



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil

Transformator utama yang terpasang pada PLTGU unit 1 di PT. PLN (persero) Sektor Pemabangkitan Keramasan Palembang adalah transformator dengan merk UNINDO diamana kapasitasnya 54 MVA 11 KV/11 KV/150 KV. Untuk mendapatkan efisiensi transformator maka penulis akan menggunakan data-data yang ada pada logsheet harian, data logsheet pemakaian beban trafo ps dari mulai tanggal 7 Maret 2016 – 11 Maret 2016 dan juga menggunakan buku manual trafo. Data-data pada logsheet harian dapat dilihat pada tabel 3.1 – 3.5. Namun melihat begitu banyaknya beban yang dihasilkan perjam yang selalu berubah-ubah, maka penulis akan menentukan terlebih dahulu beban puncak, beban rata-rata dan beban terendah dari logsheet harian yang didapat. Untuk data beban puncak, beban rata-rata, dan beban terendah dapat dilihat pada tabel 4.1 – 4.5.

##### 4.1.1 Data beban puncak, beban rata-rata, dan beban terendah pada transformator

- Pada tanggal 7 Maret 2016, beban puncak (beban tertinggi) terjadi pada pukul 03.30 WIB, beban rata-rata terjadi pada pukul 09.30 WIB, dan beban terendah terjadi pada pukul 13.30 WIB. Adapun operasi harian transformator dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.1 Data operasi harian transformator pada tanggal 7 Maret 2016

JAM	TRANSFORMATOR DAYA 54 MVA 11/11/150 KV						PEMAKAIAN BEBAN TRAFO PS
	SISI PRIMER					SISI SEKUNDER	
	TEGANGAN	DAYA NYATA	DAYA SAMAR	FAKTOR DAYA	FREKUENSI	TEGANGAN	
	KV	MW	MVAR	PF	HZ	KV	
03.30	10,9	37,6	1	1	50,1	150	1433,33
09.30	10,8	36,5	4,9	0,99	50,3	150	1433,33
13.30	10,9	35,2	7	0,98	50	150	1433,33



- Pada tanggal 8 Maret 2016, beban puncak (beban tertinggi) terjadi pada pukul 02.30 WIB, beban rata-rata terjadi pada pukul 17.30 WIB, dan beban terendah terjadi pada pukul 14.30 WIB. Adapun operasi harian transformator dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.2 Data operasi harian transformator pada tanggal 8 Maret 2016

JAM	TRANSFORMATOR DAYA 54 MVA 11/11/150 KV						PEMAKAIAN BEBAN TRAFO PS  KW
	SISI PRIMER					SISI SEKUNDER	
	TEGANGAN	DAYA NYATA	DAYA SAMAR	FAKTOR DAYA	FREKUENSI	TEGANGAN	
	KV	MW	MVAR	PF	HZ	KV	
02.30	10,9	37,3	1,8	1	50	150	1445,83
17.30	10,8	36,6	6,5	0,98	50,4	150	1445,83
14.30	10,9	34,8	8,3	0,99	49,8	150	1445,83

- Pada tanggal 9 Maret 2016, beban puncak (beban tertinggi) terjadi pada pukul 06.30 WIB, beban rata-rata terjadi pada pukul 19.30 WIB, dan beban terendah terjadi pada pukul 14.30 WIB. Adapun operasi harian transformator dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.3 Data operasi harian transformator pada tanggal 9 Maret 2016

JAM	TRANSFORMATOR DAYA 54 MVA 11/11/150 KV						PEMAKAIAN BEBAN TRAFO PS  KW
	SISI PRIMER					SISI SEKUNDER	
	TEGANGAN	DAYA NYATA	DAYA SAMAR	FAKTOR DAYA	FREKUENSI	TEGANGAN	
	KV	MW	MVAR	PF	HZ	KV	
06.30	10,9	37,4	2	1	50	150	1454,17
19.30	10,8	36,4	7	0,98	50	150	1454,17
14.30	10,8	35,4	5,4	0,99	50,3	150	1454,17



- Pada tanggal 10 Maret 2016, beban puncak (beban tertinggi) terjadi pada pukul 06.30 WIB, beban rata-rata terjadi pada pukul 20.30 WIB, dan beban terendah terjadi pada pukul 14.30 WIB. Adapun operasi harian transformator dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.4 Data operasi harian transformator pada tanggal 10 Maret 2016

JAM	TRANSFORMATOR DAYA 54 MVA 11/11/150 KV						PEMAKAIAN BEBAN TRAFO PS  KW
	SISI PRIMER					SISI SEKUNDER	
	TEGANGAN	DAYA NYATA	DAYA SAMAR	FAKTOR DAYA	FREKUENSI	TEGANGAN	
	KV	MW	MVAR	PF	HZ	KV	
06.30	10,9	37,7	1,7	0,99	50,2	150	1454,17
20.30	10,9	36,6	6,9	0,98	50	150	1454,17
14.30	10,8	35,3	9,6	0,96	50,1	150	1454,17

- Pada tanggal 11 Maret 2016, beban puncak (beban tertinggi) terjadi pada pukul 04.30 WIB, beban rata-rata terjadi pada pukul 19.30 WIB, dan beban terendah terjadi pada pukul 05.30 WIB. Adapun operasi harian transformator dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.5 Data operasi harian transformator pada tanggal 11 Maret 2016

JAM	TRANSFORMATOR DAYA 54 MVA 11/11/150 KV						PEMAKAIAN BEBAN TRAFO PS  KW
	SISI PRIMER					SISI SEKUNDER	
	TEGANGAN	DAYA NYATA	DAYA SAMAR	FAKTOR DAYA	FREKUENSI	TEGANGAN	
	KV	MW	MVAR	PF	HZ	KV	
04.30	10,9	37,5	3,3	0,99	50	150	1445,83
19.30	10,9	36,7	3,8	1	50	150	1445,83
05.30	10,9	35,1	3,2	0,99	50,2	150	1445,83



