

BAB IV

DATA DAN ANALISIS DATA PENELITIAN

4.1. Data Penelitian

Data yang digunakan untuk memperkirakan beban transformator Gardu Induk 150 kV Mojosongo selama 20 tahun kedepan adalah data monitoring beban puncak dari transformator selama 5 tahun dari tahun 2012 sampai tahun 2016, data teknik tranformator I yakni dengan kapasitas 60 MVA dan transformator II dengan kapasitas 30 MVA, data jumlah penduduk yang mendapatkan daya listrik dari Gardu Induk Mojosongo dan data Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) yang bersumber dari Badan Pusat Statiska (BPS) kabupaten Boyolali dari tahun 2012 sampai dengan tahun 2016.

4.2 Analisis Data Penelitian

Dalam melakukan analisis pada penelitian ini, langkah awal yang harus dilakukan adalah menganalisis beban puncak paling tinggi dari gardu induk 150 kV mojosongo dalam setiap bulannya, kemudian menganalisa pertumbuhan penduduk Kabupaten Boyolali, menghitung beban transformator dengan satuan MVA, dengan menghitung data semua tersebut maka dapat dilanjutkan dengan persamaan pendekatan metode Regresi Linear Berganda sehingga dengan demikian prakiraan pembebanan transformator dapat di ketahui. Persamaan regresi linear berganda mempunyai rumus sebagai berikut :

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots b_kX_k$$

Keterangan :

Y = Variabel terkait / tidak bebas

a = Konstanta

$b_1, b_2, \dots b_k$ = Koefisien regresi linear berganda

$X_1, X_2, \dots X_k$ = Variabel bebas

dari penelitian yang dilakukan di gardu indu mojosongo, peneliti mendapatkan data dari transformator, data tersebut merupakan data spesifikasi transformator dan data beban puncak transformator I dan transformator II.

