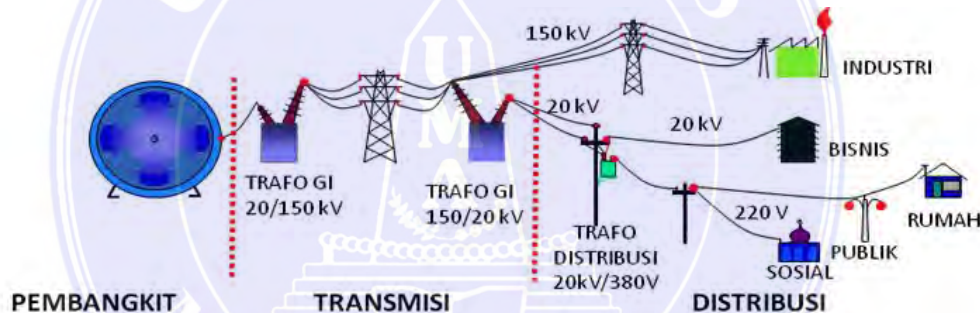


BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Sistem Tenaga Listrik

Sistem tenaga listrik merupakan rangkaian instalasi tenaga listrik yang kompleks yang terdiri dari pusat pembangkit, saluran transmisi dan jaringan distribusi yang dioperasikan secara serentak dalam rangka penyediaan tenaga listrik. Pada Gambar 2.1 dibawah ini dapat dilihat, bahwa tenaga listrik yang dihasilkan dan dikirimkan ke konsumen melalui Pusat Pembangkit Tenaga Listrik, Gardu Induk, Saluran Transmisi, Gardu Induk, Saluran Distribusi, dan kemudian ke beban (konsumen tenaga listrik).



Gambar 2. 1 Sistem Tenaga Listrik

Sistem penyaluran tenaga listrik dari pembangkit tenaga listrik ke konsumen (beban) merupakan hal penting untuk dipelajari. Mengingat penyaluran tenaga listrik prosesnya melalui beberapa tahap, yaitu dari pembangkit tenaga listrik penghasil energi listrik, disalurkan ke jaringan transmisi (SUTET) langsung ke gardu induk. Dari gardu induk tenaga listrik disalurkan ke jaringan distribusi primer (SUTM), dan melalui gardu distribusi langsung ke jaringan distribusi sekunder (SUTR), tenaga listrik dialirkan ke konsumen. Dengan demikian sistem distribusi tenaga listrik berfungsi membagikan tenaga listrik kepada pihak pemakai melalui jaringan tegangan rendah (SUTR), sedangkan suatu saluran transmisi berfungsi untuk menyalurkan

tenaga listrik bertegangan ekstra tinggi ke pusat-pusat beban dalam daya yang besar (melalui jaringan distribusi).

Sistem pembangkit (*generation plant*) terdiri dari satu atau lebih unit pembangkit yang akan mengkonversikan energi mekanik menjadi energi listrik dan harus mampu menghasilkan daya listrik yang cukup sesuai kebutuhan konsumen. Sistem transmisi berfungsi mentransfer energi listrik dari unit-unit pembangkitan di berbagai lokasi dengan jarak yang jauh ke sistem distribusi, sedangkan sistem distribusi berfungsi untuk menghantarkan energi listrik ke konsumen, seperti ditunjukkan pada gambar 2.2 berikut.



Gambar 2. 2 Diagram Garis Sistem Tenaga Listrik

2.1 Pengertian Pembangkit Tenaga Listrik

Pembangkit listrik adalah bagian dari alat industri yang dipakai untuk memproduksi dan membangkitkan tenaga listrik dari berbagai sumber tenaga. Bagian utama dari pembangkit listrik ini adalah generator, yakni mesin berputar yang mengubah energi mekanis menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip medan magnet dan penghantar listrik. Mesin generator ini diaktifkan dengan menggunakan berbagai sumber energi yang sangat bermanfaat dalam suatu pembangkit listrik.

2.2 Jenis – jenis Pembangkit Tenaga Listrik

Saat ini ada banyak sekali jenis pembangkit listrik baik yang ada di Indonesia. Beberapa diantaranya adalah pembangkit listrik tenaga uap, tenaga air, tenaga surya atau matahari, tenaga gas, dan lain sebagainya.

2.2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)

Pembangkit listrik tenaga air (PLTA) merupakan pembangkit listrik yang memanfaatkan aliran air untuk menggerakkan turbin pada generatornya. Pembangkit listrik ini sangat erat kaitannya dengan bendungan atau aliran sungai (*run of river*). Air dibendung kemudian dialirkan dan menggerakkan turbin generator sehingga menghasilkan energi listrik.

2.2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) adalah pembangkit listrik yang memanfaatkan uap hasil pemanasan ketel uap atau boiler untuk menggerakkan turbin pada generator. Jadi energi utama yang digunakan pada PLTU adalah bahan bakar yang nantinya digunakan untuk memanaskan air sehingga menimbulkan uap penggerak turbin generator penghasil listrik.

2.2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah pembangkit listrik yang memanfaatkan tenaga matahari untuk membangkitkan energi listrik. Prinsip kerja dari pembangkit listrik tenaga surya adalah memanfaatkan panel surya atau *solar cell* untuk menyimpan energi listrik dari panas ke dalam baterai. Energi listrik tersebut dapat digunakan kapan saja jika dibutuhkan.

2.2.4 Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG)

Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) adalah pembangkit listrik yang memanfaatkan tekanan gas sebagai penggerak turbin generator. Gas yang berada dalam ruang bakar akan memiliki tekanan tinggi yang mampu menggerakkan turbin. Pembangkit listrik jenis ini menggunakan bahan bakar baik cair maupun gas.

2.2.5 Pembangkit Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP)

Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) adalah pembangkit listrik yang memanfaatkan panas uap bumi untuk menggerakkan turbin. Sebenarnya prinsip kerja dari PLTP sama seperti PLTU, hanya saja uap panas yang dihasilkan berasal

langsung dari perut bumi, oleh sebab itu PLTP banyak ditemukan di pegunungan yang dekat dengan kawah gunung berapi.

2.2.6 Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD)

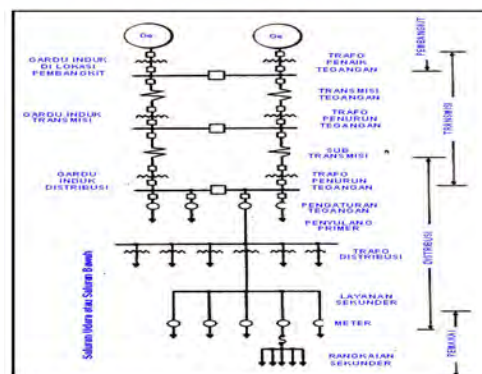
Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) adalah pembangkit listrik yang menggunakan bahan bakar solar. Putaran pada poros diesel dapat menggerakkan generator sehingga menghasilkan energi listrik.

2.2.7 Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN)

Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) adalah pembangkit listrik yang bahan bakarnya menggunakan reaksi pembelahan inti uranium dalam reaktor nuklir. PLTN lebih ramah lingkungan dibanding dengan menggunakan bahan bakar seperti batubara, minyak, gas, dan lainnya. Prinsip kerja dari PLTN ini tidak jauh berbeda dari pembangkit listrik konvensional.

2.4 Pengertian Distribusi Tenaga Listrik

Sistem Distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik. Sistem distribusi ini berguna untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya listrik besar (*Bulk Power Source*) sampai ke konsumen. Fungsi distribusi tenaga listrik adalah untuk membagi atau menyalurkan tenaga listrik ke konsumen dan *sub* sistem tenaga listrik yang langsung berhubungan dengan konsumen, karena catu daya pada pusat-pusat beban (konsumen) dilayani langsung melalui jaringan distribusi. Ilustrasi pengelompokan tegangan sistem distribusi tenaga listrik dapat dilihat pada Gambar 2.3 berikut.



Gambar 2. 3 Pengelompokan Tegangan Sistem Distribusi Tenaga Listrik

2.4.1 Jaringan Distribusi Primer

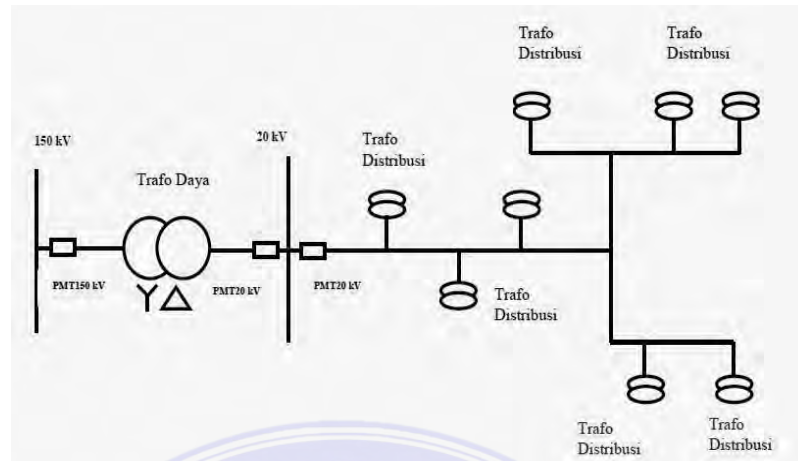
Jaringan distribusi primer yaitu jaringan tenaga listrik yang menyalurkan daya listrik dari gardu induk *sub* transmisi ke gardu distribusi. Jaringan ini merupakan jaringan tegangan menengah atau jaringan tegangan primer. Biasanya, jaringan ini menggunakan 6 (enam) jenis jaringan yaitu sistem radial dan sistem tertutup atau loop, ring, *network spindle* dan *cluster* (Abdul Kadir, 2006).

Konfigurasi jaringan distribusi primer pada suatu sistem jaringan distribusi sangat menentukan mutu pelayanan yang akan diperoleh khususnya mengenai kontinuitas pelayanannya. Adapun jenis jaringan primer yang biasa digunakan adalah:

- a) Jaringan distribusi pola radial
- b) Jaringan distribusi pola *loop*
- c) Jaringan distribusi pola *grid*
- d) Jaringan distribusi pola *spindle*

A. Jaringan Distribusi Pola Radial

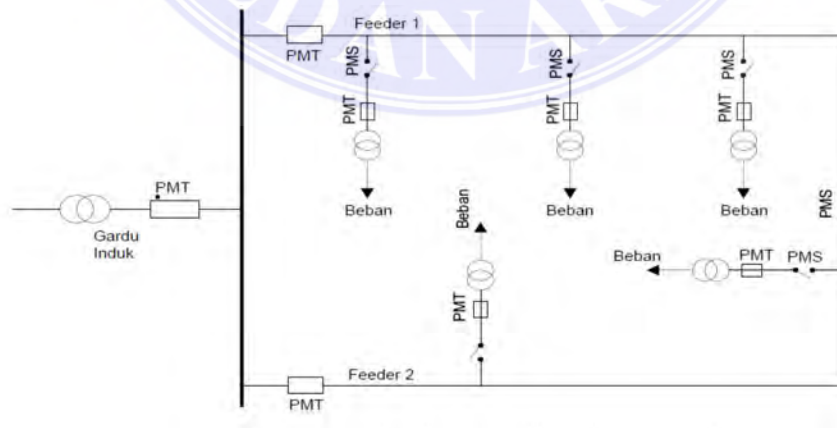
Konfigurasi radial merupakan interkoneksi antara gardu distribusi, dimana beberapa gardu distribusi yang terhubung seri disuplai oleh sebuah busbar GI (Gardu Induk). Konfigurasi ini terdiri dari beberapa penyulang yang keluar dari GI dan sumber tegangannya hanya satu arah saja. Dalam penyulang tersebut terdapat gardu-gardu distribusi yang dilengkapi oleh tranformator (trafo) penurun tegangan menjadi tegangan rendah. Konfigurasi ini merupakan jenis konfigurasi yang paling sederhana dan mudah dalam pengoperasiannya. Tetapi konfigurasi ini memiliki kelemahan, sebab suplai pada gardu distribusi hanya diperoleh dari satu arah saja, sehingga jika suplai dari GI mengalami gangguan, maka seluruh penyulang yang disuplai oleh GI tersebut akan mengalami padam. Ilustrasi jaringan distribusi pola radial dapat dilihat pada Gambar 2.4 berikut



Gambar 2. 4 Jaringan Distribusi Pola Radial

B. Jaringan Distribusi Pola Loop

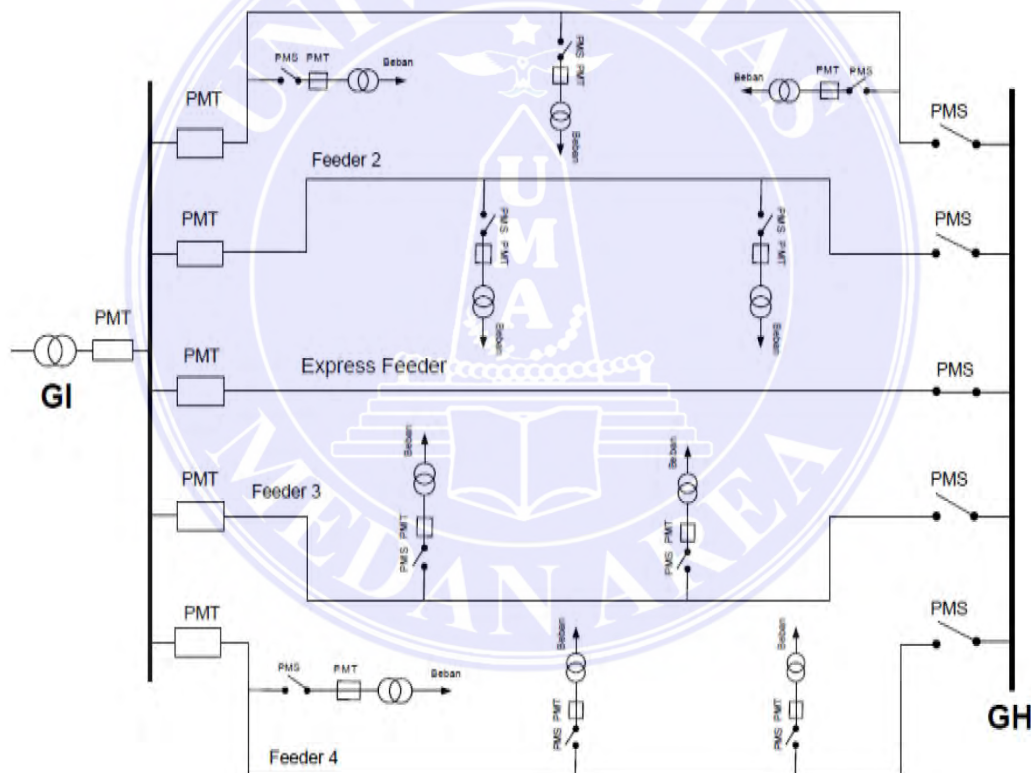
Konfigurasi *Loop* merupakan interkoneksi antar gardu distribusi yang membentuk suatu lingkaran tertutup (*loop*). Pada konfigurasi ini bisa terdapat lebih dari satu busbar gardu induk (GI) dan masing-masing penyulangnya membentuk suatu rangkaian tertutup dengan GI. Keuntungan dari konfigurasi *loop* ini adalah pasokan daya listrik dari GI lebih terjamin. Hal itu disebabkan jika salah satu GI mengalami gangguan maka penyulang akan tetap mendapatkan pasokan dari GI yang lain yang tidak mengalami gangguan dan GI yang mengalami gangguan dapat diperbaiki tanpa takut akan mengganggu suplai daya ke gardu distribusi. Gambar jaringan distribusi pola *loop* dapat dilihat pada Gambar 2.5 berikut.



