

**PERAMALAN BEBAN PADA PENYULANG GARDU PADEAN  
LAMPER MENGGUNAKAN METODE TIME SERIES**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

LAPORAN INI DISUSUN UNTUK MEMENUHI SALAH SATU SYARAT  
MEMPEROLEH GELAR S1 PADA PRODI TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS  
TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG  
SEMARANG



**DISUSUN OLEH :**

**FEBRIAN SETYO ADI**

**NIM : 30601601853**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG  
SEMARANG  
2023**

***FINAL PROJECT***

***LOAD FORECASTING AT PADEAN LAMPER SUBSTITUTE  
FEEDING USING TIME SERIES METHOD***

*Proposed to complete the requirement to obtain a bachelor's degree (S1)  
at Departement of Electrical Engineering, Faculty of Industrial Technology,  
Universitas Islam Sultan Agung Semarang*



Arranged By :

**FEBRIAN SETYO ADI**

**30601601853**

**MAJORING OF ELECTRICAL ENGINEERING  
INDSUTRIAL TECHNOLOGY FACULTY  
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG  
SEMARANG  
2023**

## LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul “ PERAMALAN BEBAN PADA PENYULANG GARDU PADEAN LAMPER MENGGUNAKAN METODE TIME SERIES ” ini disusun oleh:

Nama : Febrian Setyo Adi

NIM : 30601601853

Program Studi : Teknik Elektro

Telah disahkan oleh dosen pembimbing pada:

Hari :

Tanggal :

Pembimbing I

Pembimbing II

  
Gunawan, ST, MT  
NIDN. 0625077901

  
Ir. Ida Widiastuti, MT  
NIDN. 0005036501

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Elektro

  
Jenny Putri Hapsari, ST, MT  
NIDN. 0607018501

260823

## LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul “**PERAMALAN BEBAN PADA PENYULANG GARDU PADEAN LAMPER MENGGUNAKAN METODE TIME SERIES**” ini telah dipertahankan didepan dosen penguji Tugas Akhir pada:

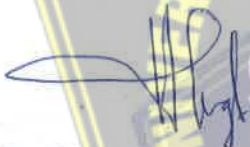
Hari :

Tanggal :

### TIM PENGUJI

Anggota I,

Anggota II,

  
Dedi Nugroho, ST., MT.  
NIDN.0617126602

  
Dr. Ir. Agus Adhi Nugroho, MT.  
NIDN. 0628086501

Ketua Penguji,

  
Munaf Ismail, ST., MT.  
NIDN. 0613127302

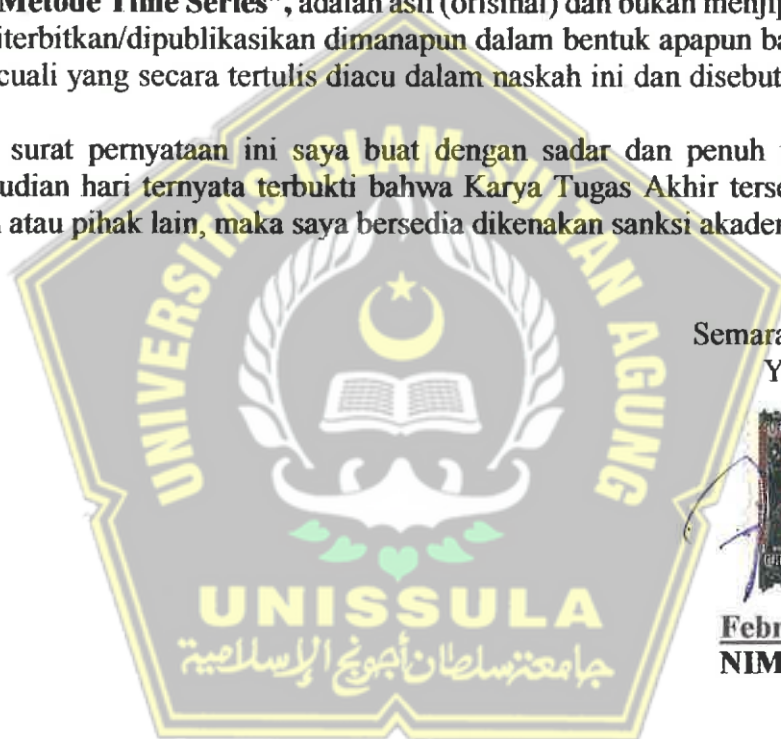
## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : FEBRIAN SETYO ADI  
NIM : 30601601853  
Fakultas : Fakultas Teknologi Industri  
Program Studi : Teknik Elektro

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang saya buat dalam rangka menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1) Teknik Elektro di Fakultas Teknologi Industri UNISSULA Semarang dengan judul “Peramalan Beban Pada Penyulang Gardu Pandean Lamper Menggunakan Metode Time Series”, adalah asli (orisinal) dan bukan menjiplak (plagiat) dan belum pernah diterbitkan/dipublikasikan dimanapun dalam bentuk apapun baik sebagian atau keseluruhan, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab. Apabila di kemudian hari ternyata terbukti bahwa Karya Tugas Akhir tersebut adalah hasil karya orang lain atau pihak lain, maka saya bersedia dikenakan sanksi akademis.



Semarang, 21 July 2023  
Yang Menyatakan



Febrian Setyo Adi  
NIM.30601601853



## PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Febrian Setyo Adi  
NIM : 30601601853  
Fakultas : Teknologi Industri  
Program Studi : Teknik Elektro

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang saya buat dalam rangka menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1) **Teknik Elektro di Fakultas Teknologi UNISSULA Semarang** dengan judul **“PERAMALAN BEBAN PADA PENYULANG GARDU PADEAN LAMPER MENGGUNAKAN METODE TIME SERIES”**

Menyetujui menjadi hak milik Universitas Islam Sultan Agung Semarang serta memberikan hak bebas royalti Non-Eksklusif untuk disimpan, dialihkan, dikelola, dan di publikasi di internet dan media lain untuk kepentingan akademis selama tetap menyantumkan nama penulis sebagai pemilik hak cipta.

Semarang, 21 Juli 2023

Yang menyatakan



Febrian Setyo Adi

NIM.30601601853

## PERSEMBAHAN DAN MOTTO

### Persembahan :

Pertama,

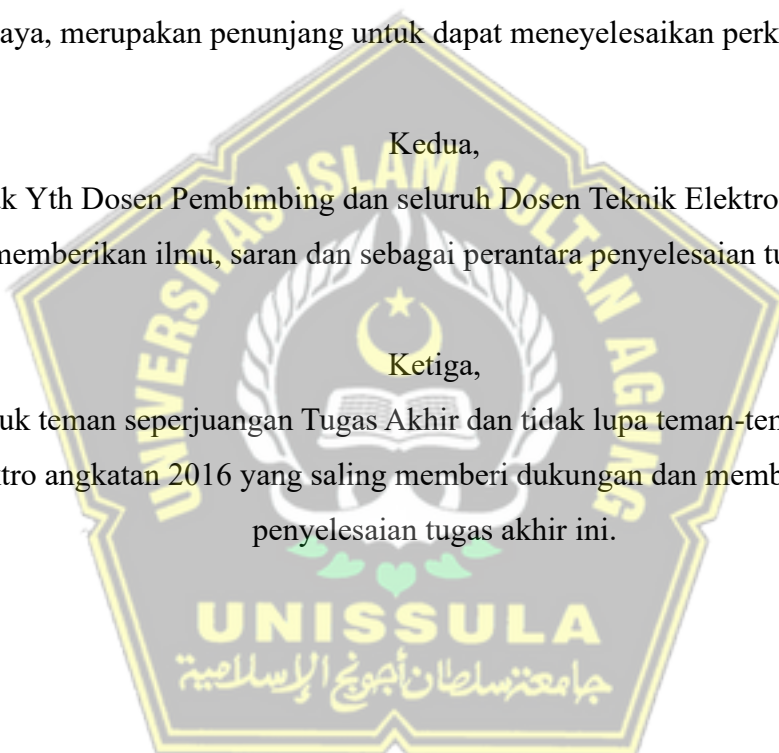
Tugas akhir ini saya persembahkan kepada orang tua saya sayangi (Bapak Ngadiyanto & ibu Mukarsih yang sudah membesarkan saya, memberikan dukungan dan menjadi motivasi hidup saya dalam menyelesaikan studi saya hingga saat ini. Dan juga kepada saudara dan teman saya yang menyemangati saya, merupakan penunjang untuk dapat menyelesaikan perkuliahan.

Kedua,

Untuk Yth Dosen Pembimbing dan seluruh Dosen Teknik Elektro yang selalu memberikan ilmu, saran dan sebagai perantara penyelesaian tugas ini.

Ketiga,

Untuk teman seperjuangan Tugas Akhir dan tidak lupa teman-teman Teknik Elektro angkatan 2016 yang saling memberi dukungan dan membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.



**Motto :**

وَاللَّهُ أَخْرَجَكُمْ مِنْ بُطُونِ أُمَّهَاتِكُمْ لَا تَعْلَمُونَ شَيْئًا وَجَعَلَ لَكُمُ السَّمْعَ وَالْأَبْصَارَ وَالْأَفْئِدَةَ لَعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ

Dan Allah mengeluarkan kamu dari perut ibumu dalam keadaan tidak mengetahui sesuatu apa pun, dan Dia memberimu pendengaran, penglihatan, dan hati agar kamu bersyukur." (Q.S An-Nahl: 78)

طَلَبُ الْعِلْمِ فَرِيضَةٌ عَلَى كُلِّ مُسْلِمٍ

"Menuntut ilmu itu wajib atas setiap Muslim" (HR. Ibnu Majah no. 224, dari sahabat Anas bin Malik radhiyallahu 'anhu, dishahihkan Al Albani dalam Shahiih al-Jaami'ish Shaghiir no. 3913).

تَعْلَمُوا وَعَلِّمُوا وَتَوَاضَعُوا لِمُعَلِّمَيْكُمْ وَلْيَلْزِمُوا لِمُعَلِّمَيْكُمْ (رَوَاهُ الطَّبْرَانِيُّ)

"Belajarlah kamu semua, dan mengajarlah kamu semua, dan hormatilah guru-gurumu, serta berlaku baiklah terhadap orang yang mengajarkanmu. (HR Tabrani).





## KATA PENGANTAR

*Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarokatuh.*

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga dapat diselesaikannya Laporan Tugas Akhir yang berjudul ” *ANALISA PELUANG HEMAT ENERGI DENGAN PENDEKATAN ANALYTICAL HIERARCHY PROCES (STUDI KASUS RS BAITUL HIKMAH KENDAL)* ” dapat terselesaikan. Oleh sebab itu penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua yang telah memberikan dorongan moril dan material.
2. Ibu Dr. Ir. Hj. Novi Marlyana, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang
3. Ibu Jenny Putri Hapsari, S.T., M.T. selaku Kepala Prodi Teknik Elektro dan Bapak Muhammad Khosyi'in, ST, MT Dosen Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
4. Bapak Gunawan, ST., MT. dan Ibu Ir.Ida Widiastuti, MT selaku pembimbing Tugas Akhir ini.
5. Teknik Elektro angkatan 2016 yang telah memberikan dukungan dan bantuan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Teman-teman rekan kerja yang sudah memberi semangat dan dukungan untuk menyelesaikan tugas ini.

Penulis menyadari bahwa, Laporan Tugas Akhir ini masih kurang dari kesempurnaan, oleh sebab itu penulis mengharapkan saran yang bersifat memberi semangat demi perbaikan di masa mendatang. Akhir kata, penulis mengharapkan Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi mahasiswa khususnya mahasiswa Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Terima kasih.

*Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarokatuh.*

Semarang, 21 Juli 2023

Febrian setyo adi

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING .....	i
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH .....	iv
PERSEMBAHAN DAN MOTTO.....	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR ISTILAH.....	xiv
ABSTRAK .....	xv
<i>ABSTRACT</i> .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>18</b>
1.1 Latar Belakang .....	18
1.2 Rumusan Masalah.....	19
1.3 Batasan Masalah .....	19
1.4 Tujuan Penelitian .....	20
1.5 Manfaat Penelitian .....	20
1.6 Sistematika Penulisan.....	21
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI .....</b>	<b>23</b>
2.1 Tinjauan Pustaka .....	23
2.2 Landasan Teori .....	26

2.3 Sistem kelistrikan.....	27
2.4 Bagian-Bagian Sistem Distribusi.....	29
2.5 Beban Listrik.....	30
2.6 Karakteristik Beban .....	31
2.6.1 Kebutuhan (demand).....	31
2.6.2 Kebutuhan Maksimum.....	32
2.6.3 Beban Terpasang .....	32
2.6.4 Beban Rata-Rata .....	32
2.6.5 Pencahayaan alami Faktor Beban .....	33
2.6.6 Faktor Kebutuhan .....	34
2.7 Kategori Beban (jenis-jeni beban) .....	35
2.8 Peramalan Beban Energi Listrik.....	36
2.8.1 Peramalan Beban Jangka Pendek (short term load forecasting .....)	37
2.8.2 Peramalan Beban Jangka Menengah (medium term load forecasting).....	37
2.8.3 Tahapan Dalam AHP Peramalan Beban Jangka Panjang (long tern load forecasting .....	37
2.9 Metode Time Series .....	38
2.9.1 Peramalan Beban Menggunakan Time Series .....	40
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>43</b>
3.1 Tempat Penelitian.....	43
3.2 Model Penelitian .....	46
3.3 Langkah Penelitian.....	47
3.3.1 Pengumpulan Data.....	47
3.3.2 Menghitung.....	47

3.3.3 Menganalisa Data .....	47
3.3.4 Menentukan Peramalan.....	47
3.4 Diagram Alir Penelitian .....	47
3.5 Data Penelitian .....	49
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>53</b>
4.1 Hasil Penelitian .....	53
4.2 Peramalan Kebutuhan Beban Penyulang PDL 01.....	55
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>65</b>
5.1 Kesimpulan .....	65
5.2 Saran .....	65
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>67</b>



## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1 Segitiga Daya ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.2 Struktur tingkatan AHP ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.3 Diagram alur metode AHP ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.1 Model Penelitian Denah Lantai Satu.. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.2 Model Penelitian Denah Lantai Dua.. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.3 Grafik Pemakaian Energi Tahun 2022 **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.1 Struktur Hirarki , Kriteria dan Alternatif **Error! Bookmark not defined.**



## DAFTAR TABEL

- Tabel 2.1 Nilai Intensitas Konsumsi Energi Standart di Bangunan ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 2.2 Data tingkat pencahayaan pada perkantoran **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 2.3 Matrik perbandingan berpasangan ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 2.4 Rasio Perbandingan dan keterangan ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 2. 5 Tabel Indeks Konsistensi Acak..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.1 Tabel Pembayaran Energi Tahun 2022... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.2 Total Beban Terpasang Pada Ruang Inap Ustman **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.3 Total Beban Pada Ruang Inap Ali ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.4 Total Beban Pada Ruang Inap Umar ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.5 Total Beban Ruang Rawat Inap Abubakar **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.6 Total Beban Ruang Rontgen..... **Error! Bookmark not defined.**



Tabel 4.1 Data Pengukuran Luas Bangunan Ruang Ustman **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.2 Data Pengukuran Luas Bangunan Ruang Ali **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.3 Data Pengukuran Luas Bangunan Ruang Umar **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.4 Data Pengukuran Luas Bangunan Ruang Abubakar **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.5 Data Pengukuran Luas Bangunan Ruang Rontgen **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.6 Perhitungan Jumlah Konsumsi Energi Ruang Rawat Utsman ..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.7 Perhitungan Jumlah Konsumsi Energi Ruang Rawat Ali..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.8 Perhitungan Jumlah Konsumsi Energi Ruang Rawat Umar ..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.9 Perhitungan Jumlah Konsumsi Energi Ruang Rawat Abubakar .... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.10 Perhitungan Jumlah Konsumsi Energi Ruang Rontgen ..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Nilai IKE..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.12 Intensitas Kepentingan dan Maknanya **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.13 Hasil Geomean Kuesioner Responden. **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.14 Perbandingan Antar Kriteria..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.15 Matrik Normalisasi dan Nilai Prioritas **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.16 Hasil Geomean Responden Perbandingan Alternatif Pada Penerangan ..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.17 Perbandingan Alternatif Pada Penerangan **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.18 Matrik Normalisasi dan Nilai Prioritas **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.19 Hasil Geomean Kuesioner responden .. **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.20 Perbandingan Alternatif pada Pendinginan **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.21 Matrik Normalisasi dan Nilai Prioritas **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.22 Hasil Geomean Kuesioner Responden. **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.23 Matrik Perbandingan Alternatif Terhadap SDM **Error! Bookmark not defined.**

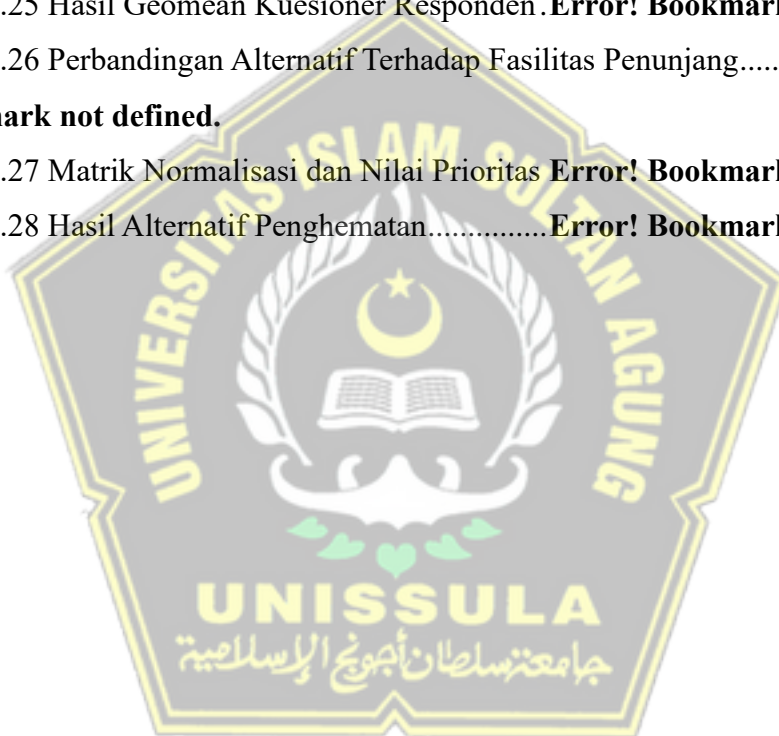
Tabel 4.24 Menghitung Matrik Normalisasi dan Nilai Prioritas **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.25 Hasil Geomean Kuesioner Responden. **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.26 Perbandingan Alternatif Terhadap Fasilitas Penunjang..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.27 Matrik Normalisasi dan Nilai Prioritas **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.28 Hasil Alternatif Penghematan..... **Error! Bookmark not defined.**



## DAFTAR ISTILAH

GI	: Gardu Induk
HV	: High Volatage
UHV	: Tegangan Ultra Tinggi
EHV	: Tegangan Ekstra Tinggi
SUTET	: sistem saluran udara tegangan ekstra tinggi
SUTM	: Saluran Udara Tegangan Menengah
SUTR	: Transmisi Saluran Udara Tegangan Rendah



## ABSTRAK

Seiring dengan meningkatnya permintaan akan kebutuhan energi listrik, dan penyediaan tenaga listrik juga harus ditingkatkan. Meskipun desain awal sistem distribusi memenuhi standar kualitas pelayanan tersebut, namun dengan perkembangan beban yang terus meningkat, parameter kualitas yang terjadi di

lapangan dapat berubah. Sehingga perlu dilakukan evaluasi kondisi pemasok untuk perencanaan pengembangan sistem ke depan. Badan Pengkajian dan Pengembangan Teknologi (BPPT) menyatakan konsumsi listrik meningkat 7% - 8% per tahun. Jumlah pelanggan listrik di Kota Semarang dari tahun 2016 – 2019 mengalami peningkatan sebesar 6,6% menurut data Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah (BPPS JATENG).

Dalam hal ini dapat disimpulkan adanya kebutuhan listrik di daerah tersebut, disertai dengan pertumbuhan penduduk dan perencanaan pembangunan di daerah tersebut. Diharapkan dapat menjadi acuan dalam perencanaan peramalan beban 10 tahun mendatang 2020 – 2030 Penelitian ini dilakukan dengan menghitung persentase kenaikan daya tersambung, konsumsi energi dan produksi energi setiap tahunnya, kemudian diolah secara statistik untuk menentukan pola peramalan beban masa depan, dengan menggunakan metode asumsi Time Series yang menggunakan waktu sebagai dasar perhitungannya. peramalan untuk merencanakan pengembangan sistem dan peralatan kelistrikan di Gardu Induk Lamper Pandean.

Kata Kunci : Peramalan Beban, Gardu induk, Metode Time Series

## ***ABSTRACT***

*Along with the increasing demand for electrical energy needs, the supply of electric power must also be increased. Even though the initial design of the distribution system meets these service quality standards, with the development of ever-increasing loads, the quality parameters that occur in the field may change. So it is necessary to evaluate the condition of suppliers for future system development planning. The Agency for the Assessment and Development of Technology (BPPT) stated that electricity consumption increased 7% - 8% per year. The number of electricity customers in Semarang City from 2016 - 2019 has increased by 6.6% according to data from the Central Bureau of Statistics for Central Java Province (BPPS JATENG).*

*In this case it can be concluded that there is a need for electricity in the area, accompanied by population growth and development planning in the area. It is hoped that this will become a reference in planning load forecasting for the next 10 years 2020 – 2030. This research was conducted by calculating the percentage increase in connected power, energy consumption and energy production each year, then statistically processed to determine future load forecasting patterns, using the Time Series assumption method, which uses time as the basis for its calculations. forecasting to plan the development of electrical systems and equipment at the Lamper Pandean Substation.*

*Keywords: Load Forecasting, Substation, Time Series Method*



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan salah satu komponen terpenting dalam penunjang pembangunan suatu bangsa. Peningkatan suatu pembangunan, penambahan jumlah penduduk dan peningkatan taraf hidup menyebabkan laju konsumsi energi listrik semakin meningkat. Sehingga penyaluran energi listrik ke konsumen dapat berjalan dengan lancar dengan kualitas penyaluran energi listrik yang memenuhi standar. PT. PLN (Persero) area Semarang, yang merupakan area pelayanan jaringan distribusi di wilayah Rayon Semarang Tengah, yaitu Gardu induk Pandean Lamper pada Jl. Unta Raya, Pandean Lamper, Kec. Gayamsari, Kota Semarang, Jawa Tengah 50249.

Seiring dengan bertambahnya permintaan kebutuhan energi listrik, maka penyediaan dan suplai tenaga listrik harus ditingkatkan pula. Meskipun desain awal sistem distribusi telah memenuhi standar kualitas pelayanan tersebut, dengan adanya perkembangan beban yang terus meningkat, parameter kualitas yang terjadi di lapangan dapat mengalami perubahan. Sehingga perlu adanya evaluasi kondisi penyuplai untuk perencanaan pengembangan sistem ke masa depan. Perencanaan pengembangan sistem dimaksudkan sebagai bahan acuan oleh pengelola sistem sistem distribusi dalam mencapai tingkat kualitas pelayanan yang memenuhi standar yang berlaku dengan didasarkan pada kondisi sistem *existing*, prediksi perkembangan beban dan pengembangan wilayah pada suatu area pelayanan.

Badan Pengkaji dan Pengembangan Teknologi (BPPT) menyatakan meningkatnya konsumsi listrik 7% - 8% per tahun. Jumlah pelanggan listrik Kota Semarang dari tahun 2016 – 2019 mengalami kenaikan 6,6% menurut Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah (BPPS JATENG). Dalam hal ini dapat di simpulkan bahwa terjadi permintaan kebutuhan listrik di daerah tersebut, dan di iringi pertumbuhan penduduk dan perencanaan pembangunan pada daerah tersebut.



