

BAB IV

ANALISIS DATA PENELITIAN

4.1 Data Penelitian

Data yang digunakan untuk mengevaluasi Gardu Induk Bandar Sribhawono 8 tahun mendatang adalah data pemakaian energi listrik tahun 2013 sampai 2016 pada transformator 1 dengan kapasitas 20 MVA dan transformator II dengan kapasitas 30 MVA, data kependudukan desa yang disuplai oleh GI Bandar Sribhawono Lampung Timur 2013-2016 dan PDRB lampung timur 2013-2015 dari BPS Lampung Timur.

4.2 Analisa Data Penelitian

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

$$Y = a + b_1x_1 + b_2x_2 \quad (2.5)$$

Keterangan

Y = Variable tak bebas

a = Konstanta

$b_1 b_2$ = Koefesien regresi

$x_1 x_2$ = Variable bebas

Setelah melakukan peneletian di GI Bandar Sribhawono Lampung Timur, didapatkan data yang dibutuhkan untuk peramalan beban yaitu data beban puncak GI Bandar Sribhawono Lampung Timur pada Trafo I dan Trafo II dengan uraian sebagai berikut:

Tabel 4.1 Data Beban Puncak Trafo I 20 MVA

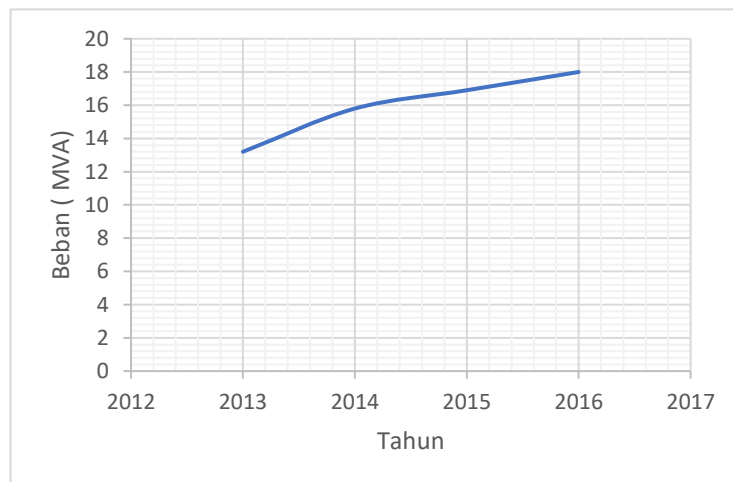
Bulan	Beban Puncak Trafo 1 (MVA)			
	2013	2014	2015	2016
Januari	14	15,4	17,4	18,3
Februari	14,2	14,6	16	17,1
Maret	13,5	16,8	16,5	17,8
April	13,2	16,5	16,1	18
Mei	13,5	16,6	17,7	18,5
Juni	12,9	15,4	16,3	
Juli	13,1	15,3	17,3	
Agustus	12,2	16,2	16,9	
September	12,4	16,4	17,2	
Oktober	13,5	15,2	16,9	

Tabel 4.1 Data Beban Puncak Trafo I 20 MVA **Lanjutan**

November	12,1	16	16,6	
Desember	13,8	16,2	17,8	
Total beban per tahun	158,4	190,6	202,7	36,3
Rata-rata beban per tahun	13,2	15,8	16,9	18,1

Tabel 4.2 Spesifikasi Trafo I

PARAMETER	BESARAN
Merk	TTUB150 / 20000
Rating	20 MVA, 150/20KV
Jenis Pendingin/Minyak	ONAN -ONAF
No. Seri	A.881537