4.2.1 Data Transformator

1. Transformator I 60 MVA

Spesifikasi

Merk : Unido

Tahun pembuatan : 2011

Frekuensi : 50 hz

Fase : 3 fase

Tahun operasi :20-30-2012

2. Transformator II 30 MVA

Spesifikasi

Merk : Pasti

Tahun pembuatan : 1995

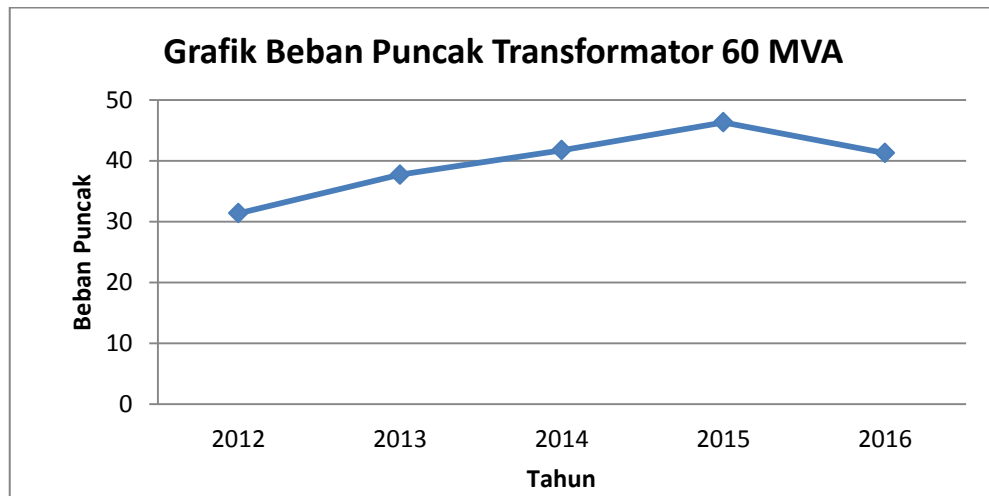
Frekuensi : 50 hz

Fase : 3 fase

Tahun operasi :07-09-2010

Tabel 4.1 Data beban Puncak Trafo I 60 MVA Gardu Induk Mojosongo 150 kV

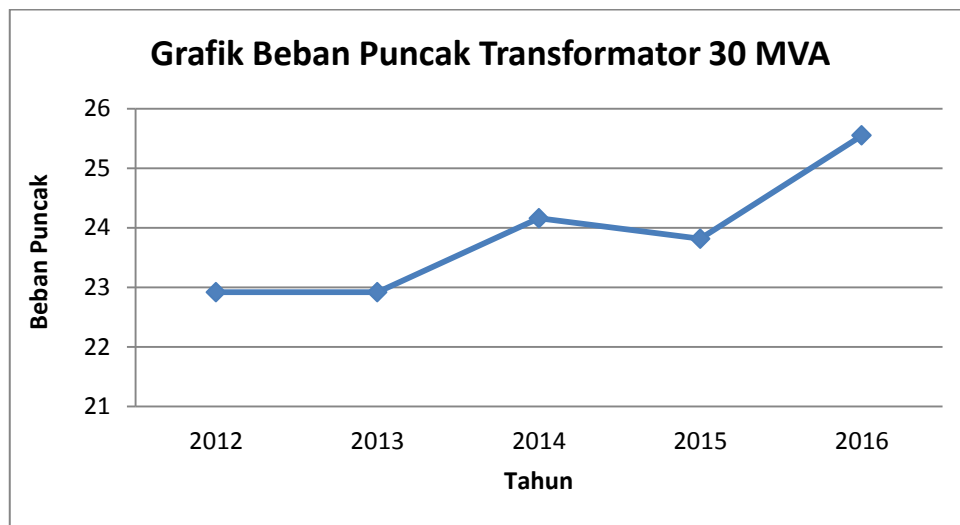
Bulan	Beban Puncak Transformator (MW)				
	2012	2013	2014	2015	2016
Januari		44	40,5	43,8	48,3
Februari		35	41,3	43,2	43,8
Maret		34,2	42,1	44,9	43,2
April	28,9	33,8	41,5	44,1	39,8
Mei	29,9	35,2	42,3	46,3	42,4
Juni	29,3	36,2	41,3	46,6	42,7
Juli	30,7	36,7	40,7	47,7	36,9
Agustus	30,8	36,2	40,8	47,2	37,6
September	31,3	36,2	41,4	47,4	41,9
Oktober	34	37,5	42,7	47,6	34,4
November	32,9	43,7	44,9	48,7	41,8
Desember	34,6	44	41,4	48,4	42,6
Rata-Rata	31,3	37,7	41,7	46,3	41,2



Grafik 4.1 Beban Puncak trafo I

Tabel 4.2 Data beban Puncak Trafo I 30 MVA Gardu Induk Mojosongo 150 kV

Bulan	Beban Puncak Transformator (MVA)				
	2012	2013	2014	2015	2016
Januari	24,2	21	23	23,5	25
Februari	20,9	22,4	23,1	24,3	25,5
Maret	26,3	22,5	23,3	22,7	24,8
April	23,3	22,8	23	22,8	25,3
Mei	23,7	23	25,3	22,8	25,1
Juni	21	23	23,7	22,8	26
Juli	23,5	23,4	24,3	23,5	26,1
Agustus	23,3	23,8	25	23,4	25,8
September	22	24	24,9	24,8	26
Oktober	22,2	24	25	25,2	25,8
November	22,8	24,5	25,1	25,2	25,7
Desember	21,8	20,6	24,2	24,8	25,5
Rata-rata	22,9	22,9	24,1	25,5	



Grafik 4.1 Beban Puncak Trafo II

4.2.2 Data Penduduk dan PDRB Kabupaten Boyolali

Untuk memperkirakan beban transformator gardu induk 150 kV Mojosongo selama 20 tahun yang akan datang, dibutuhkan data jumlah penduduk dan pertumbuhan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) dari Kabupaten Boyolali. berikut data Jumlah penduduk dan PDRB yang bersumber dari Badan Pusat Statiska.

Tabel 4.3 Data jumlah Penduduk dan PDRB Kabupaten Boyolali

Tahun	Jumlah Penduduk(ribu)	PDRB (juta)
2012	959	15,36
2013	963	16,26
2014	967	17,08
2015	970	17,93
2016	973	18,83

Penduduk Kabupaten Boyolali mendapat suplai energi listrik dari dua gardu induk, yakni gardu induk Mojosongo dan gardu induk Banyudono. Untuk gardu induk Mojosongo menyuplai energi listrik sebesar 60% dari total jumlah penduduk Boyolali. Sehingga data jumlah penduduk hanya meliputi 11 kecamatan dari 19 kecamatan yang ada di Boyolali. Berikut data Jumlah penduduk 60% dari total penduduk Kabupaten Boyolali.

Tabel 4.4 Data penduduk setiap kecamatan yang disuplai Gardu Induk Mojosongo

Kecamatan	2012	2013	2014	2015	2016
Selo	27146	27198	27243	27324,7	27406,7
Ampel	69353	69861	70081	70291,2	70502,1
Cepogo	53847	54033	54222	54384,7	54547,8
Musuk	61418	61449	61310	61493,9	61678,4
Boyolali	60265	60661	61038	61221,1	61404,8
Mojosongo	51727	52007	52301	52457,9	52615,3
Sawit	32931	32969	33027	33126,1	33225,5
Karanggede	40682	40933	40990	41113	41236,3
Klego	46222	46371	46399	46538,2	46677,8
Andong	61918	61967	62085	62271,3	62458,1
Wonosegoro	55076	55205	55391	55557,2	55723,8
Total	560585	562654	564087	565779	567477

Dengan data tersebut maka diperoleh total Jumlah penduduk dan PDRB dari 60% total penduduk Kabupaten Boyolali.

