

## **BAB IV**

### **PEMBAHASAN**

#### **4.1 Data Penelitian**

Data yang digunakan untuk menganalisis kemampuan transformator Gardu Induk 150 KV Cikupa dalam 10 tahun yang akan datang adalah data pemakaian energi listrik tahun 2012 sampai dengan tahun 2016 pada transformator I yang memiliki kapasitas 60 MVA dan data pemakaian energi listrik tahun 2012 sampai dengan tahun 2016 pada transformator II dengan kapasitas 60 MVA. Kemudian data lain yang dibutuhkan adalah data kependudukan dan PDRB Kabupaten Tangerang.

#### **4.2 Analisa Data Penelitian**

Dalam melakukan analisa dari penelitian ini langkah awal yang dilakukan adalah dengan menganalisis beban puncak tertinggi di Gardu Induk 150 KV Cikupa, menganalisa dan mengansumsikan pertumbuhan penduduk dan PDRB, menghitung pemakaian beban dalam MW pada transformator, membuat persamaan pendekatan metode regresi linier berganda, kemudian meramalkan pembebanan untuk mengetahui batas kemampuan transformator.

Persamaan regresi linier ganda yaitu :

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2$$

Dengan :

$Y$  = Variabel tak bebas

$a$  = Konstanta

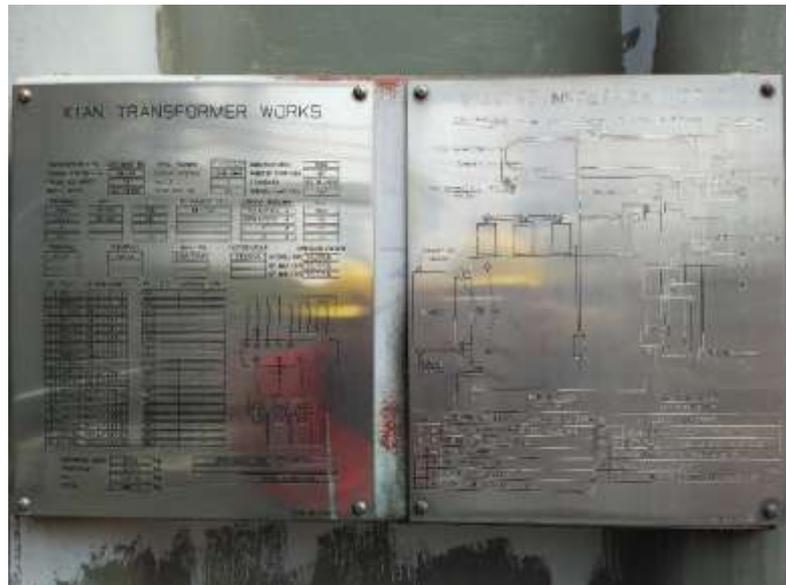
$b_1, b_2$  = koefisien regresi

$X_1, X_2$  = Variabel bebas

Dari penelitian yang dilakukan di Gardu Induk 150 KV Cikupa. Maka didapatkan data yang dibutuhkan untuk peramalan beban yaitu data beban puncak Gardu Induk 150 KV Cikupa.

#### 4.2.1 Data Transformator I Gardu Induk 150 KV Cikupa

Spesifikasi Transformator I Gardu Induk 150 KV Cikupa adalah sebagai berikut :



Gambar 4.1 Spesifikasi Trafo I

Tabel 4.1 Spesifikasi Trafo I

<i>XIAN/ SFZ – 60000/150</i>
<i>60 MW, 150/20KV</i>
<i>Type of cooling ONAN/OFAF</i>
<i>Made in P.R China</i>

Tabel 4.2 Data Beban Trafo I

Bulan	Beban Transformator				
	2012	2013	2014	2015	2016
Januari	45 MW	48 MW	40 MW	37 MW	54 MW
Februari	44 MW	47 MW	42 MW	36 MW	51 MW
Maret	44 MW	48 MW	45 MW	40 MW	52 MW
April	37 MW	41 MW	45 MW	46.5 MW	53 MW
Mei	45 MW	39 MW	43 MW	46 MW	55 MW
Juni	41 MW	46 MW	50 MW	46.5 MW	55.5 MW
Juli	36 MW	41 MW	46 MW	50 MW	55 MW
Agustus	41 MW	44 MW	47 MW	45 MW	51 MW
September	43 MW	43 MW	44 MW	47 MW	54 MW
Oktober	40 MW	40 MW	39 MW	50 MW	51 MW
November	40 MW	43 MW	40 MW	50 MW	43.5 MW
Desember	37 MW	44 MW	44 MW	46 MW	38 MW
Total	493 MW	524MW	525 MW	540 MW	612.5 MW
<b>Rata-rata</b>	<b>41.08 MW</b>	<b>43.6 MW</b>	<b>43.75 MW</b>	<b>45 MW</b>	<b>51.04 MW</b>