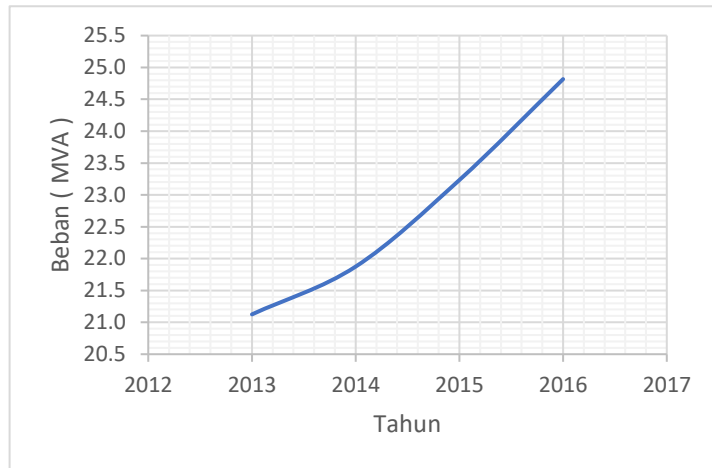
Gambar 4.1 Grafik Pertumbuhan Beban 2013-2016

Tabel 4.3 Data Beban Puncak Trafo II 30 MVA

Bulan	Beban Puncak Trafo II (MVA)			
	2013	2014	2015	2016
Januari	21,3	18	20,1	25,3
Februari	21,3	22	20,1	25,9
Maret	25,1	23,8	23,5	22,3
April	22,4	19,9	20,3	24
Mei	24,1	22,1	24,8	25,5
Juni	15,7	19,3	24,8	24,1
Juli	20,5	20,7	25,7	25,8
Agustus	20	20,8	25,3	25,5
September	18,8	25,5	23,6	25
Oktober	20,1	21,9	25,1	24,7
November	20,2	25,2	24,5	23,8
Desember	24	23,3	21	25,9
Total beban per tahun	253,5	262,5	278,8	297,8
Rata-rata beban per tahun	21,1	21,8	23,2	24,8

Tabel 4.4 Spesifikasi Trafo II

PARAMETER	BESARAN
Merk	HYOSUNG
Rating	30 MVA, 150/20KV
Jenis Pendingin/Minyak	ONAN/ONAF
No. Seri	TP95-85U4



Gambar 4.2 Grafik Pertumbuhan beban trafo II 2013-2016

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

Untuk melengkapi faktor yang mempengaruhi peramalan beban GI Bandar Sribhawono Lampung Timur 8 Tahun mendatang. Maka diperoleh data jumlah penduduk dan pertumbuhan PDRB (Produk Domestik Regional Bruto) yang bersumber dari data BPS (Badan Pusat Statistik) Lampung Timur yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.5 Data Penduduk dan PDRB Lampung Timur

Tahun	Jumlah Penduduk (dalam ribuan)	PDRB (juta)
2013	676	26,7
2014	683	29,5
2015	690	31,3
2016	697	34,4

Asumsi: PDRB Lampung Timur setiap tahun meningkat 6% (Berdasarkan Data statistik Produk Domestik Regional Bruto BPS Lampung Timur 2013-2016) dan Pertumbuhan Penduduk Lampung Timur tiap tahun meningkat 1,1% (berdasarkan data statistik kependudukan BPS Lampung Timur 2013-2016).

Perhitungan pertumbuhan PDRB pada tahun $x =$

$(\text{PDRB tahun sebelum } x * 6\%) + \text{PDRB tahun sebelum } x$

$\text{PDRB tahun 2017} = (34,4 * 6\%) + 34,4 = 36,6$

Perhitungan pertumbuhan penduduk tahun $x =$

$(\text{Penduduk tahun 2017} = (697 * 1,1\%) + 697 = 705$

Maka diperoleh keseluruhan data jumlah penduduk dan PDRB hingga 8 tahun mendatang sebagai berikut:

Tabel 4.6 Perhitungan Prediksi Penduduk dan PDRB 8 Tahun Mendatang

Tahun	PDRB (Juta)	Jumlah Penduduk (dalam ribuan)
2013	26,8	676
2014	29,5	683
2015	31,3	690
2016	34,5	697
2017	36,6	705
2018	38,8	713
2019	41,1	720
2020	43,6	728
2021	46,2	736
2022	49,0	744
2023	51,9	753
2024	55,0	761

Pada GI Bandar Sribhawono mengalami pergantian trafo pada tahun 2016, maka ada pembagian jumlah penduduk/penyulang yang terhubung ke trafo I dan II. Trafo I dan Trafo II masing-masing dibebani 50% dari jumlah penduduk dan PDRB Lampung Timur.

