

**PERAMALAN KEBUTUHAN ENERGI LISTRIK DI KOTA
TEGAL DENGAN METODE ANALISIS REGRESI LINIER
MENGUNAKAN SOFTWARE MINITAB V19**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Laporan ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang



Di susun oleh :

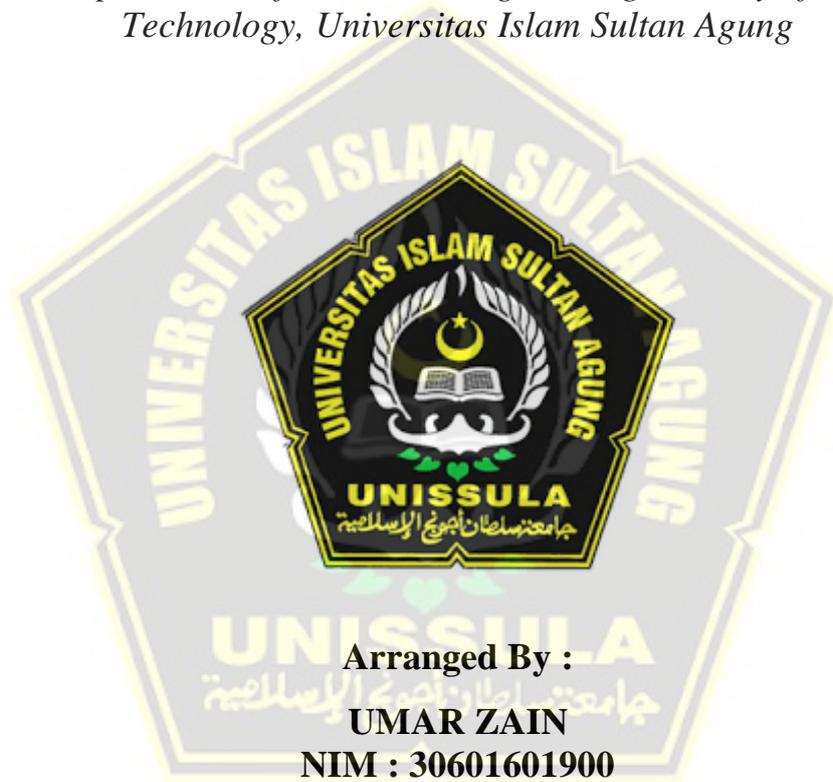
**UMAR ZAIN
NIM : 30601601900**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG
2021**

FINAL PROJECT

**ELECTRICAL ENERGY NEEDS FORECASTING IN THE
CITY OF TEGAL WITH QUADRATIC METHODS AND
LINIER REGRESSION USING MINITAB V19 SOFTWARE**

*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*



Arranged By :

UMAR ZAIN

NIM : 30601601900

**MAJORING OF ELECTRICAL ENGINEERING
FACULTY TECHNOLOGY INDUSTRIAL
UNIVERSITY ISLAMIC SULTAN AGUNG
SEMARANG
2021**

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul "PERAMALAN KEBUTUHAN ENERGI LISTRIK DI KOTA TEGAL DENGAN METODE ANALISIS REGRESI LINIER MENGGUNAKAN SOFTWARE MINITAB V 19" ini disusun oleh:

Nama : UMAR ZAIN
NIM : 30601601900
Program Studi : Teknik Elektro

Telah disahkan dan disetujui oleh dosen pembimbing pada:

Hari : JUMAT
Tanggal : 31 DESEMBER 2021

Pembimbing I



Dr. Ir. Muhamad Haddin, MT
NIDN : 0618066301

Pembimbing II



Agus Suprajitno, ST, M.T
NIDN : 0602047301

UNISSULA

جامعة السلطانة ابي العباس

Mengetahui,

Ka. Program Studi Teknik Elektro



03/01/22

Jenny Putri Hapsari, S.T, M.T
NIDN : 0607018501

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul “PERAMALAN KEBUTUHAN ENERGI LISTRIK DI KOTA TEGAL DENGAN METODE ANALISIS REGRESI LINIER MENGGUNAKAN SOFTWARE MINITAB V19” ini telah dipertahankan di depan Penguji sidang Tugas Akhir pada :

Hari : JUMAT

Tanggal : 31 DESEMBER 2021

Tim Penguji

Tanda Tangan

Ir. Suryani Alifah, M.T., Ph.D

NIDN : 0625036901

Ketua

Dedi Nugroho, ST., MT.

NIDN : 0617126602

Penguji I

Ir. Agus Adhi Nugroho, M.T.

NIDN : 0628086501

Penguji II

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Umar Zain
NIM : 30601601900
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknologi Industri

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir yang diajukan dengan judul **“PERAMALAN KEBUTUHAN ENERGI LISTRIK DI KOTA TEGAL DENGAN METODE ANALISIS REGRESI LINIER MENGGUNAKAN SOFTWARE MINITAB V19”** adalah hasil karya sendiri, tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi lain maupun ditulis dan diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam daftar pustaka. Tugas Akhir ini adalah milik saya segala bentuk kesalahan dan kekeliruan dalam Tugas Akhir ini adalah tanggung jawab saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab.

Semarang, 28 Desember 2021

Yang Menyatakan



Umar Zain

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Umar Zain
NIM : 30601601900
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknologi Industri
Alamat : Jl. Nakula, Gg. 13, No.32, Kecamatan
Tegal Timur, Kota Tegal.

Dengan ini menyatakan Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir dengan judul : **PERAMALAN KEBUTUHAN ENERGI LISTRIK DI KOTA TEGAL DENGAN METODE ANALISIS REGRESI LINIER MENGGUNAKAN SOFTWARE MINITAB V19**

Menyetujui menjadi hak milik Universitas Islam Sultan Agung serta memberikan hak bebas Royalti Non-Eksklusif untuk disimpan, dialihmediakan, dikelola dalam pangkalan data dan dipublikasikan di internet dan media lain untuk kepentingan akademis selama tetap menyantumkan nama penulis sebagai pemilik hak cipta. Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh, apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta atau Plagiarisme dalam karya ilmiah ini, maka segala bentuk tuntutan hukum yang timbul akan saya tanggung secara pribadi tanpa melibatkan Universitas Islam Sultan Agung.

Semarang, 20 Desember 2021

Yang Menyatakan

The image shows a handwritten signature in black ink over a yellow and red postage stamp. The stamp is a 20,000 Rupiah meterai tempel (postage stamp) from the Indonesian Post Office (PT Pos). It features the Garuda Pancasila emblem and the text 'SEPULUH RIBU RUPIAH', '20.000', 'METERAI TEMPEL', and the serial number '71349AJX106808000'. The stamp is partially obscured by the signature.

Umar Zain

HALAMAN PERSEMBAHAN

Pertama,

Laporan Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada Kedua Orang Tua saya yang sangat saya cintai (Abah Nur Syamsu dan Umih Komariyah) yang sudah membesarkan saya dan menjadi motivasi dalam hidup saya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Kedua,

Kepada Kakak dan Adik saya (Fatimah dan Ibnu Sidiq) yang selalu menyemangati saya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Ketiga,

Kepada Pembimbing saya (Bapak Dr. Ir. H. Muhammad Haddin, MT. dan Bapak Agus Suprajitno, ST, MT.) yang telah membimbing dan memberikan saya arahan dalam pembuatan Laporan Tugas Akhir ini.

Keempat,

Kepada Dosen Fakultas Teknologi Industri Program Studi Teknik Elektro yang senantiasa membimbing saya dan memberikan saya banyak ilmu yang bermanfaat. Tidak lupa juga kepada Teman Seperjuangan Teknik Elektro Angkatan 2016.

HALAMAN MOTTO

“ So whatever you do, don't let go”

-Coldplay -



KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmannirrahim

Assalamuallaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dan menyusun laporan tugas akhir “Peramalan Kebutuhan Energi Listrik Di Kota Tegal Dengan Metode Quadratic Dan Regresi Linier Menggunakan Software Minitab v19” sholawat dan salam selalu tercurah kepada junjungan kita nabi besar Nabi Muhammad SAW.

Laporan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana (S1) Program Penelitian Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Tidak terlepas dari dukungan berbagai pihak dalam penulisan laporan tugas akhir ini. Penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada:

1. Ibu Dr. Ir. Novi Marlyana, ST, MT, selaku Dekan di Fakultas Teknologi Industri beserta jajarannya.
2. Ibu Jenny Putri Hapsari, ST, MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro.
3. Bapak Dr. Ir. H. Muhamad Haddin, MT, dan Bapak Agus Suprajitno, ST, MT, selaku Dosen pembimbing saya.
4. Bapak dan Ibu Dosen program studi Teknik Elektro yang telah memberikan ilmunya dalam perkuliahan.
5. Staff Fakultas Teknologi Industri yang berpartisipasi dalam semua aspek tugas akhir, mulai dari lamaran permohonan penelitian hingga sidang.

Terima kasih kami ucapkan kepada pihak – pihak yang telah membantu penyelesaian Tugas Akhir ini.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL BAHASA INDONESIA	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN JUDUL INGGRIS.....	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iError! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iError! Bookmark not defined.
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN MOTTO	viiviii
KATA PENGANTAR.....	iiix
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR.....	vii
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	xix
BAB I	
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Pembatasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II	
TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Landasan Teori	6
2.2.1 Dasar Teori Kelistrikan.....	7
2.2.2 Segitiga Daya	9

2.2.3	Faktor Daya.....	11
2.2.4	Hubungan Segitiga Daya dan Faktor Daya	11
2.2.5	Analisis Regresi Linier	11
2.2.6	<i>Mean Absolut Percentage Error (MAPE)</i>	12

BAB III

METODE PENELITIAN	14
3.1 Model Penelitian.....	14
3.2 Alat dan Bahan.....	14
3.3 Data Penelitian	15
3.3.1 Jumlah penduduk.....	15
3.3.1 Daya Terpasang.....	16
3.3.2 Produksi Listrik (GWh)	16
3.3.3 Listrik Terjual (GWh).....	17
3.4 Prosedur Peramalan Kebutuhan Energi Listrik.....	18
3.5 Flowcart.....	20

BAB IV

HASIL DAN ANALISA	21
4.1. Data Penelitian	21
4.2. Perhitungan Koefisien Metode Regrsi Linear	22
4.2.1 Perhitungan Regresi Linier Jumlah Penduduk.....	22
4.2.2 Perhitungan Regresi Linear Daya Terpasang	23
4.2.3 Perhitungan Regresi Linear Produksi Listrik	24
4.2.4 Perhitungan Regresi Linear Listrik Terjual.....	26
4.3. MAPE	27
4.3.1 Perhitungan MAPE Daya Terpasang	27
4.3.2 Hasil MAPE Produksi Listrik	28
4.3.3 Hasil MAPE Listrik Terjual	29
4.4. Hasil Peramalan	30
4.4.1 Hasil Peramalan Daya Terpasang Tahun 2021-2025	30
4.4.2 Hasil Peramalan Produksi Listrik Tahun 2021-2025	31
4.4.3 Hasil Peramalan Listrik Terjual Tahun 2021-2025.....	32

4.5. Hasil dan Analisa Peramalan.....	34
BAB V	
PENUTUP	35
5.1 Kesimpulan.....	35
5.2 Saran.....	36
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Daftar Urutan daya listrik yang disediakan PLN.....	10
Tabel 2.2	Range Mape.....	13
Tabel 3.1	Hasil rekapitulasi data aktual pada Tahun 2010 - 2020.....	15
Tabel 3.2	Jumlah Penduduk.....	16
Tabel 3.3	Daya Terpasang (MVA).....	16
Tabel 3.4	Produksi Listrik	17
Tabel 3.5	Listrik Terjual.....	17
Tabel 4.1	Hasil Rekapitulasi data – data aktual.....	21
Tabel 4.2	Koefisien Jumlah Penduduk.....	22
Tabel 4.3	Hasil Peramalan Jumlah Penduduk	23
Tabel 4.4	Model Summary	23
Tabel 4.5	Coefficients	24
Tabel 4.6	Model Summary	25
Tabel 4.7	Coefficients	25
Tabel 4.8	Model Summary	26
Tabel 4.9	Coefficients	26
Tabel 4.10	Hasil MAPE Daya Terpasang pada Regresi Linear	27
Tabel 4.11	Hasil MAPE produksi Listrik pada Regresi Linear.....	28
Tabel 4.12	Hasil MAPE Listrik Terjual pada Regresi Linear	29
Tabel 4.15	Hasil Peramalan Daya Terpasang tahun 2021-2025.....	30
Tabel 4.16	Hasil Peramalan Produksi Listrik Tahun 2021-2025.....	31
Tabel 4.17	Hasil Peramalan Listrik Terjual Untuk 2021-2025	32

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Model Penelitian	14
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian.....	20
Gambar 4.1 Grafik Prediksi Daya Terpasang pada Tahun 2010-2025	30
Gambar 4.2 Grafik Prediksi Produksi Listrik pada Tahun 2010-2025.....	32
Gambar 4.3 Grafik Prediksi Listrik Terjual pada Tahun 2010-2025	33



ABSTRAK

Wilayah Kota Tegal merupakan daerah dengan jumlah penduduk dan kegiatan perekonomian yang selalu meningkat setiap tahunnya yang menyebabkan permintaan akan ketersediaan energi listrik juga akan meningkat setiap tahunnya. Solusi dari permasalahan tersebut adalah dilakukan peramalan kebutuhan energi listrik menggunakan metode Quadratic dan Regresi Linier.

Penelitian ini membahas Peramalan kebutuhan Energi Listrik di Kota Tegal dengan Metode Quadratic dan Regresi Linier menggunakan Software Minitab V19. Model yang digunakan adalah Diagram Tahapan Peramalan kebutuhan energi listrik merupakan gambaran skema pemodelan pada Wilayah Kota Tegal yang digunakan sebagai cara untuk menghitung peramalan daya terpasang, produksi listrik, dan listrik terjual di Kota Tegal untuk tahun 2021 - 2025. Metode yang digunakan adalah metode Quadratic dan Regresi linier untuk mencari nilai terkecil yang didapatkan pada persamaan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

Hasil menunjukkan bahwa Peramalan kebutuhan energi listrik di Wilayah Kota Tegal memiliki nilai error tidak lebih dari 10%. Ditinjau dari hasil analisa perhitungan error menggunakan persamaan MAPE bahwa metode Quadratic memiliki tingkat ketepatan peramalan lebih baik daripada Regresi Linier. Setiap parameter yang di ramalkan terjadi peningkatan setiap tahun. Rata-rata besaran peningkatan pada daya terpasang sebesar 5%. Sedangkan pada produksi listrik rata-rata besaran peningkatan sebesar 2,8%, dan listrik terjual meningkat dengan rata – rata peningkatan sebesar 3,4%.

Kata kunci : Peramalan kebutuhan energi, Quadratic, Regresi Linier, Kota Tegal.

ABSTRACT

The area of Tegal City is an area with a population and economic activity that always increases every year which causes the demands for the availability of electrical energy to also increase every year. A good planning or forecasting is required. A forecasting method can be said to be good when the method has a small error calculation result. The solution to this problem is to forecast the demand for electrical energy using the Quadratic method and Linear Regression.

This research is about "Forecasting Electrical Energy Needs in Tegal City with Quadratic Method and Linear Regression using Minitab V19 Software". The model used is the Staged Diagram of Forecasting electrical energy needs, which is an illustration of the modeling scheme in the Tegal City Region which is used as a way to calculate the forecast of installed power, electricity production, and electricity sold in Tegal City for 2021 - 2025.

