

## **BAB IV**

### **PEMBAHASAN**

#### **1.1 Data Penelitian**

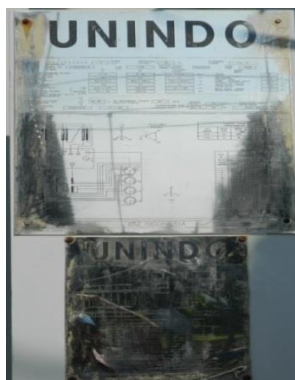
Penggunaan data untuk estimasi pembebanan transformator gardu induk 150 KV Wates dalam 10 tahun yang akan datang adalah data pemakaian beban puncak tahun 2013 samapai dengan tahun 2016 pada transformator I yang memiliki kapasitas 30 MVA dan transformator II yang memiliki kapasitas 60 MVA. Kemudian data yang lain yang dibutuhkan dalam estimasi pembebanan transformator adalah data jumlah penduduk dan PDRB Kabupaten Kulon Progo serta data PDRB dan Jumlah penduduk Kabupaten Muara Bungo sebagai asumsi perkembangan beban terhadap NYIA.

#### **1.2 Analisis Data Penelitian**

Dalam melakukan analisis data penelitian ini langkah awal yang dilakukan adalah menganalisis beban puncak tertinggi di gardu induk 150 KV Wates, menganalisis pertumbuhan penduduk dan PDRB, menghitung pemakaian beban puncak (MW) pada transformator I dan transformator II, serta membuat persamaan pendekatan dengan metode regresi linier berganda, sehingga dapat menentukan kemampuan transformator dalam penyaluran beban untuk 10 tahun yang akan mendatang. Setelah data beban untuk 10 tahun yang akan datang diperoleh maka, langkah selanjutnya memasukan nilai asumsi peningkatan PDRB dan jumlah penduduk kabupaten Muara Bungo kedalam pembebanan trafo I dan trafo II. Dalam analisis data pada estimasi pembebanan transformator digunakanlah metode regresi linier berganda agar mendapatkan data yang diinginkan untuk 10 tahun yang akan mendatang. Sehingga dapat diketahui pengaruh NYIA terhadap pembebanan trafo I maupun trafo II untuk 10 tahun yang akan mendatang.

### 1.2.1 Data Transformator I Gardu Induk 150 KV Wates

Spesifik transformator I Gardu Induk 150 KV Wates seperti pada gambar 4.1 di bawah ini:



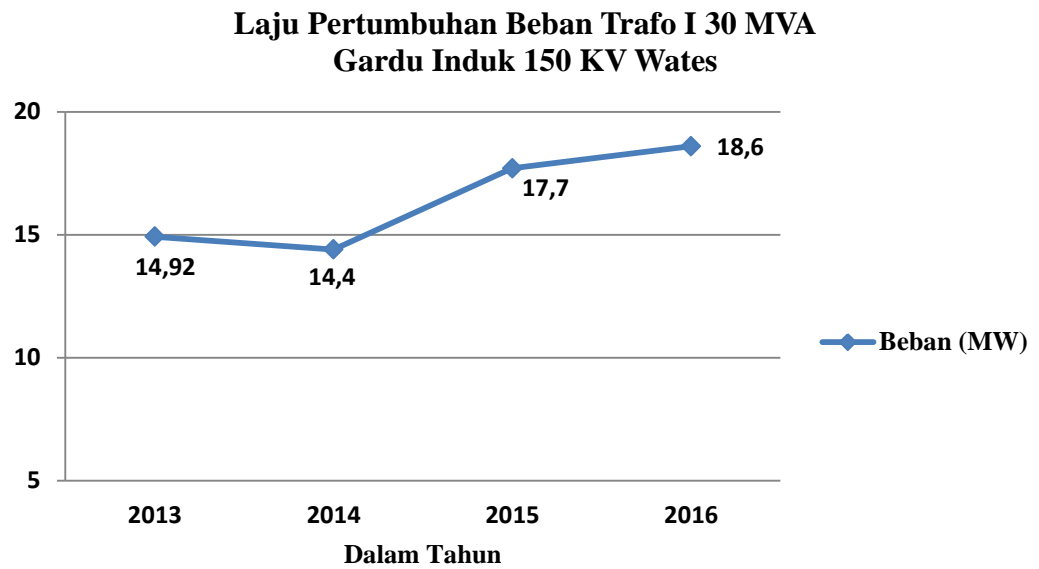
Gambar 4. 1 Spesifikasi Trafo I

Tabel 4. 1 Spesifikasi Trafo I

UNINDO A – 0015262 – 01
30 MW, 150/20 KV
<i>Type Of Cooling ONAN/OFAF</i>
<i>Made In Indonesia</i>

Tabel 4. 2 Data Beban Trafo I

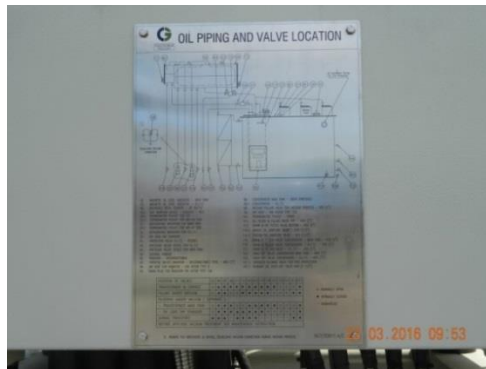
Bulan	Beban Transformator I			
	2013	2014	2015	2016
Januari	13,4 MW	17,8 MW	14,5 MW	25,5 MW
Febuari	15,8 MW	15,1 MW	15,5 MW	19 MW
Maret	15,6 MW	11,8 MW	16,1 MW	18 MW
April	14,5 MW	13 MW	13,6 MW	19,5 MW
Mei	14,5 MW	15 MW	22,8 MW	23 MW
Juni	14,5 MW	14,5 MW	17 MW	15 MW
Juli	12,8 MW	14 MW	17,5 MW	16,5 MW
Agustus	13 MW	13,2 MW	16 MW	17,9 MW
September	13,5 MW	14 MW	18,5 MW	17 MW
Oktober	14,5 MW	12 MW	19 MW	17,5 MW
November	21,5 MW	18 MW	22,5 MW	17,5 MW
Desember	15,5 MW	14,5 MW	19,5 MW	17,2 MW
Total	179,1 MW	173 MW	213 MW	224 MW
<b>Rata-rata</b>	<b>14,925 MW</b>	<b>14,4 MW</b>	<b>17,7 MW</b>	<b>18,6 MW</b>



**Gambar 4. 2 Grafik Laju Pertumbuhan Beban Trafo I 2013 – 2016**

### 1.2.2 Data Transformator II Gardu Induk 150 KV Wates

Spesifik transformator II Gardu Induk 150 KV Wates seperti tampak pada gambar 4.1 di bawah ini:



**Gambar 4. 3 Spesifikasi Trafo II**

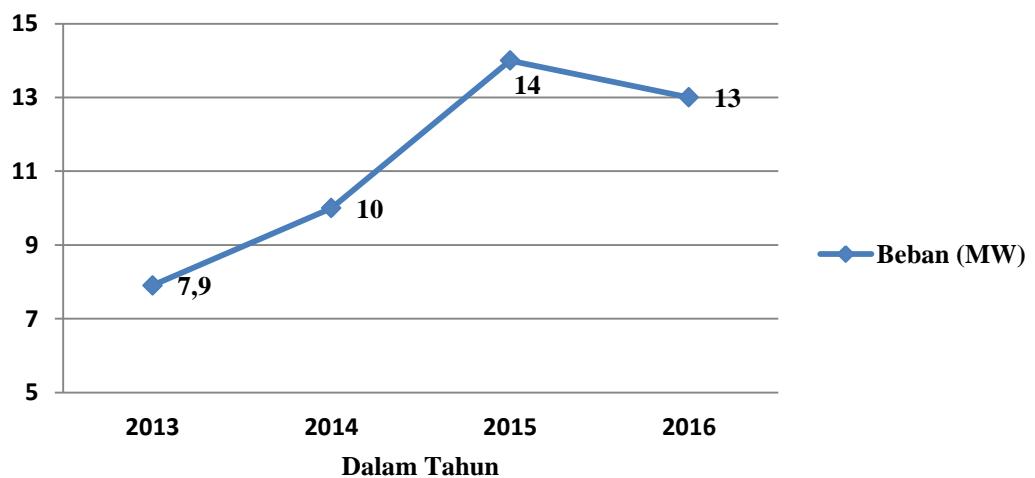
**Tabel 4. 3 Spesifikasi Trafo II**

PAUWELS TRAFO 3011140043
60 MW, 150/20 KV
<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 II			
	2013	2014	2015	2016
Januari	8,5 MW	6,6 MW	10 MW	17 MW
Februari	7 MW	11 MW	7 MW	16 MW
Maret	8,5 MW	9,8 MW	13 MW	17 MW
April	9 MW	11 MW	11,2 MW	11 MW
Mei	7,4 MW	11 MW	7,5 MW	11 MW
Juni	7,3 MW	8,2 MW	8,7 MW	9,1 MW
Juli	9,8 MW	11 MW	7,5 MW	16 MW
Agustus	7,3 MW	9,8 MW	12 MW	10 MW
September	7,3 MW	12 MW	14 MW	18 MW
Oktober	7,5 MW	12 MW	10,4 MW	10 MW
November	8,7 MW	12 MW	10 MW	10 MW
Desember	7 MW	12 MW	18 MW	12 MW
Total	95 MW	126 MW	226 MW	159 MW
<b>Rata-Rata</b>	<b>7,9 MW</b>	<b>10 MW</b>	<b>14 MW</b>	<b>13 MW</b>

Laju Pertumbuhan Beban Trafo II 60 MVA  
Gardu Induk 150 KV Wates



Gambar 4. 4 Grafik Laju Pertumbuhan Beban Trafo II 2013 – 2016

### 1.2.3 Data Penduduk dan PDRB Kabupaten Kulon Progo

Dalam melakukan estimasi pembebanan trafo di Gardu Induk 150 KV Wates untuk 10 tahun yang akan datang, selain data beban puncak trafo di gardu induk 150 KV Wates dibutuhkan juga data jumlah penduduk dan pertumbuhan PDRB Kabupaten Kulon Progo pada tabel 4.5 dari badan pusat statistik Daerah Istimewa Yogyakarta sebagai berikut:

**Tabel 4. 5 Jumlah Penduduk dan PDRB Kabupaten Kulon Progo**

Tahun	Jumlah Penduduk (dalam ribuan jiwa)	PDRB (Juta Rupiah)
2013	401	16,165
2014	405	17,345
2015	408	18,736
2016	412	20,145

Keterangan: Berdasarkan data dan informasi dari BPS Daerah Istimewa Yogyakarta khususnya Kabupaten Kulon Progo, diketahui bahwa PDRB kabupaten Kulon Progo setiap tahunnya meningkat sebesar 7,6 % dari perhitungan laju pertumbuhan (berdasarkan data statistik *Produk Domestik Regional Bruto* BPS daerah istimewa yogyakarta dari tahun 2013 - 2016) dan pertumbuhan penduduk Kabupaten Kulon Progo setiap tahunnya meningkat sebesar 0,9 % dari hasil perhitungan laju pertumbuhan penduduk (berdasarkan data statistik kependudukan BPS Daerah Istimewa Yogyakarta tahun 2013-2016).

