

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

4.1.1. Deskripsi OLTC Blok 5



Gambar 4.1. Panel OLTC Blok 5 buatan MR

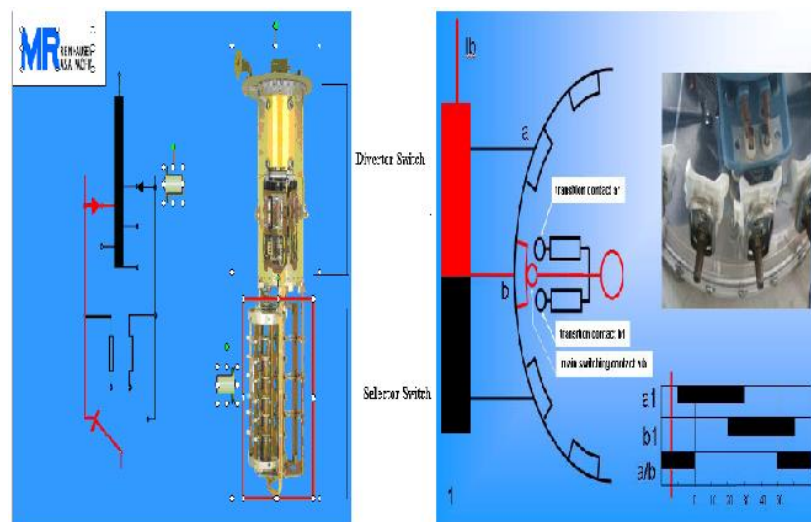
(Sumber: Manual Book Power Transformator Blok 5 PT PJB Unit Pembangkitan Muara Tawar, PT PJB Unit Pembangkitan Muara Tawar, Bekasi: 2011)

Blok 5 PT PJB Unit MuaraTawar merupakan salah satu blok yang ada di dalam PT PJB Unit Pembangkitan Muara Tawar. Blok 5 ini memiliki konfigurasi 1.1.1, artinya unit ini memiliki 1 unit generator gas turbin, 1 unit generator steam turbin, dan 1 unit HRSG. Blok 5 memiliki dua unit main transformator, yaitu transformator gas turbin (GT) dan transformator *steam turbin* (ST). kedua main transformator ini merupakan transformator *step-up* dengan tegangan 15/500 kV untuk main transformator GT dan 11,5/500 kV untuk transformator ST. Dalam

pengoperasiannya, kedua main transformator blok 5 ini menggunakan On Load Tap Changer (OLTC) dalam menjaga keandalan tegangan outputnya.

Frekuensi kerja *tap changer* sangat tergantung dari fluktuasi tegangan sistem (tegangan primer) dan fluktuasi beban (arus sekunder). Semakin tinggi frekuensi kerja tap, proses kerusakan minyak dan keausan kontak akan semakin cepat pula. Oleh karena itu, pemeliharaan OLTC perlu mendapatkan perhatian yang lebih untuk menghindari kerusakan termasuk kerusakan pada bagian utama trafo.

Diverter switch dan *tap selector* merupakan bagian yang bergerak di dalam trafo. Frekuensi pemeliharaan tap changer transformator sangat tergantung pada kondisi *diverter switch*. Periode penggantian minyak isolasi tap changer atau pemeriksaan pada masing-masing *tap changer* berbeda tergantung petunjuk dari pabrikan. Gambar 4.2. di bawah ini merupakan salah satu rangkaian OLTC buatan MR.



Gambar 4.2. Rangkaian OLTC Blok 5 buatan MR

OLTC yang dimiliki oleh blok 5 merupakan OLTC tipe RIII1200Y buatan MR dengan kemampuan perubahan perbandingan sebesar $\pm 10\%$ terhadap

tegangan nominalnya yang terbagi dalam 17 posisi tap atau sebesar 1,25% setiap langkah.