The results show that forecasting the demand for electrical energy in the City of Tegal using the quadratic method and linear regression is a very good method for forecasting the demand for electrical energy. Judging from the results of the analysis of error calculations using the MAPE (Mean Absolute Percentage Error) equation, the resulting value is not more than 10%. It is found that the Quadratic method has a better forecasting accuracy than Linear Regression. Each parameter is predicted to increase every year. The average increase in installed power is 5%. Meanwhile, electricity production increased by 2,8% on average, and electricity sold increased with an average increase of 3,4%.

Keywords: Forecasting energy demand, Quadratic, Linear Regression, Tegal City Region.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Kota Tegal merupakan salah satu kota yang besar di provinsi Jawa Tengah. Kegiatan perekonomian yang semakin meningkat dan bidang jumlah penduduknya terus bertambah dari tahun ke tahun sangat cocok dijadikan tema penelitian dengan tema peramalan kebutuhan energi listrik. Perusahaan Listrik Negara (PLN) sebagai perusahaan penyedia tenaga listrik harus tahu secara tetap kebutuhan tenaga listrik yang harus disiapkan pada periode waktu tertentu. Penyediaan tenaga listrik yang sesuai dengan kebutuhan beban atau energi yang digunakan menjadi persoalan yang sangat serius. Tenaga listrik yang sudah dibangkitkan pada pusat - pusat pembangkit, kalau tidak digunakan akan terbuang begitu saja karena tidak bisa disimpan. Di sisi lain, jika beban listrik lebih besar dari pembangkitan tenaga listrik akan menyebabkan pemadaman secara bergilir. Energi listrik memiliki peran penting dalam kehidupan sehari - hari, mulai dari bidang rumah tangga hingga bidang industri sangat bergantung terhadap energi listrik. Penggunaan energi listrik di Indonesia masih tergolong boros, menurut kementerian ESDM kebutuhan energi listrik meningkat 3% sampai 4% pada tahun 2016 sampai 2020. Semakin meningkat jumlah penduduk Indonesia semakin tinggi juga permintaan energi listrik pada masyarakat[1].

Permasalahan yang terjadi adalah karena semakin tingginya pertumbuhan populasi penduduk di Indonesia membuat permintaan akan ketersediaan energi listrik di Indonesia juga akan meningkat setiap tahunnya.

Sebab permasalahannya yaitu jumlah populasi penduduk selalu semakin tinggi dan aktivitas perekonomian yang selalu semakin tinggi setiap tahun nya.

Akibat dari permasalahan tersebut maka diperlukan suatu perencanaan atau peramalan yang bagus. Melakukan peramalan kebutuhan listrik untuk beberapa tahun ke depan juga merupakan suatu hal yang harus diperhitungkan

bagi penyedia jasa listrik guna menyusun model perencanaan sistem ketenagalistrikan. Peramalan kebutuhan energi listrik berdasarkan jangka waktunya dikelompokkan menjadi tiga, yaitu peramalan jangka panjang, peramalan jangka menengah, dan peramalan jangka pendek. Secara umum suatu peramalan beban dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya adalah data beban di masa lampau dan karakteristik beban listrik itu sendiri. Karakteristik beban listrik yang mempengaruhi data beban listrik di masa lampau antara lain waktu, ekonomi, dan penambahan jumlah penduduk. Peramalan kebutuhan listrik juga dapat membantu menunjang perencanaan pembangkitan listrik yg lebih efisien.

Solusi dari permasalahan tersebut adalah dilakukan peramalan kebutuhan energi listrik menggunakan metode Analisis Time Series Proyeksi Trend dan Analisis Regresi Linier. Nilai yang diramalkan tidak mungkin sempurna pada suatu peramalan, selalu ada kesalahan yang dipengaruhi oleh kesalahan dan faktor lainnya. Suatu metode perhitungan peramalan dapat dikatakan baik ketika metode tersebut memiliki hasil perhitungan error dengan bilangan yang kecil. Karena semakin kecil nilai error yang dihasilkan oleh perhitungan metode peramalan, maka semakin baik pula metode tersebut digunakan untuk melakukan peramalan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah di uraikan di atas, maka dapat di ambil rumusan masalah sebagai berikut :

- a. Bagaimana meramal kebutuan energi listrik kota tegal dari tahun 2021 sampai 2025?
- b. Bagaimana menggunakan metode regresi linier untuk meramal kebutuhan energi listrik di Kota Tegal pada Tahun 2021-2025?

1.3 Pembatasan Masalah

Agar penelitian ini dapat dilakukan lebih fokus dan mendalam maka penulis memandang permasalahan penelitian yang diangkat perlu dibatasi

variabelnya. Oleh sebab itu, penulis membatasi batasan masalahnya sebagai berikut :

- a. Penelitian mengenai peramalan kebutuhan energi listrik hanya meneliti wilayah Kota Tegal.
- b. Data yang diramalkan hanya meliputi daya terpasang, produksi listrik, dan listrik terjual.
- c. Data jumlah penduduk, daya terpasang, produksi listrik dan energi terjual yang digunakan pada penelitian merupakan data dari situs resmi Kantor Pusat Statistik Kota Tegal per periode Tahun 2010-2020.
- d. Koefisien Regresi Linier dihitung menggunakan software Minitab.
- e. Menggunakan satu variabel bebas untuk setiap satu variabel terikat yang hendak dilakukan peramalan pada metode regresi linier.
- f. Peramalan kebutuhan energi listrik dari Tahun 2021 - 2025.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari laporan tugas akhir ini adalah :

- a. Menemukan metode yang baik dari peramalan daya terpasang, produksi listrik, dan listrik terjual di Kota Tegal pada analisis regresi.
- b. Mendapatkan hasil peramalan besarnya daya terpasang, produksi listrik, dan listrik terjual di Kota Tegal untuk tahun 2021 sampai tahun 2025.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian pada tugas akhir ini yaitu:

- a. Perencanaan untuk mengantisipasi berbagai keadaan yang terjadi pada masa yang akan datang.
- b. Tercapainya penyesuaian antara pembangkitan dan permintaan daya.
- c. Peramalan permintaan daya membantu merencanakan pembangkit dan distribusi daya yang efisien.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memahami lebih jelas laporan ini, maka materi-materi yang tertera pada Laporan Skripsi ini dikelompokkan menjadi beberapa subbab dengan sistematika penyampaian sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Bab ini berisikan teori yang berupa pengertian dan definisi yang diambil dari kutipan buku atau jurnal yang berkaitan dengan penyusunan laporan skripsi serta beberapa literature review yang berhubungan dengan penelitian.

BAB III METODE PENELITIAN

Berisi uraian rinci tentang permodelan, alat dan bahan, metoda atau pendekatan yang digunakan dalam menjawab permasalahan penelitian, model yang digunakan, rancangan penelitian, teknik, teknik pengumpulan data (cara pengukuran dan alat yang digunakan), teknik analisis data, cara penafsiran dan pengumpulan data bila menggunakan metode kualitatif. Perlu juga dijelaskan pendekatan yang digunakan, proses pengujian model/prototype, proses penafsiran dan penyimpulan hasil penelitian.

BAB IV HASIL DAN ANALISA

Membahas mengenai hasil pengujian yang diperoleh dari alat yang dibuat atau analisa hasil dari penelitian yang dilakukan (bagi mahasiswa yang mengambil tugas akhir studi kasus/penelitian), data sedapat dapatnya disajikan dalam bentuk daftar tabel, grafik, persamaan matematik, foto atau bentuk lain. Berdasarkan simulasi computer, pengujian perangkat, pemrosesan data, atau hasil pemikiran dianalisa dan dicari sebab musababnya apabila ternyata tidak sejalan atau menyimpang dengan dasar teori yang ada atau hasil pengujian dan pengukuran dibuat dalam bentuk tabel lalu di analisa. Hasil inilah yang sangat penting untuk mengisi lembar kesimpulan.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan, saran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Beberapa penelitian terdahulu yang telah dilakukan dan memiliki keterkaitan mengenai peramalan kebutuhan energi listrik antara lain :

- a. Peramalan Kebutuhan Energi Listrik Jangka Panjang Sektor Rumah Tangga Uid Jawa Timur Menggunakan Metode Analysis Time Series : Proyeksi Tren Quadratic Dan Regresi Linear Berbasis Software Minitab V19[1]. Hasil menunjukkan bahwa peramalan antara analisis menggunakan software Minitab v19 didapatkan bahwa jumlah pelanggan listrik dan jumlah daya tersambung di UID Jawa Timur dari tahun 2021-2025 selalu mengalami kenaikan, sedangkan untuk energi terjual mengalami penurunan pada tahun 2021 dan mengalami kenaikan dari tahun 2022-2025. Berdasarkan RUPTL 2019-2028 rata-rata jumlah produksinlistrik di UID Jawa Timur padantahun 2021-2025 sebesar 47.023,6 Gwh dan ratarata energi terjual pada sektor rumah tangga sebesar 15.430,8 GWh dengan presentase 33,04%. Sedangkan dari hasil penelitian, rata-rata jumlahenergi listrik yang terjual pada tahun 2021-2025 sebesar 16.143,48 GWh artinyanterjadi kehilangan antara produksinenergi listrik dengan energi listrik yang terjualnsebesar 712,68 Gwh dari total produksi energinlistrik pada tahun 2021-2025 di UID Jawa Timur.
- b. Peramalan energi listrik UP3 Sidoarjo Tahun 2019-2029 Menggunakan Metode Time series : Quadratic[2]. Hasil menunjukkan bahwa data yang didapat dari PLN UP3 Sidoarjo dari tahun 2014 sampai dengan 2018, jumlahnya terus meningkat setiap tahunnya. Hasil analisis perhitungan error dengan menggunakan rumus MAPE Menunjukkan bahwa nilai yang dihasilkan lebih kecil atau sama dengan 1%. Prediksi tiap variabel data dari tahun 2019 hingga 2029 menunjukkan peningkatan setiap tahunnya.

Tingkat pertumbuhan rata-rata untuk data individu adalah bahwa energi yang terjual meningkat sebesar 6,8%, beban terhubung meningkat sebesar 4,5% dan jumlah pelanggan meningkat sebesar 7,5%.

- c. Regresi Linier Sederhana Untuk Memprediksi Kunjungan Pasien Di Rumah Sakit Berdasarkan Jenis Layanan Dan Umur Pasien[3]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode yang digunakan berhasil memprediksi jumlah kunjungan pasien ke RSUD Cilacap. Metode prediksi regresi linier dengan nilai error kurang dari 20% artinya masuk dalam kategori akurasi 80% atau baik dan sangat baik. Selanjutnya terdapat tiga model prediksi regresi linier yang masuk dalam kategori buruk, nilai error nya lebih dari 50%. Ada juga salah satu model prediksi regresi linier yang dikategorikan baik atau memiliki nilai error 20% sampai 50%. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat memberikan MAPE yang lebih baik, dan tidak ada prediksi dengan MAPE dalam kategori yang lebih kecil. Studi masa depan perlu mempertimbangkan factor eksternal seperti cuaca untuk memprediksi kunjungan rawat jalan, rawat inap, dan ruang gawat darurat secara lebih akurat.

2.2 Landasan Teori

Metode peramalan adalah metode yang digunakan untuk mengukur atau memprediksi kejadian di masa depan. Peramalan dapat dilakukan secara kuantitatif maupun secara kualitatif. Peramalan kuantitatif adalah peramalan statistic dan peramalan kualitatif adalah peramalan yang didasarkan pada pendapat para predictor. Peramalan diartikan sebagai proses peramalan variabel atau peristiwa masa depan berdasarkan data atau variabel yang dihasilkan sebelumnya. Data masa lampau tersebut secara sistematis digabungkan dengan menggunakan suatu metode tertentu dan diolah untuk mendapatkan peramalan dimasa yang akan datang. Peramalan didefinisikan sebagai suatu proses prediksi variabel atau peristiwa masa depan berdasarkan pertimbangan / pendapat subjektif dari data tentang peristiwa yang telah terjadi di masa lalu. Proses peramalan ini, peramalan yang baik sangat

tergantung dari kemampuan, pengalaman dan kepekaan dari orang yang bersangkutan. Peramalan kebutuhan energi listrik sangat diperlukan untuk membantu mengambil kebijaksanaan penyediaan energi listrik, baik jangka pendek, jangka menengah, maupun jangka panjang. Berdasarkan waktu peramalannya, peramalan dapat dibagi dalam tiga kelompok, yaitu :

1. Peramalan jangka pendek, dengan jangka waktunya mulai dari satu hari sampai satu minggu.
2. Peramalan jangka menengah, jangka waktunya mulai dari satu minggu sampai satu tahun.
3. Peramalan jangka panjang, dengan jangka waktu 1 sampai 10 tahun.

Peramalan untuk periode yang berbeda memainkan peran yang berbeda dalam sistem tenaga. Peramalan jangka pendek penting untuk operasi aktual dan pengendalian sistem energi. Peramalan jangka menengah memainkan peran penting dalam pemeliharaan dan perencanaan program. Peramalan jangka panjang memainkan peran pertama dalam pengembangan pembangkit listrik, sistem transmisi, dan distribusi. Peramalan membutuhkan data seperti perkembangan wilayah, tingkat ekonomi wilayah, jumlah pelanggan listrik yang tersedia, dan jumlah penduduk wilayah[4].

2.2.1 Dasar Teori Kelistrikan

Dalam kehidupan sehari-hari listrik tidak dapat dipisahkan dari aktifitas manusia. Listrik sendiri dikelompokkan menjadi salah satu sumber energi yang sangat dibutuhkan dalam kehidupan manusia. Ada banyak kebutuhan hidup yang tidak lepas dari peranan listrik. Dan sebagai bagian masyarakat perlu memahami ekstensi listrik secara maksimal. Teori listrik dasar adalah teori atau pengetahuan yang membahas masalah listrik secara tuntas. Pembahasan ini meliputi pengertian dasar listrik, bagaimana listrik diciptakan, istilah-istilah kelistrikan, dan sebagainya. Seperti yang diketahui setiap zat di dalamnya ada muatan. Muatan zat ini terdiri atas muatan positif (proton) dan muatan negatif (elektron), serta inti atau neutron. Proton dan

elektron melakukan pergerakan sedemikian rupa sehingga terjadi perubahan. Dalam teori listrik dasar, pergerakan muatan inilah yang menyebabkan pengaliran muatan yang selanjutnya yang dikenal sebagai aliran listrik. Proton dan elektron telah dijelaskan oleh para ahli ketika mereka menjelaskan tentang atom salah satunya adalah dari Ernest Rutherford (1910) yang menyatakan bahwa atom terdiri dari inti atom yang sangat kecil dan bermuatan positif (proton) yang dikelilingi oleh muatan negatif (electron). 9 Pengaliran muatan yang terjadi akibat pergerakan antara muatan positif dan muatan negatif sangat memungkinkan adanya perbedaan muatan antara bagian positif dan negatif. Ketika bagian positif benda dihubungkan dengan bagian negatif, maka terjadilah pengaliran muatan. Hal ini terjadi karena bagian yang kelebihan muatan negatif akan memindahkan muatannya ke bagian yang kekurangan muatan negatif, yaitu muatan positif. Begitu banyak barang-barang yang menggunakan energi berupa energi listrik. Tujuan dalam mempelajari teori listrik adalah agar tidak mengalami kesulitan pada saat operasional listrik. Beberapa istilah dalam teori listrik dasar meliputi:

- a. Kutub positif, yaitu bagian sumber listrik yang didalamnya kekurangan muatan negatif dan disebut sebagai muatan positif.
- b. Kutub negatif, yaitu bagian sumber listrik yang didalamnya kelebihan muatan negatif dan disebut sebagai muatan negatif.
- c. Kuat arus, yaitu jumlah muatan yang mengalir melalui media perantara dari kutub negatif ke kutub positif dalam suatu sumber listrik. Kuat arus ini sangat bergantung pada jumlah muatan yang berpindah dari satu kutub ke kutub lainnya. Semakin banyak muatan yang berpindah, maka kuat arus semakin besar.
- d. Tegangan (Voltage) merupakan beda potensial yang terdapat di kutub positif dan kutub negatif. Beda potensial ini sangat menentukan besar kecilnya arus yang mengalir. Dengan adanya voltage inilah maka muatan yang ada dapat berpindah (muatan negatif menuju muatan positif).
- e. Hambatan, yaitu penghambat aliran listrik dari kutub negatif ke kutub

positif. Hambatan ini sangat menentukan arus listrik yang mengalir pada media perantara aliran. Setiap bahan mempunyai nilai hambatan yang berbeda-beda. Ada bahan yang hambatannya kecil sehingga aliran listrik dapat mengalir dengan lancar, dan jika besar, maka aliran listrik tidak lancar.