Dari data pertumbuhan jumlah penduduk dan laju pertumbuhan PDRB Kabupaten Kulon Progo diatas maka dapat diestimasi untuk perhitungan pertumbuhan PDRB tahun (n) atau untuk 10 tahun yang akan mendatang. Untuk mencari perkiraan laju PDRB kabupaten Kulon Progo pada tahun selanjutnya dalam rentang 10 tahun kedepan dapat dicari menggunakan rumus sebagai berikut:

**PDRB tahun n = (PDRB tahun sebelum n \* 7,6 %) + PDRB tahun sebelum n**

Dari rumus diatas maka dapat dicari laju pertumbuhan PDRB Kabupaten Kulon Progo untuk tahun 2017 - 2027 sebagai berikut:

1. PDRB tahun 2017

$$\text{PDRB tahun 2017} = (20,145 * 7,6 \%) + 20,145 = 21,676$$

2. PDRB tahun 2018

$$\text{PDRB tahun 2018} = (21,6760 * 7,6 \%) + 21,6760 = 23,323$$

3. PDRB tahun 2019

$$\text{PDRB tahun 2019} = (23,3234 * 7,6 \%) + 23,3234 = 25,096$$

Sedangkan untuk perkiraan pertumbuhan penduduk Kabupaten Kulon Progo untuk tahun berikutnya (n) dalam rentang 10 tahun kedepan dapat dicari menggunakan rumus sebagai berikut:

**Pertumbuhan tahun n = (penduduk tahun sebelumnya n \* 0,9%) + penduduk tahun sebelumnya n**

Dari rumus diatas maka dapat dicari laju pertumbuhan penduduk Kabupaten Kulon Progo untuk tahun 2017-2027 sebagai berikut:

1. Penduduk tahun 2017

$$\text{Pertumbuhan tahun 2017} = (412 * 0,9 \%) + 412 = 415,667$$

2. Penduduk tahun 2018

$$\text{Pertumbuhan tahun 2018} = (415,667 * 0,9\%) + 415,667 = 419,366$$

3. Penduduk tahun 2019

$$\text{Pertumbuhan tahun 2019} = (419,366 * 0,9\%) + 419,366 = 423,224$$

Setelah melakukan perhitungan jumlah penduduk dan PDRB Kabupaten Kulon Progo untuk 10 tahun kedepan, maka diperoleh data keseluruhan dalam tabel 4.6 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)
2013	401	16,165
2014	405	17,345
2015	408	18,736
2016	412	20,145
2017	415,708	21,676
2018	419,449	23,323
2019	423,224	25,096
2020	427,033	27,003
2021	430,877	29,056
2022	434,755	31,264
2023	438,667	33,640
2024	442,615	36,196
2025	446,599	38,947
2026	450,618	41,907
2027	454,674	45,092

### **1.3 Peramalan Beban Trafo**

#### **1.3.1 Peramalan beban pada trafo I di Gardu Induk 150 KV Wates**

Trafo I pada gardu induk 150 KV Wates memiliki kapasitas 30 MVA dalam penyaluran beban ke pelanggan. Seperti yang terlihat pada tabel 4.7 dibawah beban trafo yang tersalur ke pelanggan dan jumlah penduduk serta PDRB Kabupaten Kulon Progo dari tahun 2013 – 2016.

**Tabel 4. 7 Beban dan Faktor Yang Mempengaruhi Pertumbuhan Beban Trafo I**

Tahun	Beban (MW) Y	Jumlah Penduduk (dalam ribuan) $X_1$	PDRB (dalam jutaan) $X_2$
2013	14,9	401	16,165
2014	15,1	405	17,345
2015	17,7	408	18,736
2016	18,6	412	20,145

Dari data di atas maka dapat dibuat persamaan regresi linier berganda untuk menentukan estimasi beban pada trafo I di Gardu Induk 150 KV Wates dengan metode regresi linier berganda. Berikut persamaan regresi linier berganda pada tabel 4.8 dibawah ini.



Tabel 4. 8 Persamaan Regresi Pada Trafo I

Trafo 1									
Tahun	Y (MW)	$X_1$	$X_2$	$X_1^2$	$X_2^2$	$Y^2$	$X_1 \cdot X_2$	$X_1 \cdot Y$	$X_2 \cdot Y$
2013	14,9	401	16,165	160801	261,307225	222,01	6482,165	5974,9	240,8585
2014	15,1	405	17,345	164025	300,849025	228,01	7024,725	6115,5	261,9095
2015	17,7	408	18,736	166464	351,037696	313,29	7644,288	7221,6	331,6272
2016	18,6	412	20,145	169744	405,821025	345,96	8299,74	7663,2	374,697
$\Sigma$	<b>66,3</b>	<b>1626</b>	<b>72,391</b>	<b>661034</b>	<b>1319,014971</b>	<b>1109,27</b>	<b>29450,918</b>	<b>26975,2</b>	<b>1209,092</b>

$$\begin{aligned}\sum X_1^2 &= \sum X_1^2 - \frac{(\sum X_1)^2}{n} = 661034 - \frac{1626^2}{4} = 65 \\ \sum X_2^2 &= \sum X_2^2 - \frac{(\sum X_2)^2}{n} = 1319,015 - \frac{72,391^2}{4} = 8,9 \\ \sum Y^2 &= \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n} = 1109,27 - \frac{66,3^2}{4} = 10,35 \\ \sum X_1Y &= \sum X_1Y - \frac{\sum X_1 \cdot \sum Y}{n} = 26975,2 - \frac{1626 \times 66,3}{4} = 24,25 \\ \sum X_2Y &= \sum X_2Y - \frac{\sum X_2 \cdot \sum Y}{n} = 1209,092 - \frac{72,391 \times 66,3}{4} = 9 \\ \sum X_1X_2 &= \sum X_1X_2 - \frac{\sum X_1 \cdot \sum X_2}{n} = 29450,92 - \frac{1626 \times 72,391}{4} = 24,38\end{aligned}$$

Dari perhitungan persamaan regresi di atas maka dapat di cari nilai a, b<sub>1</sub>, dan b<sub>2</sub> sebagai berikut:

$$\begin{aligned}b_1 &= \frac{[(\sum X_2^2 \times \sum X_1Y) - (\sum X_2Y \times \sum X_1X_2)]}{[(\sum X_1^2 \times \sum X_2^2) - (\sum X_1X_2)^2]} \\ &= \frac{(8,9 \times 24,25) - (9 \times 24,38)}{(65 \times 8,9) - (24,38)^2} \\ &= \frac{(215,828 - 219,42)}{(578,5 - 594,384)} \\ &= \frac{-3,59}{-15,88} \\ &= 0,22\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}b_2 &= \frac{[(\sum X_1^2 \times \sum X_2Y) - (\sum X_1Y \times \sum X_1X_2)]}{[(\sum X_1^2 \times \sum X_2^2) - (\sum X_1X_2)^2]} \\ &= \frac{(65 \times 9) - (24,25 \times 24,38)}{(65 \times 8,9) - (24,38)^2} \\ &= \frac{(585 - 591,21)}{(578,5 - 594,384)} \\ &= \frac{-6,21}{-15,88} \\ &= 0,39\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}a &= \frac{(\sum Y) - (b_1 \times \sum X_1) - (b_2 \times \sum X_2)}{n} \\ &= \frac{(66,3) - (0,22 \times 1626) - (0,39 \times 72,391)}{4} \\ &= \frac{66,3 - 357,72 - 28,23}{4} \\ &= \frac{-319,65}{4} \\ &= -79,91\end{aligned}$$

Setelah mendapatkan nilai a, b<sub>1</sub>, b<sub>2</sub> dari perhitungan persamaan diatas, maka langkah selanjutnya adalah menghitung beban trafo pada gardu induk 150 KV Wates untuk 10 tahun yang akan mendatang. Dengan menggunakan model regresi linier berganda untuk peramalan beban trafo di tahun (X) atau untuk tahun yang mendatang sebagai berikut:

$$Y = a + (b_1 \times X_1) + (b_2 \times X_2) + \dots n$$

diketahui:

$$a = -79,91$$

$$b_1 = 0,22$$

$$b_2 = 0,39$$

Sehingga untuk mencari beban 10 tahun yang akan mendatang sebagai berikut:

keterangan:

Y : Beban tahun ( X )

X<sub>1</sub> = Jumlah penduduk tahun ( X )

X<sub>2</sub> = *Produk domestik regional bruto* (PDRB) pada tahun ( X )

1. Tahun 2017

$$\begin{aligned} \text{Beban tahun 2017} &= -79,91 + (0,22 \times 415,708 + (0,39 \times 21,676)) \\ &= 20 \text{ MW} \end{aligned}$$