#### 4.1.2 Arus primer transformator

Berdasarkan data operasi trafo pada tabel 4.1 – 4.5 pada tanggal 7 maret 2016 s/d tanggal 11 maret 2016, dengan menggunakan persamaan (2.29) maka didapat besar arus primer yang dihasilkan oleh trafo adalah sebagai berikut :

- Untuk operasi trafo pada tanggal 7 maret 2016 pada tabel 4.1 dengan menggunakan data tegangan primer, daya input, dan cos phi pada trafo maka arus primer trafo yang didapat untuk beban puncak pada pukul 03.30 WIB sebesar :

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \text{Cos}$$

$$37600 = \sqrt{3} \times 10,9 \times I_{(\text{primer})} \times 1$$

$$37600 = 18,879 \times I_{(\text{primer})}$$

$$I_{(\text{primer})} = \frac{37600}{18,879}$$

$$I_{(\text{primer})} = 1991,63 \text{ A}$$

- Untuk operasi trafo pada tanggal 7 maret 2016 pada tabel 4.1 dengan menggunakan data tegangan primer, daya input, dan cos phi pada trafo maka arus primer trafo yang didapat untuk beban rata-rata pada pukul 09.30 WIB sebesar :

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \text{Cos}$$

$$36500 = \sqrt{3} \times 10,8 \times I_{(\text{primer})} \times 0,99$$

$$36500 = 18,519 \times I_{(\text{primer})}$$

$$I_{(\text{primer})} = \frac{36500}{18,519}$$

$$I_{(\text{primer})} = 1970,92 \text{ A}$$

- Pada tanggal 7 maret 2016 pada tabel 4.1 dengan menggunakan data tegangan primer, daya input, dan cos phi pada trafo maka arus primer trafo yang didapat untuk beban terendah pada pukul 13.30 WIB sebesar :



$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \text{Cos}$$

$$35200 = \sqrt{3} \times 10,9 \times I_{(\text{primer})} \times 0,98$$

$$35200 = 18,502 \times I_{(\text{primer})}$$

$$I_{(\text{primer})} = \frac{35200}{18,502}$$

$$I_{(\text{primer})} = 1902,50 \text{ A}$$




Besar arus primer ( $I_p$ ) untuk trafo UNINDO dari mulai tanggal 7 maret 2016 s/d 11 maret 2016 dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.6 Besar Arus Primer Transformator

Tanggal	Jam	$V_{(\text{primer})}$ (KV)	$V_{(\text{sekunder})}$ (KV)	Cos phi (PF)	Pin (MW)	$I_{(\text{primer})}$ (A)
7 – 3 -2016	03.30	10,9	150	1	37,6	1991,63
	09.30	10,8	150	0,99	36,5	1970,95
	13.30	10,9	150	0,98	35,2	1902,50
8 – 3- 2016	02.30	10,9	150	1	37,3	1975,74
	17.30	10,8	150	0,98	36,6	1996,51
	14.30	10,9	150	0,99	34,8	1861,86
9 – 3 -2016	06.30	10,9	150	1	37,4	1981,04
	19.30	10,8	150	0,98	36,4	1985,60
	14.30	10,8	150	0,99	35,4	1911,55
10- 3 -2016	06.30	10,9	150	0,99	37,7	2017,01
	20.30	10,9	150	0,98	36,6	1978,17
	14.30	10,8	150	0,96	35,3	1965,70
11- 3- 2016	04.30	10,9	150	0,99	37,5	2006,31
	19.30	10,9	150	1	36,7	1943,96
	05.30	10,9	150	0,99	35,1	1877,91



Keterangan :

-  = Beban Puncak
-  = Beban Rata-rata
-  = Beban Terendah

#### 4.1.3 Arus sekunder trafo

Berdasarkan data yang ada pada tabel 4.6 tanggal 7 maret 2016 s/d tanggal 11 maret 2016, dengan menggunakan persamaan (2.30) maka didapat besar arus sekunder yang dihasilkan oleh trafo adalah sebagai berikut :

- Untuk operasi trafo pada tanggal 7 maret 2016 pada tabel 4.6 dengan menggunakan perbandingan data tegangan primer, arus primer, dan tegangan sekunder pada trafo maka arus sekunder yang didapat untuk beban puncak pada pukul 03.30 WIB sebesar :

$$V_p \times I_p = V_s \times I_s$$

$$10,9 \times 1991,63 = 150 \times I_s$$

$$I_s = 144,73 \text{ A}$$

- Untuk operasi trafo pada tanggal 7 maret 2016 pada tabel 4.6 dengan menggunakan perbandingan data tegangan primer, arus primer, dan tegangan sekunder pada trafo maka arus sekunder yang didapat untuk beban rata-rata pada pukul 09.30 WIB sebesar :

$$V_p \times I_p = V_s \times I_s$$

$$10,8 \times 1970,95 = 150 \times I_s$$

$$I_s = 141,91 \text{ A}$$

- Untuk operasi trafo pada tanggal 7 maret 2016 pada tabel 4.6 dengan menggunakan perbandingan data tegangan primer, arus primer, dan tegangan sekunder pada trafo maka arus sekunder yang didapat untuk beban terendah pada pukul 13.30 WIB sebesar :

$$V_p \times I_p = V_s \times I_s$$



$$10,9 \times 1902,50 = 150 \times I_s$$




$$I_s = 138,25 \text{ A}$$

Besar arus sekunder ( $I_s$ ) untuk trafo UNINDO dari mulai tanggal 7 maret 2016 s/d 11 maret 2016 dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.7 Besar Arus Sekunder Transformator

Tanggal	Jam	$V_{(primer)}$ (KV)	$I_{(primer)}$ (A)	$V_{(sekunder)}$ (KV)	$I_{(sekunder)}$ (A)
Senin 7- 3- 2016	03.30	10,9	1991,63	150	144,73
	09.30	10,8	1970,95	150	141,91
	13.30	10,9	1902,50	150	138,25
Selasa 8- 3- 2016	02.30	10,9	1975,74	150	143,57
	17.30	10,8	1996,51	150	143,75
	14.30	10,9	1861,86	150	135,30
Rabu 9- 3- 2016	06.30	10,9	1981,04	150	143,96
	19.30	10,8	1985,60	150	142,96
	14.30	10,8	1911,55	150	137,63
Kamis 10- 3- 2016	06.30	10,9	2017,01	150	146,57
	20.30	10,9	1978,17	150	143,75
	14.30	10,8	1965,70	150	141,53
Jum'at 11- 3- 2016	04.30	10,9	2006,31	150	145,80
	19.30	10,9	1943,96	150	141,26
	05.30	10,9	1877,91	150	136,46