- f. Daya listrik, yaitu kemampuan listrik untuk melakukan kegiatan atau pekerjaan. Daya listrik ini adalah kemampuan yang dimiliki oleh listrik untuk melakukan kegiatan dalam jangka waktu tertentu.

2.2.2 Segitiga Daya

Pada dasarnya daya listrik dibagi menjadi tiga yaitu :

- daya nyata / daya aktif dengan satuan W (WATT)
- daya semu dengan satuan VA (Volt Ampere)
- dan daya reaktif VAR (Volt Ampere Reaktif)

Ketiga daya ini terdapat pada listrik satu fasa maupun listrik tiga fasa dan saling berkaitan atau berhubungan satu sama lain. Nilai dari ketiga daya ini juga sangat dipengaruhi oleh $\cos \phi$ ($\cos \phi$). Pada listrik 1 fasa 220 Volt PLN biasanya $\cos \phi$ ini nilainya ditetapkan 0,8.

1. Daya Aktif atau Daya Nyata

Daya aktif adalah suatu daya yang sesungguhnya terpakai untuk melakukan kerja terhadap beban atau merupakan daya yang sesungguhnya dibutuhkan beban. Daya ini digunakan untuk mengubah suatu energi listrik menjadi bentuk energi lain. Misalkan pada sebuah lampu dimana ada konversi energi listrik menjadi energi cahaya. Satuan dari daya aktif adalah Watt dan daya aktif ini bisa terjadi pada beban induktif maupun beban resistif. Ditunjukkan Persamaan Daya Aktif seperti persamaan (2.1) dan (2.2)

Persamaan Daya Aktif pada listrik satu fasa

$$P = V \times I \times \cos \phi \quad (2.1)$$

Persamaan Daya Aktif pada listrik tiga fasa

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi \quad (2.2)$$

2. Daya Semu

Merupakan keseluruhan kapasitas daya yang belum terpakai. Kapasitas daya ini yang disediakan oleh PLN dengan satuan VA (Volt Ampere). Pada persamaan segitiga daya bisa dilihat bahwa daya semu ini tidak terdapat $\cos \varphi$.

Tabel 2.1 Daftar Urutan daya listrik yang disediakan PLN

NO	Daya Terpasang (Volt Ampere)	Arus (Ampere)
1	250	1,2
2	450	2
3	900	4
4	1300	6
5	2200	10
6	3500	16
7	4400	20
8	5500	25
9	7700	35
10	11000	50

Pada suatu instalasi rumah dan gedung untuk menentukan supply daya PLN (Daya semu / VA / Volt Ampere) kita harus melihat daftar yang sudah disediakan. Ditunjukkan persamaan Daya Semu seperti persamaan (2.3) dan (2.4)

Pada listrik satu fasa

$$S = V \times I \quad (2.3)$$

Pada listrik tiga fasa

$$S = V \times I \times \sqrt{3} \quad (2.4)$$

3. Daya Reaktif

Daya reaktif adalah sebuah daya yang terserap untuk pembentukan medan magnet. Daya ini ditimbulkan oleh beban induktif seperti transformator, motor, dan lain lain. Beban induktif disebabkan oleh lilitan kawat atau kumparan yang digunakan untuk membangkitkan medan magnet agar peralatan listrik dapat bekerja dengan baik. Satuan dari Daya Reaktif ini adalah VAR (Volt Ampere Reaktif). Ditunjukkan persamaan Daya Reaktif seperti persamaan (2.5) dan (2.6).

Pada listrik satu fasa

$$Q = V \times I \times \sin \varphi \quad (2.5)$$

Pada listrik tiga fasa

$$Q = V \times I \times \sin \varphi \times \sqrt{3} \quad (2.6)$$

2.2.3 Faktor Daya

Faktor daya atau power factor ($\cos \varphi$) merupakan suatu nilai yang disebabkan oleh adanya kerugian daya. Dalam perhitungan matematis $\cos \varphi$ ini merupakan perbandingan dari daya aktif (daya yang sebenarnya terpakai) dengan daya semu (total keseluruhan daya). $\cos \varphi$ pada instalasi satu fasa biasanya ditetapkan 0,8 karena tidak akan jauh dari nilai tersebut.

2.2.4 Hubungan Segitiga Daya dan Faktor Daya

Faktor daya ini adalah perbandingan antara Daya Nyata dan Daya Semu. Idealnya faktor daya pada suatu jaringan listrik adalah 1. Akan tetapi dalam suatu rangkaian listrik pasti mengalami rugi-rugi. Rugi-rugi inilah yang disebut dengan faktor daya. Faktor daya pada listrik PLN 220 Volt adalah sebesar 0,8.

2.2.5 Analisis Regresi Linier

Analisis Regresi Linier adalah metode peramalan yang dilakukan berdasarkan hasil peramalan dan dibangun di atas pola hubungan antara

variabel pencarian atau variabel perkiraan yang memiliki variabel yang tidak mempengaruhi waktu atau variabel independen[4]. Metode regresi linear dapat mengidentifikasi pengaruh dari variabel penyebab terhadap variabel akibat, sehingga sangat cocok digunakan untuk memprediksi nilai atau peramalan di masa yang akan datang.

1. Regresi Linear Sederhana

Regresi linier sederhana adalah suatu metode regresi yang menunjukkan ada tidaknya hubungan antara variabel bebas (independen) dan variabel terikat (dependen)[4]. Ditunjukkan persamaan fungsi regresi linear sederhana seperti persamaan (2.7).

$$Y = a + bx \quad (2.7)$$

Dengan a dan b dapat dicari menggunakan persamaan (2.8) dan (2.9).

$$a = y - bx \quad (2.8)$$

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n\sum x^2 - (\sum x)^2} \quad (2.9)$$

2. Regresi Linear Berganda

Suatu metode regresi linier yang menunjukkan ada tidaknya hubungan antara dua atau lebih variabel bebas (independen) dan variabel terikat (dependen)[4]. Ditunjukkan persamaan fungsi regresi linear berganda seperti persamaan (2.10).

$$Y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n \quad (2.10)$$

Y = Variabel tergantung (dependent)

x = Variabel bebas (independent)

a = Nilai konstanta

b = Nilai koefisien regresi

2.2.6 Mean Absolut Percentage Error (MAPE)

Mengukur validitas metode peramalan yang digunakan, diperlukan ketelitian peramalan dari analisis data. Kriteria yang digunakan dalam penelitian ini untuk menguji akurasi prediksi adalah minimum yang

diperoleh MAPE. MAPE adalah ukuran statistik keakuratan prakiraan yang dibuat dengan metode peramalan. Pengukuran menggunakan MAPE mudah dipahami dan dapat diterapkan untuk akurasi prediksi, sehingga dapat digunakan di masyarakat luas. Metode MAPE memberikan informasi tentang seberapa baik kesalahan prediksi dibandingkan dengan nilai aktual dalam rangkaian. Semakin kecil presentase error pada MAPE maka semakin akurat hasil prediksinya[4].

Nilai persamaan MAPE dapat diketahui menggunakan persamaan seperti persamaan (2.11).

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n |PE_t|}{N} \quad (2.11)$$

Dengan nilai PE_t dapat dicari menggunakan persamaan seperti persamaan (2.12).

$$PE_t = \left(\frac{X_t - F_t}{X_t} \right) 100\% \quad (2.12)$$

$E_t = X_t - F_t$ (kesalahan pada periode ke-t)

X_t = data aktual pada periode ke-t

F_t = nilai ramalan pada periode ke-t

N = banyaknya waktu periode

Terdapat analisa tentang nilai MAPE sebagaimana tertulis dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Range Mape

Range MAPE	Arti Nilai
< 10%	Kemampuan model peramalan sangat baik
10 - 20%	Kemampuan model peramalan baik
20 - 50%	Kemampuan model peramalan layak
>50%	Kemampuan model peramalan buruk

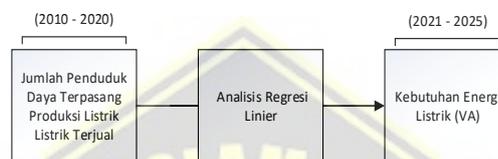
Tabel 2.1 menunjukkan arti nilai persentase error pada MAPE, yang memungkinkan anda untuk menggunakan nilai MAPE meskipun tidak melebihi 50%. Model prediktif tidak dapat digunakan jika nilai MAPE lebih besar dari 50%[4].

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Model Penelitian

Penelitian ini mengambil lokasi di BPS Kota Tegal yang berlokasi pada Jl. Nakula, 36A, Slerok, Kec. Tegal Timur, Kota Tegal, Jawa Tengah 52124[5].



Gambar 3.1 Model penelitian

Metode analisis regresi linier adalah metode yang digunakan pada penelitian ini. Pertama-tama akan melakukan studi literature mengenai analisis regresi linier pada peramalan energi dan kemudian menentukan perangkat untuk melakukan penelitian, setelah itu dilanjutkan dengan mengumpulkan data sekunder. Data sekunder pada penelitian ini meliputi jumlah penduduk, daya terpasang, produksi listrik, dan listrik terjual.

Penulis menggunakan software Minitab sebagai alat bantu perhitungan untuk penelitian ini. Perhitungan dengan analisis regresi menggunakan perangkat lunak Minitab untuk mencari nilai koefisien a dan konstanta b dan memasukkan hasil yang didapatkan pada perangkat lunak Microsoft Excel secara manual.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Perangkat Komputer
2. Software Microsoft excel
3. Software Minitab

Dalam penelitian ini simulasi dan penyusunan tugas akhir menggunakan Komputer beserta Software Microsoft excel dan Minitab.

3.3 Data Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan data sekunder. Data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung atau melalui media perantara. Dalam penelitian ini hasil rekapitulasi data – data actual didapat dari website resmi BPS Kota Tegal[6]. Adapun data sekunder yang dimaksud adalah data aktual jumlah penduduk, daya terpasang, produksi listrik, energi terjual per periode dari Tahun 2010 - 2020 sebagaimana tertulis pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Hasil rekapitulasi data aktual Jumlah Penduduk, Daya Terpasang, Produksi Listrik, Listrik Terjual pada Tahun 2010 - 2020

TAHUN	JUMLAH PENDUDUK	DAYA TERPASANG	PRODUKSI LISTRIK	LISTRIK TERJUAL
		(MVA)	(GWH)	(GWH)
2010	1457265	98.9	215.63	209.82
2011	1459325	106.16	221.76	210.25
2012	1462574	110.68	228.21	211.86
2013	1468921	118.45	236.34	219.12
2014	1479455	128.87	242.82	225.61
2015	1475963	132.69	249.21	231.92
2016	1482354	135.12	252.63	236.57
2017	1488762	147.71	259.24	241.93
2018	1496576	156.66	258.99	252.84
2019	1499136	164.67	281.26	258.17
2020	1504008	172.54	285.2	263.4

3.3.1 Jumlah penduduk

Dalam penelitian ini data jumlah penduduk didapat dari website resmi BPS Kota Tegal[6]. Data jumlah penduduk disini adalah jumlah penduduk per periode tahun dari 2010 sampai 2020 sebagaimana tertulis pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Jumlah Penduduk

TAHUN	JUMLAH PENDUDUK
2010	1457265
2011	1459325
2012	1462574
2013	1468921
2014	1479455
2015	1475963
2016	1482354
2017	1488762
2018	1496576
2019	1499136
2020	1504008

3.3.1 Daya Terpasang

Dalam penelitian ini data daya terpasang didapat dari website resmi BPS Kota Tegal[6]. Data daya terpasang disini adalah daya terpasang per periode tahun dari 2016 sampai 2020 sebagaimana tertulis pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Daya Terpasang (MVA)

TAHUN	DAYA TERPASANG (MVA)
2010	98.9
2011	106.16
2012	110.68
2013	118.45
2014	128.87
2015	132.69
2016	135.12
2017	147.71
2018	156.66
2019	164.67
2020	172.54

3.3.2 Produksi Listrik (GWH)

Dalam penelitian ini data produksi listrik didapat dari website resmi BPS Kota Tegal[6]. Data produksi listrik disini adalah produksi listrik per periode tahun dari 2016 sampai 2020 sebagaimana tertulis pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Produksi listrik

TAHUN	PRODUKSI LISTRIK
	(GWH)
2010	215.63
2011	221.76
2012	228.21
2013	236.34
2014	242.82
2015	249.21
2016	252.63
2017	259.24
2018	258.99
2019	281.26
2020	285.2

3.3.3 Listrik Terjual (GWh)

Dalam penelitian ini data listrik terjual didapat dari website resmi BPS Kota Tegal[6]. Data listrik terjual disini adalah listrik terjual per periode tahun dari 2016 sampai 2020 sebagaimana tertulis pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Listrik Terjual

TAHUN	LISTRIK TERJUAL
	(GWH)
2010	209.82
2011	210.25
2012	211.86
2013	219.12
2014	225.61
2015	231.92
2016	236.57
2017	241.93
2018	252.84
2019	258.17
2020	263.4

3.4 Prosedur Peramalan Kebutuhan Energi Listrik

1. Pengumpulan Data Historis / Aktual

Dengan menggunakan data historis atau aktual yang dikumpulkan mulai dari tahun 2016 sampai 2020, akan diramalkan kebutuhan energi listrik untuk 3 tahun.

2. Perhitungan koefisien

Perhitungan koefisien melalui dua tahap, pertama-tama perhitungan koefisien pada variabel jumlah penduduk menggunakan Excel. Sedangkan Perhitungan pada variabel daya terpasang, produksi listrik, listrik terjual menggunakan software Minitab untuk perhitungan analisis regresi linier dalam mencari nilai koefisien a dan konstanta b lalu nilai yang didapatkan diproses ke dalam perhitungan manual menggunakan software microsoft excel[7]. Adapun perhitungan pada metode metode regresi seperti persamaan (2.7) dan (2.9).

3. Uji metode peramalan saat menganalisis data sangat penting dalam mengukur kesesuaian metode peramalan yang digunakan. Kriteria yang digunakan dalam penelitian ini untuk menguji akurasi prediksi adalah minimum yang diperoleh MAPE. Adapun persamaan MAPE ditunjukkan oleh persamaan 2.17[8].

3.5 Tahap – tahap Penelitian

Tahap- tahap yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Tahap ini meliputi pengumpulan teori-teori dasar yang digunakan dalam tugas akhir ini. Teori akan diambil dari jurnal yang telah dipublikasikan sehubungan dengan Peramalan Kebutuhan energi menggunakan metode Analisis Regresi.

2. Pengambilan Data

Pada tahap ini dilakukan proses pengambilan data di website statistic Kota Tegal. Adapun yang dibutuhkan dalam peneliti ini adalah Menentukan Data : Data jumlah penduduk per-periode pertahun, Data

Daya Terpasang per-periode pertahun, Data Produksi Listrik per-periode pertahun, Data Listrik Terjual per-periode pertahun.

