

Studi Peramalan Beban Pada Gardu Induk Teluk Lembu Uip3bs Upt Pekanbaru PT. PLN (PERSERO)

Ismail Sholeh¹, Usaha Situmeang², Monice³

^{1,2,3} Progam Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning Pekanbaru

Jl. Yos sudarso Rumbai, Pekanbaru, Telp. (0761) 52324

e-mail : ismailsholeh1998@gmail.com, usaha@unilak.ac.id, monice@unilak.ac.id

Abstract

This study predicts the electrical energy demand in the area of PLN Pekanbaru for the next 5 years at one of the substations in Pekanbaru, namely the Teluk Lembu Substation. In this study the method used is linear regression and multiple regression. This estimation is based on the growth of electricity consumption, growth population and GDP growth. The population growth rate from 2010 to 2020 is 0.89 in Pekanbaru. The data used are population data from 2012 to 2020, and data on electrical energy needs from 2012 to 2020 on power transformer 2 at substations. Teluk Lembu, and GRDP data for the city of Pekanbaru from 2012 to 2020, where the estimated use of electrical energy using a simple linear regression method at the power transformer 2 substation Teluk Lembu in 2021 has increased by 276,615,324 kWh and continues to experience the increase every year until 2025. It is estimated that the load forecasting on transformer 2 is 276,955,740 kWh. By using the multiple regression method, with the population and economic growth rate of Pekanbaru City based on the gross regional domestic product (GRDP) in 2021 as the indicators, this study estimated that electricity consumption is 275,359,428 kWh and has increased every year so that in 2025 it is estimated that consumption electrical energy will be 278,530,166 kWh.

Keywords: Substation Forecasting, Linear Regression, MATLAB.

Abstrak

Prediksi kebutuhan energi listrik pada wilayah PLN di Pekanbaru untuk 5 tahun ke depan pada salah satu gardu induk di pekanbaru yaitu pada Gardu Induk Teluk Lembu, pada penelitian ini metode yang digunakan adalah regresi linear dan regresi berganda, perkiraan ini didasarkan pada pertumbuhan konsumsi energi listrik, pertumbuhan penduduk dan pertumbuhan ekonomi PDRB. Laju pertumbuhan penduduk pada tahun 2010 sampai dengan pada tahun 2020 adalah sebesar 0,89 % di Pekanbaru yang digunakan adalah data jumlah penduduk pada tahun 2012 sampai dengan tahun 2020, dan data kebutuhan energi listrik dari tahun 2012 – 2020 pada transformator daya 2 pada gardu induk Teluk Lembu, dan data PDRB Kota Pekanbaru dari tahun 2012 – 2020, dimana diperoleh perkiraan pemakaian energi listrik dengan menggunakan metoda regresi linear sederhana pada transformator daya 2 gardu induk teluk lembu pada tahun 2021 mengalami kenaikan sebesar 276.615.324 kWh dan terus mengalami kenaikan tiap tahun nya hingga pada tahun 2025 di perkirakan peramalan beban pada traforansformator 2 sebesar 276.955.740 kWh. Dengan menggunakan metoda regresi berganda yang menjadi indikator nya adalah jumlah penduduk dan laju pertumbuhan ekonomi kota Pekanbaru produk domestic regional bruto (PDRB) pada tahun 2021 di perkirakan pemakaian listrik sebesar 275.359.428 kWh dan mengalami kenaikan tiap tahun nya sehingga pada tahun 2025 di perkirakan pemakaian energi listrik sebesar 278.530.166 kWh.

Kata kunci: Peramalan Gardu Induk, Regresi Linear, MATLAB .

1. PENDAHULUAN

Dengan meningkatnya kebutuhan listrik, persediaan dan pasokan listrik harus ditingkatkan. Untuk alasan ini, ada kebutuhan untuk pengembangan dan perluasan suatu pusat produksi, jaringan transmisi, gardu, dan jaringan distribusi untuk ditingkatkan Kontinuitas layanan listrik kepada konsumen. Karena peningkatan beban bertambah sehingga gardu induk selaku salah satu dari komponen sistem tenaga listrik butuh dibesarkan kapasitasnya supaya bisa melayani beban secara kontinyu. Dalam pengembangan kapasitas suatu gardu induk butuh dicoba optimasi dengan dasar informasi ramalan beban. Bila beban sesuatu gardu induk telah melebihi batasan optimum dari kapasitas terpasang, sehingga gardu induk itu butuh ditambah sesuatu transformator. Dan apabila suatu kapasitas gardu induk sudah mencapai dari batas maksimum, sementara masih ada kelebihan beban maka untuk

mengatasinya perlu dibangun gardu induk baru. Dalam hal ini pada gardu induk Teluk Lembu pada trafo daya 2 mengalami beban yang paling besar di antara ke tiga trafo daya pada gardu induk Teluk lembu.

2. METODE

2.1 Gardu Induk.

Unit Layanan Transmisi Gardu Induk (ULTG) Teluk Lembu dan Unit Induk Penyaluran dan Pusat Pengatur Beban Sumatra (UIP3BS) Unit Pelaksana Transmisi (UPT) Pekanbaru PT. PLN (Persero) merupakan Gardu Induk sumber listrik yang terletak di kota Pekanbaru provinsi Riau, yang suplai energi lewat sistem interkoneksi terhadap banyak pusat listrik serta banyak pusat beban yang ada pada sistem kelistrikan di Sumatera khususnya Sumatera Bagian Tengah.

Gardu Induk Teluk Lembu ialah gardu induk yang mempunyai dua usbar. Dalam segi operasional, gardu induk ini lebih efektif dan memiliki peranan penting, karena dapat mensuplai listrik untuk kota Pekanbaru..