Pada Gardu Induk Pandean Lamper yang memiliki posisi pada lintang  $6^{\circ}59'33''S$  dan bujur  $110^{\circ}26'29''E$  ini memiliki ketinggian permukaan air laut setinggi 359m. Dengan ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam perencanaan peramalan beban 10 tahun kedepan 2020 – 2030. Penelitian ini dilakukan dengan cara menghitung dari presentase kenaikan daya tersambung, konsumsi energi dan produksi energi tiap tahunnya. Kemudian di olah secara statistik untuk menentukan pola perkiraan peramalan beban di masa yang akan datang, dengan menggunakan metode asumsi *Time Series* yang menggunakan waktu sebagai dasar peramalan untuk merencanakan pengembangan system dan peralatan kelistrikan pada Gardu Induk Pandean Lamper.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan sebelumnya, sehingga dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perhitungan arus beban pada pengembangan kapasitas GI Pandean Lamper untuk 10 tahun mendatang untuk melayani jumlah beban listrik?
2. Bagaimana Prediksi penambahan listrik masih dilakukan sederhana untuk kebutuhan operasi, maka perlu melakukan prediksi akurat menggunakan metode *time series*?

## 1.3 Batasan Masalah

Tugas Agar lebih fokus terhadap penelitian ini maka dilakukan kajian lebih mendalam, untuk itu permasalahan penelitian yang diangkat perlu dibatasi variabelnya. Oleh sebab itu, penulis membatasi batasan masalahnya sebagai berikut :

1. Metode peramalan beban untuk tahun 2020 – 2025 dengan menggunakan daya tersambung berdasarkan data pada Rayon Kota Semarang tahun 2014 – 2019 PT. PLN (Persero) Area Semarang.
2. Menghitung arus beban pada penyulang Pandean Lamper berdasarkan data *existing* dan data peramalan beban untuk sepuluh tahun kedepan dengan menggunakan metode *time series*

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk :

1. Diketuainya studi data pertumbuhan beban 10 tahun terakhir untuk membuat peramalan beban 10 tahun ke depan pada GI Pandean Lamper.
2. Menghitung kenaikan nilai arus beban pada setiap penyulang pada Gardu Induk tersebut yaitu Pandean Lamper

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari tugas akhir ini adalah :

1. Bertambahnya pengetahuan, ketrampilan dan pemahaman dalam pengaplikasian metode-metode stasika terutama dalam konsep *time series*.
2. Keuntungan yang diperoleh diperoleh bagi PT. PLN (Persero) Jawa Tengah, yaitu berupa informasi dan penawaran metode peramalan lainnya untuk memprediksi beban tenaga listrik di masa yang akan datang (pada periode tertentu) yang diharapkan dapat memperbaiki metode peramalan sebelumnya.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Berikut adalah urutan penulisan laporan ini :

### BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi tentang latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan tugas akhir, manfaat dan sistematika penulisan.

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Bab kedua ini berisi tentang teori dasar yang menunjang dalam tugas akhir ini. Diantaranya dijelaskan mengenai distribusi tenaga listrik, peramalan kebutuhan energi listrik, metode *time series*

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini akan menghitung langkah-langkah yang dilakukan, dimulai dari studi pendahuluan untuk memahami konteks penelitian. Dilanjutkan dengan studi literatur untuk mengumpulkan informasi terkait dan mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam. Identifikasi arus beban pada gardu induk dan perumusan masalah akan dilakukan untuk mengidentifikasi fokus penelitian dan penjelasan tentang metode *time series*. Pengumpulan data akan dilakukan untuk mengumpulkan informasi yang relevan dan valid melalui metode yang sesuai. Data yang terkumpul akan diolah menggunakan metode yang tepat, kemudian hasilnya akan dianalisis untuk mendapatkan nilai arus beban peramalan. Terakhir, kesimpulan akan diambil berdasarkan analisis hasil perhitungan untuk merespon rumusan masalah dan tujuan penelitian.

### BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Tersedia kumpulan data dari sebuah gardu induk pandean lamper, mencakup beberapa arus beban pada penyulang dan daerah pelayanan. Selain itu dilakukan peramalan beban 10 tahun berikutnya untuk mengetahui nilai tersebut.

## BAB V PENUTUP

beruraikan tentang kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian yang dilakukan, serta saran perbaikan penelitian.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Banyak penelitian peramalan beban pada gardu induk menjadi topik dan pembahasan yang sering diangkat menjadi acuan pengerjaan tugas akhir. Berikut adalah beberapa acuan referensi sebagai patokan untuk audit energi listrik sebagai berikut :

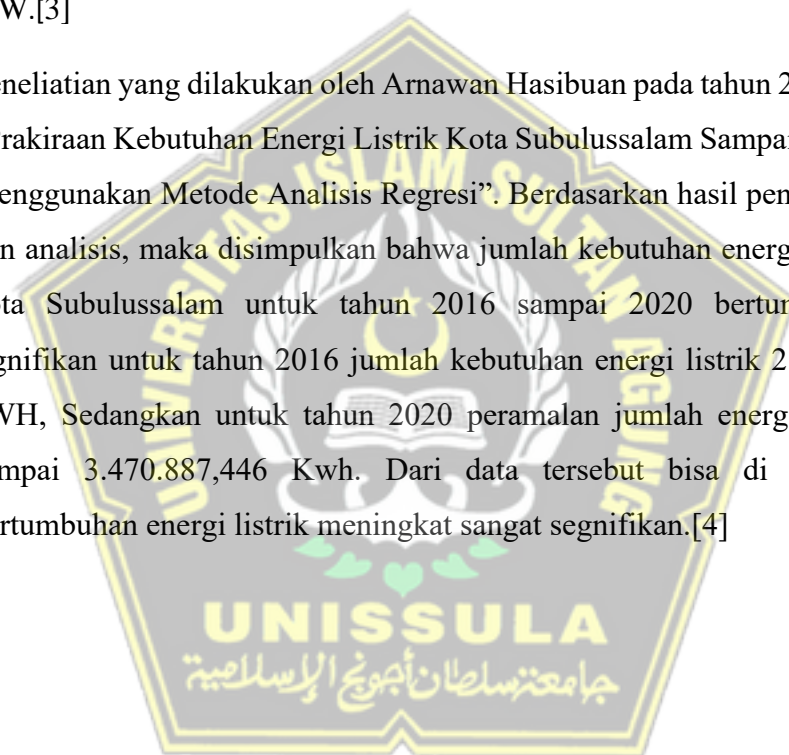
- a. Penelitian yang dilakukan oleh Aprillia Dian Ratnasari pada tahun 2013 berjudul “Simulasi Losses dan Drop Tegangan Pada Penyulang KPK 06 Gardu Induk Krapyak Berdasarkan Data Existing dan Peramalan Beban Menggunakan Software Etap 7.5.0” telah membahas peramalan beban berdasarkan data existing menghasilkan simulasi *losses* masih sesuai standar yang ditetapkan oleh PT. PLN persero yaitu 2,3% yaitu untuk tahun 2012 sebanyak 0,27% tahun 2013 sebanyak 0,30% tahun 2014 sebanyak 0,32% tahun 2015 sebanyak 0,34% tahun 2016 sebanyak 0,36% dan tahun 2017 sebanyak 0,38%. Berdasarkan hasil simulasi drop tegangan menggunakan software etap masih sesuai standar yang ditetapkan PT. PLN (Persero) yaitu 5% , untuk tahun 2012 sebanyak 0,52%, tahun 2013 sebanyak 0,56%, tahun 2014 sebanyak 0,59%. Pertumbuhan Rayon Semarang 2008-2012 mengalami kenaikan beban 6%.
- b. Penelitian yang dilakukan oleh Syarif M. Bahtiar pada tahun 2015 berjudul “Peramalan Beban Dengan Menggunakan Metode Time Series Untuk Kebutuhan Tenaga Listrik Di Gardu Induk Sungai Raya. Hasil perhitungan dapat diketahui bahwa nilai ramalan untuk beban dari tahun 2016 sampai 2035 mengalami peningkatan setiap tahunnya. Dengan rata-rata setiap

tahunnya sebesar 4712 Ampere dari tahun 2016 – 2035. Jumlah beban listrik di Gardu Induk Sei Raya pada tahun 2016 adalah 3523 Ampere di Perkiraan di tahun 2035 adalah 5901 Ampere. Dengan jumlah beban yang cukup signifikan yang harus dibangun setiap tahunnya, maka kebutuhan terhadap pemakaian beban sangat diperlukan. Hal tersebut di sebabkan area pembangunan penyulang yang terbatas dan izin pembangunan yang harus sesuai dengan zona pembangunan yang sudah ditetapkan oleh pemerintah Kota Pontianak dan Kapasitas yang dimiliki sebesar 150 KVA, maka gardu induk sungai raya di perkirakan tahun 2023 telah mengalami overload sebesar 146,63 MW.[1]

- c. Penelitian yang dilakukan oleh Anshar Affandy pada tahun 2012 berjudul “Prakiraan Daya Beban Listrik Yang Tersambung Pada Gardu Induk Sengkaling Tahun 2012-2021 Menggunakan Metode Time Series Dengan Model Dekomposisi”. Pada pertumbuhan beban masing-masing di trafo GI Sengkaling selama 10 ke depan adalah 46,67 MVA pada trafo III dan 39,18 MVA pada trafo. Berdasarkan hasil peramalan kapasitas trafo III yang memadai selama 10 tahun mendatang adalah menjadi 60 MVA dan trafo IV menjadi 50 MVA, Pengembangan masing-masing trafo adalah [2]. Pada Trafo III penggantian trafo sebaiknya dilakukan pada bulan Januari 2014 karena satu bulan setelahnya pembebanan pada trafo melebihi dari standar yaitu 91,42% Trafo IV penggantian trafo secepatnya diganti pada bulan Januari 2013 karena pembebanan sudah hampir mencapai batas dari kapasitas trafo yaitu 97,42



- d. Penelitian yang dilakukan oleh Arnold J. Kastanja pada tahun 2017 berjudul “Peramalan Beban Listrik Kota Ambon Tahun 2016 – 2022”. Dengan menggunakan analisa Regresi Linear, maka beban listrik Kota Ambon dari Tahun 2016 – 2022 mencapai 54,603 MW. Sampai dengan tahun 2022 dapat dikatakan bahwa ada terjadinya peningkatan beban listrik Kota Ambon dengan presentase 2 % lebih kecil dari beban listrik aktual tahun 2016 sebesar 48,503 MW.[3]
- e. Peneliatian yang dilakukan oleh Arnawan Hasibuan pada tahun 2019 berjudul “Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik Kota Subulussalam Sampai Tahun 2020 Menggunakan Metode Analisis Regresi”. Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis, maka disimpulkan bahwa jumlah kebutuhan energi listrik pada kota Subulussalam untuk tahun 2016 sampai 2020 bertumbuh sangat signifikan untuk tahun 2016 jumlah kebutuhan energi listrik 2.644.468,563 kWh, Sedangkan untuk tahun 2020 peramalan jumlah energi listrik naik sampai 3.470.887,446 Kwh. Dari data tersebut bisa di lihat bahwa pertumbuhan energi listrik meningkat sangat signifikan.[4]



## 2.2 Landasan Teori

Sistem distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik. Sistem distribusi ini berguna untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya listrik besar sampai ke konsumen. [5]

Jadi fungsi sistem distribusi tenaga listrik adalah :

1. Pembagian atau penyaluran tenaga listrik ke beberapa tempat (pelanggan).
2. Merupakan sub sistem tenaga yang langsung berhubungan dengan pelanggan, karena catu daya pada pusat-pusat beban (pelanggan) dilayani langsung melalui jaringan distribusi.

Tujuan menaikkan tegangan ialah untuk memperkecil kerugian daya listrik pada saluran transmisi. Dari saluran transmisi, tegangan diturunkan lagi menjadi 20kV dengan transformator penurun tegangan pada gardu induk distribusi. Kemudian dengan system tegangan tersebut penyaluran tenaga listrik dilakukan oleh saluran distribusi primer. Dari distribusi primer tersebut gardu-gardu distribusi mengambil tegangan untuk diturunkan tegangannya dengan trafo distribusi menjadi system tegangan rendah yaitu 220/380 Volt. Selanjutnya disalurkan ke distribusi sekunder untuk dikirimkan ke konsumen-konsumen. Dengan ini jelas bahwa system distribusi merupakan bagian yang penting dalam System tenaga listrik secara keseluruhan. Pada system penyaluran daya jarak jauh, selalu menggunakan tegangan setinggi mungkin, dengan menggunakan trafo- trafo step-up. Nilai tegangan yang sangat tinggi ini (HV,UHV,EHV) menimbulkan beberapa konsekuensi antara lain : berbahaya bagi lingkungan dan mahalnya harga perlengkapannya, selain menjadi tidak cocok dengan nilai tegangan yang dibutuhkan pada sisi beban. Maka, pada daerah- daerah pusat beban tegangan saluran yang tinggi ini diturunkan kembali dengan menggunakan trafo-trafo step-down.