3. Perhitungan dan Perancangan Software

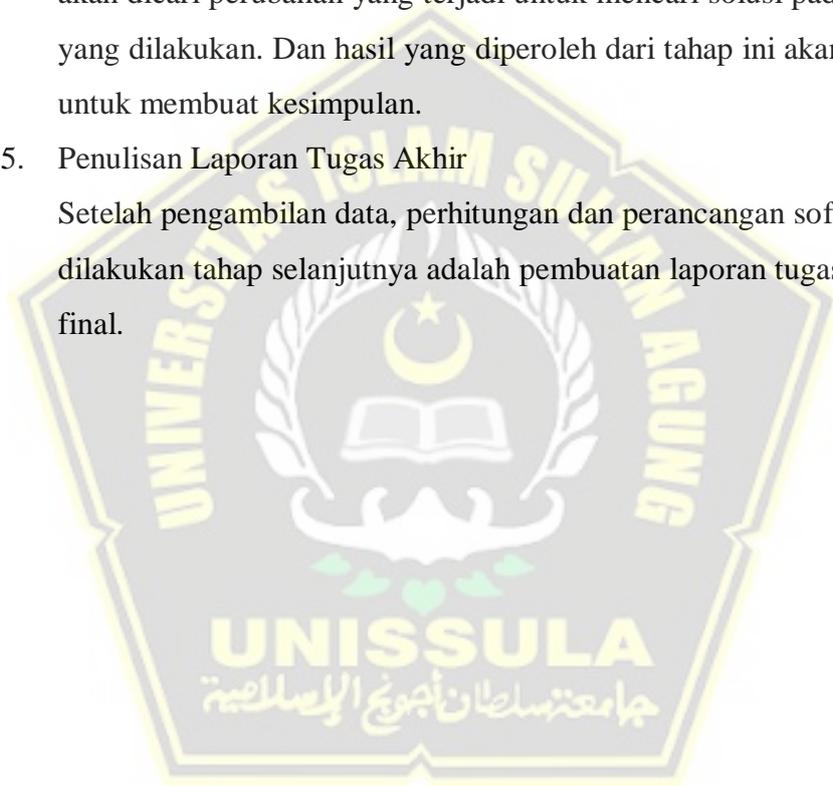
Pada tahap ini dilakukan perhitungan dan perumusan data yang sudah diambil dengan menggunakan software microsoft excel dan Software Minitab untuk menghitung dan menganalisa data.

4. Hasil dan Analisa

Pada tahap ini akan membahas tentang analisa hasil dari simulasi yang akan dicari perubahan yang terjadi untuk mencari solusi pada penelitian yang dilakukan. Dan hasil yang diperoleh dari tahap ini akan digunakan untuk membuat kesimpulan.

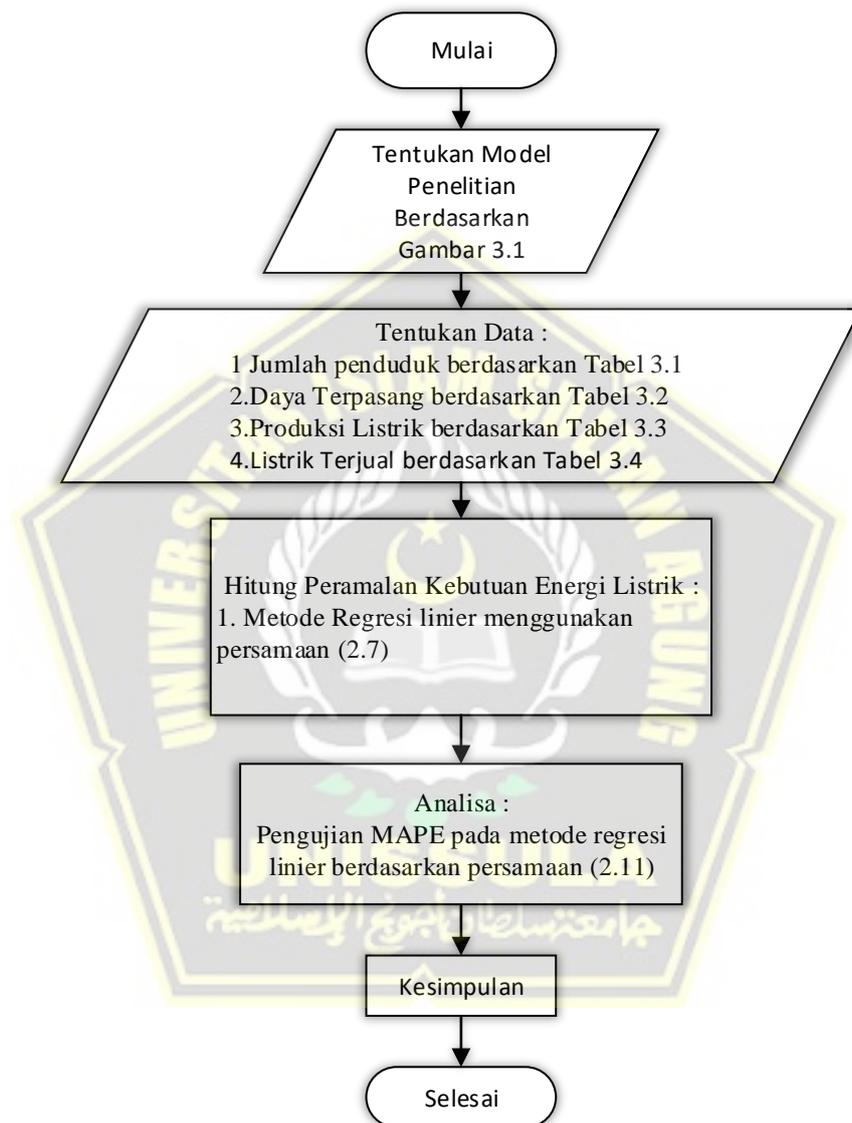
5. Penulisan Laporan Tugas Akhir

Setelah pengambilan data, perhitungan dan perancangan software sudah dilakukan tahap selanjutnya adalah pembuatan laporan tugas akhir yang final.



3.5 Flowcart

Berikut adalah *flowcart* dari penelitian yang dilakukan. Gambar 3.2 menunjukkan runtutan skema dan langkah langkah dalam penelitian.



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

BAB IV

HASIL DAN ANALISA

4.1. Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang berasal dari BPS Kota Tegal dari tahun 2010 s/d 2020[9]. Adapun data yang digunakan dalam penelitian ini mencakup :

1. Data jumlah penduduk per-periode tahun
2. Data jumlah daya terpasang per-periode tahun
3. Data jumlah produksi listrik per-periode tahun
4. Data jumlah listrik terjual per-periode tahun

Tabel 4.1 Hasil rekapitulasi data aktual Jumlah Penduduk, Daya Terpasang, Produksi Listrik, Listrik Terjual pada Tahun 2010 – 2020

TAHUN	JUMLAH PENDUDUK	DAYA TERPASANG	PRODUKSI LISTRIK	LISTRIK TERJUAL
		(MVA)	(GWH)	(GWH)
2010	1457265	98.9	215.63	209.82
2011	1459325	106.16	221.76	210.25
2012	1462574	110.68	228.21	211.86
2013	1468921	118.45	236.34	219.12
2014	1479455	128.87	242.82	225.61
2015	1475963	132.69	249.21	231.92
2016	1482354	135.12	252.63	236.57
2017	1488762	147.71	259.24	241.93
2018	1496576	156.66	258.99	252.84
2019	1499136	164.67	281.26	258.17
2020	1504008	172.54	285.2	263.4

4.2. Perhitungan Koefisien Metode Regresi Linear

Perhitungan metode regresi linier pada Jumlah penduduk menggunakan Microsoft Excel untuk menentukan nilai X, Y, X^2, XY . Kolom periode dibentuk dalam bentuk numerik pada kolom X. Perhitungan pada Daya Terpasang, Produksi Listrik, dan Listrik Terjual menggunakan software Minitab karena perlu dicek terlebih dahulu ada tidaknya hubungan antara variabel bebas yang digunakan terhadap variabel terikat.

4.2.1 Perhitungan Regresi Linier Jumlah Penduduk

Tahapan awal untuk menghitung peramalan Jumlah Penduduk pada Tahun 2021-2025 adalah membuat Tabel Koefisien Regresi Linier dari data yang ditunjukkan pada tabel 4.1 dan hasil perhitungan seperti pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Tabel Koefisien Jumlah Penduduk

TAHUN	x	y	x^2	xy
2010	1	1457265	1	1457265
2011	2	1459325	4	2918650
2012	3	1462574	9	4387722
2013	4	1468921	16	5875684
2014	5	1479455	25	7397275
2015	6	1475963	36	8855778
2016	7	1482354	49	10376478
2017	8	1488762	64	11910096
2018	9	1496576	81	13469184
2019	10	1499136	100	14991360
2020	11	1504008	121	16544088
JUMLAH	66	16274339	506	98183580

Setelah membuat Tabel koefisien seperti pada Tabel 4.2, maka koefisien persamaan regresi linier dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.8) dan (2.9).

$$a = 1450164.7$$

$$b = 4886.8$$

Hasil selanjutnya dimasukkan kedalam persamaan Regresi Linier seperti persamaan (2.7).

$$Y_t = 1450164.7 + 4886.8 X$$

Hasil perhitungan peramalan Jumlah Penduduk dengan menggunakan regresi linier di Kota Tegal pada Tahun 2021-2025 didapatkan hasil peramalan seperti pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Peramalan Jumlah Penduduk

Tahun	Hasil Peramalan
2021	1508806.1
2022	1513692.8
2023	1518579.6
2024	1523466.4
2025	1528353.2

4.2.2 Perhitungan Regresi Linear Daya Terpasang

Perhitungan Regresi Linier daya terpasang pada Tugas Akhir ini menggunakan Software Minitab V19 dengan daya terpasang sebagai variabel terikat Y dan jumlah penduduk sebagai variabel bebas X seperti pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 *Model Summary*

S	R-sq
2.92429	98.71%

Perlu diketahui bahwa nilai R-sq adalah 0 sampai 100%. Ketika nilai r-sq mendekati nilai 100% maka model itu semakin baik. Nilai R-Square yang ditunjukkan pada Tabel 4.4 bernilai 98.71%. Menunjukkan jika jumlah penduduk mempengaruhi daya terpasang sebesar 98,71% sedangkan sisanya 1,29% dipengaruhi factor lain.

Tabel 4.5 *Coefficients*

Term	Coefficients	P-value
Constant	-2054.5	0.000
Jumlah Penduduk	0.001479	0.000

Tabel 4.5 menunjukkan bahwa P-Value memiliki nilai 0,001 kurang dari alpha 0,05. Didapatkan rata – rata variabel jumlah penduduk significant mempengaruhi daya terpasang. Dapat disimpulkan adanya hubungan perkembangan jumlah penduduk yang mempengaruhi daya terpasang. Adapun nilai koefisien Regresi Linear seperti pada Tabel 4.5.

$$a = -2054.5$$

$$b = 0.001479$$

Tahap berikutnya koefisien a dan b dimasukkan pada persamaan regresi linier, sehingga didapatkan persamaan regresi linier seperti persamaan (2.7).

$$Y = -2054.5 + (0.001479 \times \text{Jumlah Penduduk})$$

4.2.3 Perhitungan Regresi Linear Produksi Listrik

Perhitungan Regresi Linier produksi listrik pada Tugas Akhir ini menggunakan Software Minitab V19. Perhitungan Regresi Linear produksi listrik terpasang sebagai variabel terikat Y dan daya terpasang sebagai variabel bebas X yang ditunjukkan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 *Model Summary*

S	R-sq
4.13256	96.96%

Perlu diketahui bahwa nilai R-sq adalah 0 sampai 100%. Ketika nilai r-sq mendekati nilai 100% maka model itu semakin baik. Nilai R-Square yang ditunjukkan pada Tabel 4.6 bernilai 96.96%. Menunjukkan jika daya terpasang mempengaruhi produksi listrik sebesar 96.96% sedangkan sisanya 3.04% dipengaruhi faktor lain.

Tabel 4.7 *Coefficients*

Term	Coefficients	P-value
Constant	126.86	0.000
Daya Terpasang	0.9072	0.000

Tabel 4.7 menunjukkan bahwa P-Value memiliki nilai 0,00 kurang dari alpha 0,05. Didapatkan rata – rata variabel daya terpasang significant mempengaruhi produksi listrik. Dapat disimpulkan adanya hubungan perkembangan daya terpasang yang mempengaruhi produksi listrik. Adapun nilai koefisien Regresi Linear seperti pada Tabel 4.7.

$$a = 126.86$$

$$b = 0.9072$$

Tahap berikutnya koefisien a dan b dimasukkan pada persamaan regresi linier, sehingga didapatkan persamaan regresi linier seperti persamaan (2.7).

$$Y = 126.86 + (0.9072 \times \text{Daya Terpasang})$$

4.2.4 Perhitungan Regresi Linear Listrik Terjual

Perhitungan Regresi Linier listrik terjual pada Tugas Akhir ini menggunakan Software Minitab V19. Perhitungan Regresi Linear listrik terjual sebagai variabel terikat Y dan produksi listrik sebagai variabel bebas X yang ditunjukkan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 *Model Summary*

S	R-sq
4.55581	95.08%

Perlu diketahui bahwa nilai R-sq adalah 0 sampai 100%. Ketika nilai r-sq mendekati nilai 100% maka model itu semakin baik. Nilai R-Square yang ditunjukkan pada Tabel 4.8 bernilai 95.08%. Menunjukkan jika produksi listrik mempengaruhi listrik terjual sebesar 95.08% sedangkan sisanya 4.92% dipengaruhi faktor lain.

Tabel 4.9 *Coefficients*

Term	Coefficients	P-value
Constant	23.0	0.184
Produksi Listrik	0.8451	0.000

Tabel 4.9 menunjukkan bahwa P-Value memiliki nilai 0,184 kurang dari alpha 0,05. Didapatkan rata – rata variabel produksi listrik significant mempengaruhi listrik terjual. Dapat disimpulkan adanya hubungan perkembangan produksi listrik yang mempengaruhi listrik terjual. Adapun nilai koefisien Regresi Linear seperti pada Tabel 4.9.

$$a = 23.0$$

$$b = 0.8451$$

Tahap berikutnya koefisien a dan b dimasukkan pada persamaan regresi linier, sehingga didapatkan persamaan regresi linier seperti persamaan (2.7).

$$Y = 23.0 + (0.8451 \times \text{Produksi Listrik})$$

4.3. MAPE

Menghitung besarnya error yang dihasilkan berdasarkan perhitungan nilai MAPE dari persamaan (2.11) dan (2.12) untuk daya terpasang, produksi listrik serta listrik terjual pada metode Quadratic dan Analisis Regresi Linear.

4.3.1 Perhitungan MAPE Daya Terpasang

1. Hasil MAPE Daya Terpasang dengan metode Regresi Linear

Tabel 4.10 Hasil MAPE Daya Terpasang dengan metode Regresi Linear

Tahun	Daya Terpasang		Error
	Nilai Aktual	Nilai Peramalan	
2010	98.9	100.79	1.9%
2011	106.16	103.84	2.2%
2012	110.68	108.65	1.8%
2013	118.45	118.03	0.4%
2014	128.87	133.61	3.7%
2015	132.69	128.45	3.2%
2016	135.12	137.90	2.1%
2017	147.71	147.38	0.2%
2018	156.66	158.94	1.5%
2019	164.67	162.72	1.2%
2020	172.54	169.93	1.5%
MAPE			1.8%

Tabel 4.10 menunjukkan bahwa nilai MAPE yang dihasilkan dari metode regresi linear sebesar 1,8%. Sehingga bisa disimpulkan metode regresi linier adalah metode yang sangat baik digunakan pada peramalan Daya Terpasang di Wilayah Kota Tegal tahun 2021-2025, karena mempunyai persentase error yang kecil.