2. Tahun 2018

$$\begin{aligned} \text{Beban tahun 2018} &= -79,91 + (0,22 \times 419,449 + (0,39 \times 23,323)) \\ &= 21 \text{ MW} \end{aligned}$$

3. Tahun 2019

$$\begin{aligned} \text{Beban tahun 2019} &= -79,91 + (0,22 \times 423,224 + (0,39 \times 25,096)) \\ &= 22 \text{ MW} \end{aligned}$$

Untuk mencari nilai presentase pada trafo I di gardu induk 150 KV Wates digunakan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan:

S<sub>t</sub> : pemakaian beban pada tahun (yang diramalkan)

K<sub>transformator</sub> : Kapasitas Trafo (data)

Dari persamaan rumus di atas maka diperoleh hasil perhitungan persentase pembebanan pada tahun 2017 di bawah ini. Perhitungan tersebut berlaku untuk perhitungan presentase pembebanan seterusnya hingga 10 tahun yang akan datang.

$$\begin{aligned} \text{pembebanan tahun 2017} &= \frac{20 \text{ MW}}{30 \text{ MW}} \times 100\% \\ &= 66,66 \% \end{aligned}$$

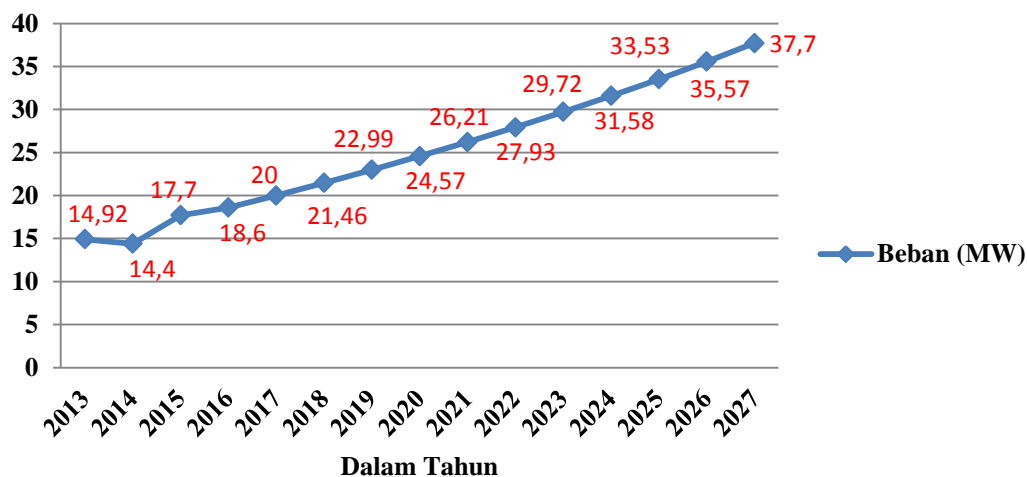
Hasil dari keseluruhan perhitungan beban untuk 10 tahun yang akan mendatang dapat dilihat pada tabel 4.9 dibawah beserta dengan presentase pembebanannya.

**Tabel 4. 9 Hasil Estimasi Dengan Metode Regresi Linier Berganda pada Trafo I Gardu Induk 150 KV Wates 30 MW**

Trafo 1					
Tahun	Beban Y (MW)	Jumlah Penduduk $X_1$ (dalam ribuan)	PDRB $X_2$ (dalam jutaan)	Pembebanan %	Keterangan
2013	14,92	401	16.165	49,73	Beban Ringan
2014	14,40	405	17,345	48,00	Beban Ringan
2015	17,70	408	18,736	59,00	Beban Ringan
2016	18,60	412	20,145	62,00	Beban Optimal
2017	20,00	415,708	21,676	66,66	Beban Optimal
2018	21,46	419,449	23,323	71,55	Beban Optimal
2019	22,99	423,224	25,096	76,62	Beban Optimal
2020	24,57	427,033	27,003	81,90	Beban Berat
2021	26,21	430,877	29,056	87,38	Beban Berat
2022	27,93	434,755	31,264	93,10	Beban Berat
2023	29,72	438,667	33,640	99,05	Beban Berat
2024	31,58	442,615	36,196	105,27	Overload
2025	33,53	446,599	38,947	111,77	Overload
2026	35,57	450,618	41,907	118,57	Overload
2027	37,70	454,674	45,092	125,68	Overload

Sedangkan untuk melihat laju pertumbuhan pertahun pada trafo I maka dibuatlah grafik pada gambar 4.5 berdasarkan hasil perhitungan beban trafo pada tabel 4.9 di atas.

### Laju Pertumbuhan Beban Trafo I 30 MVA Gardu Induk 150 KV Wates



Gambar 4. 5 Grafik Laju Pertumbuhan Beban Trafo I Gardu Induk 150 KV Wates

Dari data tabel 4.9 perhitungan dan gambar 4.5 grafik laju pertumbuhan beban pada trafo I diatas bahwa pada tahun 2018 persentase pembebanan mencapai batas optimal. Merujuk dari SPLN no 50 tahun 1997 standar dari pembebanan trafo sebesar 60 - 80 %, maka batas optimal pembebanan trafo I pada gardu induk 150 KV Wates 23,09 MW dengan pembebanan 76,98 %. Dari data perhitungan pada tabel diatas pertumbuhan beban pada gardu induk 150 KV Wates mengalami kenaikan yang cukup signifikan dari tahun 2017 – 2027. Pada tahun 2016 – 2017 beban trafo I sudah dalam kondisi beban optimal sedangkan pada tahun 2018 – 2019 pembebanan trafo sudah dalam kondisi beban berat sehingga perlu adanya pengawasan yang intens karena pada rentang tahun tersebut pembebanan pada trafo sudah mencapai batas beban berat dan melebihi batas standar optimal dalam pembebanan trafomator. Sedangkan pada tahun 2020 – 2027 trafo I dalam keadaan *Overload* atau tidak memungkinkan lagi dipakai dalam penyaluran beban.

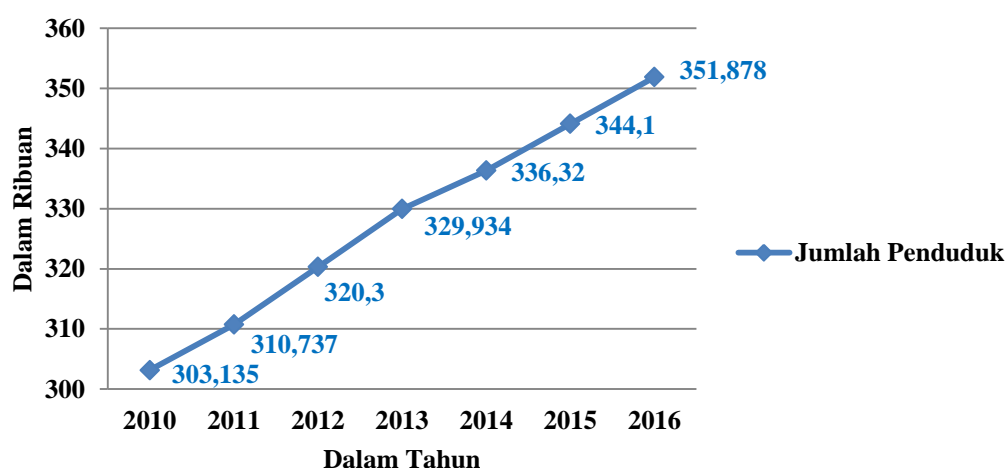
Dari hasil perhitungan pada data tabel 4.9 di atas dapat dilihat bahwa karakteristik beban dipengaruhi oleh dua faktor. Faktor yang pertama jumlah penduduk dan faktor kedua PDRB. Apabila kedua faktor tersebut berubah maka pertumbuhan beban akan mengalami perubahan.

Selain kedua faktor tersebut, terdapat faktor yang mempengaruhi PDRB dan jumlah penduduk yaitu NYIA yang akan beroperasi pada tahun 2019. Sehingga faktor NYIA akan berdampak pada pembebanan trafo I. Seperti halnya Kabupaten Muara Bungo dimana pertumbuhan PDRB dan jumlah penduduk meningkat setelah adanya bandara yang beroperasi pada tahun 2013 pada tabel 4.10 di bawah ini.

**Tabel 4. 10 Laju Pertumbuhan Kabupaten Muara Bungo 2010 – 2016**

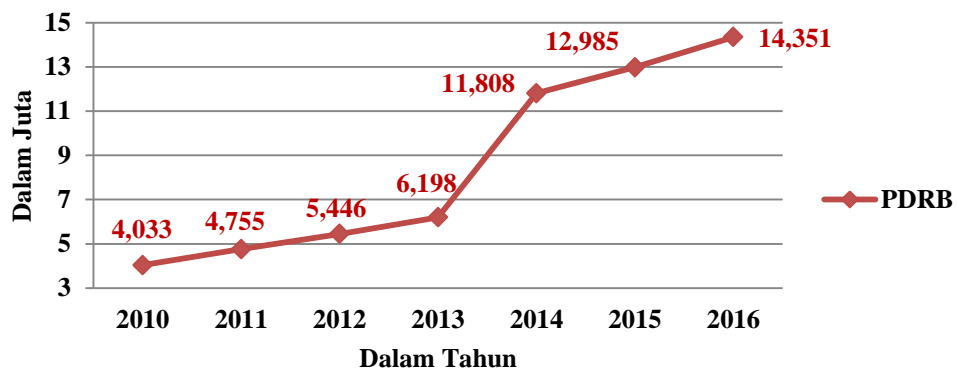
Tahun	Jumlah Penduduk (Dalam Ribuan)	Jumlah Pdrb (Dalam Jutaan)
2010	303,135	4,033
2011	310,737	4,755
2012	320,3	5,446
2013	329,934	6,198
2014	336,32	11,808
2015	344,1	12,985
2016	351,878	14,351

**Laju Pertumbuhan Jumlah Penduduk Kabupaten Muara Bungo tahun 2010 - 2016**



**Gambar 4. 6 Laju Pertumbuhan Jumlah Penduduk Kabupaten Muara Bungo 2010 – 2016**

### Laju Pertumbuhan PDRB Kabupaten Muara Bungo tahun 2010 - 2016



Gambar 4. 7 Laju Pertumbuhan PDRB Bandara Kabupaten Muara Bungo 2010 – 2016

Dari data BPS jumlah penduduk dan PDRB Kabupaten Muara Bungo tahun 2010 – 2016 di atas maka dapat dicari perhitungan laju pertumbuhan sebelum dan sesudah bandara beroperasi pada Kabupaten Muara Bungo sebagai berikut.