Tabel 4.5 Jumlah penduduk kecamatan dan PDRB yang di suplai gardu induk

Tahun	Penduduk (ribu)	PDRB (juta)
2012	560	9,20
2013	562	9,72
2014	564	10,25
2015	565	10,76
2016	567	11,30

Dari data tersebut bahwa jumlah PDRB dari 60% Kabupaten Boyolali terjadi peningkatan setiap tahunnya rata-rata sebesar 5,5% dan untuk jumlah penduduk mengalami peningkatan 0,3%. Dengan demikian dapat ditentukan data pertumbuhan penduduk dengan menghitung pada persamaan dibawah ini.

PDRB tahun $n = (\text{jumlah PDRB tahun sebelum } n \times 5,5\%) + \text{PDRB tahun sebelum } n$

- PDRB tahun 2017

$$\begin{aligned} \text{PDRB tahun 2017} &= 113 \times 5,5\% + 113 \\ &= 119 \text{ Juta} \end{aligned}$$

- PDRB tahun 2018

$$\begin{aligned} \text{PDRB tahun 2018} &= 119 \times 5,5\% + 119 \\ &= 125 \text{ juta} \end{aligned}$$

Untuk memperkirakan pertumbuhan penduduk di tahun selanjutnya atau sampai tahun ke n, maka digunakan persamaan berikut :

$$\text{Penduduk tahun } n = (\text{Jumlah penduduk tahun sebelum } n \times 0,3\%) + \text{penduduk tahun sebelum } n$$

- Penduduk tahun 2017 =

$$\begin{aligned} \text{Penduduk tahun 2017} &= (\text{penduduk 2016} \times 0,3\%) + \text{penduduk 2016} \\ &= (567 \times 0,3\%) + 567 \\ &= 569 \text{ Ribu} \end{aligned}$$

- Penduduk tahun 2018 =

$$\begin{aligned} \text{Penduduk tahun 2018} &= (\text{penduduk 2017} \times 0,3\%) + \text{penduduk 2017} \\ &= (569 \times 0,3\%) + 569 \\ &= 570 \text{ Ribu} \end{aligned}$$

Setelah melakukan perhitungan, berikut perkiraan jumlah penduduk dan PDRB Kabupaten Boyolali selama 20 tahun mendatang.

Tabel 4.6 Prakiraan Jumlah penduduk dan PDRB 20 tahun mendatang

Tahun	Penduduk (ribu)	PDRB (juta rupiah)
2012	560	9,207
2013	562	9,725
2014	264	10,251
2015	565	10,765

Tabel 4.6 Prakiraan Jumlah penduduk dan PDRB 20 tahun mendatang (lanjutan)

Tahun	Penduduk (ribu)	PDRB (juta rupiah)
2016	567	11,302
2017	569	11,923
2018	570	12,579
2019	572	13,271
2020	574	14,001
2021	576	14,771
2022	577	15,583
2023	579	16,441
2024	581	17,345
2025	582	18,299
2026	584	19,305
2027	586	20,367
2028	588	21,487
2029	590	22,669
2030	591	23,916
2031	593	25,231
2032	595	26,619
2033	597	28,083
2034	598	29,628
2035	600	31,257
2036	602	32,976
2037	604	34,79

Gardu Induk Mojosongo Memiliki 2 buah Trafo yang diantaranya Trafo I berkapasitas 60 MVA dengan dibebani 60% dan Trafo II berkapasitas 30 MVA dengan dibebani 40%

4.3 Prakiraan Beban Trafo

Berdasarkan SPT PLN No. 50 tahun 1997, batas optimal pembebanan transformator berada pada nilai 60% sampai dengan 80%. Sedangkan pada kondisi beban lebih (*overload*) dapat menyebabkan panas yang lebih sehingga beresiko transformator terbakar selai itu dapat menimbulkan kerugian akibat *losses* daya transformator tersebut.

Klasifikasi pembebanan transformator dapat dibedakan menjadi 4, yaitu

0 -60%	= Beban ringan
60 – 80%	= Beban Optimal
80 - 100%	= Beban Berat
>100%	= Overload

4.3.1 Prakiraan beban Trafo I Gardu induk 150 kV Mojosongo

Untuk memperkirakan beban trafo I Gardu Induk Mojosongo selama 20 tahun mendatang menggunakan metode regresi linear berganda, dibutuhkan data monitoring beban Trafo I dari tahun 2012-2016, jumlah penduduk yang mendapatkan daya listrik Gardu Induk Mojosongo dan PDRB Kabupaten Boyolali dari tahun 2012-2016. berikut data yang sudah di olah sesuai dengan data tersebut.

Tabel 4.7 Beban dan faktor yang mempengaruhi

Tahun	Beban (MVA) Y	Jumlah Penduduk (dalam ribuan) X_1	PDRB (dalam Juta rupiah) X_2
2012	31,3	336	5,524
2013	37,7	337,2	5,833
2014	41,7	338,4	6,150
2015	46,3	339,6	6,459
2016	41,2	341,4	6,718

Dari data tersebut terlihat bahwa Jumlah penduduk dan PDRB Kabupaten Boyolali mempengaruhi pertumbuhan beban gardu induk Mojosongo. sehingga beban trafo di Gardu Induk Mojosongo mengalami pertumbuhan beban yang diimbangi juga dengan pertumbuhan penduduk dan PDRB.