4.3.2 Hasil MAPE Produksi Listrik

1. Hasil MAPE produksi listrik pada metode Regresi Linear

Tabel 4.11 Hasil MAPE Produksi Listrik pada metode Regresi Linear

Tahun	Produksi Listrik		Error
	Nilai Aktual	Nilai Peramalan	
2010	215.63	216.5821	0.4%
2011	221.76	223.1684	0.6%
2012	228.21	227.2689	0.4%
2013	236.34	234.3178	0.9%
2014	242.82	243.7709	0.4%
2015	249.21	247.2364	0.8%
2016	252.63	249.4409	1.3%
2017	259.24	260.8625	0.6%
2018	258.99	268.982	3.9%
2019	281.26	276.2486	1.8%
2020	285.2	283.3883	0.6%
MAPE			1.1%

Tabel 4.11 menunjukkan bahwa nilai MAPE yang dihasilkan dari metode regresi linear sebesar 1,1%. Sehingga bisa disimpulkan metode regresi linier adalah metode yang sangat baik digunakan pada peramalan Produksi Listrik di Wilayah Kota Tegal tahun 2021-2025, karena mempunyai persentase error yang kecil.

4.3.3 Hasil MAPE Listrik Terjual

1. Hasil MAPE produksi Listrik pada metode regresi linear

Tabel 4.12 Hasil MAPE Listrik Terjual pada Regresi Linear

Tahun	Produksi Listrik		Error
	Nilai Aktual	Nilai Peramalan	
2010	209.82	205.2289	2.2%
2011	210.25	210.4094	0.1%
2012	211.86	215.8603	1.9%
2013	219.12	222.7309	1.6%
2014	225.61	228.2072	1.2%
2015	231.92	233.6074	0.7%
2016	236.57	236.4976	0%
2017	241.93	242.0837	0.1%
2018	252.84	241.8724	4.3%
2019	258.17	260.6928	1%
2020	263.4	264.0225	0.2%
MAPE			1.2%

Tabel 4.12 menunjukkan bahwa nilai MAPE yang dihasilkan dari metode regresi linear sebesar 1,2%. Sehingga bisa disimpulkan metode Regresi Linier merupakan metode yang sangat baik digunakan pada peramalan Listrik Terjual di Wilayah Kota Tegal tahun 2021-2025, karena mempunyai persentase error yang kecil.

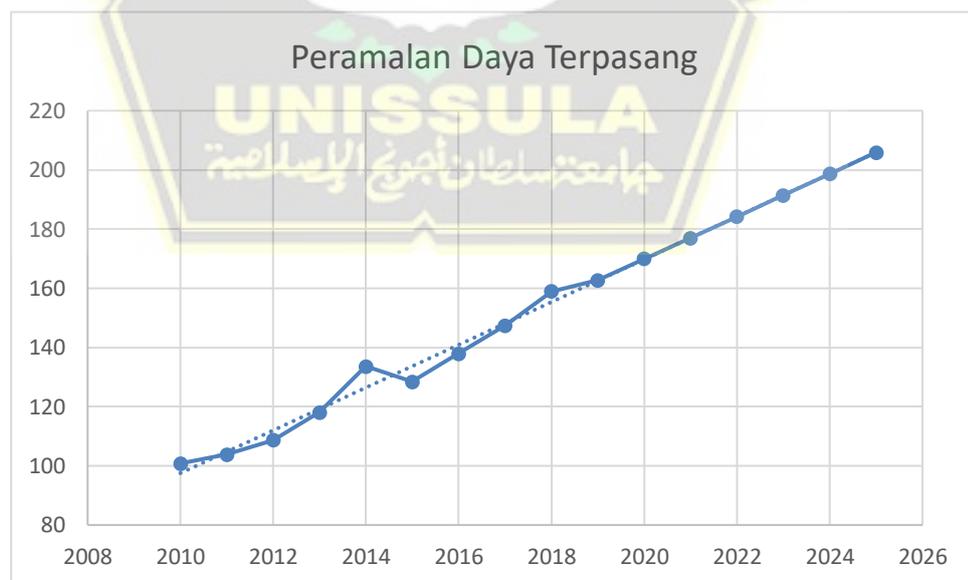
4.4. Hasil Peramalan

4.4.1 Hasil Peramalan Daya Terpasang Tahun 2021-2025

Tabel 4.13 Hasil Peramalan Daya Terpasang Tahun 2021-2025

Tahun	Periode	Perubahan (GWH)	
		Daya Terpasang	Perkembangan
2021	6	177.0242	4,2%
2022	7	184.2517	4.1%
2023	8	191.4792	3.9%
2024	9	198.7068	3.8%
2025	10	205.9344	3.6%
Rata – rata			3.9%

Tabel 4.13 menunjukkan bahwa hasil peramalan menunjukkan bahwa daya terpasang meningkat dari tahun ke tahun dan peningkatan tersebut cenderung meningkat dari tahun ke tahun hingga tahun 2025. Hasil perhitungan peramalan daya terpasang adalah sekitar 3.9%. Gambar 4.1 menunjukkan hasil perhitungan peramalan daya terpasang gabungan pada Tahun 2010-2025 dan data aktual daya terpasang pada Tahun 2010-2025.



Gambar 4.1 Grafik Prediksi Daya Terpasang pada Tahun 2010-2025

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa grafik nilai variabel tak bebasnya naik atau turun secara linier (hubungan variabel dependen dan independen adalah linier).

4.4.2 Hasil Peramalan Produksi Listrik Tahun 2021-2025

Tabel 4.14 Hasil Peramalan Produksi Listrik Tahun 2021-2025

Tahun	Periode	Perubahan (GWH)	
		Produksi Listrik	Perkembangan
2021	6	287.5	1.4%
2022	7	294	2.3%
2023	8	300.6	2.2%
2024	9	307.1	2.2%
2025	10	313.7	2.1%
Rata – rata			2%

Tabel 4.14 menunjukkan bahwa hasil peramalan menunjukkan bahwa produksi listrik meningkat dari tahun ke tahun dan peningkatan tersebut cenderung meningkat dari tahun ke tahun hingga tahun 2025. Hasil perhitungan peramalan produksi listrik adalah sekitar 2%. Gambar 4.2 menunjukkan hasil perhitungan peramalan produksi listrik gabungan pada Tahun 2010-2025 dan data aktual produksi listrik pada Tahun 2010-2025.



Gambar 4.2 Grafik Prediksi Produksi Listrik pada Tahun 2010-2025

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa grafik nilai variabel tak bebasnya naik atau turun secara linier (hubungan variabel dependen dan independen adalah linier).

4.4.3 Hasil Peramalan Listrik Terjual Tahun 2021-2025

Tabel 4.15 Hasil Peramalan Listrik Terjual Untuk 2021-2025

Tahun	Periode	Perubahan (GWH)	
		Listrik Terjual	Perkembangan
2021	6	265.9	0.7%
2022	7	271.5	2.1%
2023	8	277	2%
2024	9	282.6	2%
2025	10	288.1	2%
Rata - rata			1.8%

Tabel 4.15 menunjukkan bahwa hasil peramalan menunjukkan bahwa listrik terjual meningkat dari tahun ke tahun dan peningkatan tersebut cenderung meningkat dari tahun ke tahun hingga tahun 2025. Hasil perhitungan peramalan listrik terjual adalah sekitar 1,8%. Gambar 4.3

menunjukkan hasil perhitungan peramalan listrik terjual gabungan pada Tahun 2010-2025 dan data aktual listrik terjual pada Tahun 2010-2025.



Gambar 4.3 Grafik Prediksi Listrik Terjual pada Tahun 2010-2025

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa grafik nilai variabel tak bebasnya naik atau turun secara linier (hubungan variabel dependen dan independen adalah linier).

4.5. Hasil dan Analisa Peramalan

Metode regresi linear dapat mengidentifikasi pengaruh dari variabel penyebab terhadap variabel akibat, sehingga sangat cocok digunakan untuk memprediksi nilai atau peramalan di masa yang akan datang. Hasil dari penelitian ini menyebutkan bahwa adanya hubungan antar variabel.

Peramalan kebutuhan energi listrik di wilayah Kota Tegal menggunakan metode regresi linier merupakan metode yang sangat baik untuk peramalan kebutuhan energi listrik. Ditunjukkan pada Tabel 2.1 dapat diketahui semakin kecil nilai error maka semakin baik metode peramalan tersebut. Ditinjau dari hasil analisa perhitungan error menggunakan persamaan MAPE pada Tabel 4.10 sampai Tabel 4.12 dapat dilihat bahwa nilai yang dihasilkan tidak lebih dari 10%.

Ditunjukkan pada Tabel 4.10 sampai Tabel 4.112 menunjukkan nilai error pada metode regresi linier setiap data adalah daya terpasang sebesar 1,8%, produksi listrik sebesar 1,1%, listrik terjual sebesar 1,2%.

Dari hasil analisa ditunjukkan pada Tabel 4.13 sampai Tabel 4.15 dapat diketahui variable terikat daya terpasang, produksi listrik, listrik terjual meningkat setiap tahunnya. Adapun besar presentase peningkatan rata-rata dari setiap data adalah daya terpasang meningkat sebesar 3,9%, produksi listrik meningkat sebesar 2%, dan listrik terjual meningkat sebesar 1,8%.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis yang dilakukan dalam peramalan kebutuhan energi listrik di Kota Tegal, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Metode regresi linear dapat mengidentifikasi pengaruh dari variabel penyebab terhadap variabel akibat, hasil dari penelitian ini adalah adanya hubungan antar variabel.
2. Ditinjau dari hasil analisa perhitungan error menggunakan persamaan MAPE dapat dilihat bahwa metode Regresi Linier merupakan metode yang sangat baik untuk peramalan kebutuhan energi listrik dengan nilai error tidak lebih dari 10%.
3. Ditinjau dari hasil MAPE besar persentase nilai error dari setiap data adalah daya terpasang sebesar 1,8%, produksi listrik sebesar 1,1% dan listrik terjual sebesar 1,2%.
4. Ditinjau dari hasil perhitungan peramalan untuk daya terpasang, produksi listrik, listrik terjual pada tahun 2021 s/d 2025 terjadi peningkatan setiap tahun nya. Adapun besar persentase peningkatan rata –rata dari setiap data adalah daya terpasang meningkat sebesar 3,9%, produksi listrik meningkat 2% dan listrik terjual meningkat sebesar 1,8%.

5.2 Saran

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah regresi linier. Metode regresi linier hanya menggunakan satu variabel bebas untuk setiap variabel terikat yang dihitung. Untuk penyelidikan lebih lanjut, hal ini dapat dilakukan dengan memaksimalkan hasil perhitungan ramalan menggunakan beberapa variabel bebas dan jumlah data.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Wahyu, “Peramalan Kebutuhan Energi Listrik UID Jawa Timur Metode Time Series Berbasis Minitab v19,” pp. 485–495, 2019.
- [2] P. Gusti, “Peramalan Energi Listrik UP3 Sidoarjo Tahun 2019-2029 Menggunakan Metode Time Series : Quadratic,” pp. 1–7, 2019.
- [3] M. Dianingrum and K. Aswin, “Regresi linier sederhana untuk memprediksi kunjungan pasien di rumah sakit berdasarkan jenis layanan dan umur pasien,” vol. 10, no. 2, pp. 671–680, 2019.
- [4] M. Ibrahim, “Peramalan Kebutuhan Energi Listrik Dan Beban Listrik Sektor Rumah Tangga Di Sumatera Selatan Dengan Metode Analisis Time Series Proyeksi Tren Dan Analisis Regresi,” 2018.
- [5] M. Syafruddin, L. Hakim, and D. Despa, “Metode Regresi Linier untuk Prediksi Kebutuhan Energi Listrik Jangka Panjang (Studi Kasus Provinsi Lampung),” 2013.
- [6] G. N. Ayuni and D. Fitriyah, “Penerapan Metode Regresi Linear Untuk Prediksi Penjualan Properti pada PT XYZ,” vol. 14, no. 2, pp. 79–86, 2019.
- [7] A. Hijriani, K. Muludi, and E. A. Andini, “Penajian Hasil Prediksi Pemakaian Air Bersih PDAM Informasi Geografis,” vol. 11, no. 2, 2016.
- [8] P. Katemba and R. K. Djoh, “Prediksi Tingkat Produksi Kopi Menggunakan Regresi Linier,” pp. 42–51, 2016.
- [9] T. Indriastuti, “Analisis Time Series Untuk Meramalkan Jumlah Penjualan Pada Yamaha Mataram Sakti Kebumen Dengan Metode Tren,” pp. 1–19, 2017.



LAMPIRAN

PERAMALAN KEBUTUHAN ENERGI LISTRIK DI KOTA TEGAL DENGAN METODE QUADRATIC DAN REGRESI LINIER MENGGUNAKAN SOFTWARE MINITAB V19

Umar Zain¹⁾, Muhamad Haddin²⁾, dan Agus Suprajitno³⁾

Teknik Elektro, Universitas Islam Sultan Agung

Jalan Raya Kaligawe Km.4, Semarang, Jawa Tengah

e-mail: umarzain@std.unissula.ac.id¹⁾, haddin@unissula.ac.id²⁾, suprajitno@unissula.ac.id³⁾

ABSTRACT

The area of Tegal City is an area with a population and economic activity that always increases every year which causes the demands for the availability of electrical energy to also increase every year. A good planning or forecasting is required. A forecasting method can be said to be good when the method has a small error calculation result. The solution to this problem is to forecast the demand for electrical energy using the Quadratic method and Linear Regression. This research is about "Forecasting Electrical Energy Needs in Tegal City with Quadratic Method and Linear Regression using Minitab V19 Software". The model used is the Staged Diagram of Forecasting electrical energy needs, which is an illustration of the modeling scheme in the Tegal City Region which is used as a way to calculate the forecast of installed power, electricity production, and electricity sold in Tegal City for 2020 – 2023. The results show that forecasting the demand for electrical energy in the City of Tegal using the quadratic method and linear regression is a very good method for forecasting the demand for electrical energy. Judging from the results of the analysis of error calculations using the MAPE (Mean Absolute Percentage Error) equation, the resulting value is not more than 10%. It is found that the Quadratic method has a better forecasting accuracy than Linear Regression. Each parameter is predicted to increase every year. The average increase in installed power is 2.1%. Meanwhile, electricity production increased by 5.6% on average, and electricity sold increased with an average increase of 1.5%.

Keywords: Forecasting energy demand, Quadratic, Linear Regression, Tegal City

ABSTRAK

Wilayah Kota Tegal merupakan daerah dengan jumlah penduduk dan kegiatan perekonomian yang selalu meningkat setiap tahun nya yang menyebabkan permintaan akan ketersediaan energi listrik juga akan meningkat setiap tahunnya. Solusi dari permasalahan tersebut adalah dilakukan peramalan kebutuhan energi listrik menggunakan metode Quadratic dan Regresi Linier. Penelitian ini membahas Peramalan kebutuhan Energi Listrik di Kota Tegal dengan Metode Quadratic dan Regresi Linier menggunakan Software Minitab V19. Model yang digunakan adalah Diagram Tahapan Peramalan kebutuhan energi listrik merupakan gambaran skema pemodelan pada Wilayah Kota Tegal yang digunakan sebagai cara untuk menghitung peramalan daya terpasang, produksi listrik, dan listrik terjual di Kota Tegal untuk tahun 2020 - 2023. Metode yang digunakan adalah metode Quadratic dan Regresi linier untuk mencari nilai terkecil yang didapatkan pada persamaan Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Hasil menunjukkan bahwa Peramalan kebutuhan energi listrik di Wilayah Kota Tegal memiliki nilai error tidak lebih dari 10%. Ditinjau dari hasil analisa perhitungan error menggunakan persamaan MAPE bahwa metode Quadratic memiliki tingkat ketepatan peramalan lebih baik daripada Regresi Linier. Setiap parameter yang di ramalkan terjadi peningkatan setiap tahun. Rata- rata besaran peningkatan pada daya terpasang sebesar 2,1%. Sedangkan pada produksi listrik rata- rata besaran peningkatan sebesar 5,6%, dan listrik terjual meningkat dengan rata – rata peningkatan sebesar 1,5%.