4.3 Peramalan Beban Trafo dan Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Beban

4.3.1 Peramalan Beban Trafo 1 di GI Bandar Sribhawono Lampung Timur

Tabel 4.7 faktor diketahui yang mempengaruhi trafo 1 20 MVA

Tahun	Rata-rata Beban (MVA) (Y)	Jumlah Penduduk (dalam ribuan) (X1)	PDRB (dalam juta) (X2)
2013	13,2	338	13,4
2014	15,8	341,5	14,8
2015	16,9	345	15,7
2016	18,1	348,5	17,3

Berdasarkan data yang diperoleh dari laporan beban puncak Gardu Induk Bandar Sribhawono dan data kependudukan serta produk domestik regional bruto (PDRB) dari BPS lampung timur, jumlah penduduk dan PDRB Lampung timur sangat mempengaruhi pertumbuhan beban transformator. Sehingga, beban GI Bandar Sribhawono setiap tahunnya mengalami pertumbuhan yang diakibatkan oleh tingginya tingkat pertumbuhan penduduk dan PDRB Lampung Timur.

Tabel 4.8 Perhitungan untuk persamaan regresi pada trafo I

Tahun	Y	X_1	X_2	x_1^2	x_2^2	Y^2	$X_1 * X_2$	$X_1 * y$	$X_2 * y$
2013	13,2	338	1..4	114244	179,14	174,24	4523,96	4461,6	176,675
2014	15,8	341,5	1,8	116622,25	218,08	249,64	5043,10	5395,7	233,327
2015	16,9	345	1,7	119025	245,22	285,61	5402,53	5830,5	264,646
2016	18,1	348,5	1,3	121452,25	297,79	327,61	6013,89	6307,85	312,343
Total (Σ)	64	1373	61	471343,5	940,23	1037,1	20983,48	21995,65	986,9901

Y = Beban Puncak

X_1 = Jumlah Penduduk

X_2 = PDRB (Produk Domestic Regional Bruto)

$$\sum x_1^2 = \sum x_1^2 - \frac{(\sum x_1)^2}{n} = 471343,5 - \frac{(1373)^2}{4} = 61,3$$

$$\sum x_2^2 = \sum x_2^2 - \frac{(\sum x_2)^2}{n} = 940,23 - \frac{(61)^2}{4} = 7,9$$

$$\sum Y^2 = \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n} = 1037,1 - \frac{(64)^2}{4} = 13,7$$

$$\sum X_1Y = \sum X_1Y - \frac{\sum X_1 \sum Y}{n} = 21995,65 - \frac{(1373 \cdot 64)}{4} = 27,1$$

$$\sum X_2Y = \sum X_2Y - \frac{\sum X_2 \sum Y}{n} = 986,9901 - \frac{(61 \cdot 64)}{4} = 9,9$$

$$\sum X_1X_2 = \sum X_1X_2 - \frac{\sum X_1 \sum X_2}{n} = 20983,48 - \frac{(1373 \cdot 61)}{4} = 21,9$$

Diperoleh Persamaan Sebagai Berikut :

$$b_1 = \frac{(\sum x_2^2)(\sum x_1y) - (\sum x_1x_2)(\sum x_2y)}{(\sum x_1^2)(\sum x_2^2) - (\sum x_1x_2)^2}$$

$$= \frac{(7,9 \cdot 27,1) - (9,9 \cdot 21,9)}{(61,3 \cdot 7,9) - (21,9)^2} = 0,36$$

$$b_2 = \frac{(\sum x_1^2)(\sum x_2y) - (\sum x_1x_2)(\sum x_1y)}{(\sum x_1^2)(\sum x_2^2) - (\sum x_1x_2)^2}$$