2.2 Komponen Gardu Induk.

A. Transformator Tegangan (PT)

Untuk memantau dan mengontrol kinerja sistem catu daya, di perlukan Instrumen ukur, lampu indikator dan relay pelindung. Pengukuran tegangan tinggi tidak bisa di lakukan langsung seperti hal nya pengukuran tegangan rendah, karena selain Berbahaya bagi operator, sulit untuk membuat volt meter mampu secara langsung mengukur ketegangan. Indikator dan relay pelindung juga membutuhkan tegangan rendah. Oleh karena itu, transformator tegangan diperlukan untuk mengubah tegangan sistem ke tegangan rendah sehingga dapat diukur dengan volt meter dan dapat digunakan untuk memerlukan lampu indikator dan relay pelindung.

B. Transformator Arus (CT)

Seperti halnya transformator tegangan, transformator arus tegangan tinggi di pakai dalam memonitor kinerja system pada sebuah pengukuran daya listrik pada sebuah jaringan tegangan tinggi yang tidak bisa dilakukan secara langsung seperti pada jaringan tegangan rendah, selain berbahaya bagi operator dan yang membuat meter ampere yang bisa mengukur arus searah yang mengalir dari sebuah jaringan dari tegangan tinggi adalah hal yang sulit.



Gambar 1. Transformator Daya 2

Transformator energi merupakan sesuatu perlengkapan tenaga listrik yang berperan selaku menyalurkan tenaga ataupun energi listrik dari tegangan (Atmam, Zondra, & Monice, 2020) besar ke tegangan rendah ataupun dari tegangan rendah ke tegangan besar. Transformator tipe ini umumnya memiliki kapasitas energi yang besar diatas 500 kV.

C. Pemutus Daya (CB)

Pada sebuah setiap sistem tenaga listrik di lengkapi dengan sebuah sistem proteksi yang fungsinya untuk mencegah terjadinya kerusakan pada peralatan sistem dan bisa untuk mempertahankan kestabilan sistem dapat dipertahankan. Salah satu komponen sistem proteksi adalah pemutus daya (circuit braker).

D Pelindung tegangan lebih (LA)

Terdapat sebagian tingkatan tegangan (Zulfahri zulfahri, Tanjung, & Monice, 2020) pada sesuatu sistem tenaga listrik, yakni tegangan nominal, tegangan maksimum, tegangan puncak maksimum serta tegangan lebih. Tegangan. nominal merupakan tegangan pengenalan sistem. Nilai tegangan ini di nyatakan dalam harga efisien serta di tuliskan pada papan nama sistem. Dalam aplikasi nya, sistem beroperasi pada tegangan yang tidak sama dengan tegangan nominal serta adakalanya di atas nominal. Bila sistem beroperasi di atas tegangan yang di izinkan, hingga sistem di nyatakan memikul tegangan lebih. Tegangan lebih bisa mengganggu perlengkapan, oleh sebab itu perlengkapan butuh di proteksi supaya tidak rusak sebab tegangan lebih tersebut

E. Isolator.

Dalam instalasi listrik dan peralatan listrik telah menemui berbagai konduktor, sehingga isolator diperlukan untuk mengisolasi konduktor dengan konduktor, serta konduktor terisolasi dengan bagian peralatan yang terhubung secara listrik pada tanah.

2.3 Regresi Linier.

Regresi ini berarti evaluasi atau perkiraan diperkenalkan untuk pertama kalinya pada tahun 1877 oleh Sir Francis Galton (1822-1911). Analisis regresi di pakai untuk menentukan sebuah bentuk hubungan antar variabel. Tujuan utama menggunakan analisis adalah untuk menyediakan atau memperkirakan nilai variabel relatif terhadap variabel lain. Selain hubungan dari linear dua variabel, dan hubungan linear dari dua variabel mesti dapat terjadi, misalnya, hubungan antara hasil penjualan dan daya beli.

Kenapa menggunakan metoda analisa Regresi linear di karenakan melibatkan lebih dari satu variabel dan manakah variabel independen yang paling berpengaruh atau memiliki hubungan paling kuat terhadap variabel dependen metoda ini juga digunakan untuk menguji hipotesis karakteristik dependensi.

Pada Regresi linier sederhana memiliki model persamaan sebagai berikut:

$$Y = a + b.x$$

Dimana:

Y = Variabel terhadap akibat (*dependent*)

X = Variabel terhadap penyebab (*independent*)

a = Konstanta regresi

b = Besaran Response yang ditimbulkan pada predictor

2.4 Regresi Berganda

Regresi berganda berguna untuk mendapatkan fungsi yang menghubungkan variabel tidak secara bebas dengan beberapa dari variabel *independen*. Lalu untuk mendapatkan model hubungan data yang memiliki variabel non - bebas dan tanpa lebih dari satu, menggunakan model regresi berganda yang merupakan dari bentuk umum.

$$Y = a + b_1.x_1 + b_2.x_2$$

Dimana:

Y = variabel terhadap *dependen*

a = konstanta regresi

b = koefisien determinasi

X = variabel *independen*

2.5 Bentuk Beban Listrik.

Macam – macam jenis daya listrik yaitu untuk daya semu satuan nya Volt amper (VA), daya aktif satuan nya watt (W) dan daya reaktif satuan nya Volt amper reaktif (VAR). Berikut ini persamaan daya aktif, daya semu, daya reaktif.

$$S = V \cdot I$$

Dimana :

S = Daya semu (VA)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Amper)

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

Dimana :

P = Daya aktif (watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Amper)

$\cos \omega$ = faktor daya

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

Dimana :

Q = Daya reaktif (VAR)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Amper)

2.6 Perencanaan Energi Listrik.

Perencanaan adalah kumpulan pengambilan keputusan yang ditujukan untuk memilih solusi terbaik dan paling efektif. Pemenuhan listrik perlu perencanaan dimulai dengan proyeksi kebutuhan (permintaan) atau perkiraan biaya daya umum 7 tahun pada setiap sektor pengguna listrik, yaitu sektor industri, komersial, rumah tangga, dan sosial dan pemerintah umum (publik). Rencana perencanaan untuk kebutuhan listrik ini dipengaruhi oleh tingkat pertumbuhan ekonomi lokal dan pertumbuhan populasi.

