

PERAMALAN BEBAN PENYULANG PASSO PT. PLN (PERSERO) AREA AMBON MENGGUNAKAN METODE REGRESI LINIER BERGANDA

Apriyani Saputri Sukri¹, Jacob J. Rikumahu², Elisabeth T. Mbitu³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ambon

¹apriyani@gmail.com

Abstract - The need for electrical energy in the Passo feeder in Ambon City continues to increase every year. Ambon City in the past 10 years has experienced a fairly high level of economic growth (Ambon City in Figures, 2022), this is supported by the large number of housing developments, shopping centers and hotels that indirectly require large amounts of electrical energy. The feeder as a component of the electric power system plays an important role in the continuity of the supply of electric power to consumers. In this study, forecasting of the estimated load needs of Passo Feeder, PT PLN (Persero) Ambon is carried out in 2022 to 2026 using the multiple linear regression method. The results of the analysis show that the influence of the value of gross regional domestic product (GRDP) and population on electricity consumption at the Passo Area Ambon feeder is as follows: (i) Forecasting of gross regional domestic product (GRDP) for the period 2022 to 2026 using the trend method linear, has an increase every year ranging from 0.542 to 0.551% (ii) Forecasting the population of Passo village for the period 2022 to 2026 using the linear trend method, has an increase every year ranging from 1.751 to 1.848% (iii) Forecasting the total burden of the Passo village for the period 2022 to 2026 using the linear trend method, has an increase every year ranging from 5.758 to 6.961%

Keywords: Feeder; Forecasting; Burden; Regression Linear; Trend Linear

Abstrak - Kebutuhan energi listrik di penyulang Passo Kota Ambon setiap tahun terus meningkat. Kota Ambon dalam kurun waktu 10 tahun mengalami pertumbuhan tingkat perekonomian yang cukup tinggi (Kota Ambon Dalam Angka, 2022), Hal tersebut didukung dengan banyaknya pembangunan perumahan, pusat-pusat perbelanjaan dan perhotelan yang secara tidak langsung membutuhkan energi listrik yang tidak sedikit. Penyulang sebagai komponen sistem tenaga listrik memegang peranan penting pada kontinuitas suplai tenaga listrik kepada konsumen. Dalam penelitian ini dilakukan Peramalan terhadap perkiraan kebutuhan beban Penyulang Passo, PT PLN (Persero) Ambon pada tahun 2022 s/d 2026 dengan menggunakan metode regresi linier berganda. Hasil analisis memperlihatkan, bahwa pengaruh nilai produk domestik regional bruto (PDRB) dan jumlah penduduk terhadap pemakaian listrik pada penyulang Passo Area Ambon sebagai berikut : (i) Peramalan produk domestik regional bruto (PDRB) periode tahun 2022 s/d 2026 dengan menggunakan metode trend linier, mempunyai kenaikan setiap tahun berkisar dari 0,542 s/d 0,551% (ii) Peramalan jumlah penduduk desa Passo periode tahun 2022 s/d 2026 dengan menggunakan metode trend linier, mempunyai kenaikan setiap tahun berkisar dari 1,751 s/d 1,848% (iii) Peramalan jumlah beban desa Passo periode tahun 2022 s/d 2026 dengan menggunakan metode trend linier, mempunyai kenaikan setiap tahun berkisar dari 5,758 s/d 6,961%

Kata Kunci: Penyulang; Peramalan; Beban; Regresi Linier; Trend Linier

I. PENDAHULUAN

Kehidupan masyarakat sangat bergantung kepada sumber daya energi, salah satunya adalah energi listrik. Pertumbuhan ekonomi, perkembangan dunia industri, pertambahan jumlah penduduk, serta pesatnya kemajuan teknologi merupakan penyebab utama dalam peningkatan jumlah penggunaan listrik di Indonesia. Fenomena peningkatan kebutuhan listrik di masyarakat saat ini mengharuskan PT PLN (Perusahaan Listrik Negara) selaku penyalur utama listrik, perlu melakukan perencanaan operasi dan perencanaan sistem pengembangan tenaga listrik untuk mengetahui seberapa besar daya listrik yang harus disalurkan ke konsumen agar daya listrik yang ditransmisikan tepat sasaran dan tepat ukuran.

Kebutuhan energi listrik di penyulang Passo Kota Ambon tiap tahun terus meningkat. Kota Ambon dalam kurun waktu 10 tahun mengalami pertumbuhan tingkat perekonomian yang cukup tinggi [1], hal tersebut didukung dengan banyaknya pembangunan perumahan, pusat-pusat perbelanjaan dan perhotelan yang secara tidak langsung membutuhkan

energi listrik yang tidak sedikit. Penyulang (feeder) sebagai komponen sistem tenaga listrik memegang peranan penting pada kontinuitas suplai tenaga listrik kepada konsumen.