$$= \frac{(61,3 \cdot 9,7) - (21,9 \cdot 27,1)}{(61,3 \cdot 7,9) - (21,9)^2} = 0,25$$

$$a = \frac{(\sum Y) - (b_1 \cdot \sum x_1) - (b_2 \cdot \sum x_2)}{n}$$

$$= \frac{(63,9) - (0,4 \cdot 1373) - (0,11 \cdot 61)}{4} = -112 \tag{2.5}$$

Rumus yang diperoleh untuk menghitung beban info trafo GI Bandar Sribhawono 12 tahun mendatang berdasarkan model regresi linear berganda yaitu:

$$Y = a + b_1x_1 + b_2x_2$$

$$a : -112$$

$$x_1 = \text{Jumlah Penduduk Tahun } x$$

$$b_1 : 0,36$$

$$x_2 = \text{PDRB Tahun } x$$

$$b_2 : 0,25$$

$$\text{Beban Tahun } x = -112 + (0,36 * \text{Jumlah penduduk th } x) + (0,25 * \text{PDRB th } x)$$

$$\text{Beban Tahun 2017} = -112 + (0,36 * 352,5) + (0,25 * 18,3)$$

$$= 20,1 \text{ MW}$$

$$\text{Beban Tahun 2018} = -112 + (0,36 * 356,5) + (0,25 * 19,4)$$

$$= 21,8 \text{ MW}$$

$$\text{Beban Tahun 2019} = -112 + (0,36 * 360) + (0,25 * 20,6)$$

$$= 23,4 \text{ MW}$$

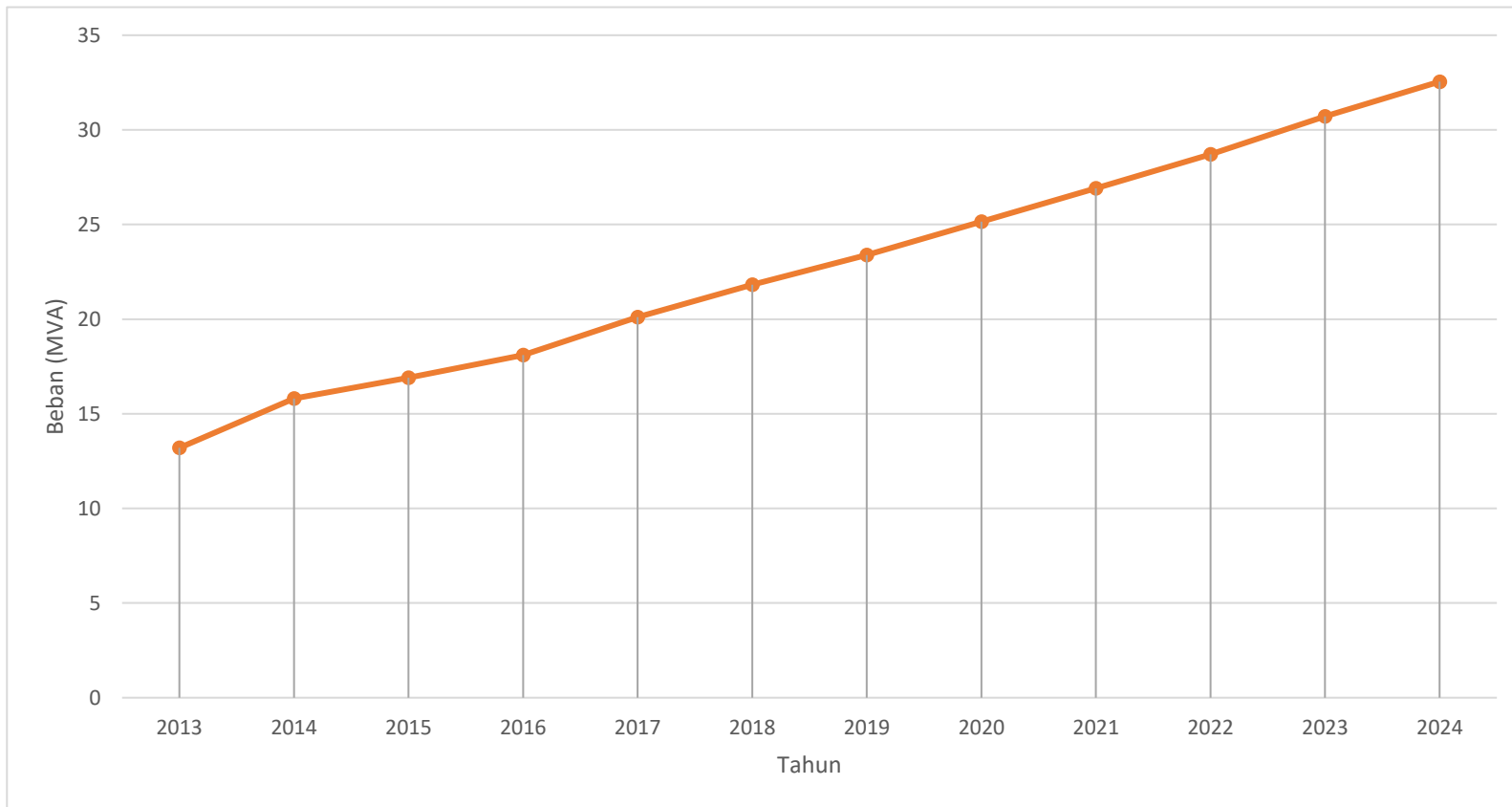
Untuk menghitung presentase pembebanan trafo digunakan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ Pembebanan} = \frac{S_x}{K.\text{transformator}} \times 100\% \quad (2.8)$$