Ada pun macam dan berbagai model pendekatan untuk mengembangkan proyeksi kebutuhan listrik yang tersedia, termasuk pendekatan ekonometrik, pendekatan proses, pendekatan untuk seri kronologis, pendekatan akhir untuk digunakan, tren dan pendekatan gabungan dari berbagai templat pendekatan perencanaan.

Berdasarkan ramalan jangka waktu perkiraan, dapat diklasifikasikan ke dalam tiga kategori, yaitu:

1. Prakiraan jangka panjang.

Ketika merencanakan sistem distribusi jangka panjang umumnya mencakup (Horizon of Year) dua belas tahun atau lebih sebelum masa kini. Periode ini lebih penting untuk mempelajari transmisi atau generasi utama. Kecuali diperkirakan terlalu sedikit pertumbuhan, instalasi yang memiliki sedikit efek dalam pengambilan keputusan

2. Prakiraan jangka menengah.

Masa perencanaan jangka menengah adalah antara tiga tahun dan dua belas tahun, sebagian besar metode ekonomi untuk pengembangan jaringan dimasukkan dalam pengaturan jangka panjang yang membahas pengembangan sistem secara lebih umum.

3. Prakiraan jangka pendek.

Prakiraan jangka pendek atau rencana taktis memerlukan jangka waktu satu hingga tiga tahun sebelumnya dan biasanya hanya implementasi studi jangka panjang.

2.7 Model dari Pendekatan Untuk Perkiraan.

Model masyarakat contoh nya Produk Domestik Regional Bruto (PDRB). Model pendekatan yang dapat digunakan antara lain :

1. Pendekatan sektoral adalah untuk mengembangkan estimasi dan cabang regional, dengan hasil penjualan listrik untuk setiap sektor rumah tangga, bisnis, sektor umum dan industri.
2. Pendekatan lokasi adalah untuk membuat estimasi di daerah yang tersebar, di mana zona ini tidak terhubung ke sistem interkoneksi, dengan hasil penjualan listrik yang diproyeksikan untuk setiap sektor rumah tangga, perusahaan umum dan industri.

2.8 Jenis Peramalan.

Berdasarkan jenis nya, peramalan dapat dikelompokkan menjadi 2 kategori yaitu:

1. Peramalan kuantitatif.

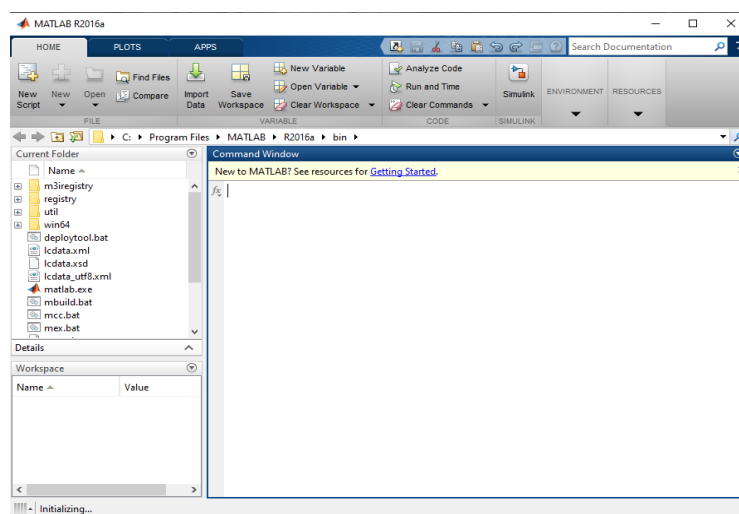
Prakiraan kuantitatif adalah perkiraan yang dapat diketahui berdasarkan basis data kualitatif di masa lalu. Jenis perkiraan ini digunakan berdasarkan subjek yang mengingatnya. Prakiraan ini dikeluarkan sesuai dengan kemampuan pengetahuan yang mengingat itu.

2. Peramalan kualitatif.

Prakiraan kualitatif untuk memberikan bahwa perkiraan dapat diketahui dan berdasarkan data kuantitatif di masa lalu. Jenis ramalan ini tergantung pada setiap metode yang digunakan. Karena setiap metode yang digunakan akan menghasilkan perkiraan yang berbeda

2.9 Matrix Laboratory (MATLAB).

Matlab adalah sebuah perangkat lunak yang digunakan sebagai untuk pemrograman, analisis dan ilmu komputer dan matriks. Matlab mewakili laboratorium matriks karena dapat memecahkan masalah perhitungan misalkan bentuk matriks. Versi pertama Matlab diterbitkan pada tahun 1970 oleh Cleve Mouter. Pada awalnya, MATLAB dirancang dan di gunakan untuk menyelesaikan masalah persamaan aljabar linier. Lalu seiring waktu berjalan, program ini terus mengetahui perkembangan dalam hal fungsi dan kinerja perhitungan.



Gambar 2. Tampilan MATLAB 2016.

2.10 Menggunakan Skrip M - File Pada MATLAB.

Menggunakan jendela perintah ketika pemrograman terasa kurang efektif jika kita ingin membuat pesanan berulang. Jalankan perintah matlab dengan m-file memungkinkan kenyamanan, yaitu perintah.

Berikut ini M-file program untuk menampilkan sebuah grafik pada contoh penggunaan jumlah kWh di Pekanbaru untuk tahun 2021 - 2025.