Gambar 2. 5 Jaringan Distribusi Pola Loop

C. Jaringan Distribusi Pola *Spindle*

Konfigurasi *spindle* merupakan hubungan seri antara gardu distribusi yang kedua ujungnya dihubungkan oleh busbar GI dan GH (Gardu Hubung). Yang menjadi ciri khas dari jaringan ini adalah adanya sebuah penyulang ekspres. Penyulang ekspres ini berfungsi sebagai penyulang cadangan yang akan menyuplai daya ke beban saat salah satu penyulang mengalami gangguan. Pada jaringan spindel ini terdapat beberapa penyulang yang disuplai oleh GI dan berakhir pada suatu gardu hubung. Gambar jaringan distribusi pola *spindle* dapat dilihat pada Gambar 2.6 berikut.



Gambar 2. 6 Jaringan Distribusi Pola Spindle

2.4.2 Jaringan Distribusi Sekunder

Jaringan tegangan distribusi sekunder atau Jaringan Tegangan Rendah (JTR), salurannya bisa berupa Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) yang

menghubungkan Gardu Distribusi/sisi sekunder trafo distribusi ke konsumen. Tegangan sistem yang digunakan adalah 220 Volt dan 380 Volt.

2.4.3 Jaringan Tegangan Menengah (JTM)

Jaringan tegangan menengah berfungsi untuk menyalurkan tenaga listrik dari pembangkit atau gardu induk ke gardu distribusi. Jaringan ini dikenal dengan feeder atau penyulang. Tegangan menengah yang digunakan PT. PLN adalah 12 kv dan 20 kv. Konstruksi JTM terdiri dari :

A. Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM)

SUTM merupakan jaringan kawat tidak berisolasi dan berisolasi. Bagian utamanya adalah tiang (beton, besi), *Cross arm* dan konduktor. Konduktor yang digunakan adalah aluminium (AAAC), berukuran 240 mm², 150 mm², 70 mm², 35 mm².

B. Saluran Kabel Tegangan Menengah (SKTM)

Kabel yang digunakan adalah berisolasi XLPE. Kabel ini ditanam langsung di tanah pada kedalaman tertentu dan diberi pelindung terhadap pengaruh mekanis dari luar. Kabel tanah ini memiliki isolasi sedemikian rupa sehingga mampu menahan tegangan tembus yang ditimbulkan. Dibandingkan dengan kawat pada SUTM maka kabel tanah banyak memiliki keuntungan diantaranya :

- a) Tidak mudah mengalami gangguan baik oleh cuaca dan binatang.
- b) Tidak merusak estetika (keindahan) kota.
- c) Pemeliharaannya hampir tidak ada.

Jenis kabel tegangan menengah adalah :

- a) *Poly Vinyl Chlorida (PVC)*

Digunakan untuk tegangan rendah dan tegangan menengah sampai 12 KV

- a) *Poly Ethylene (PE)*

Digunakan untuk tegangan diatas 10 KV. Contoh : CPT dan VIC

- a) *X Cross Linked Poly Ethylene (XLPE)*

2.4.4 Jaringan Tegangan Rendah (JTR)

Jaringan tegangan rendah berfungsi untuk menyalurkan tenaga listrik dari Gardu Distribusi ke Konsumen tegangan rendah. Tegangan rendah yang digunakan PT. PLN (persero) adalah 127/220 V dan 220/380 V. Konstruksinya terbagi atas :

A. Saluran Udara Tegangan Rendah (SUTR)

SUTR merupakan jaringan kawat yang berisolasi maupun tidak berisolasi. Bagian utama dari SUTR kawat tak berisolasi adalah tiang listrik (besi, beton), *Cross Arm*, Isolator dan penghantar Aluminium / Tembaga (Cu). Saluran Udara Tegangan Rendah memakai penghantar jenis Kabel *Twisted* / kabel pilin (NFAAX-T) dengan penampang berukuran luas penampang 35 mm², 50 mm² dan 70 mm² serta penghantar tak berisolasi *All Aluminium Conductor* (AAC), *All Aluminium Alloy Conductor* (AAAC) dengan penampang 25 mm², 35 mm² dan 50 mm².

Kabel udara yang dipergunakan pada JTR merupakan kabel berinti tunggal dengan bentuk konduktor dipilin bulat, instalasi kabel ini sedemikian rupa sehingga hantaran kabel membentuk kabel pilin dimana beberapa kabel berinti tunggal saling dililitkan sehingga saling membentuk suatu kelompok kabel yang disebut dengan kabel *twisted*. Penghantar jaringan sekunder menggunakan kabel *twisted*, dimana kabel ini mempunyai keuntungan antara lain :

1. Tidak memerlukan banyak peralatan
2. Penghantar tidak terpisah – pisah sehingga menjadi satu bagian
3. Keamanan lebih terjamin sehingga sulit untuk disadap
4. Pelaksanaan pemasangan lebih sederhana dan relatif mudah
5. Aman terhadap cuaca
6. Aman terhadap gangguan ranting – ranting pohon

Bahan isolasi kabel *twisted* dibuat dari bahan jenis *polyethelin* yaitu XLPE. Beberapa sifat isolasi XLPE yaitu :

1. Ketahanan temperatur tinggi
2. Kekuatan mekanis besar

3. Umur relatif bisa lebih lama
4. Bersifat elastis / tidak mudah retak
5. Kerapatan jenis kecil
6. Tahan terhadap air, minyak dan zat – zat kimia yang sering terdapat di alam.

Dengan sifat XLPE tersebut maka kabel *twisted* dapat dipergunakan dengan baik pada kondisi daerah kering ataupun basah. Terdapat 2 jenis konstruksi jaringan distribusi tegangan rendah sesuai dengan sistemnya.

1. Konfigurasi fasa 3 menggunakan kabel Pilin (*twisted cable*) dengan 3 penghantar fasa + 1 netral.
2. Konfigurasi fasa 2 menggunakan kabel Pilin (*twisted cable*) dengan 2 penghantar fasa + 1 netral atau penghantar BC atau AAAC.

B. Saluran Kabel Udara Tegangan Rendah (SKUTR)

Kabel yang digunakan adalah jenis XLPE yang lebih dikenal dengan nama LVTC (*Low Voltage Twisted Cable*). Jenis kabel ini direntangkan di antara tiang penyangga. Bagian utama adalah tiang, kabel dan *Suspension Clamp Bracket*, yang berfungsi untuk menahan kabel pada tiang. Kabel jenis ini sekarang banyak digunakan dalam pemasangan JTR baru karena dianggap konstruksi jenis ini lebih handal.

2.4.5 Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Penyaluran pada Saluran Udara Tegangan Menengah

Penyaluran daya listrik dari pembangkit sampai ke konsumen melalui suatu sistem penyaluran yang panjang, terdapat parameter–parameter yang mempengaruhi besaran tenaga listrik yang diterima. Adapun yang mempengaruhi sistem penyaluran daya listrik pada saluran udara tegangan menengah adalah sebagai berikut:

A. Pengaruh Eksternal

Pengaruh eksternal adalah pengaruh lingkungan yang sering mengakibatkan terjadinya gangguan – gangguan pada sistem sehingga menyebabkan pemadaman listrik, tingkat tegangan yang menurun, serta ayunan tegangan yang diakibatkan oleh faktor alam seperti angin, gempa bumi, badai dan gunung meletus. Sedangkan pengaruh hewan dan manusia terjadi kerusakan alam seperti penebangan pohon didekat jaringan listrik.

B. Pengaruh Internal

Pengaruh internal adalah pengaruh yang dialami oleh saluran listrik tegangan menengah akibat dari kondisi penyaluran tenaga listrik. Pengaruh internal dapat menyebabkan terjadi perubahan listrik yang dikirim dari pusat pembangkitan ke konsumen tenaga listrik. Sehingga untuk memperbaiki perlu dikompensasi dengan peralatan – peralatan bantu distribusi. Pengaruh internal yang dimaksud adalah resistansi, induktansi, dan kapasitansi

1. Resistansi

Resistansi penghantar berpengaruh dominan terhadap saluran udara tegangan menengah 20 kV, yaitu diakibatkan oleh resistansi yang dimiliki oleh material penghantar. Pada penghantar tertentu resistansi yang baik, sehingga jika digunakan sebagai bahan penghantar akan sangat baik, karena rugi – rugi akibat penghantar yang kecil namun untuk dipergunakan sebagai penghantar jaring listrik membutuhkan material yang banyak sehingga tidak ekonomis, sebagai alternatif dipakai penghantar aluminium dan tembaga yang perbandingan secara langsung dengan panjang saluran, makin panjang saluran, maka makin besar pengaruh yang tidak dikompensasi dengan peralatan lain kecuali dengan pengganti jenis dan penampang penghantar.

2. Induktansi

Pengaruh induktansi pada panjang jaringan tenaga listrik adalah akibat dari penghantar yang diberi aliran listrik sehingga terjadi saling mempengaruhi antara penghantar itu sendiri. Apabila penghantar dialiri arus listrik, maka besar tegangan

yang ditimbulkan adalah akibat dari perubahan fluks magnetik yang terjadi. Induktansi yang ditimbulkan oleh penghantar tersebut merupakan jumlah fluks yang timbul (fluks gandeng) per satuan dalam penghantar.

3 Kapasitansi

Pengaruh kapasitansi pada saluran tenaga listrik dapat didefinisikan sebagai muatan – muatan antara dua penghantar per satuan beda potensial. Pengaruh kapasitansi antara dua penghantar dengan netral (bumi) untuk jarak saluran yang panjang sangat mempengaruhi besaran perubahan tenaga listrik sehingga dapat dikompensasi dengan melakukan metode transposisi.

2.5 Kawat Penghantar

Kawat penghantar merupakan bahan yang digunakan untuk menghantarkan tenaga listrik pada sistem saluran udara dari Pusat Pembangkit ke Pusat-Pusat Beban (*load center*), baik langsung menggunakan jaringan distribusi ataupun jaringan transmisi terlebih dahulu.

Pemilihan kawat penghantar yang digunakan untuk saluran udara didasarkan pada besarnya beban yang dilayani, makin luas beban yang dilayani makin besar ukuran penampang kawat penghantar yang digunakan. Dengan penampang kawat yang besar akan membuat tahanan kawat menjadi kecil. Agar tak terjadi kehilangan daya pada jaringan dan daya guna (efisiensi) penyaluran tetap tinggi, diperlukan tegangan yang tinggi. Dengan demikian besarnya penampang kawat penghantar tidak mempengaruhi atau mengurangi penyaluran tenaga listrik.

Tetapi dengan penampang kawat yang besar akan membuat kenaikan harga peralatan. Oleh sebab itu pemilihan kawat penghantar diperhitungkan seekonomis mungkin dengan konduktivitas dan kekuatan tarik yang tinggi, serta dengan beban yang rendah tentunya. Oleh karena itu untuk jaringan distribusi tegangan tinggi maupun distribusi tegangan rendah lebih banyak menggunakan kawat penghantar aluminium yang mempunyai faktor-faktor yang memenuhi syarat sebagai kawat penghantar.

2.5.1 Bahan Kawat Penghantar Jaringan

Bahan-bahan kawat penghantar untuk jaringan tenaga listrik biasanya dipilih dari logam-logam yang mempunyai konduktivitas yang besar, keras dan mempunyai kekuatan tarik (*tensile strenght*) yang besar, serta memiliki berat jenis yang rendah. Juga logam yang tahan akan pengaruh proses kimia dan perubahan suhu serta mempunyai titik cair yang lebih tinggi. Untuk memenuhi syarat-syarat tersebut, kawat penghantar hendaknya dipilih suatu logam campuran (*alloy*), yang merupakan percampuran dari beberapa logam yang dipadukan menjadi satu logam. Dari hasil campuran ini didapatkan suatu kawat penghantar dengan kekuatan tarik dan konduktivitas yang tinggi. Logam campuran yang banyak digunakan untuk jaringan distribusi adalah kawat tembaga campuran (*copper alloy*) atau kawat aluminium campuran (*aluminium alloy*).

Karena faktor ekonomis, saat ini lebih banyak digunakan kawat aluminium campuran untuk jaringan distribusi. Sedangkan kawat lain seperti kawat tembaga, kawat tembaga campuran, atau kawat aluminium berinti baja tidak banyak digunakan.

1. Kawat Tembaga

Tembaga murni merupakan logam liat berwarna kemerahmerahan, yang mempunyai tahanan jenis 0,0175 dengan berat jenis 8,9 dan titik cair sampai 1083° C, lebih tinggi dari kawat aluminium. Kawat tembaga ini mempunyai konduktivitas dan daya hantar yang tinggi. Untuk lebih jelasnya lihat tabel 1 di bawah ini.

Pada mulanya kawat tembaga ini banyak dipakai untuk penghantar jaringan, tetapi bila dibandingkan dengan kawat aluminium untuk tahanan (resistansi) yang sama, kawat tembaga lebih berat sehingga harganya akan lebih mahal. Dengan berat yang sama, kawat aluminium mempunyai diameter yang lebih besar dan lebih panjang dibandingkan kawat tembaga. Dewasa ini cenderung kawat penghantar jaringan digunakan dari logam aluminium.

2. Kawat Aluminium

Aluminium merupakan suatu logam yang sangat ringan, beratnya kira-kira sepertiga dari tembaga, dan mempunyai tahanan jenis tiga kali dari tembaga. Logam aluminium berwarna keperak-perakan yang mempunyai tahanan jenis 0.03 m/cm dengan berat jenis 2.56 dan titik cair sampai 660° C. Sifat logam aluminium ini mudah dibengkok-bengkokkan karena lunaknya. Oleh karena itu kekuatan tarik dari kawat aluminium lebih rendah dari kawat tembaga, yaitu setengah dari kekuatan tarik kawat tembaga.

Untuk itu kawat aluminium hanya dapat dipakai pada gawang (*span*) yang pendek, sedangkan untuk gawang yang panjang dapat digunakan kawat aluminium yang dipilin menjadi satu dengan logam yang sejenis maupun yang tidak sejenis, agar mempunyai kekuatan tarik yang lebih tinggi. Oleh karena itu kawat aluminium baik sekali digunakan sebagai kawat penghantar jaringan.