Akibatnya, bila ditinjau nilai tegangannya, maka mulai dari titik sumber hingga di titik beban, terdapat bagian-bagian saluran yang memiliki nilai tegangan berbeda-beda.[6]

### 2.3 Sistem kelistrikan

Proses penyaluran tenaga listrik melalui beberapa tahap, yaitu dari pembangkit tenaga listrik penghasil energi listrik disalurkan ke jaringan transmisi (SUTET) langsung ke gardu induk. Dari gardu induk tenaga listrik disalurkan ke jaringan distribusi primer (SUTM), dan melalui gardu distribusi langsung ke jaringan sekunder (SUTR), tenaga listrik dialirkan ke konsumen. Dengan demikian sistem distribusi tenaga listrik berfungsi membangkitkan tenaga listrik hingga ke konsumen melalui jaringan tegangan rendah (SUTR), sedangkan saluran transmisi berfungsi untuk menyalurkan tenaga listrik bertegangan ekstra tinggi ke pusat-pusat beban dalam daya yang besar.[7]

Sistem kelistrikan di Indonesia secara garis besar terbagi menjadi tiga beberapa bagian yaitu system pembangkit energi listrik, system transmisi energi listrik dan system distribusi energi listrik. Dari ketiga system tersebut, system distribusi merupakan bagian yang letaknya paling dekat dengan konsumen, fungsinya adalah menyalurkan energi listrik dari suatu gardu induk distribusi ke konsumen.

Berikut adalah gambar proses penyaluran energi listrik menurut :  
<http://ehendra.wordpress.com/stl-01> 17 Mei 2021



Gambar 2. 1 Proses Penyaluran Energi Listrik

Karena pusat-pusat listrik berada jauh dari pusat beban, supaya pasokan tenaga listrik tetap stabil terutama tegangan dan frekuensi, dibutuhkan tegangan tinggi, adapun system tegangan di Indonesia adalah :

a. Sistem kelistrikan di Jawa

500 kV : tegangan ekstra tinggi

120kV : tegangan tinggi

20 kV : tegangan menengah

380-400 V : tegangan rendah

b. Sistem kelistrikan di Sumatera, Kalimantan dan Sulawesi mempergunakan tegangan 150 kV, 20 kV dan 380-400 V.

c. Sistem kelistrikan di Ambon, NTT, NTB, dan Papua mempergunakan tegangan 20 kV dan 380 – 400 V.[5]

## 2.4 Bagian-Bagian Sistem Distribusi

Adapun bagian-bagian dari system distribusi tenaga listrik adalah :

### 1. Gardu Induk Distribusi

Transformator daya merupakan komponen utamanya, fungsinya menurunkan tegangan tinggi menjadi tegangan distribusi primer.

### 2. Jaringan Primer (Jaringan Tegangan Menengah)

Adalah jaringan yang berfungsi menyalurkan energy listrik dari gardu induk distribusi ke transformator distribusi.

### 3. Transformator Distribusi

Berfungsi sebagai menurunkan tegangan menengah menjadi tegangan rendah.

### 4. Jaringan Sekunder (Jaringan Tegangan rendah)

Adalah penghubung antara transformator distribusi dengan konsumen. Dalam hal ini tegangan menengah sistem distribusi adalah 20kV dan tegangan rendahnya 220/380V.

Pengelompokan beban menurut PT. PLN pembagian pengelompokan beban berdasarkan kelompok pelanggan yang terdiri dari :[8]

1. Sektor Rumah Tangga
2. Sektor Komersial
3. Sektor Industri
4. Sektor Publik

Dalam pengelompokan beban, tentunya dibuntuti oleh energi listrik yang digunakan atau energi listrik yang dikonsumsi. Pemanfaatan energi listrik adalah berapa banyak energi yang digunakan untuk menyelesaikan latihan, dimana gerakan listrik disini digunakan oleh klien yang berkumpul. Pemanfaatan energi listrik biasanya dikomunikasikan dalam (kWh). Pemanfaatan energi listrik

terkait erat dengan teknik dispersi tumpukan. Pencahayaan, memasak, dan aktivitas rumah tangga lainnya, misalnya, menghabiskan energi.

Untuk kelompok komersial biasanya digunakan berhubungan dengan jual beli komersial seperti perhotelan, perdagangan. Sedangkan untuk kelompok pelanggan industry digunakan sebagai kegiatan perindustrian, pabrik, tekstil, kertas, dll.

Dan begitu juga dengan kelompok umum digunakan untuk kegiatan public dan social. Dalam penggunaan energi listrik tersebut tidak serta merta digunakan secara bebas, tetapi setiap pelanggan mempunyai batas sendiri-sendiri dalam penggunaan energi listrik sehingga setiap kelompok pelanggan mempunyai batas daya terpasang dalam (VA).

## **2.5 Beban Listrik**

Untuk sektor rumah tangga, sektor industri, sektor komersial, dan sektor bisnis merupakan mayoritas beban yang dilayani oleh sistem distribusi listrik ini. Setiap area timbunan tersebut memiliki kualitas yang berbeda-beda, karena hal ini terkait dengan contoh penggunaan energi dari setiap pembeli di area tersebut. Fluktuasi konsumsi listrik yang signifikan menunjukkan pola pembebanan pada sektor tersebut, atau karakteristik dari banyak beban perumahan. Tentang tenaga listrik dapat dinyatakan dengan kesepakatan oleh persamaan :

Manajemen energi merupakan suatu kegiatan yang menyeluruh dalam mengatur dan mengendalikan konsumsi energi guna mencapai penggunaan energi yang efisien dan efektif, dengan tujuan mencapai kinerja optimal. Pendekatan manajemen energi melibatkan upaya rekayasa struktural dan ekonomi untuk mengurangi konsumsi energi, termasuk energi yang digunakan



dalam proses produksi, serta mengurangi konsumsi bahan baku dan bahan penolong. [8].

$$S = P + jQ$$

Keterangan :

S : daya semu (VA)

P : daya nyata (watt)

Q : daya reaktif (VAR)

## 2.6 Karakteristik Beban

Konservasi. Karakteristik beban merupakan faktor utama yang paling penting dalam perencanaan system tenaga listrik. Hal ini diperlukan agar system tenaga listrik Hal ini diperlukan agar system tegangan dan penaruh dari pembebanan dapat dianalisis dengan baik. Di lain pihak sangat penting artinya dalam menentukan rating peralatan pemutus rangkaian, Analisa rugi-rugi dan menentukan kapasitas pembebanan dan cadangan tersedia dari suatu gardu serta dapat memilih kapasitas transformator secara tepat dan ekonomis.

### 2.6.1 Kebutuhan (demand)

Kebutuhan sistem listrik adalah beban pada terminal terima secara rata-rata dalam suatu selang (interval) waktu tertentu. Beban tersebut bisa dalam satuan Ampere, kiloAmpere, kiloWatts dan kiloVoltAmpere. Kebutuhan beban listrik pada suatu daerah tergantung dari keadaan penduduk, pertumbuhan ekonomi, rencana pengembangannya dalam waktu dekat dan waktu yang akan datang. Sehingga

kebutuhan mendatang sangat bergantung pada faktor-faktor yang dapat diketahui tersebut.

### 2.6.2 Kebutuhan Maksimum

Permintaan maksimum yang maksimum dapat terjadi selama waktu satu jam, harian, mingguan, bulanan atau tahunan. Kebutuhan maksimum adalah sebagai kebutuhan yang terbesar yang dapat terjadi dalam suatu selang tertentu, biasanya terjadi dalam selang 15 menit, selang 30 menit atau dalam halhal tertentu 60 menit.

### 2.6.3 Beban Terpasang

Beban terpasang dimaksudkan adalah jumlah kapasitas dari semua beban dengan kapasitas yang tertera pada papan nama (name plate) dan peralatan-peralatan listrik. Perbandingan beban puncak terhadap beban terpasang merupakan derajat pelayanan serentak pada seluruh beban terpasang. Hal ini dapat dijelaskan besarnya jumlah beban terpasang sangat mempengaruhi pola pelayanan beban, sebagai contoh, konsumen.komersil dan industri memiliki derajat pelayanan yang tinggi jika dibandingkan dengan konsumen rumah tangga (residential). Beban terpasang ini dapat diketahui dengan melakukan survei ke lapangan ataupun data sekunder dari perusahaan penyedia daya listrik .

### 2.6.4 Beban Rata-Rata

Beban rata-rata (Br) didefinisikan sebagai perbandingan antara energi yang terpakai dengan waktu pada periode. Atau dituliskan menurut persamaan 1 periode tahunan.

$$Br = \frac{kWh \text{ yang terpakai setahun}}{365 \times 24}$$

parameter yang digunakan sebagai indikator untuk mengukur tingkat penggunaan energi di suatu bangunan. IKE diukur dengan memperhatikan jumlah energi yang digunakan per satuan luas area bangunan yang menerima pasokan energi (dalam kWh/m<sup>2</sup>/tahun atau kWh/m<sup>2</sup>/bulan). Dengan demikian, IKE memberikan gambaran tentang efisiensi penggunaan energi di bangunan tersebut.[12].

Intensitas konsumsi energi ialah istilah yang digunakan untuk menggambarkan tingkat konsumsi energi suatu bangunan dan telah diterapkan di beberapa negara seperti ASEAN-APEC. IKE diukur dalam satuan kWh/m<sup>2</sup> per tahun. Target IKE Indonesia didasarkan pada hasil studi yang dilakukan oleh ASEAN USAID pada tahun 1987, yang mana laporannya diterbitkan tahun 1992. Jenis gedung yang masuk dalam kategori IKE antara lain perkantoran, swalayan, dan hotel atau apartemen serta rumah sakit. Selain itu, terdapat juga target Listrik (IKE) Indonesia yang ditampilkan dalam Tabel 2.1.