% MATLAB program to graph

Vt = [2021,2022,2023,2024,2025];%tahun

Vs = [10000000,20000000,30000000,40000000,50000000]; %perkiraan penggunaan kWh

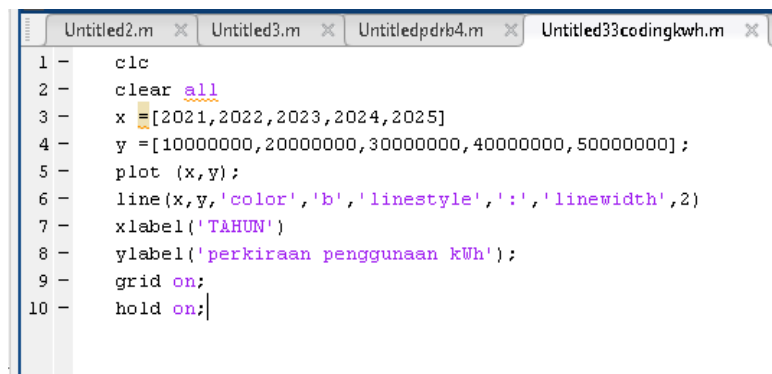
plot(Vt,Vs);

xlabel('tahun');

ylabel('perkiraan penggunaan kWh');

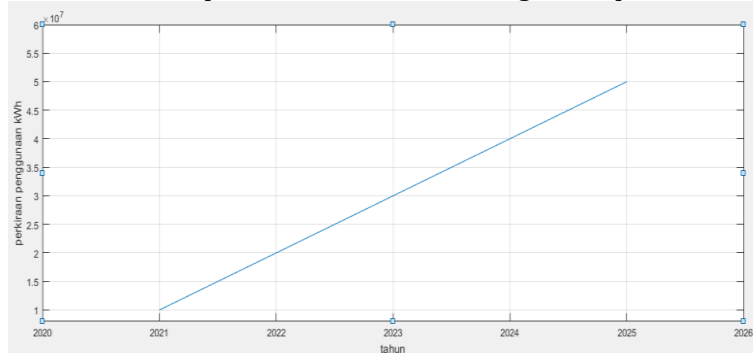
grid on

hold on



Gambar 3. M-file untuk memunculkan grafik pada perkiraan penggunaan kWh.

Setelah M - file selesai di buat lalu pilih Run dan akan muncul grafik seperti Gambar 4



Gambar 4. Gambar Grafik Pada MATLAB

2.11 Hubungan Bertambah nya Jumlah Penduduk Terhadap Pemakaian Energi Listrik.

Secara terus – menerus jumlah penduduk terus bertambah dari jumlah kelahiran bayi – bayi dan di saat yang bersamaan akan dipengaruhi pula oleh kematian penduduk yang terjadi, laju pertumbuhan penduduk ini sudah seharusnya di imbangi dengan penyediaan seperti ketenaga listrikan, salah satu contoh nya ketika di rumah ada nya penambahan keluarga bisa jadi mereka membuat rumah lagi atau membuat ruangan baru yang bisa membuat pemakaian energi listrik bertambah pula.Akibatnya, peningkatan pertumbuhan populasi atau peningkatan populasi akan menyebabkan meningkatnya kebutuhan energi, yaitu, populasi terus meningkat lebih dari yang sebelumnya sehingga skema konsumsi dan persyaratan energi listrik dapat lebih besar dari yang sebelumnya.

2.12 Hubungan Pertumbuhan Ekonomi PDRB Kota Pekanbaru Terhadap Pemakaian Energi Listrik.

Jika pertumbuhan ekonomi PDRB kota Pekanbaru meningkat maka kebutuhan energi listrik juga meningkat pula contoh nya ketika ekonomi seseorang meningkat yang dari awal nya hanya memiliki kipas angin sekarang sudah memiliki *air conditioner* (AC) maka dari itu konsumsi energi listrik juga akan bertambah.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Letak Dan Luas.

Kota Pekanbaru terletak di antara: 101014'-101034 'Bujur Timur dan 0025'- 00 45' Lintang Utara, berdasarkan peraturan pemerintah N ° 19 tahun 1987 tanggal September 1987 Kota Pekanbaru tumbuh sebesar 446,50 km², yang terdiri dari 8 kecamatan dan 45 desa. Hasil pengukuran lapangan oleh BPN TK. Saya Riau, wilayah, wilayah kota Pekanbaru adalah 632,26 km².

Peningkatan kegiatan pembangunan mengarah pada peningkatan kegiatan populasi di semua bidang, yang pada akhirnya meningkatkan persyaratan dan kebutuhan masyarakat untuk menyediakan fasilitas dan layanan publik. Untuk lebih banyak penciptaan pemerintah yang dipesan dan zona pembinaan yang agak luas, kemudian dalam bentuk sub-distrik baru Kota Pekanbaru Perta N ° 3 dari 2003 ke 12 kecamatan dan kecamatan baru dengan Kota Pekanbaru Perda N ° 4 dari 2016 ke 83 desa.

Tabel 1. Jumlah Penduduk Dari Tahun 2012 – 2020.

Tahun	Laki - laki (Jiwa)	Perempuan (Jiwa)	Jumlah (Jiwa)
2012	490.339	474.219	964.558
2013	508.961	490.070	999.031
2014	519.515	491.952	1.011.467
2015	533.217	504.901	1.038.118
2016	546.400	518.166	1.064.566
2017	559.917	531.171	1.091.088
2018	573.206	544.153	1.117.359
2019	586.299	557.060	1.143.359
2020	495.117	488.239	983.356

Sumber : BPS Kota Pekanbaru.

3.2 Perekonomian.

Produk domestik regional bruto (PDRB) adalah nilai tambah mentah dari semua barang dan jasa yang dibuat atau diproduksi di wilayah nasional suatu daerah yang muncul karena berbagai kegiatan ekonomi dalam periode waktu tertentu. tanpa Perhatikan apakah faktor produksi memiliki penduduk atau bukan penduduk.

Tabel 2. Jumlah PDRB Kota Pekanbaru tahun 2012 – 2020.

No	Tahun	Jumlah (Juta Rupiah)
1	2012	48.351.736,61
2	2013	51.053.167,00
3	2014	54.575.479,50
4	2015	57.616.752,66
5	2016	60.891.070,22
6	2017	64.619.259,21
7	2018	68.104.593,01
8	2019	72.181.895,06
9	2020	69.016.919,73

Sumber : BPS Kota Pekanbaru.