Kelemahan kawat aluminium ini tidak tahan akan pengaruh suhu, sehingga pada saat cuaca dingin regangan (*stress*) kawat akan menjadi kendor. Agar kekendoran regangan kawat lebih besar, biasanya dipakai kawat aluminium campuran (*alloy aluminium wire*) pada gawang-gawang yang panjang. Selain itu kawat aluminium tidak mudah dipatri (*disolder*) maupun di las dan tidak tahan akan air yang bergaram, untuk itu diperlukan suatu lapisan dari logam lain sebagai pelindung. Juga kawat aluminium ini mudah terbakar, sehingga apabila terjadi hubung singkat (*short circuit*) akan cepat putus. Karena itu kawat aluminium ini banyak digunakan untuk jaringan distribusi sekunder maupun primer yang sedikit sekali mengalami gangguan dari luar. Sedangkan untuk jaringan transmisi kawat yang digunakan adalah kawat aluminium capuran dengan diperkuat oleh baja (*aluminium conductor steel reinforced*) atau (*aluminium clad steel*).

3. Kawat Logam Campuran

Kawat logam campuran merupakan kawat penghantar yang terdiri dari percampuran beberapa logam tertentu yang sejenis guna mendapatkan sifat-sifat

tertentu dari hasil pencampuran tersebut. Dimana di dalam pencampuran tersebut sifat-sifat logam murni yang baik untuk kawat penghantar dipertahankan sesuai dengan aslinya. Hanya saja pencampuran ini khusus untuk menghilangkan kelmahankelemahan dari logam tersebut. Jenis yang banyak digunakan untuk kawat penghantar logam campuran ini adalah kawat tembaga campuran (*copper alloy*) dan kawat aluminium campuran (*alloy aluminium*).

Kawat tembaga campuran sedikit ringan dari kawat tembaga murni, sehingga harganya lebih murah. Kekuatan tarik kawat tembaga campuran ini lebih tinggi, sehingga dapat digunakan untuk gawang yang panjang. Sedangkan kawat aluminium campuran mempunyai kekuatan mekanis yang lebih tinggi dari kawat aluminium murni, sehingga banyak dipakai pada gawang-gawang yang lebih lebar. Juga konduktivitasnya akan lebih besar serta mempunyai daya tahan yang lebih tinggi terhadap perubahan suhu. yang mempunyai tahanan jenis 0,0175 dengan berat jenis 8,9 dan titik cair sampai 1083° C, lebih tinggi dari kawat aluminium.

4. Kawat Logam Paduan

Kawat logam paduan merupakan kawat penghantar yang terbuat dari dua atau lebih logam yang dipadukan sehingga memiliki kekuatan mekanis dan konduktivitas yang tinggi. Biasanya tujuan dari perpaduan antara logam-logam tersebut digunakan untuk merubah atau menghilangkan kekurangan-kekurangan yang terdapat pada kawat-kawat penghantar dari logam murninya.

Kawat logam paduan ini yang banyak digunakan adalah kawat baja yang berlapis dengan tembaga maupun aluminium. Karena kawat baja merupakan penghantar yang memiliki kekuatan tarik yang lebih tinggi dari kawat aluminium maupun kawat tembaga, sehingga banyak digunakan untuk gawang-gawang yang lebar. Tetapi kawat tembaga ini memiliki konduktivitas yang rendah. Oleh karena itu diperlukan suatu lapisan logam yang mempunyai konduktivitas yang tinggi, antara lain tembaga dan aluminium. Selain itu dapat digunakan untuk melindungi kulit kawat logam paduan dari bahaya karat atau korosi. Jenis kawat logam paduan ini

antara lain kawat baja berlapis tembaga (*copper clad steel*) dan kawat baja berlapis aluminium (*aluminium clad steel*). Kawat baja berlapis tembaga mempunyai kekuatan mekanis yang besar dan dapat dipakai untuk gawang yang lebih lebar. Sedangkan kawat baja berlapis aluminium mempunyai kekuatan mekanis lebih ringan dari kawat baja berlapis tembaga, tetapi konduktivitasnya lebih kecil. Oleh karena itu banyak digunakan hanya untuk gawang-gawang yang tidak terlalu lebar. logam liat berwarna kemerah-merahan, yang mempunyai tahanan jenis 0,0175 dengan berat jenis 8,9 dan titik cair sampai 1083° C, lebih tinggi dari kawat aluminium. Tabel keterangan mengenai Sifat – Sifat Logam Penghantar Jaringan tertera pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2. 1 Sifat – Sifat Logam Penghantar Jaringan

Macam logam	BD	Tahanan jenis (m/cm)	Titik cair (°C)	Resistansi (Ω)	Koefisien suhu (°K)	Kekuatan tarik (kg/mm ²)
Aluminium	2,56	0,03	660	33,3	0,0038	15 – 23
Tembaga	8,95	0,0175	1083	57,14	0,0037	30 – 48
Baja	7,85	0,42	1535	10	0,0052	46 - 90
Perak	10,5	0,018	960	62,5	0,0036	
Kuningan	8,44	0,07	1000	14,28	0,0015	
Emas	19,32	0,022	1063	45,45	0,0035	

2.5.2 Resistansi Kawat Penghantar

Tiap-tiap logam mempunyai tahanan jenis (ρ) yang tertentu besarnya. Makin kecil nilai tahanan jenis (*resistivity*) suatu logam makin baik digunakan sebagai kawat penghantar. Seperti halnya kawat tembaga mempunyai tahanan jenis yang paling rendah (0,0175) merupakan logam yang sangat baik digunakan sebagai kawat penghantar dibandingkan dengan kawat aluminium yang mempunyai tahanan jenis 0,030.

Tahanan jenis inilah yang merupakan salah satu faktor untuk menentukan besarnya tahanan (*resistance*) R dalam suatu kawat penghantar, disamping faktor-faktor luas penampang kawat (A) dan panjang kawat (l) pada suatu penghantar jaringan. Dimana besarnya tahanan dari suatu kawat penghantar sebanding dengan panjangnya dan berbanding terbalik dengan luas penampang kawat, yang dinyatakan dengan persamaan :

$$R = \rho \frac{l}{A} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

R = besarnya tahanan kawat (Ω)

ρ = nilai tahanan jenis kawat (m/mm)

l = panjang kawat penghantar (m)

A = luas penampang kawat (mm^2)

Makin panjang suatu jaringan makin jauh pula jarak tempuh arus listrik dan makin besar tahanan kawat tersebut. Sebaliknya, jika diameter kawat makin besar, maka aliran listrik dapat mengalir dengan mudah dan nilai tahanan makin kecil. Begitupula makin besar diameter kawat makin lebar ukuran beban pelayanan yang harus dilayani.

Selain dari pada itu besarnya tahanan suatu kawat penghantar akan berubah karena pengaruh suhu. Makin besar perbedaan kenaikan suhu makin bertambah besar tahanan kawat penghantar. Perubahan besarnya nilai tahanan tersebut sesuai

dengan persamaan :

$$R_{t_2} = R_{t_1} [1 + \alpha_{t_1} (t_2 - t_1)] \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

R_{t_1} = Tahanan pada temperatur t_1

R_{t_2} = Tahanan pada temperatur t_2

α_{t_1} = Koefisien temperature tahanan temperatur $t_1^\circ\text{C}$

$$\text{Jadi, } \frac{R_{t2}}{R_{t1}} = \frac{T + t_2}{T + t_1} \dots\dots\dots(3)$$

$$\text{Atau } R_{t2} = R_{t1} \frac{T + t_2}{T + t_1} \dots\dots\dots(4)$$

Tabel keterangan mengenai T_0 dan α_1 untuk bahan konduktor standard tertera pada Tabel 2.2 berikut.

Tabel 2. 2 Nilai T_0 dan α_1 untuk bahan konduktor standard

Jenis Material	$T_0^{\circ\text{C}}$	Koefisien temperatur dari Tahanan $\times 10^{-2}$						
		α_0	α_{20}	α_{25}	α_{50}	α_{75}	α_{80}	α_{100}
Cu 100%	234,5	4,27	3,93	3,85	3,52	3,25	3,18	3,99
Cu 97,5%	241	4,15	3,83	3,76	3,44	3,16	3,12	2,93
Al 61%	228,1	4,38	4,03	3,95	3,60	3,30	3,25	3,05

Dimana :

R_{t1} = Tahanan DC pada temperatur t_1 °C

R_{t2} = Tahanan DC pada temperatur t_2 °C

T = Temperatur transisi beban

t_1 = 20 °C, Suhu terendah pada penghantar telanjang

t_2 = 60 °C, Suhu tertinggi pada penghantar telanjang

Untuk menghitung tahanan dari kawat telanjang ada beberapa faktor yang mempengaruhi, diantaranya yaitu efek kulit. Dapat dipersamakan:

$$R_{ac} = K \times R_{t2} \Omega / \text{km} \dots\dots\dots(5)$$

Dimana :

R_{ac} = Tahanan AC pada frekuensi yang diketahui

R_{t2} = Tahanan DC pada temperatur t_2 °C

K = Faktor Koreksi (1,02)

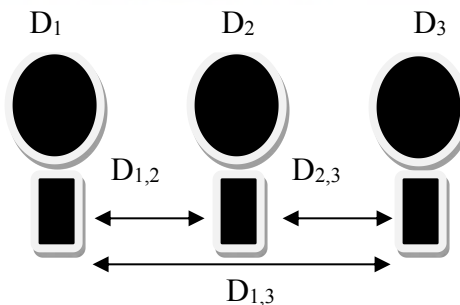
Tabel keterangan mengenai Tahanan DC pada temperatur t_1 °C pada pada jenis kabel XLPE tertera pada Tabel 2.3 berikut.

Tabel 2. 3 Tahanan DC pada temperatur t_1 °C pada pada jenis kabel XLPE

MEDIUM VOLTAGE XLPE INSULATED POWER CABLES											
TABLE 6A SINGLE-CORE 11kV UNARMED CABLES (COPPER CONDUCTOR)											
Nominal Area of Conductors sq. mm	Thickness of Insulation mm	Thickness of Outer Sheath mm	Overall Diameter mm	Approx. Weight kg/km	Electrical Characteristics						
					Current Rating		Conductor Resistance		Reactance	Capacitance	
					In Air at 40°C amp	In Ground at 25°C amp	dc at 20°C Ω/km	50Hz at 90°C Ω/km	at 50Hz Ω/km	μF/km	
50	3.4	1.7	23.7	950	217	198	0.387	0.493	0.126	0.27	
70	3.4	1.7	25.3	1180	242	243	0.268	0.342	0.119	0.31	
95	3.4	1.8	27.1	1470	306	288	0.193	0.247	0.112	0.34	
120	3.4	1.8	28.6	1740	353	324	0.153	0.196	0.108	0.37	
150	3.4	1.9	30.0	2030	400	369	0.124	0.159	0.106	0.40	
185	3.4	1.9	31.7	2420	459	414	0.0991	0.128	0.103	0.44	
240	3.4	2.0	34.0	3010	544	477	0.0754	0.0980	0.099	0.49	
300	3.4	2.1	36.4	3640	629	540	0.0601	0.0790	0.096	0.54	
400	3.4	2.2	39.4	4510	714	612	0.0470	0.0633	0.093	0.59	
500	3.4	2.3	42.7	5620	799	675	0.0366	0.0511	0.090	0.66	
630	3.4	2.4	46.5	7070	944	752	0.0283	0.0416	0.087	0.74	

2.5.3 Induktansi Dan Reaktansi Induktif

Dalam menganalisa suatu system, induktansi dan reaktansi induktif dari saluran merupakan salah satu parameter yang sangat menentukan. Harga induktansi dan reaktansi induktif tergantung dari material, jarak dan bentuk dari konfigurasi jaringan. Seperti diketahui bahwa bentuk konfigurasi dari jaring dari konfigurasi simetris dan tidak simetris. Pada tugas akhir ini yang dibahas hanya konfigurasi jaring simetris. Konfigurasi konduktor seperti pada gambar 2.13.



Gambar 2.7 Konfigurasi Konduktor

Untuk mencari GMD pada kawat 3 fasa maka dinyatakan dengan persamaan:

$$GMD = \sqrt[3]{D_{1,2} + D_{2,3} + D_{1,3}} \dots\dots\dots(6)$$

Sedangkan untuk mencari GMR dinyatakan dengan persamaan:

$$GMR = \alpha \times \sqrt{\frac{A}{\pi}} \dots\dots\dots(7)$$

Tabel faktor ketergantungan pada jumlah urat kawat penghantar tertera pada Tabel 2.4 berikut.

Tabel 2. 4 Faktor Ketergantungan Pada Jumlah Urat Kawat Penghantar

<i>CU/AL</i>		<i>ACSR</i>	
Jumlah Urat	α_g	Jumlah Urat	α_g
Solid	0.779	26	0.809
7	0.726	30	0.829
19	0.758	54	0.81
30	0.768		
61	0.772		
91	0.774		
127	0.776		

Karena bentuk dari gelombang arus dan tegangan adalah sinusoidal, maka reaktansi induktif dinyatakan dengan rumus:

$$X_L = 2 \pi f \times 10^{-7} \ln \frac{GMD}{GMR} \Omega / km \dots\dots\dots(8)$$

Untuk menentukan induktansi dari masingmasing kawat penghantar dapat dinyatakan dengan persamaan:

Dimana :

f = Frekuensi

α_g = Faktor ketergantungan pada jumlah urat kawat penghantar (Tabel 2.4)

GMD = Geometric Mean Radiance (Jarak rata-rata geometris)

GMR = Geometric Mean Radius (Radius rata-rata geometris)

A = Luas penampang mm²

XL = Reaktansi Induktif

D = Jarak antar penghantar

2.6 Daya Listrik

Pada sistem tenaga listrik terdapat perbedaan antara daya atau kekuatan (*power*) dan energi. Energi adalah daya dikalikan waktu sedangkan daya listrik merupakan hasil perkalian tegangan dan arusnya, dengan satuan daya listrik yaitu watt yang menyatakan banyaknya tenaga listrik yang mengalir per satuan waktu (*Joule/s*). Daya listrik (P) yang dihasilkan oleh arus listrik (I) pada tegangan (V) dinyatakan dengan persamaan (1).

$$P = I \cdot V \dots\dots\dots(10)$$

dimana,

P = Daya (Watt)

I = Arus (Ampere)

V = Tegangan (Volt)

Dalam sistem listrik arus bolak-balik, dikenal adanya 3 jenis daya untuk beban yang memiliki impedansi (Z), yaitu Daya Aktif (P) Daya aktif (*Active Power*) disebut juga daya nyata yaitu daya yang dibutuhkan oleh beban.

