

## **TUGAS AKHIR**

### **ANALISIS SUSUT ENERGI PADA SALURAN DISTRIBUSI JARINGAN TEGANGAN RENDAH DI PT. PLN (Persero) ULP MEDAN BARU**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik (ST) Pada Program Studi Teknik Elektro  
Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun Oleh:**

**IRHAM AGUSTIAN SIMANULLANG**  
**1607220032**



# **UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2020**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Irham Agustian Simanullang  
NPM : 1607220032  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul Skripsi : Analisis Susut Energi Pada Saluran Distribusi Jaringan Tegangan Rendah Di PT.PLN (Persero) ULP Medan Baru  
Bidang ilmu : Sistem Tenaga Listrik (STL)

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 22 September 2020

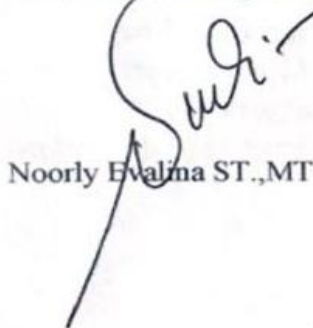
Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing I / Penguji



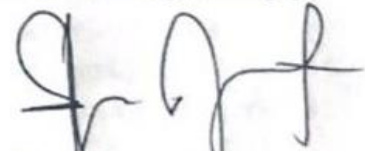
Rohana ST.,MT

Dosen Pembimbing I / Penguji



Noorly Evalina ST.,MT

Dosen Pembimbing II / Peguji



Elvy Sahnur ST.,M.Pd

Diketahui Oleh  
Ketua,  
Program Studi Teknik Elektro



Fahri Sasmita Kasaribu ST.,MT

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Irham Agustian Simanullang  
Tempat /Tanggal Lahir : Medan, 08 Juni 1998  
NPM : 1607220032  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

**“Analisis Susut Energi Pada Saluran Distribusi Jaringan Tegangan Rendah Di PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru”**

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 22 September 2020

Saya yang menyatakan,



Irham Agustian Simanullang

## ABSTRAK

Energi listrik tidak dapat dilepaskan dari aktivitas sehari-hari baik dalam aspek ekonomi dan sosial. Hal ini menjadikan listrik sebagai kebutuhan utama bagi pelanggan. Susut energi listrik dapat ditemukan di berbagai tempat pada jaringan tenaga listrik, mulai dari pembangkitan, transmisi, sampai dengan jaringan distribusi kepada pelanggan. Kondisi ini dapat diartikan sebagai rugi-rugi energi yang dihadapi PT. PLN (Persero). Salah satu faktor yang dapat mengakibatkan susut energi adalah beban pelanggan dengan parameter kepadatan beban sebesar 12,06 A memberikan pengaruh sebesar 55% terhadap susut energi. Susut energi terjadi di PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru pada bulan Mei sebesar 416.642,08 kWh setara dengan 1,65 % dari total energi yang dihasilkan, nilai ini berada dalam toleransi Standar PLN (SPLN) D3.002-2 2008 yang menyatakan bahwa susut energi boleh terjadi dengan nilai maksimal 5% s.d 10%. Susut energi yang terjadi tidak memberikan pengaruh yang signifikan pada kualitas layanan pada PT. PLN (Persero). Sehingga efisiensi jaringan tegangan rendah di PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru pada bulan Mei 2020 sebesar 98,35% dimana nilai ini dalam toleransi standar PLN (SPLN) D3.002-1 yang menyatakan nilai efisiensi harus berkisar antara 90% s.d 100%. Dimana efisiensi jaringan tegangan rendah di PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru sangat baik, semakin nilai efisiensi mendekati 100% maka semakin baik pula jaringan tegangan rendah tersebut.

Kata Kunci: Susut Energi, Saluran Distribusi, Beban Pelanggan, JTR

## **ABSTRACT**

*Electrical energy cannot be released from daily activities both in economic and social aspects. This makes electricity a primary need for customers. Shrinkage of electrical energy can be found in various places on the electric power network, from generation to transmission to distribution networks to customers. This condition can be interpreted as energy losses faced by PT. PLN (Persero). One of the factors that can result in energy losses is the customer's burden with a parameter of load density of 12.06 A giving an effect of 55% on energy losses. Energy losses occur at PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru in May amounted to 416,642.08 kWh equivalent to 1.65% of the total energy produced this value is within the tolerance of PLN Standard (SPLN) D3.002-2 2008 which states that energy losses may occur with a maximum value of 5% to 10%. Energy losses that occurred did not have a significant effect on the quality of service at PT. PLN (Persero). So that the efficiency of a low voltage network at PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru in May 2020 - 98.35% where this value is within the tolerance standard PLN (SPLN) D3.002-1 2007 stated that the value of efficiency must range between 90% to 100%. Where the efficiency of low voltage networks at PT. PLN (Persero) ULP Medan is very good, the more efficiency value is close to 100%, the better the low voltage network.*

*Keywords: Shrinkage of Energy, Distribution Channels, Customer Burden, JTR*

## KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisis Susut Energi Pada Saluran Distribusi Dengan Beban Pelanggan Jaringan Tegangan Rendah Di PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Orang Tua tercinta Bapak Drs.Gusnawan L.S Simanullang M.M dan Ibu Dra.Artoti Nasution yang selalu memberikan dukungan dalam bentuk materil maupun non materil sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan sesuai dengan waktu yang ditentukan.
2. Bapak Munawar Alfansury Siregar ST.MT, selaku dekan fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
3. Bapak Faisal Irsan Pasaribu ST.MT, selaku ketua program studi fakultas Teknik.
4. Bapak Partaonan Harahap ST.MT, selaku sekretaris program studi Teknik elektro.
5. Ibu Rohana, ST, MT, selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Bapak/Ibu dosen Fakultas Teknik program studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Putri Ananda Lubis, selaku pacar saya yang selalu mendoakan, memberikan dukungan, memberikan motivasi, dan membantu dalam penulisan tugas akhir ini.

8. Teman-Teman Stambuk 2016 Fakultas Teknik program studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Pimpinan PT. PLN (Persero) UP3 Medan Utara serta pihak PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru (Bapak Yuga, Bapak Basir, Bapak Dicky, dan Bapak Doni) yang telah memberikan izin untuk melakukan riset penelitian serta membantu dalam proses pengambilan data penulisan tugas akhir.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan saran yang membangun untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Medan, 22 September 2020

Irham Agustian Simanullang

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xiii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang Masalah .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Ruang Lingkup Penelitian .....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Tinjauan Pustaka Relevan .....	5
2.2. Sistem Distribusi Tenaga Listrik.....	6
2.2.1. Pengelompokan Jaringan Tenaga Listrik .....	7
2.2.2. Pembagian Jaringan Distribusi Tenaga Listrik.....	8
2.3. Penyaluran Tenaga Listrik.....	12
2.3.1. Gardu Distribusi .....	12
2.3.2. Penyaluran Setempat .....	17
2.4. Tegangan Distribusi .....	17
2.4.1. Tegangan Menengah.....	17
2.4.2. Tegangan Rendah .....	17
2.4.3. Tegangan Pelayanan .....	18
2.5. Beban Listrik .....	18
2.5.1. Klasifikasi Pelanggan Listrik Jaringan Tegangan Rendah .....	19
2.5.2. Kurva Beban dan Beban Puncak .....	21
2.5.3. Manajemen Beban Listrik.....	21
2.6. Susut Energi Pada Saluran Distribusi.....	22
2.6.1. Klasifikasi Susut Energi .....	23
2.6.2. Faktor yang Mempengaruhi Susut Energi .....	24
2.7. Efisiensi Jaringan Tegangan Rendah .....	26
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN</b>	
3.1. Tipe Penelitian.....	27
3.2. Pelaksanaan Penelitian .....	27



3.2.1. Lokasi Penelitian .....	27
3.2.2. Waktu Penelitian.....	27
3.3. Objek Penelitian .....	28
3.4. Metode Pengumpulan Data .....	29
3.5. Metode Analisis Data .....	30
3.5.1. Formula Penghitungan Faktor yang Mempengaruhi Susut Energi	31
3.5.2. Parameter Penghitungan Susut Energi .....	34
3.5.3. Formula Penghitungan Susut Energi .....	35
3.5.4. Formula Penghitungan Efisiensi Jaringan Tegangan Rendah .....	35
3.6. Diagram Alir Penelitian.....	36
 <b>BAB 4 ANALISIS HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1. Faktor yang Mempengaruhi Susut Energi.....	37
4.2. Susut Energi Pada Saluran Distribusi Jaringan Tegangan Rendah .....	45
4.2.1. Parameter Penghitungan Susut Energi .....	45
4.2.2. Penghitungan Susut Energi.....	46
4.3. Efisiensi Jaringan Tegangan Rendah .....	47
 <b>BAB 5 PENUTUP</b>	
5.1. Kesimpulan.....	49
5.2. Saran.....	50
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>51</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Tarif Dasar Listrik April-Juni 2020 .....	20
Tabel 3.1 Karakteristik Penghantar Alumunium JTR.....	29
Tabel 4.1 Persentase Faktor Yang Paling Mempengaruhi Susut Energi .....	43
Tabel 4.2 Persentase Pengaruh Susut Energi .....	46

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Penyaluran Tenaga Listrik.....	6
Gambar 2.2 Pembagian Tegangan Sistem Tenaga Listrik.....	7
Gambar 2.3 Jaringan Distribusi Radial .....	9
Gambar 2.4 Jaringan Distribusi Tertutup ( <i>LOOP</i> ).....	10
Gambar 2.5 Jaringan Distribusi Mesh ( <i>NET</i> ).....	11
Gambar 2.6 Jaringan Distribusi <i>Spindle</i> .....	12
Gambar 2.7 Gardu Tembok (Gardu Beton) .....	13
Gambar 2.8 Gardu Kios .....	14
Gambar 2.9 Gardu Mobil .....	15
Gambar 2.10 Gardu Portal .....	16
Gambar 2.11 Penampang Kabel Distribusi.....	25
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....	37
Gambar 4.1 Kurva Beban Mingguan Periode Mei 2020.....	39

## DAFTAR NOTASI

PLN (Perusahaan Listrik Negara)  
FMEA (*Failure Mode & Effect Analysis*)  
HV (*High Voltage*)  
EHV (*Extra High Voltage*)  
UHV (*Ultra High Voltage*)  
JDTM (Jaringan Distribusi Tegangan Menengah)  
JDTR (Jaringan Distribusi Tegangan Rendah)  
AVS (*Automatic Vacuum Switch*)  
SKTM (Saluran Kabel Bawah Tanah Tegangan Menengah)  
JTM (Jaringan Tegangan Menengah)  
JTR (Jaringan Tegangan Rendah)  
TM (Tegangan Menengah)  
TR (Tegangan Rendah)  
TDL (Tarif Dasar Listrik)  
Permen (Peraturan Menteri)  
ESDM (Energi Sumber Daya dan Mineral)  
SPLN (Standar Perusahaan Listrik Negara)  
PUIL (Persyaratan Umum Instalasi Listrik)

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Data Aset JTR PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru .....	52
Lampiran 2 : Data Penghitungan PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru .....	53
Lampiran 3 : Data Gardu JTR PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru .....	63
Lampiran 4 : Data Jumlah Pelanggan & Kapasitas Terpasang .....	84
Lampiran 5 : Data Energi Yang Dihasilkan .....	85

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang Masalah**

Energi listrik tidak dapat dilepaskan dari aktivitas sehari-hari baik dalam aspek ekonomi dan sosial. Hal ini menjadikan listrik sebagai kebutuhan utama bagi pelanggan. Pada proses penyaluran energi listrik secara garis besar dibagi menjadi tiga bagian yaitu pembangkit listrik, jaringan transmisi dan jaringan distribusi. Jaringan distribusi inilah yang berperan untuk menyalurkan energi listrik dari gardu induk ke pelanggan secara terus menerus. Perusahaan Listrik Negara (PLN) merupakan pemegang tunggal kebijakan pemakaian dan pemanfaatan listrik di Indonesia bertanggung jawab penuh terhadap pemenuhan kebutuhan energi listrik bagi masyarakat.

Berbagai permasalahan dihadapi oleh PLN salah satunya adalah susut energi yang terjadi selama proses pendistribusian listrik kepada pelanggan. Penyusutan ini dapat ditemukan di berbagai tempat pada jaringan tenaga listrik, mulai dari pembangkitan, transmisi, sampai dengan jaringan distribusi kepada pelanggan. Berdasarkan informasi dari PT.PLN (Persero) sebagian besar penyusutan energi terjadi pada jaringan distribusi hal ini disebabkan karena pada jaringan distribusi tegangan yang dipakai berada dalam rentang tegangan menengah dan tegangan rendah. Dimana untuk tegangan menengah dan tegangan rendah arus yang mengalir pada jaringan bernilai besar. Susut energi menyebabkan energi yang dikirimkan tidak sebesar energi yang dihasilkan, sehingga mengurangi potensi penjualan energi listrik oleh PLN. Bila nilai susut tidak diperhatikan oleh PLN, akan sangat mungkin nilai energi listrik yang dibangkitkan atau dibeli akan jauh lebih besar dari nilai energi listrik yang dibayar oleh pelanggan. Kondisi ini dapat diartikan sebagai rugi-rugi energi yang dihadapi PT. PLN (Persero).

Secara umum susut energi dibedakan menjadi dua jenis, yaitu susut teknis dan susut non teknis. Susut teknis adalah penyusutan yang terjadi akibat adanya impedansi pada peralatan pembangkit, peralatan transmisi, dan peralatan distribusi sehingga terdapat energi yang hilang. Sedangkan susut non teknis adalah penyusutan yang terjadi akibat kesalahan dalam pembacaan alat ukur, kesalahan

kalibrasi alat ukur, dan kesalahan akibat pemakaian ilegal (pencurian arus listrik) atau kesalahan lain yang bersifat administratif. Faktor lain yang dapat mengakibatkan susut energi adalah beban pelanggan, dimana sebagian besar susut energi terjadi pada waktu beban puncak (17:00 s/d 22:00) karena pada saat itu trafo bekerja pada kondisi puncak dan arus yang mengalir pada jaringan bernilai besar sehingga penyusutan juga bernilai besar. Seiring dengan kewajiban PLN untuk menyediakan listrik yang berkualitas kepada pelanggan, maka diperlukan standar pelayanan yang baik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis permasalahan susut energi pada saluran distribusi Jaringan Tegangan Rendah di PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah faktor yang mempengaruhi susut energi pada saluran distribusi jaringan tegangan rendah PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru?
2. Berapa besar susut energi listrik pada saluran distribusi jaringan tegangan rendah PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru?
3. Berapa besar efisiensi jaringan tegangan rendah di PT. PLN (Persero) ULP Medan baru?

## **1.3. Ruang Lingkup Penelitian**

Penelitian ini memiliki ruang lingkup antara lain sebagai berikut:

1. Wilayah penelitian yang dianalisis area pelayanan jaringan tegangan rendah (R, B, P) PT PLN (Persero) ULP Medan Baru.
2. Analisis perhitungan faktor yang paling mempengaruhi susut energi pada saluran distribusi dilihat dari beban pelanggan dan kabel distribusi.

3. Susut energi yang dihitung dan dianalisa merupakan susut teknis pada Saluran distribusi tegangan rendah.
4. Efisiensi diukur melalui perbandingan antara energi yang dihasilkan dan energi yang dijual ke pelanggan.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis faktor yang mempengaruhi susut energi pada saluran distribusi jaringan tegangan rendah di PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru.
2. Menganalisis besar susut energi listrik pada saluran distribusi jaringan tegangan rendah di PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru.
3. Menganalisis besar efisiensi pada saluran distribusi jaringan tegangan rendah di PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Penulis

Dari penelitian ini sangat bermanfaat untuk menambah serta memperluas wawasan penulis tentang susut energi pada saluran distribusi tenaga listrik.

2. Bagi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Penelitian ini dapat menjadi referensi data kepustakaan sebagai salah satu bahan pertimbangan dalam pengembangan penelitian yang relevan.



### 3. Bagi PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru

Sebagai informasi terkait susut energi pada saluran distribusi di ULP Medan Baru dan sebagai bahan dalam perencanaan peningkatan jaringan distribusi tenaga listrik di ULP Medan Baru pada masa mendatang

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka Relevan**

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Sukrisna (2017) disimpulkan selama satu minggu didapatkan nilai susut energi sebesar 72.658,94 kWh atau 1.6% dengan efisiensi penyaluran 98.4% pada penyulang Ahmad Yani (Sukrisna et al., 2017).

Didukung dengan penelitian yang dilakukan oleh Adam (2018) menyatakan bahwa hasil analisis susut energi (*losses*) teknis yang terjadi pada PT. PLN (Persero) Cabang Kota Subulussalam mencapai 1721616,58 kWh yang terdiri dari susut pada konduktor saluran sebesar 241729,05 kWh dan susut pada trafo sebesar 1252020,75 kWh (Adam & Kusuma, 2018). Menurut Resty (2018) Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode FMEA (*Failure Mode & Effect Analysis*) diketahui nilai RPN terbesar pada kegagalan kawat atau konduktor rusak yaitu sebesar 250. Penyebab dari rusaknya kawat atau konduktor banyak diakibatkan oleh binatang yang hinggap pada kawat atau konduktor satu dengan yang lainnya sehingga mengakibatkan kawat tersebut rusak (Ariyanti, 2016). Menurut Jumhandi (2017) Dari penelitian yang telah dilakukan, diperoleh susut energi dalam setahun adalah 6.64 % yang merupakan komposisi susut teknis sebesar 3,66 % dan susut non teknis sebesar 2,944 % (Putri, Jumnahdi, & Gusa, 2017).

Selanjutnya menurut Alfredo (2016) total susut energi yang diserap oleh penghantar di penyulang Lobak adalah 50186,4 kWh dan persentase susut energi terhadap energi yang digunakan pada penyulang Lobak adalah sebesar 1,273 %. Dari penelitian yang telah dilakukan, diperoleh susut energi dalam setahun adalah 6.64 % yang merupakan komposisi susut teknis sebesar 3,66 % dan susut non teknis sebesar 2,944 % (S & Ervianto, n.d.). Menurut Agustina (2016) hasil perhitungan melalui analisa profil beban AMR diperoleh total susut energi di PLN Disjaya dan Tangerang pada tahun 2014 sebesar 4.551.767,2 kWh atau setara dengan Rp.4.175.758.693,- (Empat Milyar Seratus Tujuh Puluh Lima Juta Tujuh Ratus Lima Puluh Delapan Ribu Enam Ratus Sembilan Puluh Tiga Rupiah).

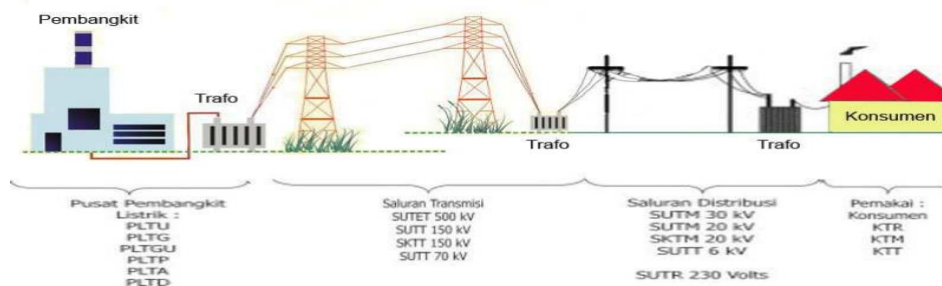
Ratus Lima Puluh Delapan Ribu Enam Ratus Sembilan Puluh Tiga Rupiah). Beberapa penelitian tersebut menunjukkan bahwa besarnya susut energi yang terjadi cukup signifikan (Pt, Persero, Agustina, & Amalia, 2016).

Berdasarkan beberapa penelitian yang relevan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa susut energi merupakan masalah krusial yang selalu terjadi pada saluran distribusi tenaga listrik. Jumlah susut energi yang terjadi juga cukup signifikan sehingga membutuhkan perhatian lebih dari PT. PLN (Persero) agar dapat meminimalisir kerugian yang disebabkan oleh susut energi tersebut dan mampu memberikan pelayanan terbaik kepada pelanggan.

## 2.2. Sistem Distribusi Tenaga Listrik

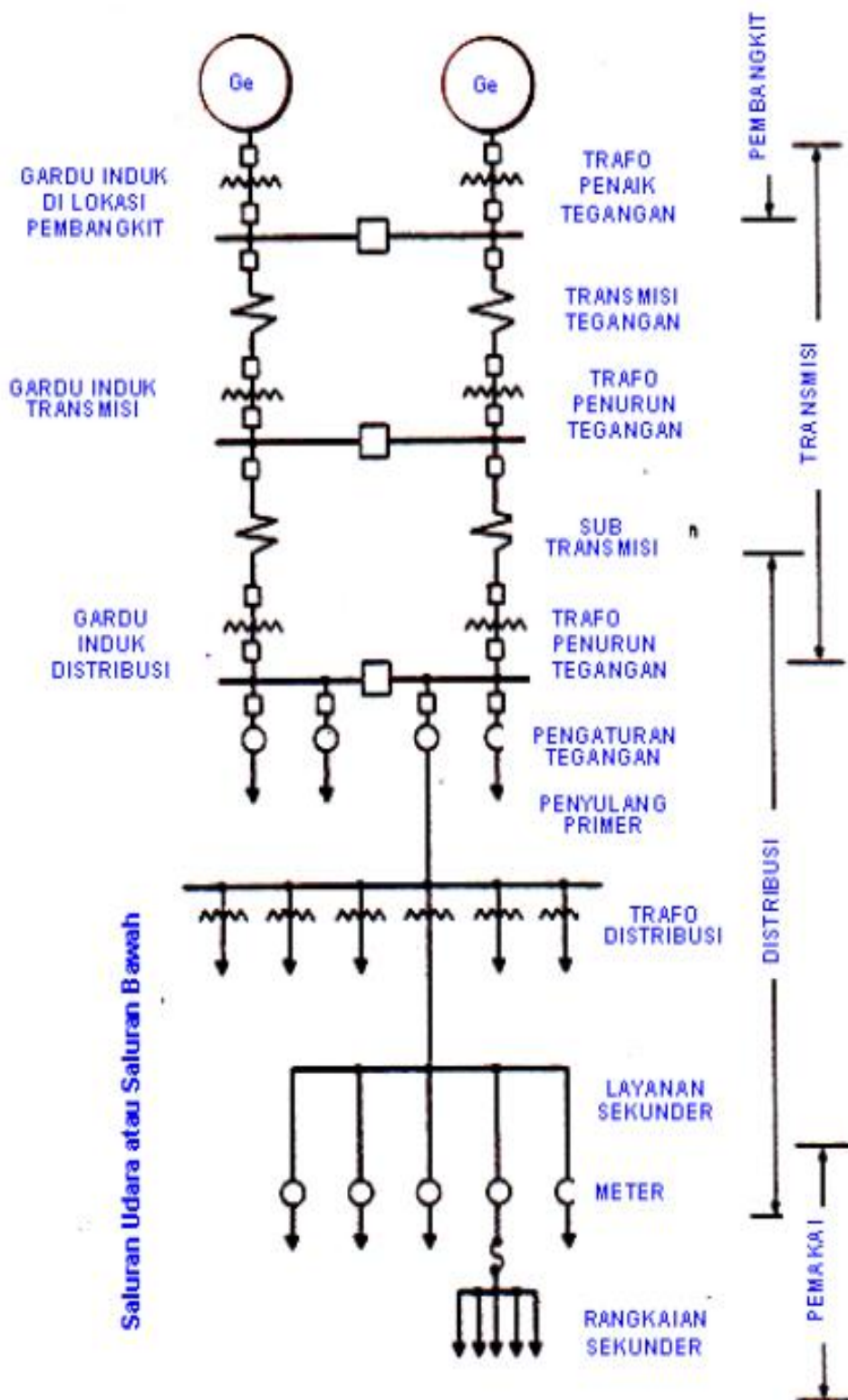
Sistem distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik. Sistem distribusi ini berguna untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber energi listrik besar (*bulk power source*) sampai ke pelanggan (Suhadi, 2008). Berdasarkan pernyataan tersebut maka fungsi distribusi tenaga listrik adalah sebagai berikut:

- 1) Menyalurkan energi listrik dari gardu induk ke pelanggan secara terus menerus.
- 2) Bagian sistem tenaga listrik yang berhubungan langsung dengan pelanggan, karena pusat-pusat beban (pelanggan) dilayani langsung melalui jaringan distribusi.