Sebagai dasar dalam perencanaan, baik perencanaan operasi maupun perencanaan sistem pengembangan tenaga listrik, salah satu hal yang paling penting adalah peramalan (forecasting) yang tepat untuk mengetahui kebutuhan tenaga listrik dalam kurun waktu tertentu [2]. Pada penelitian ini dilakukan peramalan beban listrik pada penyulang Passo, karena dari fakta dilapangan penyulang Passo melayani beban yang pada setiap tahunnya semakin meningkat. Peramalan dilakukan dengan menggunakan metode peramalan Regresi Linier Berganda.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi Konsumsi Beban

Secara umum beban yang dilayani oleh sistem distribusi listrik dibagi dalam beberapa sektor yaitu sektor perumahan, sektor industri, sektor komersial dan sektor usaha. Masing-masing sektor beban tersebut mempunyai sifat yang berbeda, sebab hal ini berkaitan dengan pola konsumsi energi pada masing-masing konsumen di sektor tersebut. Karakteristik beban yang banyak disebut dengan pola pembebanan pada sektor perumahan ditunjukkan oleh adanya fluktuasi konsumsi energi elektrik yang sangat besar. Hal ini disebabkan konsumsi energi elektrik tersebut lebih dominan di malam hari. Sedangkan pada sektor industri, fluktuasi konsumsi energi sepanjang hari akan hampir sama, sehingga perbandingan beban puncak dengan beban rata-rata hampir mendekati satu. Beban pada sektor komersial dan usaha mempunyai karakteristik yang hampir sama, hanya pada sektor komersial akan mempunyai beban puncak yang lebih tinggi pada waktu malam hari.

Berdasarkan jenis konsumsi energi listrik, beban listrik bagi dalam :

a. Beban Rumah Tangga

Beban listrik rumah tangga pada umumnya berupa lampu untuk penerangan, alat-alat rumah tangga, seperti : kipas angin, pemanas air, lemari es, dan lain-lain.

b. Beban Komersial

Beban komersial (bisnis) pada umumnya terdiri atas penerangan untuk reklame, kipas angin, penyejuk udara, dan alat-alat listrik lainnya yang diperlukan untuk restoran, hotel dan juga perkantoran. Beban ini secara drastis naik di siang hari untuk beban perkantoran dan pertokoan, dan akan menurun di sore hari.

c. Beban Industri

Beban Industri dibedakan dalam skala kecil dan skala besar, untuk skala kecil banyak beroperasi pada siang hari sedangkan industri skala besar sekarang ini banyak yang beroperasi sampai dengan 24 jam.

d. Beban Fasilitas Umum

Beban fasilitas umum lebih dominan pada siang dan malam hari.

2.2 Karakteristik Umum Beban Listrik

Karakteristik beban secara umum adalah faktor utama yang paling penting dalam perencanaan sistem tenaga listrik hal ini diperlukan agar sistem tegangan dapat dianalisis dengan baik dan karakteristik sangat penting untuk menentukan kapasitas pembebanan yang tersedia dari suatu gardu serta dapat memastikan kapasitas transformator secara benar dan cermat. (Bahtiar, 2012). Untuk menentukan karakteristik beban ada beberapa faktor yang paling penting :

2.2.1 Faktor Beban (Load Factor)

Faktor beban adalah perbandingan antara beban rata-rata terhadap beban puncak yang diukur dalam suatu periode tertentu, faktor beban sendiri biasanya dipakai untuk mengetahui faktor beban harian, bulanan maupun tahunan.

Rumus (2.1) adalah rumus untuk mencari nilai faktor beban (penulisannya) :

$$F_{LD} = \frac{\text{Beban rata - rata}}{\text{Beban Puncak}} \dots\dots\dots (1)$$
$$F_{LD} = \frac{\text{Beban rata - rata} \times T}{\text{Beban Puncak} \times T}$$

Keterangan:

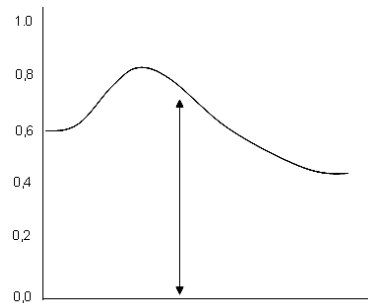
FLD = Faktor beban

T = Waktu

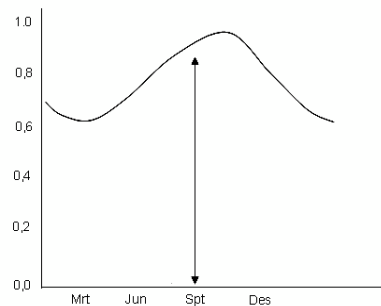
Dimana T adalah waktu dalam beberapa hari, minggu, bulan, atau tahun. Semakin lama periode T maka semakin kecil factor yang di hasilkan, alasannya adalah bahwa untuk permintaan maksimum yang sama mencakup periode waktu yang lebih besar 6 dan menghasilkan beban rata-rata yang lebih kecil. Disini, ketika T (waktu) dipilih dalam beberapa hari, minggu, bulan, atau tahun, gunakan itu masing-masing seperti 241, 68, 730 maupun 8760 jam.

2.3 Faktor Beban harian rata-rata

Faktor beban harian rata – rata , gambar berikut yaitu dasar dari faktor beban tahunan total.



Gambar 1 Grafik Beban Puncak Harian (30 hari)



Gambar 2 Grafik Beban Puncak Bulanan

2.4 Peramalan (Forecasting)

2.4.1 Definisi Peramalan

Peramalan pada dasarnya merupakan perkiraan suatu peristiwa di masa mendatang. Dimana situasi peramalan sangat beragam dalam horison waktu peramalan, faktor yang menentukan hasil sebenarnya, tipe pola data dan berbagai aspek lainnya. Sebelum melakukan peramalan harus diketahui terlebih dahulu apa sebenarnya persoalan dalam pengambilan keputusan itu.