#### **2.6.5 Pencahayaan alami Faktor Beban**

Faktor tumpukan arus beban ini dicirikan sebagai proporsi antara beban normal dan beban puncak yang diperkirakan untuk jangka waktu tertentu. Beban puncak (Bp) yang dimaksud adalah beban puncak cepat atau beban puncak rata-rata pada lintasan tertentu, umumnya menggunakan tumpukan puncak selama 15 menit atau 30 menit. Untuk memperkirakan ukuran tumpukan, hitung masa depan dengan sangat baik dapat ditarik lebih dekat dengan informasi terukur yang ada.

$$L_f = \frac{B_r}{B_p}$$

Keterangan :

$L_f$  : Faktor beban

$B_r$  : Beban rata-rata

$B_p$  : Beban Puncak

### 2.6.6 Faktor Kebutuhan

Faktor kebutuhan adalah perbandingan beban puncak dengan seluruh beban terpasang pada system. Besarnya faktor kebutuhan dipengaruhi oleh beberapa hal :

$$F_d = \frac{B_p}{B_c}$$

Keterangan :

$F_d$  : Faktor Kebutuhan

$B_c$  : Beban Terpasang

$B_p$  : Beban Puncak

Faktor kebutuhan selalu bernilai lebih kecil dari satu. Besarnya faktor kebutuhan dipengaruhi oleh beberapa hal :

- a. besarnya beban terpasang
- b. Sifat pemakaian, sebagai contoh toko-toko, pusat perbelanjaan, kantor-kantor dan industri memiliki faktor kebutuhan tinggi sedangkan gudang dan tempat rekrasi memiliki faktor kebutuhan rendah

## 2.7 Kategori Beban (jenis-jeni beban)

Beban sendiri dapat terbagi menjadi beberapa kategori, antara lain :

- a. Beban perumahan termasuk beban social. Jenis beban ini biasanya terdiri dari lampu penerangan, kipas angin, pendingin ruangan (AC), pesawat televisi, radio, kulkas, setrika, computer dan lain-lain yang memiliki : [1]
  3. Kebutuhan berkisar (70% - 100%)
  4. Faktor diversitas berkisar (1,2 – 1,3)
  5. Faktor beban berkisar (10% - 15%)
- b. Beban komersil :
  1. Faktor kebutuhan berkisar ( 90 % - 100 % )
  2. Faktor diversitas berkisar ( 1,1 – 1,2 )
  3. Faktor beban berkisar ( 25 % - 30 % )
- c. Beban industri dari :
  1. Industri rumah tangga ( 5 KW )
  2. Industri skala kecil ( 5 – 25 KW )
  3. Industri skala menengah ( 25 – 100 KW )
  4. Industri skala besar ( 100 – 500 KW )
- d. Industri berat ( > 500 KW ) :
  1. Faktor kebutuhan berkisar ( 85 % - 90 % )
  2. Faktor diversitas berkisar ( 1,1 – 1,2 )

3. Faktor beban berkisar ( 70 % - 80 % )
- e. Beban kota / penerangan jalan :  
Beban ini selalu tetap sepanjang jalan termasuk penyediaan air minum dan pengairan.
- f. Beban pertanian untuk penyediaan air dan irigasi :
  1. Faktor kebutuhan berkisar ( 90 % - 100 % )
  2. Faktor diversitas berkisar (1–1,5) Faktor beban berkisar (20 % - 25 %)

## **2.8 Peramalan Beban Energi Listrik**

Dalam perencanaan dan pengoperasian sistem tenaga listrik, model peramalan beban yang andal sangat penting. Perusahaan listrik dapat menggunakan peramalan beban untuk membantu mereka membuat keputusan tentang cara memasok listrik, seperti cara mengelola pembangkitan, mengalihkan beban, dan membangun infrastruktur. Langkah pertama dalam Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) adalah meramalkan kebutuhan atau beban. RUPTL disusun oleh PT PLN Pusat. Penyusunan RUPTL meliputi peramalan beban listrik di masing-masing unit usaha PLN (UB) daerah. Peramalan beban listrik dapat dibagi menjadi tiga jenis berdasarkan jangka waktunya. Berikut adalah pengelompokannya:



### **2.8.1 Peramalan Beban Jangka Pendek (short term load forecasting)**

Penetapan ini adalah metode untuk meramalkan beban dalam kerangka waktu per jam hingga minggu demi minggu. Peramalan beban jangka menengah menetapkan batas atas untuk beban maksimum dan batas bawah untuk beban minimum dalam peramalan jangka pendek.

### **2.8.2 Peramalan Beban Jangka Menengah (medium term load forecasting)**

Memperkirakan perhitungan di mana kerangka kerja mengukur beban dalam jangka waktu mingguan hingga satu tahun. Aspek manajerial bisnis adalah penentu utama dalam peramalan jangka menengah. Masalah administratif, misalnya kemampuan khusus untuk memperluas organisasi penyebaran, kemampuan khusus untuk menyelesaikan proyek pembangkit listrik lain, serta kemampuan khusus untuk menyelesaikan proyek saluran transmisi.

### **2.8.3 Tahapan Dalam AHP Peramalan Beban Jangka Panjang (long term load forecasting)**

Pada Jangka Panjang adalah ramalan yang dapat secara akurat memprediksi beban dalam satu tahun atau lebih. Dalamantisipasi jangka panjang, isu-isu ekonomi makro yang berada di luar organisasi kekuasaan menjadi faktor utama yang menentukan arah pergerakan angka kebutuhan beban.

## 2.9 Metode Time Series

Peramalan (forecasting) adalah tindakan menaksir apa yang akan terjadi di kemudian hari mengingat informasi penting sebelumnya dan meletakkannya di masa depan dengan jenis model numerik. Ini juga bisa berupa ekspektasi emosional terhadap konten, atau dengan menggunakan kombinasi model numerik yang diubah dengan pertimbangan yang baik dari seorang sutradara. Peramalan energi listrik sangat diperlukan untuk memperkirakan kebutuhan listrik beberapa tahun kedepan. [7]. Dalam membuat ramalan kebutuhan tenaga listrik kita tidak dapat mengabaikan faktor - faktor di luar bidang kelistrikan yang berpengaruh seperti, perkembangan penduduk, pertumbuhan ekonomi, rencana pengembangan daerah, pertumbuhan industri dan juga beberapa kebijaksanaan pemerintah baik dari pusat maupun daerah. Kegiatan perencanaan, peramalan merupakan kegiatan awal dari proses tersebut. Hasil peramalan ini digunakan untuk membuat rencana pemenuhan kebutuhan maupun pengembangan penyediaan tenaga listrik setiap saat secara cukup baik dan terus menerus.

Secara garis besar pembuatan ramalan kebutuhan tenaga listrik dapat dibagi menjadi tiga tahap, yaitu :

- a. Pengumpulan dan penyiapan data perusahaan.
- b. Pengolahan dan analisa data.
- c. Penentuan metode untuk ramalan.

Peramalan beban dilakukan per Rayon atau total per Area untuk mendapatkan gambaran atau prediksi kebutuhan tenaga listrik dalam suatu daerah tertentu untuk kurun waktu 5 tahun (mulai tahun 2020). Metode asumsi menjadi sempurna karena

peramalan yang dibuat berdasarkan penggunaan daya tersambung tersebut dalam beberapa tahun.

Kelebihan metode asumsi adalah kemampuannya hanya fokus pada permintaan energi tenaga listrik dengan tidak menambahkan besaran-besaran lain yang mempengaruhinya sehingga dapat memperkirakan dampak perubahan besaran- besaran tersebut terhadap permintaan energi listrik di masa mendatang. Kelemahannya adalah diperlukan data yang lebih banyak karena ketepatan perkiraan akan sangat ditentukan oleh ketersediaan dan kualitas data. Ditujukan dalam teknik peramalan terdapat beberapa jenis model. Antara lain :

1. Model Kuantitatif yang mencoba mengingat unsur-unsur subyektif untuk model pendugaan. Model semacam ini seharusnya sangat membantu jika informasi kuantitatif yang tepat sulit didapat
2. Model runtun waktu (time series). Model ini berupaya meramalkan masa depan dengan memanfaatkan data yang sudah ada.
3. Model Kausal Model ini menggabungkan dan menguji faktor-faktor yang diingat untuk mempengaruhi variabel dependen. Model kausal sebagian besar menggunakan pemeriksaan relaps untuk mengetahui faktor mana yang secara esensial mempengaruhi variabel dependen. Model ini juga dapat menggunakan metode ARIMA untuk menentukan strategi peramalan terbaik.

Model asumsi mempergunakan metode *Time Series*, metode yang disusun berdasarkan hubungan data-data masa lalu tanpa memperhatikan faktor-faktor penyebabnya (pengaruh ekonomi, iklim, dan sebagainya) yang dimana dalam tugas akhir ini menggunakan model asumsi untuk peramalan energi listriknya. Guna

mengantisipasi keperluan pengembangan jaringan distribusi, maka sangatlah diperlukan prediksi beban untuk masa yang akan datang. Hasil peramalan beban yang harus disajikan adalah :

1. Hasil peramalan beban Rayon Semarang Timur (kenaikan rata-rata per tahun menggunakan daya tersambung dari tahun 2014-2019)
2. Pertambahan beban rata-rata per tahun.
3. Pertumbuhan beban puncak
4. *Load factor*
5. Pertumbuhan beban per penyulang.

## 2.9.1 Peramalan Beban Menggunakan Time Series

### 2.9.1.1 Komponen Musiman

$$Rk_t = (Z_1 + Z_2 + \dots + Z_n)/n \dots \quad (2.1)$$

$$FP = Rk_t/12 \text{ (pertahun)}$$

$$S_t = Rk_t \times FP$$

Keterangan:

$Rk_t$  = rata-rata indeks musiman

$FP$  = faktor penyesuaian

$S_t$  = komponen musiman

$Z$  = Indeks Musiman

$n$  = Jumlah data dalam setahun

### 2.9.1.2 Komponen Trend (Tt)

$$T_t = a + bt$$

a dan b merupakan koefisien regresi, koefisien-koefisien regresinya dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$a = \frac{(\sum Z)(\sum t^2) - (\sum t)(\sum tZ)}{n \sum t^2 - (\sum t)^2} \quad (2.2)$$

$$b = \frac{n(\sum tZ) - (\sum t)(\sum Z)}{n \sum t^2 - (\sum t)^2} \quad (2.3)$$

Keterangan:

Tt = Komponen Trend

a,b = Koefisien Regresi

### 2.9.1.3 Komponen Siklus

Komponen siklus dapat dicari dengan cara membagi rata-rata bergerak (St) dengan komponen trend yang sesuai, hasilnya adalah berikut :

$$\frac{S_t}{T_t} = \frac{T_t \times C_t}{T_t} = C_t$$

$$\text{Rata-rata } C_t = \frac{(\sum C_t)}{n} \quad (2.4)$$

Keterangan :

S<sub>t</sub> = Komponen musiman

T<sub>t</sub> = Komponen trend

C<sub>t</sub> = Komponen Siklus

#### 2.9.1.4 Menghitung Ramalan

Tahap terakhir dalam ramalan beban ini adalah menghitung nilai ramalan itu sendiri. Nilai ramalandapat dihitung dengan rumus:

$$F_t = T_t \times S_t \times rata - C_t \quad (2.5)$$

Keterangan:

$F_t$  = Ramalan Beban

$T_t$  = Komponen Trend

$S_t$  = Komponen Musiman

$C_t$  = Komponen Siklus





## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Metode penelitian dibuat dengan maksud memperlancar proses penelitian yang dilakukan dan memaparkan metode yang dilakukan oleh peneliti, diawali dari lokasi penelitian dilaksanakan, alat dan bahan penelitian yang dipakai, dan taha penelitian.

#### **3.1 Tempat Penelitian**

Energi listrik tegangan 20 kV di busbar gardu induk, disalurkan melewati feeder – feeder distribusi ke gardu hubung atau dapat langsung dihubungkan ke konsumen. Dari gardu hubung, energi disalurkan ke gardu - gardu distribusi. Gardu distribusi yaitu gardu tempat mengubah tegangan primer menjadi tegangan sekunder, kemudian membaginya ke saluran pengisi primer dan selanjutnya akan disalurkan ke setiap titik pelanggan. Gardu distribusi berfungsi untuk melayani konsumen tegangan rendah dimana tegangan 20 kV diturunkan menjadi 380 / 220 volt pada trafo distribusi, untuk kemudian disalurkan pada konsumen melalui jaringan tegangan rendah (jaringan distribusi sekunder).

Pada penelitian kali ini obyek yang dipilih adalah peramalan beban pada gardu induk pandean lamper yang terletak pada daerah Semarang Timur dimana dekat dengan jembatan banjir kanal timur dan juga terletak disebelah Indonesia Power Centre Of Excellence. Yang memiliki posisi pada lintang 6°59'33"S dan bujur 110°26'29"E ini memiliki ketinggian permukaan air laut setinggi 359m.



Gambar 3.1 Gardu Induk Lamper

Penyediaan energi listrik pada wilayah Semarang dan sekitarnya secara administratif berada di bawah wewenang PT.PLN (persero) Wilayah Semarang Barat yang pelaksanaannya dilakukan di Pusat pembangkit Tambak Lorok terdiri dari dua unit PLTU #1 dan PLTU #2 General Electric berbahan bakar minyak, satu unit PLTU #3 Mitsubishi berbahan bakar minyak, serta dua blok PLTGU combined cycle GE yang masing – masing blok mempunyai GTG dan satu GTG.