Keterangan :

-  = Beban Puncak
-  = Beban Rata-rata
-  = Beban Terendah



#### 4.1.4 Daya Semu

Berdasarkan data yang ada pada tabel 4.7 tanggal 7 maret 2016 s/d tanggal 11 maret 2016, dengan menggunakan persamaan (2.31) maka didapat besar daya semu yang dihasilkan oleh trafo adalah sebagai berikut :

- Untuk operasi trafo pada tanggal 7 maret 2016 pada tabel 4.7 dengan menggunakan data tegangan dan arus sekunder pada trafo maka arus sekunder yang didapat untuk beban puncak pada pukul 03.30 WIB sebesar:

$$S = \sqrt{3} \text{ V x I}$$

$$S = \sqrt{3} \text{ 150 KV x 144,73 A}$$

$$S = 37601,95 \text{ KVA}$$

- Untuk operasi trafo pada tanggal 7 maret 2016 pada tabel 4.7 dengan menggunakan data tegangan dan arus sekunder pada trafo maka arus sekunder yang didapat untuk beban rata-rata pada pukul 09.30 WIB sebesar:

$$S = \sqrt{3} \text{ V x I}$$

$$S = \sqrt{3} \text{ 150 KV x 141,91 A}$$

$$S = 36869,30 \text{ KVA}$$

- Untuk operasi trafo pada tanggal 7 maret 2016 pada tabel 4.7 dengan menggunakan data tegangan dan arus sekunder pada trafo maka arus sekunder yang didapat untuk terendah pada pukul 13.30 WIB sebesar:

$$S = \sqrt{3} \text{ V x I}$$

$$S = \sqrt{3} \text{ 150 KV x 138,25 A}$$

$$S = 35918,40 \text{ KVA}$$

Besar daya semu (S) untuk trafo UNINDO dari mulai tanggal 7 maret 2016 s/d 11 maret 2016 dapat dilihat pada tabel dibawah ini :








Tabel 4.8 Besar Daya Semu Transformator

Tanggal	Jam	Pin (KW)	$V_{(sekunder)}$ (KV)	$I_{(sekunder)}$ (A)	Daya Semu (KVA)
Senin 7- 3- 2016	03.30	37600	150	144,73	37601,95
	09.30	36500	150	141,91	36869,30
	13.30	35200	150	138,25	35918,40
Selasa 8- 3- 2016	02.30	37300	150	143,57	37300,58
	17.30	36600	150	143,75	37347,35
	14.30	34800	150	135,30	35151,97
Rabu 9- 3- 2016	06.30	37400	150	143,96	37401,91
	19.30	36400	150	142,96	37142,10
	14.30	35400	150	137,63	35757,32
Kamis 10- 3- 2016	06.30	37700	150	146,57	38080
	20.30	36600	150	143,75	37347,40
	14.30	35300	150	141,53	36770,53
Jum'at 11- 3- 2016	04.30	37500	150	145,80	37879,95
	19.30	36700	150	141,26	36700,43
	05.30	35100	150	136,46	35453,35

Keterangan :

	= Beban Puncak
	= Beban Rata-rata
	= Beban terendah



#### 4.1.5 Rugi Inti

Rugi-rugi inti yang terjadi dapat dicari dengan menghitung operasi transformator dalam keadaan tanpa beban. Dalam keadaan normal rugi inti adalah konstan tidak bergantung dari besarnya beban.

Dari data perusahaan yang diperoleh dapat dilihat pada bab 3 data transformator 54 MVA 11 KV/11 KV/150 KV bahwa transformator mempunyai rugi inti sebesar 32 KW.

#### 4.1.6 Rugi Tembaga

Rugi-rugi transformator berbeban merupakan rugi tembaga sebab rugi inti merupakan rugi yang konstan tidak tergantung pada perubahan beban. Beban yang berubah-ubah menyebabkan terjadinya perubahan arus pada kumparan transformator. Perubahan arus menyebabkan besar kecilnya rugi-rugi yang terjadi dikumparan transformator tersebut.

Sebagai dasar untuk mendapatkan besar rugi tembaga yang dihasilkan dibutuhkan data rugi tembaga beban penuh yang diperoleh dari perusahaan bahwa rugi tembaga beban penuh sebesar 290 KW. Dengan menggunakan persamaan (2.46) maka didapatkan besar rugi tembaga pada setiap operasi transformator adalah :

- Untuk operasi transformator tanggal 7 maret 2016 pada tabel 4.8 dengan menggunakan data daya semu yang telah dihitung sebelumnya, nilai pengenal transformator yaitu 54 MVA, serta besar rugi tembaga beban penuh maka rugi tembaga yang didapat untuk beban puncak pada pukul 03.30 WIB sebesar:

$$P_{cu} = \left( \frac{37601,95}{54000} \right)^2 \times 290 \text{ KW}$$

$$P_{cu} = 140,61 \text{ KW}$$



- Untuk operasi transformator tanggal 7 maret 2016 pada tabel 4.8 dengan menggunakan data daya semu yang telah dihitung sebelumnya, nilai pengenal transformator yaitu 54 MVA, serta besar rugi tembaga beban penuh maka rugi tembaga yang didapat untuk beban rata-rata pada pukul 09.30 WIB sebesar:

$$P_{cu} = \left( \frac{36869,30}{54000} \right)^2 \times 290 \text{ KW}$$

$$P_{cu} = 135,19 \text{ KW}$$

- Untuk operasi transformator tanggal 7 maret 2016 pada tabel 4.8 dengan menggunakan data daya semu yang telah dihitung sebelumnya, nilai pengenal transformator yaitu 54 MVA, serta besar rugi tembaga beban penuh maka rugi tembaga yang didapat untuk beban terendah pada pukul 13.30 WIB sebesar:

$$P_{cu} = \left( \frac{35918,40}{54000} \right)^2 \times 290 \text{ KW}$$

$$P_{cu} = 128,30 \text{ KW}$$

Sebelumnya telah diketahui bahwa besar rugi inti yang diperoleh dari data transformator adalah 32 KW, dengan menggunakan persamaan (2.45) maka didapat rugi-rugi total transformator adalah :