Peramalan adalah pemikiran terhadap suatu besaran, misalnya untuk menentukan pembebanan pada periode yang akan datang. Pada hakekatnya peramalan hanya merupakan suatu perkiraan (guess) dengan menggunakan teknik-teknik tertentu, maka peramalan menjadi lebih sekedar perkiraan. Peramalan dapat dikatakan perkiraan yang ilmiah (educated guess). Setiap pengambilan keputusan yang menyangkut keadaan di masa yang akan datang, maka pasti ada peramalan yang melandasi pengambilan keputusan. Tujuan peramalan adalah untuk meredam ketidakpastian, sehingga diperoleh suatu perkiraan yang mendekati keadaan yang sebenarnya. Jika hasil peramalan mendekati akurat, maka hal ini sangat berpengaruh besar untuk proses pengambilan keputusan pada perusahaan.

2.4.2 Jangka Waktu Peramalan

Jangka waktu peramalan dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori, yaitu [3] :

1. Jangka pendek (Short Term), peramalan untuk jangka waktu kurang dari tiga bulan.
2. Jangka menengah (Medium Term), peramalan untuk jangka waktu antara tiga bulan sampai tiga tahun.
3. Jangka panjang (Long Term), peramalan untuk jangka waktu lebih dari tiga tahun. Untuk menghadapi penggunaan yang luas seperti itu beberapa teknik telah dikembangkan.

2.4.3 Metode Peramalan

Beberapa metode peramalan yang dapat digunakan berdasarkan sifatnya :

- a. Peramalan Kualitatif Peramalan kualitatif adalah peramalan yang didasarkan atas pendapat suatu pihak dan datanya tidak dapat direpresentasikan secara tegas menjadi suatu angka atau nilai. Hasil peramalan yang dibuat sangat bergantung pada orang yang menyusunnya. Hal ini penting karena hasil peramalan tersebut ditentukan berdasarkan pemikiran yang intuisi, pendapat dan pengetahuan serta pengalaman penyusunnya.
- b. Peramalan Kuantitatif (Statistic method) Peramalan kuantitatif adalah peramalan yang didasarkan atas data kuantitatif masa lalu dan dapat dibuat dalam bentuk angka. Peramalan kuantitatif hanya dapat digunakan apabila terdapat tiga kondisi sebagai berikut [3] :

1. Informasi tentang keadaan masa lalu.
 2. Informasi tersebut dapat dikuantifikasikan dalam bentuk data numerik.
 3. Dapat diasumsikan bahwa beberapa aspek pola masa lalu akan terus berkelanjutan pada masa yang akan datang.
- Terdapat beberapa model peramalan yang tergolong metode kuantitatif, yaitu:

a. Model Trend Linier

Trend Linear memiliki persamaan yang secara umum dapat dinyatakan sebagai berikut [4] :

$$Y = a + bX \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

Y : nilai trend pada periode tertentu

X : periode waktu

a : intersep dari persamaan trend

b : koefisien kemiringan atau gradien dari persamaan trend yang menunjukkan besarnya suatu perubahan suatu unit pada X

b. Model Time Series (Deret Waktu)

Metode Time Series berhubungan dengan nilai-nilai suatu variabel yang diatur secara periodisasi sepanjang periode waktu dimana prakiraan permintaan diproyeksikan. Misalnya mingguan, bulanan, kuartalan, dan tahunan, tergantung keinginan dari pihak-pihak yang melakukan prakiraan permintaan ini. Metode ini semata-mata mendasarkan diri pada data dan keadaan masa lampau. Jika keadaan di masa yang akan datang cukup stabil dalam arti tidak banyak perubahan yang berarti dengan keadaan masa lampau, metode ini dapat memberikan hasil peramalan yang cukup akurat.

2.4.4 Metode Regresi Linier

a. Pendahuluan

Penggunaan statistika dalam mengolah data penelitian berpengaruh terhadap tingkat analisis hasil penelitian. Penelitian-penelitian dalam bidang ilmu pengetahuan alam (IPA) yang menggunakan perhitungan-perhitungan statistika, akan menghasilkan data yang mendekati benar jika memperhatikan tata cara analisis data yang digunakan. Dalam memprediksi dan mengukur nilai dari pengaruh satu variabel (bebas/independent/ predictor) terhadap variabel lain (tak bebas/dependent/response) dapat digunakan uji regresi. Analisis/uji regresi merupakan suatu kajian dari hubungan antara satu variabel, yaitu variabel yang diterangkan (the explained variabel) dengan satu atau lebih variabel, yaitu variabel yang menerangkan (the explanatory). Apabila variabel bebasnya hanya satu, maka analisis regresinya disebut dengan regresi sederhana. Apabila variabel bebasnya lebih dari satu, maka analisis regresinya dikenal dengan regresi linear berganda. Dikatakan berganda karena terdapat beberapa variabel bebas yang mempengaruhi variabel tak bebas. Analisis/uji regresi banyak digunakan dalam perhitungan hasil akhir untuk penulisan karya ilmiah/penelitian. Hasil perhitungan analisis/uji regresi akan dimuat dalam kesimpulan penelitian dan akan menentukan apakah penelitian yang sedang dilakukan berhasil atau tidak. Analisis perhitungan pada uji regresi menyangkut beberapa perhitungan statistika seperti uji signifikansi (uji-t, uji-F), anova dan penentuan hipotesis. Hasil dari analisis/ uji regresi berupa suatu persamaan regresi. Persamaan regresi ini merupakan suatu fungsi prediksi variabel yang mempengaruhi variabel lain. Dalam modul ini dibahas regresi linier sederhana dan pengujian signifikansi hipotesis menggunakan uji-t.