Gambar 2.1 Sistem penyaluran tenaga listrik (Tresna, 2010)

## 2.2.1. Pengelompokan Jaringan Tenaga Listrik



Gambar 2.2 Pembagian tegangan sistem tenaga listrik (Suhadi, 2008)

Untuk kemudahan serta penyederhanaan diadakan pembagian serta pembatasan-pembatasan (Suhadi, 2008), seperti berikut:

Daerah I : Bagian pembangkitan (*Generation*)

Daerah II : Bagian Penyaluran (*Transmission*), bertegangan tinggi (HV, EHV, UHV).

Daerah III : Bagian Distribusi Primer, bertegangan menengah (6 atau 20kV)

Daerah IV : Instalasi bertegangan rendah

### 2.2.2. Pembagian Jaringan Distribusi Tenaga Listrik

Secara umum, saluran tenaga listrik atau saluran distribusi dapat dibagi menjadi beberapa bagian, sebagai berikut:

#### 1. Menurut Nilai Tegangan

##### a. Sistem Jaringan Distribusi Primer

Sistem jaringan distribusi primer atau sering disebut jaringan distribusi tegangan menengah (JDTM) terletak diantara gardu induk dengan gardu pembagi, yang memiliki tegangan sistem lebih tinggi dari tegangan terpakai untuk pelanggan. Standar tegangan untuk jaringan distribusi primer ini adalah 6 kV, 10 kV, dan 20 kV (sesuai standar PLN). Sedangkan di Amerika Serikat standar tegangan untuk jaringan distribusi primer ini adalah 2,4 kV, 4,16 kV, dan 13,8 kV.

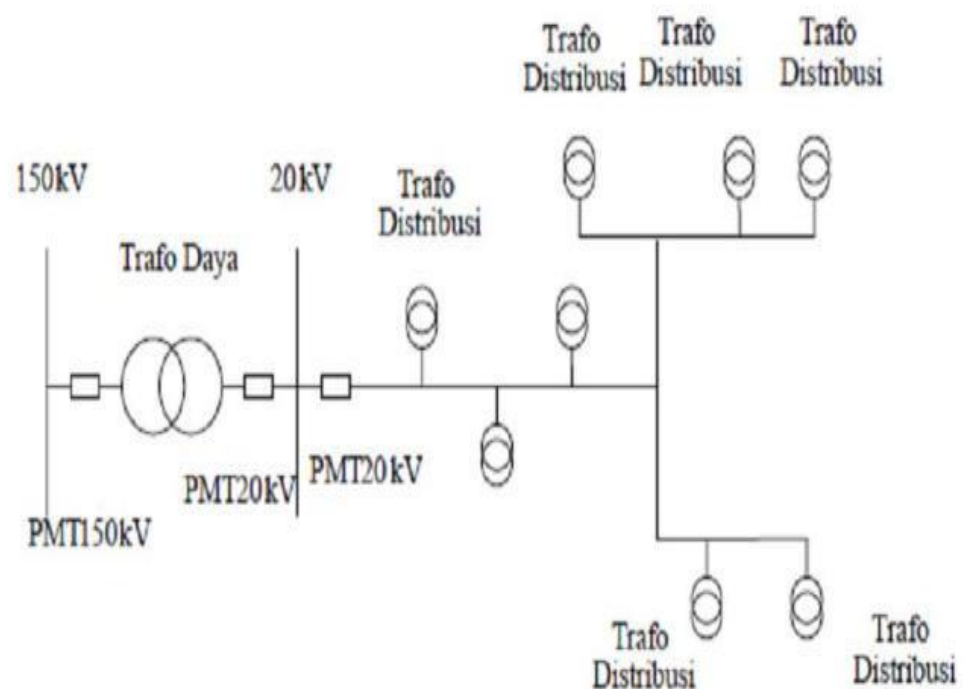
##### b. Sistem Jaringan Distribusi Sekunder

Sistem jaringan distribusi sekunder atau sering disebut jaringan distribusi tegangan rendah (JDTR), merupakan jaringan yang berfungsi sebagai penyalur energi listrik dari gardu pembagi (gardu distribusi) ke pusat beban (pelanggan tenaga listrik). Besarnya standar tegangan untuk jaringan distribusi sekunder ini adalah 127/220 V pada sistem lama, dan 220/380 V pada sistem baru untuk perumahan, serta 440/550 V untuk keperluan industri.

## 2. Menurut Susunan Rangkaian

Saluran distribusi dibedakan atas 2 bagian yaitu saluran distribusi primer dan sekunder. Sistem distribusi sekunder digunakan sebagai penyalur tenaga listrik dari gardu induk distribusi sampai kepada pelanggan. Penggunaan sistem ini disesuaikan dengan tingkat keandalannya. Terdapat bermacam-macam bentuk rangkaian jaringan distribusi primer (Syufrijal, 2014).

### a. Jaringan Distribusi Radial

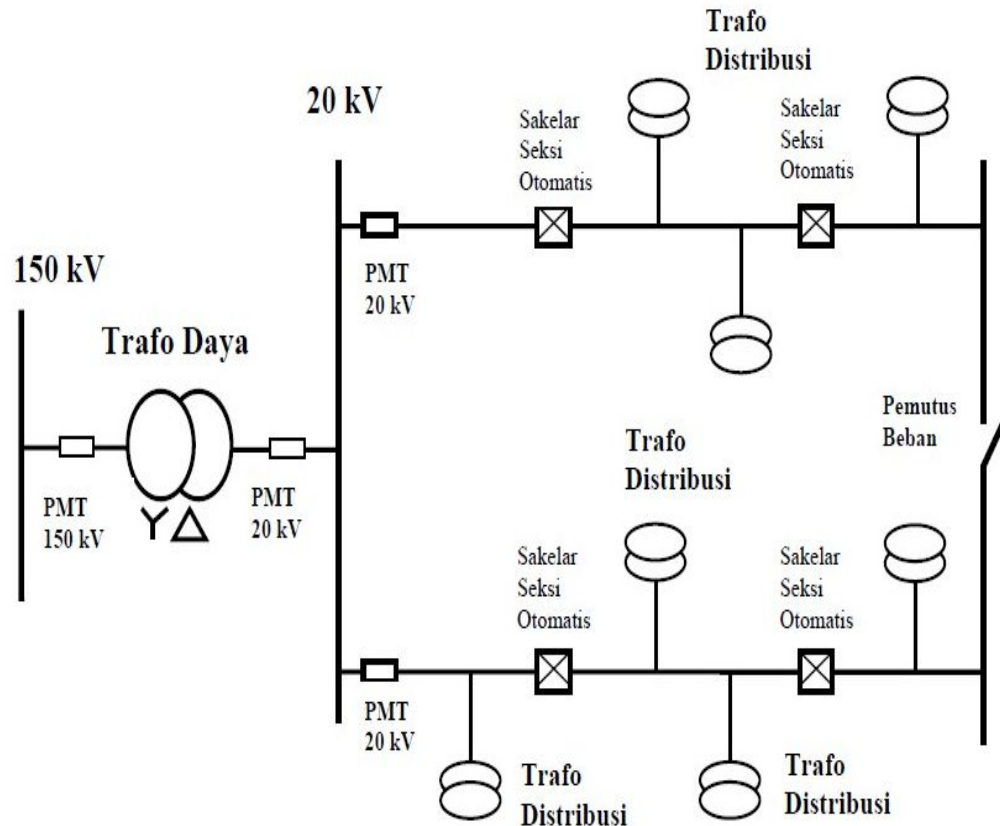


Gambar 2.3 Jaringan distribusi radial (Syufrijal, 2014).

Sistem jaringan radial pada distribusi tenaga listrik paling banyak digunakan dan paling sederhana dibandingkan dengan tipe jaringan yang lain. Tenaga listrik yang disalurkan secara radial melalui gardu induk ke pelanggan-pelanggan dilakukan secara terpisah satu sama lainnya. Dinamakan radial karena saluran ini ditarik secara radial dari suatu titik yang merupakan sumber dari jaringan itu dan dicabang-cabangkan ke titik-titik beban yang dilayani. Sistem radial terdiri atas fider (*feeders*) atau penyulang menyuplai beberapa gardu distribusi secara radial. Dalam jaringan distribusi radial ini

arus beban yang mengalir tidak sama besar dikarenakan adanya pencabangan pada saluran.

b. Jaringan distribusi tertutup (*Loop*)

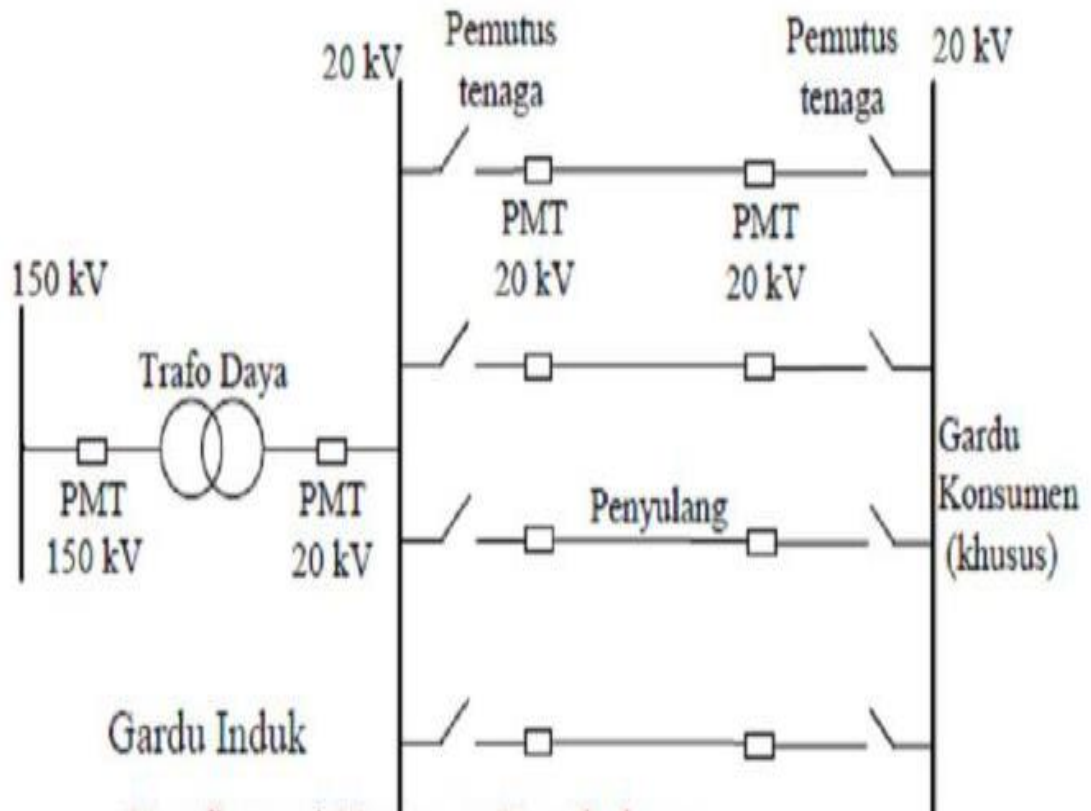


Gambar 2.4 Jaringan distribusi tertutup (*Loop*) (Syufrijal, 2014).

Menurut (Syufrijal, 2014), sistem jaringan *loop* merupakan bentuk tertutup, disebut juga bentuk jaringan ring. Susunan rangkaian saluran membentuk ring yang memungkinkan titik beban terlayani dari dua arah saluran, sehingga kontinuitas pelayanan lebih terjamin serta kualitas energinya menjadi lebih baik. Apabila pemutus beban otomatis dilengkapi *recloser* ataupun *AVS* maka pengamanan berlangsung secara cepat dan praktis. Setelah gangguan teratasi maka daerah yang mengalami gangguan akan kembali beroperasi secara otomatis.

c. Jaringan distribusi jaring-jaring (*NET*)

Jaringan distribusi jaring-jaring (*NET*) Merupakan gabungan dari beberapa saluran mesh, dimana terdapat lebih satu sumber sehingga berbentuk saluran interkoneksi. Jaringan ini berbentuk jaring-jaring, kombinasi antara radial dan *Loop* (Distribusi & Syahputra, 2017).

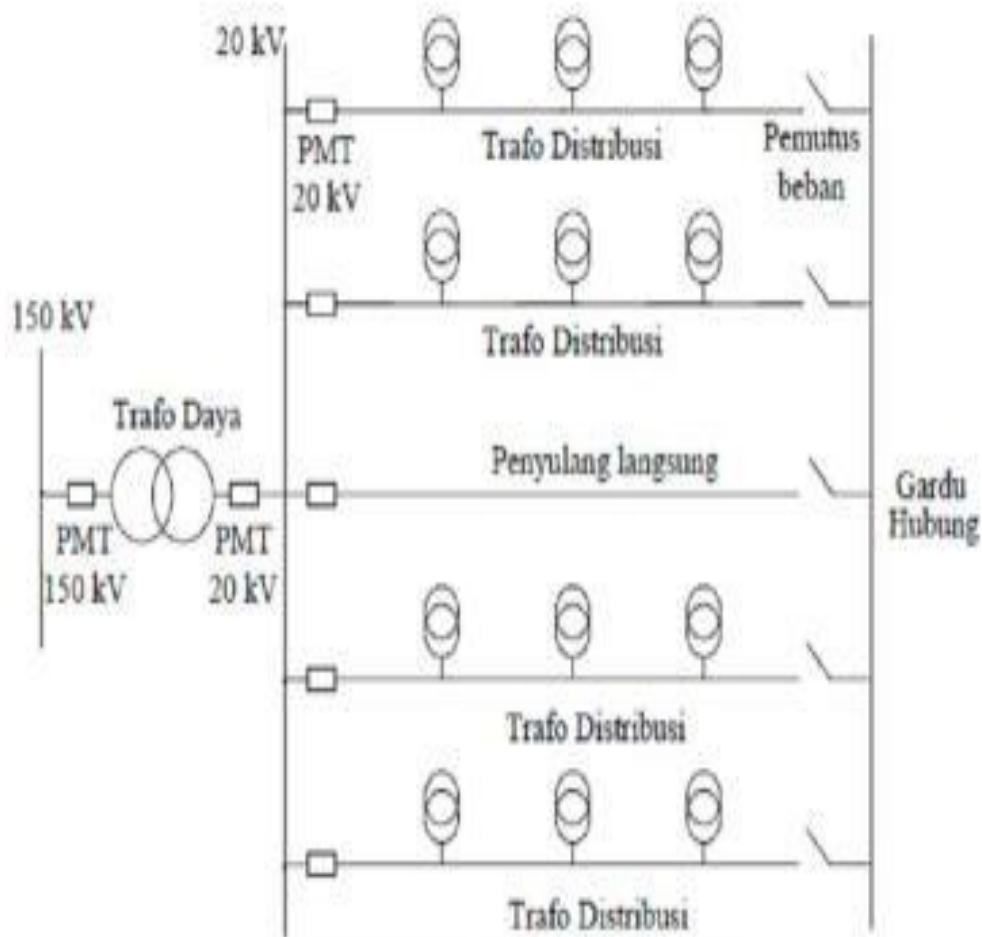


Gambar 2.5 Jaringan distribusi mesh (*NET*) (Syufrijal, 2014).

d. Jaringan Distribusi *Spindle*

Jaringan distribusi *spindle* merupakan saluran kabel bawah tanah tegangan menengah (SKTM) yang penerapannya cocok digunakan di kota-kota besar. Sistem jaringan spindle biasanya terdiri atas maksimum 6 penyulang dalam keadaan dibebani, dan satu penyulang dalam keadaan kerja tanpa beban. Saluran penyulang yang beroperasi dalam keadaan berbeban dinamakan "*working feeder*" atau saluran kerja, sedangkan saluran yang dioperasikan tanpa beban dinamakan "*express feeder*".





Gambar 2.6 Jaringan distribusi *spindle* (Syufrijal, 2014).

### 2.3 Penyaluran Tenaga Listrik

Dalam mendistribusikan tenaga listrik ke daerah pemukiman, terdapat dua cara yaitu melalui gardu-gardu distribusi atau melalui penyaluran setempat (Suswanto, 2009).

#### 2.3.1. Gardu Distribusi

Penyaluran energi dengan menggunakan gardu distribusi menggunakan sistem tiga fasa untuk jaringan tegangan menengah (JTM) dan jaringan tegangan rendah (JTR) dengan transformator tiga fasa dengan kapasitas yang cukup besar. Jaringan tegangan rendah ditarik dari sisi sekunder transformator untuk kemudian disalurkan

kepada pelanggan. Sistem tiga fasa tersedia untuk seluruh daerah pelayanan distribusi, walaupun sebagian besar pelanggan mendapat pelayanan distribusi tenaga listrik satu fasa. Jaringan tegangan menengah berpola radial dengan kawat udara sistem tiga fasa tiga kawat. Sementara jaringan tegangan rendah berpola radial dengan sistem tiga fasa empat kawat dengan netral. Gardu distribusi sendiri dari instalasinya dapat dibedakan menjadi:

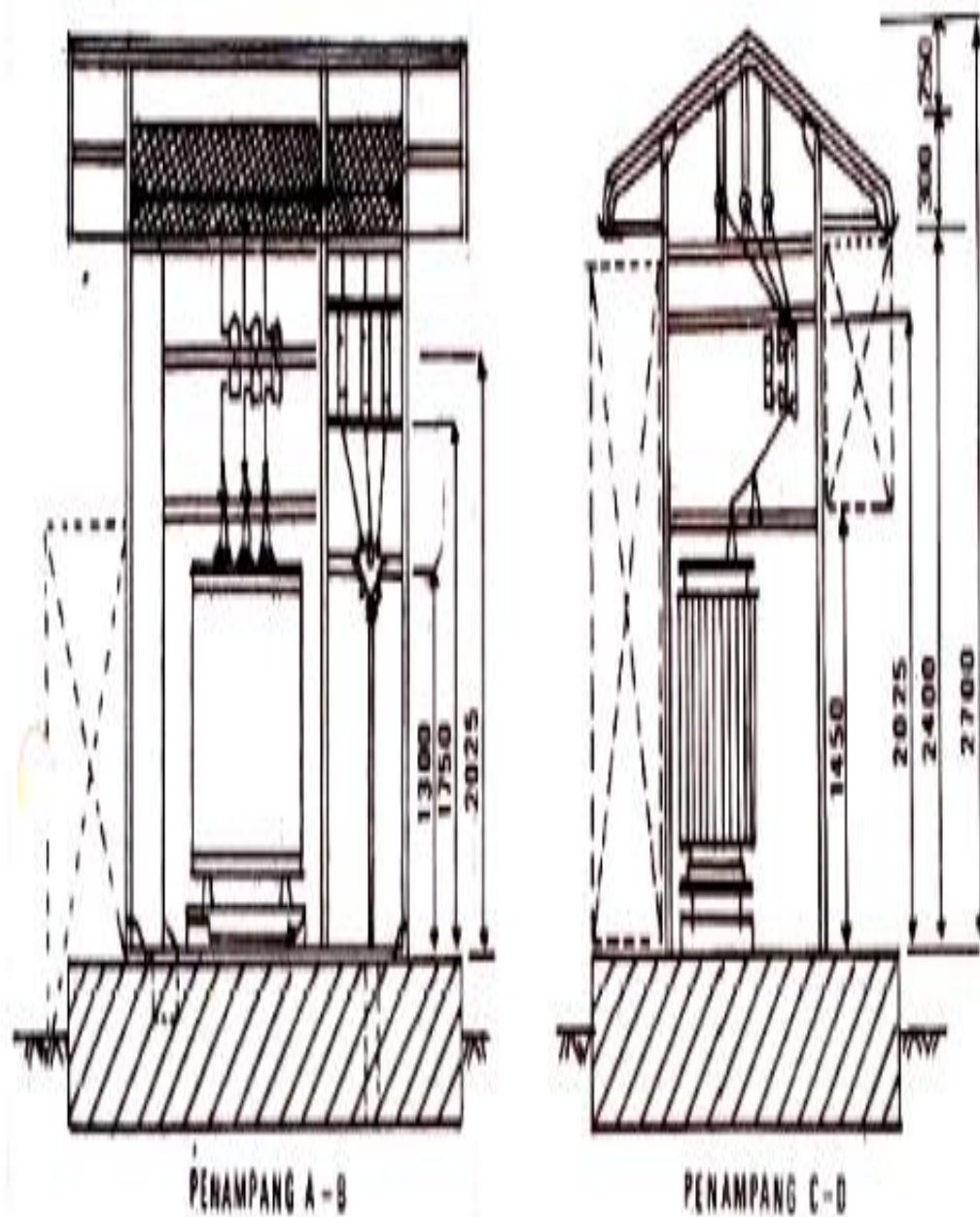
1. Gardu Tembok (Gardu Beton), merupakan gardu hubung atau gardu trafo yang konstruksinya secara keseluruhan terbuat dari tembok atau beton.