Tabel 4.8 Persamaan regresi trafo I Gardu Induk Mojosongo

Tahun	Y (Beban)	X ₁ (penduduk)	X ₂ (PDRB)	X ₁ ²	X ₂ ²	Y ²	X ₁ X ₂	X ₁ Y	X ₂ Y
2012	31.3	336	5,524	112896	84.76885	979.69	3093.552	10516.8	288.17
2013	37.7	337.2	5,833	113703.8	94.57563	1421.29	3279.27	12712.44	366.63
2014	41.7	338.4	6,150	114514.6	105.083	1738.89	3468.938	14111.28	427.46
2015	46.3	339.6	6,459	115328.2	115.9068	2143.69	3656.134	15723.48	498.46
2016	41.2	341.4	6,718	116554	127.7352	1697.44	3858.503	14065.68	465.64
total	198.2	1692.6	30,686	572996.5	528.0694	7981	17356.4	67129.68	2046.3

Perhitungan regresi linear untuk Trafo I

$$\sum X_1^2 = \sum X_1^2 - \frac{(\sum X_1)^2}{n} = 572996,6 - \frac{(1692,6)^2}{5} = 18,6$$

$$\sum X_2^2 = \sum X_2^2 - \frac{(\sum X_2)^2}{n} = 189,24 - \frac{(30,68)^2}{5} = 1,24$$

$$\sum Y^2 = \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n} = 7981 - \frac{(198,2)^2}{5} = 124,36$$

$$\sum X_1Y = \sum X_1Y - \frac{(\sum X_1 \sum Y)}{n} = 67129,6 - \frac{1692,6 \times 198,2}{5} = 44,94$$

$$\sum X_2Y = \sum X_2Y - \frac{(\sum X_2 \sum Y)}{n} = 2046,38 - \frac{30,68 \times 198,2}{5} = 9,19$$

$$\sum X_1X_2 = \sum X_1X_2 - \frac{\sum X_1X_2}{n} = 10391,99 - \frac{1692,6 \times 30,68}{5} = 6,29$$

maka

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

$$= \frac{1,24 \times 44,94 - 9,19 \times 6,29}{18,6 \times 1,24 - 6,29^2}$$

$$= \frac{55,725 - 62}{23,06 - 39}$$

$$= 0,44$$

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

$$= \frac{18,6 \times 9,19 - 44,94 \times 6,29}{18,6 \times 1,24 - 6,29^2}$$

$$= \frac{-9,8}{-16,5}$$

$$= 0,6$$

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

$$= \frac{192 - (0,44 \times 1692,9) - (0,6 \times 30,68)}{5}$$

$$= \frac{192 - 744,40 - 18,4}{5}$$

$$= -110$$

Dengan mendapat nilai b_1 b_2 dan a dari perhitungan diatas, langkah selanjutnya adalah menghitung beban puncak trafo I selama 20 tahun kedepan. Persamaan regresi linear untuk menghitung beban trafo adalah

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots$$

Yang dimana

$$a = -110$$

$$b_1 = 0,44$$

$$b_2 = 0,6$$

Setelah mendapatkan nilai diatas, langkah selanjutnya adalah mencari beban trafo di tahun selanjutnya.

$$\text{Beban tahun 2017} = a + b_1X1_{2017} + b_2X2_{2017}$$

$$= -110 + (0,44 \times 341,4) + (0,5 \times 7,15)$$

$$= -110 + 150,21 + 3,5$$

$$= 44,53 \text{ MVA}$$

$$\text{Beban tahun 2018} = a + b_1X1_{2018} + b_2X2_{2018}$$

$$= -113,87 + (0,44 \times 342) + (0,5 \times 7,54)$$

$$= -110 + 150,48 + 3,77$$

$$= 45,00 \text{ MVA}$$

$$\text{Beban tahun 2019} = a + b_1X1_{2019} + b_2X2_{2019}$$

$$= -110 + (0,44 \times 343,2) + (0,5 \times 7,962)$$

$$= -110 + 150,92 + 3,98$$

$$= 45,78 \text{ MVA}$$

Untuk menghitung faktor beban trafo maka menggunakan persamaan berikut :

$$LF = \frac{\text{Beban Transformator}}{\text{Kapasitas Transformator}} \times 100\%$$