OLTC ini merupakan OLTC tipe resistor transisi dengan disain kompartemen terpisah, artinya media isolasi yang berupa minyak terletak terpisah dengan unit utama OLTC. OLTC pada blok 5 dioperasikan secara semi otomatis, artinya OLTC dioperasikan secara manual melalui SCADA dan dioperasikan secara otomatis melalui RCP (Remote Control Panel). Pengoperasian melalui scada ini dilakukan oleh operator yang berada pada *Main Control Room* (MCR). Pengoperasian ini dimaksudkan untuk menghindari perubahan tap secara terus-menerus yang dapat mengurangi *lifetime* dari OLTC tersebut. *Lifetime* dari OLTC berada pada 60000 kali perpindahan tap atau sekitar ± 30 tahun. Pengoperasian secara otomatis melalui RCP akan dilakukan pada saat transformator dalam kondisi *shut down*. Pengoperasian ini biasanya dilakukan pada saat pembangkit dalam keadaan *overhaul*.

4.1.2. Hasil Penelitian Transformator Tenaga Gas Turbin

4.1.2.1. Data Teknik

Data teknik transformator tenaga Gas Turbin (GT) buatan Hyundai di PT PJB Unit Pembangkitan Muara tawar Blok 5 sebagai berikut:

Tegangan	: 15/500 kV
Kapasitas	: 217 MVA
Pendingin	: ONAN/ONAF
Jenis tap changer	: OLTC tipe RIII1200Y

Tap minimum : 463 kV

Tap maksimum : 566 kV

Pengoperasian : Secara manual di *Main Control Room* (MCR).

Tabel 4.1. Spesifikasi Taping Tap Changer Transformator GT Blok 5

H.V SIDE			
Tap	Voltage (V)	Current (A)	
		ONAN	ONAF
1	566500	147.8	221.2
2	560063	149.5	223.7
3	553625	151.2	226.3
4	547188	153.0	229.0
5	540750	154.8	231.7
6	534313	156.7	234.5
7	527875	158.6	237.3
8	521438	160.5	240.3
9A	515000	162.6	243.3
9B			
9C			
10	508563	164.6	246.4
11	502125	166.7	249.5
12	495688	168.9	252.7
13	489250	171.1	256.1
14	482813	173.4	259.5
15	476375	175.7	263.0
16	469938	178.1	266.6
17	463500	180.6	270.3

L.V SIDE		
VOLTAGE (V)	CURRENT (A)	
	ONAN	ONAF1
15000	5581.1	8352.3

(Sumber: Manual Book Power Transformator Blok 5 PT PJB Unit Pembangkitan Muara Tawar, PT PJB Unit Pembangkitan Muara Tawar, Bekasi: 2011)

Tabel 4.2. Tegangan dan Rasio Tegangan Tiap Tap Transformator

TAP	Rasio Tegangan (a)	Tegangan Tap (V)	
		Primer	Sekunder
1	1 : 37.76	15000	566500
2	1 : 37.33	15000	560063
3	1 : 36.90	15000	553625
4	1 : 36.47	15000	547188
5	1 : 36.05	15000	540750
6	1 : 35.62	15000	534313
7	1 : 35.19	15000	527875
8	1 : 34.76	15000	521438
9	1 : 34.33	15000	515000
10	1 : 33.90	15000	508563
11	1 : 33.47	15000	502125
12	1 : 33.04	15000	495688
13	1 : 32.61	15000	489250
14	1 : 32.18	15000	482813
15	1 : 31.75	15000	476375
16	1 : 31.32	15000	469938
17	1 : 30.90	15000	463500

(Sumber: Manual Book Power Transformator Blok 5 PT PJB Unit Pembangkitan Muara Tawar, PT PJB Unit Pembangkitan Muara Tawar, Bekasi: 2011)

4.1.2.2. Data Pengukuran Tegangan dan Beban

Data keadaan tegangan dan beban adalah data pembebanan transformator GT selama 24 jam pada tanggal 5 Mei 2014 sampai 11 Mei 2014.