Gambar 2.7 Gardu Tembok (www.warriornux.com)

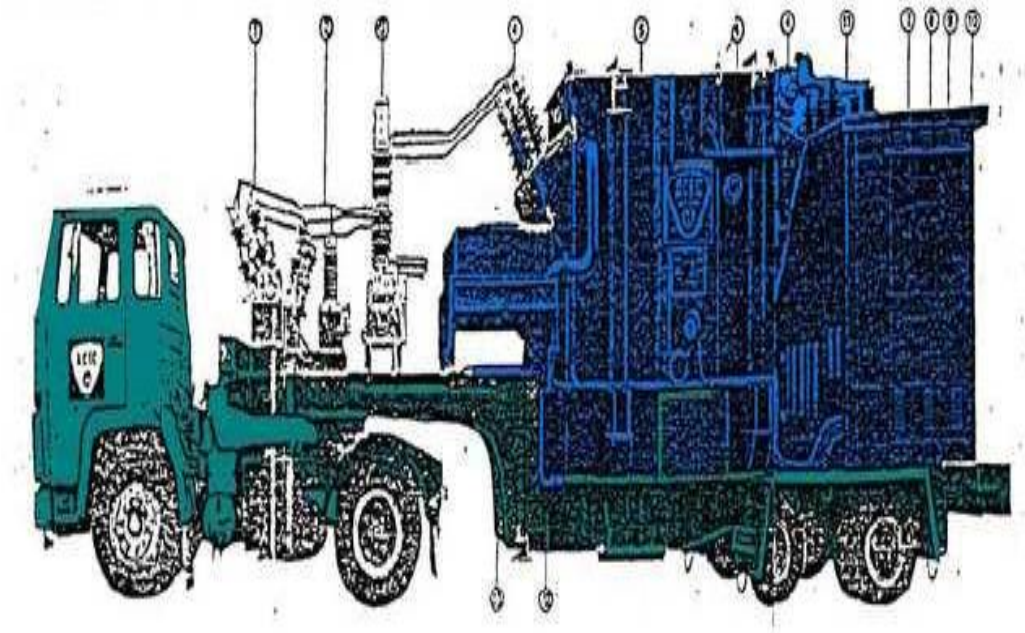
2. Gardu Kios (Gardu Besi), merupakan gardu hubung atau gardu trafo yang konstruksinya secara keseluruhan terbuat dari plat besi dengan bentuk seperti kios. Kapasitas gardu yang terpasang terbatas, yakni maksimum 400 kVA. Ada beberapa jenis gardu kios ini seperti gardu kios kompak, gardu kios modular, dan gardu kios bertingkat. Khusus untuk gardu kompak,

seluruh komponen utama gardu sudah dirangkai selengkapnya di pabrik sehingga pembuatan gardu ini lebih cepat dibandingkan dengan pembuatan gardu beton.



Gambar 2.8 Gardu Kios (Suswanto, 2009)

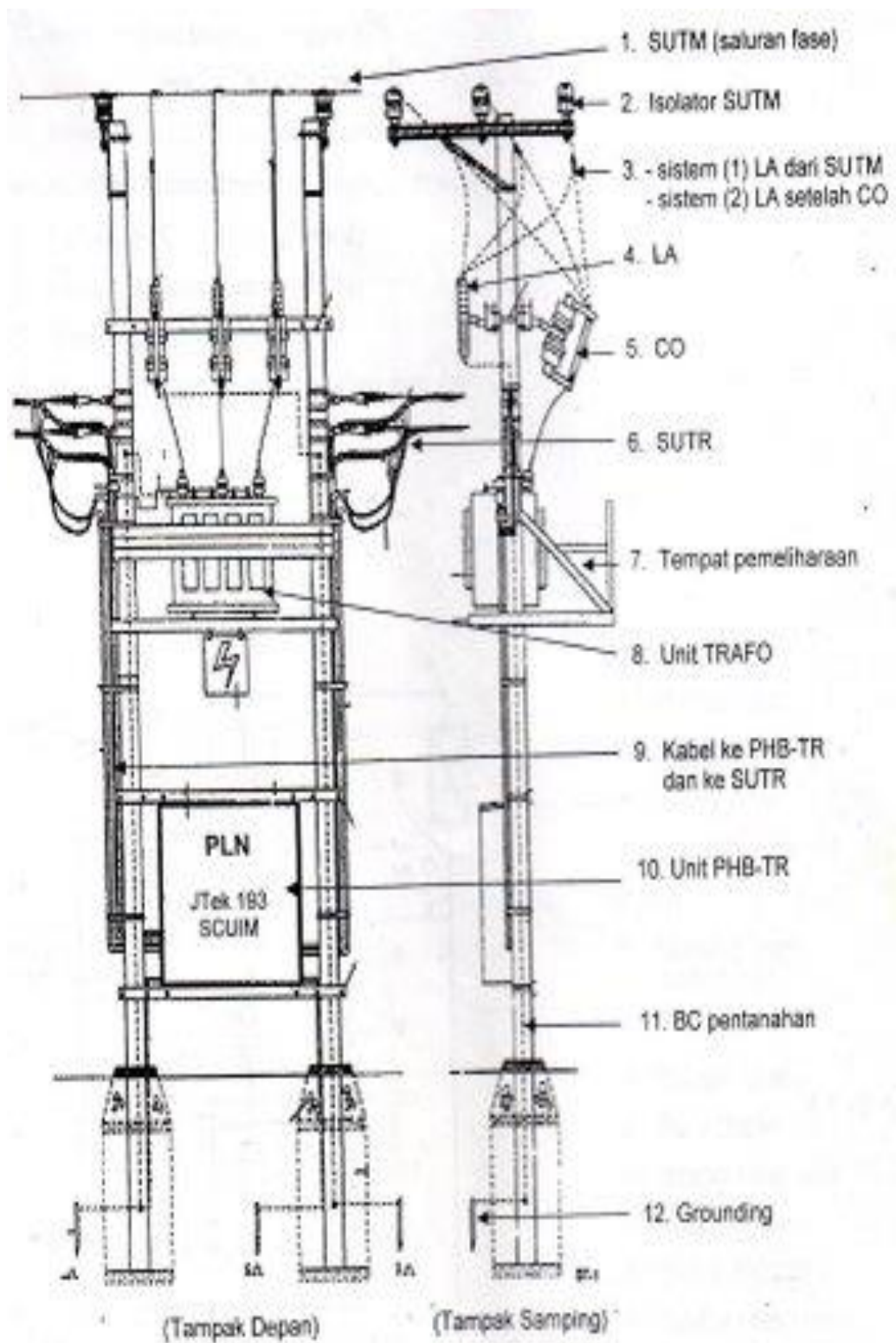
3. Gardu Mobil, merupakan gardu distribusi yang bangunan pelindungnya berupa sebuah mobil, sehingga bisa dipindah-pindah sesuai dengan kebutuhan. Pemakaian gardu mobil seringkali saat situasi darurat seperti mengatasi kebutuhan energi yang bersifat temporer.



Gambar 2.9 Gardu Mobil (Suswanto, 2009)

4. Gardu Portal, merupakan gardu hubung atau gardu trafo yang keseluruhan instalasinya dipasang pada dua tiang atau lebih. Secara umum, setiap gardu distribusi terdiri dari empat ruang (bagian) yaitu; bagian penyambungan/pemutusan sisi tegangan tinggi, bagian pengukuran sisi tegangan tinggi, bagian trafo distribusi dan bagian panel sisi tegangan rendah. Pada gardu beton dan gardu metal bagian-bagian tersebut tersekat satu dengan lainnya, sedang pada gardu tiang panel distribusi tegangan rendah diletakkan pada bagian bawah tiang. Pada gardu distribusi, sistem pengaman yang digunakan umumnya berupa arrester untuk mengantisipasi tegangan lebih (*over voltage*), kawat tanah (*ground wire*) untuk melindungi saluran fasa dari sambaran petir dan sistem pentanahan untuk menetralsir

muatan lebih, serta sekering pada sisi tegangan tinggi (*fuse cut out*) untuk memutus rangkaian jika terjadi arus lebih (Suswanto, 2009).



Gambar 2.10 Gardu Portal (Suswanto, 2009)

### 2.3.2 Penyaluran Setempat

Penyaluran energi dengan menggunakan penyaluran setempat umumnya digunakan pada daerah dengan kondisi beban perumahan ataupun beban kantor/bisnis yang tidak terlalu besar, atau pada suatu daerah dengan tingkat pertumbuhan beban yang tinggi. Untuk jaringan tegangan menengahnya menggunakan sistem tiga fasa dengan percabangan satu fasa. Sementara untuk jaringan tegangan menengahnya menggunakan sistem satu fasa. Transformator yang digunakan memiliki kapasitas yang kecil dan cenderung dekat dengan pelanggan. Jaringan tegangan menengah berpola radial dengan kawat udara sistem tiga fasa empat kawat dengan netral. Sementara jaringan tegangan rendah berpola radial dengan sistem tiga fasa tiga kawat bersama netral.

## 2.4 Tegangan Distribusi

Tegangan distribusi untuk jaringan distribusi dapat dibagi menjadi beberapa jenis, sebagai berikut: (Suswanto, 2009)

1. Tegangan Menengah
2. Tegangan Rendah
3. Tegangan Pelayanan.

### 2.4.1 Tegangan Menengah (TM)

Tegangan menengah adalah tegangan dengan rentang nilai 1 kV sampai dengan 30 kV. Untuk di Indonesia menggunakan tegangan menengah sebesar 20 kV. Tegangan menengah dipakai untuk penyaluran tenaga listrik dari GI menuju gardu gardu distribusi atau langsung menuju pelanggan tegangan menengah.

### 2.4.2 Tegangan Rendah (TR)

Tegangan rendah adalah tegangan dengan nilai di bawah 1 kV yang digunakan untuk penyaluran energi dari gardu gardu distribusi menuju pelanggan tegangan rendah. Penyaluran dilakukan dengan menggunakan sistem tiga fasa empat kawat yang dilengkapi dengan netral. Di Indonesia menggunakan tegangan

rendah 380/220 V. Dengan 380 V merupakan besar tegangan antar fasa dan tegangan 220 V merupakan tegangan fasa netral.

### 2.4.3 Tegangan Pelayanan

Tegangan pelayanan merupakan ketetapan dari penyedia listrik untuk pelanggan pelanggannya. Di Indonesia besarnya tegangan pelayanan pada umumnya antara lain:

1. 380/220 V            tiga fasa empat kawat
2. 220 V                satu fasa dua kawat
3. 6 kV                 tiga fasa empat kawat
4. 12 kV                tiga fasa empat kawat
5. 20 kV                tiga fasa empat kawat

Dalam kurun waktu beberapa tahun terakhir ini sistem distribusi mengarah kepada sistem dengan tegangan yang lebih tinggi. Dengan sistem distribusi yang lebih tinggi ini, maka sistem akan dapat membawa energi lebih besar dengan nilai arus yang sama. Arus yang lebih kecil berarti jatuh tegangan yang lebih kecil, rugi rugi lebih sedikit dan kapasitas membawa energi yang lebih besar (Suswanto, 2009).

## 2.5 Beban Listrik

Untuk merencanakan suatu sistem distribusi tenaga listrik maka salah satu hal yang harus diperhatikan merupakan beban listrik. Untuk mengetahui beban listriknya ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, sebagai berikut: (Suswanto, 2009)

1. Klasifikasi pelanggan listrik jaringan tegangan rendah
2. Kurva beban dan beban puncak
3. Manajemen beban listrik

### 2.5.1 Klasifikasi Pelanggan Listrik Jaringan Tegangan Rendah

Pelanggan listrik yang termasuk pada jaringan tegangan rendah, adalah sebagai berikut:

#### 1. Pelanggan Residensial

Merupakan pelanggan rumah tangga biasa atau masyarakat umum. Golongan ini dibagi menjadi tiga, yaitu; R1, R2, dan R3. R1 adalah pelanggan residensial dengan daya terpasang 900 VA s.d. 2200 VA, R2 pelanggan dengan daya terpasang diatas 3500 VA s.d. 5500 VA, sementara R3 merupakan pelanggan dengan daya terpasang diatas 6600 VA dan biasanya sudah 3 fasa.

#### 2. Pelanggan Bisnis

Golongan ini biasa digunakan oleh kantor-kantor ataupun supermarket maupun minimarket, dengan kata lain merupakan bangunan yang bisa menghasilkan uang walaupun tidak memproduksi barang. Kedua golongan pada pelanggan bisnis adalah B2 dan B3. B2 merupakan pelanggan dengan kapasitas 6600 VA s.d. 200 kVA. Sedangkan B3 merupakan pelanggan dengan kapasitas di atas 200 kVA. Pelanggan yang termasuk pada jaringan tegangan rendah hanya pelanggan B2.

#### 3. Pelanggan Publik

Pelanggan publik merupakan kantor pemerintah. Terbagi menjadi dua golongan yaitu P1, P2 dan P3. P1 merupakan keperluan kantor pemerintah sedang dengan daya 6600 VA s.d. 200 kVA. P2 merupakan keperluan kantor pemerintah besar dengan daya di atas 200 kVA. P3 merupakan keperluan penerangan jalan umum. Golongan yang termasuk pada jaringan tegangan rendah hanya P1 dan P3.



Tabel 2.1 Tarif Dasar Listrik April-Juni 2020



**PENETAPAN  
PENYESUAIAN TARIF TENAGA LISTRIK (TARIFF ADJUSTMENT)**

**BULAN APRIL - JUNI 2020**

NO.	GOL. TARIF	BATAS DAYA	REGULER		PRA BAYAR (Rp/kWh)
			BIAYA BEBAN (Rp/kVA/bulan)	BIAYA PEMAKAIAN (Rp/kWh) DAN BIAYA kVArh (Rp/kVArh)	
1.	R-1/TR	900 VA-RTM	*)	1.352,00	1.352,00
2.	R-1/TR	1.300 VA	*)	1.467,28	1.467,28
3.	R-1/TR	2.200 VA	*)	1.467,28	1.467,28
4.	R-2/TR	3.500 VA s.d. 5.500 VA	*)	1.467,28	1.467,28
5.	R-3/TR	6.600 VA ke atas	*)	1.467,28	1.467,28
6.	B-2/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.467,28	1.467,28
7.	D-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = $K \times 1.035,78$ Blok LWBP = 1.035,78 kVArh = 1.114,74 ****)	-
8.	I-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = $K \times 1.035,78$ Blok LWBP = 1.035,78 kVArh = 1.114,74 ****)	-
9.	I-4/TT	30.000 kVA ke atas	***)	Blok WBP dan Blok LWBP = 996,74 kVArh = 996,74 ****)	-
10.	P-1/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.467,28	1.467,28
11.	P-2/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = $K \times 1.035,78$ Blok LWBP = 1.035,78 kVArh = 1.114,74 ****)	-
12.	P-3/TR		*)	1.467,28	1.467,28
13.	L/TR, TM, TT		-	1.644,52	-

Catatan :

\*) Diterapkan Rekening Minimum (RM):  
 $RM1 = 40 \text{ (Jam Nyala)} \times \text{Daya tersambung (kVA)} \times \text{Biaya Pemakaian.}$

\*\*\*) Diterapkan Rekening Minimum (RM):  
 $RM2 = 40 \text{ (Jam Nyala)} \times \text{Daya tersambung (kVA)} \times \text{Biaya Pemakaian LWBP.}$   
 Jam nyala : kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung.

\*\*\*\*) Diterapkan Rekening Minimum (RM):  
 $RM3 = 40 \text{ (Jam Nyala)} \times \text{Daya tersambung (kVA)} \times \text{Biaya Pemakaian WBP dan LWBP.}$   
 Jam nyala : kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung.

\*\*\*\*\*) Biaya kelebihan pemakaian daya reaktif (kVArh) dikenakan dalam hal faktor daya rata-rata setiap bulan kurang dari 0,85 (delapan puluh lima per seratus).

K : Faktor perbandingan antara harga WBP dan LWBP sesuai dengan karakteristik beban sistem kelistrikan setempat ( $1,4 \leq K \leq 2$ ), ditetapkan oleh Direksi Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara.

WBP : Waktu Beban Puncak.  
 LWBP : Luar Waktu Beban Puncak.

Sumber: Permen ESDM No. 19 Tahun 2019

## 2.5.2 Kurva Beban dan Beban Puncak

### 1. Kurva Beban

Kurva beban menggambarkan variasi pembebanan terhadap suatu gardu yang diukur dengan KW, Ampere atau KVA sebagai fungsi dari waktu. Interval waktu pengukuran biasanya ditentukan berdasarkan pada penggunaan hasil pengukuran, misalnya interval waktu 30 menit atau 60 menit sangat berguna dalam penentuan kapasitas rangkaian. Biasanya beban diukur untuk interval waktu 15 menit, 30 menit, satu jam, satu hari atau satu minggu. Kurva beban menunjukkan permintaan (demand) atau kebutuhan tenaga pada interval waktu yang berbeda. Dengan bantuan kurva kita dapat menentukan besaran dari beban tersebar dan selanjutnya kapasitas pembangkitan dapat ditentukan juga. Dengan kurva beban ini juga kita dapat melihat profil pembebanan dari suatu gardu sehingga kita dapat melihat perilaku dari pengguna listrik pada daerah penyaluran gardu tersebut.

### 2. Beban Puncak

Kepadatan beban selalu dipakai sebagai ukuran dalam menentukan kebutuhan listrik, Sesuatu daerah kepadatan beban satuannya dapat berupa MVA/km<sup>2</sup> atau KVA/m<sup>2</sup>. Beban puncak atau kebutuhan maksimum dapat didefinisikan sebagai beban (kebutuhan) terbesar atau tertinggi yang terjadi selama periode tertentu. Periode tertentu dapat berupa sehari, sebulan maupun dalam setahun. Untuk periode harian, yaitu variasi pembebanan trafo distribusi selama sehari beban puncak harus diartikan beban rata rata selama selang waktu tertentu dimana kemungkinan terjadinya beban tersebut. Sebagai contoh beban puncak harian di Indonesia berkisar pada pukul 17.00 sampai 22.00 dimana pada waktu ini nilai kebutuhan terbesar atau tertinggi terjadi selama selang sehari.

## 2.5.3 Manajemen Beban Listrik

Pada tingkat makro, meningkat atau menurunnya konsumsi listrik selama waktu tertentu pada siang hari dapat diatur agar dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Penambahan kapasitas bukanlah hal yang bijak karena mahalnya

penambahan kapasitas hanya karena kebutuhan konsumsi yang berubah-ubah setiap waktunya akan menimbulkan kerugian. Langkah yang tepat untuk menyesuaikan peningkatan atau penurunan konsumsi listrik adalah dengan melakukan manajemen pembebanan. Beberapa teknik yang efektif untuk manajemen pembebanan antara lain:

1. Menggeser beban proses yang tidak kritis dan tidak kontinyu ke luar waktu beban puncak
2. Membuang beban yang tidak penting selama beban puncak
3. Mengoperasikan pembangkitan di tempat atau penggunaan pembangkit diesel selama waktu beban puncak
4. Mengoperasikan unit AC selama luar waktu beban puncak dan menggunakan penampung termis dingin
5. Pemasangan peralatan pengkoreksi faktor energi.

## **2.6 Susut Energi Pada Saluran Distribusi**

Susut (*losses*) adalah sejumlah energi listrik yang hilang dalam proses pengaliran energi listrik mulai dari gardu induk sampai dengan pelanggan. Apabila tidak terdapat gardu induk, susut (*losses*) dimulai dari gardu distribusi sampai dengan pelanggan.

Energi listrik adalah banyaknya energi tiap satuan waktu dimana pekerjaan sedang berlangsung atau kerja yang dilakukan persatuan waktu.

Susut energi atau rugi energi listrik adalah berkurangnya pasokan energi yang dikirimkan oleh sumber pasokan (PLN) kepada yang diterima dalam hal ini pelanggan, artinya energi yang hilang akibat susut energi merupakan energi yang dibangkitkan namun tidak terjual. Dalam hal ini pihak penyedia energi listrik (PLN), menderita kerugian akibat membangkitkan energi dengan biaya yang cukup besar tetapi tidak mendapatkan keuntungan finansial dari hasil penjualan energi tersebut. Pembahasan mengenai susut energi mencakup dua bagian, sebagai berikut:

1. Klasifikasi susut energi
2. Faktor yang mempengaruhi susut energi

#### 2.6.1 Klasifikasi Susut Energi

Berdasarkan sifatnya susut energi dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu:

1. Susut Konstan, merupakan susut yang terjadi secara konstan dan terus menerus pada saluran distribusi tanpa dipengaruhi oleh perubahan beban. Contohnya rugi-rugi transformator, kwh meter, dan kebocoran isolasi.
2. Susut Variabel, merupakan susut yang terjadi karena adanya nilai yang berubah-ubah pada saluran distribusi yang dipengaruhi oleh fluktuasi (perubahan beban). Contohnya rugi-rugi pada penghantar.

Sedangkan berdasarkan faktor penyebabnya susut energi dapat dibedakan menjadi:

1. Susut Teknis, merupakan penyusutan yang terjadi akibat adanya impedansi pada peralatan pembangkit, peralatan transmisi, dan peralatan distribusi sehingga terdapat daya yang hilang. Penyebab susut teknis dapat dilihat dari persamaan susut teknis sebagai berikut

$$P_{loss} = I^2 R \quad \text{dimana} \quad R = \rho \frac{L}{A} \quad (2.4)$$

Dimana:

- $P_{loss}$  : Susut daya (W)
- $I$  : Arus beban (A)
- $R$  : Hambatan dalam penghantar ( $\Omega$ )
- $\rho$  : Hambatan jenis penghantar ( $\Omega / m$ )
- $L$  : Panjang penghantar (m)
- $A$  : Luas penampang ( $m^2$ )

Sedangkan untuk total energi yang hilang akibat susut selama selang waktu tertentu dapat diperhitungkan berdasarkan persamaan berikut:

$$W_{losses} = P_{losses} \times t \quad (2.5)$$

Dimana:

$W_{losses}$  : Energi yang hilang (Joule)

$P_{losses}$  : Daya yang hilang pada penghantar (Watt)

$t$  : Waktu (jam)

2. Susut non teknis, merupakan penyusutan yang terjadi akibat kesalahan dalam pembacaan alat ukur, kesalahan kalibrasi alat ukur, dan kesalahan akibat pemakaian ilegal (pencurian arus listrik) atau kesalahan lain yang bersifat administratif.

### 2.6.2 Faktor yang Mempengaruhi Susut Energi

Susut energi pada saluran distribusi disebabkan oleh beberapa hal antara lain konduktor fasa, kabel distribusi dan faktor energi.

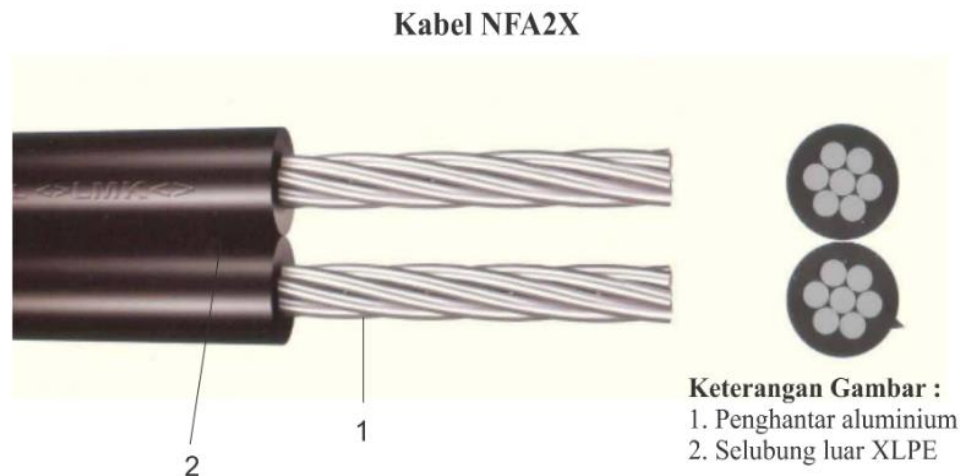
#### 1. Beban Pelanggan

Penghitungan beban pelanggan sebagai salah satu faktor yang mempengaruhi susut energi dapat dilakukan melalui penghitungan arus maksimum, persen pembebanan, dan arus pembebanan, sebagai berikut:

- a. Arus maksimum ( $I_{max}$ ) merupakan nominal maksimum trafo dalam menyuplai arus ke beban melalui jaringan 3 fasa.
- b. Persen pembebanan (%pembebanan) trafo merupakan besarnya arus pembebanan pada saluran distribusi dalam interval waktu tertentu.
- c. Arus pembebanan ( $I_{pp}$ ) merupakan besar arus yang dikeluarkan oleh trafo pada waktu tertentu yang diakibatkan oleh pembebanan pelanggan.