3.3 Data Kelistrikan.

Kebijakan pemerintah pada sebuah bidang listrik bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan guna untuk mendorong kegiatan ekonomi, khususnya pada sektor industri. Untuk mencapai sebuah target, itu dicari untuk peningkatan daya yang dipasang, generasi listrik sehingga listrik tersedia dalam jumlah yang cukup dengan layanan yang terbaik.

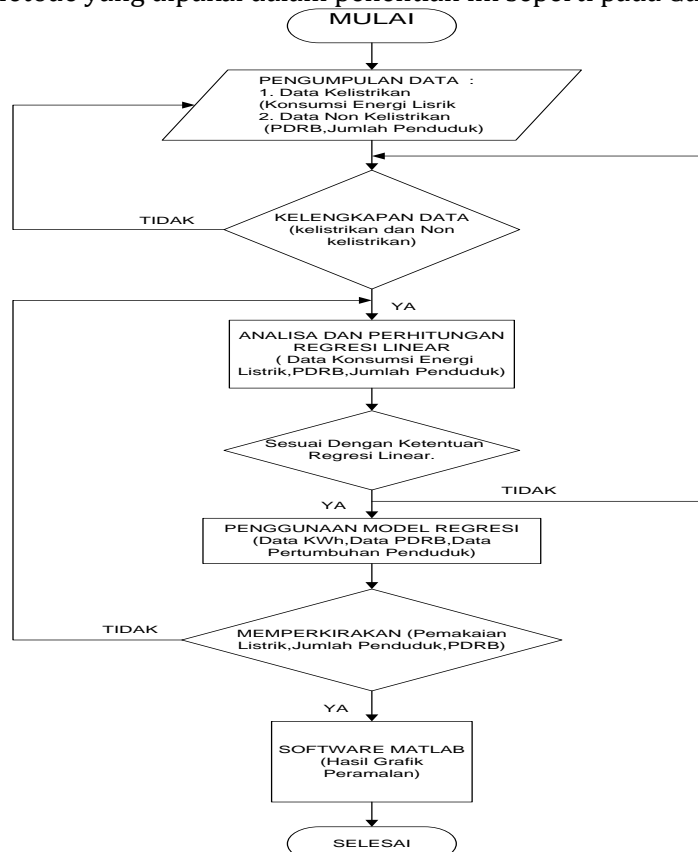
Tabel 3. Produksi kWh dari tahun 2012 - 2022.

Tahun	Produksi kWh	dalam (%)
2012	273.081.930	
2013	275.091452	1,007%
2014	277.737.912	1,009%
2015	279.986.496	1,008%
2016	283.265.768	1,011%
2017	267.195.753	0,943%
2018	282.784.365	1,058%
2019	260.852.157	0,922%
2020	285.712.428	1,095%

Sumber : Data bulanan gardu induk teluk lembu.

3.4 Pengumpulan Data Dan Bahan.

Hal pertama yang dilakukan dalam implementasi penelitian ini adalah pengumpulan data, materi dan bahan. Tujuannya untuk memperdalam materi dan pengetahuan tentang tema dari penelitian yang akan dilakukan sehingga dapat mempermudah dalam menyelesaikan masalah saat penelitian. Metode yang dipakai dalam penelitian ini seperti pada Gambar 3.3



Gambar 5. Flowchart Metode Penelitian

Untuk menghitung pemakaian kWh dapat digunakan rumus perhitungan pada persamaan untuk mencari konstanta a dan koefisien b dari data kWh tiap tahun nya dengan menggunakan metoda regresi linear seperti di bawah ini.

Tabel 4. perhitungan untuk mendapatkan konstanta a dan koefisien regresi b pada data kWh tiap tahun nya.

Tahun	variabel x	Variable y	x^2	x.y
2012	1	273.081.930	1	273.081.930
2013	2	275.091.452	4	550.182.904
2014	3	277.737.912	9	833.213.736
2015	4	279.986.496	16	111.994.598.4
2016	5	283.265.768	25	141.632.8840
2017	6	267.195.753	36	160.317.451.8
2018	7	282.784.365	49	197.949.055.5
2019	8	260.852.157	64	208.681.725.6
2020	9	285.712.428	81	257.141.185.2
Total	$\sum x$ 45	$\sum y$ 2.485.708.261	$\sum x^2$ 285	$\sum x.y$ 124.336.475.75

Sumber : hasil penjumlahan.

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

$$a = \frac{(2.485.708.261)(285) - (45)(124.336.475.75)}{9(285) - (45)^2}$$

$$a = \frac{(708.426.854.385) - 5.595.141.408.74}{2.565 - 2.025}$$

$$a = \frac{148.912.713.511}{540}$$

$$a = 275.764.284$$

Untuk mencari nilai dari b :

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

$$b = \frac{9(124.336.475.75) - (45)(2.485.708.261)}{9(285) - (45)^2}$$

$$b = \frac{111.902.828.175 - 111.856.871.745}{2.565 - 2.025}$$

$$b = \frac{45.956.430}{540}$$

$$b = 85.104$$

Dari perhitungan di atas, maka telah di dapat konstanta a dan koefisien regresi b. Dengan menggunakan persamaan regresi linear berdasarkan persamaan 2.2 sesuai, maka :

$$Y = 275.764.284 + 85.104. X$$

sesuai, maka :

$$Y = 275.764.284 + 85.104. X$$

Dilakukan perhitungan untuk memprediksi pertumbuhan jumlah pemakaian listrik pada transformator daya 2 pada gardu induk teluk lembu selama 5 tahun mendatang (tahun 2021 sampai 2025) di bawah ini hasil perhitungan prediksi pemakaian listrik dan nilai x yang di pakai adalah periode tahun yang akan diprediksi.

$$\begin{aligned} Y &= a + b.x \\ &= 275.764.284 + (85.104) 10 \\ &= 276.615.324 \text{ untuk tahun 2021.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y &= a + b.x \\ &= 275.764.284 + (85.104) 11 \\ &= 276.700.428 \text{ untuk tahun 2022.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y &= a + b.x \\ &= 275.764.284 + (85.104) 12 \\ &= 276.785.532 \text{ untuk tahun 2023.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y &= a + b.x \\ &= 275.764.284 + (85.104) 13 \\ &= 276.870.636 \text{ untuk tahun 2024.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y &= a + b.x \\ &= 275.764.284 + (85.104) 14 \\ &= 276.955.740 \text{ untuk tahun 2025.} \end{aligned}$$

Tabel 5. Hasil prediksi pemakaian listrik pada gardu induk teluk lembu dari tahun 2021 sampai dengan 2025.

