

BAB IV

DATA DAN ANALISA DATA PENELITIAN

4.1 Data Penelitian

Dalam mengevaluasi dan merperkirakan kemampuan gardu induk Kentungan 150 KV 10 tahun mendatang adalah dengan menggunakan data pemakaian energi listrik tahun 2013 sampai dengan tahun 2016 pada transformator II dengan kapasitas 60 MVA dan data kependudukan dan PDRB dari BPS kota Yogyakarta 2013-2016.

4.2 Analisa Data Penelitian

Analisa data penelitian diawali dengan menganalisis beban puncak tertinggi, menganalisa dan mengasumsikan pertumbuhan penduduk dan PDRB, menghitung pemakaian beban dalam MVA pada transformator, membuat persamaan pendekatan metode regresi linier berganda, meramalkan pembebanan untuk mengetahui batas kemampuan transformator. Dengan persamaan regresi linier ganda yaitu:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2$$

Keterangan:

Y = variabel tak bebas

a = konstanta

B1, B2 = koefisien regresi

x₁, x₂ = variabel bebas

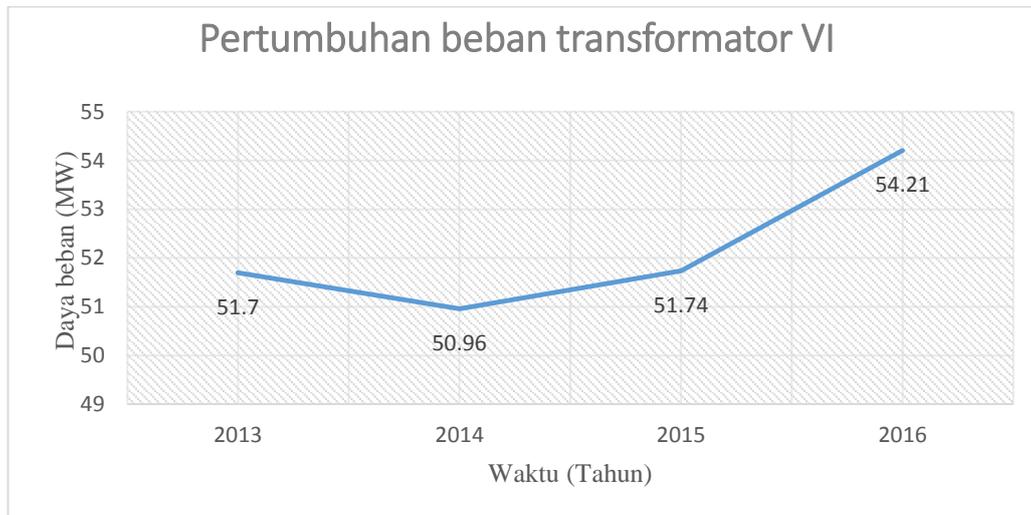
Dari hasil penelitian dan pengambilan data di GI Kentungan, didapatkan data yang dibutuhkan untuk peramalan beban yaitu data beban puncak GI Kentungan pada trafo II dengan uraian sebagai berikut:

Spesifikasi Trafo II GI Kentungan

XIAN TRANSFOMATOR
60 MVA , 150/20KV
Imp : 13,59 %
YNyn0(d11)

4.1 Tabel Data Beban Puncak Trafo II

Bulan	Tahun			
	2013	2014	2015	2016
Januari	53,6 MW	51,1 MW	52 MW	52 MW
Februari	50,2 MW	51,1 MW	52,8 MW	56,3 MW
Maret	52,1 MW	47,8 MW	54,4 MW	55,4 MW
April	53,7 MW	52,8 MW	55,5 MW	53,7 MW
Mei	52,8 MW	52 MW	52 MW	52,5 MW
Juni	51,5 MW	41 MW	47,5 MW	51,5 MW
Juli	52 MW	47,6 MW	48,5 MW	52,8 MW
Agustus	52 MW	57,6 MW	52 MW	53,7 MW
September	45,1 MW	52,8 MW	50,1 MW	55,4 MW
Oktober	52 MW	52 MW	49,5 MW	55,4 MW
November	52 MW	52 MW	52,8 MW	57.1 MW
Desember	53,7 MW	53,7 MW	53.8 MW	53.7 MW
Total beban pertahun	620,7 MW	611,5 MW	620,9MW	649,5 MW
Rata2 beban per tahun	51,7 MW	50,96 MW	51,74 MW	54,12 MW