Gambar 4.2 Grafik rata-rata pertumbuhan beban trafo I 2012 - 2016

#### 4.2.2 Data Transformator II Gardu Induk 150 KV Cikupa

Spesifikasi Transformator I Gardu Induk 150 KV Cikupa adalah sebagai berikut :



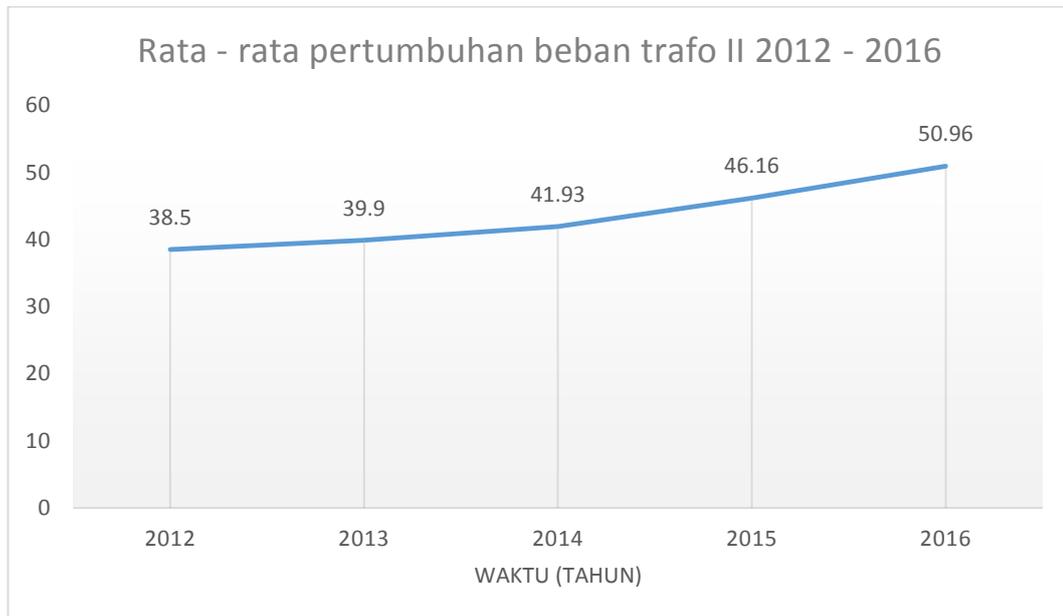
Gambar 4.3 Spesifikasi Trafo II

Tabel 4.3 Spesifikasi Trafo II

PAUWELS TRAF0/3011130028
60 MW, 150/20KV
<i>Type of cooling ONAN/OFAF</i>
<i>Manufactured by PT CG Power Systems Indonesia</i>

Tabel 4.4 Data Beban Trafo II

Bulan	Beban Transformator				
	2012	2013	2014	2015	2016
Januari	33 MW	47 MW	39 MW	39 MW	51 MW
Februari	27 MW	43 MW	38 MW	43 MW	55 MW
Maret	34 MW	49 MW	39 MW	48 MW	53 MW
April	44 MW	34 MW	48 MW	47 MW	53 MW
Mei	39 MW	38 MW	41 MW	48 MW	54 MW
Juni	37 MW	37 MW	40 MW	47 MW	55 MW
Juli	42 MW	33 MW	45 MW	50 MW	54 MW
Agustus	40 MW	39 MW	36.5 MW	46 MW	51 MW
September	41 MW	36 MW	38.5 MW	43 MW	55 MW
Oktober	39 MW	41 MW	39 MW	44 MW	51 MW
November	44 MW	37 MW	39 MW	44 MW	39 MW
Desember	42 MW	40 MW	50.1 MW	43 MW	40.5 MW
Total	462 MW	474 MW	503.1 MW	542 MW	611.5 MW
<b>Rata-rata</b>	<b>38.5 MW</b>	<b>39.5 MW</b>	<b>41.93 MW</b>	<b>46.16 MW</b>	<b>50.96 MW</b>