No	Tahun	Perkiraan (kWh)	Kenaikan (%)
1	2021	276.615.324	0,968%
2	2022	276.700.428	1,319%
3	2023	276.785.532	1,373%
4	2024	276.870.636	1,372%
5	2025	276.955.740	1,382%

Tabel 6. Jumlah penduduk dari tahun 2012 - 2020

Tahun	Jumlah penduduk (jiwa)
2012	964.558
2013	999.031
2014	1.011.467
2015	1.038.118
2016	1.064.566
2017	1.091.088
2018	1.117.359
2019	954.400
2020	983.356
Total	9.223.943

Sumber : BPS kota Pekanbaru.

Maka dapat dilakukan analisis regresi linear untuk menentukan dan mencari aebuah nilai konstanta a dan koefisien regresi b pada persamaan linear dengan perhitungan seperti di bawah ini :

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

$$a = \frac{(9223943)(285) - (45)(46325768)}{9(285) - (45)^2}$$

$$a = \frac{(2.628.823.755) - 2.084.659.560}{2.565 - 2.025}$$

$$a = \frac{544.164.195}{540}$$

$$a = 1.007.711,472$$

Untuk mencari nilai dari b :

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

$$b = \frac{9(46325768) - (45)(9223943)}{9(285) - (45)^2}$$

$$b = \frac{416.931.912 - 415.077.435}{2.565 - 2.025}$$

$$b = \frac{1.854.477}{540}$$

$$b = 3.434,216$$

Dilakukan perhitungan untuk memprediksi pertumbuhan jumlah penduduk di kota Pekanbaru selama 5 tahun mendatang (tahun 2021 sampai 2025) di bawah ini adalah hasil perhitungan untuk prediksi pertumbuhan penduduk di kota Pekanbaru dan nilai x yang di pakai adalah periode tahun yang akan di.

$$y = a + b.x$$

$$y = 1.007.711,472 + 3.434,216 (10) = 1.042.053,632$$

$$y = 1.007.711,472 + 3.434,216 (11) = 1.045.487,848$$

$$y = 1.007.711,472 + 3.434,216 (12) = 1.048.922,064$$

$$y = 1.007.711,472 + 3.434,216 (13) = 1.052.356,28$$

$$y = 1.007.711,472 + 3.434,216 (14) = 1.055.790,496$$

Tabel 7 Perkiraan jumlah penduduk tahun 2021-2025.

No	Tahun	perkiraan penduduk (jiwa)
1	2021	1.042.053,63
2	2022	1.045.487,85
3	2023	1.048.922,06
4	2024	1.052.356,28
5	2025	1.055.790,50

Sumber: hasil perhitungan.

3.5 Produk Domestik Regional Bruto (PDRB).

Berdasarkan data dari BPS, dapat diperkirakan jumlah PDRB untuk tahun kedepannya, berikut Tabel jumlah PDRB kota Pekanbaru tahun 2012 - 2020.

Tabel 8. Jumlah PDRB Kota Pekanbaru tahun 2012 – 2020.

No	Tahun	Jumlah (Juta Rupiah)
1	2012	48.351.736,61
2	2013	51.053.167,00
3	2014	54.575.479,50
4	2015	57.616.752,66
5	2016	60.891.070,22
6	2017	64.619.259,21
7	2018	68.104.593,01
8	2019	72.181.895,06
9	2020	69.016.919,73

Sumber : BPS Kota Pekanbaru.

Maka dapat dilakukan sebuah analisis regresi linear untuk menentukan nilai dari sebuah konstanta a dan koefisien regresi b pada persamaan linear dengan melakukan sebuah perhitungan seperti di bawah ini :

Berdasarkan persamaan 2.3 dan 2.4 maka di peroleh nilai konstanta a dan koefisien b :

$$a = 288.140.836,1$$

$$b = 3.001.794,166$$

Dengan menggunakan persamaan regresi linear maka di bawah ini adalah hasil perhitungan untuk prediksi pertumbuhan PDRB Kota Pekanbaru dan nilai x yang di pakai adalah periode dari tahun yang akan di prediksi dapat di lihat pada Tabel 8.

$$Y = a + b.x$$

$$Y = 288.140.836,1 + 3.001.794,166(10) = 318.158.777,8$$

$$Y = 288.140.836,1 + 3.001.794,166 (11) = 321.160.571,9$$

$$Y = 288.140.836,1 + 3.001.794,166 (12) = 324.162.366,1$$

$$Y = 288.140.836,1 + 3.001.794,166 (13) = 327.164.160,3$$

$$Y = 288.140.836,1 + 3.001.794,166 (14) = 330.165.954,4$$

Tabel 9. Hasil peramalan PDRB kota Pekanbaru tahun 2021 - 2025.

No	Tahun	Perkiraan PDRB (Juta)
1	2021	318.158.777,8
2	2022	321.160.571,9
3	2023	324.162.366,1
4	2024	327.164.160,3
5	2025	330.165.954,4

Sumber : Hasil Perhitungan

3.6 Perhitungan Dengan Menggunakan Regresi Berganda.

Tabel 10. Perhitungan Regresi Berganda Dengan Variabel (x_1, x_2)

NO	kWh y_1	Jumlah penduduk (jiwa) x_1	PDRB (Juta) x_2
1	273.081.930	964.558	48.351.736,61
2	275091452	999.031	51.053.167,00
3	277737912	1.011.467	54.575.479,50
4	279986496	1.038.118	57.616.752,66
5	283265768	1.064.566	60.891.070,22
6	267195753	1.091.088	64.619.259,21
7	282784365	1.117.359	68.104.593,01
8	260852157	954.400	72.181.895,06
9	285712428	983.356	69.016.919,73

Sumber : Hasil Perhitungan.