- Untuk operasi transformator pada tanggal 7 maret 2016 dengan menggunakan data rugi tembaga yang telah dihitung sebelumnya dan rugi inti yang diperoleh maka besar rugi total untuk beban puncak pada pukul 03.30 sebesar:

$$Prugi \text{ total} = 140,61 \text{ KW} + 32 \text{ KW}$$

$$Prugi \text{ total} = 172,61 \text{ KW}$$

- Untuk operasi transformator pada tanggal 7 maret 2016 dengan menggunakan data rugi tembaga yang telah dihitung sebelumnya dan rugi inti yang diperoleh maka besar rugi total untuk beban rata-rata pada pukul 09.30 sebesar:



Prugi total = 135,19 KW + 32 KW

Prugi total = 167,19 KW

- Untuk operasi transformator pada tanggal 7 maret 2016 dengan menggunakan data rugi tembaga yang telah dihitung sebelumnya dan rugi inti yang diperoleh maka besar rugi total untuk beban terendah pada pukul 13..30 sebesar:

Prugi total = 128,30 KW + 32 KW

Prugi total = 160,3 KW




Besar rugi tembaga dan rugi total untuk trafo UNINDO dari mulai tanggal 7 maret 2016 s/d 11 maret 2016 dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.9 Besar Rugi Tembaga dan Rugi Total

Tanggal	Jam	(Pin-Prafo Ps) (KW)	Daya Semu (KVA)	Rugi Tembaga (KW)	Rugi Total (KW)
Senin 7- 3- 2016	03.30	36166,67	37601,95	140,61	172,61
	09.30	35066,67	36869,30	135,19	167,19
	13.30	33766,67	35918,40	128,30	160,3
Selasa 8- 3- 2016	02.30	35854,17	37300,58	138,37	170,37
	17.30	35154,17	37347,35	138,71	170,71
	14.30	33354,17	35151,97	122,89	154,89
Rabu 9- 3- 2016	06.30	35945,83	37401,91	139,12	171,12
	19.30	34945,83	37142,10	137,20	169,2
	14.30	33945,83	35757,32	127,16	159,16
Kamis 10- 3- 2016	06.30	36245,83	38080	144,21	176,21
	20.30	35145,83	37347,40	138,72	170,72
	14.30	33845,83	36770,53	134,47	166,47
Jum'at 11- 3- 2016	04.30	36054,17	37879,95	142,70	174,7
	19.30	35254,17	36700,43	133,95	165,95
	05.30	33654,17	35453,35	125	157



Keterangan :

-  = Beban Puncak
-  = Beban Rata-rata
-  = Beban terendah

#### 4.1.7 Daya Output

Sebelum mendapatkan nilai efisiensi transformator, terlebih dahulu menentukan nilai daya output yang dihasilkan. Transformator yang digunakan mempunyai 3 belitan sehingga untuk mencari daya output pada tanggal 7 maret 2016 s/d 11 maret 2016 dengan menggunakan persamaan (2.48) daya input yang ada pada tabel 4.9 akan dikurangi dengan data trafo pemakaian sendiri yang ada pada tabel 4.1 s/d 4.5 tergantung pada jam operasi transformator maka daya output yang dihasilkan transformator sebagai berikut :

- Untuk operasi transformator pada tanggal 7 maret 2016 dengan menggunakan daya input, daya pemakaian trafo ps, dan rugi-rugi total yang telah dihitung sebelumnya. Maka daya input yang didapat untuk beban puncak pada pukul 03.30 WIB sebesar:

$$P_{in} = P_{out} + \text{rugi total}$$

Karena trafo mempunyai 3 belitan:

$$P_{out} = (P_{in} - P_{trafo\ ps}) - \text{rugi total}$$

$$P_{out} = (37.600 - 1433,33) \text{ KW} - 172,61 \text{ KW}$$

$$P_{out} = 35994,06 \text{ KW}$$

- Untuk operasi transformator pada tanggal 7 maret 2016 dengan menggunakan daya input, daya pemakaian trafo ps, dan rugi-rugi total yang telah dihitung sebelumnya. Maka daya input yang didapat untuk beban rata-rata pada pukul 09.30 WIB sebesar:

$$P_{in} = P_{out} + \text{rugi total}$$

Karena trafo mempunyai 3 belitan:

$$P_{out} = (P_{in} - P_{trafo\ ps}) - \text{rugi total}$$



$$P_{out} = (36.500 - 1433,33) \text{ KW} - 167,19 \text{ KW}$$

$$P_{out} = 34899,48 \text{ KW}$$

- Untuk operasi transformator pada tanggal 7 maret 2016 dengan menggunakan daya input, daya pemakaian trafo ps, dan rugi-rugi total yang telah dihitung sebelumnya. Maka daya input yang didapat untuk beban terendah pada pukul 13.30 WIB sebesar:

$$P_{in} = P_{out} + \text{rugi total}$$

Karena trafo mempunyai 3 belitan:

$$P_{out} = (P_{in} - P_{trafo \text{ ps}}) - \text{rugi total}$$

$$P_{out} = (35.200 - 1433,33) \text{ KW} - 160,3 \text{ KW}$$

$$P_{out} = 33606,37 \text{ KW}$$

Besar daya output untuk trafo UNINDO dari mulai tanggal 7 maret 2016 s/d 11 maret 2016 dapat dilihat pada tabel dibawah ini :




