

ESTIMASI PENYEDIAAN SUPLAJ DAYA TERHADAP PENAMBAHAN BEBAN TRANSFORMATOR GI 70 KV ULIN DENGAN METODE REGRESI LINEAR SEDERHANA

Titha Annasith Indra Esa¹, Ayu Novia Lisdawati², Saiful Karim³

¹Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Islam Kalimantan MAB, Jl. Adhiyaksa No. 2 Kota Banjarmasin, Kalimantan Selatan

²Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Islam Kalimantan MAB, Jl. Adhiyaksa No. 2 Kota Banjarmasin, Kalimantan Selatan

³Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Islam Kalimantan MAB, Jl. Adhiyaksa No. 2 Kota Banjarmasin, Kalimantan Selatan

ABSTRAK

Kebutuhan masyarakat akan listrik semakin bertambah dengan seiring berjalannya waktu. Hal ini disebabkan oleh kebutuhan akan listrik tersebut bergantung dari setiap kegiatan yang dilakukan oleh masyarakat, sehingga, semakin banyak kegiatan yang dilakukan oleh masyarakat dan memerlukan pasokan listrik, maka akan semakin banyak permintaan kebutuhan listrik dari masyarakat kepada PLN. Kota Banjarmasin merupakan Ibu Kota Provinsi Kalimantan Selatan dengan perkembangan ekonomi yang pesat. Setiap kebutuhan masyarakat Kota Banjarmasin akan listrik harus tetap disesuaikan dengan ketersediaan suplai daya dari transformator yang memiliki kapasitas nominalnya masing-masing. Untuk mengatasi perkembangan beban yang ada pada transformator daya GI 70 kV Ulin, maka perlu adanya studi terkait estimasi penyediaan suplai daya terhadap penambahan beban pada transformator daya tersebut menggunakan metode regresi linear sederhana. Metode penelitian yang digunakan meliputi studi literatur, pengumpulan data, perhitungan, dan analisa. Perhitungan dan analisa menggunakan metode regresi linear dapat dilakukan dengan merekap data beban puncak pada tahun 2019 – 2020, menghitung konstanta dan koefisien dari fungsi regresi linear sederhana, menghitung estimasi beban puncak pada 10 tahun mendatang, dan melakukan analisa hasil perhitungan tersebut, sehingga dapat menentukan kapasitas transformator yang perlu disediakan. Berdasarkan hasil analisa perhitungan menggunakan metode regresi linear sederhana, dapat diketahui bahwa semakin besar beban yang ada pada pelanggan, maka kebutuhan suplai daya juga harus semakin besar. Selain itu, penggunaan metode ini cukup efektif dalam melakukan estimasi kapasitas transformator yang diperlukan karena presentase selisih hasil dengan data yang dimiliki oleh PLN adalah $< 5\%$, sehingga kapasitas transformator Gardu Induk 70 kV Ulin yang diperlukan untuk pemakaian 10 tahun mendatang adalah transformator yang dapat menampung beban sebesar 156,53 MW.

Kata Kunci: Gardu Induk, Transformator, Kenaikan Beban, Arus Beban Puncak, Regresi Linier Sederhana

ABSTRACT

People's need for electricity is increasing with time. This is because the need for electricity depends on every activity carried out by the community, so that the more activities carried out by the community and require electricity supply, the more demand for electricity from the community to PLN. Banjarmasin City is the capital city of South Kalimantan Province with rapid economic development. Every need of the people of Banjarmasin City for electricity must be adjusted to the availability of power supply from transformers that have their respective nominal capacities. To overcome the development of the load on the 70 kV Ulin GI power transformer, it is necessary to have a study related to the estimation of the supply of power for the additional load on the power transformer using a simple linear regression method. The research methods used include literature study, data collection, calculation, and analysis. Calculations and analysis using the linear regression method can be done by recapitulating peak load data in 2019 – 2020, calculating constants and coefficients from a simple linear regression function, calculating peak load estimates in the next 10 years, and analyzing the results of these calculations, so as to determine capacity. transformer that needs to be provided. Based on the results of the calculation analysis using a simple linear regression method, it can be seen that the greater the load on the customer, the greater the need for power supply. In addition, the use of this method is quite effective in estimating the required transformer capacity because the percentage difference between the results and the data owned by PLN is < 5%, so the transformer capacity of the 70 kV Ulin Substation needed for use in the next 10 years is a transformer that can accommodate load of 156.53 MW.