1. Senin

Tabel 4.3. Data Pembebanan Transformator pada hari Senin, 5 Mei 2014

No.	Waktu	Tegangan Input (kV)	Beban		Tegangan Output (kV)	No. Tap
			MW	MVar		
1	01 : 00	14.70	112.89	19.47	498.25	9
2	02 : 00	14.70	113.44	16.24	499.92	9
3	03 : 00	14.70	113.17	9.97	502.77	9
4	04 : 00	14.70	113.73	5.47	503.68	9
5	05 : 00	14.70	144.44	19.41	502.66	8
6	06 : 00	14.70	142.05	24.80	503.56	8
7	07 : 00	14.67	115.81	38.73	505.21	7
8	08 : 00	14.64	145.36	74.08	496.75	6
9	09 : 00	14.65	145.17	83.62	481.96	8
10	10 : 00	14.65	144.79	82.47	472.56	10
11	11 : 00	14.63	144.60	76.21	458.58	12
12	12 : 00	14.62	144.64	69.58	471.82	10
13	13 : 00	14.64	144.71	78.97	482.51	8
14	14 : 00	14.66	144.55	75.85	462.42	12
15	15 : 00	14.66	144.35	74.68	463.27	12
16	16 : 00	14.66	144.71	66.17	462.4	12
17	17 : 00	14.66	145.14	55.57	467.69	12
18	18 : 00	14.66	145.06	69.03	461.81	12
19	19 : 00	14.66	144.91	62.85	466.56	12
20	20 : 00	14.66	144.96	57.00	467.47	12
21	21 : 00	14.66	145.03	80.78	465.22	11
22	22 : 00	14.66	144.95	73.92	459.72	12
23	23 : 00	14.66	144.84	59.48	465.89	12
24	24 : 00	14.66	144.78	52.29	475.93	11

Berdasarkan tabel data pengukuran di atas, pada pukul 01.00 WIB OLTC berada pada tap 9 dengan tegangan *output* sebesar 498,25 kV dan beban 19,47 MVar. Pada pukul 02.00 WIB posisi tap masih sama di tap 9, tetapi tegangan *output* meningkat dan beban MVar menurun. Hal ini terjadi hingga pukul 04.00 WIB. Pada pukul 05.00 WIB OLTC dioperasikan dengan menurunkan posisi tap.

Hal ini bertujuan untuk menurunkan tegangan output pada pukul 04.00 WIB yang telah melebihi tegangan nominal 500 kV. Saat posisi tap diturunkan, yang terjadi adalah penurunan tegangan output dan kenaikan beban MVar. Kemudian pada pukul 06.00 WIB posisi tap OLTC masih sama, tetapi baik tegangan maupun beban mengalami peningkatan. Pada pukul 07.00 WIB, posisi tap diturunkan kembali pada posisi tap 7. Dalam keadaan ini, tegangan output dan beban MVar sama-sama mengalami peningkatan. Pukul 08.00 WIB posisi tap diturunkan kembali guna menurunkan tegangan output dan menaikkan beban MVar. Pukul 09.00 WIB posisi tap dinaikkan, akibatnya beban naik dan tegangan output turun. pukul 10.00 WIB posisi tap dinaikkan kembali ke posisi tap 10, baik beban MVar maupun tegangan output sama-sama mengalami penurunan. Pukul 11.00 WIB posisi tap dinaikkan lagi, akibatnya beban MVar dan tegangan output kembali turun. kemudian pada pukul 12.00 WIB posisi tap diturunkan. Terlihat bahwa beban MVar menurun dan tegangan *output* menurun. Pukul 13.00 WIB posisi tap diturunkan akibatnya baik tegangan output maupun beban MVar sama-sama mengalami peningkatan. Pada pukul 14.00 WIB posisi tap dinaikkan dan terlihat bahwa beban MVar dan tegangan output sama-sama mengalami penurunan. Pukul 15.00 WIB hingga pukul 20.00 WIB posisi tap berada pada posisi tap 12. Dalam keadaan ini, baik tegangan output maupun beban MVar mengalami kenaikan dan penurunan meski pada posisi tap yang sama. Kemudian pada pukul 21.00 WIB posisi tap diturunkan ke posisi tap 11. Pada posisi tap ini beban MVar meningkat dan tegangan output mengalami penurunan. Kemudian pada pukul 22.00 WIB posisi tap dinaikkan kembali ke posisi tap 12. Terlihat bahwa beban MVar dan

tegangan output mengalami penurunan. Pukul 23.00 WIB posisi tap dibiarkan pada posisi tap yang sama dimana beban MVar mengalami penurunan dan tegangan output mengalami peningkatan. Pukul 24.00 WIB posisi tap diturunkan guna menaikkan tegangan output dengan menurunkan beban MVar.