PDRB Sebelum beroperasi

PDRB Sesudah beroperasi

2010 – 2013

2013 – 2016

$$P_t = P_0 \left(1 + \frac{X}{100}\right)^t$$

$$P_t = P_0 \left(1 + \frac{X}{100}\right)^t$$

$$6,198 = 4,033 \left(1 + \frac{X}{100}\right)^3$$

$$14,351 = 6,198 \left(1 + \frac{X}{100}\right)^3$$

$$\frac{6,198}{4,033} = \left(1 + \frac{X}{100}\right)^3$$

$$\frac{14,351}{6,198} = \left(1 + \frac{X}{100}\right)^3$$

$$1,154^{\frac{1}{3}} = \left(1 + \frac{X}{100}\right)$$

$$2,315^{\frac{1}{3}} = \left(1 + \frac{X}{100}\right)$$

$$X = (1,154 - 1) \times 100$$

$$X = (1,322 - 1) \times 100$$

$$= 15,4 \%$$

$$= 32,28 \%$$

PDRB Laju Pertumbuhan

2013 – 2014

$$P_t = P_0 \left(1 + \frac{X}{100}\right)^t$$

$$11,808 = 6,198 \left(1 + \frac{X}{100}\right)^1$$

$$\frac{11,808}{6,198} = \left(1 + \frac{X}{100}\right)^1$$

$$1,905^{\frac{1}{1}} = \left(1 + \frac{X}{100}\right)$$

$$X = (1,905 - 1) \times 100$$

$$= 90,51 \%$$

PDRB Laju Pertumbuhan

2014 – 2016

$$P_t = P_0 \left(1 + \frac{X}{100}\right)^t$$

$$14,351 = 11,808 \left(1 + \frac{X}{100}\right)^2$$

$$\frac{14,351}{11,808} = \left(1 + \frac{X}{100}\right)^2$$

$$1,215^{\frac{1}{2}} = \left(1 + \frac{X}{100}\right)$$

$$X = (1,102 - 1) \times 100$$

$$= 10,24 \%$$

Dari hasil perhitungan laju pertumbuhan pada Kabupaten Muara Bungo di atas maka rata-rata laju pertumbuhan PDRB sebelum beroperasi 15,4 % dan rata-rata laju Pertumbuhan PDRB setelah beroperasi sebesar 32,28 %. Sedangkan laju pertumbuhan PDRB pada tahun 2013 – 2014 sebesar 90,51 % dan pada tahun 2014 – 2016 sebesar 10,24 %. Sedangkan untuk laju pertumbuhan Jumlah penduduk dengan menggunakan perhitungan yang sama diperoleh laju pertumbuhan penduduk untuk tahun 2013 – 2014 sebesar 1,99 % dan untuk tahun 2014 – 2016 sebesar 2,2 % sehingga dari hasil perhitungan di atas dapat diasumsikan kedalam laju pertumbuhan PDRB Kabupaten Kulon Progo sebesar 82,91 % dari nilai 90,51 % dikurang dengan nilai laju pertumbuhann Kabupaten Kulon Progo 7,6 % untuk tahun pertama beroperasinya NYIA pada tahun 2019 – 2020 sedangkan untuk tahun kedua 2021 dan seterusnya sebesar 7,6 % dari laju pertumbuhan Kabupaten Kulon Progo. Sedangkan untuk laju pertumbuhan penduduk untuk tahun pertama



2019 – 2020 sebesar 1,99 % dan untuk tahun kedua 2021 seterusnya sebesar 2,2 %.

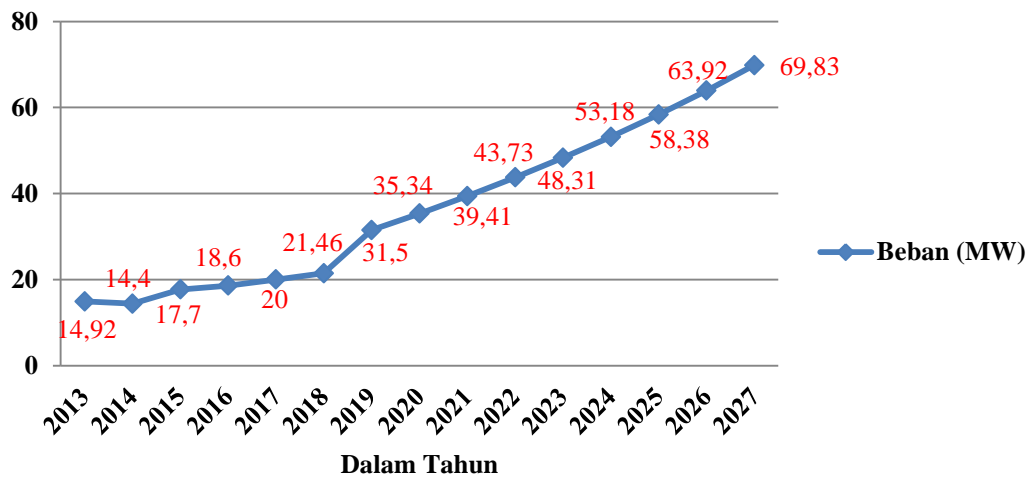
Dampak dari meningkatnya kedua faktor tersebut berpengaruh terhadap pembebanan pada trafo I seiring dengan pertumbuhan PDRB dan jumlah penduduk. Untuk lebih jelas laju pertumbuhan beban pada trafo I dapat dilihat pada tabel 4.11 dan gambar 4.8 di bawah ini.

**Tabel 4. 11 Laju Pertumbuhan Beban Setelah NYIA Beroperasi Pada Tahun 2019**

Trafo 1 Setelah NYIA Beroperasi Pada Tahun 2019					
Tahun	Beban Y (MW)	Jumlah Penduduk $X_1$ (dalam ribuan)	PDRB $X_2$ (dalam jutaan)	Pembebanan %	Keterangan
2013	14,92	401	16.165	49,73	Beban Ringan
2014	14,4	405	17,345	48,00	Beban Ringan
2015	17,7	408	18,736	59,00	Beban Ringan
2016	18,6	412	20,145	62,00	Beban Optimal
2017	20,00	415,708	21,676	66,66	Beban Optimal
2018	21,46	419,449	23,323	71,55	Beban Optimal
2019	31,50	427,796	44,349	105,00	Overload
2020	35,34	437,208	48,891	117,81	Overload
2021	39,41	446,827	53,897	131,37	Overload
2022	43,73	456,657	59,416	145,76	Overload
2023	48,31	466,703	65,501	161,03	Overload
2024	53,18	476,971	72,208	177,28	Overload
2025	58,38	487,464	79,602	194,59	Overload
2026	63,92	498,188	87,753	213,05	Overload
2027	69,83	509,148	96,739	232,77	Overload

Sedangkan untuk memperjelas laju pertumbuhan pertahun pada trafo I maka dibuatlah grafik pada gambar 4.8 berdasarkan hasil perhitungan beban trafo I pada tabel 4.11 di atas.

### Laju Pertumbuhan Beban Trafo I Setelah NYIA Beroperasi Tahun 2019



Gambar 4. 8 Laju Pertumbuhan Beban Trafo I 30 MVA Gardu Induk 150 KV Wates 2013 – 2027

Setelah dilakukan perhitungan didapat hasil pada tabel 4.11 dan gambar 4.8 diatas. Dengan adanya pengoperasian NYIA pada tahun 2019 maka pembebanan trafo I meningkat hal itu terjadi akibat peningkatan jumlah penduduk dan PDRB yang cukup signifikan yang mengakibatkan trafo I pada tahun 2019 – 2027 dalam kondisi beban *overload*. Merujuk dari evaluasi pembebanan transformator berdasarkan SPLN no 50 tahun 1997 untuk standar optimal dalam pembebanan trafo sebesar 60 - 80 %. Sehingga batas pembebanan trafo I sebesar 21,46 MW dengan pembebanan 71,55 % pada tahun 2018. Sedangkan pada tahun 2019 yang bertepatan dengan beroperasinya NYIA trafo I dalam kondisi beban *Overload* sebesar 31,50 MW dengan pembebanan 105 % dengan demikina trafo I tidak memungkinkan untuk melayani beban yang terpasang pada tahun tersebut dan seterusnya.

Ketika pembebanan trafo sudah mencapai batas optimal dalam pembebanan maka perencanaan pergeseran *feeder* (penyulang) atau penambahan trafo segera dilakukan agar tidak terjadi beban *Overload* pada tahun 2019. Hal ini berkaitan dengan faktor yang mempengaruhi beban yaitu jumlah penduduk, PDRB, dan faktor lainnya seperti NYIA.

### 1.3.2 Peramalan Beban Pada Trafo II Gardu Induk 150 KV Wates

Trafo II pada gardu induk 150 KV Wates yang memiliki kapasitas 60 MVA dalam penyaluran beban. Berikut beban trafo II, jumlah penduduk serta PDRB Kabupaten Kulon Progo dari tahun 2013 - 2016.

Tabel 4. 12 Beban Dan Faktor Yang Mempengaruhi Trafo II

Tahun	Beban Y (MW)	Jumlah Penduduk $X_1$ (Dalam ribuan)	PDRB $X_2$ (Dalam jutaan)
2013	7,94	401	16,165
2014	10,45	405	17,345
2015	14	408	18,736
2016	13,46	412	20,145

Dari data tabel 4.12 di atas bahwa jumlah penduduk dan PDRB Kabupaten Kulon Progo sangat mempengaruhi pertumbuhan beban pada trafo II gardu induk 150 KV Wates. Sehingga, beban trafo II di gardu induk 150 KV Wates pada tahun 2013 – 2015 mengalami kenaikan namun pada tahun 2016 mengalami penurunan pemakaian beban. Dengan menggunakan data laju pertumbuhan beban trafo II, PDRB, dan jumlah penduduk selama 4 tahun terakhir maka dapat dicari estimasi pembebanan trafo II Gardu Induk 150 KV Wates menggunakan perhitungan regresi linier berganda serta persamaan regresi pada tabel 4.13 dibawah ini.