Gambar 4.4 Grafik pertumbuhan beban trafo II 2012 – 2016

### Presentase Beban Trafo

Untuk mengetahui presentase pembebanan trafo maka digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\% \text{ pembebanan} = \frac{S_t}{\text{Kapasitas transformator}} \times 100 \%$$

Keterangan :

$S_t$  : pemakaian beban pada bulan t

Kapasitas transformator : data kapasitas transformator (MW)

### Batas Optimal Beban Trafo

Dalam pembebanan sebuah trafo, perlu diperhatikan batas optimal pembebanan trafo yaitu sebesar 60-80%. Berdasarkan SPT PLN no 50 tahun 1997, klasifikasi pembebanan trafo adalah sebagai berikut :

0 – 60 % = Beban Ringan

60 – 80 % = Beban Optimal

>80 % = Beban Berat

### **Data Penduduk dan PDRB Kabupaten Tangerang**

Untuk melakukan peramalan beban trafo di Gardu Induk 150 KV Cikupa 10 tahun yang akan datang, dibutuhkan data jumlah penduduk dan pertumbuhan PDRB (Produk Domestik Regional Bruto) yang bersumber dari data Badan Pusat Statistik kabupaten Tangerang yaitu sebagai berikut :

Tabel 4.5 Jumlah Penduduk dan PDRB Tangerang

Tahun	Jumlah penduduk (dalam ribuan jiwa)	PDRB (juta rupiah)
2012	478	65.741
2013	511	72.304
2014	535	81.685
2015	560	91.692
2016	585	102.045

Keterangan : Berdasarkan data dan info yang saya dapat dari BPS Tangerang, bahwa PDRB Kabupaten Tangerang setiap tahunnya meningkat 11,58% (berdasarkan data statistik Produk Domestik Regional Bruto BPS kabupaten Tangerang 2012-2016) dan pertumbuhan penduduk kabupaten Tangerang setiap tahun meningkat 4,46% (berdasarkan data statistik kependudukan BPS kabupaten Tangerang 2014-2016)

### **Perhitungan pertumbuhan PDRB tahun n?**

Untuk mencari perkiraan PDRB pada tahun selanjutnya atau tahun n, dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{PDRB tahun } n = (\text{PDRB tahun sebelum } n * 11,58\%) + \text{PDRB tahun sebelum } n$$

1. PDRB tahun 2017

$$\text{PDRB tahun 2017} = (102.045 * 11,58\%) + 102.045 = 113.862$$

2. PDRB tahun 2018

$$\text{PDRB tahun 2018} = (113.862 * 11,58\%) + 113.862 = 127.047$$

### **Perhitungan pertumbuhan penduduk tahun n?**

Untuk mencari perkiraan penduduk pada tahun selanjutnya atau tahun n, dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Penduduk tahun } n = (\text{penduduk tahun sebelum } n * 4,46\%) + \text{penduduk tahun sebelum } n$$

1. Penduduk tahun 2017

$$\text{Penduduk tahun 2017} = (585 * 4,46\%) + 585 = 611$$

2. Penduduk tahun 2018 = (611 \* 4,46%) + 611 = 638

Setelah melakukan perhitungan jumlah penduduk dan PDRB untuk 10 tahun yang akan datang, maka diperoleh data keseluruhan sebagai berikut :

Tabel 4.6 Perhitungan perkiraan jumlah penduduk dan PDRB 10 tahun yang akan datang

Tahun	Jumlah Penduduk (dalam ribuan)	Jumlah PDRB (dalam jutaan)
2012	478	65.741
2013	511	72.304
2014	535	81.685
2015	560	91.692
2016	585	102.045
2017	611	113.861
2018	638	127.047
2019	667	158.147
2020	696	176.491
2021	727	196.929
2022	760	219.733
2023	793	245.178
2024	829	276.570
2025	866	305.249
2026	905	340.597

Pada Gardu Induk 150 KV Cikupa memiliki 2 buah trafo (penambahan trafo II pada tahun 2014) maka pada tahun 2012 ada pembagian jumlah penduduk yang terhubung ke trafo I dan trafo II. Trafo I dibebani 50% dari jumlah penduduk dan PDRB kabupaten Tangerang, dan trafo II dibebani 50% dari jumlah penduduk dan PDRB kabupaten Tangerang.