---



Tabel 4.10. Besar Daya Output

Tanggal	Jam	(Pin-Prafo Ps) (KW)	Rugi Total (KW)	Pout (KW)
Senin 7- 3- 2016	03.30	36166,67	172,61	35994,06
	09.30	35066,67	167,19	34899,48
	13.30	33766,67	160,3	33606,37
Selasa 8- 3- 2016	02.30	35854,17	170,37	35683,8
	17.30	35154,17	170,71	34983,46
	14.30	33354,17	154,89	33199,28
Rabu 9- 3- 2016	06.30	35945,83	171,12	35774,71
	19.30	34945,83	169,2	34776,63
	14.30	33945,83	159,16	33786,67
Kamis 10- 3- 2016	06.30	36245,83	176,21	36069,62
	20.30	35145,83	170,72	34975,11
	14.30	33845,83	166,47	33679,36
Jum'at 11- 3- 2016	04.30	36054,17	174,7	35879,47
	19.30	35254,17	165,95	35088,22
	05.30	33654,17	157	33497,17

Keterangan :

	= Beban Puncak
	= Beban Rata-rata
	= Beban terendah

#### 4.1.8 Efisiensi Transformator

Efisiensi transformator adalah perbandingan antara daya masukan dan daya keluaran transformator dalam bentuk persentase (%). Berdasarkan tabel 4.10 dengan menggunakan persamaan (2.47) maka akan didapat persentase efisiensi transformator:



- Untuk operasi transformator pada tanggal 7 maret 2016 dengan menggunakan daya input yang telah dikurangi dengan daya pemakaian trafo ps, dan daya output yang telah dihitung sebelumnya. Maka persentase efisiensi transformator yang didapat untuk beban puncak pada pukul 03.30 WIB sebesar:

$$\begin{aligned}
 &= \frac{35994,06}{(37600-1433,33)} \times 100 \% \\
 &= \frac{35994,06}{36166,67} \times 100 \% \\
 &= 99,52 \%
 \end{aligned}$$

- Untuk operasi transformator pada tanggal 7 maret 2016 dengan menggunakan daya input yang telah dikurangi dengan daya pemakaian trafo ps, dan daya output yang telah dihitung sebelumnya. Maka persentase efisiensi transformator yang didapat untuk beban rata-rata pada pukul 09.30 WIB sebesar:

$$\begin{aligned}
 &= \frac{34899,48}{(36500-1433,33)} \times 100 \% \\
 &= \frac{34899,48}{35066,67} \times 100 \% \\
 &= 99,52 \%
 \end{aligned}$$

- Untuk operasi transformator pada tanggal 7 maret 2016 dengan menggunakan daya input yang telah dikurangi dengan daya pemakaian trafo ps, dan daya output yang telah dihitung sebelumnya. Maka persentase efisiensi transformator yang didapat untuk beban terendah pada pukul 13.30 WIB sebesar:

$$\begin{aligned}
 &= \frac{33606,37}{(35200-1433,33)} \times 100 \% \\
 &= \frac{33606,37}{33766,67} \times 100 \% \\
 &= 99,53 \%
 \end{aligned}$$

Besar persentase efisiensi transformator untuk trafo UNINDO dari mulai tanggal 7 maret 2016 s/d 11 maret 2016 dapat dilihat pada tabel dibawah ini :