Sehingga

$$\text{Faktor beban 2017} = \frac{44,53}{60} \times 100\% = 74\%$$

$$\text{Faktor beban 2018} = \frac{45,00}{60} \times 100\% = 75\%$$

$$\text{Faktor beban 2017} = \frac{45,78}{60} \times 100\% = 76\%$$

Tabel 4.9 Prakiraan Beban 20 tahun kedepan

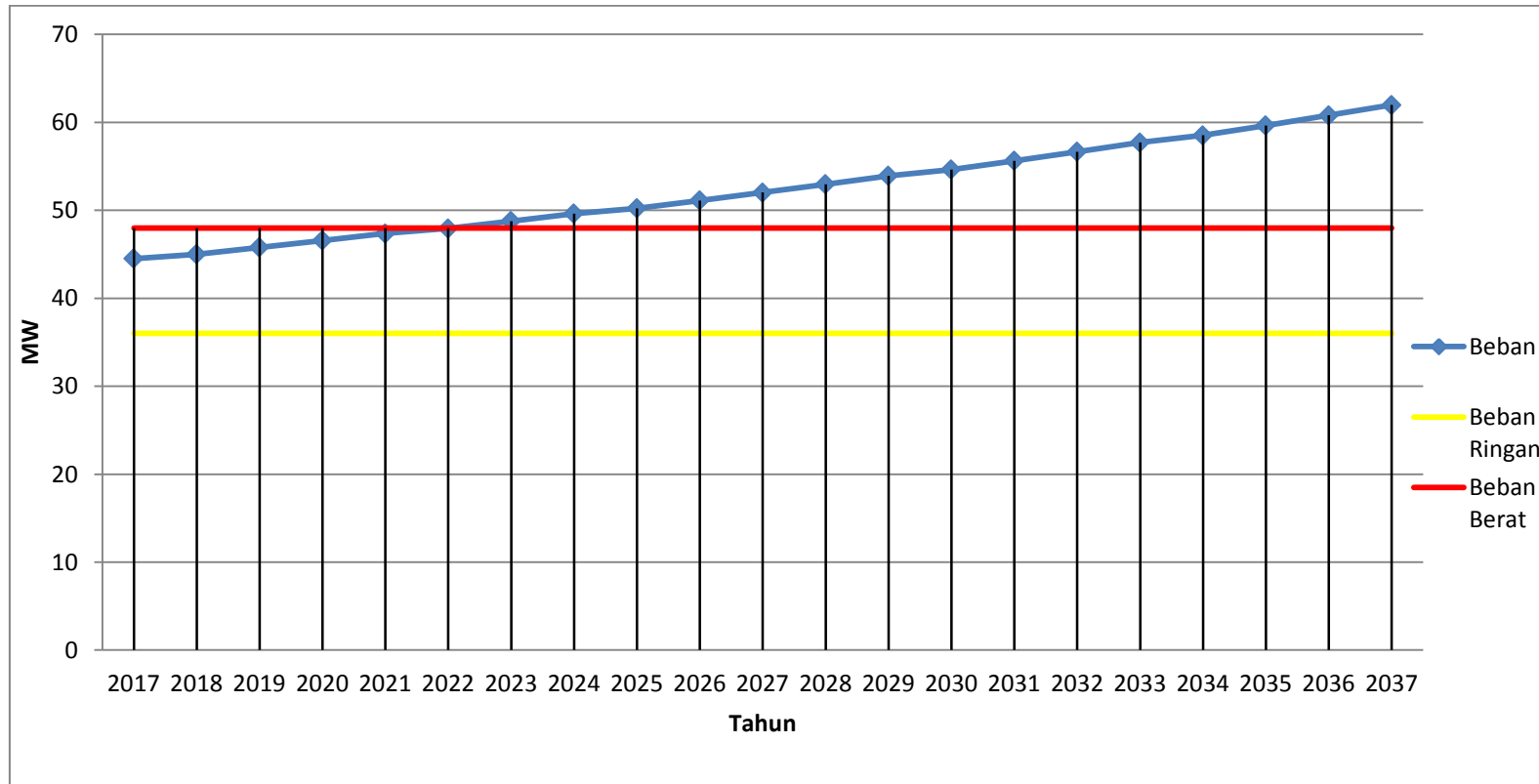
Tahun	Penduduk (ribu)	PDRB (juta rupiah)	Beban (MVA)	Persentase	Keterangan
2017	341,4	7,15	44,53	74%	Optimal
2018	342	7,5474	45,00	75%	Optimal
2019	343,2	7,9626	45,78	76%	Optimal
2020	344,4	8,4006	46,57	77%	Optimal
2021	345,6	8,8626	47,38	78%	Optimal
2022	346,2	9,3498	47,93	79%	Optimal
2023	347,4	9,8646	48,77	81%	Berat
2024	348,6	10,047	49,62	83%	Berat
2025	349,2	10,979	50,23	84%	Berat
2026	350,4	11,583	51,12	85%	Berat
2027	351,6	12,220	52,03	87%	Berat

Tabel 4.9 Prakiraan Beban 20 tahun kedepan (lanjutan)

Tahun	Penduduk (ribu)	PDRB (juta rupiah)	Beban (MVA)	Persentase	Keterangan
2028	352,8	12,892	52,96	88%	Berat
2029	354	13,601	53,92	90%	Berat
2030	354,6	14,349	54,63	91%	Berat
2031	355,8	15,138	55,63	93%	Berat
2032	357	15,971	56,66	94%	Berat
2033	358,2	16,849	57,71	96%	Berat
2034	358,8	17,7768	58,53	98%	Berat
2035	360	18,7542	59,65	99%	Berat
2036	361,2	19,7856	60,79	101%	<i>Overload</i>
2037	362,4	20,874	61,98	103%	<i>Overload</i>

Hasil perhitungan Prakiraan dan persentase pembebanan Trafo I 60 MVA Gardu Induk Mojosongo dapat dilihat dalam tabel diatas. Untuk menunjukan Tingkat kenaikan Pembebanan trafo dapat di perhatikan dengan grafik dibawah ini.