### 4.3 Peramalan Beban Trafo

#### 4.3.1 Peramalan Beban pada Trafo I di Gardu Induk 150 KV Cikupa

Tabel 4.7 Beban dan faktor yang mempengaruhi trafo I

Tahun	Beban (MW) Y	Jumlah penduduk (dalam ribuan) $X_1$	PDRB (dalam jutaan) $X_2$
2012	41,08	478	65.741
2013	43,6	511	72.304
2014	43,75	535	81.685
2015	45	560	91.692
2016	51,04	585	102.045

Dari data diatas terlihat bahwa jumlah penduduk dan PDRB kabupaten Tangerang sangat mempengaruhi pertumbuhan beban di Gardu Induk 150 KV Cikupa. Sehingga, beban transformator di Gardu Induk 150 KV Cikupa setiap tahunnya mengalami pertumbuhan yang diakibatkan oleh naiknya tingkat pertumbuhan penduduk dan meningkatnya PDRB kabupaten Tangerang.

Tabel 4.8 perhitungan untuk persamaan regresi pada trafo I

Tahun	Y (MW)	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub> <sup>2</sup>	X <sub>2</sub> <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	X <sub>1</sub> *X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub> *Y	X <sub>2</sub> *Y
2012	41,08	478	65741	228484	4321879081	2605,0816	31424198	24397,12	3355420,64
2013	43,6	502	72304	252004	5227868416	2025	36296608	22590	3253680
2014	43,75	534	81685	285156	6672439225	1900,96	43619790	23282,4	3561466
2015	45	560	91692	313600	8407422864	1687,5664	51347520	23004,8	3766707,36
2016	51,04	585	102045	342225	10413182025	1914,0625	59696325	25593,75	4464468,75
<b>Σ</b>	<b>224,47</b>	<b>2659</b>	<b>413467</b>	<b>1421469</b>	<b>35042791611</b>	<b>10132,6705</b>	<b>222384441</b>	<b>118868,07</b>	<b>18401742,75</b>

Perhitungan persamaan regresi untuk mendapatkan nilai a, b<sub>1</sub>, dan b<sub>2</sub> :

$$\Sigma X_1^2 = \Sigma X_1^2 - \frac{(\Sigma X_1)^2}{n} = 1421469 - \frac{(2659)^2}{5} = 7415,8$$

$$\Sigma X_2^2 = \Sigma X_2^2 - \frac{(\Sigma X_2)^2}{n} = 35042791611 - \frac{(413467)^2}{5} = 851799593,2$$

$$\Sigma Y^2 = \Sigma Y^2 - \frac{(\Sigma Y)^2}{n} = 10132,6705 - \frac{(224,47)^2}{5} = 55,31$$

$$\Sigma X_1Y = \Sigma X_1Y - \frac{\Sigma X_1 \cdot \Sigma Y}{n} = 118868,07 - \frac{(2659 \cdot 224,47)}{5} = 505,14$$

$$\Sigma X_2Y = \Sigma X_2Y - \frac{\Sigma X_2 \cdot \Sigma Y}{n} = 18401742,75 - \frac{(413467 \cdot 224,47)}{5} = 1814312,7$$

$$\Sigma X_1X_2 = \Sigma X_1X_2 - \frac{\Sigma X_1 \cdot \Sigma X_2}{n} = 222384441 - \frac{(2659 \cdot 413467)}{5} = 2502690,4$$

Diperolehlah persamaan sebagai berikut :

$$b_1 = \frac{[(\Sigma X_2^2 \times \Sigma X_1Y) - (\Sigma X_2Y \times \Sigma X_1X_2)]}{[(\Sigma X_1^2 \times \Sigma X_2^2) - (\Sigma X_1X_2)^2]}$$

$$= \frac{[(851799593,2 \times 505,14) - (-1814312,7 \times 2502690,4)]}{[(7415,8 \times 851799593,2) - (2502690,4)^2]}$$

$$= 0,07709$$

$$b_2 = \frac{[(\Sigma X_1^2 \times \Sigma X_2Y) - (\Sigma X_1Y \times \Sigma X_1X_2)]}{[(\Sigma X_1^2 \times \Sigma X_2^2) - (\Sigma X_1X_2)^2]}$$

$$= \frac{[(7415,8 \times -1814312,7) - (505,14 \times 2502690,4)]}{[(7415,8 \times 851799593,2) - (2502690,4)^2]}$$

$$= 0,000228$$

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

$$= \frac{(224,47) - (0,07709 \times 2659) - (0,000228 \times 413467)}{5}$$

$$= -14,956$$

Setelah hasil didapat dari perhitungan persamaan regresi dan mendapatkan nilai a, b1, dan b2 langkah selanjutnya adalah menghitung beban trafo gardu induk 150 KV Cikupa untuk 10 tahun yang akan datang.