2.6.1 Daya Aktif (P)

Daya aktif (*Active Power*) disebut juga daya nyata yaitu daya yang dibutuhkan oleh beban. Satuan daya aktif adalah Watt dinyatakan dengan persamaan (11) dan (12).

$$P = V \cdot I \cdot \cos \phi \dots\dots\dots(11)$$

$$P = 3 \cdot V_L \cdot I_L \cdot \cos \phi \dots\dots\dots(12)$$

2.6.2 Daya Reaktif (Q)

Daya reaktif adalah daya yang timbul akibat adanya efek induksi elektromagnetik oleh beban yang mempunyai nilai induktif (fase arus tertinggal / *lagging* atau kapasitif (fase arus mendahului / *leading*). Satuan daya reaktif adalah VAR dinyatakan dengan persamaan (13) dan (14).

$$Q = V \cdot I \cdot \sin \phi \dots\dots(13)$$

$$Q = .3 \cdot V_L \cdot I_L \cdot \cos \phi \dots(14)$$

2.6.3 Daya Semu (S)

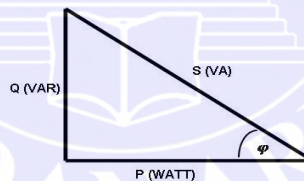
Pada beban impedansi (Z), daya semu adalah daya yang terukur atau terbaca pada alat ukur. Daya semu adalah penjumlahan daya aktif dan daya reaktif secara vektoris. Satuan daya ini adalah VA dinyatakan dengan persamaan (15).

$$S = I \cdot V \dots\dots\dots(15)$$

Faktor daya memiliki kaitan yang erat terhadap adanya rugi-rugi. Faktor daya merupakan perbandingan daya aktif dan daya semu dan dirumuskan dengan persamaan:

$$\text{Faktor Daya } (\cos \phi) = \frac{\text{Daya aktif}}{\text{Daya semu}} = \frac{P}{S} \dots\dots\dots(16)$$

Faktor daya dikenal dengan nama $\cos \phi$, dimana sudut ϕ adalah sudut fasanya. Untuk lebih memahami $\cos \phi$ maka dipergunakan segitiga daya seperti Gambar 2.8 berikut.



Gambar 2. 8 Segitiga Daya

Hubungan antara daya semu (S), daya aktif (P) dan daya reaktif (Q):

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$S = V \cdot I$$

$$P = S \cdot \cos \phi,$$

$$P = V \cdot I \cdot \cos \phi$$

$$Q = S \sin \phi$$

$$Q = V \cdot I \cdot \sin \phi$$

$$\tan \phi = Q/P$$

2.7 Jatuh tegangan / Drop Tegangan

Jatuh tegangan pada jaringan transmisi adalah selisih antara tegangan pangkal atau pengirim (*sending end*) dengan tegangan pada ujung penerima (*receiving end*). Mencari persentase jumlah jatuh tegangan.

$$\Delta V (\%) = \frac{100 (R \cos \phi_R + X \sin \phi_R)}{v_s^2} = \sum_{i=1}^n Si \cdot li [\%] \dots\dots\dots (17)$$

Dimana:

$\Delta V(\%)$	= Jatuh tegangan (%)
S	= Daya yang disalurkan (VA)
X	= Reaktansi saluran (Ω/Km)
R	= Resistansi saluran (Ω/Km)
l	= Panjang penghantar (Km)
ϕ_R	= Faktor daya penghantar

Penurunan tegangan maksimum pada beban penuh, yang dibolehkan dibeberapa titik pada jaringan distribusi adalah (SPLN 72 :1987) :

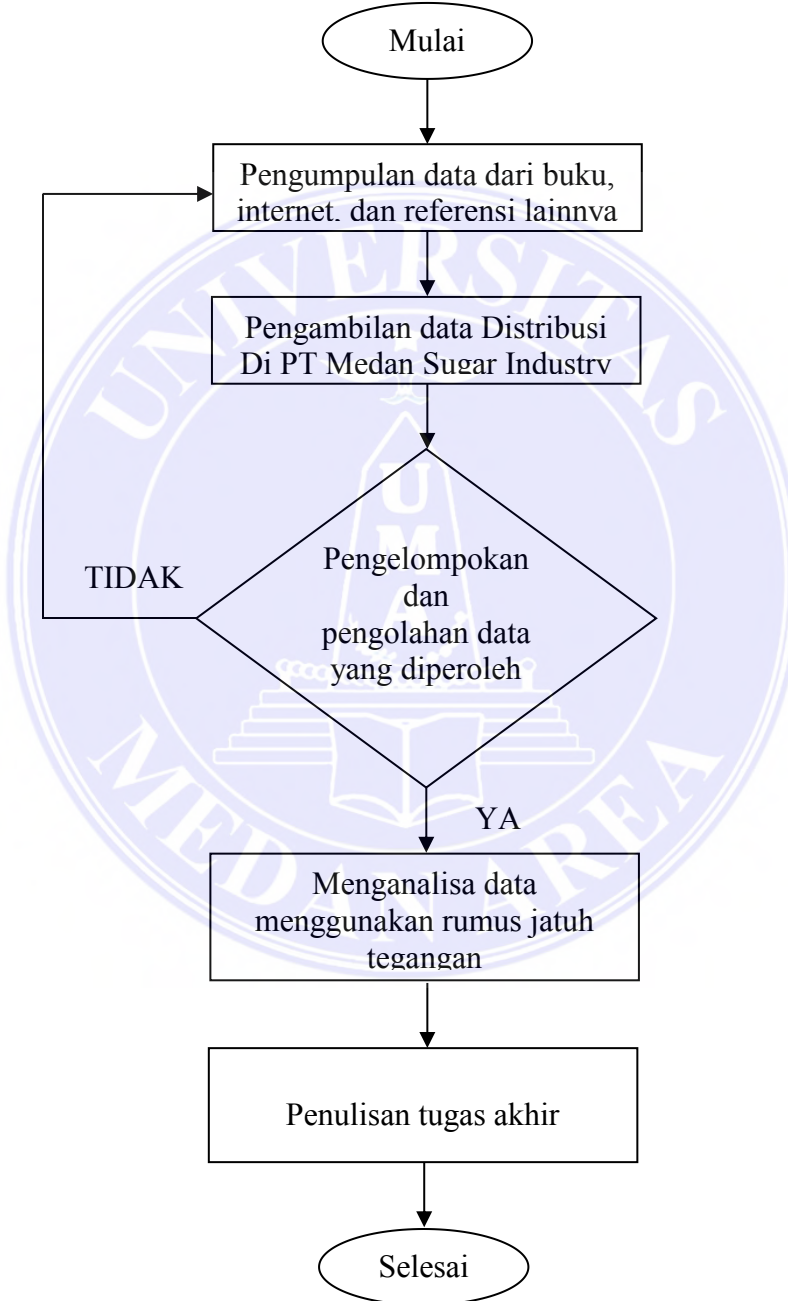
- a. SUTM = 5 % dari tegangan kerja bagi sistem radial
- b. SKTM = 2 % dari tegangan kerja pada sistem spindel dan gugus.
- c. Trafo distribusi = 3 % dari tegangan kerja
- d. Saluran tegangan rendah = 4 % dari tegangan kerja tergantung kepadatan beban.
- e. Sambungan rumah = 1 % dari tegangan nominal.

BAB III

PENGUMPULAN DATA

3.1 *Flowchart* Penelitian

Flowchart penelitian di dalam skripsi ini tertera pada Gambar 3.1 berikut



Gambar 3.1 *Flowchart* penelitian di PT Medan Sugar Industry

3.2 Sumber Energi Medan Sugar Industry

Medan Sugar Industry adalah salah satu perusahaan yang bergerak di bidang industry gula rafinasi. Medan Sugar Industry memiliki tiga main power yaitu PLN (Perusahaan Listrik Negara), TG (Turbin Generator), DG (Diesel Generator).

Diagram Line Medan Sugar Industry dapat dilihat pada Gambar 3.2

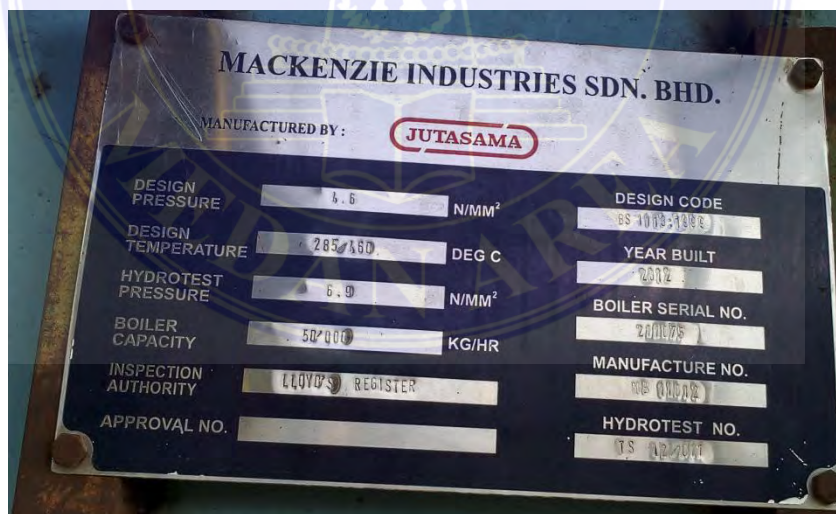


Gambar 3. 2 Diagram Line Medan Sugar Industry

Diantara ketiga power ini tidak digunakan secara bersamaan, tergantung operasional atau kebutuhan daya. PLN men-supply sebesar 1250kVA/380V/50Hz, DG men-supply 1350kVA/380V/3HP/50Hz, TG men-supply 6M/6.3kV/50Hz. Gambar dari TG (Turbin Generator), DG (Diesel Generator), sumber power dari PLN tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.3, Gambar 3.4, Gambar 3.5, Gambar 3.6 , Gambar 3.7, dan Gambar 3.8 berikut ini.



Gambar 3. 3 Boiler Medan Sugar Industry



Gambar 3. 4Name Plate Boiler Medan Sugar Industry



Gambar 3. 5 Turbin Generator Medan Sugar Industry

SYN. GENERATOR																			
PHASE	3	TYPE	NTAKL	FORM	RC														
POLES	4	OUTPUT	6000 kw	R P M	1500														
VOLTS	6300	AMP.S	688	Hz	50														
P. F.	0.8			EXCITATION VOLTS	90														
RATING	CONT.			FIELD AMP.S	384														
COOLANT TEMP.	45 °C			ARM. CONNECTION	A														
THERMAL CLASSIFICATION : ARM.		155(F)		FIELD	155(F)														
BRUSHLESS EXCITER : OUTPUT		44 kVA	VOLTS	70	AMP.S	363													
EXCITATION VOLTS		90	FIELD AMP.S	7.4															
PROTECTION		IP44	COOLING	IC91W															
C O D E		JEC-2130-2000 Amd.1:2009-05																	
SERIAL NO.		741582A1A	MASS	23000	kg														
		MANUFACTURED IN			OCT-2012														
NSDK																			
NISHISHIBA ELECTRIC CO., LTD.																			
MADE IN JAPAN																			

Gambar 3. 6 Name Plate Turbin Generator



Gambar 3. 7 Generator Medan Sugar Industry



Gambar 3. 8 Sumber power PLN di Medan Sugar Industry

3.3 Sistem Distribusi Listrik Medan Sugar Industry

Dari tiga main power yaitu PLN (Perusahaan Listrik Negara), TG (Turbin Generator), DG (Diesel Generator) yang dapat di-sinkronkan adalah TG ke PLN dan TG Ke DG atau sebaliknya PLN ke TG dan DG ke TG. DG ke PLN tidak bisa di-sinkronisasi dikarenakan tidak ada *line* dan alat sinkronisasi. Dari power tersebut akan dua unit *feeder* untuk *incoming feeder* dan lima unit untuk *outgoing feeder*.

Tujuh dari *feeder* tersebut yaitu :

1. *Incoming Feeder From TG-1*
2. *Incoming Feeder From PLN/DG Panel*
3. *Feeder Outgoing 1*
4. *Feeder Outgoing 2*
5. *Feeder Outgoing 3*
6. *Feeder Outgoing 4*
7. *Feeder Outgoing 5*

Gambar *panel feeder* Medan Sugar Industry tertera pada gambar 3.9 berikut.



Gambar 3. 9 Feeder 1 sampai Feeder 5 di Medan Sugar Industry

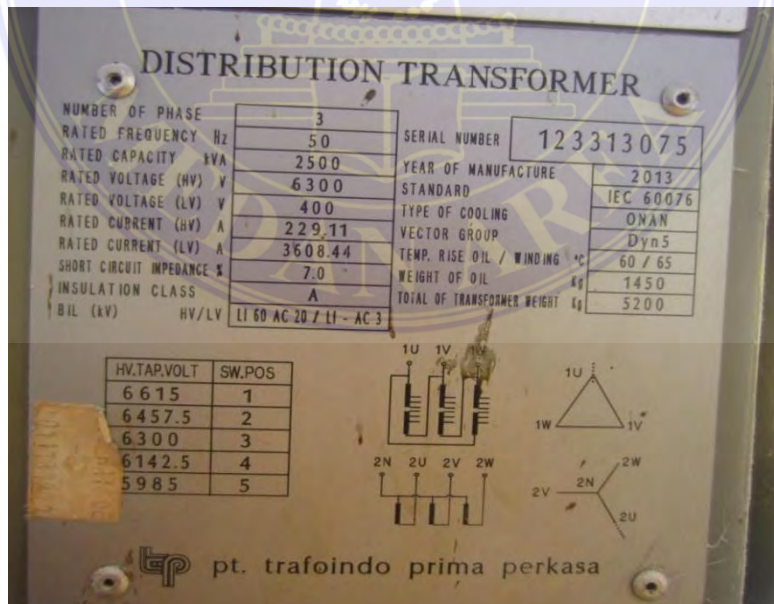
Kubical PLN melalui Automatic Transfer Switch (ATS) akan men-supply Trafo 6 dimana Trafo ini berfungsi menurunkan tegangan dari 20 kV menjadi 380 Volt, kemudian masuk ke Panel OCS (Over Change Switch PLN / DG), akan men-supply Trafo 7 yang mana Trafo ini berfungsi menaikkan tegangan dari 380 Volt menjadi 6.3 kV, kemudian dari Outgoing Trafo 7 masuk ke Incoming Feeder PLN/DG melalui VCB 7.2 kV/630A kemudian masuk ke Bus bar 6.3kV. Dari Bus bar 6.3kV dibagi ke 5 Load (beban) yaitu dari feeder 1 sampai feeder 5. Feeder Outgoing 1 melalui Vacuum Circuit Breaker (VCB) 7.2kV-12kV/630A-1250A akan men-supply Trafo 1 yang mana Trafo ini berfungsi menurunkan tegangan dari 6.3 kV menjadi 380 Volt, Feeder Outgoing 2 melalui Vacuum Circuit Breaker (VCB) 7.2kV-12kV/630A-1250A akan men-supply Trafo 2 yang mana Trafo ini berfungsi menurunkan tegangan dari 6.3 kV menjadi 380 Volt, Feeder Outgoing 3 melalui Vacuum Circuit Breaker (VCB) 7.2kV-12kV/630A-1250A akan men-supply Trafo 3 yang mana Trafo ini berfungsi menurunkan tegangan dari 6.3kV menjadi 380 Volt, Feeder Outgoing 4 melalui Vacuum Circuit Breaker (VCB) 7.2kV-12kV/630A-1250A akan men-supply Trafo 4 yang mana Trafo ini berfungsi menurunkan

tegangan dari 6.3 kV menjadi 380 Volt, Feeder Outgoing 5 melalui Vacuum Circuit Breaker (VCB) 7.2kV-12kV/630A-1250A akan men-supply Trafo 5 yang mana Trafo ini berfungsi menurunkan tegangan dari 6.3kV menjadi 380 Volt.