Prakiraan Pertumbuhan Beban Transformator I 60 MVA Gardu Induk Mojosongo



Grafik 4.3 Pertumbuhan beban trafo

Berdasarkan batas kinerja optimal suatu transformator yaitu antara 60%-80% dari kapasitas Transformator tersebut. Dari 60 % batas kinerja optimal dari trafo I gardu induk Mojosoongo didapatkan nilai 36 MVA dan 48 MVA dari batas maksimal 80%. Terlihat dari data di atas menunjukkan Prakiraan beban transformator mempunyai kinerja optimal dari tahun 2017 sampai 2022 sehingga transformator masih dapat digunakan untuk melayani sebagian penduduk Kabupaten Boyolali.

Transformator I ini mengalami kinerja beban berat pada tahun 2023 yang dimana diperkirakan jumlah beban yang di tampungnya 80% dari kapasitas transformator. Ketika transformator mencapai batas maksimal dari beban optimal, perencanaan penggantian trafo haruslah segera dilakukan mengingat dengan semakin naiknya pertumbuhan penduduk. Dengan naiknya beban transformator pada tahun 2022 di gardu Induk Mojosoongo sebaiknya pihak PLN APP Salatiga melakukan Tindakan perencanaan untuk mengatasi beban lebih di tahun kedepannya terhadap transformator mengingat bahwa kinerja transformator sudah dalam kondisi beban berat.

Tahun 2036 beban trafo sudah melebihi dari kapasitasnya. beban trafo sudah mencapai 60,79 MVA. sehingga pada tahun 2036 gardu induk Mojosoongo harus sudah mengganti trafo dengan kapasitas yang lebih besar dari sebelumnya atau dengan menambahkan satu transformator baru untuk melayani beban di Kabupaten Boyolali bertujuan untuk menjaga keidealan kinerja transformator kedepan.

4.3.2 Prakiraan beban Trafo II Gardu induk 150 kV Mojosongo

Tabel 4.10 Beban Dan faktor yang mempengaruhi

Tahun	Beban (MVA) Y	Jumlah Penduduk (dalam ribuan) X1	PDRB (dalam juta rupiah) X2
2012	22,9	224	2,76
2013	22,9	224,8	2,916
2014	24,1	225,6	3,075
2015	25,5	226,4	3,228
2016	25,6	227,6	3,39

Penggunaan beban trafo II gardu induk mojosongo meliputi 40 % jumlah penduduk yang disuplay dari gardu induk tersebut. terlihat dari tabel diatas bahwa pertumbuhan penduduk menyebabkan penggunaan listrik semakin meningkat setiap tahunnya dengan diimbangi dengan pertumbuhan PDRB di kabupaten Boyolali.

Tabel 4.11 Persamaan regresi linear Trafo II

Tahun	Y (Beban)	X ₁ (Penduduk)	X ₂ (PDRB)	X ₁ ²	X ₂ ²	Y ²	X ₁ X ₂	X ₁ ² Y	X ₂ ² Y
2012	22,9	224	3,68	50176	13,5424	524,41	824,32	5129,6	84,272
2013	22,9	224,8	3,88	50535,04	15,0544	524,41	872,224	5147,92	88,852
2014	24,1	225,6	4,1	50895,36	16,81	580,81	924,96	5436,96	98,81
2015	25,5	226,4	4,304	51256,96	18,52442	650,25	974,4256	5773,2	109,752
2016	25,6	227,6	4,52	51801,76	20,4304	655,36	1028,752	5826,56	115,712
total	121	1128,4	20,484	254665,1	84,36162	2935,24	4624,682	27314,24	497,398

Perhitungan regresi linear untuk Trafo II

$$\sum X_1^2 = \sum X_1^2 - \frac{(\sum X_1)^2}{n} = 254665,1 - \frac{(1128,4)^2}{5} = 7,8$$

$$\sum X_2^2 = \sum X_2^2 - \frac{(\sum X_2)^2}{n} = 84,36162 - \frac{(20,484)^2}{5} = 80,479$$

$$\sum Y^2 = \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n} = 2935,24 - \frac{(121)^2}{5} = 7,041$$

$$\sum X_1Y = \sum X_1Y - \frac{(\sum X_1 \sum Y)}{n} = 27314,24 - \frac{1128,4 \times 121}{5} = 26,96$$

$$\sum X_2Y = \sum X_2Y - \frac{(\sum X_2 \sum Y)}{n} = 497,398 - \frac{20,484 \times 121}{5} = 1,68$$