Keywords : *Substation Transformer, Load Increase, Peak Load Current, Simple Linear Regression*

LATAR BELAKANG

Dalam kurun waktu terakhir, kebutuhan masyarakat akan listrik semakin bertambah dengan seiring berjalannya waktu. Hal ini disebabkan seiringnya kenaikan kebutuhan setiap kepentingan masyarakat di setiap kota. Kebutuhan masyarakat terhadap listrik berbanding lurus dengan banyaknya proyek pembangunan di setiap kota dan kebutuhan masyarakat juga berbanding lurus dengan kemajuan teknologi karena zaman semakin berkembang. Banyak manfaat dari kecanggihan-kecanggihan teknologi yang dapat mempermudah masyarakat dalam bekerja ataupun membantu masyarakat dalam urusan sehari-hari. Hal ini yang dapat membuat angka kebutuhan listrik mengalami kenaikan yang dapat melebihi perhitungan perkiraan awal. Berdasarkan data beban puncak feeder Gardu Induk di PT PLN (Persero) ULTG Bandarmasih yaitu tepatnya GI 70 kV Ulin, penambahan beban yang terjadi semakin meningkat tiap tahunnya. Menyikapi hal ini, maka diperlukan adanya perencanaan pengembangan sistem di bidang yang diperlukan pula, dapat dari pembangkitan, transmisi, maupun distribusinya.

Kota Banjarmasin merupakan Ibu Kota Provinsi Kalimantan Selatan dengan perkembangan ekonomi yang pesat rata-rata sebesar 6,4% pertahun dan permintaan energi listrik meningkat rata-rata sebesar 12,3% dari tahun 2010 sampai dengan tahun 2014. Selain itu, berdasarkan data dari Feasibility Study PT PLN (Persero) Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah, pertumbuhan penduduk wilayah Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah dari tahun 2010 sampai dengan tahun 2014 berada di kisaran 1,88% dan angka pertumbuhan paling tinggi ada pada tahun 2012. Pada saat ini, wilayah Kota Banjarmasin mendapat pasokan listrik dari Gardu Induk Ulin dan Gardu Induk Trisakti. Berdasarkan data dari PLN Wilayah Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah,

pada tahun 2021 beban yang dipikul oleh GI 70 kV Ulin mencapai 80,1 MW (PLN, 2016).

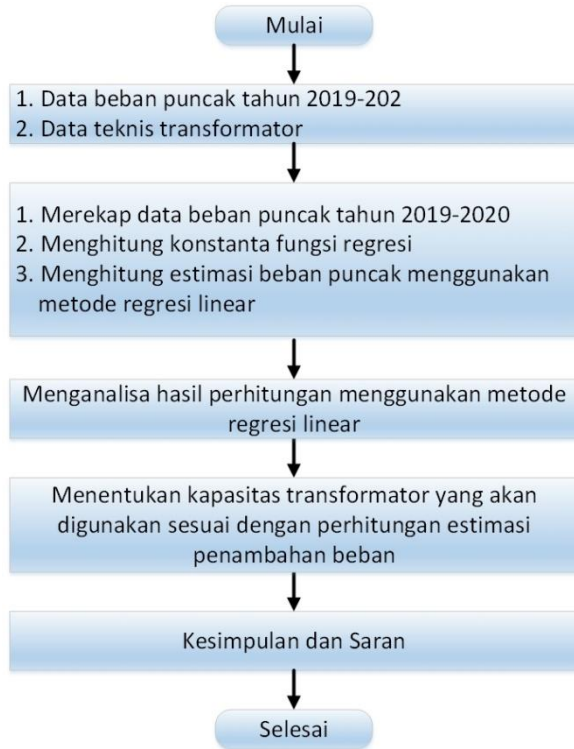
Setiap transformator daya memiliki kapasitas nominal. Kapasitas nominal dari transformator daya tersebut dapat diketahui dari nameplate dari masing-masing peralatannya. Kapasitas ini merupakan data tanda pengenal yang artinya bahwa transformator tersebut hanya dapat dibebani secara kontinyu dengan batas-batas yang tercantum sesuai nameplate. Apabila masih di batas bawah kapasitas nominal, transformator tersebut masih dapat dikatakan aman untuk dipakai secara kontinyu. Namun, apabila beban pemakaian sudah melebihi kapasitas nominalnya, transformator tersebut dapat dikatakan mengalami pembebanan yang berlebih. Berdasarkan jurnal Publikasi IEC 354/72 yang telah diangkat menjadi SPLN 17A/79, dituliskan bahwa pembebanan lebih datat dikenakan kurang lebih 5% sampai dengan 10% dari kapasitas nominalnya (Sumber : SPLN 17a, 1979).