$$\% \text{ Pembebanan Tahun 2017} = \frac{20,1 \text{ MVA}}{20 \text{ MVA}} \times 100\% = 101 \%$$

Tabel 4.9 Hasil Peramalan dengan metode regresi linear ganda pada trafo I

Tahun	Beban (Y) (MW)	Penduduk (X_1) (dalam ribuan)	PDRB (X_2) (dalam juta)	Pembebanan (%)	Toleransi Pembebanan
2013	13,2	13,4	338	66%	Beban optimal
2014	15,8	14,8	341,5	79%	Beban optimal
2015	16,9	15,7	345	85%	Beban berat
2016	18,1	17,3	348,5	91%	Beban berat
2017	20,1	18,3	352,5	101%	overload
2018	21,8	19,4	356,5	109%	overload
2019	23,4	20,6	360	117%	overload
2020	25,1	21,8	364	126%	overload
2021	26,9	23,1	368	135%	overload
2022	28,7	24,5	372	144%	overload
2023	30,7	25,9	376,5	154%	overload
2024	32,5	27,5	380,5	163%	overload



Gambar 4.3 Grafik Pertumbuhan Beban Trafo GI Bandar Sribhawono Lampung Timur

Hasil dari perhitungan peramalan beban dan perhitungan presentase pembebanan Trafo I GI Bandar Sribhawono Lampung Timur dapat dilihat pada tabel. Untuk menunjukkan pertumbuhan beban pertahunnya pada trafo 1 di buatlah grafik pertumbuhan beban berdasarkan hasil perhitungan beban.

Bedasarkan hasil perhitungan perkiraan 8 tahun mendatang pada tabel dan grafik pertumbuhan beban trafo I maka pertumbuhan beban dapat dijelaskan sebagai berikut:

Pada tahun 2013 sampai tahun 2014 beban trafo masih batas beban optimal dan di tahun 2016 trafo sudah dalam beban berat. Pada tahun 2017 sampai 2024 beban trafo sudah melebihi kapasitas trafo (*overload*). Sehingga pada tahun 2017 sudah harus mengganti trafo dengan kapasitas yang lebih besar atau adanya penambahan trafo di GI Bandar Sribhawono Lampung Timur. Ketika beban mencapai batas maksimal beban trafo optimal trafo maka perencanaan penambahan transformator harus segera dilakukan Karena sifat beban yang tumbuh akan semakin tinggi dengan adanya pertumbuhan penduduk dan juga PDRB Lampung Timur, sehingga perlu adanya langkah pengawasan yang intensif terhadap pertumbuhan beban trafo agar trafo tetap bekerja secara ideal.