2. Selasa

Tabel 4.4. Data Pembebanan Transformator pada hari Selasa, 6 Mei 2014

No.	Waktu	Tegangan Input (kV)	Beban		Tegangan Output (kV)	No. Tap
			MW	MVar		
1	01 : 00	14.66	144.73	66.46	481.54	9
2	02 : 00	14.66	142.98	65.53	486.83	8
3	03 : 00	14.66	141.07	63.00	491.27	8
4	04 : 00	14.66	116.16	56.99	490.92	8
5	05 : 00	14.66	144.69	63.12	491.16	8
6	06 : 00	14.66	144.90	59.58	488.13	8
7	07 : 00	14.66	144.95	78.90	500.22	5
8	08 : 00	14.66	144.91	78.77	490.05	7
9	09 : 00	14.66	144.92	87.62	477.44	9
10	10 : 00	14.66	144.96	70.74	467.62	11
11	11 : 00	14.66	144.97	70.62	466.21	11
12	12 : 00	14.66	144.97	70.34	478.12	9
13	13 : 00	14.66	144.81	82.00	482.58	8
14	14 : 00	14.65	144.56	77.91	465.2	11
15	15 : 00	14.65	144.56	80.08	465.3	11
16	16 : 00	14.64	144.71	84.68	467.18	10
17	17 : 00	14.64	144.82	81.45	472.14	10
18	18 : 00	14.64	144.90	76.52	468.9	10
19	19 : 00	14.64	144.91	80.68	477.68	9
20	20 : 00	14.64	144.88	73.69	479.61	9
21	21 : 00	14.67	144.90	79.27	481.04	8
22	22 : 00	14.69	144.95	70.56	475.72	10
23	23 : 00	14.69	144.98	69.07	476.9	10
24	24 : 00	14.68	145.00	66.79	483.82	9

Berdasarkan tabel data pengukuran di atas, pada pukul 01.00 WIB OLTC berada pada tap 9 dengan tegangan *output* sebesar 481,54 kV dan beban 66,46 MVar. Pada pukul 02.00 WIB posisi tap diturunkan ke posisi tap 8 guna menaikkan tegangan output dengan menurunkan beban MVar. Posisi tap ini

dibiarkan sama hingga pukul 06.00 WIB diaman pada pukul 03.00 WIB dan pukul 05.00 WIB tegangan output mengalami peningkatan dengan ditandai menurunnya beban MVar, sedangkan pukul 04.00 WIB dan pukul 06.00 WIB tegangan output mengalami penurunan yang ditandai dengan peningkatan beban MVar. Kemudian pada pukul 07.00 WIB posisi tap OLTC diturunkan. Akibatnya tegangan output dan beban MVar meningkat. Sedangkan pada pukul 08.00 WIB posisi tap dinaikkan dimana tegangan output dan beban MVar mengalami penurunan. Kemudian pada pukul 09.00 WIB posisi tap dinaikkan kembali dimana tegangan output mengalami penurunan, sedangkan beban MVar mengalami peningkatan. Pada pukul 10.00 WIB posisi tap dinaikkan kembali dimana tegangan output dan beban MVar mengalami penurunan. Pada pukul 11.00 WIB posisi tap dibiarkan sama, tetapi beban dan tegangan output sama-sama mengalami penurunan. Pukul 12.00 WIB posisi tap diturunkan dimana beban MVar mengalami penurunan dan tegangan output mengalami peningkatan. Kemudian pada pukul 13.00 WIB posisi tap diturunkan kembali dimana tegangan output dan beban MVar mengalami peningkatan. Pukul 14.00 WIB posisi tap dinaikkan ke posisi tap 10. Hal ini dilakukan untuk menurunkan beban MVar guna menaikkan tegangan output, tetapi faktanya beban MVar dan tegangan output sama-sama turun. pukul 15.00 WIB posisi tap dibiarkan sama. Yang terjadi adalah beban MVar meningkat dan tegangan output menurun. Kemudian pada pukul 16.00 WIB posisi tap diturunkan ke posisi tap 10 dimana beban MVar dan tegangan output mengalami penurunan. Posisi tap ini dibiarkan sama hingga pukul 18.00 WIB. Kemudian diturunkan pada pukul 19.00 WIB dimana beban MVar dan tegangan output mengalami