Untuk mengatasi perkembangan beban yang ada pada transformator daya GI 70 kV Ulin, maka perlu adanya studi kenaikan beban pada transformator daya. Berdasarkan hal tersebut, penulis akan menganalisa penambahan beban transformator pada Gardu Induk 70 kV Ulin dengan metode Regresi Linear Sederhana. Metode regresi linear sederhana merupakan salah satu metode yang dapat diaplikasikan untuk meramalkan beban pada suatu Gardu Induk yang metodenya cukup mudah diaplikasikan dan mudah dipahami karena memerlukan satu variabel independen dan satu variabel dependen yang dapat dijadikan bahan untuk perhitungan masa pakai dari sebuah transformator.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini metode yang dilakukan adalah regresi linear sederhana, yaitu Teknik untuk memperoleh model hubungan antara 1

variabel dependen dengan 1 atau lebih variabel independent. Kemudian dengan menggunakan metode ini akan dilakukan perhitungan untuk estimasi suplai daya dan beban transformator yang dibutuhkan dalam 10 tahun mendatang pada transformator GI Ulin. Adapun diagram alir pada penelitian ini adalah sebagai berikut.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan pengambilan data beban puncak pada *feeder* Gardu Induk 70 kV Ulin tahun 2019 dan 2020. Adapun grafik beban puncak Gardu Induk 70 kV ulin adalah sebagai berikut.



Gambar 2. Grafik beban puncak tahun 2019



Gambar 3. Grafik beban puncak tahun 2020

Dari data yang terlihat dalam chart arus beban puncak pada kisaran tahun 2019 – 2020, didapatkan bahwa jumlah arus beban puncak tertinggi pada tahun 2019 terjadi pada Bulan Februari dan jumlah arus beban puncak tertinggi pada tahun 2020 terjadi pada Bulan Maret. Arus pada saat beban puncak pada Bulan Februari tahun 2019 dan Maret 2020 terjadi pada pukul 19.00 – 21.00 WITA dikarenakan banyaknya pemakaian listrik yang digunakan oleh pelanggan pada jam-jam tersebut. Setelah mendapatkan nilai tertinggi dari arus beban puncak masing-masing tahun, dilakukan perhitungan konstanta dan koefisien (a dan b) fungsi regresi linier sederhana menggunakan persamaan (2.3), yaitu:

$$a = \frac{(\Sigma Y)(\Sigma X^2) - (\Sigma X)(\Sigma XY)}{(n)(\Sigma X^2) - (\Sigma X)^2} \text{ dan } b = \frac{(n)(\Sigma XY) - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{(n)(\Sigma X^2) - (\Sigma X)^2}$$

Dimana:

ΣY = Jumlah persentase beban transformator

ΣX = Jumlah pengambilan data

n = Nilai banyaknya variabel X

Apabila nilai konstanta dan koefisien fungsi regresi linier sederhana telah didapatkan, selanjutnya adalah melakukan perhitungan fungsi regresi linier sederhana menggunakan persamaan (2.2), yaitu:

$$Y = a + bX$$

Dimana:

Y = Data Pembebanan

X = Periode pengambilan data

a = Konstanta

b = Koefisien regresi

Berdasarkan persamaan fungsi regresi linier sederhana, telah didapatkan nilai estimasi arus beban puncak pada setiap tahunnya. Setelah mengetahui nilai estimasi arus beban puncak tersebut, maka memerlukan perhitungan besar pembebanan pada transformator daya berdasarkan estimasi arus beban puncak pada setiap tahunnya menggunakan persamaan:

$$P(MW) = V \times I \times \sqrt{3} \times \text{pf}$$

$$P(MVA) = V \times I \times \sqrt{3}$$

Tabel 1. Data nilai tertinggi arus beban puncak GI 70 kV Ulin

Tahun	Bulan yang Dipilih	Penyulang	Rincian (A)	Total (A)
2019	Februari	BM 1	162	1809
		BM 2	178	
		BM 3	217	
		BM 7	104	
		BM 8	163	
		BM 9	132	
		BM 10	176	
		BM 12	231	
		BM 13	200	
		BM 14	121	
		BM 15	125	
		2020	Maret	
BM 2	266			
BM 3	162			
BM 7	205			
BM 8	209			
BM 9	135			
BM 10	82			
BM 12	250			
BM 13	258			
BM 14	243			
BM 15	120			

