

STUDI ESTIMASI BEBAN LISTRIK PADA GARDU INDUK PADANG INDUSTRIAL PARK (GI PIP) 2 X 30 MVA DENGAN METODE TIME SERIES

Delfi Olifia Nur Zulfikar¹⁾, Cahayahati²⁾

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta

Email: delfiolivia18@icloud.com

ABSTRAK

Dengan semakin bertambahnya kebutuhan akan tenaga listrik, maka penyediaan dan suplai tenaga listrik harus ditingkatkan. Dalam menentukan kapasitas suatu gardu induk perlu dilakukan perkiraan pertumbuhan beban dengan dasar data ramalan beban. Untuk menghitung estimasi pertumbuhan beban pada Gardu Induk Padang Industrial Park (GI PIP) 2 x 30 MVA digunakan Metode Time Series dalam 10 tahun kedepan dari tahun 2023 hingga 2032. Gardu Induk PIP ini mempunyai 3 transformator dengan 2 transformator yang terpakai dan 1 sebagai cadangan. Metode ini Time Series ini mengetahui seberapa besar laju pertumbuhan beban dengan perkiraan perhitungan untuk 10 tahun kedepan. Hasil dari perhitungan ini terlihatlah bahwa rata-rata pertumbuhan beban pertahunnya hingga tahun 2032 sebesar 5,6%, dengan pemakaian daya tertinggi terjadi pada penyulang lubuk buaya pada tahun 2032 sebesar 0,032 MVA. dengan demikian dapat terlihat bahwa transformator daya masih sanggup untuk menyuplay daya ke konsumen.

Kata Kunci : *Gardu Induk; Transformator; Daya; Beban; Time Series.*

PENDAHULUAN

Estimasi atau peramalan pada dasarnya merupakan suatu dugaan atau prakiraan mengenai terjadinya suatu kejadian atau peristiwa di masa yang akan datang. Dalam kegiatan perencanaan, estimasi merupakan kegiatan mula dari proses tersebut. Beban sistem tenaga listrik merupakan pemakaian tenaga listrik dari para pelanggan listrik. Besar kecilnya beban beserta perubahannya tergantung pada kebutuhan para pelanggan akan tenaga listrik. Tidak ada perhitungan eksak mengenai besarnya beban sistem pada suatu saat, yang bisa dilakukan hanyalah membuat perkiraan beban. Dalam pengoperasian sistem tenaga listrik harus selalu diusahakan agar daya yang dibangkitkan sama dengan beban system. Maka masalah perkiraan beban merupakan masalah yang sangat menentukan bagi perusahaan listrik baik segi-segi manajerial maupun bagi segi oprasional, oleh karena itu perlu mendapat perhatian khusus. Untuk dapat membuat perkiraan beban yang sebaik mungkin perlu beban sistem tenaga listrik yang sudah terjadi di masa lalu dianalisa [1].

Meningkatnya kebutuhan dan jumlah konsumen berbanding lurus dengan meningkatnya permintaan beban listrik dari waktu ke waktu. Jika permintaan lebih besar daripada persediaan maupun sebaliknya maka terjadi pemborosan listrik dan kegagalan sistem. Peramalan penggunaan beban listrik jangka pendek

diperlukan untuk kontrol maupun bahan pertimbangan dalam penjadwalan pemeliharaan sistem tenaga listrik dalam upaya mengurangi masalah yang timbul akibat tidak seimbangny permintaan dan persediaan. [2].

Metode Peramalan Beban yang biasa digunakan oleh banyak perusahaan listrik dewasa ini secara umum dapat dibagi menjadi empat kelompok besar yaitu sebagai berikut :

a. Metode Analitis (End Use)

Metode analitis adalah metode yang disusun berdasarkan data analisis penggunaan akhir tenaga listrik pada setiap sektor pemakai.

b. Metode Ekonometri

Metode Ekonometri adalah metode yang disusun berdasarkan kaidah ekonomi dan statistik.

c. Metode Time Series

Metode Time Series adalah metode yang disusun berdasarkan hubungan data-data masa lalu tanpa memperhatikan faktor-faktor penyebab (pengaruh ekonomi, iklim, teknologi dan sebagainya). Dalam tugas akhir ini metode time series yang digunakan yaitu model dekomposisi. Dekomposisi adalah model kecenderungan yang mempergunakan empat komponen pendekatan yaitu kecenderungan (merupakan tingkah laku jangka panjang), cyclical (bentuk siklis), seasional (bentuk musiman) dan komponen random.

d. Metode Gabungan (Metode Analitis dan Metode Ekonometri).