Berikut Spesifikasi dari ke tujuh Transformator tersebut :

1. Trafo 1, Step Down, 2500 KVA, 6.3/0.4 kV, 3 Phase, 50 Hz
2. Trafo 2, Step Down, 1600 KVA 6.3/0.4 kV, 3 Phase, 50 Hz
3. Trafo 3, Step Down, 2500 KVA 6.3/0.4 kV, 3 Phase, 50 Hz
4. Trafo 4, Step Down, 1600 KVA 6.3/0.4 kV, 3 Phase, 50 Hz
5. Trafo 5, Step Down, 1600 KVA 6.3/0.4 kV, 3 Phase, 50 Hz
6. Trafo 6, Step Down, 1250 KVA 20/0.4 kV, 3 Phase, 50 Hz
7. Trafo 7, Step Up, 1600 KVA 6.3/0.4 kV, 3 Phase, 50 Hz

Spesifikasi dari ke tujuh Transformator tersebut dapat dilihat pada *Name Plate* Trafo pada Gambar 3.10 Gambar 3.11, Gambar 3.12 dan Gambar 3.13 tertera pada gambar berikut.



Gambar 3. 10 Name Plate Trafo 1 dan Trafo 3



Gambar 3. 11 Name Plate Trafo 2, Trafo 4, Tarfo 5, dan Trafo 7



Gambar 3. 12 Name Plate Trafo 6



Gambar 3. 13 Trafo 5 Dan Trafo 7

3.4 Sistem Penyaluran Tenaga Listrik Menuju Beban Medan Sugar Industry

Main Distribution Board (MDB) yang digunakan sebagai panel utama untuk beban sebanyak lima unit.

Lima dari *Main Distribution Board* (MDB) tersebut yaitu :

1. *Main Distribution Board 1* (MDB 1)
2. *Main Distribution Board 2* (MDB 2)
3. *Main Distribution Board 3* (MDB 3)
4. *Main Distribution Board 4* (MDB 4)
5. *Main Distribution Board 5* (MDB 5)



Gambar 3. 14 Main Distribution Board 1 dan 3 Medan Sugar Industry

Trafo 1 melalui *Air Circuit Breaker* (ACB) 4000 A akan akan men-supply *Main Distribution Board* 1 (MDB 1), Trafo 2 melalui *Air Circuit Breaker* (ACB) 2500 A akan akan men-supply *Main Distribution Board* 2 (MDB 2), Trafo 3 melalui *Air Circuit Breaker* (ACB) 4000A akan akan men-supply *Main Distribution Board* 3 (MDB 3), Trafo 4 melalui *Air Circuit Breaker* (ACB) 2500 A akan men-supply *Main Distribution Board* 4 (MDB 4), Trafo 5 melalui *Air Circuit Breaker* (ACB) 2500 A akan men-supply *Main Distribution Board* 5 (MDB 5), *Main Distribution Board* (MDB) akan men-supply ke *Motor Control Center* (MCC). MCC yang digunakan sebanyak dua puluh satu MCC.

Dua puluh satu dari *Motor Control Center* (MCC) yaitu :

1. *Motor Control Center 1 – 1 (MCC 1 – 1)*
2. *Motor Control Center 1 – 2 (MCC 1 – 2)*
3. *Motor Control Center 1 – 3 (MCC 1 – 3)*
4. *Motor Control Center 1 – 4 (MCC 1 – 4)*
5. *Motor Control Center 1 – 5 (MCC 1 – 5)*
6. *Motor Control Center 1 – 6 (MCC 1 – 6)*
7. *Motor Control Center Centrifugal*
8. *Motor Control Center 3 – 1 (MCC 3 – 1)*
9. *Motor Control Center 3 – 2 (MCC 3 – 2)*
10. *Motor Control Center 3 – 3 (MCC 3 – 3)*
11. *Motor Control Center 3 – 4 (MCC 3 – 4)*
12. *Motor Control Center 3 – 5 (MCC 3 – 5)*
13. *Motor Control Center 3 – 6 (MCC 3 – 6)*
14. *Motor Control Center 3 – 2 – 1 (MCC 3 – 2 – 1)*
15. *Motor Control Center 4 – 1 (MCC 4 – 1)*
16. *Motor Control Center 4 – 2 (MCC 4 – 2)*
17. *Motor Control Center 4 – 3 (MCC 4 – 3)*
18. *Motor Control Center 4 – 4 (MCC 4 – 4)*
19. *Motor Control Center 4 – 5 (MCC 4 – 5)*

- 20. *Motor Control Center Tandan Kosong*
- 21. *Motor Control Center RO (Reverse Osmosis)*
- 22. *Motor Control Center Boiler*
- 23. *Motor Control Center Fuel Handling*
- 24. *Motor Control Center 5 – 1-1 (MCC 5 – 1 – 1)*



Gambar 3. 15 MCC Mackenzie di Medan Sugar Industry

3.5 Beban Listrik Medan Sugar Industry

Motor Control Center 1 – 1 men-supply sebanyak 28 unit motor, *Motor Control Center 1 – 2* men-supply sebanyak 38 unit, *Motor Control Center 1 – 3* men-supply sebanyak 16 unit motor, *Motor Control Center 1 – 4* men-supply sebanyak 13 unit motor, *Motor Control Center 1 – 5* men-supply sebanyak 16 unit motor, *Motor Control Center 1 – 6* men-supply sebanyak 13 unit motor, *Motor Control Center*

Centrifugal men-supply sebanyak 6 unit motor, *Motor Control Center 3 – 1* men-supply sebanyak 18 unit motor, *Motor Control Center 3 – 2* men-supply sebanyak 48 unit motor, *Motor Control Center 3 – 3* men-supplysebanyak 21 unit motor, *Motor Control Center 3 – 4* men-supply sebanyak 5 unit motor, *Motor Control Center 3 – 5* men-supply sebanyak 11 unit motor, *Motor Control Center 3 – 6* men-supply sebanyak 21 unit motor, *Motor Control Center 3 – 2 – 1* men-supply sebanyak 4 unit motor, *Motor Control Center 4 – 4* men-supply sebanyak 13 unit motor, *Motor Control Center 4 – 5* men-supply sebanyak 11 unit motor, *Motor Control Center 5 – 1 – 1* men-supply sebanyak 3 unit motor, *Motor Control Center Boiler* men-supply sebanyak 48 unit motor, *Motor Control Center Fuel Handling* men-supply sebanyak 11 unit motor, *Motor Control Center tandan kosong* men-supply sebanyak 12 unit motor, *Motor Control Center Reverse Osmosis (RO)* men-supply sebanyak 14 unit motor, *Motor Control Center WWTP* men-supply sebanyak 20 unit motor.

Berikut total dan spesifikasi motor yang digunakan untuk menggerakkan beban:

1. Motor 3 Phase 0.01 kW 3 Unit
2. Motor 3 Phase 0.06 kW 1 Unit
3. Motor 3 Phase 0.25 kW 2 Unit
4. Motor 3 Phase 0.3 kW 6 Unit
5. Motor 3 Phase 0.4 kW 1 Unit
6. Motor 3 Phase 0.75 kW 13 Unit
7. Motor 3 Phase 0.8 kW 20 Unit
8. Motor 3 Phase 0.97 kW 3 Unit
9. Motor 3 Phase 1.1 kW 4 Unit
10. Motor 3 Phase 1.5 kW 31 Unit
11. Motor 3 Phase 2.2 kW 28 Unit
12. Motor 3 Phase 2.5 kW 4 Unit
13. Motor 3 Phase 3 kW 9 Unit
14. Motor 3 Phase 3.7 kW 14 Unit

15. Motor 3 Phase 4 kW	25 Unit
16. Motor 3 Phase 4.6 kW	4 Unit
17. Motor 3 Phase 5.5 kW	37 Unit
18. Motor 3 Phase 6.5 kW	1 Unit
19. Motor 3 Phase 7.5 kW	29 Unit
20. Motor 3 Phase 11 kW	24 Unit
21. Motor 3 Phase 15 kW	31 Unit
22. Motor 3 Phase 18.5 kW	6 Unit
23. Motor 3 Phase 22 kW	28 Unit
24. Motor 3 Phase 30 kW	17 Unit
25. Motor 3 Phase 37 kW	4 Unit
26. Motor 3 Phase 45 kW	7 Unit
27. Motor 3 Phase 55 kW	3 Unit
28. Motor 3 Phase 75 kW	11 Unit
29. Motor 3 Phase 90 kW	4 Unit
30. Motor 3 Phase 132 kW	1 Unit
31. Motor 3 Phase 160 kW	7 Unit
32. Motor 3 Phase 173 kW	8 Unit
33. Motor 3 Phase 250 kW	2 Unit

Untuk penerangan terdapat dua puluh tiga panel penerangan dengan jenis lampu yang berbeda setiap panelnya. Panel Penerangan melayani 23 area penerangan yaitu :

1. LP - 1 Process	83 Pcs
2. LP - 2 Process	7 Pcs
3. LP - 3 Process	36 Pcs
4. LP - 4 Process	37 Pcs
5. LP - 5 Process	6 Pcs
6. LP - 6 Process	6 Pcs
7. LP - 7 Process	67 Pcs

8.	LP - 8 Process	42 Pcs
9.	LP - 9 Lampu Raw Sugar	83 Pcs
10.	LP - 10 Compressor	6 Pcs
11.	LP - 11 Lime and Salt House	14 Pcs
12.	LP - 12 Workshop	13 Pcs
13.	LP - 13 WTP	10 Pcs
14.	LP - 14 Power House	52 Pcs
15.	LP - 15 Boiler	40 Pcs
16.	LP - 16 Fuel Handling (Cangkang)	18 Pcs
17.	LP - 17 Tandan Kosong	33 Pcs
18.	LP - 18 Office	99 Pcs
19.	LP - 19 Finish Good & Inventory	42 Pcs
20.	LP - 20 Musholah & Canteen	18 Pcs
21.	LP - 21 Locker, Office Finish Good & Koperasi	19 Pcs
22.	LP - 22 Jalan	51 Pcs
23.	LP - 23 Laboratorium	24 Pcs

Total dan jenis lampu yang digunakan yaitu :

1.	TL 2x36W	938 Pcs
2.	HPI-T 400W	21 Pcs
3.	HPL-N 250W	123 Pcs
4.	HPL-N 400W	71 Pcs
5.	XL 18	22 Pcs
6.	LED 10W	100 Pcs

Air Conditioner (AC) yang digunakan sebanyak tujuh puluh dua unit di delapan belas area. Area yang menggunakan Air Conditioner yaitu :

1.	Bagging Room	10 Unit
2.	Operator Jembatan Timbang 1 & 2	3 Unit

3. Laboratorium	7 Unit
4. <i>Power House (Control Room)</i>	10 Unit
5. <i>MCC Room Brine Lime House</i>	1 Unit
6. MDB 1 & 3	3 Unit
7. MDB 2	2 Unit
8. <i>Stand By Room E-I-A (Container)</i>	1 Unit
9. <i>Stand By Room</i>	2 Unit
10. <i>DCS Room</i>	4 Unit
11. Bea Cukai	1 Unit
12. <i>Security Office</i>	1 Unit
13. Locker Room	2 Unit
14. <i>Finish Good Room</i>	2 Unit
15. <i>Canteen</i>	4 Unit
16. Mushollah	3 Unit
17. <i>Office</i>	14 Unit
18. Inventory	3 Unit

Jenis AC dan total AC yang digunakan dijelaskan pada tabel berikut :

1. Daikin, 60.000 Btu/h (6 PK), <i>Floor Standing</i>	1 Unit
2. Daikin, 8.400 Btu/h (1 PK), <i>Wall Mounted</i>	1 Unit
3. Daikin, 19.500 Btu/h (2 PK), <i>Wall AC Casette</i>	1 Unit
4. Daikin, 19.500 Btu/h (2 PK), <i>Wall Mounted</i>	3 Unit
5. LG, 50.000 Btu/h (5 PK), <i>Floor Standing</i>	3 Unit
6. LG, 8.400 Btu/h (1 PK), <i>Wall Mounted</i>	1 Unit
7. LG, 8.400 Btu/h (2 PK), <i>Wall Mounted</i>	1 Unit
8. Mc. Quay, 8.400 Btu/h (1 PK), <i>Wall Mounted</i>	7 Unit
9. Mc. Quay, 12.000 Btu/h (1,5 PK), <i>Wall Mounted</i>	8 Unit
10. Mc. Quay, 19.500 Btu/h (2 PK), <i>Wall Mounted</i>	37 Unit
11. Mc. Quay, 50.000 Btu/h (5 PK), <i>Floor Standing</i>	2 Unit
12. Trane , 10.000 Btu/h (10 PK), <i>Floor Standing</i>	2 Unit

13. Trane ,60.000 Btu/h (5.5 PK), <i>Floor Standing</i>	1 Unit
14. Trane ,60.000 Btu/h (6 PK), <i>Floor Standing</i>	1 Unit
15. Trane ,75.000 Btu/h (7.5 PK), <i>Floor Standing</i>	2 Unit
16. Trane ,100.000 Btu/h (10 PK), <i>Floor Standing</i>	1 Unit

3.6 Konduktor Pada Medan Sugar Industry

Jenis konduktor yang digunakan pada *Feeder* Medan Sugar Industry adalah jenis tembaga yaitu XLPE 240 mm² & XLPE 120 mm² yang mana tertera pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3. 1 Data Pencatatan Jenis Dan Luas Penampang Penghantar Medan Sugar Industry

Penyulang / <i>Feeder</i>	Penghantar Utama	
	Panjang Saluran (m)	Jenis & Luas Penampang (mm ²)
<i>Feeder 1</i>	200	XLPE, 240
<i>Feeder 2</i>	200	XLPE, 120
<i>Feeder 3</i>	200	XLPE, 240
<i>Feeder 4</i>	200	XLPE, 120
<i>Feeder 5</i>	200	XLPE, 120

Dan untuk jarak konfigurasi penghantar tertera pada Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3. 2 Data Pencatatan Konfigurasi Penghantar Penghantar Medan Sugar Industry

Penyulang / <i>Feeder</i>	Jarak Antar Penghantar		
	D1,2 (m)	D2,3 (m)	D1,3 (m)
<i>Feeder 1</i>	0.15	0.15	0.30
<i>Feeder 2</i>	0.15	0.15	0.30
<i>Feeder 3</i>	0.15	0.15	0.30
<i>Feeder 4</i>	0.15	0.15	0.30
<i>Feeder 5</i>	0.15	0.15	0.30

3.7 Pemakaian Daya pada Medan Sugar Industry

Data yang digunakan sebagai parameter simulasi merupakan data bulan Januari sampai dengan Februari 2017. Untuk pencatatan Pemakaian Daya pada *Feeder* pada bulan Januari sampai dengan Februari 2017 tertera pada Tabel 3.4 berikut.

Tabel 3. 2 Data Pencatatan Pemakaian Daya pada Feeder bulan Januari sampai dengan Februari 2017

<i>Periode</i>	<i>Feeder 1 (kWH)</i>	<i>Feeder 2 (kWH)</i>	<i>Feeder 3 (kWH)</i>	<i>Feeder 4 (kWH)</i>	<i>Feeder 5 (kWH)</i>
Januari 2017	23649.68	3062.65	22347.10	6921.10	10267.81
Februari 2017	23260.71	2903.14	21870.00	6859.29	12254.36

Untuk pencatatan Pemakaian Daya pada *MDB* pada bulan Januari sampai dengan Februari 2017 tertera pada Tabel 3.5 berikut.