Tabel 2. Perhitungan konstanta dan koefisien regresi linier sederhana

No	Tahun	X	Y	X ²	Y ²
1	2019	0	1809	0	0
2	2020	1	2101	1	2101
Σ	-	1	3910	1	2101

Agar mendapatkan konstanta (a) dan koefisien (b), dilakukan perhitungan dengan persamaan (2.3) sebagai berikut:

$$a = \frac{(\Sigma Y)(\Sigma X^2) - (\Sigma X)(\Sigma XY)}{(n)(\Sigma X^2) - (\Sigma X)^2}$$

$$a = \frac{(3910)(1) - (1)(2101)}{(2)(1) - (1)^2}$$

$$a = 1809$$

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

$$b = \frac{(2)(2101) - (1)(3910)}{(2)(1) - (1)^2}$$

$$b = 292$$

Setelah didapatkan nilai konstanta (a) dan koefisien (b) fungsi regresi linier sederhana, dilakukan perhitungan fungsi regresi linear sederhana dengan persamaan (2.2) sebagai berikut:

$$Y = a + bX$$

$$Y = 1809 + 292X$$

Nilai Y yang didapat merupakan nilai estimasi arus pada beban puncak setiap tahunnya. Setelah didapatkan nilai estimasi arus pada beban puncak masing-masing tahun dengan menggunakan persamaan fungsi regresi linier sederhana, dapat ditentukan besar nilai estimasi arus beban puncak untuk 10 tahun ke depan sebagai berikut:

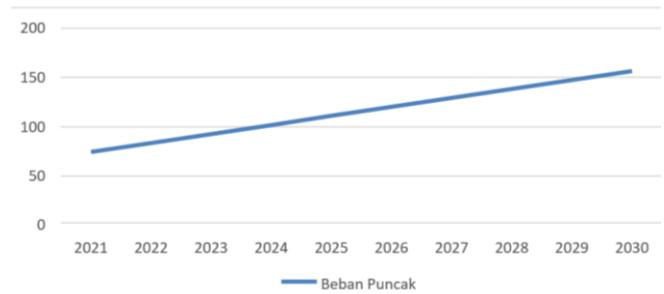
Tabel 3. Perhitungan estimasi arus beban puncak

Tahun	X	Estimasi Arus Beban Puncak (A)
2021	2	2.393
2022	3	2.685
2023	4	2.977
2024	5	3.269
2025	6	3.561
2026	7	3.853
2027	8	4.145
2028	9	4.437
2029	10	4.729
2030	11	5.021

Dari hasil perhitungan di atas, maka dapat disimpulkan jika setiap tahun Gardu Induk 70 kV Ulin akan mengalami kenaikan beban pada feedernya. Pada akhir tahun 2020, Gardu Induk 70 kV Ulin menggunakan transformator dengan kapasitas sebesar 80 MVA yang terbagi menjadi 3 buah transformator dengan masing-masing kapasitasnya sebesar 30 MVA, 30 MVA, dan 20 MVA. Jika dihitung, estimasi pembebanan yang akan terjadi pada tahun 2021 adalah sebesar 2393 A, sehingga pembebanan pada transformator dapat mencapai 74,6 MW atau 82,89 MVA (>100% dari kapasitas transformator daya). Hal tersebut dikarenakan estimasi arus beban puncak pada feeder Gardu Induk 70 kV Ulin akan terus mengalami kenaikan. Maka dilakukan estimasi kapasitas transformator sebagai berikut.

Tabel 4. Estimasi kapasitas transformator yang dibutuhkan.

Tahun	Estimasi beban Puncak (MW)	Estimasi beban puncak (MVA)	Kapasitas transformator yang direkomendasikan
2021	74,6	82,89	80 MVA + 60 MVA
2022	83,71	93,01	80 MVA + 60 MVA
2023	92,81	103,1	80 MVA + 60 MVA
2024	101,92	113,24	80 MVA + 60 MVA
2025	111,02	123,35	80 MVA + 60 MVA
2026	120,12	133,47	80 MVA + 60 MVA + 60 MVA
2027	129,22	143,59	80 MVA + 60 MVA + 60 MVA
2028	138,33	153,7	80 MVA + 60 MVA + 60 MVA



Gambar 4. Garis regresi estimasi arus beban puncak

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, dapat dilihat bahwa besar beban puncak tiap tahunnya akan semakin naik. Estimasi beban diperkirakan melewati range toleransi pada tahun 2021 dengan beban puncak sebesar 82,89 MVA atau 74,6 MW karena transformator yang tersedia pada GI 70 kV Ulin ialah sebesar 80 MVA. Berdasarkan SPLN 17A/79 untuk pembebanan memiliki nilai toleransi sebesar 5 – 10% dari kapasitas nominalnya, sehingga kapasitas transformator daya tersebut harus ditambah atau sudah dinaikkan dayanya sebelum tahun 2021 dengan rekomendasi penambahan sebesar 60 MVA.