Metode yang merupakan gabungan dari beberapa metode (analitis dan ekonometri). Sehingga akan didapat suatu metode yang tanggap terhadap pengaruh aktivitas ekonomi, harga listrik, pergeseran pola penggunaan, kemajuan teknologi [3].

Penelitian ini menggunakan Metode Time Series model Dekomposisi untuk melihat hasil estimasi. Penelitian ini membangun sebuah aplikasi yang dapat memberikan informasi mengenai hasil peramalan dengan menggunakan Metode Time Series model Dekomposisi dan hasil Analisis dari hasil peramalan dan kapasitas trafo [4].

Berikut adalah tahapan ramalan puncak beban pada gardu induk :

1. Komponen Musiman (St)

Untuk menghitung berapa besar komponen musiman atau rata-rata Bergeraknya, di perlukan data rata-rata indeks musiman pertahun (Rkt) yaitu dari penjumlahan data pertahun (Z) dibagi dengan banyaknya bulan, kemudian dari rata-rata indeks musiman dapan dihitung berapa faktor penyesuaian pertahun (FP), sehingga dari hasil tersebut barulah dapat menghitung komponen musiman dengan mengkalikan rata-rata indeks musiman pertahun (Rkt) dengan faktor penyesuaian pertahun (FP).

2. Komponen Trend (Tt)

Untuk menghitung komponen trend pertahun menggunakan analisis regresi dengan menentukan berapa koefisien a dan b. Untuk menentukan koefisien a dan b diperlukan jumlah tahun (Σt) dan jumlah arus (ΣZ).

3. Komponen Siklus (Ct)

Komponen siklus dapat dicari dengan cara membagi komponen musiman (St) dengan komponen trend (Tt) pertahunnya. Sehingga untuk menghitung rata-rata komponen siklus yaitu dibagi dengan jumlah tahunnya (n).

4. Menghitung Ramalan

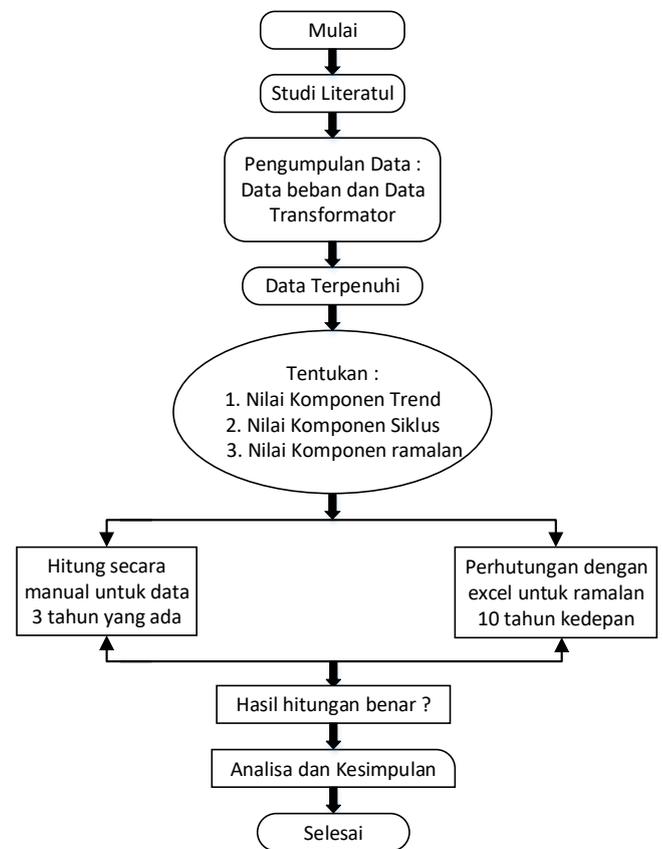
Tahap terakhir dalam ramalan beban ini adalah menghitung nilai ramalan itu sendiri. Nilai ramalanda dapat dihitung dengan mengalikan komponen trend (Tt), komponen musiman (St) dan rata-rata komponen siklus (Ct).