Kata Kunci: Peramalan kebutuhan energi, Quadratic, Regresi Linier, Kota Tegal

PENDAHULUAN

Kota Tegal merupakan salah satu kota yang besar di provinsi Jawa Tengah. Dengan jumlah penduduk yang selalu meningkat dan kegiatan perekonomian yang selalu meningkat setiap tahun nya membuat daerah ini sangat cocok menjadi objek penelitian dengan tema peramalan permintaan energi listrik. Energi listrik memiliki peran penting dalam kehidupan sehari – hari, mulai dari bidang rumah tangga hingga bidang industri sangat bergantung terhadap energi listrik. Penggunaan energi listrik di Indonesia masih tergolong boros, menurut kementerian ESDM kebutuhan energi listrik meningkat 3% sampai 4% pada tahun 2016 sampai

2020. Semakin meningkat jumlah penduduk Indonesia semakin tinggi juga permintaan energi listrik pada masyarakat[1].

Permasalahan yang terjadi adalah karena semakin tingginya pertumbuhan populasi penduduk di Indonesia membuat permintaan akan ketersediaan energi listrik di Indonesia juga akan meningkat setiap tahunnya. Sebab permasalahannya adalah jumlah populasi penduduk selalu meningkat dan kegiatan perekonomian yang selalu meningkat setiap tahun nya. Akibat dari permasalahan tersebut maka diperlukan suatu perencanaan atau peramalan yang bagus. Melakukan peramalan kebutuhan listrik untuk beberapa tahun ke depan juga merupakan suatu hal yang harus

diperhitungkan bagi penyedia jasa listrik guna menyusun model perencanaan sistem ketenagalistrikan. Peramalan kebutuhan listrik juga dapat membantu menunjang perencanaan pembangkitan listrik yg lebih efisien.

Solusi dari permasalahan tersebut adalah dilakukan peramalan kebutuhan energi listrik menggunakan metode Analisis Time Series Proyeksi Trend dan Regresi Linier. Dalam suatu peramalan tidak mungkin nilai yang diramalkan sempurna, akan selalu ada kesalahan-kesalahan atau error yang dipengaruhi faktor lain. Suatu metode perhitungan peramalan dapat dikatakan baik ketika metode tersebut memiliki hasil perhitungan error dengan bilangan yang kecil. Karena semakin kecil nilai error yang dihasilkan oleh perhitungan metode peramalan, maka semakin baik pula metode tersebut digunakan untuk melakukan peramalan.

Beberapa penelitian terdahulu tentang peramalan kebutuhan energi listrik telah dilakukan antara lain : Peramalan Kebutuhan Energi Listrik Pada UP3 Sidoarjo Menggunakan Metode Quadratic dengan hasil analisa perhitungan error menggunakan persamaan MAPE bahwa nilai yang dihasilkan tidak lebih dari 1% [2]. Metode Regresi Linier untuk Prediksi Kebutuhan Energi Listrik pada Provinsi Lampung dengan hasil rata-rata pertumbuhan kebutuhan energi listrik sebesar 2,46% [3].

DASAR TEORI

A) Landasan Teori

Metode peramalan adalah suatu cara yang digunakan untuk mengukur atau memperkirakan kejadian dimasa yang akan datang. Peramalan dapat dilakukan secara kualitatif maupun secara kuantitatif. Peramalan dengan metode kualitatif adalah peramalan yang didasarkan pada pendapat dari yang melakukan peramalan, sedangkan peramalan kuantitatif adalah peramalan yang menggunakan metode statistik[3]. Berkaitan dengan hal tersebut, maka dalam peramalan dikenal istilah prediksi dan peramalan. Peramalan didefinisikan sebagai proses peramalan suatu variabel atau kejadian dimasa yang akan datang dengan berdasarkan data atau variabel yang telah terjadi sebelumnya. Data masa lampau tersebut secara sistematis digabungkan dengan menggunakan suatu metode tertentu dan diolah untuk mendapatkan peramalan dimasa yang akan datang. Prediksi didefinisikan sebagai suatu proses peramalan variabel atau kejadian dimasa yang akan datang dengan lebih mendasarkan pada pertimbangan subyektif/pendapat dari data kejadian yang telah terjadi dimasa lalu. Dalam proses prediksi ini, peramalan yang baik sangat tergantung dari kemampuan, pengalaman dan kepekaan dari orang yang bersangkutan.

B) Analisis Time Series Proyeksi Tren

Analisis Time Series merupakan metode peramalan yang dilakukan dengan mendasarkan hasil ramalan yang disusun atas pola hubungan antara variabel yang dicari atau diramalkan dengan variabel waktu yang merupakan satu-satunya variabel yang mempengaruhinya[3]. Suatu langkah yang paling penting dalam memilih metode time series adalah mempertimbangkan jenis pola yang terdapat dari data observasi. Ada empat tipe umum dari pola data, yaitu :

Pola data Horizontal

Pola data *horizontal* terjadi saat data pengamatan berfluktuasi disekitaran suatu nilai konstan atau *mean* (rata-rata) yang membentuk garis *horizontal*.

Pola data tren

bilamana data time series mengalami kenaikan atau penurunan selama periode jangka panjang.

Pola data Seasonal (musiman)

Pola data seasonal terjadi bilamana data time series dipengaruhi faktor musiman. Pola data seasonal dapat mempunyai pola musim yang berulang dari periode ke periode berikutnya. Misalnya pola yang berulang setiap bulan tertentu, tahun tertentu maupun pada minggu tertentu.

Pola data Cyclical (siklis)

Pola data siklis terjadi bilamana data time series dipengaruhi oleh fluktuasi jangka panjang seperti yang terjadi pada siklus bisnis.

C) Pola data Tren

Dalam pola data tren terdapat beberapa metode peramalan yang dapat digunakan, antara lain :

1) *Tren Linear*

Tren Linear adalah bilamana data time series cenderung membentuk garis lurus[3]. Didapatkan persamaan tren linear seperti persamaan (1).

$$Y_t = a + bt$$

(1)

Dengan nilai a dan b dapat dicari menggunakan persamaan (2) dan (3).

$$a = \frac{\sum Y}{n}$$

(2)

$$b = \frac{\sum Yt}{t^2}$$

(3)

Y_t = nilai prediksi Y pada waktu tertentu
a = nilai intercept dari Y, nilai Y_t akan sama dengan a jika $t = 0$

b = nilai slope, besarkenaikan nilai Y_t pada setiap nilai t

t = nilai tertentu yang menunjukkan periode waktu

2) *Tren Quadratic*

Tren Quadratic adalah bilamana data time series cenderung membentuk garis berpola

lengkungan[3]. Didapatkan persamaan tren Quadratic seperti persamaan (4).

$$Y_t = a + bt + ct^2 \quad (4)$$

Dengan a, b dan c dapat dicari menggunakan persamaan (5) sampai dengan (7).

$$a = \frac{(\sum y)(\sum t^4) - (\sum t^2 y)(\sum t^2)}{n(\sum t^4) - (\sum t^2)^2} \quad (5)$$

$$b = \frac{\sum tY}{\sum t^2} \quad (6)$$

$$c = \frac{n(\sum t^2 y) - (\sum t^2)(\sum y)}{n\sum t^4 - (\sum t^2)^2} \quad (7)$$

3) Tren Exponential

Tren Exponential adalah bilamana data time series cenderung membentuk garis yang memperlihatkan adanya peningkatan atau penurunan secara cepat[3]. Didapatkan persamaan tren Exponential seperti persamaan (8).

$$Y_t = at^b \quad (8)$$

Persamaan diatas dapat diubah menjadi bentuk logaritma, maka a dan b dapat dicari menggunakan persamaan (9) dan (10).

$$a = \text{anti log} \left[\frac{\sum \log Y}{n} \right] \quad (9)$$

$$b = \text{anti log} \left[\frac{\sum t \log Y}{\sum t^2} \right] \quad (10)$$

4) Tren S-Curve

Tren S-Curve adalah bilamana data time series cenderung membentuk kurva S. Dimana pada awalnya data menunjukkan pertumbuhan yang lambat, kemudian meningkat pesat dan sampai pada titik tertentu melambat kembali dan cenderung tetap[3]. Didapatkan persamaan tren S-Curve seperti persamaan (11).

$$Y_t = e^{(a+(b/t))} \quad (11)$$

D) Analisa Regresi Linier

Analisa Regresi Linier merupakan metode peramalan yang dilakukan dengan mendasarkan hasil ramalan yang disusun atas pola hubungan antara variabel yang dicari atau diramalkan dengan variabel-variabel yang mempengaruhi atau bebas yang bukan waktu[4].

1) Regresi Linear Sederhana

Metode regresi yang menunjukkan ada tidaknya hubungan satu variabel bebas

(independent) X terhadap variabel tergantung Y (dependent)[5]. Adapun persamaan fungsi regresi linear sederhana seperti persamaan (12).

$$Y = a + bx \quad (12)$$

Dengan a dan b dapat dicari menggunakan persamaan (13) dan (14).

$$a = y - bx \quad (13)$$

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n\sum x^2 - (\sum x)^2} \quad (14)$$

2) Regresi Linier Berganda

Metode regresi linear yang menunjukkan ada tidaknya hubungan dua atau lebih variabel bebas X (independent) terhadap variabel tergantung Y (dependent)[5]. Adapun persamaan fungsi regresi linear berganda seperti persamaan (15).

$$Y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n \quad (15)$$

Y = Variabel tergantung (dependent)

x = Variabel bebas (independent)

a = Nilai konstanta

b = Nilai koefisien regresi

E) Mean Absolut Percentage Error (MAPE)

MAPE adalah Pengukuran statistik tentang akurasi perkiraan (prediksi) pada metode peramalan[6]. Pengukuran dengan menggunakan MAPE dapat digunakan oleh masyarakat luas karena mudah dipahami dan diterapkan dalam memprediksi akurasi peramalan. Metode MAPE memberikan informasi seberapa besar kesalahan peramalan dibandingkan dengan nilai sebenarnya dari series tersebut. Semakin kecil nilai presentasi kesalahan (percentage error) pada MAPE maka semakin akurat hasil peramalan tersebut.

Nilai persamaan MAPE dapat ditentukan menggunakan persamaan seperti persamaan (16).

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n |PE_t|}{N} \quad (16)$$

dengan nilai PE_t dapat dicari menggunakan persamaan (17).

$$PE_t = \left(\frac{X_t - F_t}{X_t} \right) 100\% \quad (17)$$

e_t = $X_t - F_t$ (kesalahan pada periode ke-t)

X_t = data aktual pada periode ke-t

F_t = nilai ramalan pada periode ke-t

N = banyaknya waktu periode

Terdapat analisa tentang nilai MAPE sebagaimana tertulis pada Tabel 1.

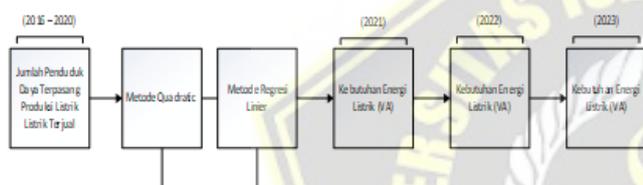
Tabel 1 Range Mape

Ditunjukkan rentang nilai pada Tabel 1 yang menunjukkan arti nilai persentase error pada MAPE, dimana nilai MAPE masih bisa digunakan apabila tidak melebihi 50%, jika nilai MAPE sudah di atas 50% maka model peramalan tersebut tidak bisa digunakan[6].

METODOLOGI PENELITIAN

Model Penelitian

Penelitian ini mengambil lokasi di BPS Kota Tegal yang berlokasi pada Jl. Nakula, 36A, Slerok, Kec. Tegal Timur, Kota Tegal, Jawa Tengah 52124[7]. Metode yang digunakan untuk menyelesaikan tugas akhir ini adalah metode quadratic dan metode regresi linier.



Gambar 1 Diagram Model Penelitian

Penelitian ini membahas Peramalan kebutuhan Energi Listrik di Kota Tegal dengan Metode Quadratic dan Regresi Linier menggunakan Software Minitab V19. Model yang digunakan adalah Diagram Tahapan Peramalan kebutuhan energi listrik merupakan gambaran skema pemodelan pada Wilayah Kota Tegal yang digunakan sebagai cara untuk menghitung peramalan daya terpasang, produksi listrik, dan listrik terjual di Kota Tegal untuk tahun 2020 - 2023. Metode yang digunakan adalah metode Quadratic dan Regresi linier untuk mencari nilai terkecil yang didapatkan pada persamaan MAPE.

Data Penelitian

Data yang digunakan adalah data sekunder. Adapun data sekunder yang dimaksud adalah data aktual jumlah penduduk, daya terpasang, produksi listrik, energi terjual per periode dari Tahun 2016 – 2020. Data pada penelitian ini merupakan hasil rekapitulasi data – data actual yang didapat dari website resmi BPS Kota Tegal.

Langkah – langkah Penelitian

Langkah – langkah yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut :

Pengumpulan Data Historis / Aktual

Dengan menggunakan data historis atau aktual yang dikumpulkan mulai dari tahun 2016 sampai 2020, akan diramalkan kebutuhan energi listrik untuk 3 tahun.

Range MAPE	Arti Nilai
< 10%	Kemampuan model peramalan sangat baik
10 - 20%	Kemampuan model peramalan baik
20 - 50%	Kemampuan model peramalan layak
>50%	Kemampuan model peramalan buruk

Perhitungan koefisien

Proses perhitungan dilakukan dalam dua tahap, pertama melakukan perhitungan dengan metode analisis time series dan kedua dengan metode analisis regresi. Dalam proses perhitungan analisis dengan tren quadratic dilakukan secara manual dengan memanfaatkan software microsoft excel, selanjutnya perhitungan dengan analisis regresi memanfaatkan software Minitab dalam mencari nilai koefisien a dan konstanta b lalu nilai yang didapatkan dimasukkan ke dalam perhitungan manual di excel. Adapun rumus untuk metode tren Quadratic ditunjukkan oleh persamaan (4) dan metode regresi ditunjukkan oleh persamaan (12) dan (13).

Pengujian metode Peramalan

Ketepatan peramalan dalam menganalisis data sangat diperlukan untuk mengukur kesesuaian metode peramalan yang digunakan. Kriteria yang digunakan untuk menguji ketepatan peramalan dalam penelitian ini menggunakan nilai terkecil yang didapatkan pada MAPE (Mean Absolut Percentage Error)[8]. Adapun rumus untuk MAPE ditunjukkan oleh persamaan (16).

HASIL DAN ANALISA

Pengumpulan Data Aktual

Suatu peramalan dapat dikatakan baik jika angka yang dihasilkan dapat mendekati nilai aktual. Baik tidaknya suatu peramalan dipengaruhi jumlah data historis yang digunakan untuk perhitungan peramalan. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang berasal dari BPS Kota Tegal dari Tahun 2016 s/d 2020[9].