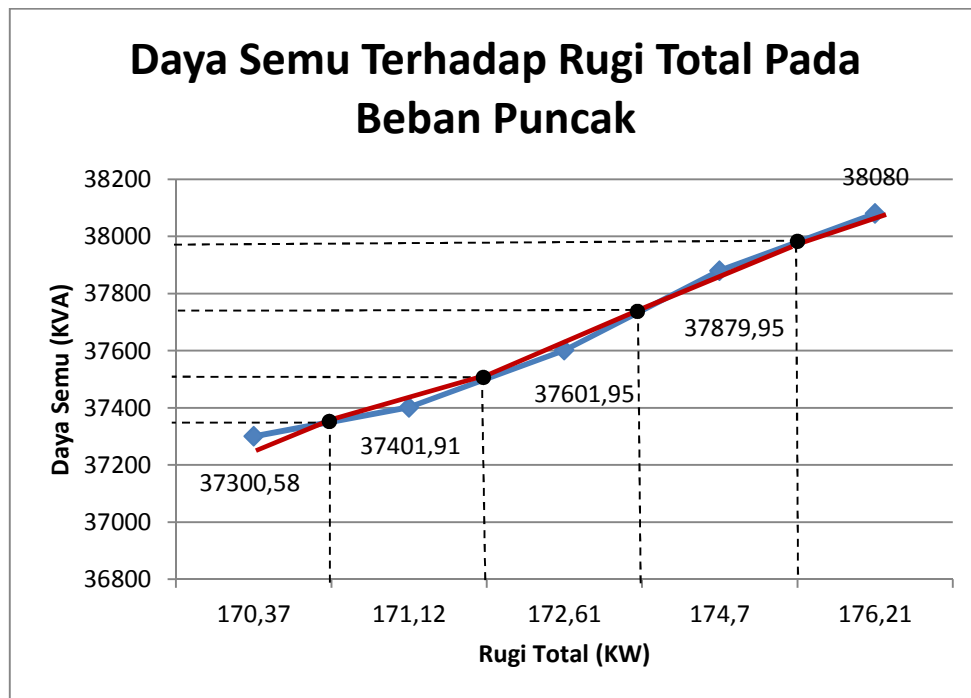


Tabel 4.11 Besar Efisiensi Transformator

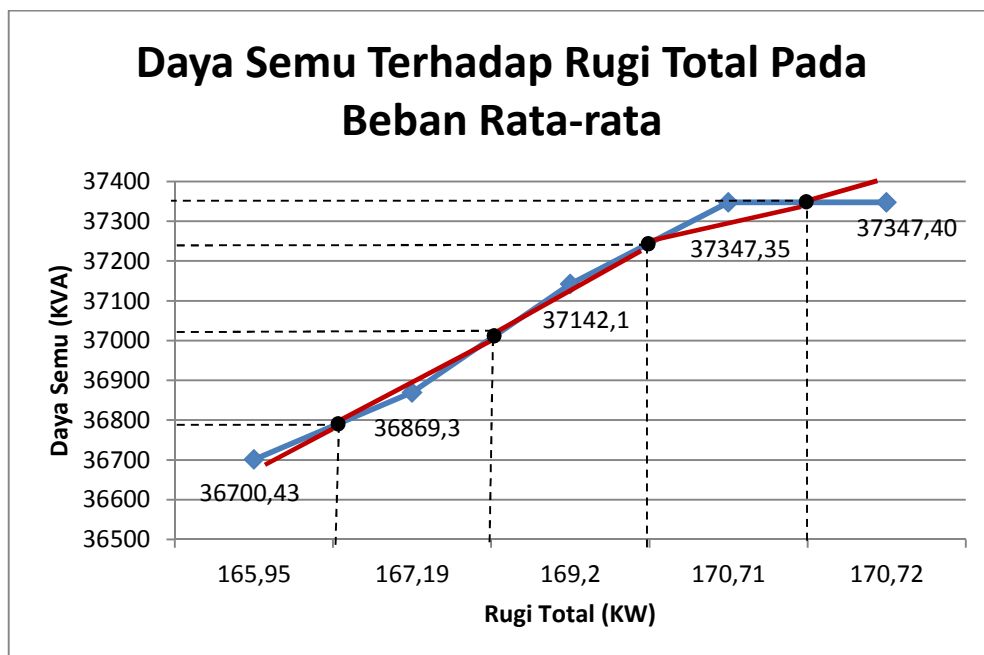
Tanggal	Jam	Rugi Tembaga (KW)	Rugi Total (KW)	(Pin-Prafo Ps) (KW)	Pout (KW)	$\eta$ (%)
Senin 7- 3- 2016	03.30	140,61	172,61	36166,67	35994,06	99,52
	09.30	135,19	167,19	35066,67	34899,48	99,52
	13.30	128,30	160,3	33766,67	33606,37	99,53
Selasa 8- 3- 2016	02.30	138,37	170,37	35854,17	35683,8	99,53
	17.30	138,71	170,71	35154,17	34983,46	99,51
	14.30	122,89	154,89	33354,17	33199,28	99,54
Rabu 9- 3- 2016	06.30	139,12	171,12	35945,83	35774,71	99,52
	19.30	137,20	169,2	34945,83	34776,63	99,52
	14.30	127,16	159,16	33945,83	33786,67	99,53
Kamis 10- 3- 2016	06.30	144,21	176,21	36245,83	36069,62	99,51
	20.30	138,72	170,72	35145,83	34975,11	99,51
	14.30	134,47	166,47	33845,83	33679,36	99,50
Jum'at 11- 3- 2016	04.30	142,70	174,7	36054,17	35879,47	99,51
	19.30	133,95	165,95	35254,17	35088,22	99,53
	05.30	125	157	33654,17	33497,17	99,53

Keterangan :

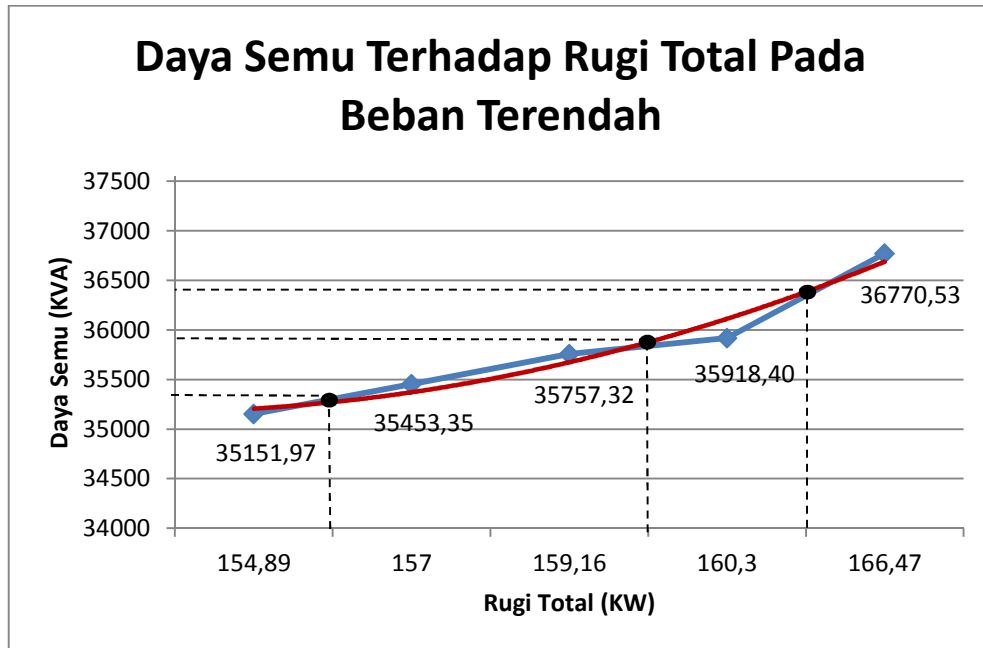
-  = Beban Puncak  
 = Beban Rata-rata  
 = Beban terendah