Ketiga penghitungan tersebut akan menggambarkan seberapa besar beban pelanggan terhadap trafo, dimana semakin besar beban pelanggan maka akan semakin besar energi yang dialirkan sehingga semakin besar pula susut energi yang terjadi.

## 2. Kabel Distribusi



Gambar 2.11 Penampang Kabel Distribusi ([www.blogteknisi.com](http://www.blogteknisi.com))

Secara umum kabel saluran distribusi terdiri dari konduktor fasa, pelindung yang terbuat dari semi konduktor, kawat netral pelindung, dan selubung penutup. Sebagian besar kabel distribusi merupakan kabel dengan konduktor tunggal. Terdapat dua jenis kabel yaitu kabel netral yang tersusun secara konsentrik dan kabel energi. Kabel netral konsentrik umumnya memiliki konduktor yang terbuat dari aluminium, isolasi padat, dan netral yang tersusun secara konsentrik. Kabel netral konsentrik terbuat dari beberapa kawat tembaga yang dililit mengelilingi isolasi (Chapman, 2002).

Kabel energi memiliki konduktor fasa yang terbuat dari tembaga atau aluminium, isolasi padat dan umumnya pita pelindung tipis yang terbuat dari tembaga. Dalam saluran distribusi kabel energi digunakan untuk aplikasi penyulang saluran utama, penyulang rangkaian, dan untuk aplikasi 3 fasa dengan arus besar lainnya. Bagian penting dalam isolasi kabel adalah sebagai berikut:

- a. Konstanta Dielektrik, merupakan perbandingan dari kapasitansi dengan material isolasi terhadap kapasitansi dengan konfigurasi yang sama di ruang hampa.

- b. Resistansi Volume, arus bocor yang melalui isolasi merupakan fungsi dari resistivitas isolasi terhadap arus searah (DC).
- c. Rugi Dielektrik, merupakan pergerakan muatan pembawa di dalam isolasi. Rugi dielektrik memiliki kontribusi terhadap arus resistif bocor pada kabel.
- d. Faktor Disipasi, merupakan perbandingan dari arus resistif yang muncul.

## 2.7 Efisiensi Jaringan Tegangan Rendah

Efisiensi jaringan tegangan rendah merupakan pemanfaatan energi listrik secara maksimal dimana energi listrik yang diproduksi dapat dijual dengan maksimal ke pelanggan. Efisiensi jaringan dapat diukur dengan melihat selisih antara energi *input* dengan energi *output*, semakin kecil selisih antara energi *input* dan energi *output* maka semakin tinggi tingkat efisiensi jaringan tegangan rendah tersebut, demikian pula sebaliknya semakin besar selisih antara energi *input* dan energi *output* maka semakin rendah tingkat efisiensi jaringan tegangan rendah tersebut. Tingkat efisiensi dituliskan dengan persentase antara 0 – 100%, dimana 100% merupakan efisiensi sempurna karena jumlah energi *input* sama dengan jumlah energi *output*.

## **BAB 3**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Metodologi penelitian merupakan suatu cara yang digunakan oleh peneliti dalam melaksanakan kegiatan penelitiannya untuk mengambil data pernyataan yang terdapat di lapangan.

Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi susut energi, besarnya susut energi yang terjadi di saluran distribusi jaringan tegangan rendah, dan besar efisiensi jaringan tegangan rendah. Dengan demikian dapat diketahui faktor apa yang mempengaruhi susut energi, berapa besar susut energi yang terjadi pada Saluran Distribusi Jaringan Tegangan Rendah, serta seberapa efisien Jaringan Tegangan Rendah di PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru.

#### **3.1 Tipe Penelitian**

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif, dimana data yang digunakan berupa angka sebagai alat menganalisis keterangan mengenai apa yang ingin diketahui.

#### **3.2 Pelaksanaan Penelitian**

##### **3.2.1 Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru Jl.Sei Batu Gingging Ps. X, Merdeka, Sumatera Utara 20154 No Telp: (061) 8213721.

##### **3.2.2 Waktu Penelitian**

Penelitian dilaksanakan pada 9 - 23 Juli 2020.



### 3.3 Objek Penelitian

Objek penelitian yang digunakan merupakan objek yang mendukung proses analisis susut energi pada saluran distribusi jaringan tegangan rendah. Berdasarkan hal tersebut maka dipilih beberapa objek khusus dalam saluran distribusi jaringan tegangan rendah, sebagai berikut:

1. Jaringan distribusi tegangan rendah mengalami susut energi yang terjadi pada saluran yang dimulai dari distribusi hingga pada titik-titik beban yang ada pada jaringan tegangan rendah tersebut, wilayah yang diambil merupakan PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru. Gardu distribusi yang terdaftar pada data aset PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru sebanyak 878 unit dengan kapasitas masing-masing trafo gardu sebesar 25 kVA, 50 kVA, 100 kVA, 160 kVA, 200 kVA, 250 kVA, 315 kVA, 400 kVA, 630 kVA, 800 kVA, 1000 kVA, 1110 kVA, 1200 kVA, 1250 kVA, 1600 kVA, 3600 kVA, dan 4000 kVA. Sehingga susut energi yang akan dianalisa dalam penelitian ini merupakan susut energi dari total kapasitas sistem sebesar 159.905 kVA yang terpasang untuk menyuplai energi listrik ke seluruh pelanggan.
2. Kapasitas sistem sesuai dengan data yang didapat bahwa jumlah gardu distribusi pada PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru sebanyak 878 unit dan kapasitas sistem sebesar 159.905 kVA.
3. Kabel distribusi, Penghantar yang umum digunakan dalam sistem distribusi bisa berupa kabel ataupun kawat. Kawat hanya terdiri dari konduktor saja, sementara untuk kabel selain inti konduktor, masih terdapat lapisan semi konduktor, lapisan isolasi, selubung dalam, dan lapisan selubung luar. Sementara di PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru, penghantar yang digunakan adalah Kabel distribusi TIC 3 x 70 mm + 1 x 50 mm sebagai penghantar yang terbuat dari aluminium yang memiliki lapisan isolasi PVC pada jaringan tegangan rendah PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru. Berikut karakteristik penghantar aluminium JTR

Tabel 3.1 Karakteristik Penghantar Alumunium JTR

Penghantar		Resistansi penghantar pada 20 <sup>0</sup> ( $\Omega$ /Km)	
Jenis	Ukuran	Fasa	Netral
Kabel TIC	3x50+1x50mm <sup>2</sup>	0,641	0,581
	3x70+1x50mm <sup>2</sup>	0,443	0,581
	3x95+1x50mm <sup>2</sup>	0,308	0,581

4. Jumlah pelanggan dan kapasitas terpasang berdasarkan dari data PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru, Jumlah pelanggan area pelayanan untuk ULP Medan Baru 81.305 pelanggan. Untuk kapasitas terpasang pada area pelayanan ULP Medan Baru sebesar 257.077.950 VA

### 3.4 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data ialah suatu cara yang ditempuh untuk mengambil data dari variabel penelitian. Data yang digunakan oleh peneliti adalah sebagai berikut:

#### 1. Data Aset

Data aset diperlukan untuk mengetahui gambaran dari wilayah yang akan dijadikan objek Analisis Susut Energi Pada Saluran Distribusi dengan Beban Pelanggan Jaringan Tegangan Rendah di PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru. Data aset meliputi jumlah gardu distribusi, jumlah penyulang, kapasitas trafo gardu distribusi, panjang saluran distribusi, jarak antar titik beban serta jenis penghantar. Data aset panjang saluran, jarak antar titik beban dan jenis penghantar digunakan untuk mengetahui salah satu parameter untuk perhitungan yaitu impedansi saluran. Data aset di dapat dari bagian pemeliharaan ULP Medan Baru.

## 2. Data Konsumsi Energi

Data konsumsi energi listrik diperlukan untuk mengetahui berapa energi yang di berikan oleh PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru. Data konsumsi energi listrik didapat dari bagian transaksi energi.

## 3. Data Pelanggan

Data pelanggan yang dimaksud merupakan data konsumsi energi listrik pelanggan sehingga dapat dilihat perilaku konsumsi energi listrik dari pelanggan. Data yang diambil merupakan data jumlah pelanggan dan jumlah kapasitas terpasang di PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru. Jumlah pelanggan dan kapasitas terpasang pelanggan tersebut akan diolah dan nantinya akan dikombinasikan satu sama lain sehingga bisa didapatkan besar susut energi listrik pada saluran distribusi jaringan tegangan rendah.

## 4. Data Standar

Data standar merupakan data spesifikasi teknik meliputi tata cara dan metode yang disusun berdasarkan kesepakatan antara pihak-pihak terkait. Data standar memperhatikan keselamatan, keamanan, kesehatan, lingkungan, pengerahuan dan teknologi serta pengalaman. Standar yang dijadikan acuan dalam penulisan adalah Standar Perusahaan Listrik Negara (SPLN) dan Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2000). Standar ini digunakan sebagai salah satu landasan teori dan analisis penulis.

### **3.5 Metode Analisis Data**

Metode analisis data dipilih berdasarkan parameter penghitungan yang dibentuk sesuai dengan data yang telah dikumpulkan dan objek penelitian untuk menghitung Susut Energi Pada saluran Distribusi Jaringan Tegangan Rendah.

### 3.5.1. Formula Penghitungan Faktor yang Mempengaruhi Susut Energi

Dalam penghitungan faktor yang mempengaruhi susut energi digunakan beberapa persamaan berikut:

#### 1. Beban Pelanggan

Beban pelanggan dapat dihitung melalui beberapa persamaan sebagai berikut:

##### a. Arus Maksimum Jaringan ( $I_{max}$ )

Arus ini merupakan nominal maksimum dari kemampuan trafo dalam menyuplai arus ke beban melalui jaringan 3 fasa. Menurut Standar PLN (SPLN) D3.002-2 Tahun 2008 yang menyatakan bahwa arus maksimum tidak diperbolehkan melebihi 80% dari kapasitas trafo. Berikut persamaan yang digunakan dalam penghitungan arus maksimum:

$$I_{max} = \frac{\text{Kapasitas Trafo}}{3 \times V}$$

$$I_{max} = \frac{S}{3 \times 220} \quad (3.1)$$

Dimana:

$I_{max}$  : Arus maksimum (A)

S : Kapasitas Trafo (VA)

##### b. Persen Pembebanan Trafo

Persen pembebanan digunakan untuk menghitung besarnya arus pembebanan pada saluran distribusi setiap jam sehingga variasi pembebanan dapat dilihat hubungannya dengan susut energi yang terjadi. Persen pembebanan yang diizinkan oleh PLN tidak boleh melebihi 80% dari kapasitas trafo, hal ini mengacu pada Standar PLN D3.002-1 Tahun 2007. Persamaan yang digunakan sebagai berikut:

$$\%pembebanan = \frac{n_{pelanggan} \times \text{Nilai pada kurva beban (Watt)}}{\text{Kapasitas terpasang (VA)} \times PF}$$

$$\%pembebanan = \frac{n_{pelanggan} \times \text{Nilai kurva beban (Watt)}}{S \text{ (VA)} \times \cos\phi} \quad (3.2)$$

Dimana:

$n_{pelanggan}$  : Jumlah pelanggan

PF : *Power factor* (0,8)

S : Kapasitas Trafo (VA)

c. Arus Pembebanan ( $I_{pp}$ )

Arus pembebanan merupakan parameter yang menunjukkan berapa besar arus yang dikeluarkan oleh transformator pada waktu tertentu akibat pembebanan oleh pelanggan. Menurut Standar PLN (SPLN) D3.002-2 Tahun 2008 yang menyatakan bahwa arus maksimum tidak diperbolehkan melebihi 80% dari kapasitas trafo. Berikut persamaan yang digunakan dalam penghitungan arus pembebanan:

$$I_{pp} = I_{max} \times \%pembebanan \quad (3.3)$$

Dimana:

$I_{pp}$  : Arus pembebanan (A)

$I_{max}$  : Arus maksimum (A)

d. Faktor Kepadatan Beban ( $I_{gw}$ )

Kepadatan beban menampilkan kebutuhan energi listrik pada masing-masing titik beban. Persamaan yang digunakan sebagai berikut:

$$I_{gw} = \frac{I_{pp} \text{ (A)}}{n_{tiang}} \quad (3.4)$$

Dimana:

$I_{gw}$  : Kepadatan beban (A)

$I_{pp}$  : Arus pembebanan (A)

$n_{tiang}$  : Jumlah tiang

## 2. Kabel Distribusi

Kabel distribusi merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi terjadinya susut energi. Nilai resistansi merupakan faktor yang diukur dalam penelitian ini, terdapat beberapa resistansi yang diukur yaitu resistansi kabel, resistansi saluran, dan resistansi antar tiang, sebagai berikut:

### a. Resistansi Kabel

Resistansi kabel merupakan besarnya hambatan yang dapat terjadi pada kabel distribusi yang dipengaruhi oleh jenis bahan kabel dan suhu pada kabel distribusi. Penghitungan resistansi kabel dapat dihitung berdasarkan persamaan berikut:

$$R_t = R_u \times \frac{234,5 + t}{254,5} \quad \text{untuk tembaga} \quad (3.5)$$

$$R_t = R_u \times \frac{228 + t_2}{228 + t_1} \quad \text{untuk aluminium} \quad (3.6)$$

Dimana:

$R_t$  : resistansi kabel pada suhu  $t^{\circ}\text{C}$  ( $\Omega/\text{km}$ ).

$R_u$  : resistansi kabel pada suhu  $20^{\circ}\text{C}$  ( $\Omega/\text{km}$ ).

$t$  : suhu penghantar dalam derajat celcius ( $^{\circ}\text{C}$ ).

### b. Resistansi Saluran

Resistansi saluran merupakan besar hambatan yang dapat terjadi sepanjang saluran distribusi yang dipengaruhi oleh jenis bahan kabel, suhu pada kabel, dan panjang kabel sepanjang saluran distribusi yang diukur. Dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$R_{saluran} = R_t \times l_{saluran} \quad (3.7)$$

Dimana:

$R_{saluran}$  : Resistansi saluran ( $\Omega$ )

$R_t$  : Resistansi kabel ( $\Omega/\text{km}$ )

$l_{saluran}$  : Panjang saluran (km)

c. Resistansi Antar Tiang

Resistansi antar tiang merupakan besar hambatan yang dapat terjadi pada kabel antar tiang satu dengan tiang lainnya yang dipengaruhi oleh jenis bahan kabel, suhu pada kabel, panjang saluran, dan jumlah tiang sepanjang saluran. Dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$R_{antar\ tiang} = \frac{R_{saluran}}{n_{tiang}} \quad (3.8)$$

Dimana:

$R_{antar\ tiang}$  : Resistansi antar tiang ( $\Omega$ )

$R_{saluran}$  : Resistansi saluran ( $\Omega$ )

$n_{tiang}$  : Jumlah tiang

### 3.5.2. Parameter Penghitungan Susut Energi

Berdasarkan data yang dikumpulkan, maka dibuatlah parameter penghitungan susut energi sebagai berikut:

#### 1. Faktor Kepadatan Beban ( $I_{gw}$ )

Kepadatan beban menampilkan kebutuhan energi listrik pada masing-masing titik beban. Kepadatan beban dijadikan sebagai parameter penghitungan karena semakin besar nilai kepadatan beban maka semakin besar pula kebutuhan energi listrik di suatu daerah tertentu. Dengan demikian, semakin besar kebutuhan energi listrik maka akan semakin besar energi listrik yang dialirkan, sejalan dengan teori sebelumnya yaitu semakin besar energi listrik yang dialirkan maka akan semakin besar pula susut energi yang terjadi.

#### 2. Resistansi Antar Tiang

Resistansi antar tiang merupakan hambatan yang terjadi pada kabel distribusi antar tiang. Resistansi antar tiang dijadikan sebagai parameter penghitungan karena hambatan yang terjadi antar tiang akan mempengaruhi kemampuan kabel untuk menghantarkan energi listrik pada masing-masing tiang yang merupakan

titik beban. Resistansi ini dipilih karena nilai faktor kepadatan beban dihitung berdasarkan masing-masing tiang beban, sehingga resistansi yang dijadikan parameter juga merupakan resistansi antar tiang beban.

### 3.5.3. Formula Penghitungan Susut Energi

Dalam penghitungan susut energi saluran distribusi jaringan tegangan rendah mengacu kepada Standar PLN (SPLN) D3.002-2 Tahun 2008 dimana susut energi boleh terjadi berkisar antara 5% s.d 10%, digunakan persamaan sebagai berikut:

$$W_{losses} = 3 \times n_{tiang} \times I_{gw} \times R_{antar\ tiang} \times pf \quad (3.9)$$

Dimana:

- $W_{losses}$  : Susut energi (kWh)  
 $n$  : Jumlah tiang  
 $I_{gw}$  : Faktor kepadatan beban (Ampere).  
 $R_{antar\ tiang}$  : Resistansi saluran antar tiang ( $\Omega$ )  
 $Pf$  : Power factor (0,8)

### 3.5.4 Formula Penghitungan Efisiensi Jaringan Tegangan Rendah

Dalam penghitungan efisiensi jaringan tegangan rendah mengacu kepada Standar PLN D3.002-1 Tahun 2007 dimana efisiensi disesuaikan dengan susut energi yang boleh terjadi sehingga nilai efisiensi berkisar antara 90% s.d 100%, penghitungan dilakukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$W_{out} = W_{in} - W_{losses} \quad (3.10)$$

$$\eta = \frac{W_{out}}{W_{in}} \times 100\% \quad (3.11)$$

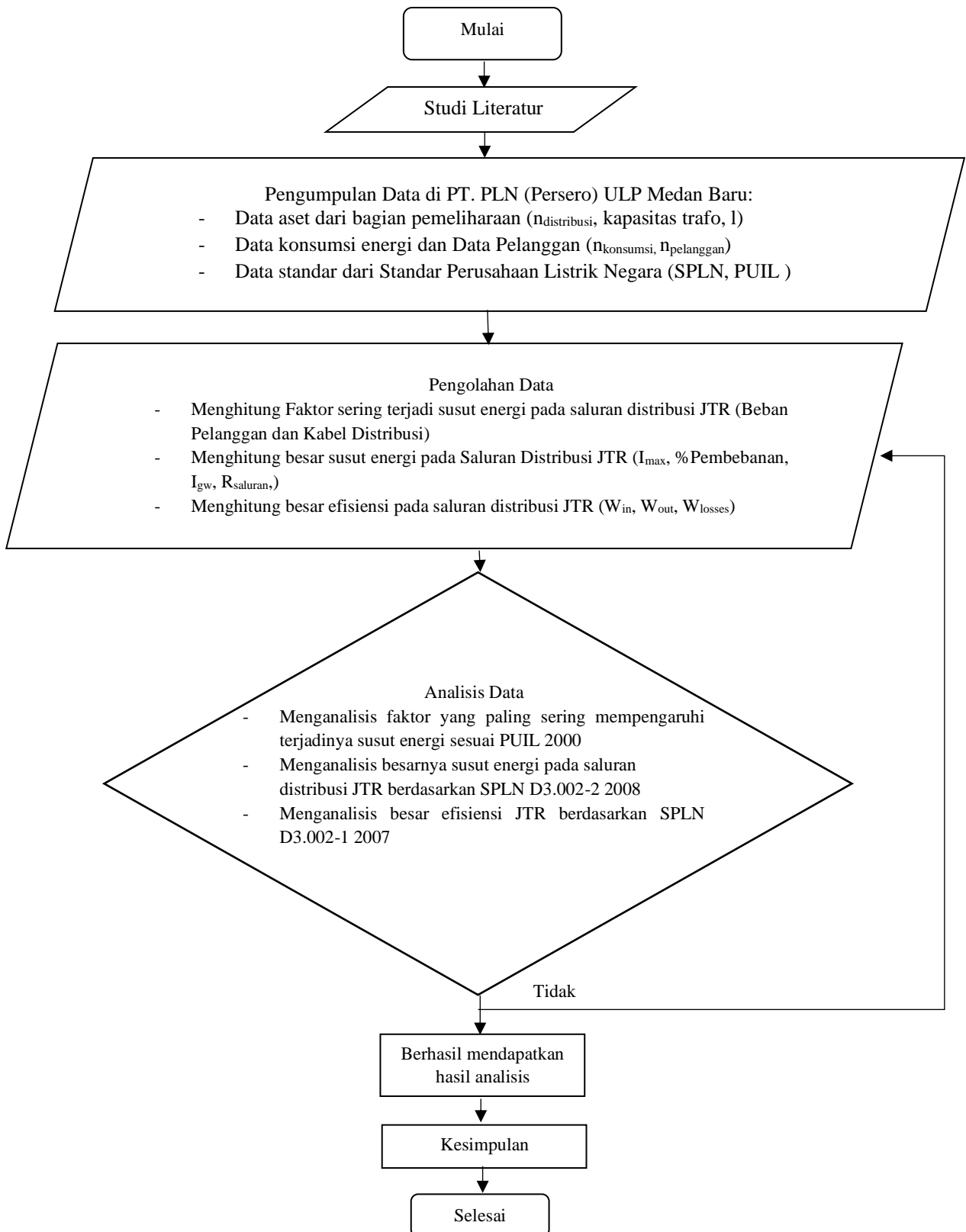
Dimana:

- $W_{out}$  : Energi yang dijual (kWh)  
 $W_{in}$  : Energi yang dihasilkan (kWh)  
 $W_{losses}$  : Susut energi (kWh)  
 $\eta$  : Efisiensi jaringan tegangan rendah (%)



### 3.6 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian ini ialah sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

## **BAB 4**

### **ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini akan menggambarkan hasil dan pembahasan data. Dalam melakukan penghitungan dan analisa agar mendapatkan hasil dan pembahasan harus dicari parameter-parameter yang diperlukan untuk menghitung faktor yang paling mempengaruhi susut energi dan besarnya susut energi berdasarkan beban pelanggan jaringan tegangan rendah.