Tabel 1 Hasil rekapitulasi data aktual Jumlah Penduduk, Daya Terpasang, Produksi Listrik, Listrik Terjual pada Tahun 2016 – 2020

Perhitungan Koefisien Metode Quadratic

Perhitungan Koefisien Jumlah Daya Terpasang

Langkah pertama dalam menghitung peramalan jumlah pelanggan untuk tahun 2021-2023 ialah membuat tabel koefisien Quadratic dari data yang tertera di tabel 1 dan ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Tabel Koefisien Daya Terpasang

Tahun	Daya Terpasang (y)	t	y.t	t ²	y.t ²	t ⁴
2016	135.12	-2	-270.24	4	540.48	16
2017	147.71	-1	-147.71	1	147.71	1
2018	156.66	0	0	0	0	0
2019	164.67	1	164.67	1	164.67	1
2020	172.54	2	345.08	4	690.16	16
Jumlah	776.7	0	91.8	10	1543.02	34

Setelah membuat tabel koefisien diatas selanjutnya, dapat dihitung koefisien-koefisien persamaan Quadratic dengan menggunakan persamaan (5) sampai dengan (7).

$$a = 156,82$$

$$b = 9,18$$

$$c = -0,741$$

Hasil diatas selanjutnya dimasukkan kedalam persamaan Quadratic seperti persamaan (4).

$$Y_t = 156,82 + 9,18 t + (-0,741) t^2$$

Perhitungan Koefisien Produksi Listrik

Langkah pertama dalam menghitung peramalan produksi listrik untuk tahun 2021-2023 ialah membuat tabel koefisien Quadratic dari data yang tertera di tabel 1 dan ditunjukkan oleh Tabel 3.

Tabel 3 Tabel Koefisien Produksi Listrik

Tahun	Produksi Listrik (y)	t	t.y	t ²	y.t ²	t ⁴
2016	252.63	-2	-505.26	4	1010.52	16
2017	259.24	-1	-259.24	1	259.24	1
2018	258.99	0	0	0	0	0
2019	281.26	1	281.26	1	281.26	1
2020	285.2	2	570.4	4	1140.8	16
Jumlah	1337.32	0	87.16	10	2691.82	34

Setelah membuat tabel koefisien diatas selanjutnya, dapat dihitung koefisien-koefisien persamaan Quadratic dengan menggunakan persamaan (5) sampai dengan (7).

$$a = 265,0097$$

$$b = 8,72$$

$$c = 1,227$$

Hasil diatas selanjutnya dimasukkan kedalam persamaan Quadratic seperti persamaan (4).

$$Y_t = 265,0097 + 8,72 t + 1,227 t^2$$

Tahun	Jumlah Penduduk	Daya Terpasang	Produksi Listrik	Listrik Terjual
		(MVA)	(GWH)	(GWH)
2016	1482354	135.12	252.63	236.57
2017	1488762	147.71	259.24	241.93
2018	1496576	156.66	258.99	252.84
2019	1499136	164.67	281.26	258.17
2020	1504008	172.54	285.2	263.4

Perhitungan Koefisien Listrik Terjual

Langkah pertama dalam menghitung peramalan listrik terjual untuk tahun 2021-2025 ialah membuat tabel koefisien Quadratic dari data yang tertera di tabel 1 dan ditunjukkan oleh Tabel 4.

Tabel 4 Tabel Koefisien Listrik Terjual

Tahun	Listrik Terjual (y)	t	t.y	t ²	y.t ²	t ⁴
2016	236.57	-2	-473.14	4	946.28	16
2017	241.93	-1	-241.93	1	241.93	1
2018	252.84	0	0	0	0	0
2019	258.17	1	258.17	1	258.17	1
2020	263.4	2	526.8	4	1053.6	16
Jumlah	1252.91	0	69.9	10	2499.98	34

Setelah membuat tabel koefisien diatas selanjutnya, dapat dihitung koefisien-koefisien persamaan Quadratic dengan menggunakan persamaan (2.5) sampai dengan (2.7).

$$a = 251.416$$

$$b = 6.99$$

$$c = -0.4171$$

Hasil diatas selanjutnya dimasukkan kedalam persamaan Quadratic seperti persamaan (4).

$$Y_t = 251.416 + 6.99 t + -0.4171 t^2$$

Perhitungan Koefisien Metode Regresi Linear

Perhitungan Regresi Linier Daya Terpasang

Perhitungan Regresi linear daya terpasang sebagai variabel terikat Y dan jumlah penduduk sebagai variabel bebas X yang ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5 Model summary

s	R-sq
1.92208	98.70%

Nilai r-sq mendekati nilai 100% maka model itu semakin baik. Nilai R-Square yang ditunjukkan pada Tabel 5 bernilai 98,70%. Hal ini menunjukkan jika jumlah penduduk mempengaruhi daya terpasang sebesar 98,70% sedangkan sisanya 1,30% dipengaruhi oleh faktor lain.

Tabel 6 Coefficients

Term	Coefficients	P-value
Constant	-2363	0.001
Jumlah Penduduk	0.001685	0.001

Tabel 6 menunjukkan bahwa P-Value memiliki nilai 0,001 kurang dari alpha 0,05. Didapatkan rata – rata variabel jumlah penduduk significant mempengaruhi daya terpasang. Sehingga dapat disimpulkan bahwa adanya hubungan perkembangan jumlah penduduk yang mempengaruhi daya terpasang. Adapun untuk nilai koefisien Regresi Linear ditunjukkan pada bagian Coefficients seperti Tabel 6.

$$a = -2362$$

$$b = 0.001685$$

Selanjutnya koefisien a dan b dimasukkan dalam persamaan regresi linier seperti persamaan (12).

$$Y = -2362 + (0.001685 \times \text{Jumlah Penduduk})$$

Perhitungan Regresi Linear Produksi Listrik

Dalam perhitungan Regresi linear produksi listrik sebagai variabel terikat Y dan daya terpasang sebagai variabel bebas X yang ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7 Model Summary

s	R-sq
5.56363	81.36%

Nilai r-sq mendekati nilai 100% maka model itu semakin baik. Nilai R-Square yang ditunjukkan pada Tabel 7 bernilai 83,76%. Hal ini menunjukkan jika daya terpasang mempengaruhi produksi listrik sebesar 83,76% sedangkan sisanya 16,24% dipengaruhi oleh faktor lain.

Tabel 8. Coefficients

Term	Coefficients	P-value
Constant	67.4	0.275
Produksi Listrik	0.685	0.036

Tabel 8 menunjukkan bahwa P-Value memiliki nilai 0,029 kurang dari alpha 0,05. Didapatkan rata – rata variabel daya terpasang significant mempengaruhi produksi listrik. Sehingga dapat disimpulkan bahwa adanya hubungan perkembangan daya terpasang yang mempengaruhi produksi listrik. Adapun untuk nilai koefisien Regresi Linear ditunjukkan pada persamaan Coefficients seperti pada Tabel 8.

$$a = 124.2$$

$$b = 0.922$$

Selanjutnya koefisien a dan b dimasukkan pada persamaan regresi linier, sehingga didapatkan persamaan regresi linier seperti persamaan (2.12).

$$Y = 124.2 + (0.922 \times \text{Daya Terpasang})$$

Perhitungan Regresi Linier Listrik Terjual

Perhitungan Regresi linear listrik terjual sebagai variabel terikat Y dan produksi listrik sebagai variabel bebas X yang ditunjukkan oleh Tabel 9.

Tabel 9. Model Summary

s	R-sq
6.83954	83.76%

Nilai r-sq mendekati nilai 100% maka model itu semakin baik. Nilai R-Square yang ditunjukkan pada Tabel 9 bernilai 81,36%. Hal ini menunjukkan jika produksi listrik mempengaruhi listrik terjual sebesar 81,36% sedangkan sisanya 18,36% dipengaruhi oleh faktor lain.

Tabel 10 Coefficients

Term	Coefficients	P-value
Constant	124.2	0.042
Daya Terpasang	0.922	0.029

Tabel 10 menunjukkan bahwa P-Value memiliki nilai 0,036 kurang dari alpha 0,05. Didapatkan rata – rata variabel produksi listrik significant mempengaruhi listrik terjual. Sehingga dapat disimpulkan bahwa adanya hubungan perkembangan produksi listrik yang mempengaruhi listrik terjual. Adapun untuk nilai koefisien Regresi Linear ditunjukkan pada persamaan Coefficients seperti pada Tabel 10.

$$a = 67.4$$

$$b = 0.685$$

Selanjutnya koefisien a dan b dimasukkan pada persamaan regresi linier, sehingga didapatkan persamaan regresi linier seperti persamaan (2.12).

$$Y = 67.4 + (0.685 \times \text{Produksi Listrik})$$

MAPE

Hitung besarnya error yang dihasilkan berdasarkan perhitungan nilai MAPE dari persamaan (16), (17) pada daya terpasang, produksi listrik dan juga listrik terjual yang digunakan oleh metode Quadratic dan Analisis Regresi Linear.

Perhitungan MAPE Daya Terpasang dengan metode Quadratic

Tabel 11 Perhitungan MAPE Daya Terpasang dengan Metode Quadratic

Tahun	Daya Terpasang		Error
	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	
2016	135.12	135.49	0.3%
2017	147.71	146.89	0.6%
2018	156.66	156.66	0%
2019	164.67	165.26	0.4%
2020	172.54	172.22	0.2%
MAPE			0.3%

Perhitungan MAPE Daya Terpasang dengan metode Regresi Linear

Tabel 12 Perhitungan MAPE Daya Terpasang dengan Regresi Linear

Tahun	Daya Terpasang		Error
	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	
2016	135.12	135.78	0.5%
2017	147.71	146.56	0.8%
2018	156.66	159.73	2%
2019	164.67	164.04	0.4%
2020	172.54	172.25	0.2%
MAPE			0.8%

Perhitungan MAPE produksi Listrik dengan metode quadratic

Tabel 13 Perhitungan MAPE Produksi Listrik dengan metode quadratic

Tahun	Produksi Listrik		Error
	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	
2016	252.63	252.48	0.1%
2017	259.24	257.52	0.6%
2018	258.99	258.99	0%
2019	281.26	274.95	2.2%
2020	285.2	287.35	0.8%
MAPE			0.7%

Perhitungan MAPE produksi listrik dengan metode Regresi Linear

Tabel 14 Perhitungan MAPE Produksi Listrik dengan Regresi Linear

Tahun	Produksi Listrik		Error
	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	
2016	252.63	248.78	1.5%
2017	259.24	260.39	0.4%
2018	258.99	268.65	3.7%
2019	281.26	276.02	1.9%
2020	285.2	283.28	0.7%
MAPE			1.7%

Perhitungan MAPE listrik terjual dengan metode quadratic

Tabel 15 Perhitungan MAPE Listrik Terjual dengan metode quadratic

Tahun	Listrik Terjual		Error
	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	
2016	236.57	235.76	0.3%
2017	241.93	244	0.9%
2018	252.84	252.84	0%

2019	258.17	257.98	0.1%
2020	263.4	263.73	0.1%
MAPE			0.3%

Perhitungan MAPE produksi Listrik dengan metode regresi linear

Tabel 16 Perhitungan MAPE Produksi Listrik dengan Regresi Linear

Tahun	Listrik Terjual		Error
	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	
2016	236.57	240.45	1.6%
2017	241.93	244.98	1.3%
2018	252.84	244.8	3.2%
2019	258.17	260.06	0.7%
2020	263.4	262.76	0.2%
MAPE			1.4%

Peramalan kebutuhan energi listrik di wilayah Kota Tegal menggunakan metode quadratic dan regresi linier merupakan metode yang sangat baik untuk peramalan kebutuhan energi listrik. Ditunjukkan pada Tabel 2.1 dapat diketahui semakin kecil nilai error maka semakin baik metode peramalan tersebut. Ditinjau dari hasil analisa perhitungan error menggunakan persamaan MAPE pada Tabel 11 sampai Tabel 16 dapat dilihat bahwa nilai yang dihasilkan tidak lebih dari 10%. Hasil analisa perhitungan error menggunakan persamaan MAPE dapat dilihat bahwa metode peramalan yang tepat untuk variabel terikat daya terpasang, produksi listrik, listrik terjual adalah metode quadratic. Ditunjukkan pada Tabel 11, Tabel 13, dan Tabel 15 dapat diketahui nilai error pada metode quadratic setiap data adalah daya terpasang sebesar 0,3%, produksi listrik sebesar 0,7%, dan listrik terjual sebesar 0,3%. Sedangkan pada Tabel 12, Tabel 14, Tabel 16 menunjukkan nilai error pada metode regresi linier setiap data adalah daya terpasang sebesar 0,8%, produksi listrik sebesar 1,7%, listrik terjual sebesar 1,4%.

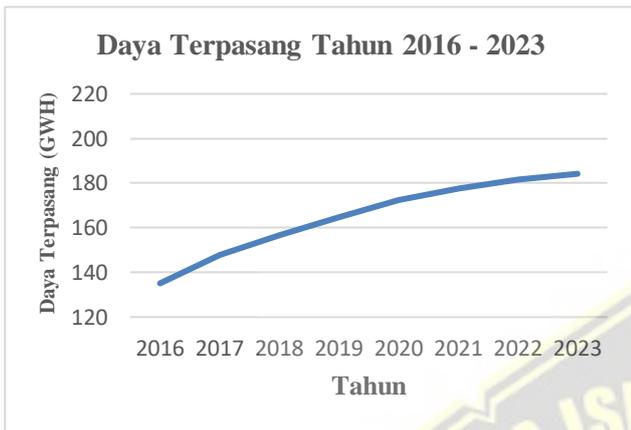
Hasil Peramalan

Hasil Peramalan Daya Terpasang untuk Tahun 2021 – 2023

Tabel 17 Hasil Peramalan Daya Terpasang Tahun 2021-2023

Tahun	Periode	Perubahan (GWH)	
		Daya Terpasang	Perkembangan
2021	3	177.69	2.9%
2022	4	181.68	2.2%
2023	5	184.195	1.3%
Rata – rata			2.1%

Tabel 17 menunjukkan hasil peramalan dapat diketahui akan terjadi peningkatan daya terpasang setiap tahunnya dimana peningkatan yang terjadi cenderung bertambah dari tahun ke tahun hingga 2023. Hasil perhitungan peramalan daya terpasang mengalami perkembangan sebesar 2,1%. Hasil perhitungan peramalan daya terpasang untuk tahun 2016-2023 yang telah dilakukan digabungkan dengan data daya terpasang dari tahun 2016-2023 dapat ditunjukkan pada Gambar 1.