b. Regresi Linier Berganda

Model regresi linier berganda merupakan suatu persamaan yang menggambarkan hubungan antara dua atau lebih variabel bebas/ predictor ($X_1, X_2, \dots, X_n$) dan satu variabel tak bebas/ response (Y). Tujuan dari analisis regresi linier berganda adalah untuk memprediksi nilai variabel tak bebas/ response (Y) jika nilai variabel-variabel bebas/ predictor ($X_1, X_2, \dots, X_n$) diketahui. Disamping itu juga untuk mengetahui arah hubungan antara variabel tak bebas dengan variabel-variabel bebas. Persamaan regresi linier berganda secara matematik diekspresikan oleh :

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n \dots\dots\dots (3)$$

yang mana :

Y = variable tak bebas (nilai yang akan diprediksi)

a = konstanta

$b_1, b_2, \dots, b_n$ = koefisien regresi

$X_1, X_2, \dots, X_n$ = variable bebas

Bila terdapat 2 variable bebas, yaitu X_1 dan X_2 , maka bentuk persamaan regresinya adalah :

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 \dots\dots\dots (4)$$

Keadaan-keadaan bila nilai koefisien-koefisien regresi b_1 dan b_2 adalah : (I Made Yuliara, 2016)

a. Bernilai 0, maka tidak ada pengaruh X_1 dan X_2 terhadap Y

- b. Bernilai negatif, maka terjadi hubungan yang berbalik arah antara variabel bebas X_1 dan X_2 dengan variabel tak bebas Y
- c. Bernilai positif, maka terjadi hubungan yang searah antara variabel bebas X_1 dan X_2 dengan variabel tak bebas Y
- Konstanta a dan koefisien-koefisien regresi b_1 dan b_2 dapat dihitung menggunakan rumus :

$$a = \frac{(\sum Y) - (b_1 \times \sum x_1) - (b_2 \times \sum x_2)}{n} \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$b_1 = \frac{[(\sum x_2^2 \times \sum x_1 y) - (\sum x_2 y \times \sum x_1 x_2)]}{[(\sum x_1^2 \times \sum x_2^2) - (\sum x_1 \times x_2)^2]} \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$b_2 = \frac{[(\sum x_1^2 \times \sum x_2 y) - (\sum x_1 y \times \sum x_1 x_2)]}{[(\sum x_1^2 \times \sum x_2^2) - (\sum x_1 \times x_2)^2]} \quad \dots\dots\dots (7)$$

yang mana :

$$\sum x_1^2 = \sum X_1^2 - \frac{(\sum X_1)^2}{n} \quad \dots\dots\dots (8)$$

$$\sum x_2^2 = \sum X_2^2 - \frac{(\sum X_2)^2}{n} \quad \dots\dots\dots (9)$$

$$\sum y^2 = \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n} \quad \dots\dots\dots (10)$$

$$\sum x_1 y = \sum X_1 Y - \frac{\sum X_1 \sum Y}{n} \quad \dots\dots\dots (11)$$

$$\sum x_2 y = \sum X_2 Y - \frac{\sum X_2 \sum Y}{n} \quad \dots\dots\dots (12)$$

$$\sum x_1 x_2 = \sum X_1 X_2 - \frac{\sum X_1 \sum X_2}{n} \quad \dots\dots\dots (13)$$

Metode alternatif, yaitu metode matriks (metode kuadrat terkecil) a , b_1 dan b_2 dapat ditentukan dengan menyusun suatu persamaan [5]:

$$\sum x_1 y = \sum X_1 Y - \frac{\sum X_1 \sum Y}{n} \quad \dots\dots\dots (14)$$

$$\sum x_2 y = \sum X_2 Y - \frac{\sum X_2 \sum Y}{n} \quad \dots\dots\dots (15)$$

$$\sum x_1 x_2 = \sum X_1 X_2 - \frac{\sum X_1 \sum X_2}{n} \quad \dots\dots\dots (16)$$

Matriks dengan 3 variabel :

$$\begin{aligned} m_{11}a + m_{12}b_1 + m_{13}b_2 &= h_1 \\ m_{21}a + m_{22}b_1 + m_{23}b_2 &= h_2 \\ m_{31}a + m_{32}b_1 + m_{33}b_2 &= h_3 \end{aligned} \quad \dots\dots\dots (17)$$

$$\begin{bmatrix} m_{11} & m_{12} & m_{13} \\ m_{21} & m_{22} & m_{23} \\ m_{31} & m_{32} & m_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_1 \\ h_2 \\ h_3 \end{bmatrix} \quad \dots\dots\dots (18)$$

$$a = \frac{\det M_1}{\det M} \quad b_1 = \frac{\det M_2}{\det M} \quad b_2 = \frac{\det M_3}{\det M} \quad \dots\dots\dots (19)$$