Tabel 4. 13 Data Persamaan Regresi Pada Trafo II Gardu Induk 150 KV Wates

<b>Trafo II</b>									
Tahun	Y (MW)	$X_1$	$X_2$	$X_1^2$	$X_2^2$	$Y^2$	$X_1 \cdot X_2$	$X_1 \cdot Y$	$X_2 \cdot Y$
2013	7,94	401	16,165	160801	261,307225	63,0436	6482,165	3183,94	128,3501
2014	10,45	405	17,345	164025	300,849025	109,2025	7024,725	4232,25	181,2553
2015	14	408	18,736	166464	351,037696	196	7644,288	5712	262,304
2016	13,46	412	20,145	169744	405,821025	181,1716	8299,74	5545,52	271,1517
$\Sigma$	<b>45,85</b>	<b>1626</b>	<b>72,391</b>	<b>661034</b>	<b>1319,014971</b>	<b>549,4177</b>	<b>29450,918</b>	<b>18673,71</b>	<b>843,0611</b>

$$\sum X_1^2 = \sum X_1^2 - \frac{(\sum X_1)^2}{n} = 661034 - \frac{1626^2}{4} = 65$$

$$\sum X_2^2 = \sum X_2^2 - \frac{(\sum X_2)^2}{n} = 1319,015 - \frac{72,391^2}{4} = 8,9$$

$$\sum Y^2 = \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n} = 549,41 - \frac{45,85^2}{4} = 23,85$$

$$\sum X_1Y = \sum X_1Y - \frac{\sum X_1 * \sum Y}{n} = 18673,71 - \frac{1626 \times 45,85}{4} = 35,68$$

$$\sum X_2Y = \sum X_2Y - \frac{\sum X_2 * \sum Y}{n} = 843,06 - \frac{72,391 \times 45,85}{4} = 13,28$$

$$\sum X_1X_2 = \sum X_1X_2 - \frac{\sum X_1 * \sum X_2}{n} = 29450,92 - \frac{1626 \times 72,391}{4} = 24,38$$

Dari perhitungan persamaan regresi di atas maka dapat di cari nilai a, b<sub>1</sub>, dan b<sub>2</sub> sebagai berikut:

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

$$= \frac{(8,9 \times 35,68) - (13,28 \times 24,38)}{(65 \times 8,9) - (24,38)^2}$$

$$= \frac{(317,55 - 323,76)}{(578,5 - 594,38)}$$

$$= \frac{-6,21}{-15,88}$$

$$= 0,39$$

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

$$= \frac{(65 \times 13,28) - (35,68 \times 24,38)}{(65 \times 8,9) - (24,38)^2}$$

$$= \frac{863,2 - 869,8}{578,5 - 593,38}$$

$$= \frac{-6,6}{-15,88}$$

$$= 0,41$$

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

$$= \frac{(45,85) - (0,39 \times 1626) - (0,41 \times 72,391)}{4}$$

$$= \frac{45,85 - 634,1 - 29,68}{4}$$

$$= \frac{-617,93}{4}$$

$$= -154,48$$

Setelah di dapat nilai a, b<sub>1</sub>, b<sub>2</sub> dari perhitungan persamaan diatas, maka langkah selanjutnya adalah menghitung beban trafo pada gardu induk 150 KV Wates untuk 10 tahun yang akan mendatang. Dengan menggunakan model

regresi linier berganda untuk peramalan beban trafo di tahun (X) atau untuk tahun yang mendatang sebagai berikut:

$$Y = a + (b_1 \times X_1) + (b_2 \times X_2) + \dots n$$

diketahui:

$$a = -154,48$$

$$b_1 = 0,39$$

$$b_2 = 0,41$$

Sehingga untuk mencari beban 10 tahun yang akan mendatang sebagai berikut:

keterangan:

Y : Beban tahun ( X )

X<sub>1</sub> = Jumlah penduduk tahun ( X )

X<sub>2</sub> = *Produk domestik regional bruto* (PDRB) pada tahun ( X )

1. Tahun 2017

$$\begin{aligned} \text{Beban tahun 2017} &= -154,48 + (0,39 \times 415,708 + (0,41 \times 21,676)) \\ &= 16 \text{ MW} \end{aligned}$$

2. Tahun 2018

$$\begin{aligned} \text{Beban tahun 2018} &= -154,48 + (0,39 \times 419,449 + (0,41 \times 23,323)) \\ &= 18 \text{ MW} \end{aligned}$$

3. Tahun 2019

$$\begin{aligned} \text{Beban tahun 2019} &= -154,48 + (0,39 \times 423,224 + (0,41 \times 25,096)) \\ &= 20 \text{ MW} \end{aligned}$$

Untuk mencari nilai presentase pada trafo I di gardu induk 150 KV  
Wates digunakan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan:

S<sub>t</sub> : pemakaian beban pada tahun (yang diramalkan)

K<sub>transformator</sub> : Kapasitas Trafo (data)

$$\begin{aligned} \text{pembebanan tahun 2018} &= \frac{16 \text{ MW}}{60 \text{ MW}} \times 100\% \\ &= 27,93 \% \end{aligned}$$

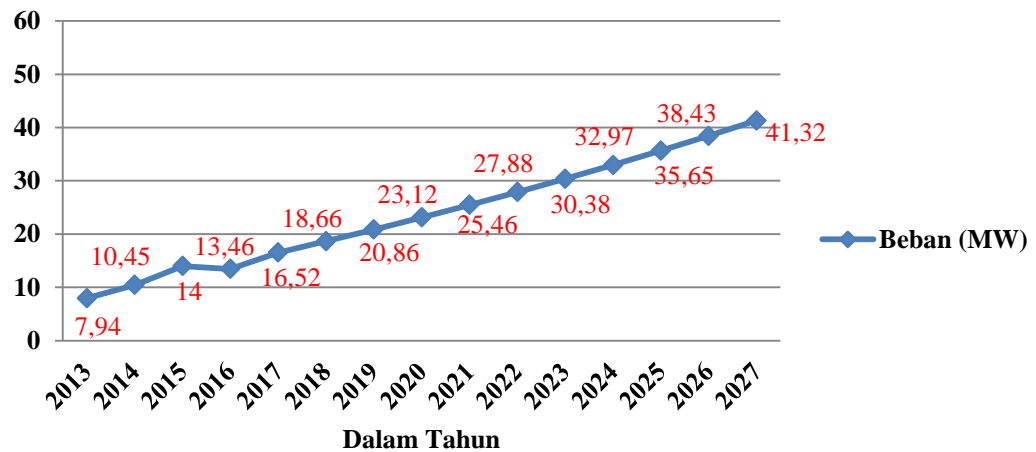
Hasil dari keseluruhan perhitungan beban untuk 10 tahun yang akan mendatang dapat dilihat pada tabel 4.14 dibawah beserta dengan persentase pembebanannya.

**Tabel 4. 14 Hasil estimasi dengan metode regresi linier berganda pada trafo II Gardu Induk 150 KV Wates 60 MW 10 tahun yang akan mendatang**

Trafo II					
Tahun	Beban Y (MW)	Jumlah Penduduk $X_1$ (Dalam ribuan)	PDRB $X_2$ (dalam jutaan)	Pembebanan %	Keterangan
2013	7,94	401	16,165	13,23	Beban Ringan
2014	10,45	405	17,345	17,42	Beban Ringan
2015	14,00	408	18,736	23,33	Beban Ringan
2016	13,46	412	20,145	22,43	Beban Ringan
2017	16,52	415,708	21,676	27,54	Beban Ringan
2018	18,66	419,449	23,323	31,10	Beban Ringan
2019	20,86	423,224	25,096	34,76	Beban Ringan
2020	23,12	427,033	27,003	38,54	Beban Ringan
2021	25,46	430,877	29,056	42,44	Beban Ringan
2022	27,88	434,755	31,264	46,47	Beban Ringan
2023	30,38	438,667	33,640	50,64	Beban Ringan
2024	32,97	442,615	36,196	54,95	Beban Ringan
2025	35,65	446,599	38,947	59,42	Beban Ringan
2026	38,43	450,618	41,907	64,06	Beban Optimal
2027	41,32	454,674	45,092	68,87	Beban Optimal

Sedangkan untuk melihat laju pertumbuhan pertahun pada trafo II maka dibuatlah grafik pada gambar 4.9 berdasarkan hasil perhitungan beban trafo pada tabel 4.14 di atas.

### Laju Pertumbuhan Beban Trafo II 60 MVA Gardu Induk 150 KV Wates



Gambar 4. 9 grafik laju pertumbuhan beban pada trafo II

Merujuk dari pembebanan transformator SPLN no 50 tahun 1997 untuk standar optimal dalam pembebanan trafo sebesar 60 - 80 %. Maka dari data tabel 4.14 dan gambar 4.9 grafik laju pertumbuhan beban diatas pada trafo II gardu induk 150 KV Wates 60 MVA untuk 10 tahun yang akan mendatang pada tahun 2017 – 2025 masih dalam kondisi beban ringan sedangkan pada tahun 2026 – 2027 dalam kondisi beban optimal. Sehingga trafo II masih mampu melayani beban sampai tahun 2027 namun harus ada pengamatan yang intens di karenakan dalam kategori beban optimal sebesar 41,32 MW dengan pembebanan 68,87 %.