$$\sum X_1X_2 = \sum X_1X_2 - \frac{\sum X_1X_2}{n} = 4624,682 - \frac{1128,4 \times 20,484}{5} = 1,853$$

maka

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

$$= \frac{0,479 \times 6,96 - 1,68 \times 1,853}{7,8 \times 0,479 - 1,853^2}$$

$$= \frac{3,333 - 3,11}{3,736 - 3,433}$$

$$= 0,7333$$

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

$$= \frac{7,8 \times 1,68 - 6,96 \times 1,853}{7,8 \times 0,479 - 1,853^2}$$

$$= \frac{13,104 - 12,896}{3,736 - 3,433}$$

$$= 0,6$$

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

$$= \frac{121 - (0,733 \times 1128,4) - (0,6 \times 20,484)}{5}$$

$$= 827,11 - 12,29$$

$$= -143,68$$

Dengan mendapat nilai b_1 b_2 dan a dari perhitungan diatas, langkah selanjutnya adalah menghitung beban puncak trafo II selama 20 tahun kedepan. Persamaan regresi linear untuk menghitung beban trafo adalah

$$Y = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots$$

Yang dimana

$$a = -143,68$$

$$b_1 = 0,73$$

$$b_2 = 0,6$$

Setelah mendapatkan nilai diatas, langkah selanjutnya adalah mencari beban trafo II di tahun selanjutnya

$$\begin{aligned}
 \text{Beban tahun 2017} &= a + b_1X1_{2017} + b_2X2_{2017} \\
 &= -143,68 + (0,73 \times 227,6) + (0,5 \times 4,76) \\
 &= -143,68 + 166,14 + 2,38 \\
 &= 24,84 \text{ MVA}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Beban tahun 2018} &= a + b_1X1_{2018} + b_2X2_{2018} \\
 &= -143,68 + (0,73 \times 228) + (0,5 \times 5,0316) \\
 &= -143,68 + 166,44 + 2,51 \\
 &= 25,27 \text{ MVA}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Beban tahun 2019} &= a + b_1X1_{2018} + b_2X2_{2018} \\
 &= -143,68 + (0,73 \times 228) + (0,5 \times 5,0316) \\
 &= -143,68 + 166,44 + 2,51 \\
 &= 25,98 \text{ MVA}
 \end{aligned}$$

Untuk menghitung faktor beban trafo maka menggunakan persamaan berikut :

$$\text{LF} = \frac{\text{Beban Transformator}}{\text{Kapasitas Transformator}} \times 100\%$$

Sehingga

$$\text{Faktor beban 2017} = \frac{24,85}{30} \times 100\% = 83\%$$

$$\text{Faktor beban 2018} = \frac{25,27}{30} \times 100\% = 84\%$$

$$\text{Faktor beban 2019} = \frac{25,99}{30} \times 100\% = 87\%$$

Tabel 12. Prakiraan Beban 20 tahun kedepan

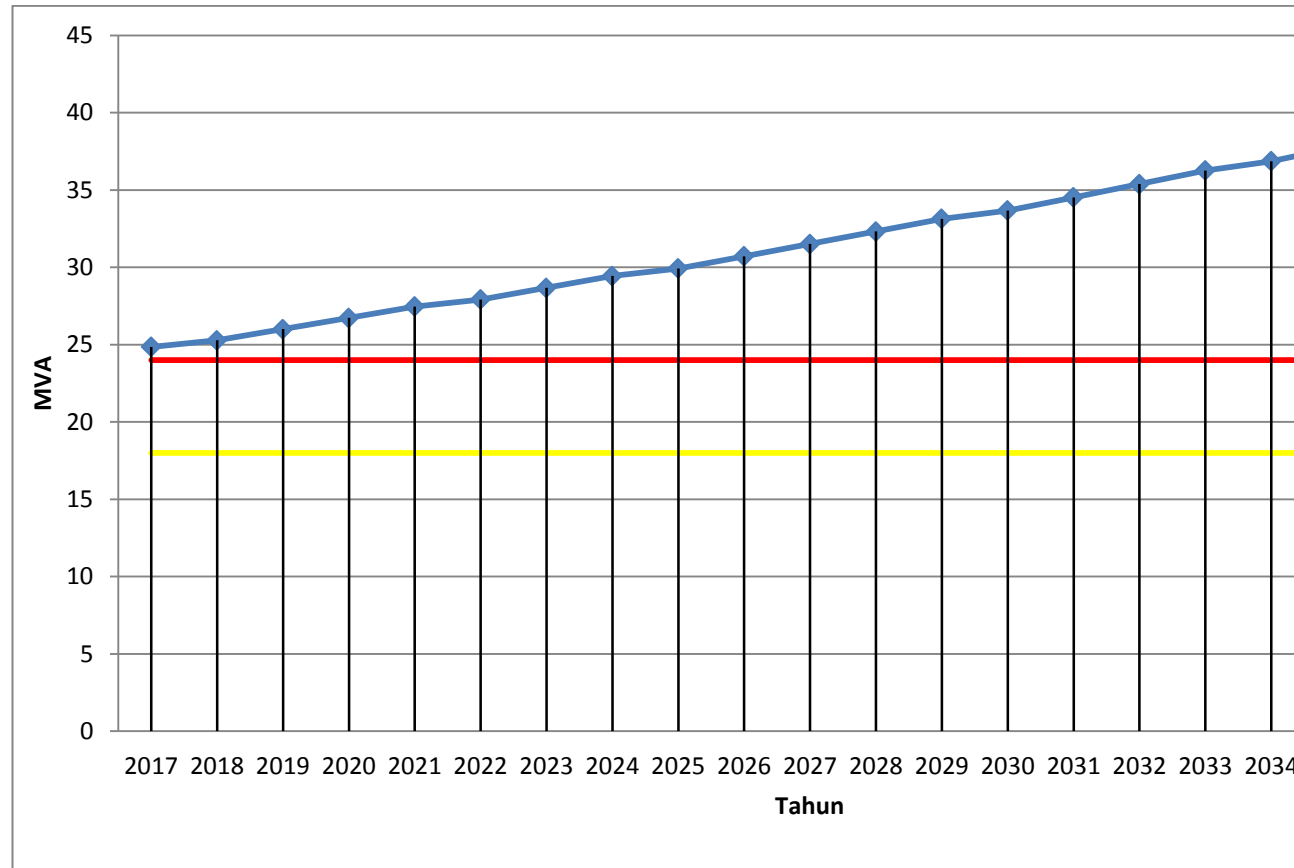
Tahun	Penduduk (ribu)	PDRB (juta rupiah)	Beban (MVA)	Persentase	Keterangan
2017	227,6	4,769	24,85	83%	Berat
2018	228	5,031	25,27	84%	Berat
2019	228,8	5,308	25,99	87%	Berat
2020	229,6	5,600	26,72	89%	Berat
2021	230,4	5,908	27,46	92%	Berat
2022	230,8	6,233	27,92	93%	Berat
2023	231,6	6,576	28,67	96%	Berat
2024	232,4	6,938	29,44	98%	Berat
2025	232,8	7,319	29,92	100%	<i>overload</i>