Gambar 4.1 Grafik Pertumbuhan beban 2013-2016

$$\% \text{ pembebanan trafo} = \frac{Sx}{Ktransformator} \times 100\%$$

Keterangan :

Sx : pemakaian beban tahun x

$Ktransformator$: kapasitas trafo (data)

Berdasarkan SPT PLN no 50 tahun 1997, batas optimal pembebanan trafo sebesar 60-80%. Sehingga diklasifikasikan pembebanan trafo sebagai berikut:

0-60% = Beban Ringan

60-80% = Beban Optimal

>80% = Beban Berat

Faktor yang mempengaruhi peramalan beban GI Kentungan 10 tahun mendatang, maka diperoleh data jumlah penduduk dan pertumbuhan PDRB (Produk Domestik Regional Bruto) yang bersumber dari data BPS (Badan Pusat Statistik) kota Yogyakarta dan Sleman yaitu sebagai berikut:

4.2 Tabel Data Penduduk dan PDRB kota Yogyakarta dan sleman

Tahun	Jumlah penduduk (dalam ribuan jiwa)	PDRB (juta rupiah)
2013	359	75627
2014	363	79532
2015	367	83461
2016	373	87634

Asumsi : Dari tabel data pertumbuhan penduduk yang diperoleh dari BPS Yogyakarta dapat diasumsikan peningkatan jumlah penduduk dan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) kota Yogyakarta setiap tahunnya. Perhitungan persentase kenaikan jumlah penduduk adalah sebagai berikut:

$$\frac{\text{Penduduk tahun sekarang} - \text{penduduk tahun sebelumnya}}{\text{penduduk tahun sebelumnya}} \times 100\% \dots\dots\dots (4.1)$$

dengan,

Persentase kenaikan jumlah penduduk tahun 2013-2014:

$$\% \text{ kenaikan} = \frac{363 - 359}{359} \times 100\% = 1,11\%$$

Persentase kenaikan jumlah penduduk tahun 2014-2015:

$$\% \text{ kenaikan} = \frac{367 - 363}{363} \times 100\% = 1,10\%$$

Persentase kenaikan jumlah penduduk tahun 2015-2016:

$$\% \text{ kenaikan} = \frac{373 - 367}{367} \times 100\% = 1,63\%$$

Rata-rata jumlah kenaikan pertahun: $\frac{1,63+1,11+1,63}{3} = 1,48\%$

Jadi, dari hasil perhitungan diatas dapat diasumsikan pertumbuhan penduduk Kota Yogyakarta dan Sleman setiap tahunnya meningkat sebesar 1,5 %. Sehingga dapat dihitung prakiraan pertumbuhan penduduk pada tahun-tahun berikutnya menggunakan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} \text{Perhitungan penduduk tahun X} &= (\text{penduduk tahun sebelum X} \times 3\%) \\ &+ \text{penduduk tahun sebelum X} \dots\dots\dots(4.2) \end{aligned}$$

dengan,

penduduk tahun 2017 = $373 \times 1,5\% + 373 = 378$ ribu jiwa

penduduk tahun 2018 = $(378 \times 1,5\%) + 378 = 383$ ribu jiwa

penduduk tahun 2019 = $(383 \times 1,5\%) + 383 = 388$ ribu jiwa

penduduk tahun 2020 = $(388 \times 1,5\%) + 388 = 393$ ribu jiwa

Sedangkan untuk mengetahui persentase kenaikan jumlah Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) digunakan persamaan berikut:

$$\frac{\text{PDRB tahun sekarang} - \text{PDRB tahun sebelumnya}}{\text{PDRB tahun sebelumnya}} \times 100\% \dots\dots\dots(4.3)$$