Peramalan (forcesting) adalah kegiatan memperkirakan apa yang terjadi pada masa yang akan datang berdasarkan data yang relevan pada masa lalu dan menempatkan ke masa yang akan datang dengan suatu

bentuk model matematis. Bisa juga merupakan prediksi ituisi yang bersifat subyektif, atau dengan menggunakan kombinasi model matematis yang di sesuaikan dengan pertimbangan yang baik dari seorang manager. Kelebihan data runtun waktu adalah kemampuannya dalam mengestimasi, meramal dan memperkirakan nilai data pada periode berikutnya berdasarkan data sebelumnya.

METODE

Adapun tahapan dalam proses yang akan dilakukan dalam penelitian ini di gambarkan dalam beberapa langkah dapat dilihat pada gambar 1 sebagai berikut :

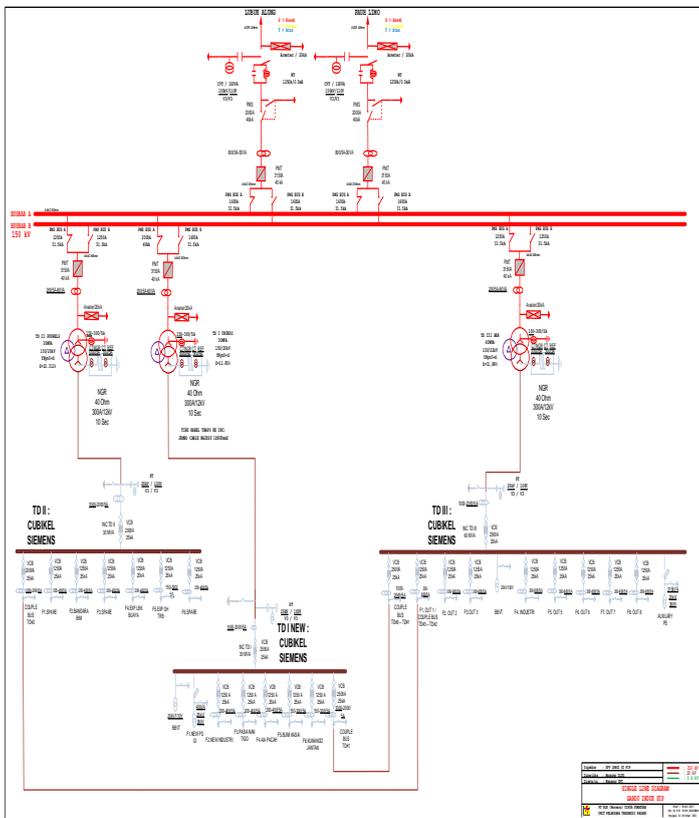


Gambar 1. Langkah-langkah pelaksanaan penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada gambar 2 berikut ini terlihat bahwa Gardu induk PIP memiliki 2 input yang pertama dari pauh limo dan yang kedua dari lubuk alung dengan tegangan 150 kV. Gardu Induk PIP juga memiliki 3 transformator dengan tegangan di sisi primer 150 kV dan di sisi sekunder 20 kV hubungan Y-Δ, yaitu; trafo 1 dengan kapasitas 30 MVA terletak pada bagian tengah memiliki 7 feeder dengan 5 feeder yang aktif dan 1 fedeer couple bus trafo daya 1 antara lain feeder 2 untuk Industri, feeder 3 PS.Nan Tigo, feeder 4 Aia Pacah, feeder 5 Bumi Kasai, dan feeder 6 Kunango Jantan. Trafo 2 dengan kapasitas 30 MVA terletak pada bagian kiri