Tabel 12. Prakiraan Beban 20 tahun kedepan (lanjutan)

Tahun	Penduduk (ribu)	PDRB (juta rupiah)	Beban (MVA)	persentase	Keterangan
2026	233,6	7,722	30,70	102%	<i>overload</i>
2027	234,4	8,146	31,50	105%	<i>overload</i>
2028	235,2	8,594	32,31	108%	<i>overload</i>
2029	236	9,067	33,13	110%	<i>overload</i>
2030	236,4	9,566	33,67	112%	<i>overload</i>
2031	237,2	10,092	34,52	115%	<i>overload</i>
2032	238	10,647	35,38	118%	<i>overload</i>
2033	238,8	11,233	36,26	121%	<i>overload</i>
2034	239,2	11,851	36,86	123%	<i>overload</i>
2035	240	12,502	37,77	126%	<i>overload</i>
2036	240,8	13,190	38,69	129%	<i>overload</i>
2037	241,6	13,916	56,02	132%	<i>overload</i>

Hasil perhitungan Prakiraan dan persentase pembebanan Trafo I 30 MVA Gardu Induk Mojosongo dapat dilihat dalam tabel diatas. Untuk menunjukan Tingkat kenaikan Pembebanan trafo dapat di perhatikan dengan grafik dibawah ini.

Prakiraan Pertumbuhan Beban Transformator II 30 MVA Gardu Induk Mojosongo



Grafik 4.4 Pertumbuhan Beban Trafo I

Berdasarkan batas kinerja Optimal suatu transformator yaitu antara 60%-80% dari kapasitas Tranformator tersebut. Dari 60 % batas kinerja optimal dari tafo I gardu induk Mojosoongo didapatkan nilai 18 MVA dan 24 MVA dari batas maksimal

80%. Dari Perhitungan data diatas menunjukkan Prakiraan beban transformator II gardu induk mojosongo bahwa beban transformator sudah mengalami kondisi beban Berat.hal ini di karenakan beban transformator II gardu induk mojosongo terbebani 24,85 MVA pada tahun 2017. sehingga beban sebesar tersebut dikategorikan sebagai beban berat karena melebihi standar beban optimal trafo sekitar 24 MVA dari 80% kapasitas trafo II gardu induk mojosongo.

Sebaiknya PT PLN APP salatiga segera melakukan pergantian atau pemindahan beban dari trafo II ke trafo I melihat kondisi trafo II sudah dalam kondisi beban berat. karena berdasarkan data diatas di tahun 2017- 2024 beban trafo tergolong beban berat. Apabila tidak segera dilakukannya maka trafo II akan mengalami Overload di tahun 2025. penambahan atau penggantian transformator ini bertujuan untuk menjaga kestabilan beban trafo berdasarkan kapasitas yang tersedia dalam trafo dan menjamin ke konsumen untuk menyalurkan listrik lebih ideal.