Pembagian feeder/penyulang jaringan pada distribusi 150 KV PT. PLN (Persero) pada sektor Gardu Induk Pandean Lamper adalah diagram satu garis sistem kelistrikan Semarang dalam melayani konsumen kota Semarang Timur dan untuk daerah-daerah pelayanan dari tiap-tiap feeder dapat dilihat pada table 3.1

tabel 3.1 Daerah Pelayanan Tiap Peyulang

NO	Penyulang	Daerah yang dilayani
1	PDL 01	Sebgian jl. Unta raya, jl. Patiunus, jl. Medoho, jl, RA.Kartini, jl. Banjir kanal, jl. Soekarno Hatta
2	PDL 02	Sebagian jl.Gajah raya, jl. Barito , jl. Maluku, jl.dr.cipto
3	PDL 03	Sebagian jl. Halmahera, jl. Cempedak, jl. Pandean lamper, jl, brigjend katamso
4	PDL 04	Sebagian jl. Mataram, jl. Peleburan, jl. Mt.haroyono
5	PDL 05	Sebagian jl. Peterongan, jl. Cempedak, jl. Lamper sari, jl. Tantara pelajar
6	PDL 07	Sebagian jl. Lamper tengah, jl. Tandang raya, jl, kinibalu
7	PDL 08	Sebagian jl. Majapahit, jl. Ngemplak, jl. Sendang utara
8	PDL 09	Sebagian Jl. Supriyadi, jl.lumbungsari raya, jl. Tlogo timun
9	PDL 10	Sebagian Jl. Kalicari, jl. Wolter mongsidi, jl. Pedurungan tengah
10	PDL 12	Sebagian jl. Gemah raya, jl. Sendang guwa , jl.fatmawati , jl. Ketileng raya
11	PDL 13	Sebagian jl. Bubakan, jl. Kebon Harjo, jl. pemuda

### 3.2 Model Penelitian

untuk model penelitian ini merupakan data existing pada tahun 2014-2019 pada Gardu Induk Pandean Lamper. Dengan metode asumsi adalah kemampuannya hanya fokus pada permintaan energi tenaga listrik dengan tidak menambahkan besaran-besaran lain yang mempengaruhinya sehingga dapat memperkirakan dampak perubahan besaran- besaran tersebut terhadap permintaan energi listrik di masa mendatang. Kelemahannya adalah diperlukan data yang lebih banyak karena ketepatan perkiraan akan sangat ditentukan oleh ketersediaan dan kualitas data.

- 1.) Pengumpulan Data
  - a. Data *Existing* beban puncak pada gardu induk lamper
  - b. Data Arus beban puncak gardu induk lamper 2015-2019
- 2.) Menghitung
  - a. Komponen Musiman
  - b. Komponen Trend (Tt)
  - c. Komponen Siklus
  - d. Menghitung Ramalan
- 3.) Menganalisa Data
  - Menghitung komponen siklus beban
  - Menghitung rekapitulasi kebutuhan beban
- 4.) Menentukan
  - Menentukan tindakan dan studi data pertumbuhan beban 5 tahun terakhir untuk membuat peramalan beban 10 tahun ke depan pada GI Pandean Lamper.

### 3.3 Langkah Penelitian

Dalam perhitungan tahap awal adalah proses menghitung nilai rata rata arus beban pertahun. Dilanjutkan dengan menghitung beberapa komponen sesuai peramalan beban.

#### 3.3.1 Pengumpulan Data

- a. Data *Existing* beban puncak pada gardu induk lamper
- b. Data Arus beban puncak gardu induk lamper 2015-2019

#### 3.3.2 Menghitung

- a. Komponen Musiman
- b. Komponen Trend (Tt)
- c. Komponen Siklus
- d. Menghitung Ramalan

#### 3.3.3 Menganalisa Data

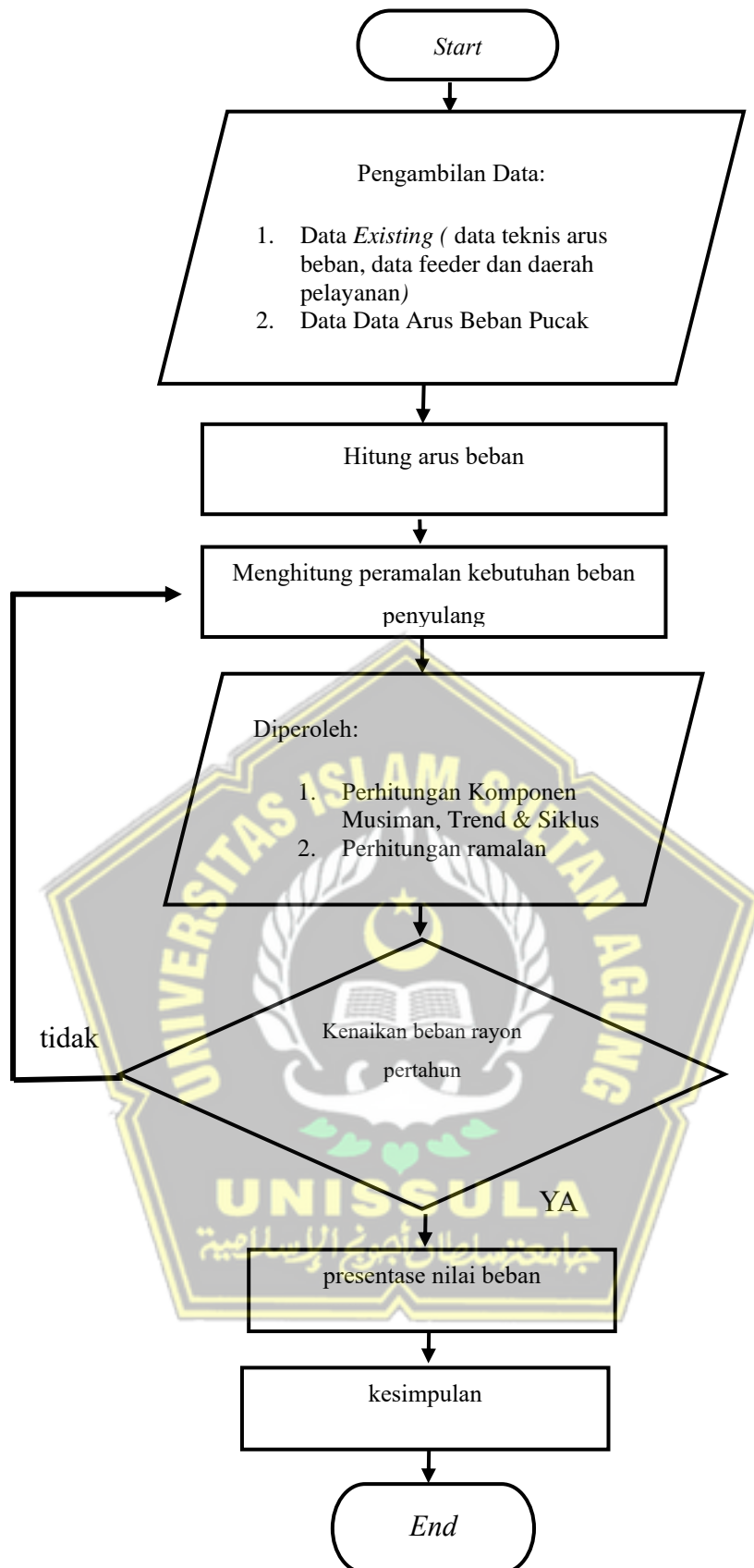
Menghitung komponen siklus bebandan menghitung rekapitulasi kebutuhan beban

#### 3.3.4 Menentukan Peramalan

Menentukan tindakan dan studi data pertumbuhan beban 5 tahun terakhir untuk membuat peramalan beban 10 tahun ke depan pada GI Pandean Lamper.

### 3.4 Diagram Alir Penelitian

Berikut adalah gambar diagram alir penelitian ditampilkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian



### 3.5 Data Penelitian

Pemakaian daya listrik di Semarang Power Generation Unit (PGU) mengoperasikan Pusat Listrik Tenaga Gas (PLTG), Pusat Listrik Tenaga Gas & Uap (PLTGU) dan Pusat Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang berlokasi di Semarang, Jawa Tengah. Semarang PGU memiliki total kapasitas sebesar 1409 MW dan memiliki jumlah pelanggan yang meningkat setiap tahunnya.

Tabel 3.2 Data Pelanggan Di Kota Semarang Tahun 2015

<b>Golongan</b>	<b>Jumlah Pelanggan</b>	<b>Daya (VA)</b>
Sosial	1.228	13.668.950
Rumah Tangga	92.067	112.786.650
Bisnis	9.373	65.590.200
Industri	54	6.622.100
Pemerintah	614	17.957.924
Penerangan Jalan	207	2.935.600
<b>Total</b>	<b>103.543</b>	<b>219.561.424</b>

Sumber : PT. PLN (Persero) Wilayah Kota Semarang, Bulan April 2015

tabel 3.3 Data Pelanggan Di Kota Semarang Tahun 2016

<b>Golongan</b>	<b>Jumlah Pelanggan</b>	<b>Daya (VA)</b>
Sosial	1.371	17.314.100
Rumah Tangga	97.336	123.385.100
Bisnis	13.515	67.804.550
Industri	52	6.824.000
Pemerintah	618	18.736.124
Penerangan Jalan	234	3.262.200
<b>Total</b>	<b>113.126</b>	<b>237.326.074</b>

tabel 3.4 Data Pelanggan Di Kota Semarang Tahun 2017

<b>Golongan</b>	<b>Jumlah Pelanggan</b>	<b>Daya (VA)</b>
Sosial	1.409	18.209.150
Rumah Tangga	100.979	130.118.100
Bisnis	14.411	72.803.900
Industri	50	7.057.000
Pemerintah	773	18.979.824
Penerangan Jalan	258	3.596.784
<b>Total</b>	<b>117.880</b>	<b>247.167.974</b>

tabel 3.5 Data Pelanggan Di Kota Semarang Tahun 2018

<b>Golongan</b>	<b>Jumlah Pelanggan</b>	<b>Daya (VA)</b>
Sosial	1.454	19.536.700
Rumah Tangga	104.017	135.797.500
Bisnis	15.066	81.185.000
Industri	53	7.839.500
Pemerintah	855	19.474.383
Penerangan Jalan	283	3.945.309
<b>Total</b>	<b>121.728</b>	<b>267.778.393</b>

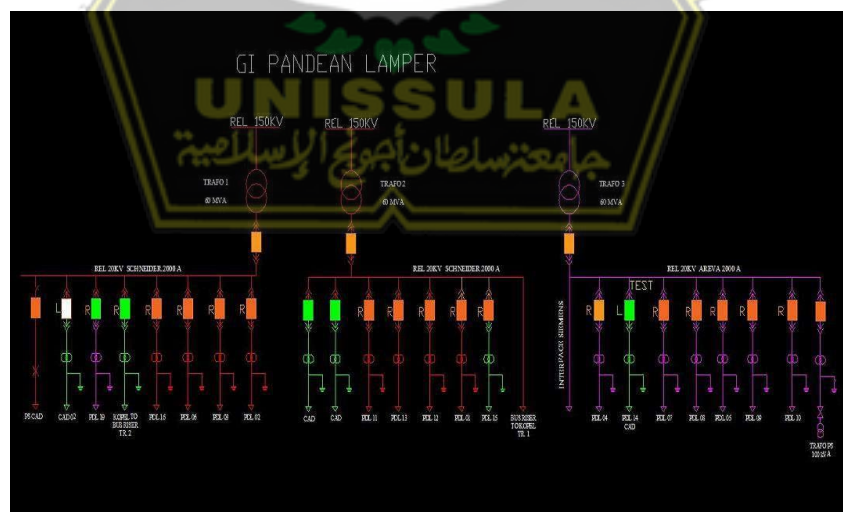
tabel 3.6 Data Pelanggan Di Kota Semarang Tahun 2019

<b>Golongan</b>	<b>Jumlah Pelanggan</b>	<b>Daya (VA)</b>
Sosial	1.528	20.631.100
Rumah Tangga	111.409	141.532.200
Bisnis	16.127	94.226.000
Industri	56	8.421.000
Pemerintah	947	20.174.082
Penerangan Jalan	315	4.110.300
<b>Total</b>	<b>130.382</b>	<b>289.094.682</b>

tabel 3. 7

tabel 3. 8 Arus Tertinggi Bulan September 2019 Pukul 10:00 W.I.B

Gardu Induk	Trafo Unit	Daya (MW)	Teg. Sec. (kV)	In (A)	Data Penyulang	Tertinggi Tercapai (A)
Pandean Lamper	I	60	20	1732	PDL 02	
					PDL 03	201
					PDL 06	52
					PDL 14	252
					PDL 16	-
	II	60	20	1732	PDL 01	281
					PDL 11	296
					PDL 12	273
					PDL 13	136
					PDL 15	-
III	60	20	1732	PDL 04	143	
				PDL 05	327	
				PDL 07	277	
				PDL 08	403	
				PDL 09	236	