memiliki 7 feeder dengan 4 feeder aktif dan 2 spare dengan 3 feeder yang aktif dan 1 feeder couple bus trafo daya 2 antara lain feeder 2 Bandara Internasional Minang Kabau, feeder 4 Lubuk Buaya dan feeder 5 Terminal Regional Binguang, untuk feeder 1 dan 6 merupakan feeder spare. Sedangkan trafo 3 kapasitas 30 MVA terletak pada sisi kanan gambar hanya sebagai trafo cadangan, yang memiliki 8 feeder dan 2 feeder couple (trafo daya 3-1 dan trafo daya 3-2) yang dihubungkan dengan jaringan couple bus ke trafo 1 dan 2, dengan 1 feeder pasif yaitu feeder 4 untuk industri. Digunakan sebagai cadangan apabila terjadi gangguan pada trafo 1, sehingga daya tetap dapat disuplay ke perindustrian agar tidak adanya kerugian akibat pemadaman listrik pada feeder industri maupun masalah pada trafonya.



Gambar 2. Single Line Diagram Gardu Induk PIP

Berikut adalah hasil Peramalan beban untuk penyulang Industri 10 tahun kedepan:

1. Komponen Musiman

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

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

$$S_t = Rk_t \times FP$$

Dimana :

$$Z_1 = 185,25 \text{ A}$$

$$Z_2 = 179,1666667 \text{ A}$$

$$Z_3 = 171,6666667 \text{ A}$$

$$Rk_t = (185,25 + 179,1666667 + 171,6666667) / 3 = 185,25 \text{ A}$$

$$FP = 185,25 / 12 = 15,4375$$

$$S_t = 185,25 \times 15,4375 = 2859,375$$

2. Komponen Trend

Tabel 1. Data Komponen Trend 2019-2021

TAHUN	TAHUN KE (t)	JUMLAH (Z)	t.Z	t ²
2019	0	181,25	0	0
2020	1	179,1666667	179,1667	1
2021	2	171,6666667	343,3333	4
JUMLAH	3	532,0833333	1596,25	5

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

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

Dimana :

$$\sum Z = 532,0833333 \text{ A}$$

$$t.Z = 1596,25 \text{ A}$$

$$\sum t = 3$$

$$t^2 = 5$$

$$n = 3$$

$$a = \frac{532,0833333 (5) - (3) (1596,25)}{3(5^2) - (3)^2} = -32,2477$$

Diperoleh nilai koefisien a sebesar -32,2477 A

$$b = \frac{3 (1596,25) - (3) \times (532,0833333)}{3(5^2) - (3)^2} = 48,37121$$

Diperoleh nilai koefisien b sebesar 48,3712 A

$$\text{Maka, } T_t = a + bt$$

$$= -32,2477 + 48,37121t$$

Dengan menggunakan persamaan komponen trend akan diperoleh nilai komponen trend dari tahun 2023 – 2032 sebagai berikut :

Tabel 2. Rekapitulasi komponen Trend Penyulang Industri

TAHUN	TAHUN KE (t)	Nilai Komponen Trend
2023	4	161,23714
2024	5	209,60835
2025	6	257,97956
2026	7	306,35077
2027	8	354,72198
2028	9	403,09319
2029	10	451,4644
2030	11	499,83561
2031	12	548,20682
2032	13	596,57803

3. Perhitungan Komponen Siklus

$$S_t = 18,20426142 \text{ A}$$

$$T_t = 161,23714 \text{ A}$$

$$\text{Maka, } C_t = \frac{S_t}{T_t} = \frac{18,20426142}{161,23714} = 0,112903649 \text{ A}$$

Tabel 3. Rekapitulasi komponen Siklus Penyulang Industri

TAHUN	Nilai Komponen Siklus
2023	0,112903649
2024	0,086848932
2025	0,070564743
2026	0,059422933
2027	0,051319801
2028	0,045161421
2029	0,040322695
2030	0,036420497
2031	0,033206923
2032	0,030514468

$$\text{Rata - rata } C_t = \frac{\sum C_t}{n} = \frac{0,566686064}{10} = 0,056668606$$