#### **4.1 Faktor yang Mempengaruhi Susut Energi**

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi susut energi dalam penelitian ini, Akan dianalisis faktor-faktor yang mempengaruhi susut energi serta faktor yang paling mempengaruhi susut energi tersebut yaitu beban pelanggan dan kabel distribusi. Berdasarkan SPLN diketahui kategori standar sebagai berikut:

0% – 30% berada pada kategori rendah dan aman.

31% – 60% berada pada kategori sedang dan aman.

61% – 80% berada pada kategori tinggi dan perlu diperhatikan.

81% – 100% berada pada kategori sangat tinggi dan berbahaya.

Berikut perhitungannya berdasarkan Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2000:

##### **1. Beban Pelanggan**

Penghitungan beban pelanggan sebagai salah satu faktor yang mempengaruhi susut energi dapat dilakukan melalui penghitungan sebagai berikut:

- a.  $I_{\max}$  Jaringan
- b. Persen Pembebanan Trafo
- c. Arus Pembebanan
- d. Faktor Kepadatan Beban

Berikut ini masing-masing penghitungan faktor beban pelanggan:

a.  $I_{max}$  Jaringan

Kapasitas trafo yang digunakan PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru pada Mei 2020 sebesar 159.905 kVA

Dari kapasitas sistem ini maka akan dapat dihitung arus maksimum yang dapat disuplai trafo dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$I_{max} = \frac{S}{3 \times 220}$$

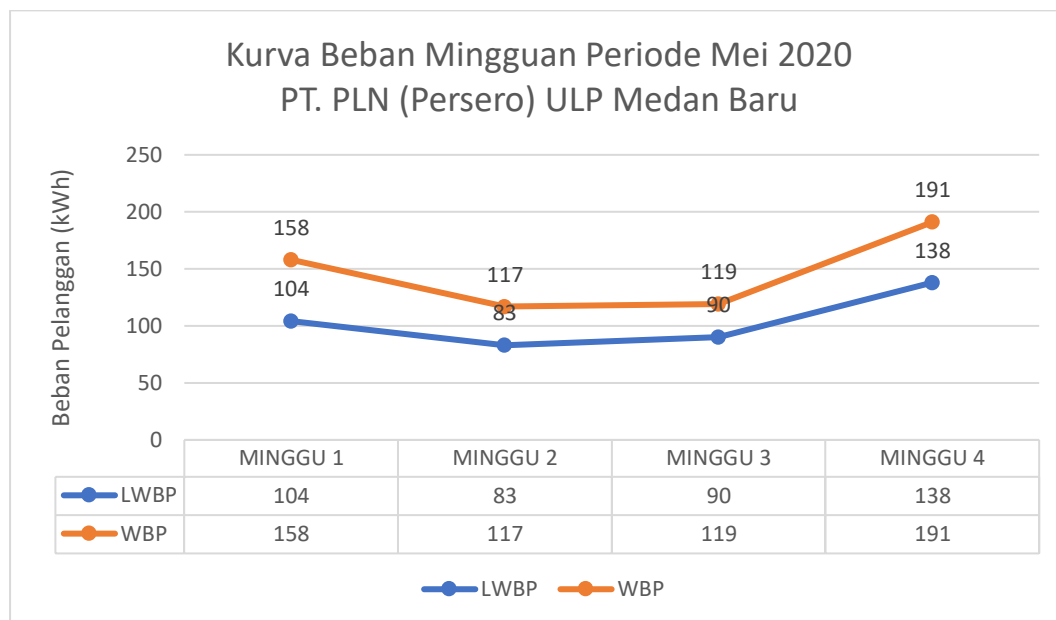
$$I_{max} = \frac{159.905.000 \text{ VA}}{3 \times 220 \text{ V}}$$

$$I_{max} = 242.280,303 \text{ A}$$

Sesuai dengan standar PLN (SPLN) D3.002-2 Tahun 2008 yang menyatakan bahwa nilai  $I_{max}$  tidak boleh mencapai atau melebihi 80% dari total kapasitas trafo. Berdasarkan penghitungan di atas, diketahui bahwa kemampuan trafo dalam menyuplai arus kepada beban melalui jaringan tiga fasa sebesar 242.280,303 A atau setara dengan 53.840 kVA. Sehingga dapat diketahui bahwa nilai persentase  $I_{max}$  sebesar 33,6% dari total kapasitas trafo, nilai ini menunjukkan bahwa arus maksimum yang dapat di suplai oleh trafo tergolong pada kategori sedang dan aman sehingga tidak menimbulkan kerusakan.

b. Persen Pembebanan Trafo

Sebelum menghitung persen pembebanan trafo, terlebih dahulu dicari nilai kurva beban. Adapun kurva beban mingguan periode Mei 2020, sebagai berikut:



Gambar 4.1. Kurva Beban Mingguan Periode Mei 2020 PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru

Berdasarkan kurva di atas, maka diketahui nilai keseluruhan kurva beban sebesar 1000kWh pada periode Mei 2020. Sesuai data yang didapatkan dari PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru, banyak pelanggan ULP Medan Baru pada Mei 2020 sebanyak 81.305 pelanggan dengan kapasitas sistem sebesar 257.077.950 VA dengan nilai kurva beban 1000 kWh, maka dengan menggunakan persamaan (3.2) besar persen pembebanan adalah:

$$\%Pembelian = \frac{n_{pelanggan} \times \text{Nilai Kurva Beban (kWh)}}{S(VA) \times \cos\phi}$$

$$\%Pembelian = \frac{81.305 \times 1.000}{257.077.950 \times 0,8}$$

$$\%Pembelian = \frac{81.305.000}{205.662.360}$$

$$\%Pembelian = 39,5\%$$

Sesuai dengan Standar PLN D3.002-1 Tahun 2007 yang menyatakan bahwa persen pembebanan tidak diperbolehkan lebih dari 80%, maka berdasarkan penghitungan di atas diketahui bahwa besar persentase pembebanan sebesar

39,5% yang tergolong pada kategori sedang dan aman sehingga tidak menimbulkan kerusakan.

c. Arus Pembebanan ( $I_{pp}$ )

Arus pembebanan merupakan berapa besar arus yang dikeluarkan oleh trafo pada waktu tertentu akibat pembebanan oleh pelanggan. Berdasarkan hasil penghitungan sebelumnya, telah diketahui nilai  $I_{max}$  sebesar 242.280,303 A dan %pembebanan sebesar 39,5%. Sehingga dapat dilakukan penghitungan arus pembebanan dengan persamaan (3.3) sebagai berikut:

$$I_{pp} = I_{max} \times \%pembebanan$$

$$I_{pp} = 242.280,303 \times 39,5\%$$

$$I_{pp} = 95.700,7 A$$

Sesuai dengan standar PLN (SPLN) D3.002-2 Tahun 2008 yang menyatakan bahwa nilai arus pembebanan tidak boleh melebihi 80% dari kapasitas trafo. Berdasarkan penghitungan yang telah dilakukan, diketahui bahwa nilai  $I_{pp}$  sebesar 95.700,7 A yang setara dengan 21.266,8 kVA sehingga persentase yang didapatkan sebesar 13,2% dari total kapasitas trafo, nilai ini menunjukkan bahwa arus pembebanan tergolong pada kategori rendah dan aman sehingga tidak menimbulkan kerusakan.

d. Faktor Kepadatan Beban ( $I_{gw}$ )

Faktor kepadatan beban merupakan arus pada masing-masing titik beban. Berdasarkan hasil penghitungan sebelumnya, telah diketahui bahwa nilai arus pembeban ( $I_{pp}$ ) sebesar 95.700,7 A dan berdasarkan data yang didapatkan dari pihak PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru diketahui bahwa jumlah tiang pada jaringan tegangan rendah sebanyak 7.931 batang. Maka dapat dihitung kepadatan beban dengan persamaan (3.4) sebagai berikut:

$$I_{gw} = \frac{I_{pp} (A)}{n_{tiang}}$$

$$I_{gw} = \frac{95.700,7}{7.931}$$

$$I_{gw} = 12,06 A$$

Sesuai dengan standar PLN (SPLN) D3.002-2 Tahun 2008 yang menyatakan bahwa nilai kepadatan beban tidak boleh melebihi 80% dari kapasitas trafo. Berdasarkan penghitungan di atas, diketahui bahwa nilai kepadatan beban sebesar 12,06 A yang setara dengan 2,68 kVA sehingga didapatkan persentase sebesar 0,0016% dari kapasitas trafo. Nilai ini menunjukkan bahwa masing-masing tiang membutuhkan energi sebesar 0,0016% dari keseluruhan total kapasitas trafo yang tergolong pada kategori rendah dan aman sehingga tidak menimbulkan kerusakan.

Berdasarkan penghitungan yang telah dilakukan di atas, diketahui bahwa nilai arus pada masing-masing titik beban ( $I_{gw}$ ) sebesar 12,06 A. Kebutuhan energi tersebut nantinya akan menjadi parameter dalam penghitungan susut energi dan dikalikan dengan seluruh jumlah tiang yang dijadikan sebagai objek penelitian sebanyak 7.931 tiang. Besarnya kepadatan beban menunjukkan kebutuhan energi listrik yang harus dipenuhi, semakin tinggi kebutuhan energi maka semakin besar energi listrik yang harus dialirkan dan mengakibatkan terjadinya susut energi.

## 2. Kabel distribusi

Kabel distribusi merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi terjadinya susut energi. Nilai resistansi merupakan faktor yang diukur dalam penelitian ini, terdapat beberapa resistansi yang diukur yaitu:

- a. Resistansi Kabel
- b. Resistansi Saluran
- c. Resistansi Antar Tiang

Berikut masing-masing penghitungan faktor kabel distribusi:

a. Resistansi Kabel

Resistansi kabel merupakan besarnya hambatan yang dapat terjadi pada kabel distribusi yang dipengaruhi oleh jenis bahan kabel dan suhu pada kabel distribusi. Penghitungan resistansi kabel dapat dihitung berdasarkan persamaan (3.6) sebagai berikut:

$$R_t = R_u \times \frac{228 + 30}{228 + 20}$$

$$R_t = 0,443 \times \frac{228 + 30}{228 + 20}$$

$$R_t = 0,443 \times 1,040$$

$$R_t = 0,460 \Omega/km$$

Sesuai dengan PUIL 2000 yang menyatakan bahwa nilai resistansi kabel tidak diperbolehkan lebih dari 5  $\Omega$ . Berdasarkan penghitungan di atas, diketahui bahwa nilai resistansi kabel sebesar 0,460  $\Omega/km$  yang artinya setiap satu kilometer maka akan terjadi hambatan pada kabel distribusi yang digunakan sebesar 0,460  $\Omega$  dengan nilai persentase sebesar 9,2% dari standar yang telah ditentukan. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan kabel dalam menghambat energi tergolong pada kategori rendah dan aman sehingga tidak menimbulkan kerusakan.

b. Resistansi Saluran

Resistansi saluran merupakan besar hambatan yang dapat terjadi sepanjang saluran distribusi. Pada penghitungan sebelumnya telah diketahui nilai resistansi kabel distribusi sebesar 0,460  $\Omega$  dan berdasarkan data yang didapatkan dari pihak PT. PLN (Persero) telah diketahui bahwa panjang saluran distribusi jaringan tegangan rendah sebesar 31.307 kms. Maka dapat dihitung resistansi saluran dengan persamaan (3.7) sebagai berikut:

$$R_{saluran} = R_t \times l_{saluran}$$

$$R_{saluran} = 0,460 \times 31.307$$

$$R_{saluran} = 14.401,22 \Omega$$

Berdasarkan penghitungan di atas, maka diketahui bahwa nilai resistansi saluran sebesar 14.401,22  $\Omega$ . Nilai ini menunjukkan bahwa pada saluran sepanjang 31.307 kms dapat terjadi hambatan sebesar 14.401,22  $\Omega$ . Tidak ada standarisasi untuk resistansi saluran, karena nilai ini tergantung dengan panjang saluran yang digunakan dalam penghitungan.

c. Resistansi Antar Tiang

Resistansi antar tiang merupakan besar hambatan yang dapat terjadi pada kabel antar tiang satu dengan tiang lainnya. Pada penghitungan yang telah dilakukan sebelumnya telah diketahui bahwa nilai resistansi saluran sebesar 14.401,22  $\Omega$  dan berdasarkan data dari pihak PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru diketahui bahwa jumlah tiang pada jaringan tegangan rendah sebanyak 7.931 batang. Sehingga resistansi antar tiang dapat dihitung dengan persamaan (3.8) sebagai berikut:

$$R_{\text{antar tiang}} = \frac{R_{\text{saluran}}}{n_{\text{tiang}}}$$

$$R_{\text{antar tiang}} = \frac{14.401,22}{7.931}$$

$$R_{\text{antar tiang}} = 1,815 \Omega$$

Sesuai dengan PUIL 2000 yang menyatakan bahwa nilai resistansi kabel tidak diperbolehkan lebih dari 5  $\Omega$ . Berdasarkan penghitungan di atas, diketahui bahwa resistansi antar tiang sebesar 1,815  $\Omega$  dan nilai persentase sebesar 36,3% dari standar yang telah ditentukan. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan kabel pada antar tiang dalam menghambat energi tergolong pada kategori sedang dan aman sehingga tidak menimbulkan kerusakan.

Berdasarkan penghitungan resistansi yang telah dilakukan, maka diketahui bahwa nilai resistansi antar tiang sebesar 1,815  $\Omega$ . Nilai ini dimasukkan ke dalam parameter penghitungan susut energi karena hambatan yang terjadi pada antar tiang beban akan mempengaruhi kemampuan saluran distribusi dalam mengalirkan arus



listrik kepada masing-masing titik beban yang mengakibatkan terjadinya susut energi.

Besar persentase pada masing-masing faktor dapat dilihat pada Tabel 4.1 sebagai berikut:

Tabel 4.1 Persentasi Faktor yang paling mempengaruhi susut energi

<b>Faktor</b>	<b>Parameter</b>	<b>Persentase SPLN</b>	<b>Kategori</b>
Beban Pelanggan	$I_{\max}$ Jaringan	33,6%	Sedang dan aman
	Persen Pembebanan Trafo	39,5%	Sedang dan aman
	Arus Pembebanan	13,2%	Rendah dan aman
	Faktor Kepadatan Beban	0,0016%	Rendah dan aman
Kabel Distribusi	Resistansi Kabel	9,2%	Rendah dan aman
	Resistansi Antar Tiang	36,3%	Sedang dan aman

Pada Tabel 4.1, dapat dilihat nilai persentase pada masing-masing faktor dan parameter berdasarkan Standar PLN yang telah ditentukan, persentase ini tidak menggambarkan seberapa besar pengaruhnya terhadap susut energi melainkan hanya menggambarkan kesesuaian antara nilai yang dihasilkan dengan standar yang telah ditentukan sesuai dengan kategori yang ada. Dari masing-masing kategori, setiap faktor tidak diperbolehkan memiliki persentase di atas 80% karena akan membahayakan dan menimbulkan kerusakan pada trafo.

Dengan demikian, pada Tabel 4.1 dapat diketahui bahwa persentase masing-masing faktor berada pada toleransi nilai standar yang telah ditentukan. Dari keseluruhan parameter pada masing-masing faktor dapat diketahui bahwa nilai yang paling mendekati 80% merupakan nilai Persen Pembebanan Trafo yaitu sebesar 39,5% dan nilai yang paling jauh dari 80% merupakan nilai Faktor Kepadatan Beban.

## 4.2 Susut Energi Pada Saluran Distribusi Jaringan Tegangan Rendah

### 4.2.1 Parameter Penghitungan Susut Energi

Berdasarkan penghitungan yang telah dilakukan sebelumnya, maka diketahui bahwa parameter penghitungan susut energi terdiri dari faktor kepadatan beban dan resistansi antar tiang, sebagai berikut:

#### 1. Faktor Kepadatan Beban ( $I_{gw}$ )

Berdasarkan penghitungan yang telah dilakukan sebelumnya, diketahui bahwa nilai arus pada masing-masing titik beban ( $I_{gw}$ ) sebesar 12,06 A. Besarnya kepadatan beban menunjukkan kebutuhan energi listrik yang harus dipenuhi, semakin tinggi kebutuhan energi maka semakin besar energi listrik yang harus dialirkan dan mengakibatkan terjadinya susut energi, hal inilah yang menjadikan faktor kepadatan beban sebagai salah satu faktor yang mempengaruhi susut energi dan dijadikan sebagai parameter penghitungan susut energi.

#### 2. Resistansi Antar Tiang

Berdasarkan penghitungan resistansi yang telah dilakukan, maka diketahui bahwa nilai resistansi antar tiang sebesar 1,815  $\Omega$ . Nilai ini dimasukkan ke dalam parameter penghitungan susut energi karena hambatan yang terjadi pada antar tiang beban akan mempengaruhi kemampuan saluran distribusi dalam mengalirkan arus listrik kepada masing-masing titik beban yang mengakibatkan terjadinya susut energi.

Dari kedua parameter yang ada, nilai yang diperoleh merupakan nilai pada masing-masing titik beban sehingga dalam penghitungan susut energi pada saluran distribusi jaringan tegangan rendah di PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru ditambahkan perkalian terhadap jumlah tiang jaringan tegangan rendah sebanyak 7.931 batang.

#### 4.2.2 Penghitungan Susut Energi

Berdasarkan parameter penghitungan yang telah dibuat, maka dapat dihitung susut energi pada saluran distribusi jaringan tegangan rendah di PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru dengan menggunakan persamaan (3.9) sebagai berikut:

$$W_{losses} = 3 \times n_{tiang} \times I_{gw} \times R_{antar\ tiang} \times pf$$

$$W_{losses} = 3 \times 7.931 \times 12,06 \times 1,815 \times 0,8$$

$$W_{losses} = 416.642,08 \text{ kWh}$$

Standar PLN (SPLN) D3.002-2 Tahun 2008 dimana susut energi boleh terjadi berkisar antara 5% s.d 10% dari total energi yang dihasilkan. Berdasarkan hasil penghitungan di atas diketahui bahwa susut energi yang diakibatkan oleh arus pada saluran distribusi jaringan tegangan rendah di PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru sebesar 416.642,08 kWh dan berdasarkan data yang didapatkan energi yang dihasilkan sebesar 25.387.221 kWh sehingga diketahui bahwa susut yang terjadi sebesar 1,65% dan masih memenuhi standar susut energi yang telah ditentukan dalam PLN (SPLN) D3.002-2 Tahun 2008.

Dari penghitungan susut energi di atas telah diketahui persentase faktor kepadatan beban dan resistansi antar tiang sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Besar persentase masing-masing faktor dapat dilihat pada Tabel 4.2 sebagai berikut:

Tabel 4.2. Persentase Pengaruh Susut Energi

<b>Faktor</b>	<b>Parameter</b>	<b>Nilai</b>	<b>Persentase</b>
Beban Pelanggan	Kepadatan Beban ( $I_{gw}$ )	12,06	55%
Kabel Distribusi	Resistansi Antar Tiang ( $R_{antar\ tiang}$ )	1,815	8,2%
Nilai jumlah tiang, jumlah fasa, dan <i>power factor</i>			36,8%

Pada Tabel 4.2, dapat diketahui bahwa faktor yang paling mempengaruhi diantara kedua faktor yang diteliti adalah beban pelanggan dengan parameter penghitungan kepadatan beban ( $I_{gw}$ ) Faktor tersebut memberikan kontribusi sebesar 55% terhadap susut energi. Kemudian, faktor kabel distribusi dengan parameter penghitungan resistansi antar tiang ( $R_{antar\ tiang}$ ) memberikan pengaruh sebesar 8,2%. Sedangkan sisanya sebesar 36,8% didapat dari perkalian kedua faktor dengan jumlah tiang dan *power factor* yang termasuk dalam penghitungan.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa total beban pelanggan yang harus dipenuhi oleh trafo lebih mempengaruhi terjadinya susut energi dibandingkan dengan resistansi pada kabel distribusi antar tiang.

#### 4.3 Efisiensi Jaringan Tegangan Rendah

Efisiensi jaringan tegangan rendah merupakan pemanfaatan energi listrik secara maksimal dimana energi listrik yang diproduksi dapat dijual dengan maksimal ke pelanggan. Berdasarkan penghitungan susut energi yang telah dilakukan sebelumnya, maka diketahui bahwa besar susut energi yang terjadi di PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru sebesar 416.642,08 kWh dan berdasarkan data-data yang didapatkan maka diketahui bahwa energi yang masuk sebesar 25.387.221 kWh. Maka selanjutnya dapat dihitung energi yang dialirkan ke pelanggan dengan penghitungan sebagai berikut:

$$W_{out} = W_{in} - W_{losses}$$

$$W_{out} = 25.387.221 - 416.642,08$$

$$W_{out} = 24.970.578,9 \text{ kWh}$$

Berdasarkan penghitungan di atas, maka diketahui bahwa energi yang dialirkan pada pelanggan sebesar 24.970.578,9 kWh. Kemudian dapat dihitung efisiensi jaringan tegangan rendah di PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru dengan penghitungan sebagai berikut:

$$\eta = \frac{W_{out}}{W_{in}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{24.970.578,9}{25.387.221} \times 100\%$$

$$\eta = 98,3\%$$

Sesuai dengan Standar PLN D3.002-1 Tahun 2007 dimana efisiensi disesuaikan dengan susut energi yang boleh terjadi sehingga nilai efisiensi yang diperbolehkan berkisar antara 90% s.d 100%. Berdasarkan penghitungan di atas, diketahui bahwa efisiensi jaringan tegangan rendah sebesar 98,3% yang masih memenuhi standar yang telah ditetapkan dan berada pada kategori sangat efisien.

## **BAB 5 PENUTUP**

Dalam bab ini akan diuraikan simpulan dan saran-saran sehubungan dengan hasil yang diperoleh dari penelitian ini. Pada bagian pertama akan dijabarkan simpulan dari penelitian dan bagian berikutnya akan dikemukakan saran-saran yang mungkin dapat digunakan pada pihak terkait.

### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dalam penelitian ini maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya susut energi pada saluran distribusi jaringan tegangan rendah di PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru adalah Beban Pelanggan dan Kabel distribusi. Dari 416.642,08 kWh susut energi, Faktor beban pelanggan dengan parameter kepadatan beban (12,06 A) berkontribusi sebesar 55% terhadap susut energi yang terjadi, kemudian faktor kabel distribusi dengan parameter resistansi antar tiang (1,815  $\Omega$ ) berkontribusi sebesar 8,2% terhadap susut energi yang terjadi. Hal ini menunjukkan bahwa faktor yang paling mempengaruhi terjadinya susut energi di PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru adalah Beban Pelanggan.
2. Susut energi pada saluran distribusi jaringan tegangan rendah di PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru sebesar 416.642,08 kWh setara dengan 1,65% tanpa menghitung faktor susut non teknis dari total energi yang dihasilkan. Nilai ini berada dalam toleransi PLN (SPLN) D3.002-2 Tahun 2008 yang menyatakan bahwa susut energi boleh terjadi dengan nilai maksimal 5% s.d 10%. Artinya susut energi yang terjadi tidak memberikan pengaruh yang signifikan pada kualitas layanan ataupun kerugian pada PT. PLN (Persero).