3.3 Gambar single line diagram system khatulistiwa

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Penelitian

Feeder/penyulang jaringan distribusi 150 KV PT. PLN (Persero) pada sektor Gardu Induk Pandean Lamper rata – rata arus beban pada Gardu Induk dari tahun 2014 – 2019.

tabel 4.1 Arus Beban Puncak Gardu Induk Pandean Lamper

THN	PENYULANG	ARUS (A)												
		JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUNI	JULI	AGU	SEP	OKT	NOV	DES	
2015	PDL 01	311	324	326	255	269	247	254	259	256	305	311	304	
	PDL 02	161	164	170	175	164	16	16	248	238	271	266	258	
	PDL 03	0	0	57	54	61	64	60	56	61	62	0	0	
	PDL 04	155	227	64	62	63	233	0	0	255	253	259	228	
	PDL 05	317	313	326	383	380	348	367	379	373	375	330	330	
	PDL 07	183	183	183	210	231	240	242	236	271	243	296	304	
	PDL 08	263	271	285	298	342	342	318	439	438	359	393	340	
	PDL 09	209	214	307	311	303	289	285	293	288	304	303	300	
	PDL 10	329	338	329	353	273	401	352	405	406	297	304	294	
	PDL 12	159	148	159	153	247	156	151	223	253	161	163	160	
	PDL 13	117	116	114	108	212	217	112	109	105	119	0	0	
	2016	PDL 01	301	284	303	304	310	295	231	307	234	236	236	222
		PDL 02	264	261	256	263	172	253	296	300	296	280	283	284
PDL 03		116	0	406	138	220	0	0	0	65	0	0	60	

	PDL 04	233	224	243	0	246	161	0	0	61	65	65	40
	PDL 05	362	349	345	187	191	30	211	0	215	47	46	36
	PDL 07	312	346	300	302	305	302	270	0	245	71	59	56
	PDL 08	335	326	333	268	290	269	430	0	280	59	61	58
	PDL 09	303	327	337	309	450	436	299	0	315	65	9	45
	PDL 10	304	292	309	303	318	299	171	0	303	63	63	58
	PDL 12	176	164	173	168	172	169	109	0	180	61	36	49
	PDL 13	0	0	0	0	0	0	0	0	122	25	24	53
2017	PDL 01	228	281	257	311	305	321	304	276	243	238	272	289
	PDL 02	267	241	249	261	277	291	302	312	287	292	284	247
	PDL 03	141	192	206	257	234	256	258	288	217	237	244	265
	PDL 04	204	294	286	291	311	261	247	273	241	204	236	219
	PDL 05	211	187	210	226	219	223	235	266	237	226	271	294
	PDL 07	216	256	287	266	251	248	271	296	306	263	248	211
	PDL 08	287	205	198	199	206	216	211	213	209	218	219	210
	PDL 09	242	205	203	251	218	208	271	216	219	211	198	274
	PDL 10	247	211	188	229	241	239	222	228	228	167	234	262
	PDL 12	301	221	249	209	196	185	192	147	176	166	204	192
	PDL 13	217	216	196	240	203	204	215	216	212	218	215	205
2018	PDL 01	232	327	284	252	264	257	287	266	284	294	265	242
	PDL 02	306	277	206	212	239	208	215	265	210	216	232	222
	PDL 03	288	236	229	215	211	297	283	265	276	265	257	252
	PDL 04	283	231	223	233	247	266	237	226	229	222	295	273
	PDL 05	267	247	229	241	239	242	228	276	268	302	292	296



	PDL 07	292	212	251	278	313	284	297	267	277	281	289	247
	PDL 08	272	211	289	263	258	241	248	227	218	211	224	219
	PDL 09	225	227	246	236	244	274	236	207	196	184	205	209
	PDL 10	297	231	228	231	241	301	274	269	267	249	218	226
	PDL 12	322	264	271	216	219	211	234	177	194	226	238	231
	PDL 13	254	274	218	193	182	223	183	206	202	208	225	196
2019	PDL 01	288	262	275	302	292	276	278	295	319	303	270	286
	PDL 02	261	263	265	259	214	201	218	221	224	214	207	210
	PDL 03	63	279	61	65	56	49	55	58	57	57	56	58
	PDL 04	251	291	241	73	68	64	66	71	68	146	164	137
	PDL 05	225	249	247	150	141	140	265	210	222	170	234	234
	PDL 07	264	270	241	244	200	197	198	200	44	267	275	270
	PDL 08	275	305	296	305	313	327	262	305	339	324	312	251
	PDL 09	314	335	286	304	299	291	288	301	311	197	256	245
	PDL 10	335	314	354	379	374	363	383	378	43	355	337	313
	PDL 12	347	132	127	132	132	124	127	132	130	128	134	123
PDL 13	344	123	117	145	125	119	131	135	143	144	170	114	

#### 4.2 Peramalan Kebutuhan Beban Penyulang PDL 01

##### 1. Perhitungan Komponen Musiman

Komponen musiman dapat diperoleh dari rata-rata kolom ini dengan mengalikan setiap rata-ratanya dengan faktor penyesuaiannya, yaitu perbandingan antara pola musiman dengan total rata-rata kolom.

$$z_1 = 285,08 \quad (2.1)$$

$$z_2 = 271,92$$

$$z_3 = 277,08$$

$$z_4 = 271,17$$

$$z_5 = 287,17$$

$$n = 60$$

$$\text{Rkt Beban} = \{(285,08 + 271,92 + 277,08 + 271,17 + 287,17)/60\} = 23,21$$

$$\text{Fp Beban} = 23,21/12 = 1,94$$

$$\text{St Beban} = 23,21 \times 1,94 = 45,03$$

## 2. Perhitungan Komponen Trend

Komponen trend adalah suatu persamaan garis regresi atau garis kecenderungan. Pada peramalan puncak gardu induk, garis regresi yang digunakan berbentuk linier maupun non linier. Setelah bentuk garis regresi ditentukan, langkah selanjutnya menentukan koefisien-koefisien regresi.

tabel 4.2 Komponen Trend PDL 01

TAHUN	TAHUN	JUMLAH.	t.Z	t <sup>2</sup>
	KE(t)	(Z)		
2015	0	285,08	0	0
2016	1	271,92	272	1
2017	2	277,08	555	4
2018	3	271,17	813	9
2019	4	287,17	1148	16
<b>JUMLAH</b>	<b>10</b>	<b>1393</b>	<b>2788</b>	<b>30</b>

Perhitungan Koefesien a:b

(2.2)

$$a = \frac{\sum Z \cdot \sum t^2 - (\sum t)(\sum t \cdot Z)}{n \cdot \sum t - (\sum t)^2}$$

$$a = \frac{1393(30) - (10)(2788)}{5(30) - (10)^2}$$

$$a = 278,2$$

Jadi, diperoleh nilai Koefesien a sebesar 278,2

Perhitungan Koefesien b:

$$b = \frac{n \cdot (\sum t \cdot Z) - (\sum t) \cdot (\sum Z)}{n \cdot \sum t - (\sum t)^2}$$

$$b = \frac{5(2788) - (10)(1393)}{5(30) - (10)^2} = 0,2$$

Diperolehlah nilai Koefesien b sebesar 0,2

Sehingga diperoleh persamaan komponen trend sebagai berikut :

$$T_t = a + b$$

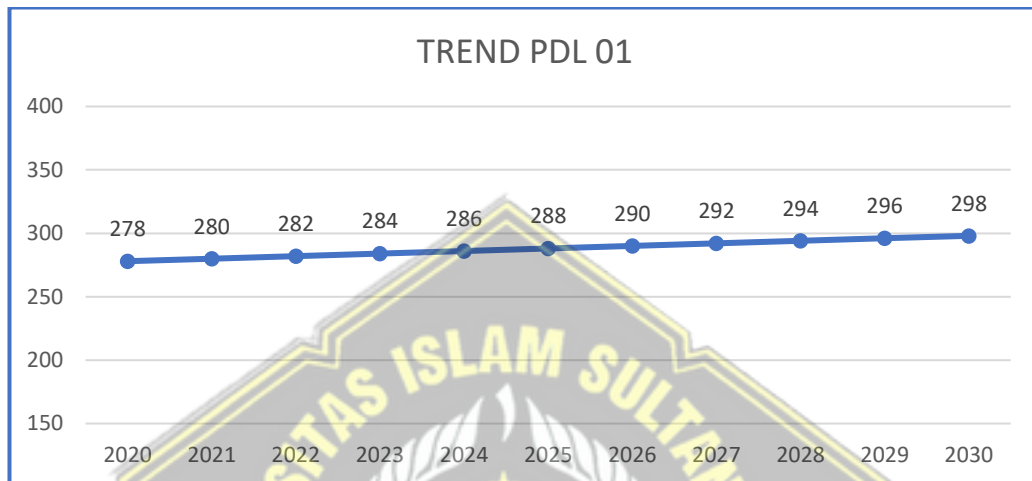
$$T_t = 278,2 + 0,2 = 278$$

Dengan menggunakan kondisi komponen trend, nilai yang akan diperoleh dari tahun 2015 hingga 2019 sebagai berikut :

tabel 4.3 Rekapitulasi Komponen Trend PDL 01

Tahun	Nilai Komponen Trend
2020	278
2021	280
2022	282
2023	284
2024	286
2025	288
2026	290
2027	292
2028	294
2029	296
2030	298

Pada Tabel 4.3 diperoleh nilai komponen trend untuk 10 tahun kedepan mulai dari tahun 2020 sampai tahun 2030. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat melalui grafik pada gambar grafik 4.1.



Gambar 4.1 Grafik Komponen Trend PDL 01

### 3. Perhitungan Komponen Siklus

Komponen siklus dapat dicari dengan cara membagi rata-rata bergerak ( $S_t$ ) dengan komponen *trend* yang sesuai. Adapun perhitungan komponen siklus sebagai berikut :

$$S_t = 45,03$$

$$T_t = 278$$

Maka :

$$C_t = \frac{S_t}{T_t}$$

$$C_t = \frac{45,03}{278}$$

$$C_t = 0,161$$

(2.3)

Sehingga dilakukan perhitungan yang sama untuk tahun - tahun berikutnya. Adapun rekapitulasi perhitungan sebagai berikut :

Tabel 4.4 Rekapitulasi Komponen Siklus PDL 01

Tahun	Nilai Komponen Siklus
2020	0,161
2021	0,160
2022	0,159
2023	0,157
2024	0,156
2025	0,155
2026	0,154
2027	0,153
2028	0,152
2029	0,151
2030	0,150
$\Sigma C_t$	<b>1,708</b>

Dan kemudian setelah memperoleh komponen siklus, dilanjutkan dengan menghitung komponen siklus rata-rata. Adapun perhitungan komponen siklus rata-rata sebagai berikut:

$$\Sigma C_t = 1,708$$

$$n = 11$$

$$\text{rata - rata } C_t = \frac{\Sigma C_t}{n}$$



$$\text{Rata-rata Ct Beban} = (0,161 + 0,160 + 0,159 + 0,157 + 0,156 + 0,155 + 0,154 + 0,153 + 0,152 + 0,151 + 0,150) / 11 = 0,155$$