4. Perhitungan Ramalan

$$F_t = T_t \times S_t \times \text{rata } C_t$$

Dimana :

$$T_t = 161,23714 \text{ A}$$

$$S_t = 18,20426142 \text{ A}$$

$$\text{Rata-rata } C_t = 0,056668606 \text{ A}$$

$$\text{Maka, } F_t = 161,23714 \times 18,20426142 \times 0,056668606 = 166,334 \text{ A}$$

Tabel 4 Rekapitulasi Ramalan Arus Beban Penyulang Industri

TAHUN	Nilai Komponen Ramalan (A)
2023	166,334
2024	216,234
2025	266,134
2026	316,035
2027	365,935
2028	415,835
2029	465,735

2030	515,635
2031	565,536
2032	615,436

Pada tabel 4 dapat diketahui nilai ramalan untuk penyulang khusus daerah industri dari tahun 2023 – 2032 mengalami peningkatan setiap tahunnya. Jika di kalkulasikan dengan pemakaian daya terlihat seperti tabel 4.13 berikut :

Dimana :

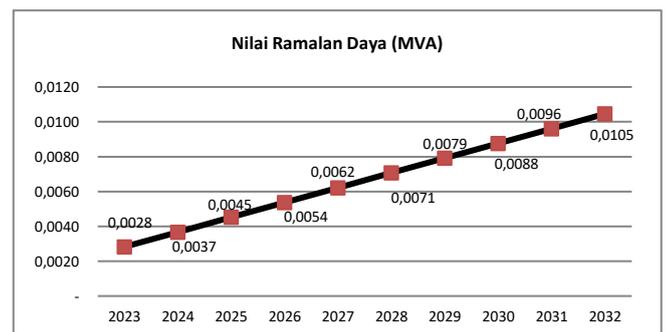
$$P = V \times I \times \text{Cos}\phi$$

$$P = 20 \text{ kV} \times 166,334 \times 0,85 = 2,828 \text{ kVA} = 0,0028 \text{ MVA}$$

Tabel 5. Rekapitulasi Ramalan Daya Beban Penyulang Industri

TAHUN	Nilai Ramalan Daya (MVA)
2023	0,0028
2024	0,0037
2025	0,0045
2026	0,0054
2027	0,0062
2028	0,0071
2029	0,0079
2030	0,0088
2031	0,0096
2032	0,0105

Pada tabel 5 dapat diketahui bahwa pemakaian daya untuk penyulang daerah industri dari tahun 2023 – 2032 mengalami peningkatan setiap tahunnya. Dengan pemakaian tertinggi pada tahun 2032 sebesar 0,0105 MVA. Untuk grafik pertumbuhan bebannya dapat dilihat pada gambar berikut.



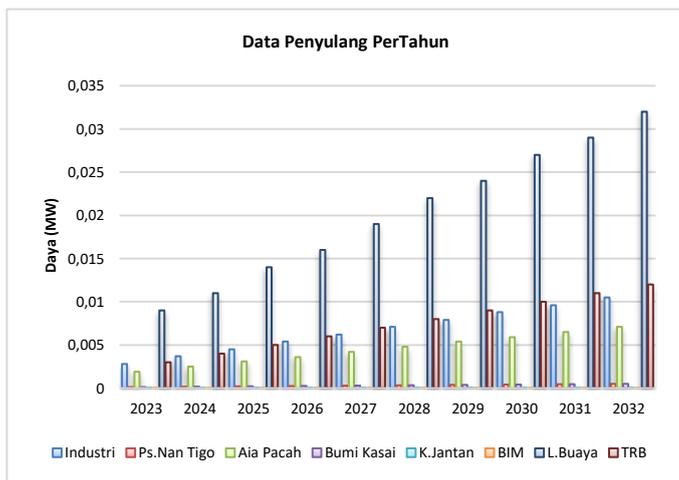
Gambar 3. Grafik Pertumbuhan Beban Penyulang Industri 2023 - 2032