Berdasarkan model regresi linier berganda persamaan untuk peramalan beban trafo ditahun x yaitu :

$$Y = a + (b_1 * X_1) + (b_2 * X_2)$$

Dengan hasil :

$$a = -14,956$$

$$b_1 = 0,07709$$

$$b_2 = 0,000228$$

Sehingga rumus untuk mencari beban tahun yang akan datang x menjadi :

Beban tahun x = - 14,956+ (0,07709\* jumlah penduduk tahun x) + (0,000228 \* PDRB tahun x)

1. Beban tahun 2017

$$\begin{aligned} \text{Beban tahun 2017} &= -14,956 + (0,07709 * 611) + (0,000228 * 113861) \\ &= 58,106 \end{aligned}$$

2. Beban tahun 2018

$$\begin{aligned} \text{Beban tahun 2018} &= -14,956 + (0,07709 * 638) + (0,000228 * 127047) \\ &= 63,22 \end{aligned}$$

3. Beban tahun 2019 = - 14,956 +(0,07709 \* 667)+(0,000228 \*141759)

$$= 68,76$$

Presentase pembebanan trafo

Untuk menghitung presentase pembebanan trafo digunakanlah rumus sebagai berikut :

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

$$\text{Pembebanan tahun 2017} = \frac{58.106}{60 \text{ MVA}} \times 100\%$$

$$= 96 \%$$

Hasil keseluruhan dari perhitungan peramalan beban dan perhitungan presentase beban trafo I gardu induk 150 KV Cikupa dapat dilihat di tabel 4.9.

Evaluasi toleransi transformator berdasarkan SPLN no 50 tahun 1997 untuk standar optimal pembebanan trafo sebesar 60% - 80%, maka batas optimal pembebanan transformator I gardu induk 150 KV Cikupa 48 MVA.

Berdasarkan hasil perhitungan perkiraan beban trafo 10 tahun yang akan datang pada tabel 4.9 dan grafik pertumbuhan trafo I pada gambar 4.5, maka pertumbuhan beban pada trafo I gardu induk 150 KV Cikupa bisa dikatakan mengalami peningkatan yang signifikan dari tahun 2012 hingga tahun 2026. Dari hasil peramalan didapatkan hasil bahwa dari tahun 2012 hingga tahun 2015 beban trafo sudah dalam beban yang optimal sesuai perhitungan presentase beban trafo. Kemudian pada tahun 2016 hingga tahun 2017 beban trafo sudah dalam kategori berat. Untuk tahun 2018 perlu mendapatkan pengawasan yang intens karena pada tahun tersebut beban trafo sudah melebihi standar optimal beban trafo.

Ketika beban 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 kabupaten Tangerang. Sehingga perlu adanya langkah pengawasan yang intens terhadap pertumbuhan beban trafo agar trafo tetap bekerja secara maksimal.

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.

Tabel 4.9 Hasil peramalan dengan metode regresi pada trafo I Gardu Induk 150 KV Cikupa 60 MVA

Tahun	Beban (Y) (MVA)	Penduduk (X <sub>1</sub> ) (dalam ribuan)	PDRB (X <sub>2</sub> ) (dalam ribuan)	Pembebanan	Evaluasi toleransi
2012	41,08	478	65.741	68%	Beban Optimal
2013	43,6	511	72.304	72%	Beban Optimal
2014	43,75	535	81.685	73%	Beban Optimal
2015	45	560	91.692	75%	Beban Optimal
2016	51,04	585	102.045	85%	Beban Berat
2017	58	611	113.861	97%	Beban Berat
2018	63	638	127.047	105%	<i>Overload</i>
2019	69	667	158.147	115%	<i>Overload</i>
2020	75	696	176.491	125%	<i>Overload</i>
2021	81	727	196.929	136%	<i>Overload</i>
2022	89	760	219.733	148%	<i>Overload</i>
2023	96	793	245.178	161%	<i>Overload</i>
2024	105	829	276.570	175%	<i>Overload</i>
2025	114	866	305.249	190%	<i>Overload</i>
2026	124	905	340.597	207%	<i>Overload</i>