3. Efisiensi jaringan tegangan rendah di PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru pada Mei 2020 sebesar 98,3%. Nilai ini berada dalam toleransi PLN (SPLN) D3.002-2 Tahun 2008 yang menyatakan bahwa nilai efisiensi harus berkisar antara 90% s.d 100%. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa efisiensi saluran distribusi jaringan tegangan rendah di PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru berada pada kategori sangat efisien.

## 5.2 Saran

Sejalan dengan hasil penelitian serta kesimpulan yang telah dibuat maka peneliti memberikan saran-saran sebagai berikut:

1. PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi susut energi sebesar 416.642,08 kWh pada Mei 2020. Meskipun nilai ini tidak terlalu signifikan karena efisiensi jaringan tegangan rendah masih berada pada kategori sangat efisien yaitu sebesar 98,3%, tetapi hal ini tetap harus menjadi perhatian agar tidak terjadi peningkatan susut energi dan berdampak pada pihak PT. PLN (Persero) ataupun pelanggan di masa yang akan datang.

2. Peneliti Selanjutnya

Bagi peneliti selanjutnya yang ingin melakukan penelitian sejenis, diharapkan untuk menggunakan faktor lain dari susut energi yang tidak disebutkan dalam penelitian ini agar didapatkan hasil penelitian yang lebih bervariasi. Selain itu, diharapkan untuk menggunakan lokasi penelitian yang lebih lebar atau lebih spesifik agar mendapatkan hasil yang lebih bervariasi

## DAFTAR PUSTAKA

- Adam, M., & Kusuma, B. S. (2018). *Kurva Beban Pada Jaringan Distribusi PT. PLN( Persero )Cabang Kota Subulussalam*, 1–5.
- Ariyanti, R. F. (2016). *Identifikasi Penyebab Susut Energi Listrik PT. PLN (Persero)Area Semarang Menggunakan Metode Failure Mode & Effect Analysis (Fmea)*.
- Chapman, S. (2002). *Electric Machinery And Power System Fundamentals International Edition*. McGraw Hill, Singapore.
- Distribusi, T. D. A. N., & Syahputra, R. (2017). *Transmisi Dan Distribusi Tenaga Listrik*.
- PT, D. I., Persero, P. L. N., Agustina, E., & Amalia, A. F. (2016). *Penurunan Susut Non Teknis Pada Jaringan Distribusi Menggunakan Sistem Automatic Meter Reading*, 69–71.
- Putri, A. T., Jumnahdi, M., & Gusa, R. F. (2017). *Analisis Susut Energi Non Teknis Pada Jaringan Distribusi Pln Rayon Koba*.
- S, D. A., & Ervianto, E. (n.d.). *Dengan Pendekatan Kurva Beban Pada Jaringan Distribusi PT. PLN ( Persero )Area Pekanbaru*, 1–6.
- Suhadi. (2008). *Teknik Distribusi Tenaga Listrik*. Kementerian Pendidikan Dasar Menengah Dan Kebudayaan Republik Indonesia, Jakarta.
- Sukrisna, W. R., Elektro, S. T., Teknik, F., Surabaya, U. N., Elektro, D. T., Teknik, F., & Surabaya, U. (2017). *Menggunakan Metode Sensitivitas Dan Feed Forward Neural Network Berdasarkan Faktor Losses*.
- Suswanto, D. (2009). *Sistem Distribusi Tenaga Listrik*. Fakultas Teknik Elektro Universitas Negeri Padang, Padang.
- Syufrijal. (2014). *Jaringan Distribusi Tenaga Listrik*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. Jakarta



## LAMPIRAN 1: DATA ASET JTR PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru



PT. PLN (PERSERO)

UNIT INDUK WILAYAH SUMATERA UTARA

UP3 MEDAN ULP MEDAN BARU

## DATA ASET

NO	UNIT PELAYANAN	SUTR	SKTR	JTR	TRAFO DISTRIBUSI	KVA TRAFO DISTRIBUSI
1	ULP MEDAN BARU	296,62	4,10	300,72	878	159.905
	<b>TOTAL</b>	<b>296,62</b>	<b>4,10</b>	<b>300,72</b>	<b>878</b>	<b>159.905</b>

TIANG TR				TRAFO		JARINGAN	
BETON	BESI	KAYU	TOTAL	FCO	LA	FCO	LA
4.191	2.272	1.468	7.931	2.634	2.634	174	2.616
<b>4.191</b>	<b>2.272</b>	<b>1.468</b>	<b>7.931</b>	<b>2.634</b>	<b>2.634</b>	<b>174</b>	<b>2.616</b>

## LAMPIRAN 2: DATA PENGHITUNGAN

### DATA PENGHITUNGAN I Maksimum

JUMLAH PELANGGAN	KAPASITAS SISTEM TRAFO (VA)	KAPASITAS TERPASANG (VA)	KURVA BEBAN (watt)
81.305	159.905.000	257.077.950	1000

JUMLAH TIANG (Batang)	PANJANG SALURAN (kms)	ENERGI YANG DIHASILKAN (kWH)	3 fasa (220)
7.931	31.307	25.387.221	660

**ARUS MAKSIMUM PADA JARINGAN (Imax)**

$$I_{max} = \frac{\text{Kapasitas Terpasang}}{3 \text{ Fasa}}$$

$$I_{max} = 242280,303$$

### DATA PENGHITUNGAN %Pembebanan

JUMLAH PELANGGAN	KAPASITAS SISTEM TRAFO (VA)	KAPASITAS TERPASANG (VA)	KURVA BEBAN (watt)
81.305	159.905.000	257.077.950	1000

JUMLAH TIANG (Batang)	PANJANG SALURAN (kms)	ENERGI YANG DIHASILKAN (kWH)	3 fasa (220)
7.931	31.307	25.387.221	660

$I_{max}(A)$	$\cos\phi$
242.280,30	0,8

%Pembebanan	
%Pembebanan=	$\frac{\text{Jumlah Pelanggan} \times \text{Nilai Kurva Beban}}{\text{Kapasitas Terpasang} \times \text{Faktor Kerja}}$
%Pembebanan=	39,5

### DATA PENGHITUNGAN Ipp

JUMLAH PELANGGAN	KAPASITAS SISTEM TRAFO (VA)	KAPASITAS TERPASANG (VA)	KURVA BEBAN (watt)
81.305	159.905.000	257.077.950	1000

JUMLAH TIANG (Batang)	PANJANG SALURAN (kms)	ENERGI YANG DIHASILKAN (kWH)	3 fasa (220)
7.931	31.307	25.387.221	660

I <sub>max</sub> (A)	cosφ	%Pembebanan
242.280,30	0,8	39,5%

Arus Pembebanan (I <sub>pp</sub> )
I <sub>pp</sub> = I <sub>max</sub> X %Pembebanan
I <sub>pp</sub> = 95700,7

### DATA PENGHITUNGAN I<sub>gw</sub>

JUMLAH PELANGGAN	KAPASITAS SISTEM TRAFO (VA)	KAPASITAS TERPASANG (VA)	KURVA BEBAN (watt)
81.305	159.905.000	257.077.950	1000

JUMLAH TIANG (Batang)	PANJANG SALURAN (kms)	ENERGI YANG DIHASILKAN (kWH)	3 fasa (220)
7.931	31.307	25.387.221	660

I <sub>max</sub> (A)	cosφ	%Pembebanan	I <sub>pp</sub> (A)
242.280,30	0,8	39,5%	95700,7

I <sub>gw</sub> (A)
12,06

#### Faktor Kepadatan Beban (I<sub>gw</sub>)

$$I_{gw} = \frac{I_{pp}}{\text{Jumlah Tiang}}$$

$$I_{gw} = 12,067$$

## DATA PENGHITUNGAN RESISTANSI KABEL

JUMLAH PELANGGAN	KAPASITAS SISTEM TRAFO (VA)	KAPASITAS TERPASANG (VA)
81.305	159.905.000	257.077.950

JUMLAH TIANG (Batang)	PANJANG SALURAN (kms)	SUHU MAKSIMUM (°)
7.931	31.307	30

SUHU MINIMUM (°)	RESISTANSI PENGHANTAR
20	0,443

Resistansi Kabel (Rt)
$R_t = \text{Resistansi Penghantar} \times \frac{228 + \text{Suhu Maksimum}}{228 + \text{Suhu Minimum}}$
$R_t = 0,460$

## DATA PENGHITUNGAN RESISTANSI SALURAN

JUMLAH PELANGGAN	KAPASITAS SISTEM TRAFU (VA)	KAPASITAS TERPASANG (VA)	SUHU MINIMUM (°)
81.305	159.905.000	257.077.950	20

JUMLAH TIANG (Batang)	PANJANG SALURAN (kms)	SUHU MAKSIMUM (°)	RESISTANSI PENGHANTAR SUHU 20°
7.931	31.307	30	0,443

RESISTANSI KABEL (Ω/km)
0,46

Resistansi Saluran
R saluran= Resistansi Kabel X Panjang Saluran
R saluran= 14401,220

## DATA PENGHITUNGAN RESISTANSI ANTAR TIANG

JUMLAH PELANGGAN	KAPASITAS SISTEM TRAFO (VA)	KAPASITAS TERPASANG (VA)	SUHU MINIMUM (°)
81.305	159.905.000	257.077.950	20

JUMLAH TIANG (Batang)	PANJANG SALURAN (kms)	SUHU MAKSIMUM (°)	RESISTANSI PENGHANTAR SUHU 20°
7.931	31.307	30	0,443

RESISTANSI KABEL (Ω/km)	RESISTANSI SALURAN (Ω)
0,460	14.401,22

Resistansi Antar Tiang	
R saluran=	$\frac{\text{Resistansi Saluran}}{\text{Jumlah Tiang}}$
R saluran=	1,815



## DATA PENGHITUNGAN SUSUT ENERGI

JUMLAH PELANGGAN	KAPASITAS SISTEM TRAFO (VA)	KAPASITAS TERPASANG (VA)	KURVA BEBAN (watt)
81.305	159.905.000	257.077.950	1000

JUMLAH TIANG (Batang)	PANJANG SALURAN (kms)	ENERGI YANG DIHASILKAN (kWH)	3 fasa (220)
7.931	31.307	25.387.221	660

$I_{max}(A)$	$\cos\phi$	%Pembebanan	$I_{pp}(A)$
242.280,30	0,8	39,5%	95700,7

$I_{gw}(A)$	Resistansi Antar Tiang ( $\Omega$ )
12,06	1,815

### SUSUT ENERGI

Wlosses=  $3 \times \text{Jumlah Tiang} \times I_{gw} \times \text{Rantar Tiang} \times \cos\phi$

Wlosses= 416642,08

## DATA PENGHITUNGAN ENERGI YANG DIALIRKAN

JUMLAH PELANGGAN	KAPASITAS SISTEM TRAF0 (VA)	KAPASITAS TERPASANG (VA)	KURVA BEBAN (watt)
81.305	159.905.000	257.077.950	1000

JUMLAH TIANG (Batang)	PANJANG SALURAN (kms)	ENERGI YANG DIHASILKAN (kWH)	3 fasa (220)
7.931	31.307	25.387.221	660

$I_{max}(A)$	$\cos\phi$	%Pembebanan	$I_{pp}(A)$
242.280,30	0,8	39,5%	95700,7

$I_{gw}(A)$	Resistansi Antar Tiang ( $\Omega$ )	SUSUT ENERGI (kWH)
12,06	1,815	416642,08

### Energi Yang Dialirkan

$W_{out} = \text{Energi Yang Dihasilkan} - \text{Susut Energi}$

$W_{out} = 24970578,92$

## DATA PENGHITUNGAN EFISIENSI

JUMLAH PELANGGAN	KAPASITAS SISTEM TRAFO (VA)	KAPASITAS TERPASANG (VA)	KURVA BEBAN (watt)
81.305	159.905.000	257.077.950	1000

JUMLAH TIANG (Batang)	PANJANG SALURAN (kms)	ENERGI YANG DIHASILKAN (kWH)	3 fasa (220)
7.931	31.307	25.387.221	660

$I_{max}(A)$	$\cos\phi$	%Pembebanan	$I_{pp}(A)$
242.280,30	0,8	39,5%	95700,7

$I_{gw}(A)$	Resistansi Antar Tiang ( $\Omega$ )	SUSUT ENERGI (kWH)	Energi Yang Dialirkan (Wout)
12,06	1,815	416642,08	24970578,90

### EFISIENSI

$$\eta = \frac{\text{Energi Yang Dialirkan}}{\text{Energi yang Dihasilkan}} \times 100\%$$

$$\eta = 98,3\%$$

## LAMPIRAN 3: DATA GARDU JTR PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru

## JUMLAH GARDU PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru

No	Nama Gardu	Lokasi	Daya (kVA)
1	BR001	JL. JAMIN GINTING DEPAN JAMBUR	250
2	BR002	JL. SAUDARA JAMIN GINTING	160
3	BR003	JL. MESJID SYUHADA	200
4	BR004	JL. MESJID SYUHADA	200
5	BR005	JL. BUNGA ESTER DEPAN GEREJA	100
6	BR006	JL. BUNGA KANTIL PASAR VII	200
7	BR007	JL. BUNGA MAWAR PASAR V	200
8	BR008	JL. BUNGA MAWAR PASAR V	200
9	BR009	JL. BUNGA MAWAR SIMPANG	250
10	BR010	JL. BUNGA MAWAR SEMBADA	200
11	BR011	JL. SEMBADA	250
12	BR012	JL. SEMBADA	250
13	BR013	JL. SEMBADA SIMPANG SEMBADA V	200
14	BR014	JL. JAMIN GINTING DEPAN CITRA GARDEN	200
15	BR015	JL. BUNGA WIJAYA (KHUSUS PDAM)	1200
16	BR016	JL. BUNGA KENANGA	100
17	BR017	JL. BUNGA WIJAYA KUSUMA	160
18	BR018	JL. JAMIN GINTING (KHUSUS)	100
19	BR019	JL. JAMIN GINTING SIMPANG JL. PASAR BARU	160
20	BR020	JL. BUNGA CEMPAKA	160
21	BR021	JL. BUNGA CEMPAKA	200
22	BR022	JL. BUNGA CEMPAKA	400
23	BR023	JL. PRONA I BUNGA CEMPAKA	200
24	BR024	JL. BUNGA CEMPAKA (KHUSUS INDOSAT)	630
25	BR025	JL. BUNGA CEMPAKA	200
26	BR026	JL. BUNGA CEMPAKA	250
27	BR027	JL. SETIA BUDI	100
28	BR028	JL. PASAR III RINGROAD DEPAN VILLA MALINA	100
29	BR029	JL. PASAR III RINGROAD	160
30	BR030	JL. PASAR II PERTAMBEN (KHUSUS)	100
31	BR031	JL. HARMONIKA BARU	200
32	BR032	JL. PASAR II PERTAMBEN	100
33	BR033	JL. PASAR II PERTAMBEN	250
34	BR034	JL. PASAR II TANJUNG SARI	200
35	BR035	JL. PASAR II UJUNG RINGROAD	250

36	BR036	JL. PASAR II RINGROAD DEPAN KOMPLEK T.P.I.	160
37	BR037	JL. PASAR II RINGROAD (KOMPLEK T.P.I.)	160
38	BR038	JL. BAHAGIA JAMIN GINTING	160
39	BR039	JL. JAMIN GINTING	200
40	BR040	JL. REBAB	200
41	BR041	JL. REBAB	160
42	BR042	JL. PIANO	200
43	BR043	JL. BERDIKARI	160
44	BR044	JL. DR SOFYAN USU	250
45	BR045	JL. JAMIN GINTING	315
46	BR046	JL. JAMIN GINTING	315
47	BR047	JL. JAMIN GINTING DEPAN AMIK (KHUSUS)	200
48	BR048	JL. JAMIN GINTING	100
49	BR049	JL. KOMPLEK PAMEN JAMIN GINTING	160
50	BR050	JL. JAMIN GINTING DEPAN KUBURAN	200
51	BR051	JL. JAMIN GINTING PAJAK SORE	160
52	BR052	JL. JAMIN GINTING	315
53	BR053	JL. UNIVERSITAS PINTU 1 USU	250
54	BR054	JL. ALUMNI PERPUSTAKAAN USU (KHUSUS)	250
55	BR055	JL. UNIVERSITAS (SASTRA USU)	160
56	BR056	JL. UNIVERSITAS	160
57	BR057	JL. ALMAMATER (KHUSUS) F. EKONOMI	200
58	BR058	JL. ALMAMATER F. PERTANIAN	160
59	BR059	JL. ABDUL HAKIM KAMPUS USU (KHUSUS)	200
60	BR060	JL. ABDUL HAKIM KAMPUS USU	250
61	BR061	JL. ABDUL HAKIM	315
62	BR062	JL. ALMAMATER F. MIPA II (KHUSUS)	160
63	BR063	JL. ALMAMATER F. MIPA USU	250
64	BR064	JL. TRI DHARMA (KHUSUS)	800
65	BR065	JL. ALMAMATER USU (KHUSUS)	1600
66	BR066	JL. ALMAMATER BIRO AKADEMIK USU	400
67	BR067	JL. ALMAMATER AUDITORIUM USU	160
68	BR068	JL. ALUMNI KAMPUS USU	400
69	BR069	JL. ALUMNI PERPUSTAKAAN USU	200
70	BR070	JL. PROF. DR. MAAS	200
71	BR071	JL. PEMBANGUNAN DR. MANSYUR	250
72	BR072	JL. PEMBANGUNAN POMPA AIR (KHUSUS)	160
73	BR073	JL. PEMBANGUNAN LORONG KABUNG	160
74	BR074	JL. PEMBANGUNAN LORONG KABUNG	200
75	BR075	JL. PASAR I ABDUL HAKIM	160
76	BR076	JL. ABDUL HAKIM DEPAN VILLA SETIA BUDI	160
77	BR077	JL. PASAR I ABDUL HAKIM	100
78	BR078	JL. PASAR I TANJUNG SARI	160

79	BR079	JL. PASAR I TANJUNG SARI	200
80	BR080	JL. RINGROAD PASAR I UJUNG	250
81	BR081	JL. SETIA BUDI (KHUSUS) TELKOM	400
82	BR082	JL. SETIA BUDI	160
83	BR083	JL. KENANGA RAYA SIMPANG JL. SETIA BUDI	250
84	BR084	JL. KENANGA RAYA PASAR VI	160
85	BR085	JL. KENANGA RAYA PASAR VI	160
86	BR086	JL. KENANGA RAYA PASAR VI	250
87	BR087	JL. KOMPLEK TASBIH PT. IRA BULDING (KHUSUS)	100
88	BR088	JL. KOMPLEK PERUMAHAN TASBIH	250
89	BR089	JL. KOMPLEK PERUMAHAN TASBIH DEKAT MESJID	200
90	BR090	JL. KOMPLEK PERUMAHAN TASBIH	160
91	BR091	JL. KOMPLEK PERUMAHAN TASBIH (KHUSUS)	100
92	BR092	JL. KOMPLEK PERUMAHAN TASBIH	315
93	BR093	JL. KOMPLEK PERUMAHAN TASBIH BLOK G	200
94	BR094	JL. SETIA BUDI	160
95	BR095	JL. SETIA BUDI	160
96	BR096	JL. KOMPLEK GRIYA KENANGA ASRI	100
97	BR097	JL. SETIA BUDI (KHUSUS)	160
98	BR098	JL. DR. MANSYUR PAJUS	160
99	BR099	JL. DR. MANSYUR DEKAT M01 USU 3	250
100	BR100	JL. DR. MANSYUR KONSUL TURKI (KHUSUS)	100
101	BR101	JL. DR. MANSYUR KOLAM RENANG SELAYANG	100
102	BR102	JL. DR. MANSYUR GG BERDIKARI	200
103	BR103	JL. DR. MANSYUR	160
104	BR104	JL. DR. MANSYUR DEPAN PINTU 4 USU	250
105	BR105	JL. DR. MANSYUR DEKAT GH USU	160
106	BR106	JL. DR. SUMARSONO	160
107	BR107	JL. DR. MANSYUR DEPAN KEDOKTERAN USU	160
108	BR108	JL. SETIA BUDI DEPAN YAYASAN SAFIATUL	100
109	BR109	JL. SETIA BUDI	400
110	BR110	JL. SETIA BUDI	250
111	BR111	JL. SEI ASAHAN	200
112	BR112	JL. SEI ASAHAN PERUMAHAN KYOTO	100
113	BR113	JL. SETIA BUDI	400
114	BR114	JL. MURNI	160
115	BR115	JL. SETIA BUDI	100
116	BR116	JL. SETIA BUDI SIMPANG JL. SETIA	250
117	BR117	JL. SEI SERAYU	250
118	BR118	JL. SEI ULAR BARU (KHUSUS)	100
119	BR119	JL. SEI BELUTU SIMPANG GG BILAL	100

120	BR120	JL. SEI BELUTU	200
121	BR121	JL. SEI SERAYU	200
122	BR122	JL. SEI BELUTU	200
123	BR123	JL. SEI BATU GINGGING	100
124	BR124	JL. SEI BELUTU	160
125	BR125	JL. SEI SILAU	160
126	BR126	JL. SEI PUTIH	160
127	BR127	JL. ABDULLAH LUBIS SIMPANG JL. SEI PUTIH	250
128	BR128	JL. SEI PUTIH SIMPANG JL. SEI MERTEBING	200
129	BR129	JL. SEI BATU GINGGING DEPAN DEPAG	160
130	BR130	JL. K.H. WAHID HASYIM	250
131	BR131	JL. KOMPLEK BRIMOB (KHUSUS)	100
132	BR132	JL. SEI PADANG (RS BRIMOB)	100
133	BR133	JL. SEI PADANG SIMPANG JL. SEI SELAYANG	250
134	BR134	JL. SEI ASAHAN	250
135	BR135	JL. SEI ASAHAN (KHUSUS)	160
136	BR136	JL. SEI ASAHAN (KHUSUS)	160
137	BR137	JL. SEI ASAHAN	160
138	BR138	JL. PATTIMURA SIMPANG JL. MONGONSI	160
139	BR139	JL. JAMIN GINTING DEPAN SITI HAJAR	200
140	BR140	JL. JAMIN GINTING	160
141	BR141	JL. ISKANDAR MUDA	50
142	BR142	JL. ISKANDAR MUDA(KHUSUS)	200
143	BR143	JL. ISKANDAR MUDA SIMPANG JL. LOBAK	400
144	BR144	JL. ISKANDAR MUDA SIMPANG JL. NYAK MAKAM	315
145	BR145	JL. SEI BAHMANDARIS	200
146	BR146	JL. SEI BAHMANDARIS	250
147	BR147	JL. D.I. PANJAITAN SIMPANG JL. SEI PETANI	250
148	BR148	JL. D.I. PANJAITAN	250
149	BR149	JL. ABDULLAH LUBIS	160
150	BR150	JL. ABDULLAH LUBIS	200
151	BR151	JL. ABDULLAH LUBIS SIMPANG JL. SRIWIJAYA	250
152	BR152	JL. KAMPUS DHARMA AGUNG(KHUSUS)	160
153	BR153	JL. SYAILENDRA DEPAN RS HERNA	100
154	BR154	JL. SRIWIJAYA	250
155	BR155	JL. SYAILENDRA KOMPLEK RS HERNA	200
156	BR156	JL. SYAILENDRA RSU HERNA (KHUSUS)	250
157	BR157	JL. ABDULLAH LUBIS	250
158	BR158	JL. ABDULLAH LUBIS	100
159	BR159	JL. PATTIMURA	250
160	BR160	JL. PATTIMURA RESTORAN GARUDA	200
161	BR161	JL. S. PARMAN (KHUSUS)	100