Berikut adalah grafik pertumbuhan pemakaian daya dari 8 penyulang pada Gardu Induk Padang Industrial Park (PIP) :

Tabel 6. Rekapitulasi Ramalan Daya Beban Per Penyulang Tahun 2023 - 2032

Penyulang	Daya (MW)									
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Industri	0,0028	0,0037	0,0045	0,0054	0,0062	0,0071	0,0079	0,0088	0,0096	0,0105
Ps.Nan Tigo	0,00013	0,00017	0,00021	0,00025	0,00029	0,00033	0,00038	0,00042	0,00046	0,0005
Aia Pacah	0,0019	0,0025	0,0031	0,0036	0,0042	0,0048	0,0054	0,0059	0,0065	0,0071
Bumi Kasai	0,00013	0,00018	0,00022	0,00026	0,0003	0,00034	0,00038	0,00042	0,00046	0,0005
K.Jantan	0,000006	0,000007	0,000009	0,000011	0,000013	0,000014	0,000016	0,000018	0,00002	0,000022
BIM	0,000006	0,000008	0,000011	0,000011	0,000013	0,000015	0,000017	0,000018	0,00002	0,000022
L.Buaya	0,009	0,011	0,014	0,016	0,019	0,022	0,024	0,027	0,029	0,032
TRB	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	0,01	0,011	0,012

Berdasarkan tabel 6 dapat diketahui bahwa hasil ramalan kebutuhan daya untuk setiap penyulang mengalami peningkatan setiap tahunnya. Hal tersebut dikarenakan kebutuhan beban yang meningkat. Secara grafik dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Grafik Total Ramalan Beban Tahun 2023 – 2032

KESIMPULAN DAN SARAN

Untuk transformator 1 yang terdiri dari feeder Industri, PS.Nan Tigo, Aia Pacah, Bumi Kasai, dan Kunango Jantan jika di jumlahkan daya untuk pemakaian pada trafo 1 pada tahun 2032 yaitu sebesar 0,0186 MVA. Sedangkan pada trafo 2 terdiri dari feeder BIM, Lubuk Buaya dan TRB jika di jumlahkan daya untuk pemakaian pada trafo 2 pada tahun 2032 yaitu sebesar 0,044 MVA.

Kebutuhan listrik semakin bertambah setiap tahunnya dengan rata-rata persentase pertumbuhan daya pertahun sebesar 5,6%. Pertumbuhan daya yang signifikan terjadi pada penyulang Lubuk Buaya dengan pemakaian tertingginya terjadi pada tahun 2032 sebesar 0,032 MVA. Sedangkan pertumbuhan yang tidak terlalu signifikan terjadi pada penyulang kunango jantan dan BIM dikarenakan Kunango Jantan dan BIM memiliki pembangkitnya sendiri sehingga suplay daya dari gardu induk hanya sebagai cadangan saja.

Hingga tahun 2032 transformator daya masih sanggup untuk menyuplai daya, baik untuk beban industri maupun beban konsumen perumahan dan perkantoran.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wildan, “Estimasi Kebutuhan Daya Listrik Di Sulawesi Selatan Sampai Tahun 2025”. Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro, Vol.3, No.2., Edisi bulan Agustus 2019.
- [2] Marita Saptiyani, “Peramalan Penggunaan Beban Listrik Jangka Pendek Gardu Induk Bawen Dengan Dsarima”. Media Statistika FMIPA Universitas Negeri Semarang, Vol. 8 No. 1., Edisi bulan Juni 2015.
- [3] Dian Saefulloh, “Perencanaan Pengembangan Gardu Induk Untuk 10 Tahun Ke Depan”. Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro 2021.
- [4] Tia Choirun Nisa, Riki Ruli A.Siregar, Widya Nita Suliyanti, “Estimasi Daya Beban Listrik Pada Gardu Induk Cengkareng Dengan Menggunakan Metode Time Series Model Dekomposisi”. Jurnal Teknologi Aliansi Perguruan Tinggi (APERTI) BUMN Vol. 2, No. 1., Edisi bulan Februari 2019.