### Grafik Pertumbuhan Beban Trafo I Gardu Induk 150 KV Cikupa



Gambar 4.5 Grafik peramalan pertumbuhan beban pada trafo I

### 4.3.2 Peramalan Beban pada Trafo II di Gardu Induk 150 KV Cikupa

Tabel 4.10 Beban dan faktor diketahui yang mempengaruhi trafo II

Tahun	Beban (MW) Y	Jumlah penduduk (dalam ribuan) $X_1$	PDRB (dalam ribuan) $X_2$
2012	38,5	478	65.741
2013	39,5	511	72.304
2014	41,96	535	81.685
2015	46,16	560	91.692
2016	50,96	585	102.045

Dari data diatas terlihat bahwa jumlah penduduk dan PDRB kabupaten Tangerang sangat mempengaruhi pertumbuhan beban di Gardu Induk 150 KV Cikupa. Sehingga, beban transformator di Gardu Induk 150 KV Cikupa setiap tahunnya mengalami pertumbuhan yang diakibatkan oleh naiknya tingkat pertumbuhan penduduk dan meningkatnya PDRB kabupaten Tangerang.

Tabel 4.11 Data perhitungan untuk persamaan regresi pada trafo II

Tahun	Y	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub> <sup>2</sup>	X <sub>2</sub> <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	X <sub>1</sub> *X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub> *Y	X <sub>2</sub> *Y
2012	38,5	478	65741	228484	4321879081	1482,25	31424,198	18403	2531,0285
2013	39,5	511	72304	261121	5227868416	1560,25	36947,344	20184,5	2856,008
2014	41,96	535	81685	286225	6672439225	1760,6416	43701,475	22448,6	3427,5026
2015	46,16	560	91692	313600	8407422864	2130,7456	51347,52	25849,6	4232,50272
2016	50,96	585	102045	342225	1041318203	2596,9216	59696,325	29811,6	5200,2132
<b>Σ</b>	<b>217,08</b>	<b>2669</b>	<b>413467</b>	<b>1431655</b>	<b>35042791611</b>	<b>9530,8088</b>	<b>223116862</b>	<b>116697,3</b>	<b>18247255,02</b>

Perhitungan persamaan regresi untuk mendapatkan nilai a, b<sub>1</sub>, dan b<sub>2</sub> :

$$\Sigma X_1^2 = \Sigma X_1^2 - \frac{(\Sigma X_1)^2}{n} = 1431655 - \frac{(2669)^2}{5} = 6942,8$$

$$\Sigma X_2^2 = \Sigma X_2^2 - \frac{(\Sigma X_2)^2}{n} = 35042791611 - \frac{(413467)^2}{5} = 851799593,2$$

$$\Sigma Y^2 = \Sigma Y^2 - \frac{(\Sigma Y)^2}{n} = 9530,80 - \frac{(217,08)^2}{5} = 106,05$$

$$\Sigma X_1Y = \Sigma X_1Y - \frac{\Sigma X_1 * \Sigma Y}{n} = 116697,3 - \frac{(2669 * 217,08)}{5} = 819,996$$

$$\Sigma X_2Y = \Sigma X_2Y - \frac{\Sigma X_2 * \Sigma Y}{n} = 18247255,02 - \frac{(413467 * 217,08)}{5} = 296171,74$$

$$\Sigma X_1X_2 = \Sigma X_1X_2 - \frac{\Sigma X_1 * \Sigma X_2}{n} = 223116862 - \frac{(2669 * 413467)}{5} = 12408177,4$$