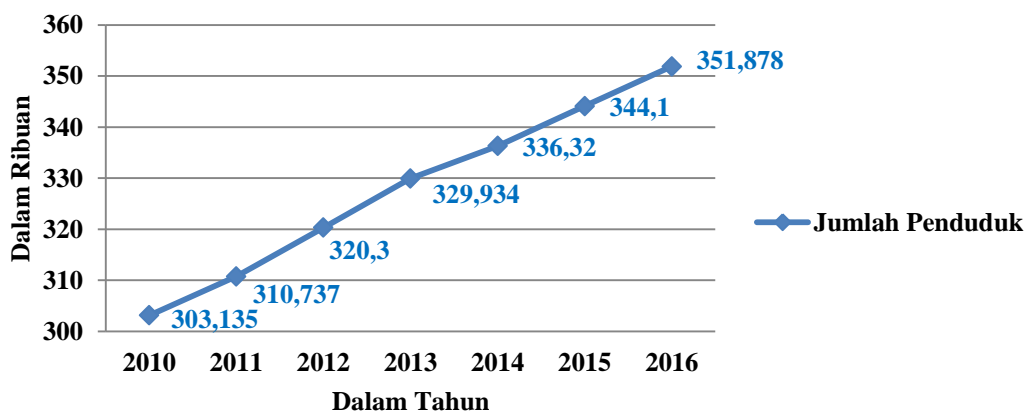
Dari data tabel 4.14 dapat dilihat bahwa karakteristik beban dipengaruhi oleh dua faktor. Faktor yang pertama jumlah penduduk dan faktor kedua PDRB. Apabila kedua faktor tersebut naik maka beban akan mengikuti kenaikan tersebut dan apabila kedua faktor tersebut turun maka tidak menuntut kemungkinan terjadinya penurunan beban. Selain kedua faktor tersebut, terdapat faktor yang mempengaruhi PDRB dan jumlah penduduk yaitu NYIA yang akan beroperasi pada tahun 2019. Sehingga faktor NYIA akan berdampak pada pembebanan trafo II. Seperti halnya Kabupaten Muara Bungo dimana pertumbuhan PDRB dan jumlah penduduk meningkat setelah beroperasinya bandara pada tahun 2013 pada tabel 4.15 dibawah.



Tabel 4. 15 Laju Pertumbuhan Kabupaten Muara Bungo 2010 – 2016

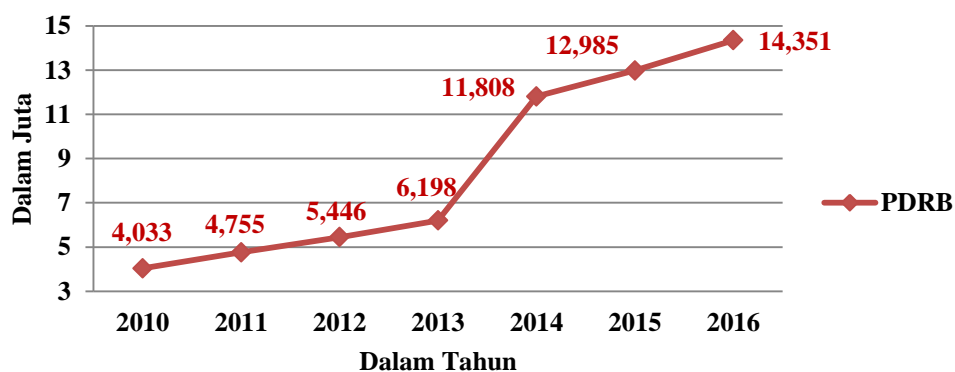
Tahun	Jumlah Penduduk (Dalam Ribuan)	Jumlah PDRB (Dalam Jutaan)
2010	303,135	4,033
2011	310,737	4,755
2012	320,3	5,446
2013	329,934	6,198
2014	336,32	11,808
2015	344,1	12,985
2016	351,878	14,351

### Laju Pertumbuhan Jumlah Penduduk Kabupaten Muara Bungo tahun 2010 - 2016



Gambar 4. 10 Laju Pertumbuhan Jumlah Penduduk Kabupaten Muara Bungo 2010 – 2016

### Laju Pertumbuhan PDRB Kabupaten Muara Bungo tahun 2010 - 2016



Gambar 4. 11 Laju Pertumbuhan PDRB Bandara Kabupaten Muara Bungo 2010 – 2016

Dari data BPS jumlah penduduk dan PDRB Kabupaten Muara Bungo tahun 2011 – 2016 maka dapat dicari perhitungan laju pertumbuhan sesudah dan sebelum bandara beroperasi pada Kabupaten Muara Bungo sebagai berikut.

<p>PDRB Sebelum beroperasi 2010 – 2013</p> $P_t = P_0 \left(1 + \frac{X}{100}\right)^t$ $6,198 = 4,033 \left(1 + \frac{X}{100}\right)^3$ $\frac{6,198}{4,033} = \left(1 + \frac{X}{100}\right)^3$ $1,154^{\frac{1}{3}} = \left(1 + \frac{X}{100}\right)$ $X = (1,154 - 1) \times 100$ $= 15,4 \%$	<p>PDRB Sesudah beroperasi 2013 – 2016</p> $P_t = P_0 \left(1 + \frac{X}{100}\right)^t$ $14,351 = 6,198 \left(1 + \frac{X}{100}\right)^3$ $\frac{14,351}{6,198} = \left(1 + \frac{X}{100}\right)^3$ $2,315^{\frac{1}{3}} = \left(1 + \frac{X}{100}\right)$ $X = (1,322 - 1) \times 100$ $= 32,28\%$
---	---

<p>PDRB Laju Pertumbuhan 2013 – 2014</p> $P_t = P_0 \left(1 + \frac{X}{100}\right)^t$ $11,808 = 6,198 \left(1 + \frac{X}{100}\right)^1$ $\frac{11,808}{6,198} = \left(1 + \frac{X}{100}\right)^1$ $1,905^{\frac{1}{1}} = \left(1 + \frac{X}{100}\right)$ $X = (1,905 - 1) \times 100$ $= 90,51 \%$	<p>PDRB Laju Pertumbuhan 2014 – 2016</p> $P_t = P_0 \left(1 + \frac{X}{100}\right)^t$ $14,351 = 11,808 \left(1 + \frac{X}{100}\right)^2$ $\frac{14,351}{11,808} = \left(1 + \frac{X}{100}\right)^2$ $1,215^{\frac{1}{2}} = \left(1 + \frac{X}{100}\right)$ $X = (1,102 - 1) \times 100$ $= 10,24 \%$
--	--

Dari hasil perhitungan laju pertumbuhan pada Kabupaten Muara Bungo di atas maka rata-rata laju pertumbuhan PDRB sebelum beroperasi 14,16 % dan rata-rata laju Pertumbuhan PDRB setelah beroperasi sebesar 32,28 %. Sedangkan laju pertumbuhan PDRB pada tahun 2013 – 2014 sebesar 90,51 % dan pada tahun 2014 – 2016 sebesar 10,24 %. Sedangkan untuk laju pertumbuhan Jumlah penduduk dengan menggunakan perhitungan yang sama diperoleh laju pertumbuhan penduduk untuk tahun 2013 – 2014 sebesar

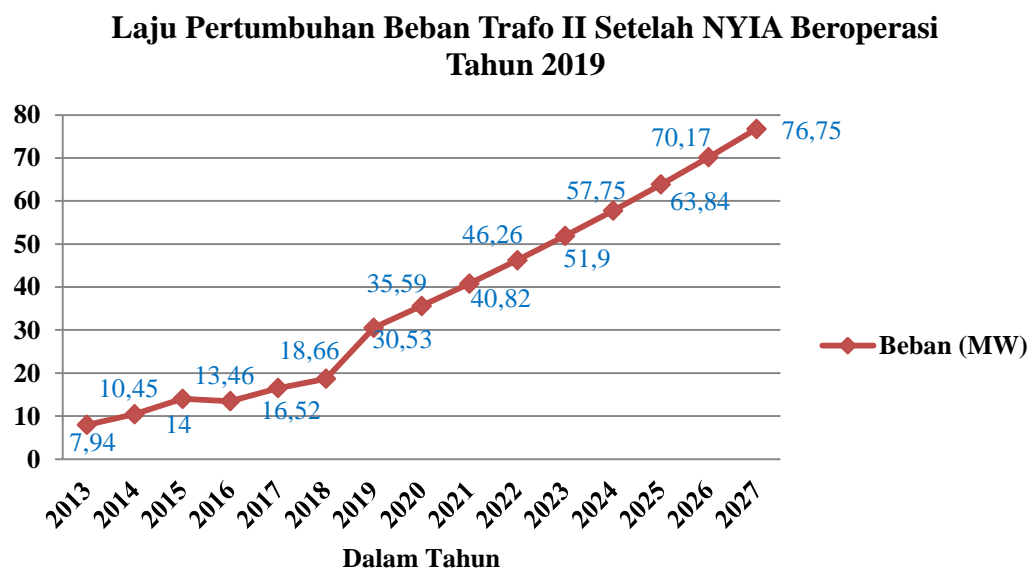
1,99% dan untuk tahun 2014 – 2016 sebesar 2,2 sehingga dari hasil perhitungan di atas dapat diasumsikan kedalam laju pertumbuhan PDRB Kabupaten Kulon Progo sebesar 82,91 % dari nilai 90,51 % dikurang dengan nilai laju pertumbuhann Kabupaten Kulon Progo 7,6 % untuk tahun pertama beroperasinya NYIA pada tahun 2019 – 2020 sedangkan untuk tahun kedua 2021 dan seterusnya sebesar 7,6 % dari laju pertumbuhan Kabupaten Kulon Progo. Sedangkan untuk laju pertumbuhan penduduk untuk tahun pertama 2019 – 2020 sebesar 1,99 % dan untuk tahun kedua 2021 seterusnya sebesar 2,2 %.

Dampak dari meningkatnya kedua faktor tersebut berpengaruh terhadap pembebanan pada trafo I seiring dengan pertumbuhan PDRB dan jumlah penduduk. Untuk lebih jelas laju pertumbuhan beban pada trafo I dapat dilihat pada tabel 4.16 dan gambar 4.12 di bawah ini.