Tabel 5. Estimasi beban puncak gardu induk 70 kV Ulin PLN Wilayah Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah

Tahun	Beban Puncak (MW)
2021	80,1
2022	86,4
2023	93,1
2024	100,4
2025	108,2
2026	116,4
2027	125,1
2028	134,4
2029	144,5
2030	155,3

KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil analisa perhitungan, dapat diperoleh hasil bahwa semakin tinggi angka pembebanan pada sisi konsumen pada tahun 2021 dengan estimasi beban puncak sebesar 74,6 MW, maka akan semakin berkurang kapasitas transformator daya untuk mensuplai sumber listrik yang terpasang pada GI 70 kV Ulin yakni sebesar 80 MVA.
2. Penggunaan metode regresi linier sederhana ini cukup efektif dalam menentukan estimasi kapasitas transformator yang diperlukan pada Gardu Induk 70 kV Ulin disebabkan presentase selisih menggunakan metode ini dengan data yang dimiliki PLN ialah < 5% dan untuk pemakaian 10 tahun mendatang transformator yang diperlukan GI 70 kV Ulin yakni transformator yang dapat menampung beban sebesar 156,53 MW.

SARAN

1. Melakukan penambahan kapasitas transformator daya pada Gardu Induk 70 kV Ulin pada tahun 2021 dan 2026.
2. Melakukan pembangunan Gardu Induk baru untuk melayani peningkatan beban pelanggan wilayah Banjarmasin dan sekitarnya.
3. Pada penggunaan metode regresi linear sederhana masih terdapat selisih standard kesalahan, sehingga perlu adanya pengembangan yang dapat diaplikasikan pada penelitian-penelitian mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Bahri, S., Gianto, R., & Arsyad, M. I. (2015). Studi Pertambahan Beban Transformator Daya Pada Gardu Induk Parit Baru PT . PLN (Persero) Cabang Pontianak. Online,2, 8.
<http://jurnal.untan.ac.id/index.php/jteuntan/article/view/11265>
- Danny, H. K., Mujiman, wiwik, H. (2019). Analisis Penambahan Transformator Daya Baru (60 MVA) Untuk Menambahkan Suplai Daya Area Distribusi Pada Gardu Induk Kentungan 150 KV. Jurnal Elektrikal, 4 (1)(1), 65–73.
- Gemilang, B. A. (2016). Alat Pendeteksi Overload Pada Transformator Distribusi 1 Phase Berbasis Sms Gateway Dengan Arduino Uno di PT. PLN (Persero). Tugas Akhir
- Harlan, J. (2018). Analisis Regresi Linear. In Journal of Chemical Information and Modeling (Vol. 53, Issue 9).
- M. Syafruddin. (2014). Metode Regresi Linier Untuk Prediksi Kebutuhan Energi Listrik Jangka Panjang (Studi Kasus Provinsi Lampung) J. Inform (Vol. 2, no.1) pp. 1–9
- PLN, P. (2010). Buku Pedoman Trafo Tenaga. Trafo Tenaga, i–142.
- Setijasa, H. (2013). PROSES DAN SISTEM PENYALURAN TENAGA LISTRIK OLEH PT.PLN (Persero). Rbith, 9(1), 19–27.

Studi, P., Elektro, T., Teknik, F., & Udayana, U. (2018). Induk Nusa Dua. 5(1), 123–129.

Syamsir. (2018). Analisis Peramalan Masa Pakai Transformator Berdasarkan Beban Menggunakan Metode Regresi Linear. Tugas Akhir.

T. Indarwati, T. Irawati, dan E. Rimawati. (2019). Penggunaan metode linear regression untuk prediksi penjualan smartphone. J. Teknol. Inf. Dan Komun (Vol. 6, no. 2) 2–7.

Utomo, P. (2019). Studi Analisis Kualitas Transformator Daya Gardu Induk 150 Kv Siantan. Teknik Elektro, 1(1), 1–11.