dengan,

Persentase kenaikan jumlah PDRB tahun 2013-2014:

$$\% \text{ kenaikan} = \frac{79532 - 75627}{75627} \times 100\% = 5,1\%$$

Persentase kenaikan jumlah PDRB tahun 2014-2015:

$$\% \text{ kenaikan} = \frac{83461 - 79532}{79532} \times 100\% = 4,94\%$$

Persentase kenaikan jumlah PDRB tahun 2015-2016:

$$\% \text{ kenaikan} = \frac{87634 - 83461}{83461} \times 100\% = 4,99\%$$

Rata-rata jumlah kenaikan pertahun: $\frac{5,1+4,94+4,99}{3} = 5,01\%$

Jadi, dari hasil perhitungan diatas dapat diasumsikan pertumbuhan PDRB Kota Yogyakarta setiap tahunnya meningkat sebesar 5%. Sehingga dapat dihitung prakiraan pertumbuhan PDRB pada tahun-tahun berikutnya menggunakan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} \text{Perhitungan PDRB tahun } b &= (\text{PDRB tahun sebelum } b \times 5\%) \\ &+ \text{PDRB tahun sebelum } b \dots \dots \dots (4.4) \end{aligned}$$

dengan,

$$\text{PDRB tahun 2017} = (87.634 \times 5\%) + 87.634 = 92.015 \text{ juta rupiah}$$

$$\text{PDRB tahun 2018} = (92.015 \times 5\%) + 92.015 = 101.445 \text{ juta rupiah}$$

$$\text{PDRB tahun 2019} = (101.445 \times 5\%) + 101.445 = 106.517 \text{ juta rupiah}$$

$$\text{PDRB tahun 2020} = (106.517 \times 5\%) + 106.517 = 111.842 \text{ juta rupiah}$$

$$\text{PDRB tahun 2021} = (111.842 \times 5\%) + 111.842 = 117.434 \text{ juta rupiah}$$

$$\text{PDRB tahun 2022} = (117.434 \times 5\%) + 117.434 = 123.305 \text{ juta rupiah}$$

4.3 Tabel Perhitungan Prediksi Penduduk dan PDRB 10 tahun mendatang

Tahun	PDRB (miliar rupiah)	Jumlah penduduk (dalam Ribuan jiwa)
2013	75.627	359
2014	79.532	363
2015	83.461	367
2016	87.634	373
2017	92.015	378
2018	96.615	383
2019	101.445	388
2020	106.517	393
2021	111.842	398
2022	117.434	403
2023	123.305	409
2024	129.470	415
2025	135.944	421
2026	142.741	427

Awalnya pada GI Kentungan memiliki 2 trafo maka pada tahun 2013 hingga 2016 akhir pembagian jumlah penduduk yang terhubung ke trafo II dan IV. Trafo II dibebani 50% dari jumlah penduduk dan PDRB kota Yogyakarta dan Sleman dan Trafo IV dibebani 50% dari jumlah penduduk dan PDRB kota Yogyakarta dan Sleman. Namun pada tahun 2017 GI Kentungan memiliki 3 trafo (penambahan

trafo III pada bulan November tahun 2016) maka pada tahun 2016 ada pembagian jumlah penduduk yang terhubung ke trafo II, III dan IV. Trafo II,III dibebani 33% dari jumlah penduduk dan PDRB kota Yogyakarta dan Sleman dan Trafo IV dibebani 33% dari jumlah penduduk dan PDRB kota Yogyakarta dan Sleman.

4.3 Peramalan Beban Trafo dan Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Beban

4.3.1 Peramalan Beban Trafo II di GI Kentungan

Tabel 4.4 beban dan faktor diketahui yang mempengaruhi trafo II 60 MVA

Tahun	Beban (MVA) (Y)	Jumlah Penduduk (dalam ribuan) (X ₁)	PDRB (dalam juta) (X ₂)
2013	51,7	179	37813
2014	50,96	181	39766
2015	51,74	183	41730
2016	54,21	186	43817

Berdasarkan data laporan beban puncak gardu induk Kentungan yang diperoleh dari hasil penelitian di Gardu Induk Kentungan dan data kependudukan serta produk domestik regional bruto (PDRB) dari BPS kota Yogyakarta dan Sleman, jumlah penduduk dan PDRB kota Yogyakarta dan Sleman sangat mempengaruhi pertumbuhan beban transformator.