Tabel 4. 16 Hasil Perhitungan Beban Setelah Beroperasinya NYIA

Trafo II Setelah Beroperasi NYIA Pada Tahun 2019					
Tahun	Beban Y (MW)	Jumlah Penduduk $X_1$ (Dalam ribuan)	PDRB $X_2$ (dalam jutaan)	Pembebanan %	Keterangan
2013	7,94	401	16,165	13,23	Beban Ringan
2014	10,45	405	17,345	17,42	Beban Ringan
2015	14,00	408	18,736	23,33	Beban Ringan
2016	13,46	412,611	20,145	22,43	Beban Ringan
2017	16,52	415,708	21,676	27,54	Beban Ringan
2018	18,66	419,449	23,323	31,10	Beban Ringan
2019	30,53	427,796	44,349	50,89	Beban Ringan
2020	35,59	437,208	47,720	59,31	Beban Ringan
2021	40,82	446,827	51,347	68,04	Beban Optimal
2022	46,26	456,657	55,249	77,10	Beban Optimal
2023	51,90	466,703	59,448	86,50	Beban Berat
2024	57,75	476,971	63,966	96,26	Beban Berat
2025	63,84	487,464	68,827	106,40	Overload
2026	70,17	498,188	74,058	116,95	Overload
2027	76,75	509,148	79,687	127,92	Overload

Sedangkan untuk melihat laju pertumbuhan pertahun pada trafo II maka dibuatlah grafik pada gambar 4.12 berdasarkan hasil perhitungan beban trafo pada tabel 4.16 di atas.



Gambar 4. 12 Laju Pertumbuhan Beban Trafo II Setelah NYIA Beroperasi Pada Tahun 2019

Setelah dilakukan perhitungan didapat hasil pada tabel 4.16 dan gambar 4.12 diatas. Dengan adanya pengoperasian NYIA pada tahun 2019 maka pembebanan trafo II meningkat hal itu terjadi akibat peningkatan PDRB dan jumlah penduduk. Sehingga pada tahun 2019 - 2020 trafo II dalam kondisi beban ringan sedangkan pada tahun 2021 – 2022 dalam kondisi beban optimal. Sedangkan pada tahun 2023 – 2024 dalam kondisi beban berat dan untuk tahun 2024 – 2027 dalam kondisi *overload*.

Merujuk dari pembebanan transformator SPLN no 50 tahun 1997 untuk standar optimal dalam pembebanan trafo sebesar 60 - 80 %. Dengan demikian batas dari pembebanan trafo II setelah NYIA beroperasi terjadi pada tahun 2021 dengan beban sebesar 40,82 MW dengan pembebanan 77,10 %. Ketika trafo II dalam kondisi optimal tahun 2021 maka perlu adanya pengawasan yang intens agar tidak terjadi beban berat maupun *Overload* pada saat pembebanan berlangsung yang kemungkinan terjadi pada tahun 2023 – 2027.

### 1.3.3 Analisis Keseluruhan Trafo I dan II

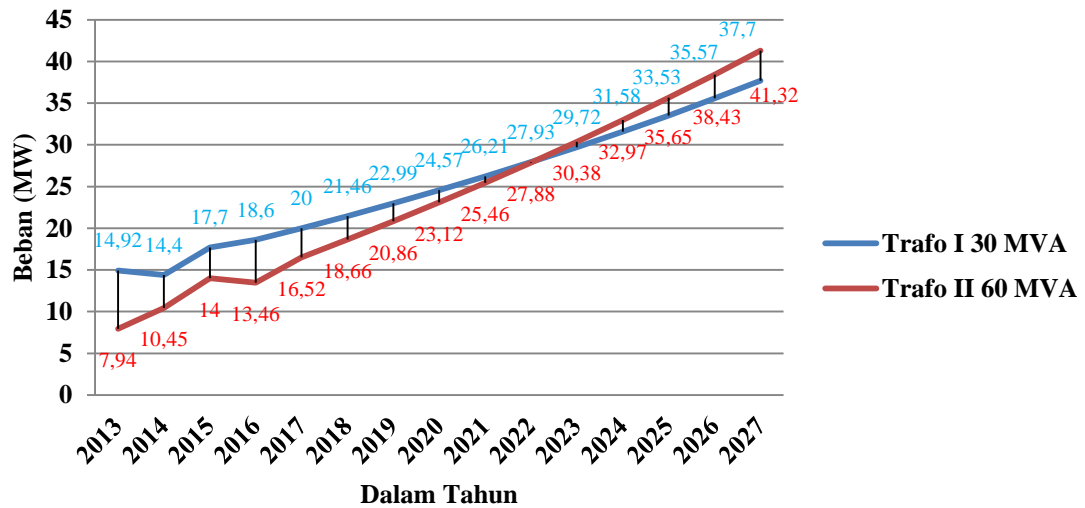
Dari hasil peramalan trafo I dan trafo II gardu induk 150 KV Wates di atas maka diperoleh hasil perbandingan pengaruh NYIA terhadap pembebanan trafo pada tabel 4. 17 di bawah ini.

Tabel 4. 17 Tabel Perbandingan Pembebanan Trafo I Dan Trafo II Tanpa Pengaruh NYIA

Tahun	Trafo I 30 MVA		Trafo II 60 MVA	
	Tanpa NYIA (MW)	Pembebanan %	Tanpa NYIA (MW)	Pembebanan %
2013	14,92	49,73	7,94	13,23
2014	14,40	48,00	10,45	17,42
2015	17,70	59,00	14	23,33
2016	18,60	62,00	13,46	22,43
2017	20,00	66,66	16,52	27,54
2018	21,46	71,55	18,66	31,1
2019	22,99	76,62	20,86	34,76
2020	24,57	81,90	23,12	38,54
2021	26,21	87,38	25,46	42,44
2022	27,93	93,10	27,88	46,47
2023	29,72	99,05	30,38	50,64
2024	31,58	105,27	32,97	54,95
2025	33,53	111,77	35,65	59,42
2026	35,57	118,57	38,43	64,06
2027	37,70	125,68	41,32	68,87

Sedangkan untuk melihat laju pertumbuhan pertahun pada trafo II maka dibuatlah grafik pada gambar 4.13 berdasarkan hasil perhitungan beban trafo pada tabel 4.17 di atas.

### Laju Pertumbuhan Beban Tanpa Pengaruh NYIA



Gambar 4. 13 Grafik Pertumbuhan Beban Trafo Tanpa Pengaruh NYIA

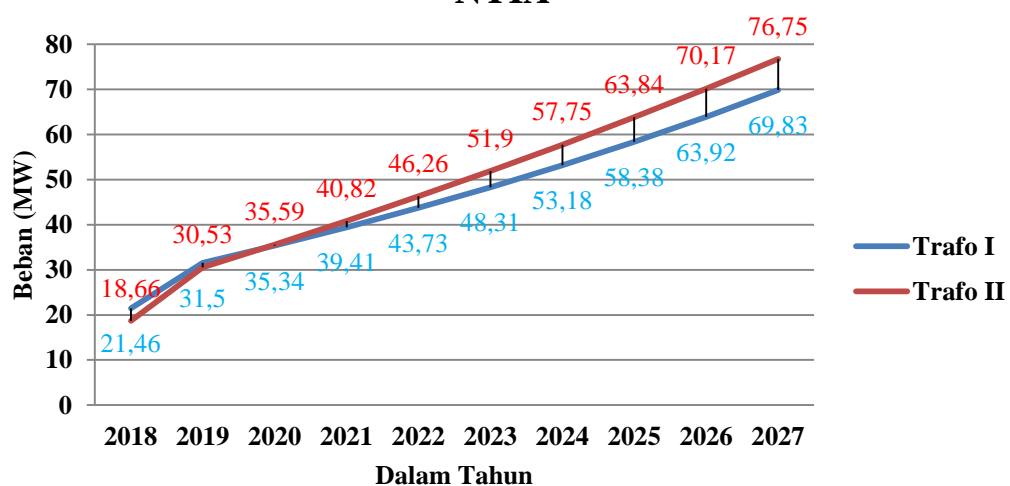
Dari data tabel 4.17 diatas maka dapat dilihat bahwa tanpa adanya pengaruh NYIA trafo I untuk 10 tahun yang akan mendatang hanya mampu melayani sampai dengan tahun 2023 dengan beban sebesar 29,72 MW dalam kategori beban berat. Sedangkan untuk tahun 2024 sampai dengan 2027 yang akan mendatang trafo I dalam kondisi beban *overload* sebesar 31,58 MW untuk tahun 2024 dan 37,70 MW pada tahun 2027 dan untuk trafo II tanpa ada pengaruh NYIA untuk 10 tahun yang akan mendatang masih mampu melayani pembebanan dengan beban tertinggi pada tahun 2027 sebesar 41,32 MW kategori beban optimal dengan pembebanan 68,87 %. Sedangkan untuk melihat perbedaan pembebanan setelah beroperasinya NYIA pada tahun 2019 dapat dilihat pada tabel 4. 18 dibawah ini.

Tabel 4. 18 Pengaruh NYIA Terhadap Beban Trafo

Tahun	Trafo I 30 MVA		Trafo II 60 MVA	
	Setelah beroperasi NYIA (MW)	Pembebanan %	Setelah beroperasi NYIA (MW)	Pembebanan %
2018	21,46	71,55	18,66	31,10
2019	31,50	105,00	30,53	50,89
2020	35,34	117,81	35,59	59,31
2021	39,41	131,37	40,82	68,04
2022	43,73	145,76	46,26	77,10
2023	48,31	161,03	51,90	86,50
2024	53,18	177,28	57,75	96,26
2025	58,38	194,59	63,84	106,40
2026	63,92	213,05	70,17	116,95
2027	69,83	232,77	76,75	127,92

Dari data tabel 4.18 di atas dapat dibuat gambar 4.14 grafik guna untuk melihat pertumbuhan beban setelah terpengaruhnya NYIA atau setelah beroperasinya NYIA pada tahun 2019 di bawah ini.