2.5. Analisa Trend Linear

Analisa deret waktu yang hasilnya berupa persamaan trend yang dapat digunakan untuk peramalan kedepan (forecasting). Metode trend yaitu metode yang dibuat berdasarkan kecendrungan hubungan masa lalu tanpa memperhatikan penyebab atau hal-hal yang mempengaruhinya (pengaruh ekonomi, iklim, teknologi, dan lain-lain). Berikut persamaan trend linear yang digunakan untuk peramalan sebagai berikut [6]:

$$Y_t = a + bX_t \quad \dots\dots\dots (20)$$

dimana:

Y_t = Pembebanan pada waktu t

X_t = Periodewaktu t (hari, minggu, bulan, tahun)

a = nilai tetap (konstanta) atau nilai Y_t pada X_t sama dengan nol

b = kemiringan (slope) atau perubahan nilai Y dari waktu ke waktu.

Untuk menentukan nilai konstanta a dan b sebagai berikut :

$$b = \frac{n\sum XY - \sum X Y}{n\sum X^2 - (\sum X)^2} \dots\dots\dots (21)$$

$$a = \frac{\sum Y}{n} - b \left(\frac{\sum X}{n} \right) \dots\dots\dots (22)$$

dimana:

n = jumlah data

$\sum X$ = jumlah periode waktu t

$\sum Y$ = jumlah pembebanan pada waktu t

$\sum XY$ = jumlah periode waktu t dikali jumlah pembebanan pada waktu t

III. METODOLOGI

Penelitian ini di laksanakan pada PT. PLN Area Ambon, khususnya pada transformator distribusi yang terpasang pada penyulang Passo. Jenis yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Survey Research* (penelitian survei), dimana tidak dilakukan perubahan atau tidak ada perlakuan khusus terhadap variabel yang diteliti.

Jenis data yang diperlukan untuk melakukan analisis perhitungan, (i) pembebanan penyulang (MW), (ii) produk domestik regional bruto (PDRB), (iii) jumlah penduduk.

Analisis umur pakai transformator distribusi pada penelitian ini, difokuskan pada (i) penentuan presentasi daya beban, tegangan output dan arus beban trafo distribusi, (ii) perhitungan nilai presentasi error umur pakai trafo distribusi, (iii) perhitungan kehilangan umur pakai trafo distribusi, (iv) perhitungan sisa umur pakai trafo distribusi, (v) perhitungan prediksi umur pakai trafo distribusi dan (vi) kesimpulan

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Diskripsi Lokasi Penelitian

Penyulang Passo merupakan salah satu dari 7 penyulang yang dilayani oleh gardu induk (GI) Passo yang berada di wilayah PT. PLN (Persero) Area Ambon. Untuk dapat melakukan perhitungan, maka diperlukan sejumlah data-data masukan, berikut beberapa data masukan yang menjadi objek penelitian dan analisis :

4.1.2 Data Penyulang Passo

Tabel 1 Data Transformator Penyulang Passo

No.	Tranformator					
	Nama	Daya (kVA)	Fasa	Jenis Pendingin	Teg. Primer (kV)	Jenis Gardu
1	BGLWHR2003	50	3	ONAN	400	Portal
2	BGLWHR2004	100	3	ONAN	400	Portal
3	BGLWHR2005	200	3	ONAN	400	Portal
4	BGLWHR2006	160	3	ONAN	400	Portal
5	BGLWHR2015	500	3	ONAN	400	Portal

4.1.3 Data PDRB

Data PDRB (Produk Domestik Regional Bruto) Kota Ambon

Tabel 2 PDRB Passo

No	Tahun	PDRB (Rupiah)
1	2019	14,542,800.67
2	2020	14,838,718.93
3	2021	14,706,630.00

4.1.4 Data Jumlah Penduduk Desa Passo

Tabel 3 Jumlah Penduduk Passo

Tahun	Jiwa (dalam ribuan)		
	Laki-laki	Perempuan	Jumlah
2019	31,033	31,617	62,650
2020	31,802	32,096	63,898
2021	32,231	32,871	65,102