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

4.3.2 Peramalan Beban Trafo II di GI Bandar Sribhawono Lampung Timur

Tabel 4.10 faktor diketahui yang mempengaruhi trafo II 30 MVA

Tahun	Rata-rata Beban (MVA) (Y)	Jumlah Penduduk (dalam ribuan) (X1)	PDRB (dalam juta) (X2)
2013	21,1	338	13,4
2014	21,8	341,5	14,8
2015	23,2	345	15,7
2016	24,8	348,5	17,3

Berdasarkan data yang diperoleh dari laporan beban puncak Gardu Induk Bandar Sribhawono dan data kependudukan serta produk domestik regional bruto (PDRB) dari BPS lampung timur, jumlah penduduk dan PDRB Lampung timur sangat mempengaruhi pertumbuhan beban transformator. Sehingga, beban GI Bandar Sribhawono setiap tahunnya mengalami pertumbuhan yang diakibatkan oleh tingginya tingkat pertumbuhan penduduk dan PDRB Lampung Timur.

Tabel 4.11 Perhitungan untuk persamaan regresi pada trafo II

Tahun	Y	X_1	X_2	x_1^2	x_2^2	Y^2	$X_1 * X_2$	$X_1 * y$	$X_2 * y$
2013	21,1	338	13,4	114244	179,56	445,21	4529,20	7131,8	282,74
2014	21,8	341,5	14,8	116622	219,04	475,24	5054,20	7444,7	322,64
2015	23,2	345	15,7	119025	246,49	538,24	5416,50	8004,0	364,40
2016	24,8	348,5	17,3	121452	299,29	615,04	6029,05	8642,8	429,04
Total (Σ)	90,9	1373	61	471344	944,38	207,73	2102,95	3122,3	139,66

Y = Beban Puncak

X_1 = Jumlah Penduduk

X_2 = PDRB (Produk Domestic Regional Bruto)

$$\sum x_1^2 = \sum x_1^2 - \frac{(\sum x_1)^2}{n} = 471344 - \frac{(1373)^2}{4} = 61,25$$

$$\sum x_2^2 = \sum x_2^2 - \frac{(\sum x_2)^2}{n} = 944,38 - \frac{(61)^2}{4} = 8,02$$

$$\sum Y^2 = \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n} = 2073,73 - \frac{(90,9)^2}{4} = 8,03$$

$$\sum X_1Y = \sum X_1Y - \frac{\sum X_1 \sum Y}{n} = 31223,3 - \frac{(1373 * 90,9)}{4} = 21,88$$

$$\sum X_2Y = \sum X_2Y - \frac{\sum X_2 \sum Y}{n} = 139,66 - \frac{(61 * 90,9)}{4} = 7,89$$

$$\sum X_1X_2 = \sum X_1X_2 - \frac{\sum X_1 \sum X_2}{n} = 2102,95 - \frac{(1373 * 61)}{4} = 22,05$$

Diperoleh Persamaan Sebagai Berikut :

$$b_1 = \frac{(\sum x_2^2)(\sum x_1y) - (\sum x_1x_2)(\sum x_2y)}{(\sum x_1^2)(\sum x_2^2) - (\sum x_1x_2)^2}$$

$$= \frac{(8,02 * 21,88) - (22,05 * 7,89)}{(61,25 * 8,02) - (22,05)^2} = 0,29$$

$$b_2 = \frac{(\sum x_1^2)(\sum x_2y) - (\sum x_1x_2)(\sum x_1y)}{(\sum x_1^2)(\sum x_2^2) - (\sum x_1x_2)^2}$$