162	BR162	JL. S. PARMAN	250
163	BR163	JL. S. PARMAN (KHUSUS)	160
164	BR164	JL. S. PARMAN	200
165	BR165	JL. S. PARMAN	400
166	BR166	JL. HAYAM WURUK	400
167	BR167	JL. S. PARMAN	160
168	BR168	JL. HASANUDDIN (GEREJA)	160
169	BR169	JL. HASANUDDIN	200
170	BR170	JL. HAYAM WURUK	315
171	BR171	JL. ISKANDAR MUDA	250
172	BR172	JL. ISKANDAR MUDA BPDSU (KHUSUS)	100
173	BR173	JL. ISKANDAR MUDA	100
174	BR174	JL. ISKANDAR MUDA SIMPANG JL. HAYAM WURUK	250
175	BR175	JL. ISKANDAR MUDA	250
176	BR176	JL. SEI BERAS	250
177	BR177	JL. SEI MENCIRIM	250
178	BR178	JL. SEI MENCIRIM	200
179	BR179	JL. SEI WAMPU	200
180	BR180	JL. PAJAK PERINGGAN	100
181	BR181	JL. PAJAK PERINGGAN	100
182	BR182	JL. PAJAK PERINGGAN PLAZA (KHUSUS)	1000
183	BR183	JL. DARUSSALAM	250
184	BR184	JL. DARUSSALAM	160
185	BR185	JL. DARUSSALAM	250
186	BR186	JL. DARUSSALAM (SEKOLAH)	250
187	BR187	JL. DARUSSALAM	200
188	BR188	JL. SEI ULAR BARU	315
189	BR189	JL. SEI ULAR BARU	250
190	BR190	JL. SEI ULAR BARU	200
191	BR191	JL. SEI ULAR BARU	160
192	BR192	JL. SEI BATANG HARI SIMPANG JL. TITI PAPAN	250
193	BR193	JL. TITI PAPAN	250
194	BR194	JL. SETIA BUDI TJ REJO	250
195	BR195	JL. SETIA BUDI	200
196	BR196	JL. SEI BATANG HARI	100
197	BR197	JL. DARUSSALAM	250
198	BR198	JL. SEI ARAKUNDO	160
199	BR199	JL. GAJAH MADA	200
200	BR200	JL. GAJAH MADA GG RUKUN	250
201	BR201	JL. GAJAH MADA	250
202	BR202	JL. GAJAH MADA	250
203	BR203	JL. SEI LEPAN	250



204	BR204	JL. ISKANDAR MUDA (KHUSUS)	100
205	BR205	JL. MEDAN PLAZA (KHUSUS)	630
206	BR206	JL. HALAMAN MEDAN PLAZA	630
207	BR207	JL. ISKANDAR MUDA	200
208	BR208	JL. BIDUK	250
209	BR209	JL. ISKANDAR MUDA SIMPANG JL. BURJAMHAL	200
210	BR210	JL. ISKANDAR MUDA	250
211	BR211	JL. ISKANDAR MUDA	100
212	BR212	JL. ISKANDAR MUDA	315
213	BR213	JL. GAJAH MADA (KHUSUS)	160
214	BR214	JL. GAJAH MADA	250
215	BR215	JL. GAJAH MADA	250
216	BR216	JL. HAYAM WURUK (KHUSUS)	25
217	BR217	JL. GAJAH MADA GRAMEDIA (KHUSUS)	200
218	BR218	JL. MATARAM DEKAT KFC	250
219	BR219	JL. GAJAH MADA SIMPANG JL. MOJOPAHIT	250
220	BR220	JL. S. PARMAN SAMPING CAMBRIDGE	200
221	BR221	JL. S. PARMAN	250
222	BR222	JL. S. PARMAN GG RUMBIA	200
223	BR223	JL. S. PARMAN	250
224	BR224	JL. MOJOPAHIT	200
225	BR225	JL. S. PARMAN	250
226	BR226	JL. S. PARMAN DEKAT TUGU GURU PATIMPUS	250
227	BR227	JL. GLUGUR BYPASS	160
228	BR228	JL. GLUGUR BYPASS (KHUSUS)	630
229	BR229	JL. GLUGUR BYPASS RM UNI EMI	400
230	BR230	JL. GLUGUR BYPASS PERTOKOAN GOLDEN TC	315
231	BR231	JL. KARO	315
232	BR232	JL. GATOT SUBROTO (KHUSUS) BUKOPIN	100
233	BR233	JL. NIBUNG BARU PETISAH	630
234	BR234	JL. KOTA BARU (KHUSUS) LEE GARDEN HOTEL	250
235	BR235	JL. PAJAK PETISAH (KHUSUS)	1250
236	BR236	JL. GATOT SUBROTO	100
237	BR237	JL. NIBUNG RAYA II	250
238	BR238	JL. IBUS RAYA	315
239	BR239	JL. GATOT SUBROTO	315
240	BR240	JL. GATOT SUBROTO	200
241	BR241	JL. GATOT SUBROTO	250
242	BR242	JL. KARYA BAKTI DARUSSALAM	200
243	BR243	JL. GATOT SUBROTO DEPAN YAMAHA	100
244	BR244	JL. AYAHANDA	100
245	BR245	JL. PANCI	100
246	BR246	JL. JANGKA	200

247	BR247	JL. RANTANG	200
248	BR248	JL. AYAHANDA SIMPANG JL. KERTAS	200
249	BR249	JL. CERET	100
250	BR250	JL. BUKU	250
251	BR251	JL. CANGKIR	100
252	BR252	JL. NOTES	160
253	BR253	JL. GELAS	160
254	BR254	JL. SAMPUL	200
255	BR255	JL. PABRIK TENUN	160
256	BR256	JL. AYAHANDA	250
257	BR257	JL. AGENDA	100
258	BR258	JL. PERIUK	160
259	BR259	JL. PERIUK	250
260	BR260	JL. TINTA	160
261	BR261	JL. GATOT SUBROTO GG AMAL	160
262	BR262	JL. GATOT SUBROTO GROSIR SMART (KHUSUS)	4000
263	BR263	JL. GATOT SUBROTO	160
264	BR264	JL. GATOT SUBROTO (KHUSUS)	200
265	BR265	JL. GATOT SUBROTO SIMPANG JL. SEI WAMPU	315
266	BR266	JL. SEI WAMPU	160
267	BR267	JL. GATOT SUBROTO DEPAN SEKOLAH MARDI LESTARI	315
268	BR268	JL. GATOT SUBROTO	200
269	BR269	JL. PASUNDAN	315
270	BR270	JL. PASUNDAN GG KAMI	315
271	BR271	JL. PWS GG NASIONAL	250
272	BR272	JL. KOMPLEK MERBAU MAS	200
273	BR273	JL. MERANTI	250
274	BR274	JL. PUNAK	250
275	BR275	JL. GATOT SUBROTO	200
276	BR276	JL. GATOT SUBROTO BENGKEL SINAR	160
277	BR277	JL. RAZAK	160
278	BR278	JL. SEKIP	160
279	BR279	JL. MERBAU	400
280	BR280	JL. SEKIP	100
281	BR281	JL. SEKIP	100
282	BR282	JL. SEKIP DEPAN UNPRI	400
283	BR283	JL. SEKIP	200
284	BR284	JL. SEKIP SIMPANG GG AGUS SALIM	400
285	BR285	JL. SEKIP DEKAT REL	160
286	BR286	JL. SURAU	200
287	BR287	JL. PABRIK TENUN	160
288	BR288	JL. PABRIK TENUN	160

289	BR289	JL. H. ADAM MALIK (KHUSUS)	250
290	BR290	JL. H. ADAM MALIK (KHUSUS)	200
291	BR291	JL. RAMBUNG SIMPANG JL. WARINGIN	200
292	BR292	JL. WARINGIN	200
293	BR293	JL. H. ADAM MALIK (KHUSUS)HOTEL ASEAN	1200
294	BR294	JL. BUNGUR (KHUSUS)	315
295	BR295	JL. KENARI SIMPANG JL. SENTANG	160
296	BR296	JL. KENARI	200
297	BR297	JL. H. ADAM MALIK (KHUSUS)	250
298	BR298	JL. H. ADAM MALIK	250
299	BR299	JL. TUALANG (KHUSUS)	250
300	BR300	JL. SIKAMBING	200
301	BR301	JL. SIKAMBING	250
302	BR302	JL. SIKAMBING	100
303	BR303	JL. SIKAMBING BELAKANG	160
304	BR304	JL. SEI DELI	250
305	BR305	JL. MANGGIS GURU PATIMPUS	160
306	BR306	JL. GURU PATIMPUS	100
307	BR307	JL. KELAPA	160
308	BR308	JL. KELAPA	315
309	BR309	JL. SEI DELI/ IBBI (KHUSUS)	315
310	BR310	JL. GATOT SUBROTO DEPAN PLAZA MEDAN FAIR	250
311	BR311	JL. PEPAYA (KHUSUS)	160
312	BR312	JL. SEI SERAYU DEPAN SPBU	100
313	BR313	JL. JANGKA	160
314	BR314	JL. SEKIP DEKAT SIMPANG GATSU (KHUSUS)	100
315	BR315	JL. ROTAN	400
316	BR316	JL. NIBUNG RAYA	250
317	BR317	JL. JANGKA	200
318	BR318	JL. ROTAN	160
319	BR319	JL. S. PARMAN (KOMPLEK MBC)	160
320	BR320	JL. JAMIN GINTING	100
321	BR321	JL. PATTIMURA	160
322	BR322	JL. SETIA BUDI GG KAMBOJA	160
323	BR323	JL. SETIA BUDI DEKAT GERBANG TASBIH	200
324	BR324	JL. PASAR I SETIA BUDI	315
325	BR325	KOMPLEK TASBIH BLOK N	160
326	BR326	JL. PASAR II SETIA BUDI	250
327	BR327	JL. SETIA BUDI SIMPANG PASAR I	160
328	BR328	JL. PASAR II UJUNG RINGROAD	160
329	BR329	JL. SEI PUTIH SIMPANG SEI BAHOROK	100
330	BR330	JL. SETIA BUDI DEPAN SPBU	160

331	BR331	JL. BUNGA KANTIL	160
332	BR332	JL. S. PARMAN DEPAN BUKOPIN	100
333	BR333	JL. ABDULLAH LUBIS (KHUSUS)	100
334	BR334	JL. SETIA BUDI	100
335	BR335	JL. BUNGA MAWAR PASAR V	250
336	BR336	JL. HASANUDDIN (KHUSUS)	400
337	BR337	JL. GAJAH MADA (KHUSUS)	400
338	BR338	JL. SEI PUTIH (KHUSUS)	400
339	BR339	JL. GATOT SUBROTO (KHUSUS)	400
340	BR340	JL. JAMIN GINTING MEDAN JAYA	200
341	BR341	JL. DR. MANSYUR	100
342	BR342	JL. SEI BATU GINGGING	100
343	BR343	JL. SEI ASAHAN	160
344	BR344	JL. KARYAWAN SEI ASAHAN	100
345	BR345	KOMPLEK CITRA GARDEN BLOK A	400
346	BR346	KOMPLEK CITRA GARDEN BLOK B	315
347	BR347	JL. PASAR II METHODIST (KHUSUS)	160
348	BR348	JL. PASAR II METHODIST (KHUSUS)	160
349	BR349	JL. SETIA BUDI GG MURNI	100
350	BR350	JL. BUNGA MELUR	100
351	BR351	JL. GAJAH MADA SIMPANG SEI WAMPU	160
352	BR352	JL. S. PARMAN (KHUSUS ASIA JAYA)	200
353	BR353	JL. SEI BATANG HARI (KHUSUS)	160
354	BR354	JL. DARUSSALAM (SP)	200
355	BR355	JL. GELAS	200
356	BR356	JL. BUKU	160
357	BR357	JL. GATOT SUBROTO	100
358	BR358	JL. SEI BESITANG	100
359	BR359	JL. NIBUNG RAYA	630
360	BR360	JL. ISKANDAR MUDA	100
361	BR361	JL. BURJAMHAL SIMPANG JL. DEWA RUCI	160
362	BR362	JL. TD PARDEDE (KHUSUS)	315
363	BR363	JL. ABDULLAH LUBIS SIMPANG JL. PATTIMURA	250
364	BR364	JL. ABDULLAH LUBIS	100
365	BR365	JL. S. PARMAN (KHUSUS COPACOBANA)	200
366	BR366	JL. S. PARMAN	100
367	BR367	JL. S. PARMAN (KHUSUS) ST THOMAS	200
368	BR368	JL. S. PARMAN	100
369	BR369	JL. ADAM MALIK	250
370	BR370	JL. ADAM MALIK (KHUSUS)	100
371	BR371	JL. KOTA BARU II PETISAH	200
372	BR372	JL. KOTA BARU II PETISAH	250
373	BR373	JL. PROF. DR. MAAS	160

374	BR374	JL. PROF. DR. MAAS	160
375	BR375	JL. BIOTEKNOLOGI PERTANIAN (KHUSUS)	200
376	BR376	JL. BIOTEKNOLOGI	160
377	BR377	JL. DR. MANSYUR MESS PUTRI (KHUSUS)	100
378	BR378	JL. GAJAH MADA	100
379	BR379	JL. GATSU PLAZA MEDAN FAIR (KHUSUS)	1000
380	BR380	JL. MISTAR (KHUSUS)	200
381	BR381	JL. PATTIMURA (KHUSUS) SPBU	200
382	BR382	JL. HAYAM WURUK	100
383	BR383	JL. PERJUANGAN	100
384	BR384	JL. PASAR II RINGROAD DEKAT KOMPLEK T.P.I.	100
385	BR385	JL. SIKAMBING DEPAN MESJID	160
386	BR386	JL. K. H. WAHID HASYIM	100
387	BR387	JL. PATTIMURA DEPAN BPJS	200
388	BR388	JL. ROTAN	250
389	BR389	JL. SEI BATANG HARI	100
390	BR390	JL. SETIA BUDI	250
391	BR391	JL. PASAR IV BUNGA WIJAYA KUSUMA	200
392	BR392	JL. GATOT SUBROTO DEKAT KWB	100
393	BR393	JL. MISTAR	100
394	BR394	JL. MOJOPAHIT	250
395	BR395	JL. MERANTI	200
396	BR396	JL. DR. MANSYUR (KHUSUS)	100
397	BR397	JL. GATOT SUBROTO MCT (KHUSUS)	400
398	BR398	JL. GATOT SUBROTO MCT (KHUSUS)	400
399	BR399	JL. PASAR II (KHUSUS RUMAH SAKIT)	100
400	BR400	JL. PASAR II PERTAMBEN	160
401	BR401	JL. JAMIN GINTING (KHUSUS)	50
402	BR402	JL. UNIVERSITAS F. KEDOKTERAN (KHUSUS)	160
403	BR403	JL. S. PARMAN ST. THOMAS (KHUSUS)	100
404	BR404	JL. S. PARMAN (KHUSUS) CAMBRIDGE	4000
405	BR405	JL. PASAR II PERTAMBEN PERUMAHAN	250
406	BR406	JL. SIKAMBING IBBI (KHUSUS)	160
407	BR407	JL. ISKANDAR MUDA BARU BELAKANG PLAZA MEDAN FAIR	100
408	BR408	JL. SEI LEPAN (KHUSUS)	400
409	BR409	JL. S. PARMAN(KHUSUS)	160
410	BR410	JL. ABDULLAH LUBIS (KHUSUS)	160
411	BR411	JL. KOMPLEK TASBIH	100
412	BR412	JL. SEMBADA 16	50
413	BR413	JL. SEI LEPAN SIMPANG JL. SEI BINGEI	100
414	BR414	JL. PASAR II PERUMAHAN	200
415	BR415	JL. SMTK DALAM (KHUSUS)	160

416	BR416	JL. UNIVERSITAS ASRAMA PUTRI (KHUSUS)	250
417	BR417	JL. PASAR I UJUNG	100
418	BR418	JL. PASAR I DEKAT RINGROAD	160
419	BR419	JL. PASUNDAN SIMPANG GG RAMBUTAN	100
420	BR420	JL. PASUNDAN SIMPANG GG MENTENG	100
421	BR421	JL. PASUNDAN SIMPANG GG BAHAGIA	100
422	BR422	JL. PASAR I TJ SARI	100
423	BR423	JL. PASAR I TJ SARI	160
424	BR424	JL. DR. MANSYUR YAYASAN SAFIATUL (KHUSUS)	200
425	BR425	JL. SEI BATANG HARI (KHUSUS)	630
426	BR426	JL. NIBUNG 22 (KHUSUS)	100
427	BR427	JL. PASAR I ABDUL HAKIM PERUMAHAN	200
428	BR428	JL. PASAR II PERTAMBEN	250
429	BR429	JL. S. PARMAN	100
430	BR430	JL. DR. MANSYUR (KHUSUS)	200
431	BR431	JL. SEMBADA V	160
432	BR432	KOMPLEK CITRA GARDEN BLOK C	315
433	BR433	JL. JAMIN GINTING (KHUSUS) CAREFOUR	3600
434	BR434	JL. S. PARMAN ST. THOMAS (KHUSUS)	250
435	BR435	JL. PROF. DR. MAAS (KHUSUS)	50
436	BR436	JL. JAMIN GINTING	100
437	BR437	JL. PASAR II TJ SARI(PERUMAHAN)	100
438	BR438	JL. DARUSSALAM (KHUSUS)	250
439	BR439	JL. PASAR BARU	100
440	BR440	KOMPLEK TASBIH (KHUSUS)	25
441	BR441	JL. GATOT SUBROTO	100
442	BR442	JL. SEMBADA	160
443	BR443	JL. PASAR II PERTAMBEN	160
444	BR444	JL. KARO	100
445	BR445	JL. PASAR I ABDUL HAKIM	250
446	BR446	JL. SETIA BUDI (KHUSUS)	25
447	BR447	JL. HAYAM WURUK (KHUSUS)	100
448	BR448	JL. ISKANDAR MUDA (KHUSUS)	50
449	BR449	JL. SEI MENCIRIM	160
450	BR450	JL. TITI PAPAN	160
451	BR451	JL. JAMIN GINTING	160
452	BR452	JL. SEKIP GG AGUS SALIM	160
453	BR453	JL. DAMAR SIKAMBING	160
454	BR454	JL. SEKIP	160
455	BR455	JL. PABRIK TENUN	160
456	BR456	JL. RANTANG	100
457	BR457	JL. GELAS	160
458	BR458	JL. SEI ARAKUNDO	100

459	BR459	JL. SEI BATANG HARI (KHUSUS)	25
460	BR460	JL. SEI MENCIRIM SIMPANG JL. SEI PUTIH	100
461	BR461	JL. S. PARMAN	100
462	BR462	JL. BERDIKARI	25
463	BR463	JL. BUNGA TEROMPET	100
464	BR464	JL. PERIUK (KHUSUS)	25
465	BR465	JL. DR. MANSYUR GG BERDIKARI	160
466	BR466	JL. BUNGA CEMPAKA	100
467	BR467	JL. BUNGA MELUR PASAR III	100
468	BR468	JL. ADAM MALIK (KHUSUS)	100
469	BR469	JL. RAZAK	160
470	BR470	JL. HAYAM WURUK (KHUSUS)	100
471	BR471	JL. PASAR I ABDUL HAKIM	100
472	BR472	JL. BUNGA CEMPAKA	100
473	BR473	JL. SEI PUTIH SIMPANG JL. SEI BELUTU	100
474	BR474	JL. SEI BATU GINGGING	100
475	BR475	JL. GLUGUR SIMPANG GATSU BANK BII	100
476	BR476	JL. BUNGA KANTIL	100
477	BR477	JL. GAJAH MADA (KHUSUS)	50
478	BR478	JL. BANTAM (KHUSUS)	100
479	BR479	JL. SEI SERAYU	100
480	BR480	JL. PASAR II RINGROAD	200
481	BR481	JL. DR. MANSYUR GG BERDIKARI	160
482	BR482	JL. ISKANDAR MUDA (KHUSUS)	25
483	BR483	JL. BURJAMHAL	160
484	BR484	JL. ISKANDAR MUDA (KHUSUS)	25
485	BR485	JL. ISKANDAR MUDA	160
486	BR486	JL. ABDULLAH LUBIS (KHUSUS)	25
487	BR487	JL. S. PARMAN (KHUSUS)	100
488	BR488	JL. GAJAH MADA (KHUSUS)	100
489	BR489	JL. HASANUDDIN (KHUSUS)	100
490	BR490	JL. SIKAMBING BELAKANG (KHUSUS)	100
491	BR491	JL. SIKAMBING (KHUSUS)	25
492	BR492	JL. SEI DELI	160
493	BR493	JL. ROTAN	100
494	BR494	JL. S. PARMAN DEPAN PRODIA (KHUSUS)	50
495	BR495	JL. GAJAH MADA	100
496	BR496	JL. SEI ULAR BARU	100
497	BR497	JL. SETIA BUDI (KHUSUS)	50
498	BR498	JL. SAMPUL (KHUSUS)	25
499	BR499	JL. SEKIP (KHUSUS)	25
500	BR500	JL. SETIA BUDI (KHUSUS)	50
501	BR501	JL. SETIA BUDI (KHUSUS BANK MEGA)	50