Dari hasil persamaan diatas, diperolehlah persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} b_1 &= \frac{[(\Sigma X_2^2 \times \Sigma X_1Y) - (\Sigma X_2Y \times \Sigma X_1X_2)]}{[(\Sigma X_1^2 \times \Sigma X_2^2) - (\Sigma X_1X_2)^2]} \\ &= \frac{[(851799593,2 \times 819,996) - (296171,74 \times 12408177,4)]}{[(6942,8 \times 851799593,2) - (12408177,4)^2]} \\ &= \frac{[(267188714,4) - (264872508)]}{[(1397500125) - (1387264516)]} \\ &= \frac{2316206,4}{10235609} \\ &= 0,020105 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b_2 &= \frac{[(\Sigma X_1^2 \times \Sigma X_2Y) - (\Sigma X_1Y \times \Sigma X_1X_2)]}{[(\Sigma X_1^2 \times \Sigma X_2^2) - (\Sigma X_1X_2)^2]} \\ &= \frac{[(6942,8 \times 296171,74) - (819,996 \times 12408177,4)]}{[(6942,8 \times 851799593,2) - (12408177,4)^2]} \\ &= \frac{[(3733503,375) - (3738567,25)]}{[(168.202.818) - (168.194.961)]} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{5063,875}{10235609} \\
&= 0,0005012 \\
a &= \frac{(\Sigma Y) - (b_1 \times \Sigma X_1) - (b_2 \times \Sigma X_2)}{n} \\
a &= \frac{(217,08) - (0,020105 \times 2669) - (0,0005483 \times 413467)}{5} \\
&= \frac{(76,71) - (812,3452) + (52,6003)}{4} \\
&= -12.656
\end{aligned}$$

Setelah hasil didapat dari perhitungan persamaan regresi dan mendapatkan nilai a, b1, dan b2 langkah selanjutnya adalah menghitung beban trafo gardu induk 150 KV Cikupa untuk 10 tahun yang akan datang. Berdasarkan model regresi linier berganda yaitu :

$$Y = a + (b_1 * X_1) + (b_2 * X_2)$$

Dengan hasil :

$$a = -12.656$$

$$b_1 = 0,020105$$

$$b_2 = 0,0005012$$

sehingga rumus untuk mencari beban tahun x menjadi :

$$\begin{aligned}
\text{Beban tahun } x &= -12.656 + (0,020105 * \text{jumlah penduduk tahun } x) + (0,0005012 * \\
&\text{PDRB tahun } x)
\end{aligned}$$

#### 1. Beban tahun 2017

$$\begin{aligned}
\text{Beban tahun 2017} &= -12.656 + (0,020105 * 611) + (0,0005012 * 113862) \\
&= 56,7 \text{ MW}
\end{aligned}$$

2. Beban tahun 2018

$$\begin{aligned} \text{Beban tahun 2018} &= -12.656 + (0,020105*932) + (0,0005012*16.500) \\ &= 63,9 \text{ MW} \end{aligned}$$

3. Beban tahun 2019 = -12.656 + (0,020105\*942) + (0,0005012\*17.325)

$$= 71,8 \text{ MW}$$

Untuk menghitung presentase pembebanan trafo, dapat digunakan rumus sebagai berikut :

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

$$\text{Pembebanan tahun 2017} = \frac{56,7}{60 \text{ MVA}} \times 100\%$$

$$= 94 \%$$

Analisis :

Hasil keseluruhan dari hasil peramalan beban dan perhitungan presentase pembebanan trafo II Gardu Induk 150 KV Cikupa dapat dilihat pada tabel 4.12.

Untuk lebih jelas mengenai laju beban pertahun berikutnya pada trafo II dibuatlah grafik pertumbuhan beban gambar 4.6 dan berdasarkan hasil perhitungan beban trafo II pada tabel 4.12.

Evaluasi toleransi transformator berdasarkan SPLN no 50 tahun 1997 untuk standar optimal pembebanan trafo sebesar 60% - 80%, maka batas optimal pembebanan transformator I gardu induk 150 KV Cikupa 60 MVA adalah sebesar 48 MVA.

Berdasarkan hasil perhitungan perkiraan 10 tahun yang akan datang pada tabel 4.12 dan grafik pertumbuhan beban trafo II pada gambar 4.6, maka pertumbuhan beban trafo II dapat dijelaskan sebagai berikut :