$$= \frac{(61,25 * 7,89) - (22,05 * 21,88)}{(61,25 * 8,02) - (22,05)^2} = 0,18$$

$$a = \frac{(\sum Y) - (b_1 * \sum x_1) - (b_2 * \sum x_2)}{n}$$

$$= \frac{(90,9) - (0,29 * 1373) - (0,18 * 61)}{4} = -80 \tag{2.5}$$

Rumus yang diperoleh untuk menghitung beban info trafi GI Bandar Sribhawono 12 tahun Mendatang Berdasarkan Model regresi linear berganda yaitu :

$$Y = a + b_1x_1 + b_2x_2$$

$$a : -80$$

$$b_1: 0,29$$

$$b_2 : 0,18$$

$$\text{Beban Tahun } x = -80 + (0,29*\text{Jumlah penduduk th } x) +(0,18*\text{PDRB th } x)$$

$$\text{Beban Tahun 2017} = -80 + (0,29*352,5) + (0,18*18,3)$$

$$= 26 \text{ MW}$$

$$\text{Beban Tahun 2018} = -80 + (0,29*356,5) + (0,18* 19,4)$$

$$= 27,3 \text{ MW}$$

$$\text{Beban Tahun 2019} = -80 + (0,29*360) + (0,18* 20,6)$$

$$= 28,6 \text{ MW}$$

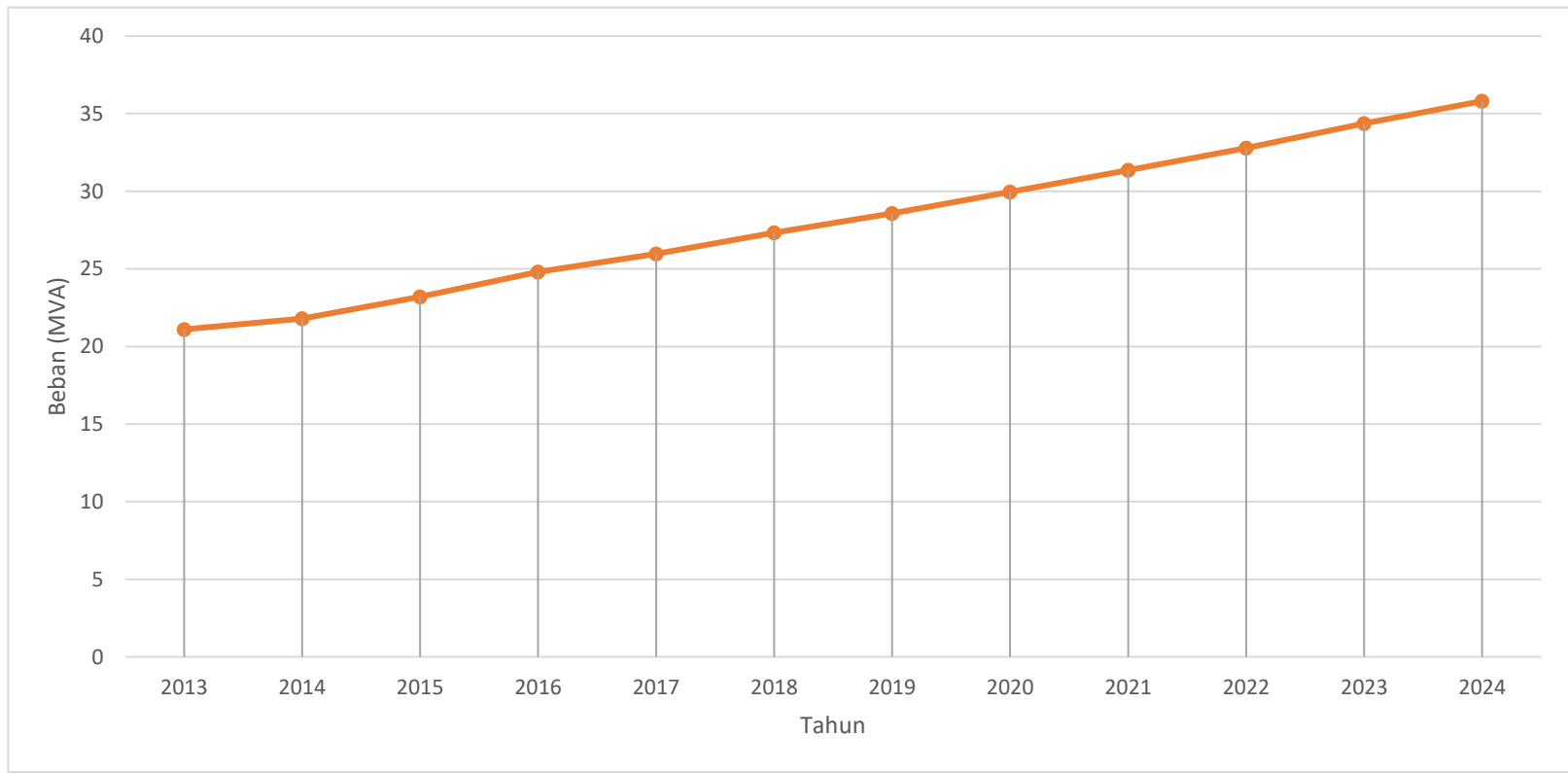
Untuk menghitung presentase pembebanan trafo digunakan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ Pembebanan} = \frac{S_x}{K.\text{transformator}} \times 100\% \quad (2.8)$$