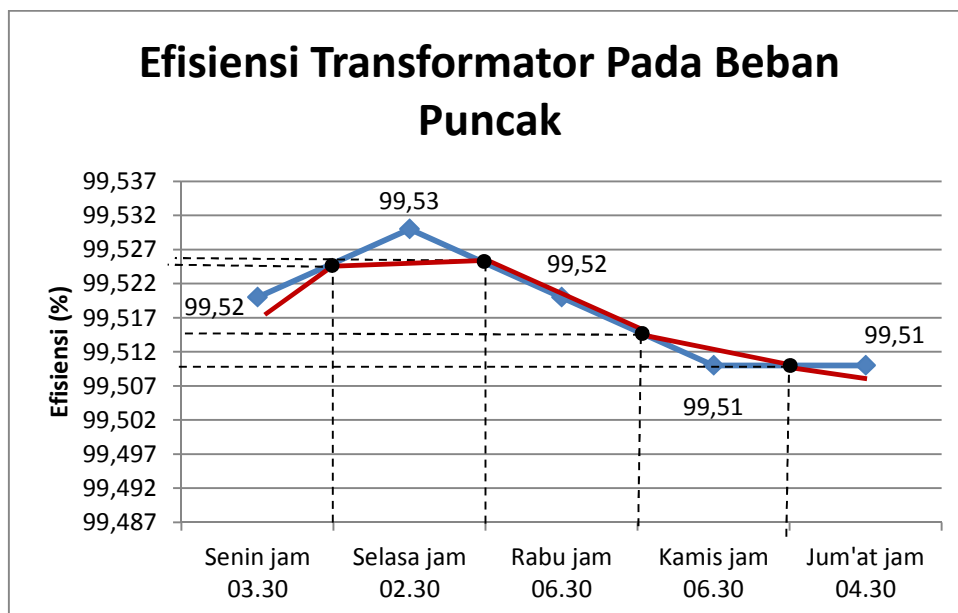
Gambar 4.1 Grafik Daya Semu Terhadap Rugi Total Pada Beban Puncak



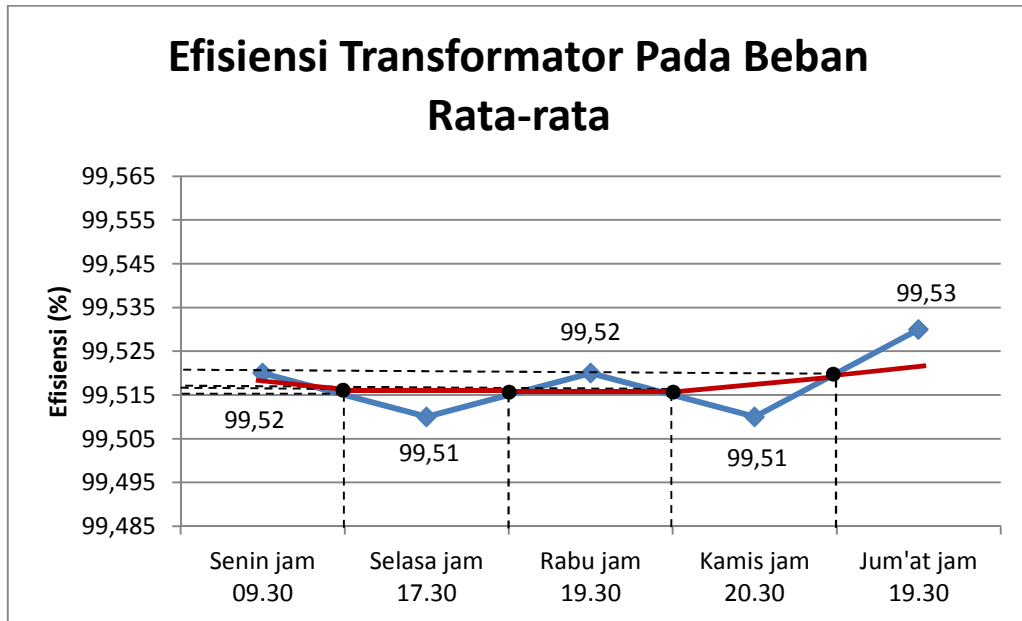
Gambar 4.2 Grafik Daya Semu Terhadap Rugi Total Pada Beban Rata-rata



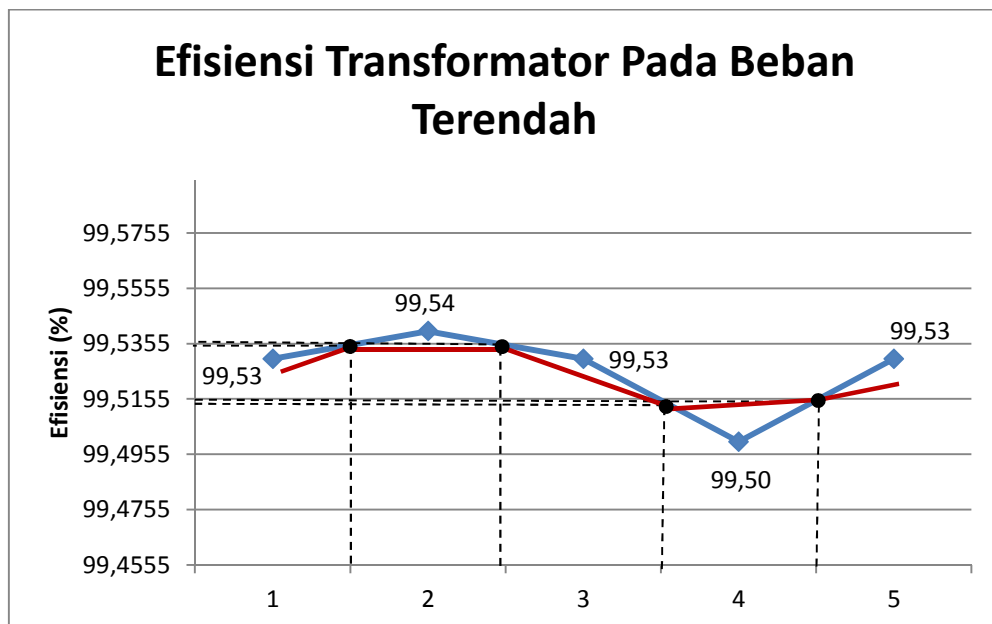
Gambar 4.3 Grafik Daya Semu Terhadap Rugi Total Pada Beban Terendah



Gambar 4.4 Efisiensi Transformator Pada Beban Puncak



Gambar 4.5 Efisiensi Transformator Pada beban Rata-rata



Gambar 4.6 Efisiensi Transformator Pada Beban Terendah



## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Rugi-rugi Daya Transformator

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan. Untuk daya semu didapatkan hasil yang dapat dilihat pada tabel 4.8. Daya semu terbesar didapatkan pada saat transformator beroperasi hari Kamis tanggal 10-3-2016 pukul 06.30 WIB sebesar 38080 KVA dengan arus sekunder sebesar 146,57 A, sedangkan untuk daya semu terkecil dihasilkan pada hari Selasa tanggal 8-3-2016 pukul 14.30 WIB sebesar 35151,97 KVA dengan arus sekunder sebesar 135,30 A. Jadi semakin besar arus sekunder maka daya semu yang dihasilkan transformator akan semakin besar.