Dengan menggunakan bantuan dari Microsoft excel maka di dapatkan untuk persamaan koefisien $b_1 = 53,02$ dan untuk koefisien $b_2 = -0,17$ dan untuk nilai konstanta $a = 232.438.359,5$ dan untuk $x_1 = 964558$, $x_2 = 48.351736,61$.

Dari perhitungan di atas, maka telah di dapat konstanta a dan koefisien regresi b_1 dan b_2 Dengan menggunakan persamaan regresi linear berdasarkan persamaan 2.1 sesuai, maka :

Untuk tahun 2021

$$Y = a + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2$$

$$Y = 232.438.359,5 + 53,02 (964558) - 0,17 (48.351736,61)$$

$$Y = 275.359.428,93$$

Untuk tahun 2022

$$Y = a + b_1 \cdot x_2 + b_2 \cdot x_2$$

$$Y = 232.438.359,5 + 53,02 (999031) - 0,17 (51.053.167,00)$$

$$Y = 276.727.944,23$$

Untuk tahun 2023

$$Y = 232.438.359,5 + 53,02 (1011467) - 0,17 (54.575.479,50)$$

$$Y = 276.788.507,825$$

Untuk tahun 2024

$$Y = 232.438.359,5 + 53,02 (1038118) - 0,17 (57.616.752,66)$$

$$Y = 277.684.527,40$$

Untuk tahun 2025

$$Y = 232.438.359,5 + 53,02 (1064566) - 0,17 (60.891.070,22)$$

$$Y = 278.530.166,38$$

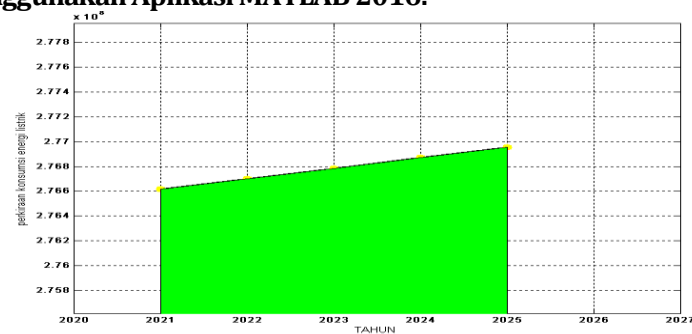
Dapat di lihat pada Tabel 11 Hasil peramalan dengan menggunakan metoda regresi berganda untuk perkiraan kWh.

Tabel 11. Hasil Peramalan Perkiraan kWh dengan Regresi Berganda dan perhitungan dengan aplikasi MATLAB.

No	Tahun	Perkiraan (kWh)	Hasil perhitungan dengan MATLAB
1	2021	275.359.428,93	275.359.428,93
2	2022	276.727.944,23	276.727.944,23
3	2023	276.788.507,83	276.788.507,83
4	2024	277.684.527,40	277.684.527,40
5	2025	278.530.166,38	278.530.166,38

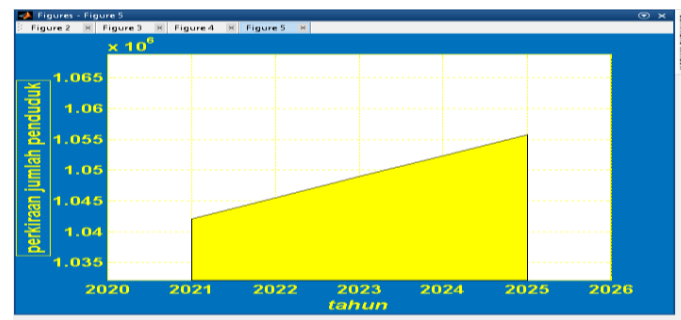
Sumber : Hasil Perhitungan.

3.7 Grafik Pertumbuhan konsumsi Listrik Di Gardu Induk Teluk Lembu Tahun 2021 - 2025 Dengan Menggunakan Aplikasi MATLAB 2016.



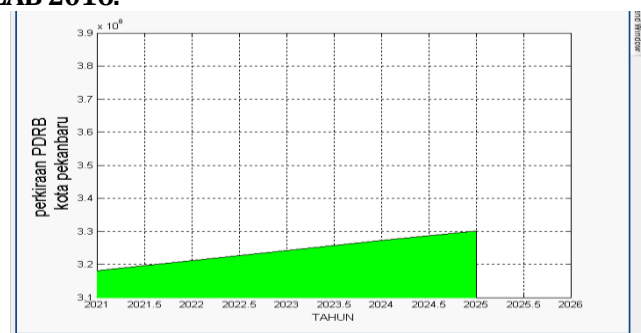
Gambar 6. Grafik Perkiraan Penggunaan kWh.

3.8 Grafik Pertumbuhan Penduduk Kota Pekanbaru Tahun 2021 - 2025 Dengan Menggunakan Aplikasi MATLAB 2016.



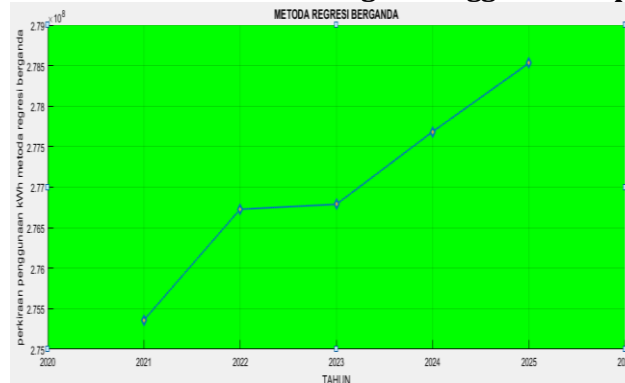
Gambar 7. Perkiraan Pertumbuhan Penduduk Kota Pekanbaru.