$$\% \text{ Pembebanan Tahun 2017} = \frac{26 \text{ MVA}}{30 \text{ MVA}} \times 100\% = 87\%$$

Tabel 4.12 Hasil Peramalan dengan metode regresi linear ganda pada trafo II

Tahun	Beban (Y) (MW)	Penduduk (X_1) (dalam ribuan)	PDRB (X_2) (dalam juta)	Pembebanan (%)	Toleransi Pembebanan
2013	21,1	338	13,4	70%	Beban Optimal
2014	21,8	341,5	14,8	73%	Beban Optimal
2015	23,2	345	15,7	77%	Beban Optimal
2016	24,8	348,5	17,3	83%	Beban Berat
2017	26,1	352,5	18,3	87%	Beban Berat
2018	27,7	356,5	19,4	91%	Beban Berat
2019	29,1	360	20,6	95%	Beban Berat
2020	30,7	364	21,8	100%	Beban Berat
2021	32,4	368	23,1	105%	Overload
2022	34,2	372	24,5	109%	Overload
2023	36,1	376,5	25,9	115%	Overload
2024	38,0	380,5	27,5	119%	Overload



Gambar 4.4 Grafik Pertumbuhan Beban Trafo GI Bandar Sribhawono Lampung Timur

Hasil dari perhitungan peramalan beban dan perhitungan presentase pembebanan Trafo I GI Bandar Sribhawono Lampung Timur dapat dilihat pada tabel. Untuk menunjukkan pertumbuhan beban pertahunnya pada trafo 1 dibuatlah grafik pertumbuhan beban berdasarkan hasil perhitungan beban.

Berdasarkan hasil perhitungan perkiraan 8 tahun mendatang pada tabel dan grafik pertumbuhan beban trafo I maka pertumbuhan beban dapat dijelaskan sebagai berikut:

Pada tahun 2013 sampai tahun 2015 beban trafo masih batas beban optimal dan di tahun 2016 sampai 2019 trafo sudah dalam beban berat. Pada tahun 2020 sampai 2024 beban trafo sudah melebihi kapasitas trafo (*overload*) Sehingga pada tahun 2019 sudah harus mengganti trafo dengan kapasitas yang lebih besar atau adanya penambahan trafo di GI Bandar Sribhawono Lampung Timur. Ketika beban mencapai batas maksimal beban trafo optimal trafo maka perencanaan penambahan transformator harus segera dilakukan karena sifat beban yang tumbuh akan semakin tinggi dengan adanya pertumbuhan penduduk dan juga PDRB Lampung Timur, sehingga perlu adanya langkah pengawasan yang intensif terhadap pertumbuhan beban trafo agar trafo tetap bekerja secara ideal.

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