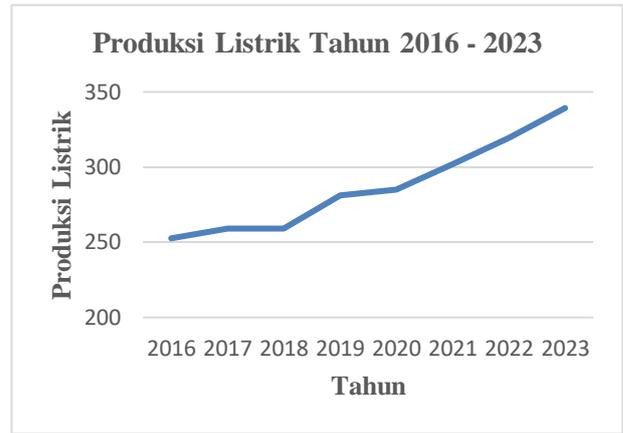
Gambar 1 Grafik Prediksi Daya Terpasang pada tahun 2016-2023

Hasil Peramalan Produksi Listrik Untuk Tahun 2021 – 2023

Tabel 18 Hasil Peramalan Produksi Listrik Tahun 2021-2023

Tahun	Periode	Perubahan (GWH)	
		Produksi Listrik	Perkembangan
2021	3	302.21	5.6%
2022	4	319.52	5.4%
2023	5	339.28	5.8%
Rata – rata			5.6%

Tabel 18 menunjukkan hasil peramalan dapat diketahui akan terjadi peningkatan produksi listrik setiap tahunnya dimana peningkatan yang terjadi cenderung bertambah dari tahun ke tahun hingga 2023. Hasil perhitungan peramalan daya terpasang mengalami perkembangan sebesar 5,6%. Hasil perhitungan peramalan produksi listrik untuk tahun 2016-2023 yang telah dilakukan digabungkan dengan data produksi listrik dari tahun 2016-2023 dapat ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Grafik Prediksi Produksi Listrik Tahun 2016-2023

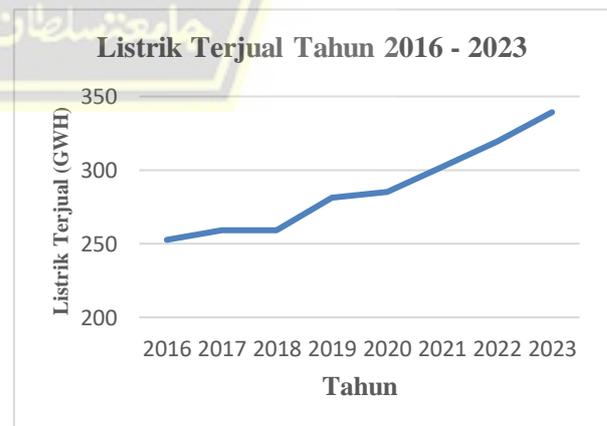
Hasil Peramalan Listrik Terjual Untuk 2021- 2023

Tabel 19 Hasil Peramalan Listrik Terjual Tahun 2021-2023

Tahun	Periode	Perubahan (GWH)	
		Listrik Terjual	Perkembangan
2021	3	268.63	1.9%
2022	4	272.7	1.5%
2023	5	275.94	1.2%
Rata - rata			1.5%

Tabel 19 menunjukkan hasil peramalan dapat diketahui akan terjadi peningkatan produksi listrik setiap tahunnya dimana peningkatan yang terjadi cenderung bertambah dari tahun ke tahun hingga 2023. Hasil perhitungan peramalan daya terpasang mengalami perkembangan sebesar 1,5%. Hasil perhitungan peramalan listrik terjual untuk tahun 2016-2023 yang telah dilakukan digabungkan dengan data listrik terjual dari tahun 2016-2023 dapat ditunjukkan pada Gambar 3.

Gambar 3 Grafik Prediksi Listrik Terjual pada Tahun 2016-2023



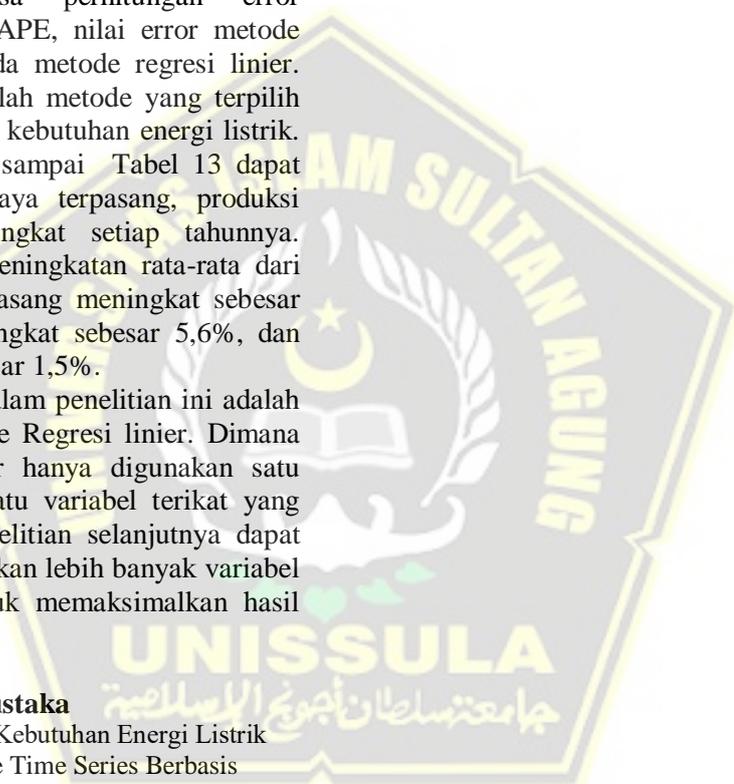
KESIMPULAN DAN SARAN

Peramalan kebutuhan energi listrik di wilayah Kota Tegal menggunakan metode quadratic dan regresi linier merupakan metode yang sangat baik untuk peramalan kebutuhan energi listrik. Ditunjukkan pada Tabel 2.1

dapat diketahui semakin kecil nilai error maka semakin baik metode peramalan tersebut. Ditinjau dari hasil analisa perhitungan error menggunakan persamaan MAPE (Mean Absolute Percentage Error) pada Tabel 5 sampai Tabel 10 dapat dilihat bahwa nilai yang dihasilkan tidak lebih dari 10%. Ditinjau dari hasil analisa perhitungan error menggunakan persamaan MAPE (Mean Absolute Percentage Error) dapat dilihat bahwa metode peramalan yang tepat untuk variabel terikat daya terpasang, produksi listrik, listrik terjual adalah metode quadratic. Ditunjukkan pada Tabel 5, Tabel 7, dan Tabel 9 dapat diketahui nilai error pada metode quadratic setiap data adalah daya terpasang sebesar 0,3%, produksi listrik sebesar 0,7%, dan listrik terjual sebesar 0,3%. Sedangkan pada Tabel 6, Tabel 8, Tabel 10 menunjukkan nilai error pada metode regresi linier setiap data adalah daya terpasang sebesar 0,8%, produksi listrik sebesar 1,7%, listrik terjual sebesar 1,4%. Dari hasil analisa perhitungan error menggunakan persamaan MAPE, nilai error metode quadratic lebih kecil daripada metode regresi linier. Maka metode quadratic adalah metode yang terpilih untuk perhitungan peramalan kebutuhan energi listrik. Ditunjukkan pada Tabel 11 sampai Tabel 13 dapat diketahui variable terikat daya terpasang, produksi listrik, listrik terjual meningkat setiap tahunnya. Adapun besar presentase peningkatan rata-rata dari setiap data adalah daya terpasang meningkat sebesar 2,1%, produksi listrik meningkat sebesar 5,6%, dan listrik terjual meningkat sebesar 1,5%.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode quadratic dan metode Regresi linier. Dimana untuk metode regresi linear hanya digunakan satu variabel bebas untuk tiap satu variabel terikat yang hendak dihitung. Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan memanfaatkan lebih banyak variabel bebas dan jumlah data untuk memaksimalkan hasil perhitungan peramalan.

Daftar Pustaka

- 
- [1] M. Wahyu, "Peramalan Kebutuhan Energi Listrik UID Jawa Timur Metode Time Series Berbasis Minitab v19," pp. 485–495, 2019.
- [2] P. Gusti, "Peramalan Energi Listrik UP3 Sidoarjo Tahun 2019-2029 Menggunakan Metode Time Series : Quadratic," pp. 1–7, 2019.
- [3] M. Ibrahim, "Peramalan Kebutuhan Energi Listrik Dan Beban Listrik Sektor Rumah Tangga Di Sumatera Selatan Dengan Metode Analisis Time Series Proyeksi Tren Dan Analisis Regresi," 2018.
- [4] M. Dianingrum and K. Aswin, "Regresi linier sederhana untuk memprediksi kunjungan pasien di rumah sakit berdasarkan jenis layanan dan umur pasien," vol. 10, no. 2, pp. 671–680, 2019.
- [5] G. N. Ayuni and D. Fitriana, "Penerapan Metode Regresi Linear Untuk Prediksi Penjualan Properti pada PT XYZ," vol. 14, no. 2, pp. 79–86, 2019.
- [6] A. Hijriani, K. Muludi, and E. A. Andini, "Penajian Hasil Prediksi Pemakaian Air Bersih PDAM Informasi Geografis," vol. 11, no. 2, 2016.
- [7] M. Syafruddin, L. Hakim, and D. Despa, "Metode Regresi Linier untuk Prediksi Kebutuhan Energi Listrik Jangka Panjang (Studi Kasus Provinsi Lampung)," 2013.
- [8] P. Katemba and R. K. Djoh, "Prediksi Tingkat Produksi Kopi Menggunakan Regresi Linier," pp. 42–51, 2016.
- [9] T. Indriastuti, "Analisis Time Series Untuk Meramalkan Jumlah Penjualan Pada Yamaha Mataram Sakti Kebumen Dengan Metode Tren," pp. 1–19, 2017.

Lampiran 2 Hasil Turnitin

PERAMALAN KEBUTUHAN ENERGI LISTRIK DI KOTA TEGAL
DENGAN METODE QUADTRATIC DAN REGRESI LINIER
MENGUNAKAN SOFTWARE MINITAB V19

ORIGINALITY REPORT

21 %	21 %	2 %	14 % 
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	dspace.uji.ac.id Internet Source	10 %
2	Submitted to Universitas Islam Indonesia Student Paper	3 %
3	www.jurnal.st.uinid.ac.id	0 %



Lampiran 3 Log Book Bimbingan



LOG BOOK: BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Umar Zain
N I M : 30601601900
Konsentrasi : Teknik Elektro
Judul TA : Peramalan Kebutuhan Energi Listrik Di Kota Tegal Dengan Metode Quadratic Dan Regresi Linier Menggunakan Software Minitab V19
Pembimbing 1 : Dr. Ir. H. Muhamad Haddin, MT
Pembimbing 2 : Agus Suprajitno, ST, MT

NO	TANGGAL	CATATAN/ URAIAN KEGIATAN	PARAF DOSEN
1.	05/09/2021	<ul style="list-style-type: none">- Perbaiki Latar Belakang Masalah- Rumusan Masalah disesuaikan dengan latar belakang	
2.	25/09/2021	<ul style="list-style-type: none">- Pada tinjauan pustaka, letak posisi sitasi baiknya setelah judul.- Perjelas Model penelitiannya	
3.	11/10/2021	<ul style="list-style-type: none">- Tambahkan Landasan Teori- Pada penelitian tentang peramalan, model penelitiannya bisa menggunakan data dan tahap lainnya	
4.	27/10/2021	<ul style="list-style-type: none">- Tambahkan sitasi pada setiap Gambar- Tambahkan detail hasil perhitungan tiap parameter pada masing-masing metode yang digunakan	
5.	04/11/2021	<ul style="list-style-type: none">- Tambahkan keterangan hasil peramalan- Perbaiki detail keterangan Hasil dan Analisa- Tambahkan detail hasil penelitian pada Kesimpulan dengan jelas dan singkat	
6.	27/11/2021	<ul style="list-style-type: none">- Laporan TA ACC	

LOG BOOK: BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Umar Zain
 N I M : 30601601900
 Konsentrasi : Teknik Elektro
 Judul TA : Peramalan Kebutuhan Energi Listrik Di Kota Tegal Dengan Metode Quadratic Dan Regresi Linier Menggunakan Software Minitab V19
 Pembimbing 1 : Dr. Ir. H. Muhamad Haddin, MT
 Pembimbing 2 : Agus Suprajitno, ST, MT

NO	TANGGAL	CATATAN/ URAIAN KEGIATAN	PARAF DOSEN
1.	05/09/2021	- Perbaiki Latar Belakang Masalah	
2.	25/09/2021	- Tambahkan Rumusan Masalah - Perbaiki Batasan Masalah	
3.	11/10/2021	- Perbaiki Tinjauan Masalah & Landasan Teori - Tentukan Model yang jelas	
4.	27/10/2021	- Tambahkan Landasan Teori - Tambahkan sitasi pada setiap Gambar	
5.	04/11/2021	- Tambahkan keterangan hasil pada perhitungan - Tambahkan keterangan hasil peramalan - Perbaiki detail keterangan Hasil dan Analisa	
6.	27/11/2021	- Laporan TA ACC	

Lampiran 4 Lembar Revisi



**YAYASAN BADAN WAKAF SULTAN AGUNG
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG (UNISSULA)**
Jl. Raya Kaligawe Km.4 Semarang 50112 Telp. (024) 6903594 (R. Sel) Fax. (024) 6582455
Email : informasi@unissula.ac.id web : www.unissula.ac.id

Fakultas Teknologi Industri

Bersahabat Membangun Semesta Tanpa Batas

LEMBAR REVISI dan TUGAS UJIAN SARJANA

Berdasarkan Rapat Tim Penguji Ujian Sarjana

Hari : Selasa
Tanggal : 28 Desember 2021
Tempat : Online

Memutuskan bahwa mahasiswa :

Nama : Umar Zain
NIM : 30601607900
Judul TA : Peramalan Kebutuhan Energi Listrik di Kota Tegal dengan Metode Quadratic dan Regresi Linier Menggunakan Software MINITAB V19

wajib melakukan perbaikan dan membuat tugas seperti tercantum dibawah ini:

NO	REVISI	BATAS REVISI
	Dasar teori kelistrikan, segitiga daya	

NO	TUGAS
	perhitungan energi listrik

Mengetahui,
Ketua Tim Penguji

Semarang, 28 Desember 2021
Penguji. III

Ir. Sunyani Alfah, MT., Ph.D.
NIDN. 0825036901

Ir. Agus Adhi Nugroho, MT.
NIDN. 0628088501

LEMBAR REVISI dan TUGAS UJIAN SARJANA

Berdasarkan Rapat Tim Penguji Ujian Sarjana

Hari : Selasa
Tanggal : 28 Desember 2021
Tempat : Online

Memutuskan bahwa mahasiswa :

Nama : Umar Zain
NIM : 30601607900
Judul TA : Peramalan Kebutuhan Energi Listrik di Kota Tegal dengan Metode Quadratic dan Regresi Linier Menggunakan Software MINITAB V19

wajib melakukan perbaikan dan membuat tugas seperti tercantum dibawah ini:

NO	REVISI	BATAS REVISI
1	Latar belakang belum memperlihatkan masalah yang dihadapi oleh kota Tegal, cantumkan saja beberapa data identifikasi mengenai masalah kelistrikan di kota tegal sebagai alasan mengapa penelitian tentang peramalan kebutuhan listrik ini perlu dilakukan	1 minggu
NO	TUGAS	

Mengetahui,
Ketua Tim Penguji

Semarang, 28 Desember 2021
Penguji, II

Ir. Suryani Alfah, MT., Ph.D.
NIDN. 0625036901

Dedi Nugroho, ST., MT.
NIDN. 0617126602



YAYASAN BADAN WAKAF SULTAN AGUNG
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG (UNISSULA)
Jl. Raya Kaligawe Km.4 Semarang 50112 Telp. (024) 6583584 (8 Sal) Fax. (024) 6582455
Email : informasi@unissula.ac.id web : www.unissula.ac.id

Fakultas Teknologi Industri

Bismillah Membangun Generasi Khaira Ummah

LEMBAR REVISI dan TUGAS UJIAN SARJANA

Berdasarkan Rapat Tim Penguji Ujian Sarjana

Hari : Selasa
Tanggal : 28 Desember 2021
Tempat : Online

Memutuskan bahwa mahasiswa :

Nama : Umar Zain
NIM : 30601607900
Judul TA : Peramalan Kebutuhan Energi Listrik di Kota Tegal dengan Metode Quadratic dan Regresi Linier Menggunakan Software MINITAB V19

wajib melakukan perbaikan dan membuat tugas seperti tercantum dibawah ini:

NO	REVISI	BATAS REVISI
1	Tren data th 2010 sd 2020 mengikuti garis linier naik, sehingga metode quadratic tidak sesuai	ACC
2	Analisis regresi dan metode kuadratic/time series tidak bisa dibandingkan karena analisisnya berbeda, gunakan analisis regresi untuk analisis korelasi antar variabel	

NO	TUGAS
	

Mengetahui,
Ketua Tim Penguji



Ir. Suryani Alfah, MT., Ph.D.

Semarang, 28 Desember 2021
Penguji, I



Ir. Suryani Alfah, MT., Ph.D.