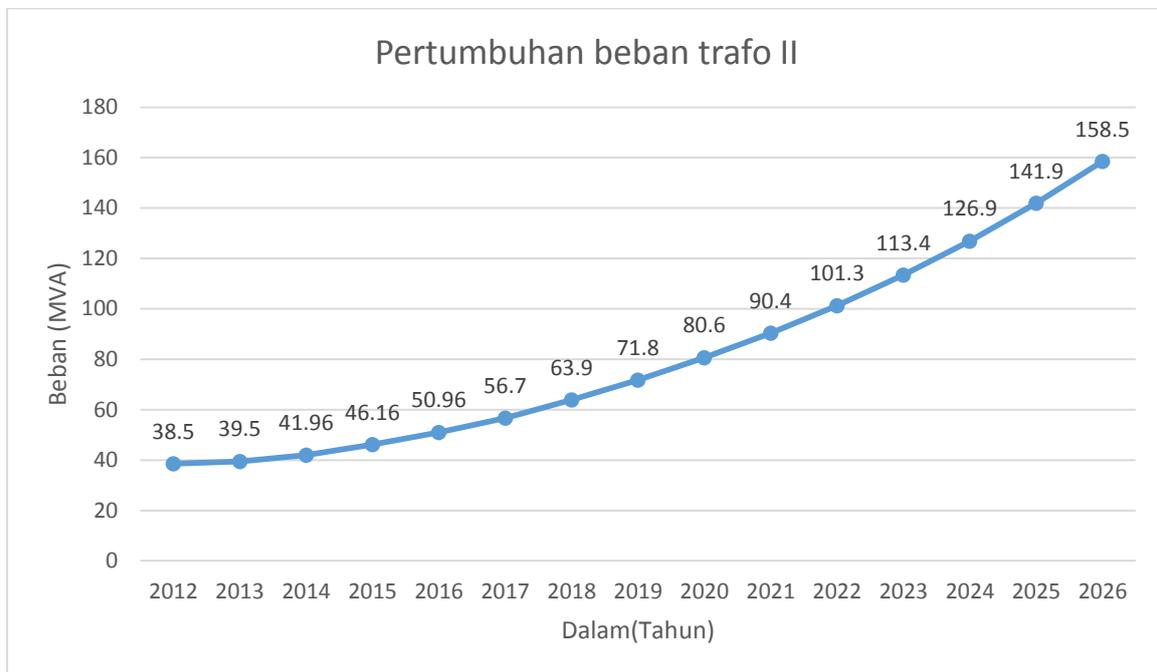
Pada tahun 2012 sampai tahun 2015 beban trafo masih dalam kategori beban optimal dengan batas ringan di tahun 2015 sebesar 46.16 MVA (77%). Kemudian tahun 2016 hingga tahun 2017 trafo sudah mengalami beban berat, dengan beban sebesar 56.7 MVA (94%). Pada tahun 2018 hingga 2026 beban trafo telah melebihi kapasitas trafo. Sehingga pada tahun 2018 sudah harus menambah trafo baru di Gardu Induk 150 KV Cikupa.

Ketika beban mencapai batas maksimal dan melebihi kapasitas trafo maka perencanaan penambahan transformator harus segera dilakukan karena sifat beban yang tumbuh akan semakin tinggi dengan adanya pertumbuhan penduduk dan juga PDRB kabupaten Tangerang. Sehingga perlu adanya langkah pengawasan yang intens terhadap pertumbuhan beban trafo agar trafo tetap bekerja secara maksimal.

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.

Tabel 4.12 Hasil peramalan dengan metode regresi pada trafo II Gardu Induk 150 KV Cikupa 60 MW 10 tahun yang akan datang

Tahun	Beban (Y) (MW)	Penduduk (X <sub>1</sub> ) (dalam ribuan)	PDRB (X <sub>2</sub> ) (dalam ribuan)	Pembebanan	Evaluasi toleransi
2012	38,5	478	65.741	64.16%	Beban optimal
2013	39,5	511	72.304	65%	Beban optimal
2014	41,96	535	81.685	70%	Beban optimal
2015	46,16	560	91.692	77%	Beban optimal
2016	50,96	585	102.045	85%	Beban berat
2017	56,7	611	113.861	94%	Beban berat
2018	63,9	638	127.047	106%	<i>Overload</i>
2019	71,8	667	158.147	120%	<i>Overload</i>
2020	80,6	696	176.491	134%	<i>Overload</i>
2021	90,4	727	196.929	151%	<i>Overload</i>
2022	101,3	760	219.733	169%	<i>Overload</i>
2023	113,4	793	245.178	189%	<i>Overload</i>
2024	126,9	829	276.570	212%	<i>Overload</i>
2025	141,9	866	305.249	236%	<i>Overload</i>
2026	158,5	905	340.597	264%	<i>Overload</i>



Gambar 4.6 Grafik peramalan pertumbuhan beban pada trafo II