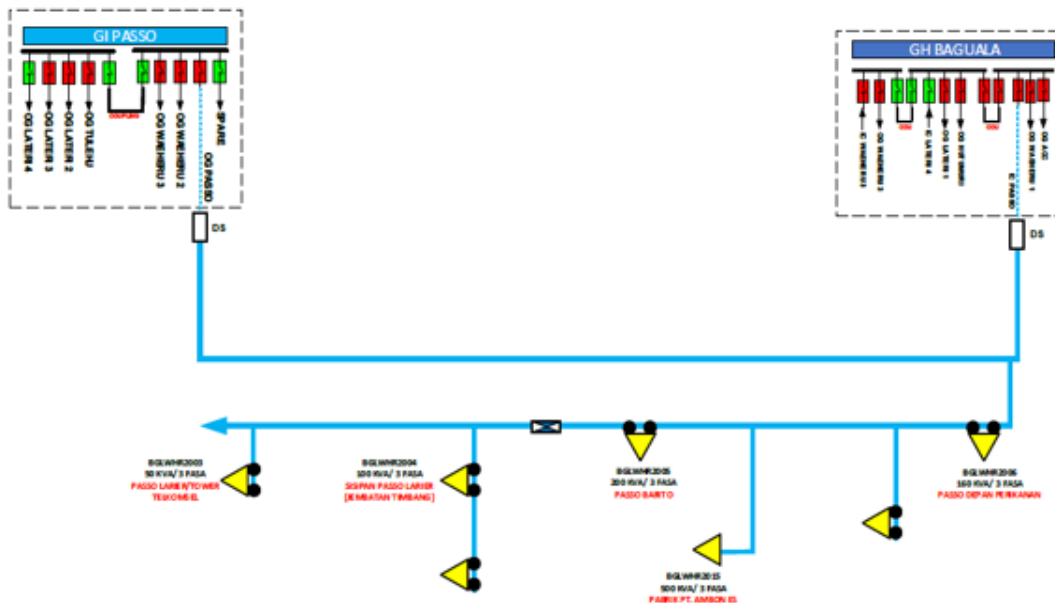
4.1.5 Data Pembebanan

Data pembebanan penyulang Passo tahun 2019 s/d 2021 adalah sebagai berikut :

Tabel 4 Data Pembebanan

No.	Tahun	Beban (MW)
1	2019	1,275.67
2	2020	1,213.90
3	2021	1,490.22

4.1.6 Single Line Diagram



Gambar 3 Single Line Diagram Penyulang Passo

4.2 Pembahasan

Analisis data penelitian diawali dengan menganalisa dan meramal pertumbuhan penduduk dan PDRB setiap tahun, sampai dengan tahun 2026 menggunakan metode trend linier. Setelah itu dapat meramalkan beban setiap tahun penyulang Passo sebagai variabel terikat (Y), dengan variabel bebasnya adalah Produk Domestik Regional Bruto (X_1) dan jumlah penduduk wilayah tersebut (X_2), kemudian dapat membuat persamaan regresi pendekatan dengan metode regresi linier berganda. Setelah itu didapatkan hasil peramalan pembebanan pada tahun 2022 s/d 2026 ke depan.

4.2.1 Perhitungan Trend Linier

a) PDRB

Perhitungan dilakukan dengan persamaan 20 s/d 22 sebagai berikut :

i) 2019 s/d 2021

Tabel 5 Variabel X dan Y Tahun 2019 s/d 2021

No.	Tahun	Y	X	XY	X ²
1	2019	14.54	-1	-14.54	1
2	2020	14.84	0	0	0
3	2021	14.71	1	14.71	1
Σ		44.08815		0.163829	2

Peramalan 2022

$$a = \frac{\sum Y}{n} = \frac{44,08815}{3} = 14,70$$

$$b = \frac{\sum XY}{\sum X^2} = \frac{0,163829}{2} = 0,08$$

$$Y = a + bX = 14,70 + 0,08 \times 2 = 14,86$$

Tabel 6 Peramalan PDRB tahun 2022

No.	Tahun	Y	X	XY	X ²
1	2019	14.54	-1	-14.54	1
2	2020	14.84	0	0	0
3	2021	14.71	1	14.71	1
4	2022	14.86	2		

ii) 2019 s/d 2022

Tabel 7 Variabel X dan Y Tahun 2019 s/d 2022

No.	Tahun	Y	X	XY	X ²
1	2019	14.54	-3	-43.63	9
2	2020	14.84	-1	-14.84	1
3	2021	14.71	1	14.71	1
4	2022	14.86	3	44.58	9
Σ		58.95		0.819147	20

Peramalan 2023

$$a = \frac{\sum Y}{n} = \frac{58,86}{4} = 14,74$$

$$b = \frac{\sum XY}{\sum X^2} = \frac{0,819147}{20} = 0,04$$

$$Y = a + bX = 14,74 + 0,04 \times 5 = 14,94$$

Tabel 8 Peramalan PDRB tahun 2023

No.	Tahun	Y	X	XY	X ²
1	2019	14.54	-3	-43.63	9
2	2020	14.84	-1	-14.84	1
3	2021	14.71	1	14.71	1
4	2022	14.86	3	44.58	9
5	2023	14.94	5		

Hasil Peramalan Tahun 2022 s/d 2026

Tabel 9 Peramalan PDRB tahun 2022 s/d 2026

No.	Tahun	PDRB (Juta Rupiah)
1	2022	14,86
2	2023	14,94
3	2024	15,02
4	2025	15,11
5	2026	15,19

b) Jumlah Penduduk

Perhitungan dilakukan dengan persamaan 2.22 s/d 2.24 sebagai berikut :

i) 2019 s/d 2021

Tabel 10 Variabel X dan Y Tahun 2019 s/d 2021

No.	Tahun	62,650	X	XY	X ²
1	2019	63,898	-1	-62,650	1
2	2020	65,102	0	0	0
3	2021	62,650	1	65,102	1
Σ		191,650		2,452	2

Peramalan 2022

$$a = \frac{\sum Y}{n} = \frac{191,65}{3} = 63,88$$

$$b = \frac{\sum XY}{\sum X^2} = \frac{2,452}{2} = 1,23$$

$$Y = a + bX = 63,88 + 1,23 \times 2 = 66,335$$

Tabel 11 Peramalan Jumlah Penduduk tahun 2022

No.	Tahun	Y	X	XY	X ²
1	2019	62,650	-1	-62,650	1
2	2020	63,898	0	0	0
3	2021	65,102	1	65,102	1
4	2022	66,335	2		

ii) 2019 s/d 2022

Tabel 12 Variabel X dan Y Tahun 2019 s/d 2022

No.	Tahun	Y	X	XY	X ²
1	2019	62,650	-3	-187,950	9
2	2020	63,898	-1	-63,898	1
3	2021	65,102	1	65,102	1
4	2022	66,335	3	199,006	9
Σ		257,985		12,260	20