Tabel 3. 4 Data Pencatatan Pemakaian Daya pada MDB bulan Januari sampai dengan Februari 2017

<i>Periode</i>	<i>MDB 1 (kWH)</i>	<i>MDB 2 (kWH)</i>	<i>MDB 3 (kWH)</i>	<i>MDB 4 (kWH)</i>	<i>MDB 5 (kWH)</i>
Januari 2017	22193.84	2570.32	20483.23	6714.19	10815.81
Februari 2017	22166.76	2569.29	20479.64	6722.50	10806.43

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian dan juga perhitungan drop tegangan dan rugi – rugi daya pada jaringan distribusi listrik PT Medan Sugar Industry, maka dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Besarnya drop tegangan sangat dipengaruhi oleh tahanan dan panjang saluran.
2. Besar drop tegangan yang terjadi pada seluruh jaringan distribusi 6,3 kV PT Medan Sugar Industry masih dalam toleransi SPLN 72 :1987 (SUTM = 5 % dari tegangan kerja bagi sistem radial)
3. Dari hasil perhitungan, drop tegangan yang paling besar terjadi pada *feeder 1* sebesar 2.3924 % dengan kerugian daya sebesar 23.5748 kW.
4. Besarnya drop tegangan pada *feeder 1* dipengaruhi oleh besarnya beban yang digunakan.

5.2 Saran

Akibat adanya rugi – rugi yang terjadi pada jaringan distribusi listrik PT Medan Sugar Industri, maka perlu disarankan :

1. Dengan memperbesar luas penampang penghantar menjadi 300mm² dan 400mm², drop tegangan dapat dikurangi sebesar 4.0024 % dan rugi - rugi daya sebesar 29.5231 kW untuk bulan januari dan sebesar 3.9529 % dan rugi - rugi daya sebesar 28.7186 kW untuk bulan februari.
2. Karena panjang saluran sangat mempengaruhi drop tegangan maka dengan itu harus diperhatikan panjang saluran. Dengan mengurangi panjang saluran sebesar 100 meter drop tegangan dapat dikurangi sebesar 4.0024 % dan rugi - rugi daya sebesar 29.5231 kW untuk bulan januari sebesar 3.9529 % dan rugi - rugi daya sebesar 28.7186 kW untuk bulan februari.

DAFTAR PUSTAKA

Hasyim Asy'ari. 2016. *Penyusutan Perbaikan Jatuh Tegangan Dan Rekonfigurasi Beban Pada Panel Utama Prambanan*. Jurnal Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Novendry Tenda. 2016. *Penyusutan Daya Listrik Pada Penyulang Jaringan Transmisi Isimu Marisa*. Jurnal Universitas Sam Ratulangi.

Nolki Jonal Hontong. 2015. *Analisa Rugi – Rugi Daya Pada Jaringan Distribusi Di PT. PLN Palu*. Jurnal Universitas Sam Ratulangi

T.S.Hutauruk, Transmisi Daya Listrik. Erlangga. Jakarta, 1993.

PT. PLN, SPLN (Standar Perusahaan Umum Listrik Negara) 41- 8.1981 dan 72.1987 “Hantaran Aluminium Campuran (AAAC)” dan “Spesifikasi Desain Untuk JTM dan JTR.”,1981.

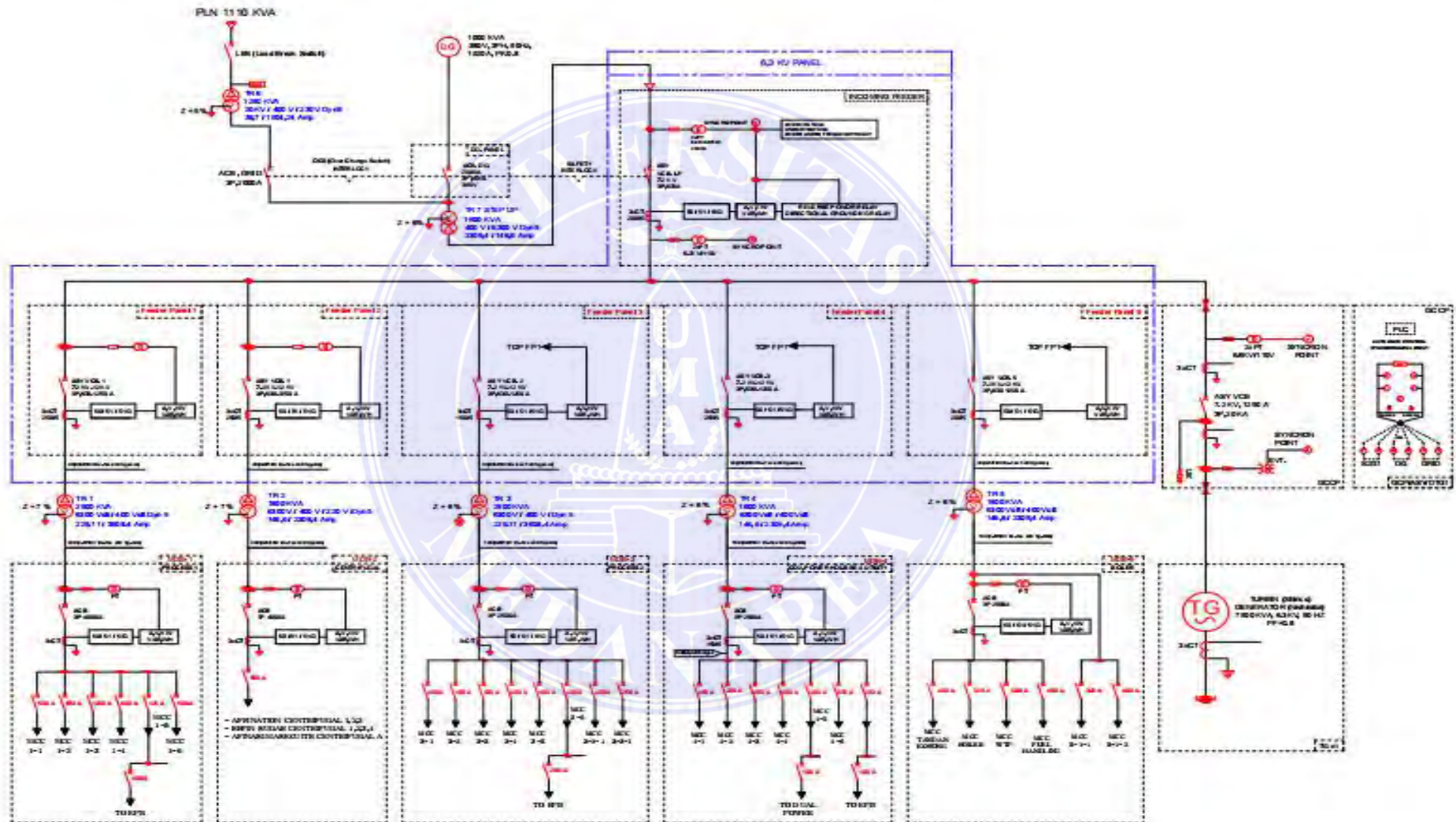
Suswanto, Daman. 2009. *Sistem Distribusi Tenaga Listrik*. Cetakan Pertama. Padang

SPLN 41-5_1981. Hantaran tembaga telanjang jenis keras

PT. Medan Sugar Industry & Dept.Electrical, Instrument & Automation Medan Sugar Industry

LAMPIRAN

Lampiran 1 : Sumber Pengukuran



Lampiran 2 : Hasil Pengukuran

Tabel Record kWH MDB Januari 2017

Date	MDB 1	MDB 2	MDB 3	MDB 4	MDB 5
1-Jan-2017	22150.00	2630.00	20140.00	6720.00	10830.00
2-Jan-2017	22320.00	2590.00	20140.00	6690.00	10930.00
3-Jan-2017	22630.00	2690.00	20430.00	6710.00	10820.00
4-Jan-2017	22490.00	2530.00	21320.00	6740.00	11100.00
5-Jan-2017	22650.00	2630.00	21110.00	6650.00	10920.00
6-Jan-2017	21450.00	2630.00	20110.00	6730.00	10730.00
7-Jan-2017	22140.00	2590.00	20320.00	6730.00	10930.00
8-Jan-2017	22490.00	2510.00	21210.00	6760.00	10930.00
9-Jan-2017	21450.00	2640.00	20430.00	6710.00	10730.00
10-Jan-2017	22830.00	2660.00	21230.00	6730.00	10580.00
11-Jan-2017	22350.00	2530.00	20310.00	6630.00	10670.00
12-Jan-2017	22140.00	2540.00	20320.00	6750.00	10850.00
13-Jan-2017	22730.00	2540.00	20430.00	6730.00	10930.00
14-Jan-2017	22120.00	2580.00	20130.00	6760.00	10540.00
15-Jan-2017	21830.00	2610.00	20130.00	6730.00	10930.00
16-Jan-2017	22430.00	2600.00	20130.00	6730.00	10910.00
17-Jan-2017	22340.00	2580.00	21000.00	6760.00	10830.00
18-Jan-2017	21930.00	2540.00	21110.00	6630.00	10830.00
19-Jan-2017	21430.00	2640.00	20100.00	6730.00	10530.00
20-Jan-2017	22190.00	2530.00	20320.00	6690.00	10630.00
21-Jan-2017	21640.00	2510.00	20430.00	6710.00	10820.00
22-Jan-2017	22830.00	2560.00	20430.00	6720.00	10420.00
23-Jan-2017	22039.00	2510.00	20320.00	6720.00	10950.00
24-Jan-2017	22320.00	2530.00	20210.00	6730.00	10740.00
25-Jan-2017	22130.00	2520.00	20310.00	6730.00	10630.00
26-Jan-2017	22430.00	2510.00	20310.00	6730.00	10990.00
27-Jan-2017	21360.00	2500.00	21320.00	6760.00	10860.00
28-Jan-2017	21930.00	2610.00	20130.00	6720.00	10930.00
29-Jan-2017	22530.00	2600.00	20130.00	6630.00	10910.00
30-Jan-2017	22740.00	2530.00	20430.00	6730.00	10930.00
31-Jan-2017	21970.00	2510.00	20540.00	6650.00	10960.00

Tabel Record kWH Feeder Januari 2017

Date	Feeder 1	Feeder 2	Feeder 3	Feeder 4	Feeder 5
1-Jan-2017	23820	3132	23070	6984	11952
2-Jan-2017	23880	3114	22830	6984	11760
3-Jan-2017	23130	3114	22620	6930	11856
4-Jan-2017	23820	3114	22230	6948	12264
5-Jan-2017	23340	3142	22080	6894	12048
6-Jan-2017	23640	3132	22380	6966	12480
7-Jan-2017	23400	3024	22320	7020	12240
8-Jan-2017	23400	2898	22440	6948	11808
9-Jan-2017	23730	3114	22590	7092	12048
10-Jan-2017	23580	3078	21870	6984	12110
11-Jan-2017	23400	2988	21630	7092	12120
12-Jan-2017	23340	3006	22380	6912	11904
13-Jan-2017	22950	2988	22110	6858	12120
14-Jan-2017	23610	3222	22560	6840	12000
15-Jan-2017	23400	3024	22590	7002	12192
16-Jan-2017	23430	3006	22620	7020	12168
17-Jan-2017	23580	2916	22620	6894	12216
18-Jan-2017	23910	3150	22770	7254	12384
19-Jan-2017	23610	3150	22350	6912	12144
20-Jan-2017	24600	3114	22200	6804	11928
21-Jan-2017	24930	3114	22200	6732	12240
22-Jan-2017	24480	3078	22200	6750	11928
23-Jan-2017	24660	3042	22530	6912	12120
24-Jan-2017	24420	3150	22500	7002	12096
25-Jan-2017	23820	3078	21870	6678	11928
26-Jan-2017	23610	3078	22140	6804	11952
27-Jan-2017	22950	3096	22470	6930	11976
28-Jan-2017	23100	3078	22260	6750	12024
29-Jan-2017	22860	2934	21630	6822	11952
30-Jan-2017	23430	2988	22320	6948	12024
31-Jan-2017	23310	2880	22380	6912	12120

Tabel Record kWH MDB Februari 2017

Date	MDB 1	MDB 2	MDB 3	MDB 4	MDB 5
1-Feb-2017	21640.00	2610.00	21110.00	6760.00	10930.00
2-Feb-2017	22830.00	2600.00	20110.00	6720.00	10930.00
3-Feb-2017	22039.00	2580.00	20320.00	6730.00	10730.00
4-Feb-2017	22320.00	2540.00	21210.00	6760.00	10580.00
5-Feb-2017	22130.00	2640.00	20430.00	6730.00	10670.00
6-Feb-2017	21690.00	2530.00	21230.00	6760.00	10850.00
7-Feb-2017	22680.00	2510.00	20310.00	6750.00	10930.00
8-Feb-2017	21930.00	2560.00	20320.00	6730.00	10540.00
9-Feb-2017	22530.00	2510.00	20430.00	6710.00	10930.00
10-Feb-2017	22740.00	2530.00	20130.00	6740.00	10910.00
11-Feb-2017	21780.00	2520.00	20130.00	6650.00	10830.00
12-Feb-2017	21760.00	2690.00	21000.00	6730.00	10830.00
13-Feb-2017	21870.00	2530.00	21110.00	6730.00	10530.00
14-Feb-2017	22870.00	2630.00	20100.00	6760.00	10630.00
15-Feb-2017	21760.00	2630.00	20320.00	6710.00	10820.00
16-Feb-2017	21650.00	2590.00	20430.00	6730.00	10930.00
17-Feb-2017	21450.00	2510.00	20430.00	6630.00	10970.00
18-Feb-2017	22830.00	2640.00	20320.00	6750.00	10740.00
19-Feb-2017	22350.00	2510.00	20210.00	6740.00	10630.00
20-Feb-2017	22140.00	2500.00	20310.00	6650.00	10990.00
21-Feb-2017	21690.00	2610.00	20310.00	6730.00	10860.00
22-Feb-2017	21750.00	2600.00	21320.00	6730.00	10930.00
23-Feb-2017	22650.00	2530.00	20130.00	6750.00	11750.00
24-Feb-2017	22430.00	2510.00	20320.00	6630.00	10820.00
25-Feb-2017	22760.00	2610.00	20430.00	6730.00	10530.00
26-Feb-2017	22780.00	2600.00	20430.00	6750.00	10630.00
27-Feb-2017	21430.00	2580.00	20320.00	6730.00	10530.00
28-Feb-2017	22190.00	2540.00	20210.00	6710.00	10630.00