Untuk rugi tembaga yang dihasilkan transformator didapatkan hasil yang dapat dilihat pada tabel 4.9 dan juga dapat dilihat pada grafik 4.1 s/d 4.3. Rugi tembaga terbesar dihasilkan pada hari Kamis tanggal 10-3-2016 pukul 06.30 WIB sebesar 144,21 KW dengan daya semu yang dihasilkan sebesar 38080 KVA. Sedangkan untuk rugi tembaga terkecil dihasilkan pada hari Selasa tanggal 8-3-2016 pukul 14.30 WIB sebesar 122,89 KW dengan daya semu yang dihasilkan sebesar 35151,97 KVA. Jadi semakin besar daya semu yang digunakan maka rugi tembaga juga ikut membesar. Dalam hal ini operasi transformator berbeban dipengaruhi rugi inti namun rugi inti ini dapat dicari dengan memperhitungkan operasi transformator dalam keadaan tanpa beban sehingga dalam keadaan seperti ini rugi inti yang didapat konstan. Dari data yang diperoleh diketahui bahwa transformator ini memiliki rugi inti sebesar 32 KW, sehingga dapat dilihat pada grafik 4.1 s/d 4.3 bahwa besarnya rugi total yang dihasilkan dipengaruhi oleh besarnya daya semu. Semakin besar daya semu maka rugi total transformator akan semakin membesar.

### 4.2.2 Daya Output Transformator

Untuk daya output hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.10. Daya output pembebanan terbesar dihasilkan pada hari Kamis tanggal

---



10-3-2016 pukul 06.30 WIB sebesar 36069,62 KW dengan daya input sebesar 36245,83, sedangkan daya output pembebanan terkecil dihasilkan pada hari selasa tanggal 8-3-2016 pukul 14.30 WIB sebesar 33199,28 KW dengan daya input 33354,17 KW. Jadi dapat dilihat pada tabel 4.10 dengan cara membandingkan nilai daya input dan daya output diperoleh hasil semakin besar daya input yang dihasilkan maka daya output yang diperoleh akan berkurang. Ini dikarenakan pada saat transformator beroperasi (keadaan berbeban) transformator akan menghasilkan energi bunyi atau panas yang diantaranya merupakan rugi tembaga yang berubah-ubah sesuai pembebanan dan rugi inti yang konstan bila dalam keadaan berbeban.

#### **4.2.3 Efisiensi Transformator**

Untuk besarnya efisiensi transformator hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.11 dan grafik pada gambar 4.4 s/d 4.6. Efisiensi transformator terbesar jatuh pada hari selasa 8-3-2016 pukul 14.30 WIB sebesar 99,54 % karena rugi total dan daya semu yang dihasilkan masing-masing sebesar 154,89 KW dan 33199,28 KVA. Jadi semakin kecil daya semu dan rugi total yang dihasilkan maka transformator akan menghasilkan efisiensi yang besar sehingga kinerja transformator dapat dimanfaatkan sebesar-besarnya. Untuk efisiensi transformator terkecil didapatkan pada hari kamis tanggal 10-3-2016 pukul 14.30 WIB sebesar 99,50 % dengan rugi total dan daya semu yang dihasilkan masing-masing sebesar 166,47 KW dan 36770,57 KVA. Seharusnya semakin besar rugi total dan daya semu maka semakin kecil efisiensi yang akan diperoleh, dapat dilihat pada tabel 4.11 rugi total dan daya semu terbesar jatuh pada hari kamis tanggal 10-3-2016 pukul 06.30 WIB namun efisiensi transformator yang diperoleh cukup besar dibandingkan dengan besarnya efisiensi hari kamis tanggal 10-3-2016 pukul 14.30 WIB. Ini disebabkan transformator yang digunakan merupakan transformator tiga belitan dimana transformator tiga belitan ini untuk daya masuk (Pin) yang dihasilkan dipengaruhi oleh beban pemakaian

---



transformator PS, sehingga besarnya daya output yang dihasilkan dipengaruhi oleh daya input yang sudah dikurangi beban pemakaian transformator PS. Beban transformator PS pada hari Kamis tanggal 10-3-2016 merupakan beban transformator PS yang paling besar dibandingkan dengan hari lainnya. Jadi efisiensi yang didapatkan merupakan perbandingan antara daya output ( $P_{out}$ ) dibagi daya input ( $P_{in}$ ) dimana daya input telah dikurangi dengan beban trafo PS yang dihasilkan maka efisiensi yang dihasilkan juga akan semakin kecil tergantung seberapa kecilnya daya input yang telah dikurangi beban transformator PS. Untuk efisiensi rata-rata dari keseluruhan hari yang diambil sebagai sample dalam laporan akhir ini maka didapatkan nilai efisiensi sebesar 99,52 % sedangkan untuk melihat efisiensi pada beban puncak, beban rata-rata, dan beban terendah terhadap hari dan jam dapat dilihat pada grafik gambar 4.4 s/d 4.6. Untuk beban puncak efisiensi terbesar didapatkan pada hari Selasa pukul 02.30 WIB sebesar 99,53 % (lihat pada grafik gambar 4.4), untuk beban rata-rata efisiensi terbesar didapatkan pada hari Jum'at pukul 19.30 WIB sebesar 99,53 % (lihat pada grafik gambar 4.5), sedangkan untuk beban terendah efisiensi terbesar didapatkan pada hari Selasa pukul 14.30 WIB sebesar 99,54 %. Jadi semakin kecil rugi total dan daya semu yang dihasilkan maka efisiensi yang dihasilkan akan mendekati 100 %.

---