Peramalan 2023

$$a = \frac{\sum Y}{n} = \frac{257,99}{4} = 64,496$$

$$b = \frac{\sum XY}{\sum X^2} = \frac{12,26}{20} = 0,613$$

$$Y = a + bX = 64,50 + 0,61 \times 5 = 67,561$$

Tabel 13 Peramalan Jumlah Penduduk tahun 2023

No.	Tahun	Y	X	XY	X ²
1	2019	62,650	-3	-187,950	9
2	2020	63,898	-1	-63,898	1
3	2021	65,102	1	65,102	1
4	2022	66,335	3	199,006	9
5	2023	67,561	5		

Hasil Peramalan Tahun 2022 s/d 2026

Tabel 14 Peramalan Jumlah Penduduk tahun 2022 s/d 2026

No.	Tahun	Jumlah Penduduk
1	2022	66,335
2	2023	67,561
3	2024	68,787
4	2025	70,013
5	2026	71,239

4.2.2 Perhitungan Regresi Linier Berganda

Perhitungan regresi linier berganda dilakukan untuk peramalan beban listrik penyulang Passo tahun 2022 s/d 2026, menggunakan data pembebanan penyulang Passo tahun 2019 s/d 2021, data peramalan PDRB dan jumlah penduduk tahun 2019 s/d 2026 dengan menggunakan persamaan 2.2 s/d 2.21, sebagai berikut :

a) Data Variabel Terikat (Y) dan Variabel Bebas (X)

Tabel 15 Data Variabel X dan Y Pembebanan Tahun 2019 s/d 2021

Tahun	Y	X ₁	X ₂	X ₁ Y	X ₂ Y	X ₁ X ₂	X ₁ ²	X ₂ ²
2019	1.275,67	14,54	62,650	18.551,85	79.920,88	911,11	211,49	3.925
2020	1.213,90	14,84	63,898	18.012,73	77.565,81	948,16	220,19	4.083
2021	1.490,22	14,71	65,102	21.916,12	97.016,32	957,43	216,28	4.238
Σ	3.979,79	44,09	191,650	58.480,70	254.503,01	2.816,70	647,97	12.246

b) Penentuan Matriks A dan H

i) Matriks A

$$A = \begin{bmatrix} n & \sum X_1 & \sum X_2 \\ \sum X_1 & \sum X_1^2 & \sum X_1 X_2 \\ \sum X_2 & \sum X_1 X_2 & \sum X_2^2 \end{bmatrix}$$

$$A = \begin{bmatrix} 3 & 44,09 & 191,650 \\ 44,09 & 647,97 & 2816,70 \\ 191,650 & 2816,70 & 12246 \end{bmatrix}$$

ii) Matriks H

$$H = \begin{bmatrix} \sum Y \\ \sum X_1 Y \\ \sum X_2 Y \end{bmatrix}$$

$$H = \begin{bmatrix} 3979,79 \\ 58480,70 \\ 254503,01 \end{bmatrix}$$

iii) Matriks A1

$$A1 = \begin{bmatrix} \sum Y & \sum X_1 & \sum X_2 \\ \sum X_1 Y & \sum X_1^2 & \sum X_1 X_2 \\ \sum X_2 Y & \sum X_1 X_2 & \sum X_2^2 \end{bmatrix}$$

$$A1 = \begin{bmatrix} 3979,79 & 44,09 & 191,650 \\ 58480,70 & 647,97 & 2816,70 \\ 254503,01 & 2816,70 & 12246 \end{bmatrix}$$

iv) Matriks A2

$$A2 = \begin{bmatrix} n & \sum Y & \sum X_2 \\ \sum X_1 & \sum X_1 Y & \sum X_1 X_2 \\ \sum X_2 & \sum X_2 Y & \sum X_2^2 \end{bmatrix}$$

$$A2 = \begin{bmatrix} 3 & 3979,79 & 191,650 \\ 44,09 & 58480,70 & 2816,70 \\ 191,650 & 254503,01 & 12246 \end{bmatrix}$$

v) Matriks A3

$$A3 = \begin{bmatrix} n & \sum X_1 & \sum Y \\ \sum X_1 & \sum X_1^2 & \sum X_1 Y \\ \sum X_2 & \sum X_1 X_2 & \sum X_2 Y \end{bmatrix}$$

$$A3 = \begin{bmatrix} 3 & 44,09 & 3979,79 \\ 44,09 & 647,97 & 58480,70 \\ 191,650 & 2816,70 & 254503,01 \end{bmatrix}$$

c) Perhitungan Determinan

i) Determinan Matriks A

$$A = \begin{bmatrix} 3 & 44,09 & 191,650 \\ 44,09 & 647,97 & 2816,70 \\ 191,650 & 2816,70 & 12246 \end{bmatrix}$$

$$\det(A) = 0,27$$

ii) Determinan Matriks A1

$$A1 = \begin{bmatrix} 3979,79 & 44,09 & 191,650 \\ 58480,70 & 647,97 & 2816,70 \\ 254503,01 & 2816,70 & 12246 \end{bmatrix}$$