Sehingga, beban transformator GI Kentungan setiap tahunnya mengalami pertumbuhan yang diakibatkan oleh tingginya tingkat pertumbuhan penduduk kota Yogyakarta dan Sleman serta meningkatnya Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) kota Yogyakarta dan Sleman.

4.5 Tabel perhitungan untuk persamaan regresi pada trafo II

Tahun	Y (MVA)	X ₁	X ₂	X ₁ ²	X ₂ ²	y ²	X ₁ *X ₂	X ₁ *Y	X ₂ *Y
2013	51,7	179	37814	32041	1429898596	2672,89	6768706	9254,3	1954983,8
2014	50,96	181	39766	32761	1441417156	2596,92	7197646	9223,76	2026475,36
2015	51,74	183	41730	33489	1741392900	2677,02	7636590	9468,42	2159110,2
2016	54,21	186	43817	34596	1919929489	2938,72	8149962	10083,06	2375319,57
Σ	208,61	729	163.127	132887	6532638141	10885,55	29752904	38029,54	8515888,93

$$\sum X_1^2 = \sum X_1^2 - \frac{(\sum X_1)^2}{n} = 132887 - \frac{(729)^2}{4} = 26,75$$

$$\sum X_2^2 = \sum X_2^2 - \frac{(\sum X_2)^2}{n} = 6532638141 - \frac{(163127)^2}{4} = -119966391$$

$$\sum Y^2 = \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n} = 10885,5 - \frac{(208,61)^2}{4} = 6,016$$

$$\sum X_1 Y = \sum X_1 Y - \frac{\sum X_1 * \sum Y}{n} = 38029,54 - \frac{729 * 208,61}{4} = 10,3675$$

$$\sum X_2 Y = \sum X_2 Y - \frac{\sum X_2 * \sum Y}{n} = 8515888,93 - \frac{163127 * 208,61}{4} = 0,00003983$$

$$\sum X_1 X_2 = \sum X_1 X_2 - \frac{\sum X_1 * \sum X_2}{n} = 29752904 - \frac{729 * 163127}{4} = 23008,25$$

Sehingga,

$$b_1 = \frac{[(\sum X_2^2 \times \sum X_1 Y) - (\sum X_2 Y \times \sum X_1 X_2)]}{[(\sum X_1^2 \times \sum X_2^2) - (\sum X_1 X_2)^2]}$$

$$b_1 = \frac{[(-119966391 \times 10,3675) - (8408,06 \times 23008,25)]}{[(26,75 \times -119966,391) - (2300,25)^2]} = 0,00003983$$

$$b_2 = \frac{[(\sum X_1^2 \times \sum X_1 Y) - (\sum X_1 Y \times \sum X_1 X_2)]}{[(\sum X_1^2 \times \sum X_2^2) - (\sum X_1 X_2)^2]}$$

$$b_2 = \frac{[(26,75 \times 8408,06) - (10,3675 \times 23008,25)]}{[(26,75 \times -119966,391) - (23008,25)^2]} = 0,0000656$$

$$a = \frac{(\sum Y) - (b_1 \times \sum X_1) - (b_2 \times \sum X_2)}{n}$$

$$a = \frac{(208,61) - (0,00003983 \times 729) - (0,0000656 \times 163)}{4} = 49,47$$

Rumus yang digunakan untuk menghitung beban trafo II pada gardu induk Kentungan 150 kv selama 10 tahun mendatang berdasarkan model regresi linier berganda yaitu:

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

Keterangan : a : 49,47

b₁ : 0,0003983

b₂ : 0,0000656

Beban th a = 49,47 + (0,0003983 x jumlah penduduk th a) + (0,0000656 x PDRB th a)

$$\begin{aligned} \text{Beban tahun 2017} &= 49,47 + (0,0003983 \times 186) + (0,0000656 \times 43817) \\ &= 52,28155 \text{ MVA} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban tahun 2018} &= 49,47 + (0,0003983 \times 189) + (0,0000656 \times 46007,5) \\ &= 52,4955 \text{ MVA} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban tahun 2019} &= 49,47 + (0,0003983 \times 192) + (0,0000656 \times 48307,5) \\ &= 52,6456 \text{ MVA} \end{aligned}$$

Untuk menghitung presentase pembebanan trafo digunakanlah rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ pembebanan trafo} = \frac{S_x}{K_{\text{transformator}}} \times 100\%$$

$$\text{Pembebanan 2016} = \frac{52,21}{60} \times 100\% = 87\%$$

$$\text{Pembebanan 2017} = \frac{52,28}{60} \times 100\% = 87\%$$

$$\text{Pembebanan 2018} = \frac{52,49}{60} \times 100\% = 87\%$$

$$\text{Pembebanan 2019} = \frac{52,68}{60} \times 100\% = 87\%$$

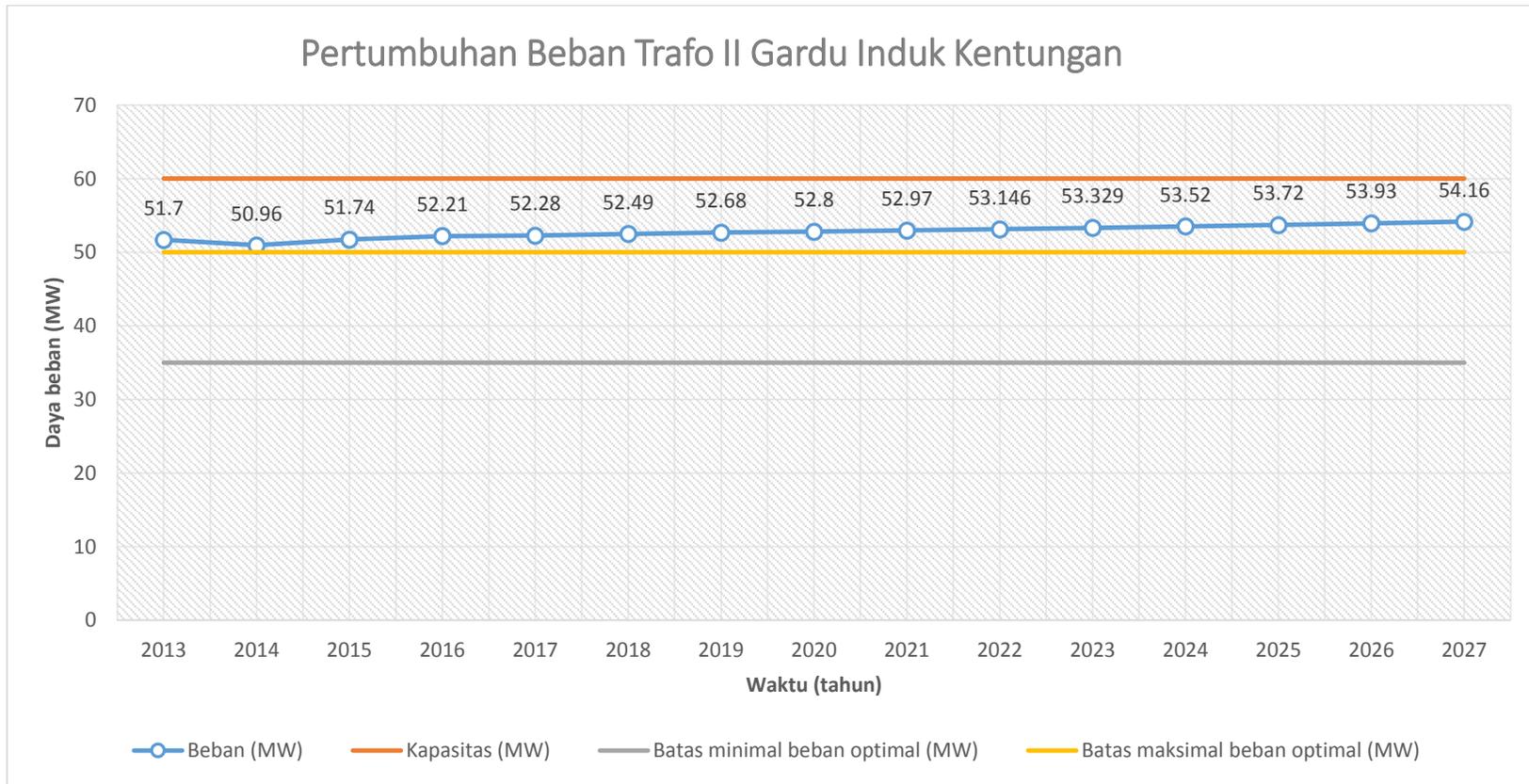
$$\text{Pembebanan 2020} = \frac{52,80}{60} \times 100\% = 88\%$$