3.9 Grafik Pertumbuhan PDRB Kota Pekanbaru Tahun 2021 - 2025 Dengan Menggunakan Aplikasi MATLAB 2016.



Gambar 8. Perkiraan Pertumbuhan PDRB Kota Pekanbaru.

3.10 Grafik Perkiraan konsumsi Listrik Menggunakan Metoda Regresi Berganda Di Gardu Induk Teluk Lembu Tahun 2021 - 2025 Dengan Menggunakan Aplikasi MATLAB 2016.



Gambar 9 Grafik Perkiraan Kebutuhan Energi Listrik Metoda Regresi Berganda.

3.11 Perbandingan Hasil Dari Regresi Linear Dan Regresi Berganda.

Untuk hasil dari regresi linear pada konsumsi energy listrik peningkatan tiap tahun nya tidak terlalu besar atau hanya bertambah sekitar 1% tiap tahun nya di karenakan variable independen nya hanya satu atau faktor yang mempengaruhi nya, sedangkan untuk hasil dari regresi berganda yang mempunyai 2 variabel independen yaitu faktor independen yang pertama adalah faktor jumlah penduduk dan faktor independen yang kedua nya adalah faktor ekonomi kota Pekanbaru yang mana untuk hasil peramalan konsumsi energy listrik pada tahun 2021 – 2025 mengalami kenaikan oleh penyebab dari faktor jumlah penduduk dan faktor ekonomi kota Pekanbaru sehingga untuk hasil dari regresi linear dan regresi berganda berbeda.

4. KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil peramalan konsumsi energi listrik dengan menggunakan Regresi Linear di Gardu Induk Teluk Lembu trafo daya 2 tahun 2021 sebesar 276.615.324 kWh dan mengalami kenaikan tiap tahun nya sampai pada tahun 2025 sebesar 276.955.740 kWh.
2. Berdasarkan hasil peramalan konsumsi energi listrik dengan menggunakan metoda Regresi Berganda dengan indikator nya adalah jumlah penduduk dan PDRB kota pekanbaru pada Gardu Induk Teluk Lembu trafo daya 2 tahun 2021 sebesar 275.359.428 kWh dan terus mengalami kenaikan sampai tahun 2025 sebesar 278.530.166 kWh.
3. Berdasarkan hasil peramalan menggunakan regresi linear didapatkan pertumbuhan penduduk Kota Pekanbaru pada tahun sebanyak 1.042.053,63 jiwa dan relatif naik tiap tahun nya dan pada tahun 2025 sebanyak 1.055.790,50 jiwa.
4. Berdasarkan hasil peramalan dengan menggunakan regresi linear untuk pertumbuhan PDRB Kota Pekanbaru pada tahun 2021 sebesar 318.158.777,8 juta dan relatif naik sampai tahun 2025 sebesar 330.165.954,4 juta.

DAFTAR PUSTAKA

- Atmam, A., Zondra, E., & Monice, M. (2020). Analisis Pengaruh Perubahan Tegangan Dan Frekuensi Sumber Terhadap Tegangan Keluaran Rectifier. In *Prosiding Seminar pakar ke 3 tahun 2020, Buku 1: Sainas dan Teknologi* (pp. 1–6). pekanbaru.
- Albab, M. H. dkk. (2015). Proyeksi Kebutuhan Energi Listrik APJ Pekalongan Tahun 2014-2018 Dengan Metode Logika Fuzzy. *Transient*, 4(3), 1–6.
- Basri, H. (1997). *Sistem Distribusi Daya Listrik*. Jakarta: ISTN.
- Dessy syukriya Aryati, S. (1390). *Produk Domestik Regional Bruto Kota Pekanbaru*. Pekanbaru: Bps Kota Pekanbaru.

- Fadillah, M. B. (2015). Analisis Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik Tahun 2015-2024 Wilayah PLN Kota Pekanbaru Dengan Metode Gabungan. *Jom FTEKNIK*, 2(2), 1–10.
- Hutauruk, T. (1989). *Gelombang Berjalan Dan Proteksi Surja*. Jakarta, Indonesia: Erlangga.
- Marsudi, D., Generator, P., & Tobing, B. (2016). Peralatan Tegangan tinggi. *Pembangkitan Energi Listrik*, 7(1), 4–31.
- Munir, R. (2013). *Metode Numerik*. Bandung: Informatika.
- Nalcaci, G., Özmen, A., & Weber, G. W. (2019). Long-term load forecasting: models based on MARS, ANN and LR methods. *Central European Journal of Operations Research*, 27(4), 1033–1049. <https://doi.org/10.1007/s10100-018-0531-1>
- Pabla, A. (1994). *Sistem Distribusi Daya Listrik*, Ahli Bahasa Abdul Hadi. Jakarta: erlangga.
- Suyono. (2012). *Analisa Regresi untuk Penelitian*. Yogyakarta: Deepublish.
- Tjolleng, A. (2017). Pengantar pemrograman MATLAB: Panduan praktis belajar MATLAB. ResearchGate, (August), 217.
- Proteksi Transformator Pada PT . PLN (Persero) P3B Jawa-Bali APP Salatiga Gardu Induk 150 Kv Bantul, 2(2), 79–87.
- Tobing, B. (2016). *Peralatan Tegangan Tinggi*. (A. Drajat & L. Simarmata, Eds.), *Peralatan Tegangan tinggi* (2nd ed., Vol. 7). Jakarta: Erlangga.
- William H. Hayt, Jr., Kemmerly, Jack E., dan Durbin, Steven M., *Rangkaian Listrik Jilid 1*, Erlangga, Jakarta, 2005.
- Zulfahri zulfahri, Tanjung, A., & Monice, M. (2020). Optimalisasi Pengaturan Tegangan di Jaringan Listrik Dengan Menggunakan Genetik Algoritma. *Jurnal Teknik*, 14(2), 216–222. <https://doi.org/10.31849/teknik.v14i2.5113>