502	BR502	JL. SETIA BUDI (KHUSUS)	50
503	BR503	JL. RINGROAD PASAR VI	100
504	BR504	JL. BUNGA MELUR SIMPANG JL. RINGROAD	100
505	BR505	JL. SEMBADA	160
506	BR506	JL. JAMIN GINTING	160
507	BR507	JL. JAMIN GINTING	100
508	BR508	JL. BUNGA CEMPAKA (KHUSUS)	50
509	BR509	JL. DR. MANSYUR DEPAN SPBU	100
510	BR510	JL. DR. MANSYUR (KHUSUS)	25
511	BR511	JL. DR. MANSYUR	160
512	BR512	JL. DR. MANSYUR (KHUSUS)	100
513	BR513	JL. SETIA BUDI SIMPANG JL. ABADI	100
514	BR514	JL. SEI BESITANG (KHUSUS)	250
515	BR515	JL. GAJAH MADA	160
516	BR516	JL. S. PARMAN (KHUSUS)	25
517	BR517	JL. BAHAGIA JAMIN GINTING	100
518	BR518	JL. HARMONIKA	100
519	BR519	JL. BUNGA MAWAR PASAR V	100
520	BR520	JL. BUNGA MAWAR PASAR V	100
521	BR521	JL. SYAILENDRA	100
522	BR522	JL. MERBAU KOMPLEK MERBAU MAS	100
523	BR523	JL. AYAHANDA SIMPANG JL. TINTA	100
524	BR524	JL. AYAHANDA SIMPANG JL. NOTES	100
525	BR525	JL. DARUSSALAM	100
526	BR526	JL. DARUSSALAM SIMPANG JL. SEI BENGAWAN	100
527	BR527	JL. DARUSSALAM SIMPANG JL. SEI MUSI	100
528	BR528	JL. SETIA BUDI TITI BOBROK	100
529	BR529	JL. PASAR II PERTAMBEN	100
530	BR530	JL. ABDUL HAKIM SIMPANG SUSUK II	100
531	BR531	JL. TRI DHARMA USUS (KHUSUS) FARMASI	100
532	BR532	JL. ISKANDAR MUDA	100
533	BR533	JL. SEI BESITANG	160
534	BR534	JL. SEI BATANG HARI (KHUSUS)	160
535	BR536	JL. BANTAM (KHUSUS)	250
536	BR536	JL. SETIA BUDI DWIKORA	100
537	BR537	JL. DARUSSALAM	100
538	BR538	JL. PASAR I ABDUL HAKIM	200
539	BR539	JL. PASAR I ABDUL HAKIM	160
540	BR540	JL. SEI BATANG HARI	160
541	BR541	JL. SEI ARAKUNDO (KHUSUS)	100
542	BR542	KOMPLEK CITRA GARDEN SINGAPURA SCHOOL (KHUSUS)	1250
543	BR543	JL. DR. MANSYUR (RSU USU)	4000



544	BR544	JL. MOJOPAHIT	100
545	BR545	JL. HASANUDDIN SIMPANG JL. S. PARMAN	100
546	BR546	JL. SETIA BUDI SIMPANG JL. ABADI	100
547	BR547	JL. SETIA BUDI DEKAT PERJUANGAN	100
548	BR548	JL. SEI DELI (KHUSUS STIE IBBI)	250
549	BR549	JL. BUNGA CEMPAKA PERUM DE CLUSTER	160
550	BR550	JL. BUNGA CEMPAKA PERUM DE CLUSTER	160
551	BR551	JL. ALMAMATER	100
552	BR552	JL. UNIVERSITAS	100
553	BR553	JL. S. PARMAN (KHUSUS)	100
554	BR554	JL. DARUSSALAM (SULTAN HOTEL)	160
555	BR555	JL. DARUSSALAM (HOTEL KANAYA)	400
556	BR556	JL. JAMIN GINTING	100
557	BR557	JL. GATOT SUBROTO SIMPANG JL. AYAHANDA	100
558	BR558	JL. BUNGA MAWAR PASAR V	100
559	BR559	JL. KENARI	100
560	BR560	JL. JAMIN GINTING	100
561	BR561	JL. BUNGA MAWAR PASAR V	100
562	BR562	JL. SEI BAHMANDARIS	100
563	BR563	JL. REBAB	100
564	BR564	JL. SEKIP	100
565	BR565	JL. PATTIMURA	100
566	BR566	JL. PATTIMURA	100
567	BR567	JL. SEI WAMPU	100
568	BR568	JL. DR. MANSYUR	100
569	BR569	JL. SEI ULAR BARU	100
570	BR570	JL. SAMPUL	100
571	BR571	JL. GATOT SUBROTO	100
572	BR572	JL. BUKU	100
573	BR573	JL. JAMIN GINTING	100
574	BR574	JL. BERDIKARI GG SIPIROK	100
575	BR575	JL. BUNGA CEMPAKA	100
576	BR576	JL. GATOT SUBROTO	100
577	BR577	JL. SEI BAHOROK	100
578	BR578	JL. SEI PUTIH	100
579	BR579	JL. NIBUNG BARU	100
580	BR580	JL. SEI SILAU	160
581	BR581	JL. PABRIK TENUN	100
582	BR582	JL. S. PARMAN	100
583	BR583	JL. MESJID SYUHADA	100
584	BR584	JL. DR. MANSYUR	100
585	BR585	JL. PERIUK	100
586	BR586	JL. SETIA BUDI	100

587	BR587	JL. DR. MANSYUR DEPAN GH USU	100
588	BR588	JL. PIANO	100
589	BR589	JL. SEKIP GG AGUS SALIM	100
590	BR590	JL. PASAR I SETIA BUDI	100
591	BR591	JL. SEI BELUTU	100
592	BR592	JL. GATOT SUBROTO DEKAT JL. RAZAK	100
593	BR593	JL. ABDUL HAKIM	100
594	BR594	JL. KOMPLEK TASBIH	100
595	BR595	JL. SEI ULAR BARU SIMPANG JL. SEI ROKAN	100
596	BR596	JL. PASAR II RINGROAD KOMPLEK TPI	100
597	BR597	JL. PASAR II RINGROAD KOMPLEK TPI	100
598	BR598	JL. PASAR II TJ SARI	160
599	BR599	JL. SEI BELUTU (KHUSUS UMA)	100
600	BR600	JL. AYAHANDA (RS AYAHANDA)	100
601	BR601	JL. GATOT SUBROTO SPORT STATION	100
602	BR602	JL. SEI ARAKUNDO (KHUSUS)	50
603	BR603	JL. GATOT SUBROTO	100
604	BR604	JL. GATOT SUBROTO	100
605	BR605	JL. SEMBADA IX	100
606	BR606	JL. SETIA BUDI MASTERPIECE	200
607	BR607	JL. BURJAMHAL SIMPANG JL. MENGKARA	160
608	BR608	JL. ISKANDAR MUDA	100
609	BR609	JL. ISKANDAR MUDA	100
610	BR610	JL. SIKAMBING (KHUSUS) UNPRI	200
611	BR611	JL. SETIA BUDI GG KAMBOJA	100
612	BR612	JL. BURJAMHAL	100
613	BR613	JL. SEI SERAYU	100
614	BR614	JL. JAMIN GINTING	100
615	BR615	JL. SEI MUARA DEKAT TITI	100
616	BR616	JL. JANGKA	100
617	BR617	JL. PASAR II SETIA BUDI	100
618	BR618	JL. JANGKA	100
619	BR619	JL. SEI BATANG HARI	100
620	BR620	JL. JAMIN GINTING	100
621	BR621	JL. PASAR I SETIA BUDI	100
622	BR622	JL. JAMIN GINTING	25
623	BR623	JL. PUNAK	160
624	BR624	JL. DARUSSALAM	100
625	BR625	JL. GAJAH MADA SIMPANG JL. D. I. PANJAITAN	100
626	BR626	JL. PABRIK TENUN	100
627	BR627	JL. PASAR I RINGROAD	100
628	BR628	JL. RINGROAD KOMPLEK VILLA MALINA	100
629	BR629	JL. RINGROAD KOMPLEK VILLA MALINA	100

630	BR630	JL. TINTA	100
631	BR631	JL. SETIA BUDI	100
632	BR632	JL. PATTIMURA	100
633	BR633	JL. AYAHANDA	100
634	BR634	JL. BUNGA CEMPAKA	100
635	BR635	JL. H. ADAM MALIK (KHUSUS)	200
636	BR636	JL. GURU PATIMPUS	100
637	BR637	JL. JANGKA	100
638	BR638	JL. AGENDA	100
639	BR639	JL. SEI BATU GINGGING	100
640	BR640	JL. SEMPURNA KOPERTIS	100
641	BR641	JL. SETIA	100
642	BR642	JL. SMTK DALAM	100
643	BR643	JL. MURNI	100
644	BR644	JL. SEI BELUTU	100
645	BR645	JL. SEMBADA	100
646	BR646	JL. RAMBUNG	100
647	BR647	JL. SEI BELUTU	100
648	BR648	JL. DARUSSALAM	100
649	BR649	JL. SRIWIJAYA	160
650	BR650	JL. SEI ULAR BARU	100
651	BR651	JL. TITI PAPAN	100
652	BR652	JL. DR. MANSYUR DEPAN PINTU 3 USU	200
653	BR653	JL. ISKANDAR MUDA	100
654	BR654	JL. HAYAM WURUK	100
655	BR655	JL. DR. MANSYUR (KHUSUS)	100
656	BR656	JL. TITI PAPAN	100
657	BR657	JL. BAJA RAYA (KHUSUS) RSU SARAH	200
658	BR658	JL. GLUGUR BYPASS	200
659	BR659	JL. GLUGUR BYPASS	100
660	BR660	JL. PEMBANGUNAN LORONG KABUNG	100
661	BR661	JL. SEI KAPUAS	100
662	BR662	JL. SEI ROKAN	100
663	BR663	JL. BERDIKARI	100
664	BR664	JL. ABDULLAH LUBIS	100
665	BR665	JL. PANCI	100
666	BR666	JL. GATOT SUBROTO DEPAN BERASTAGI	100
667	BR667	JL. PASAR I TJ SARI	100
668	BR668	JL. JAMIN GINTING	100
669	BR669	JL. SEI SERAYU	100
670	BR670	JL. SEI DELI	100
671	BR671	JL. GLUGUR BYPASS	100
672	BR672	JL. SEI ASAHAN	100

673	BR673	JL. ABDUL HAKIM	100
674	BR674	JL. BUNGA MAWAR PASAR V	100
675	BR675	JL. KENANGA RAYA	100
676	BR676	JL. PROF. ZULKARNAIN	100
677	BR677	JL. PERIUK	100
678	BR678	JL. GATOT SUBROTO	100
679	BR679	JL. PASAR BARU	100
680	BR680	JL. SEI ASAHAN	100
681	BR681	JL. ISKANDAR MUDA BARU	100
682	BR682	JL. KOMPLEK TASBIH	100
683	BR683	JL. BUKU	100
684	BR684	JL. SETIA BUDI KOMPLEK GRIYA KENANGA ASRI	100
685	BR685	JL. DR. SUMARSONO	100
686	BR686	JL. KENANGA RAYA	100
687	BR687	JL. SRIWIJAYA	100
688	BR688	JL. SETIA BUDI	100
689	BR689	JL. DR. MANSYUR	100
690	BR690	JL. PEPAYA	100
691	BR691	JL. ISKANDAR MUDA (KHUSUS)	50
692	BR692	JL. SEI BINGEI (KHUSUS) RS VINA ESTETICA	100
693	BR693	JL. SEMBADA	100
694	BR694	JL. DARUSSALAM (KHUSUS) ORINKO CITY	100
695	BR695	JL. SEI BATANG HARI	100
696	BR696	JL. S. PARMAN	100
697	BR697	JL. SETIA BUDI	100
698	BR698	JL. SYAILENDRA	100
699	BR699	JL. ISKANDAR MUDA	160
700	BR700	JL. DARUSSALAM (KHUSUS) HOTEL CANDI	100
701	BR701	JL. ISKANDAR MUDA (KHUSUS) TORGANDA	100
702	BR702	JL. ABDULLAH LUBIS (KHUSUS)	50
703	BR703	JL. SEI PUTIH (KHUSUS)	50
704	BR704	JL. ISKANDAR MUDA	100
705	BR705	JL. SEI BAHMANDARIS (KHUSUS) BATIK HOTEL	200
706	BR706	JL. SEI BAHMANDARIS	100
707	BR707	JL. SEI BAHMANDARIS	100
708	BR708	JL. ISKANDAR MUDA (KHUSUS) ZURICH	200
709	BR709	JL. SETIA BUDI (KHUSUS) PASAR BUAH	100
710	BR710	JL. ISKANDAR MUDA (KHUSUS)	200
711	BR711	JL. SEI ASAHAN	100
712	BR712	JL. SETIA BUDI (KHUSUS)	100
713	BR713	JL. PROF. DR. MAAS (KHUSUS)	630
714	BR714	JL. ALMAMATER (KHUSUS) POLMED	200
715	BR715	JL. ALUMNI	100

716	BR716	JL. SETIA BUDI	100
717	BR717	JL. SETIA BUDI	100
718	BR718	JL. KENANGA RAYA	100
719	BR719	JL. KENANGA RAYA	100
720	BR720	JL. ABDUL HAKIM KAMPUS USU	200
721	BR721	JL. ABDUL HAKIM	100
722	BR722	JL. SETIA BUDI	100
723	BR723	JL. ABDUL HAKIM GG SUSUK II	100
724	BR724	JL. PASAR I TJ SARI	100
725	BR725	JL. PASAR I ABDUL HAKIM	100
726	BR726	JL. PASAR II RINGROAD	160
727	BR727	JL. PASAR II PERTAMBEN	100
728	BR728	JL. SEMBADA	100
729	BR729	JL. BUNGA MAWAR XXI	100
730	BR730	JL. RAZAK	200
731	BR731	JL. RAZAK	100
732	BR732	JL. BIDUK	100
733	BR733	JL. SEI ULAR BARU	100
734	BR734	JL. SEKIP	50
735	BR735	JL. DARUSSALAM	50
736	BR736	JL. PASAR BARU (IFGF)	50
737	BR737	JL. BUNGA CEMPAKA	50
738	BR738	JL. BUNGA MELUR	50
739	BR739	JL. PASAR II TJ SARI	50
740	BR740	JL. PASAR I TJ SARI	50
741	BR741	JL. PASAR I TJ SARI	50
742	BR742	JL. PASAR I RING ROAD	50
743	BR743	JL. KENANGA RAYA	50
744	BR744	JL. HAYAM WURUK	160
745	BR745	JL. SEI BAHOROK	160
746	BR746	JL. SENDOK	160
747	BR747	JL. SEI PADANG	160
748	BR748	JL. PASAR II RING ROAD	160
749	BR749	JL. SEI BAHOROK SIMPANG JL. SEI BATANG SERANGAN	100
750	BR750	JL. MANDOLIN	160
751	BR751	JL. REBAB	160
752	BR752	JL. BUNGA WIJAYA/ PRONA 1	160
753	BR753	JL. BUNGA KANTIL	160
754	BR754	JL. PASAR II TJ SARI	160
755	BR755	JL. BUNGA CEMPAKA	160
756	BR756	JL. KENANGA SARI	160
757	BR757	JL. SEI PADANG	160

758	BR758	JL. SETIA BUDI DEPAN PIZZA HUT	100
759	BR759	JL. SETIA BUDI DEPAN SPBU	100
760	BR760	JL. PEMBANGUNAN	100
761	BR761	JL. BERDIKARI	100
762	BR762	JL. SUKA BARU	100
763	BR763	JL. SEI DELI SIMPANG JL. RAMBUTAN	100
764	BR764	JL. KELAPA	100
765	BR765	JL. BERDIKARI	100
766	BR766	JL. LOBAK	100
767	BR767	JL. SENDOK	100
768	BR768	JL. AYAHANDA	50
769	BR769	JL. SUKA BARU	50
770	BR770	JL. PASAR BARU	50
771	BR771	JL. SEI MENCIRIM SIMPANG JL. SEI WAMPU	50
772	BR772	JL. SEI PUTIH SIMPANG JL. ABDULLAH LUBIS	50
773	BR773	JL. ABDULLAH LUBIS SIMPANG JL. SEI BATANG SERANGAN	50
774	BR774	JL. ALMAMATER USU	200
775	BR775	JL. ALMAMATER USU (FKG)	200
776	BR776	JL. GAJAH MADA	50
777	BR777	JL. GAJAH MADA	50
778	BR778	JL. SEI BATANG HARI	50
779	BR779	JL. GATOT SUBROTO	50
780	BR780	JL. ISKANDAR MUDA	50
781	BR781	JL. SEI BATU GINGGING	50
782	BR782	JL. SEI SILAU	50
783	BR783	JL. SETIA BUDI	50
784	BR784	JL. SEI BATANG HARI	50
785	BR785	JL. DARUSSALAM (HOTEL CANDI)	50
786	BR786	JL. SETIA BUDI	50
787	BR787	JL. HARMONIKA BARU	50
788	BR788	JL. HARMONIKA BARU	50
789	BR789	JL. ABDUL HAKIM DEPAN INDOMARET	50
790	BR790	JL. BUNGA CEMPAKA SIMPANG JL. SETIA BUDI	50
791	BR791	JL. BUNGA CEMPAKA	50
792	BR792	JL. HARMONIKA BARU	100
793	BR793	JL. BUNGA WIJAYA KUSUMA	100
794	BR794	JL. SETIA BUDI	50
795	BR795	JL. SETIA BUDI DEPAN INDOMARET TELKOM	50
796	BR796	JL. SEI BATANG HARI	100
797	BR797	JL. SEI BATANG HARI	100
798	BR798	JL. PASAR 1 TJ SARI	50
799	BR799	JL. KENANGA RAYA	50

800	BR800	JL. KERTAS	160
801	BR801	JL. DR. MANSYUR (HOTEL GRANDHIKA)	1110
802	BR802	JL. PEMBANGUNAN USU	100
803	BR803	JL. SETIA BUDI PASAR 2	100
804	BR804	JL. HARMONIKA BARU PASAR 2	100
805	BR805	JL. SETIA BUDI SIMPANG JL. SEI BELUTU	100
806	BR806	JL. GATOT SUBROTO	100
807	BR807	JL. GATOT SUBROTO	100
808	BR808	JL. GATOT SUBROTO	100
809	BR809	JL. GATOT SUBROTO	100
810	BR810	JL. MERANTI	100
811	BR811	JL. SEKIP SIMPANG JL. DAMAR	100
812	BR812	JL. SEKIP SIMPANG JL. SENGON	100
813	BR813	JL. SIKAMBING	100
814	BR814	JL. SEI ASAHAN DEPAN PERUMAHAN	100
815	BR815	JL. SETIA BUDI GG MUSTAFA	100
816	BR816	JL. PASAR II TJ SARI	100
817	BR817	JL. SETIA BUDI	100
818	BR818	JL. SETIA BUDI DEPAN ROTI MAWAR	100
819	BR819	JL. SETIA BUDI DEKAT MESJID TAQWA	100
820	BR820	JL. SEI ASAHAN SIMPANG JL. KARYAWAN	100
821	BR821	JL. SEMBADA	100
822	BR822	JL. BUNGA MAWAR DEKAT MESJID	100
823	BR823	JL. JAMIN GINTING DEPAN KUBURAN	100
824	BR824	JL. BERDIKARI	100
825	BR825	JL. PABRIK TENUN	100
826	BR826	JL. PANCI	100
827	BR827	JL. SRIWIJAYA	100
828	BR828	JL. JAMIN GINTING	100
829	BR829	JL. SIKAMBING	100
830	BR830	JL. GATOT SUBROTO GG. AMAL	100
831	BR831	JL. JAMIN GINTING	100
832	BR832	JL. JAMIN GINTING	100
833	BR833	JL. BUNGA WIJAYA KESUMA	100
834	BR834	JL. BUNGA CEMPAKA	100
835	BR835	JL. GAJAH MADA	100
836	BR836	JL. SEI MUARA	100
837	BR837	JL. JAMIN GINTING	100
838	BR838	JL. SEMPURNA	160
839	BR839	JL. SEI ROKAN	100
840	BR840	JL. BUNGA TEROMPET	100
841	BR841	JL. HARMONIKA BARU KOMPLEK GRAHA TANJUNG SARI	100

842	BR842	JL. PASAR II RING ROAD KOMPLEK TPI	100
843	BR843	JL SEMBADA	100
844	BR844	JL. SEI PADANG	100
845	BR845	JL. CANGKIR DEPAN GEREJA	100
846	BR846	JL.TINTA	100
847	BR847	JL. SEI BATU GINGGING	160
848	BR848	JL. BUNGA MAWAR	100
849	BR849	JL. SEI LEPAN	160
850	BR850	JL. KENARI	160
851	BR851	JL. SEI BAHMANDARIS	160
852	BR852	JL. SEI MENCIRIM	160
853	BR853	JL. SEI BERAS	160
854	BR854	JL. KUALI	160
855	BR855	JL. SEI PADANG DALAM KOMPLEK BRIMOB	160
856	BR856	JL. SEI ARAKUNDO	160
857	BR857	JL. GAJAH MADA GG RUKUN	160
858	BR858	JL. PEMBANGUNAN IKAHI II	50
859	BR859	JL. SEKIP INDOMARET UNPRI	50
860	BR860	JL. BUNGA KENANGA INDOMARET	50
861	BR861	JL. SEI WAMPU SIMPANG JL. SEI BAHKAPURAN	50
862	BR862	JL. AYAHANDA SIMPANG JL. MISTAR (ALFAMIDI)	50
863	BR863	JL. BUNGA MAWAR SEMBADA (INDOMARET)	50
864	BR864	JL. SETIA BUDI SIMPANG PASAR 1	50
865	BR865	JL. SETIA BUDI SIMPANG JL. KARYAWAN	50
866	BR866	JL. ABDULLAH LUBIS SIMPANG SEI PUTIH	50
867	BR867	JL. ABDULLAH LUBIS SIMPANG SEI PUTIH	50
868	BR868	JL. MERANTI	200
869	BR869	JL. HAYAM WURUK DEPAN GEREJA	200
870	BR870	JL. ABDULLAH LUBIS SIMPANG SRIWIJAYA	200
871	BR871	JL. DR. MANSYUR DEPAN PINTU 4	200
872	BR872	JL. SEI WAMPU	200
873	BR873	JL. SEI BAHMANDARIS	160
874	BR874	JL. BUNGA WIJAYA KESUMA PSR IV	160
875	BR875	KOMPLEK TASBIH	160
876	BR876	JL. SETIA BUDI	160
877	BR877	JL. BUNGA CEMPAKA	160
878	BR878	JL. BUNGA CEMPAKA	100



LAMPIRAN 4 : DATA JUMLAH PELANGGAN & KAPASITAS  
TERPASANG JTR PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru

DATA JUMLAH PELANGGAN DAN KAPASITAS TERPASANG MEI 2020

PELANGGAN	DAYA
34	15.300
73	65.700
79	102.700
76	167.200
603	18.833.200
18	13.160.000
883	32.344.100
6.220	2.799.000
1.253	1.127.700
21.618	19.456.200
21.052	27.367.600
13.178	28.991.600
6.806	28.237.100
1.671	18.264.800
71.798	126.244.000
593	266.850
1.020	918.000
834	1.084.200
2.699	9.066.000
2.222	44.431.400
35	33.220.000
7.403	88.986.450
1	900
1	2.200
31	287.700
34	1.239.000
3	1.275.000
70	2.804.800
4	1.800
6	5.400
4	5.200
21	78.400
57	2.106.900
1.049	4.445.900
1.141	6.643.600
10	55.000
<b>81.305</b>	<b>257.077.950</b>

LAMPIRAN 5 : DATA ENERGI YANG DIHASILKAN PT. PLN (Persero) ULP  
Medan Baru

DATA ENERGI YANG DIHASILKAN

JTR		JANUARI	FEBRUARI	MARET	APRIL	MEI
Input	kWh	26.981.081	26.455.278	28.666.413	25.819.071	25.387.221
Jml Jurusan	bh	2.121	2.121	2.121	2.121	2.121
Panjang JTR	kms	313,07	313,07	313,07	313,07	313,07
Panjang rata-rata	kms	0,148	0,148	0,148	0,148	0,148