Tabel Record kWH Feeder Februari 2017

Date	Feeder 1	Feeder 2	Feeder 3	Feeder 4	Feeder 5
1-Feb-2017	23310	3042	22350	7002	11688
2-Feb-2017	23400	2826	22200	6768	11952
3-Feb-2017	23700	2862	22200	6768	12000
4-Feb-2017	23190	2844	21990	6534	12000
5-Feb-2017	23310	2844	22200	6966	12120
6-Feb-2017	22980	2844	22110	6822	12240
7-Feb-2017	23610	2970	22200	6804	11976
8-Feb-2017	23490	2970	22620	6930	12264
9-Feb-2017	23190	2934	22290	6804	12216
10-Feb-2017	23190	2916	22020	6732	12192
11-Feb-2017	22950	2880	21960	6750	12120
12-Feb-2017	23340	2898	22110	6732	12768
13-Feb-2017	23130	2952	22110	6912	12456
14-Feb-2017	23280	2934	22080	6930	12048
15-Feb-2017	23340	2916	22500	6894	12528
16-Feb-2017	23910	2862	22230	6966	12480
17-Feb-2017	23310	2844	22110	6714	12186
18-Feb-2017	23070	2952	21750	6696	12120
19-Feb-2017	22830	2754	21870	6804	12240
20-Feb-2017	23190	2934	22380	7056	12456
21-Feb-2017	23040	2970	21750	6948	12648
22-Feb-2017	23100	2898	21960	7074	12432
23-Feb-2017	22800	2844	21900	7128	12456
24-Feb-2017	23100	2970	21270	6984	12600
25-Feb-2017	23220	2826	20670	6894	12480
26-Feb-2017	22920	2988	20160	6840	12360
27-Feb-2017	23160	2952	20520	6858	12000
28-Feb-2017	24240	2862	20850	6750	12096

Tabel Pencatatan Jenis Dan Luas Penampang Penghantar Medan Sugar Industry

Penyulang / Feeder	Penghantar Utama	
	Panjang Saluran (m)	Jenis & Luas Penampang (mm ²)
Feeder 1	200	XLPE, 240
Feeder 2	200	XLPE, 120
Feeder 3	200	XLPE, 240
Feeder 4	200	XLPE, 120
Feeder 5	200	XLPE, 120

Tabel Pencatatan Konfigurasi Penghantar Penghantar Medan Sugar Industry

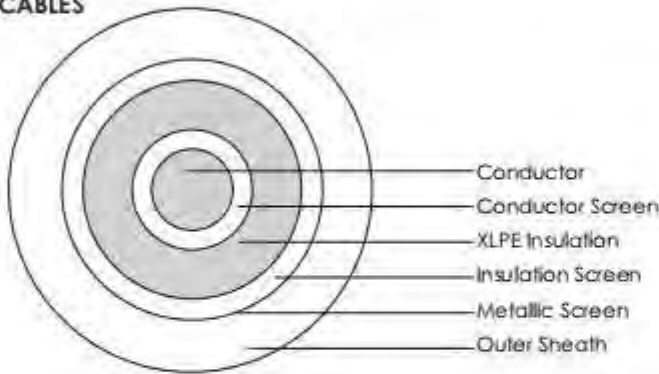
Penyulang / Feeder	Jarak Antar Penghantar		
	D1,2 (m)	D2,3 (m)	D1,3 (m)
Feeder 1	0.15	0.15	0.30
Feeder 2	0.15	0.15	0.30
Feeder 3	0.15	0.15	0.30
Feeder 4	0.15	0.15	0.30
Feeder 5	0.15	0.15	0.30

Lampiran 3 : CABLE

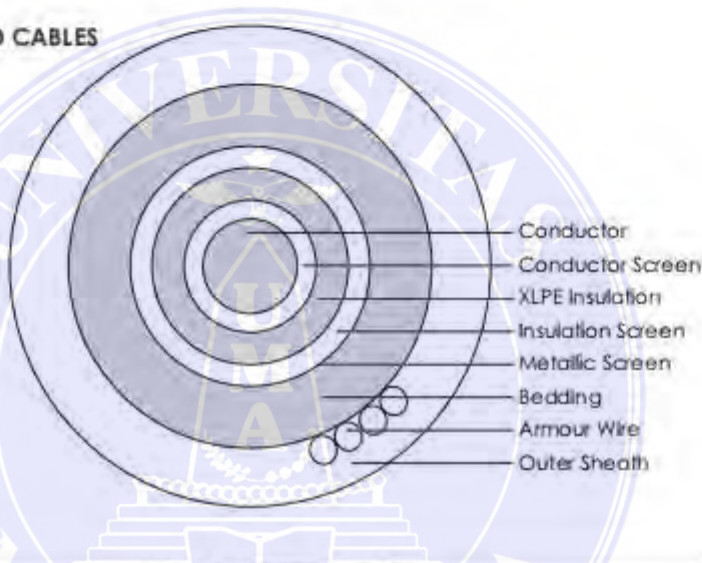


MEDIUM VOLTAGE SINGLE CORE XLPE INSULATED POWER CABLE

UNARMoured CABLES



ARMoured CABLES



BASIC CONSTRUCTION

CONDUCTOR	- COPPER OR ALUMINIUM
CONDUCTOR SHAPE	- COMPACTED CIRCULAR STRANDED
INSULATION	- XLPE
BEDDING	- PVC OR POLYETHYLENE
ARMOUR WIRE	- ALUMINIUM WIRES
SHEATH MATERIAL	- PVC OR POLYETHYLENE

**TNB
SPECIFICATION**

**REFERENCE
TC-6-1-N**

MEDIUM VOLTAGE XLPE INSULATED POWER CABLES

TABLE 5A SINGLE-CORE 6kV UNARMoured CABLES (COPPER CONDUCTOR)

Nominal Area of Conductors	Thickness of Insulation	Thickness of Outer Sheath	Overall Diameter	Approx. Weight	Electrical Characteristics				
					Current Rating		Conductor Resistance		Capacitance
					In Air at 40°C	In Ground at 25°C	dc at 20°C	50Hz at 90°C	
sq. mm	mm	mm	mm	kg/km	amp	amp	Ω/km	Ω/km	μf/km
300	2.8	2.0	35.1	3540	629	540	0.0601	0.0791	0.094

**BS 662
IEC 60502-2**

**REFERENCE
GC-11-1-N**

MEDIUM VOLTAGE XLPE INSULATED POWER CABLES

TABLE 6A SINGLE-CORE 11kV UNARMoured CABLES (COPPER CONDUCTOR)

Nominal Area of Conductors	Thickness of Insulation	Thickness of Outer Sheath	Overall Diameter	Approx. Weight	Electrical Characteristics				
					Current Rating		Conductor Resistance		Capacitance
					In Air at 40°C	In Ground at 25°C	dc at 20°C	50Hz at 90°C	
sq. mm	mm	mm	mm	kg/km	amp	amp	Ω/km	Ω/km	μf/km
50	3.4	1.7	23.7	950	217	198	0.387	0.493	0.27
70	3.4	1.7	25.3	1180	242	243	0.268	0.342	0.31
95	3.4	1.8	27.1	1470	306	288	0.193	0.247	0.34
120	3.4	1.8	28.6	1740	353	324	0.153	0.196	0.37
150	3.4	1.9	30.0	2030	400	369	0.124	0.159	0.40
185	3.4	1.9	31.7	2420	459	414	0.0991	0.128	0.44
240	3.4	2.0	34.0	3010	544	477	0.0754	0.0980	0.49
300	3.4	2.1	36.4	3640	629	540	0.0601	0.0790	0.54
400	3.4	2.2	39.4	4510	714	612	0.0470	0.0633	0.59
500	3.4	2.3	42.7	5620	799	675	0.0366	0.0511	0.66
630	3.4	2.4	46.5	7070	944	752	0.0283	0.0416	0.74

**BS 6622
IEC 60502-2**

**REFERENCE
GC-11-1-A**

MEDIUM VOLTAGE XLPE INSULATED POWER CABLES

TABLE 6B SINGLE-CORE 11kV ARMoured CABLES (COPPER CONDUCTOR)

Nominal Area of Conductors	Thickness of Insulation	Thickness of Extruded Bedding	Nominal armour wire diameter	Thickness of Outer Sheath	Overall Diameter	Approx. Weight	Electrical Characteristics				
							Current Rating		Conductor Resistance		Capacitance
							In Air at 40°C	In Ground at 25°C	dc at 20°C	50Hz at 90°C	
sq. mm	mm	mm	mm	mm	mm	kg/km	amp	amp	Ω/km	Ω/km	μf/km
50	3.4	1.2	1.6	1.8	31.7	1600	217	198	0.387	0.493	0.27
70	3.4	1.2	1.6	1.9	33.3	1870	242	243	0.268	0.342	0.31
95	3.4	1.2	1.6	1.9	35.1	2210	306	288	0.193	0.247	0.34
120	3.4	1.2	1.6	2.0	36.6	2510	353	324	0.153	0.196	0.37
150	3.4	1.2	2.0	2.1	38.8	2930	400	369	0.124	0.159	0.40
185	3.4	1.2	2.0	2.1	40.5	3370	459	414	0.0991	0.128	0.44
240	3.4	1.2	2.0	2.2	42.8	4030	544	477	0.0754	0.0980	0.49
300	3.4	1.2	2.0	2.2	45.2	4720	629	540	0.0601	0.0790	0.54
400	3.4	1.2	2.0	2.4	47.9	5630	714	612	0.0470	0.0633	0.59
500	3.4	1.3	2.5	2.5	52.0	6990	799	675	0.0366	0.0511	0.66
630	3.4	1.4	2.5	2.6	55.6	8520	944	752	0.0283	0.0416	0.74

Lampiran 4 : MAIN DISTRIBUTION BOARD

Panel Boards 3 Pole and Custom Boards

Technical Details

- Colour Light Grey RAL 7035
- AFTA Certified Busbars
- Supplied with a plain door as standard
- Supplied without incomer, see options below
- 4 Pole Versions on request
- Rated current/short-circuit capacity up to 400A/35kA for busbar
up to 600A/50kA profiled busbar



3 Pole Panel Board

Ways	MCCB Type	Copper Rating	Dimensions mm			Product Hierarchy 4100001	
			H	W	D	Order Code	Price £
6	T1	400A	1050	690	204	640T1PE3	
	T3	400A	1250	690	204	640T3PE3	
	T3	800A	1250	690	204	680T3PE3	
12	T1	400A	1450	690	240	124T1PE3	
	T3	400A	1650	690	240	124T3PE3	
	T1	800A	1450	690	240	128T1PE3	
	T3	800A	1650	690	240	128T3PE3	
18	T1	400A	1850	690	240	184T1PE3	
	T1	800A	1850	690	240	188T1PE3	
	T3	800A	2050	690	240	188T3PE3	

T1 and T3 breakers **cannot** be mixed in standard Panelboard

3 Pole Custom Panel Board (for use with 400, 630 and 800A incomers only)

Ways	MCCB Type	Copper Rating	Dimensions mm			Product Hierarchy 4100001	
			H	W	D	Order Code	Price £
6	T1/T2/T3	400A	1250	690	204	CUB40PE3	
12			1650	690	240	CUI124PE3	
18			2050	690	240	CUI184PE3	
6	T1/T2/T3	800A	1250	690	204	CUB80PE3	
12			1650	690	240	CUI128PE3	
18			2050	690	240	CUI188PE3	

It is necessary to purchase plug-in bases for the MCCBs fitted in a Custom Panel Board see page 46

43 distribution I ABB Low Voltage Contractor 0312

Panel Board Incoming Devices & Accessories

Incomer Options



Connection Kits



MCB / Switch Disconnecter

			Product Hierarchy 4100001	
Rating	Device	kA Rating	Order Code	Price £
400/800A	Direct Connection Kit 400A	-	400DC3/4P	
	Direct Connection Kit 800A	-	800DC3P	
	Inner Door to suit the above kits	-	P6X6DC	
250A	3 Pole Connection Kit 250A T3 MCB/Switch	-	250T33P	
	Inner Door to suit the above kit	-	P6X6T3	
	250A 3P Switch Disconnecter T30250	-	1SDA051327R1	
	250A 3P MCB T3N250	36kA	1SDA051247R1	
400A	3 Pole Connection Kit 400A T5 MCB/Switch	-	400T53P	
	Inner Door to suit the above kit	-	P6X6T5	
	400A 3P Switch Disconnecter T50400	-	1SDA054599R1	
	400A 3P MCB T5N400	36kA	1SDA054317R1	
630A	3 Pole Connection Kit 630A T5 MCB/Switch	-	630T53P	
	Inner Door to suit the above kit	-	P6X6T5	
	630A 3P Switch Disconnecter T50630	-	1SDA054601R1	
	630A 3P MCB T5N630	36kA	1SDA054396R1	
	630A 3P MCB T5S630	50kA	1SDA054404R1	
800A	3 Pole Connection Kit 800A T6 MCB/Switch	-	800T63P	
	Inner Door to suit the above kit	-	P6X6T6	
	800A 3P Switch Disconnecter T60800	-	1SDA060345R1	
	800A 3P MCB T6N800	36kA	1SDA060214R1	
	800A 3P MCB T6S800	50kA	1SDA060216R1	

Panel Boards Incoming & Outgoing MCCBs



1SDA052010R1



1SDA050070R1



1SDA050091R1



1SDA050094R1

Model	Current [A]	Product Hierarchy 3000003	
		Order Code	Price
16kA T1B Single Pole	16A	1SDA052016R1	
	20A	1SDA052017R1	
	32A	1SDA052019R1	
	40A	1SDA052020R1	
	63A	1SDA052022R1	
	80A	1SDA052023R1	
	100A	1SDA052024R1	
	125A	1SDA052025R1	
	160A	1SDA052026R1	
	250A	1SDA052027R1	
16kA T1B Triple Pole	16A	1SDA050070R1	
	20A	1SDA050071R1	
	32A	1SDA050073R1	
	40A	1SDA050074R1	
	63A	1SDA050075R1	
	80A	1SDA050076R1	
	100A	1SDA050077R1	
	125A	1SDA050078R1	
	160A	1SDA050079R1	
	250A	1SDA050080R1	
25kA T1C Triple Pole	25A	1SDA050084R1	
	32A	1SDA050085R1	
	40A	1SDA050086R1	
	63A	1SDA050087R1	
	80A	1SDA050088R1	
	100A	1SDA050089R1	
	125A	1SDA050090R1	
	160A	1SDA050091R1	
	250A	1SDA050092R1	
	400A	1SDA050093R1	
36kA T1N Triple Pole	32A	1SDA050091R1	
	40A	1SDA050091R1	
	63A	1SDA050091R1	
	80A	1SDA050092R1	
	100A	1SDA050092R1	
	125A	1SDA050093R1	
	160A	1SDA050093R1	
	250A	1SDA050094R1	
	400A	1SDA050094R1	
	630A	1SDA050094R1	
36kA T3 Triple Pole	63A	1SDA051241R1	
	80A	1SDA051242R1	
	100A	1SDA051243R1	
	125A	1SDA051244R1	
	160A	1SDA051245R1	
	200A	1SDA051246R1	
	250A	1SDA051247R1	
50kA T3 Triple Pole	63A	1SDA051253R1	
	80A	1SDA051254R1	
	100A	1SDA051255R1	
	125A	1SDA051256R1	
	160A	1SDA051257R1	
	200A	1SDA051258R1	
	250A	1SDA051259R1	

Panel Boards Accessories



RTU3000M300

MCCB Accessories

Front Connection Terminal for Copper Cables - FCCU

T3 - 3 pieces

High Terminal Cover HTC

T1 3P - 2 Pieces

T3 3P - 2 Pieces

T5 - 2 Pieces

T6 - 2 Pieces

T1 1P - 1 Piece

Product Hierarchy
4100001 - 3000003 - 3400004

Order Code

Price E

1SDA051482R1

1SDA051415R1

1SDA051415R1

1SDA054900R1

1SDA014040R1

ED0001

General Accessories

Description

MCCB blanking module for inner door (210mm)

T1 Busbar Shroud 10 pcs

T3 Busbar Shroud 10 pcs

Product Hierarchy 4100001

Order Code

Price E

GHL5301904R0001

M00T1

M00T3

Plug-in Bases

Width mm

T1 Single Pole L1 & L3 Plug in

25.4

PLT11L1/L3P

T1 single pole L2 plug in base

25.4

PLT11L2P

T1 three pole plug in base

76.2

PLT13P

T3 3 Pole Plug in Base

105

PLT33P

Additional kit for neutral & earth bars

AK1NE

Extension kit for neutral & earth bars

EX1NE

Busbar Shroud 630mm Long 3Pcs

SH630

Meter Modules

Panel Board 3 phase kWh meter module

- Extension box with multi function meter (Delta plus 1300), CTs, wiring loom and MCB to pick up voltage.
- Extension box with CTs, wiring loom and MCB to pick up voltage.
- Modules, maximum demand and M-Bus versions available
- Can be mounted top or bottom of board.