#### 4. ZPerhitungan Ramalan

Tahap terakhir dalam ramalan ini adalah menghitung nilai ramalan itu sendiri yaitu dengan menggunakan rumus :

$$\text{Ft Beban} = \text{Tt Beban} + \text{St Beban} + \text{Rata-rata Ct Beban} \quad (2.4)$$

$$\text{Ft Beban} = 278 + 45,03 + 0,1708 = 286$$

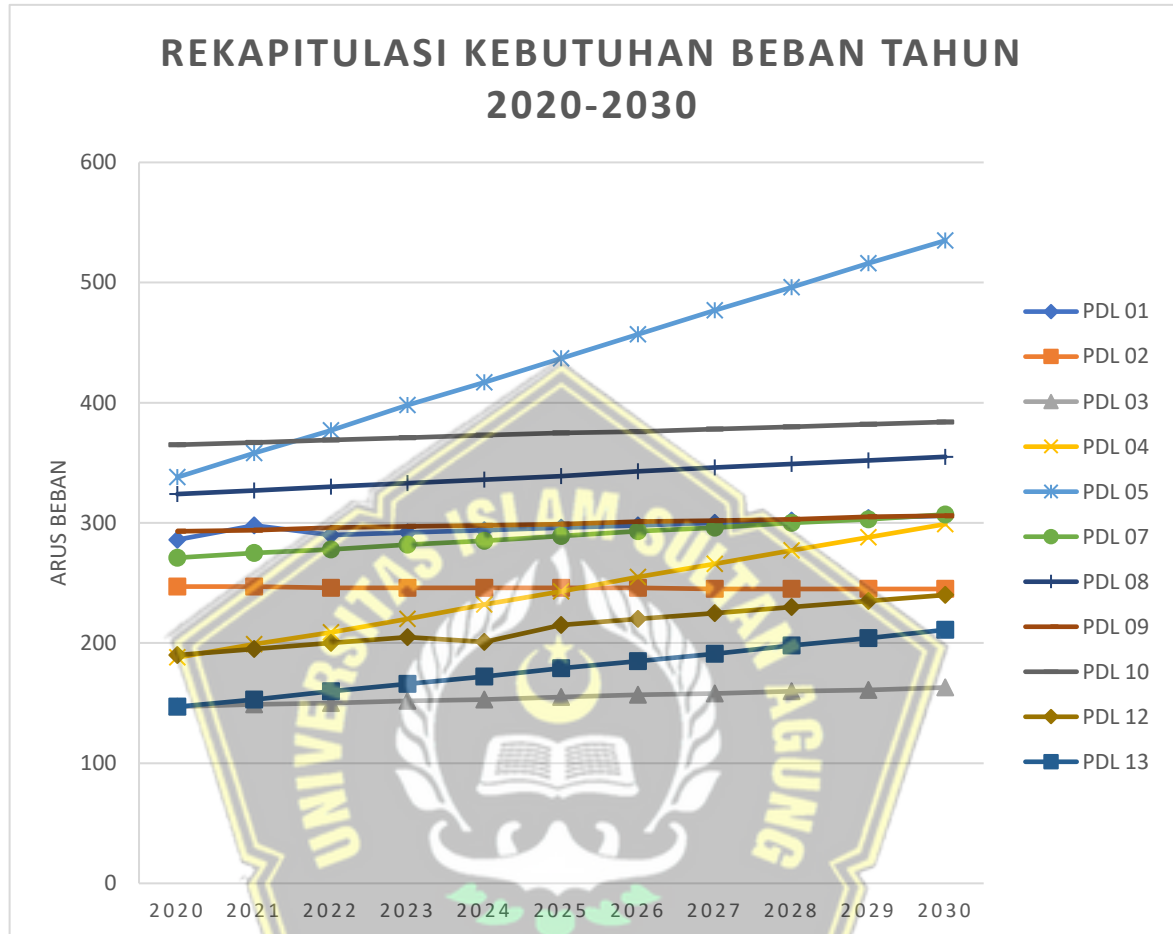
Tabel 4.5 Rekapitulasi Ramalan Beban PDL 01

Tahun	Nilai Ramalan
2020	286
2021	288
2022	290
2023	292
2024	294
2025	296
2026	298
2027	300
2028	302
2029	304
2030	306

Pada Tabel 4.5 dapat diketahui nilai ramalan untuk Beban PDL 01 dari tahun 2020 sampai 2030 mengalami peningkatan setiap tahunnya. Dengan rata-rata setiap tahunnya sebesar 326 dari tahun 2020 – 2030. Hasil perhitungan peramalan terhadap kebutuhan beban yang terdiri dari Penyulang PDL 01, PDL 02, PDL 03, PDL 04, PDL 05, PDL 07, PDL 08, PDL 09, PDL 10, PDL 12, dan PDL 13 sampai tahun 2030 secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel 4.6

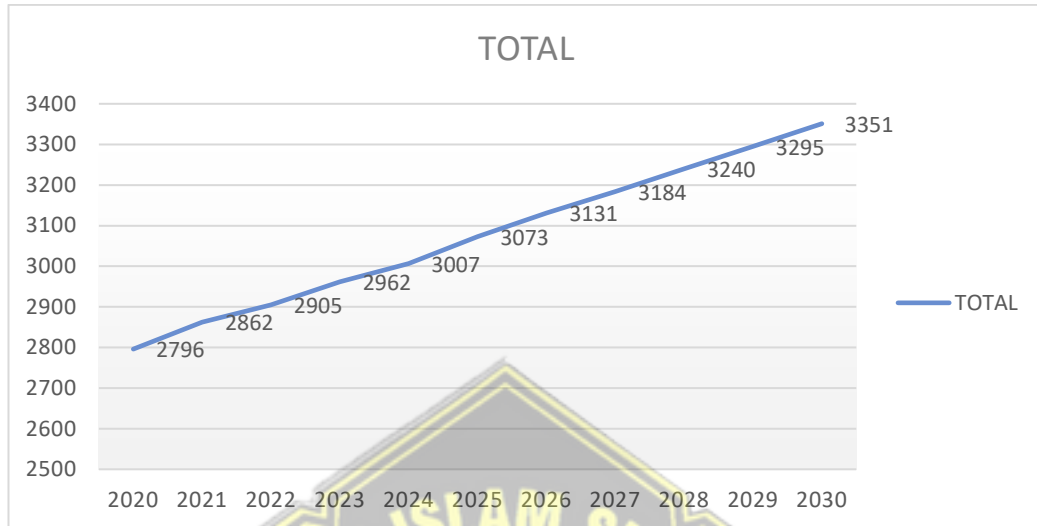
Tabel 4.6 Rekapitulasi Ramalan Beban Per Penyulang Tahun 2016-2035

Penyulang	Arus Beban (A)										
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
<b>PDL 01</b>	286	298	290	292	294	296	298	300	302	304	306
<b>PDL 02</b>	247	247	246	246	246	246	246	245	245	245	245
<b>PDL 03</b>	147	149	150	152	153	155	157	158	160	161	163
<b>PDL 04</b>	188	199	209	220	232	243	255	266	277	288	299
<b>PDL 05</b>	338	358	377	398	417	437	457	477	496	516	535
<b>PDL 07</b>	271	275	278	282	285	289	293	296	300	303	307
<b>PDL 08</b>	324	327	330	333	336	339	343	346	349	352	355
<b>PDL 09</b>	293	294	296	297	298	299	301	302	303	305	306
<b>PDL 10</b>	365	367	369	371	373	375	376	378	380	382	384
<b>PDL 12</b>	190	195	200	205	201	215	220	225	230	235	240
<b>PDL 13</b>	147	153	160	166	172	179	185	191	198	204	211



Gambar 4.2 Grafik Total Arus Beban Pandean Lamper tahun 2020-2030

Diperlihatkan pada rakapitulasi gambar grafik ramalan beban per penyulang tahun 2020-2030 dapat diketahui bahwa kebutuhan beban dengan rata-rata tertinggi terdapat pada penyulang pandean lamper PDL 05 dengan rata-rata arus beban sebesar 400 A, sedangkan kebutuhan beban dengan rata-rata terendah terdapat pada penyulang PDL 03 dengan rata-rata arus beban sebesar 142 A.



Gambar 4.3 Grafik Total Ramalan Beban Tahun 2020-2030

Gambar 4.3 grafik total ramalan beban tahun 2020-2030 jika kebutuhan beban tertinggi terjadi pada tahun 2030 sebesar 3351 A . Dari perhitungan yang saya lakukan dimana pendekatan hasil ramalan dengan menggunakan metode *time series* perhitungan yang di hasilkan hampir mendekati, jika di jumlah dari PDL 01 sampai dengan PDL 13 menghasilkan arus sebesar 33806 A jika di konversikan ke dalam Mega Watt maka di hasilkan 18,89 MW , Kapasitas gardu induk pandean lamper sebesar 150 KVA, maka dapat di simpulkan pada tahun 2030 gardu induk pandean lamper masih bisa melayani kebutuhan beban untuk 10 tahun yang akan datang.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan terhadap data penelitian, dapat ditarik kesimpulan dan saran sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan dapat diketahui bahwa nilai ramalan untuk beban dari tahun 2020 sampai 2030 mengalami peningkatan setiap tahunnya. Dengan rata – rata setiap tahunnya sebesar 2819 Ampere dari tahun 2020 – 2030.
2. Jumlah beban listrik Gardu Induk Pandean Lamper pada tahun 2020 adalah 2796 Ampere diperkirakan ditahun 2030 adalah 3295 Ampere. Dengan jumlah yang tidak terlalu signifikan maka Gardu Induk Pandean lamper selama 10 tahun yang akan datang masih bisa mengcover kebutuhan listrik. Hal tersebut juga disebabkan area pembangunan juga sudah cukup padat dan bukan area industri.

#### **5.2 Saran**

Setelah melakukan perhitungan ramalan menggunakan metode time series yang berupa data data masa lalu yang pernah ada, maka secara statistik untuk menentukan pola perkiraan peramalan beban di masa yang akan datang itu diperlukan. Akan lebi baik diperhitungan dengan aplikasi semacam etap untuk lebih detail dalam gambar topology dan hasil perhitungan ini tidak bisa menjadi patokan karna bisa jadi ada pembangunan zona pada daerah tersebut.





## DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. M. Bahtiar, "TIME SERIES UNTUK KEBUTUHAN TENAGA LISTRIK DI GARDU INDUK SUNGAI RAYA," 2014.
- [2] Anshar Affandy, "Prakiraan Daya Beban Listrik Yang Tersambung Pada Gardu Induk Sengkaling Tahun 2012- 2021 Menggunakan Metode Time Series Dengan Model Dekomposisi," *Prakiraan Daya Beban List. Yang Tersambung Pada Gardu Induk Sengkaling Tahun 2012- 2021 Menggunakan Metod. Time Ser. Dengan Model Dekomposisi*, 2012.
- [3] J. S. Vol, A. Jemput, S. Rumah, and T. Di, "Jurnal simetrik vol.9, no.1, juni 2019," vol. 9, no. 1, pp. 145–151, 2019.
- [4] A. Hasibuan and W. V. Siregar, "Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik Kota Subulussalam Sampai Tahun 2020 Menggunakan Metode Analisis Regresi," *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, vol. 1, no. 2, pp. 57–61, 2019, doi: 10.30596/rele.v1i2.3013.
- [5] D. Suswanto, "Konsep Dasar Jaringan Distribusi," *Sist. Distrib. Tenaga List.*, pp. 1–10, 2009.
- [6] D. Mahardhika, A. Nugroho, and T. Sukmadi, "Pengembangan Trafo Distribusi Berdasarkan Pertumbuhan Beban Tahun 2012 – 2016 di UPJ Batang," *Pengemb. Trafo Distrib. Berdasarkan Pertumbuhan Beban Tahun 2012 – 2016 di UPJ Batang*, vol. 12, no. 3, pp. 87–93, 2010, doi: 10.12777/transmisi.12.3.87-93.
- [7] S. A. Siregar and E. Warman, "2013-2017 Wilayah Kota Padang Sidempuan Dengan Metode Gabungan," pp. 53–58, 2017.
- [8] T. Antoni, A. Nugroho, and B. Winardi, "APJ PEKALONGAN DARI TAHUN 2012-2016," 2016.
- [9] Suprianto, "Analisa Tegangan Jatuh pada Jaringan Distribusi 20 kV PT PLN Area Rantau Prapat Rayon Aek Kota Batu," *J. Electr. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 64–72, 2018.

- [10] Siregar, S. A., & Warman, E. (2017). *2013-2017 Wilayah Kota Padang Sidempuan Dengan Metode Gabungan*. 53–58.
- [11] Makridakis Spyros, Wheelwright, Steven C., Mc. Gee, Victor E. 1992. *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Jakarta : Erlangga.
- [12] Abdul Hadi.(1994). *Sistem Distribusi Daya Listrik*. Jakarta : Erlangga.