### Laju Pertumbuhan Beban Setelah Beroperasinya NYIA



Gambar 4. 14 laju pertumbuhan beban setelah beroperasinya NYIA

Dari data di atas dapat dilihat bahwa setelah beroperasinya NYIA di tahun 2019 beban naik secara signifikan dimana yang semula belum beroperasi NYIA

pada tahun 2018 untuk trafo I sebesar 21,46 MW setelah beroperasi NYIA pada tahun 2019 menjadi 31,50 MW sehingga trafo I hanya mampu melayani beban sampai dengan tahun 2018 hal itu dikarenakan dengan adanya pengaruh beroperasinya NYIA pada tahun 2019 yang mengakibatkan pembebanan naik secara signifikan menjadi 31,50 MW dengan kategori beban *overload* . Sedangkan, untuk trafo II dengan adanya pengaruh beroperasinya NYIA pada tahun 2019 yang semula pada tahun 2018 sebesar 18,66 MW menjadi 30,53 MW pada tahun 2019. Dengan adanya pengaruh NYIA tersebut trafo II hanya mampu melayani pembebanan sampai dengan tahun 2024 dengan kondisi beban berat sebesar 57,75 MW dengan kondisi pembebanan berat sebesar 96,26 % maka perlu adanya pengawasan yang intens karena telah melebihi batas pembebanan yang telah ditentukan sebesar 60 – 80 % namun jika pembebanan sesuai yang telah ditentukan, trafo II hanya mampu melayani beban sampai dengan tahun 2022 dengan beban sebesar 46,26 MW dengan pembebanan 77,10 %.

Sehingga untuk mengantisipasi beban berat pada trafo I setelah beroperasinya NYIA maka langkah selanjutnya adalah dengan melakukan pergeseran *feeder* trafo I ke trafo II dengan data beban *feeder* di bulan mei tahun 2018 pada tabel 4.18 di bawah ini. Dari data R, S, dan T maka di jumlah dan di bagi tiga untuk mendapatkan nilai average. Dengan nilai average tersebut maka di dapat hasil pembebanan per-*feeder* dengan membagi nilai average dengan 30 seperti pada tabel 4.19 di bawah ini.

**Tabel 4. 19 Data beban Feeder Bulan Mei Tahun 2018**

Data	Feeder	Beban Penyulang (ampere)			Average	Trafo I		Trafo II	
		R	S	T		Fedeer	Beban (MW)	Feeder	Beban (MW)
Trafo I	WTS02	135,3	117,4	134	128,96	wts 2	4,29		
	WTS04	198,6	106,2	135	146,9	wts 4	4,89		
	WTS05	326,4	272,9	322	307,4	wts 5	10,24		
Trafo II	WTS01	14	12	24	16,66			wts 1	0,55
	WTS03	82	65	65	70,66			wts 3	2,35
	WTS06	171	151	111	144,33			wts 6	4,81
	WTS07	14	16	16	15,33			wts 7	0,51
Total	7	941,3	740,5	809	830,24	3	19,42	4	8,22

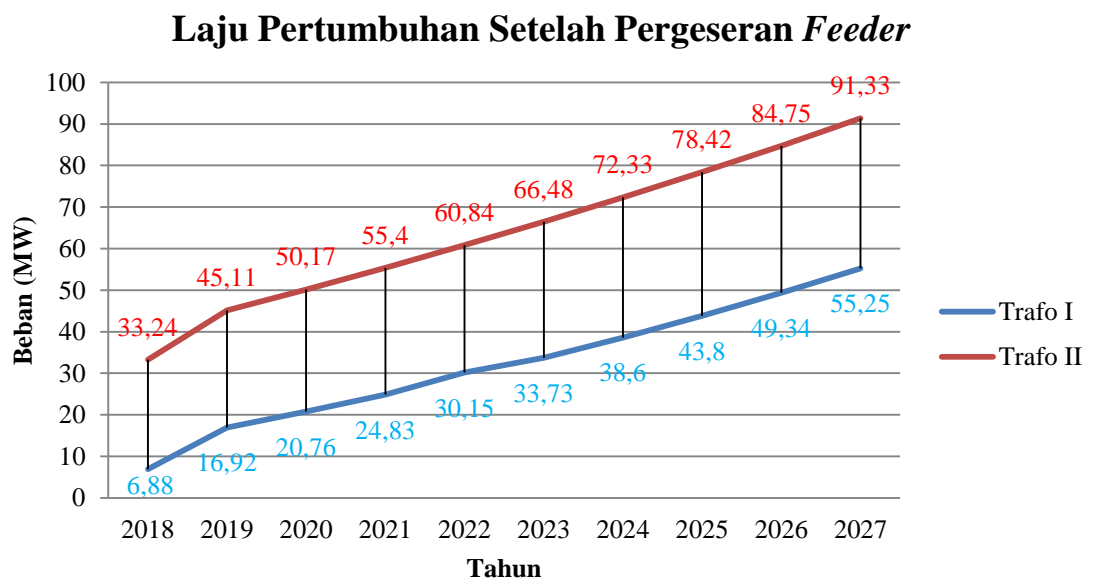


Dari tabel 4.19 di atas ditahun 2018 dilakukan pertukaran *feeder* 5 ke *feeder* 3, *feeder* 4 ke *feeder* 1 dan pergeseran *feeder* 2 ke *feeder* 7 mengingat ditahun 2019 trafo I dalam kondisi beban *overload*. Dengan adanya perubahan *feeder* tersebut maka masa oprasi pembebanan trafo I dan trafo II mampu sampai dengan tahun 2021 dengan beban sebesar 24,83 MW dan trafo II sebesar 55,40 MW. Untuk lebih jelasnya hasil dari pergeseran *feeder* tersebut dapat dilihat pada table 4.20 di bawah ini.

Tabel 4. 20 setelah pergeseran *feeder* tahun 2018

Tahun	Trafo I 30 MVA		Trafo II 60 MVA	
	Setelah beroperasi NYIA (MW)	Pembebanan %	Setelah beroperasi NYIA (MW)	Pembebanan %
2018	6,88	22,93	33,24	55,40
2019	16,92	56,40	45,11	75,18
2020	20,76	69,20	50,17	83,62
2021	24,83	82,77	55,40	92,33
2022	30,15	100,5	60,84	101,40
2023	33,73	112,43	66,48	110,80
2024	38,60	128,67	72,33	120,55
2025	43,80	146,00	78,42	130,70
2026	49,34	164,47	84,75	141,25
2027	55,25	184,17	91,33	152,22

Dari hasil pertukaran *feeder* 5 ke *feeder* 3, *feeder* 4 ke *feeder* 1 dan pergeseran *feeder* 2 ke *feeder* 7 trafo II dengan hasil pada tabel 4.20 di atas dan gambar 4.15 di bawah ini.



Gambar 4. 15 Grafik Beban Setelah Pergeseran *Feeder*

Dari hasil pergeseran pada tabel 4.20 di atas untuk trafo I tahun 2023 mengalami beban *overload* dan hanya mampu melayani pembebanan sampai dengan tahun 2022 dengan beban berat sebesar 29,15 MW sedangkan untuk trafo II setelah dilakukan pergeseran tersebut trafo II hanya mampu melayani pembebanan sampai dengan tahun 2021 dengan kategori beban berat sebesar 55,40 MW. Jika pergeseran itu dilakukan maka trafo I dan Trafo II hanya mampu melayani beban sampai dengan tahun 2021 dengan kategori trafo beban berat sedangkan tahun 2022 sampai dengan 2027 kedua trafo dalam kondisi beban *Overload*. Dari hasil pergeseran tersebut maka langkah kedepannya di tahun 2021 yang harus diambil adalah dengan melakukan *Uprating* trafo I menjadi 60 MVA dan pergeseran *feeder* kembali mengingat batas *overload* kedua trafo terjadi pada tahun 2022. Untuk data *feeder* di tahun 2021 dapat dilihat pada tabel 4.21 di bawah ini dari hasil perhitungan dan trend pertumbuhan Kabupaten Muara Bungo sebagai asumsi pertumbuhan beban di Kabupaten Kulon Progo sebesar 82,91 % di tahun 2018 ke 2019 sedangkan di tahun 2019 sampai dengan 2027 sebesar 7,6 % beban trafo.

**Tabel 4. 21 feeder tahun 2021**

Data		Beban (MW)	Total (MW)
Trafo I	Wts02	9,06	24,18
	Wts04	5,56	
	Wts05	9,56	
Trafo II	Wts01	9,33	54,94
	Wts03	21,62	
	Wts06	11,55	
	Wts07	12,45	

Dari data tabel 4.21 di atas maka langkah selanjutnya adalah pergeseran *feeder* 3 ke *feeder* 4 setelah *uprating* trafo I 30 MVA menjadi 60 MVA sehingga diperoleh hasil pada tabel 4.22 di bawah ini.

Tabel 4. 22 Hasil *Uprating* Trafo I dan Pergeseran *Feeder*

Tahun	Trafo I 60 MVA		Trafo II 60 MVA	
	Dengan NYIA (MW)	Pembebanan %	Dengan NYIA (MW)	Pembebanan %
2021	40,99	68,32	39,34	65,57
2022	46,31	77,18	44,78	74,63
2023	49,89	83,15	50,42	84,03
2024	54,76	91,27	56,27	93,78
2025	60,96	101,60	62,36	103,93
2026	65,5	109,17	68,69	114,48
2027	71,41	119,02	75,27	125,45

Dari tabel 4.22 di atas trafo I dan II hanya mampu melayani pembebanan sampai dengan tahun 2024 dengan kategori beban berat. Untuk beban trafo I di tahun 2024 sebesar 54,76 MW dan trafo II sebesar 56,27 MW sehingga gardu induk 150 KV Wates untuk 10 tahun yang akan datang memerlukan penambahan trafo III di tahun 2024 sebelum terjadinya *overload* di tahun 2025. Dari penambahan trafo III tahun 2024 kemudian dilakukan pergeseran *feeder* trafo I dan II ke *feeder* trafo III. Dengan adanya penambahan trafo III dan pergeseran *feeder* tahun 2024 diharapkan gardu induk 150 KV Wates mampu melayani pembebanan sampai dengan 10 tahun yang akan mendatang dengan faktor yang mempengaruhi kenaikan pembebanan trafo baik faktor beroperasinya NYIA di tahun 2019 maupun faktor PDRB dan faktor – faktor lainnya.