$$\text{Pembebanan 2021} = \frac{52,97}{60} \times 100\% = 88\%$$

4.7 Tabel hasil peramalan dengan metode regresi pada trafo II GI Kentungan

150kV 60 MVA

Tahun	Beban (Y) (MVA)	Penduduk (X ₁) (dalam ribuan jiwa)	PDRB (X ₂) (dalam milliar rupiah)	Presentase Pembebanan	Evaluasi toleransi
2013	51,7	179	37814	86%	beban berat
2014	50,96	181	39766	84%	beban berat
2015	51,74	183	41730	86%	beban berat
2016	52,21	186	43817	87%	beban berat
2017	52,28155	189	46007	87%	beban berat
2018	52,4955	192	48307	87%	beban berat
2019	52,6846	194	50722,5	87%	beban berat
2020	52,80047	197	53258,5	88%	beban berat
2021	52,9708	199	55921	88%	beban berat
2022	53,146	201	58717	88%	beban berat
2023	53,329	204	61652,5	88%	beban berat
2024	53,52	207	64735	89%	beban berat
2025	53,72	210	67972	89%	beban berat
2026	53,93	213	71370,5	89%	beban berat
2027	54,160	216	74939,025	90%	beban berat



Gambar 4.1 Grafik pertumbuhan beban trafo II 10 tahun kedepan

Berdasarkan SPLN no 50 tahun 1997 untuk standar optimal pembebanan trafo sebesar 60%- 80%, maka batas optimal pembebanan transformator II Gardu Induk Kentungan 150kV 60 MVA sebesar 48 MVA.

Dari tabel hasil perhitungan perkiraan beban trafo untuk 10 tahun mendatang pada trafo II GI Kentungan 150 KV maka pertumbuhan beban pada trafo II GI Kentungan dapat dijelaskan sebagai berikut:

Bahwa beban trafo II di tahun 2013 sampai dengan 2016 beban trafo II sudah melewati batas maksimal beban trafo sebesar 52,21 MVA dan pada tahun 2027 trafo II dalam beban berat sebesar 54,16 MVA, Sehingga untuk 10 tahun mendatang trafo II pada GI Kentungan 150 KV 60 MVA masih mampu melayani beban dan tidak harus menambah trafo. Tetapi harus dalam pengawasan yang lebih intens agar trafo tetap bekerja secara ideal.

Ketika beban pada trafo mencapai batas maksimal beban optimal trafo maka perencanaan penambahan transformator harus segera dilakukan karena sifat beban yang tumbuh akan semakin tinggi dengan adanya pertumbuhan penduduk dan juga PDRB kota Yogyakarta dan Sleman. Sehingga perlu adanya langkah pengawasan yang intens terhadap pertumbuhan beban trafo agar trafo tetap bekerja secara ideal.

Karakteristik beban yang tumbuh dapat berubah apabila faktor yang mempengaruhi beban yaitu jumlah penduduk ataupun PDRB menurun drastis sehingga penurunan beban terjadi dengan jumlah yang signifikan.