			Product Hierarchy 4200001	
Panel Board Depth	CT Size (A)	CT Hole Diameter	Order Code	Price E
240mm	250A	37mm	1TVL151800S10 13	
	400A		1TVL151800S10 14	
	600A		1TVL151800S10 15	
	800A		1TVL151800S10 16	
204mm	250A	37mm	1TVL151800S11 74	
	400A		1TVL151800S11 75	
	600A		1TVL151800S11 76	
	800A		1TVL151800S11 77	

When fitting side extension modules together with a meter module please order the required number of RC2000 extension modules.

Please note: The above modules are built to order - Lead times available on request

Panel Boards Accessories



MUT-IPB3

Plinths

Four corner feet 100mm high for main structure
Finish profile for above plinth
Two Feet 100mm high for side extension box
Finishing profile for side extension box

Plinths cannot be used when meter modules are fitted/extension boxes

Product Hierarchy 4100001

Order Code	Price E
ZL1000	
ZL1001	
ZL3000	
ZL2001	

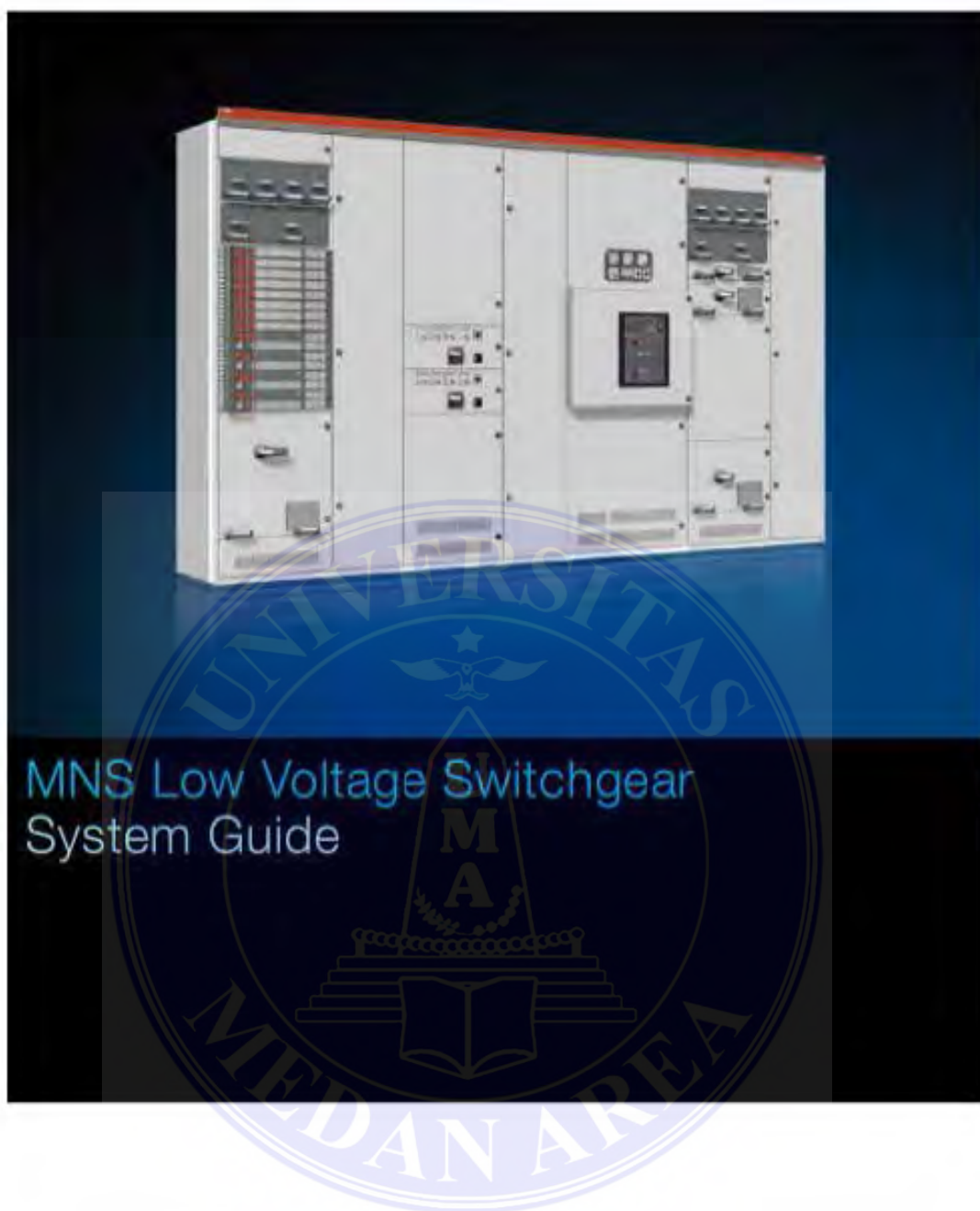
Top/Bottom Extension Modules

366H x 690W x 2400 mm top/bottom structure extension box	PC1000	
366H x 390W x 2400 mm top/bottom cable way extension box	PC2000	

Side Extension Modules

Uprights 1050mm	MI1000	
Cable Container 1050mm	VC1000	
Front Door 1050mm	PC1002	
Uprights 1250mm	MI1200	
Cable Container 1250mm	VC1200	
Front Door 1250mm	PC1202	
Uprights 1450mm	MI1400	
Cable Container 1450mm	VC1400	
Front Door 1450mm	PC1402	
Uprights 1650mm	MI1600	
Cable Container 1650mm	VC1600	
Front Door 1650mm	PC1602	
Uprights 1850mm	MI1800	
Cable Container 1850mm	VC1800	
Front Door 1850mm	PC1802	
Uprights 2050mm	MI2000	
Cable Container 2050mm	VC2000	
Front Door 2050mm	PC2002	

Lampiran 5 : SWITCHGEAR SYSTEM GUIDE



Power and productivity
for a better world™ **ABB**

MNS Switchgear Overview

Features & Applications

The ABB MNS system is a low voltage switchgear assembly. Its design is verified in accordance with IEC 61439-1/-2. The consistent application of the modular principle both in electrical and mechanical design as well as the use of standardized components allows its flexible and compact design. Depending on operating and environmental conditions different design levels are available.

Notable system advantages with regard to design aspects:

- Optimum protection for personnel and plant
- Design verified by testing (type-tested) including arc fault containment
- High operational reliability and availability
- Earthquake-, vibration- and shock-proof designs are available
- Maintenance-free busbar and frame construction
- Simple retrofitting procedures
- Compact, space-saving design
- Simplified project implementation utilizing ABB's dedicated engineering tool

Thus MNS proves to have the approved solution for the following industries:

- Oil & Gas, on and off shore
- Chemical/Petrochemical
- Pharmaceutical
- Power Stations
- Paper
- Water treatment
- Mining
- Steel
- Food
- Marine

as well as for infrastructure requirements:

- Data centers
- Airports
- Office buildings
- Shopping centers
- Hospitals
- Rail

Typical Set-up



6 System Guide | MNS Low Voltage Switchgear



ABB's world wide competence is second to none, this is possible due to the global MNS switchgear platform, and local ABB manufacturing facilities.

ABB ensures conformance to IEC 61439-1/-2 throughout, these locations with a proprietary switchgear engineering tool. This tool provides a comprehensive database with predefined engineering solutions for MNS. This database is then utilized with minimal engineering effort to provide customer specific solutions, thus meeting local specifications.

Where specific solutions are required on a global basis, these can easily be deployed throughout the ABB manufacturing facilities network, thus significantly reducing project lead times.

Typical Set-up



MNS Low Voltage Switchgear | System Guide 7

Outgoing Modules

Plug-in Modules

MNS offer numerous alternatives for plug-in modules. When utilizing the multifunction wall, all modules have the ability to be exchanged without de-energizing the switchgear, should maintenance procedures allow.

The flexibility of the system allows power distribution and motor control to be offered in the most economical Form 2 solution. From this as a basis, options exist for internal/external operation and separation to Form 4.

The Slimline switch disconnector offers ABB's most compact form of fused energy distribution, and is available in 3 or 4 pole options. This design is available in standard modules sizes with a maximum rating of 630 A.

Operation is performed via the handle on the front of the module which has an inbuilt padlocking facility and mechanical open/closed indication.

The following options are available:

- Ammeter
- Auxiliary contacts
- Fuse blown indication

The Slimline is also available as Intelligent Tier Switch enabling the following information to be sent via its fieldbus connection:

- Switch status
- Fuse indication
- Current
- Voltage
- Power & Power Consumption
- Power factor
- Temperature



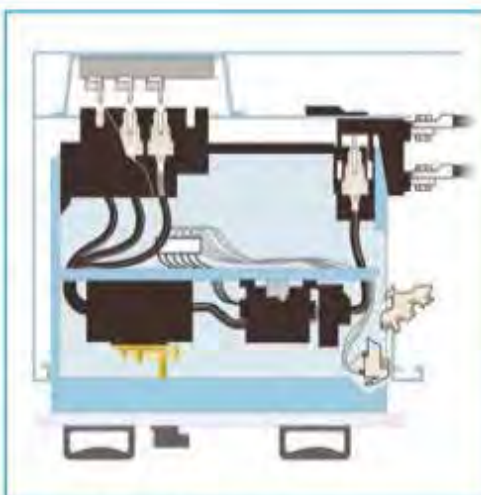
16 System Guide | MNS Low Voltage Switchgear

Full width modules

These modules are available ranging from 4E to 48E in physical sizes. The construction of the full modules differs slightly from that of the small modules in utilizing a full width hinged door which is mechanically interlocked to the isolator.

All operational procedures for the modules are possible without the need to open the door of the module.

Full width modules connect directly to the distribution bars through the multifunction wall. The design of the module enables auxiliary components to be located on both the vertical and horizontal mounting plates within the module, thus optimizing the available space usage within the module. Cable connections for main and auxiliary circuits are accessible from the cable compartment.



MNS Low Voltage Switchgear | System Guide 21

Plug-in Modules

AC Industrial Drives

Due to its inherent modular design MNS can easily be adapted to house the ABB range of AC Industrial Drives. The switchgear can accommodate multiple drives in a single section. Each drive compartment has an individual isolator, options are available for filters to be installed and for the drive control panel to be door mounted to enable interrogation and parameterization without the need to open the door.

Full size cubicles are also available for the AC Industrial Drives solution. These are, however, of a fixed technique, enabling MNS to offer a complete range of drives all supplied from a common AC bus.

Reactive Power Compensation

MNS also offers the possibility of integrating reactive power compensation modules into its standard design thus reducing the requirements for additional external cubicles.

The modular design offers highest flexibility to adjust the compensation power to changes of the load connected to the network.

The standard range covers:

- Network voltages up to 690 V
- 50 or 60 Hz
- All common reactor rates (if reactor required)
- Modules up to 60 kVar
- Controllers available for 6 or 12 step options



MNS Low Voltage Switchgear | System Guide |

Incoming Solutions

All of the MNS incoming solutions are verified in accordance with IEC 61439-1/-2, in addition to IEC 60947-1 required for the individual apparatus, and engineered to meet the requirements of IEC 61641. This ensures ABB's offering of 'Proven Safety Plus' for operators and plant.

Incoming options

All ACBs have as a minimum the following features:

- Manual charging lever and 'Charged' indication
- Manual Open/Close push buttons
- Mechanical 'Open'/'Closed' indication
- Mechanical signalling of 'Overcurrent' release
- 4 auxiliary contacts

Project Specific Options

- Gas sealed connections to the mainbusbars (separation wall)
- 3 or 4 pole solutions
- Withdrawable/fixed configuration
- Top or bottom cable entry/bus duct
- 50% or 100% neutral
- Shunt opening/closing release
- Undervoltage release
- Electrical signalling of ACB status
- Key locking facilities
- Shutter locking facilities

- Mechanical indication 'Racked In'/'Racked Out'/'Test Isolated' position
- Locking in 'Racked In'/'Racked Out'/'Test Isolated' position
- Switch disconnector option
- ACB handling truck
- Configuration and test unit

In order to satisfy all requirements there are three main switch incoming options:

- Load break switches
- Moulded case circuit breakers (MCCBs)
- Air circuit breakers (ACBs)

Please refer to the technical reference section of this document for a list of related documentation.

Further options available (but not limited to):

- Zone selectivity
- Dual protection settings
- Directional short circuit protection
- Reverse power
- Under-/overvoltage protection
- Annunciation of measured values, alarms
- Maintenance data
- Integration into a plant wide process control system (refer to page 28)



24 System Guide | MNS Low Voltage Switchgear

In addition to the above ABB circuit breakers offer a series of integrated programmable releases (PRs), where combinations of protection functions may be selected with:

- Overload protection - L
- Selective short circuit protection - S
- Instantaneous short circuit protection - I
- Earthfault protection - G

ACB withdrawable operation

In a withdrawable solution the ACB assembly consists of two components, the fixed part (cassette) and the moving part (ACB). This enables the ACB to be located in 3 positions:

CONNECTED: The moving part is fully inserted into the fixed part with the connection of both the power terminals and the auxiliary contacts. The circuit breaker is operational and the mechanical indicator shows 'CONNECTED'.

TEST/ISOLATED: The moving part is inserted into the fixed part without the connection of the power terminals, but with connection of the auxiliary terminals. The circuit breaker may be operated for offline tests. The mechanical indicator shows 'TEST ISOLATED'.

DISCONNECTED: The moving part is inserted into the fixed part without any connection of the power and auxiliary terminals. In this position all electrical operation of the ACB is prevented. The mechanical indicator shows 'DISCONNECTED'. The switchgear compartment door can remain closed, therefore not compromising the IP rating of the switchgear.

The ACB cassette (fixed part) has shutters which are positively driven closed during the racking out process to prevent the possibility of contact with live parts.



MNS Low Voltage Switchgear | System Guide 25