$$\det(A1) = 1120,36$$

iii) Determinan Matriks A2

$$A2 = \begin{bmatrix} 3 & 3979,79 & 191,650 \\ 44,09 & 58480,70 & 2816,70 \\ 191,650 & 254503,01 & 12246 \end{bmatrix}$$

$$\det(A2) = -218,47$$

iv) Determinan Matriks A3

$$A3 = \begin{bmatrix} 3 & 44,09 & 3979,79 \\ 44,09 & 647,97 & 58480,70 \\ 191,650 & 2816,70 & 254503,01 \end{bmatrix}$$

$$\det(A3) = 38,36$$

d) Perhitungan Regresi Linier Berganda

$$Y = b_1 + b_2(X_1) + b_3(X_2)$$

i) Nilai b1

$$b_1 = \frac{\det(A_1)}{\det(A)} = \frac{1120,36}{0,27} = \mathbf{4125,35}$$

ii) Nilai b2

$$b_2 = \frac{\det(A_2)}{\det(A)} = \frac{-218,47}{0,27} = \mathbf{-804,44}$$

iii) Nilai b3

$$b_3 = \frac{\det(A_3)}{\det(A)} = \frac{38,36}{0,27} = \mathbf{141,25}$$

e) Perhitungan Variabel Bebas (Y) Beban 2022 s/d 2026**i) Tahun 2022**

$$Y = b_1 + b_2(X_1) + b_3(X_2)$$

$$Y = 42125,35 + (-804(14,86)) + 141,25(66,335)$$

$$Y = 1541,146$$

dimana, X1 (ramalan PDRB 2022) = 14,86 dan X2 (ramalan jumlah penduduk 2022) = 66,336, sehingga besarnya peramalan beban penyulang Passo 2022 = **1541,15 MW**

ii) Tahun 2023

$$Y = b_1 + b_2(X_1) + b_3(X_2)$$

$$Y = 42125,35 + (-804(14,94)) + 141,25(67,561)$$

$$Y = 1648,420$$

dimana, X1 (ramalan PDRB 2023) = 14,94 dan X2 (ramalan jumlah penduduk 2023) = 67,561, sehingga besarnya peramalan beban penyulang Passo 2023 = **1648,42 MW**

f) Peramalan Beban Penyulang Passo 2022 s/d 2026**Tabel 16 Hasil Peramalan Tahun 2022 s/d 2026**

No.	Tahun	PDRB		Penduduk		Beban	
		Jutaan	%	Ratusan	%	MW	%
1	2022	14,860		66,335		1541,146	
2	2023	14,942	0,551%	67,561	1,848%	1648,420	6,961%
3	2024	15,024	0,548%	68,787	1,815%	1755,693	6,508%
4	2025	15,106	0,545%	70,013	1,782%	1862,967	6,110%
5	2026	15,188	0,542%	71,239	1,751%	1970,241	5,758%

V. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan analisis data pada bab sebelumnya, bahwa pengaruh nilai produk domestik regional bruto (PDRB) dan jumlah penduduk terhadap pemakaian listrik pada penyulang Passo Area Ambon dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Peramalan produk domestik regional bruto (PDRB) periode tahun 2022 s/d 2026 dengan menggunakan metode trend linier, mempunyai kenaikan setiap tahun berkisar dari 0,542 s/d 0,551%
2. Peramalan jumlah penduduk desa Passo periode tahun 2022 s/d 2026 dengan menggunakan metode trend linier, mempunyai kenaikan setiap tahun berkisar dari 1,751 s/d 1,848%
3. Peramalan jumlah beban desa Passo periode tahun 2022 s/d 2026 dengan menggunakan metode trend linier, mempunyai kenaikan setiap tahun berkisar dari 5,758 s/d 6,961%

5.2. Saran

Berdasarkan pembahasan dan analisa hasil serta kesimpulan, maka disarankan sebagai berikut:

1. Untuk menjaga kualitas penyaluran daya listrik kepada pelanggan, memperhatikan kenaikan beban setiap tahun per trafo distribusi yang terpasang pada penyulang Passo.
2. Untuk menjaga keandalan trafo distribusi akibat pembebanan lebih pada saat beban puncak agar pembebanannya tidak melebihi 80% dari kapasitas trafo yang ada pada penyulang Passo, dapat dilakukan mutasi gardu ataupun ditambahkan trafo sisipan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] BPS Kota Ambon, (2022), Kota Ambon dalam Angka 2022
- [2] Supranto, J. 1981. "Statistik Teori Dan Aplikasi". Erlangga: Jakarta
- [3] T.W. Prasetyo, (2017), Landasan Teori Data Mining, <http://eprints.umg.ac.id/> diakses pada 17 Maret 2022
- [4] Riana Dwiza, (2012), Statistika Deskriptif Itu Muda, Jelajah Nusa, Tangerang
- [5] I Made Yuliara, (2016), Regresi Linier Berganda, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana, Denpasar
- [6] Yolla Yaumil Rizki, Edy Ervianto, (2019), Perkiraan Umur Transformator Berdasarkan Pengaruh Pembebanan Dan Temperatur Lingkungan Menggunakan Metode Trend Linear, JOM FTEKNIK Volume 6 Edisi 2 Juli s/d Desember 20