peningkatan. Pukul 20.00 posisi tap dibiarkan sama, tetapi beban MVar mengalami penurunan dan tegangan output mengalami peningkatan. Pukul 21.00 WIB posisi tap diturunkan dimana beban MVar dan tegangan output sama-sama meningkat. Pukul 22.00 WIB posisi tap dinaikkan dimana beban MVar dan tegangan output turun. posisi tap dibiarkan sama pada pukul 23.00 WIB dimana beban MVar turun dan tegangan output meningkat. Kemudian pada pukul 24.00 WIB posisi tap diturunkan guna menaikkan tegangan output.

3. Rabu

Tabel 4.5. Data Pembebanan Transformator pada hari Rabu, 7 Mei 2014

No.	Waktu	Tegangan Input (kV)	Beban		Tegangan Output (kV)	No. Tap
			MW	MVar		
1	01 : 00	14.66	145.03	67.05	486.82	8
2	02 : 00	14.65	145.07	72.06	491.43	7
3	03 : 00	14.67	112.96	66.42	495.32	7
4	04 : 00	14.69	113.01	64.22	494.93	7
5	05 : 00	14.69	113.39	62.60	489.88	8
6	06 : 00	14.68	116.26	48.80	489.92	9
7	07 : 00	14.66	144.94	68.56	505.19	5
8	08 : 00	14.64	144.85	81.96	500.79	5
9	09 : 00	14.64	144.95	82.13	483.69	8
10	10 : 00	14.64	145.13	74.47	471.88	10
11	11 : 00	14.64	145.06	70.02	467.68	11
12	12 : 00	14.64	144.88	66.49	478.95	9
13	13 : 00	14.64	144.28	77.57	486.93	8
14	14 : 00	14.64	143.49	81.37	469.17	10
15	15 : 00	14.64	143.65	70.98	467.91	11
16	16 : 00	14.64	144.23	68.47	468.67	11
17	17 : 00	14.64	144.67	68.45	470.75	11
18	18 : 00	14.64	145.04	72.95	468.49	11
19	19 : 00	14.64	145.09	80.59	465.43	11
20	20 : 00	14.64	145.00	62.35	466.82	12
21	21 : 00	14.64	145.10	55.38	468.84	12
22	22 : 00	14.64	145.28	79.24	477.56	9
23	23 : 00	14.67	143.23	66.48	480.71	9
24	24 : 00	14.69	112.96	55.17	485.97	9

Berdasarkan tabel data pengukuran di atas, pada pukul 01.00 WIB OLTC berada pada posisi tap 8 dengan tegangan output 486,82 kV dan beban 67,05 MVar. Kemudian pada pukul 02.00 WIB posisi tap diturunkan dimana tegangan output dan beban MVar mengalami peningkatan. Kemudian pada pukul 03.00 WIB hingga pukul 04.00 WIB posisi tap dibiarkan sama dimana beban MVar mengalami penurunan dan tegangan output mengalami peningkatan. Pukul 05.00 WIB posisi tap dinaikkan. Pada posisi ini, baik tegangan output maupun beban MVar sama-sama mengalami penurunan. Pukul 06.00 WIB posisi tap dinaikkan dimana tegangan output mengalami peningkatan yang ditandai dengan penurunan beban MVar. Kemudian pada pukul 07.00 WIB posisi tap OLTC diturunkan. Akibatnya tegangan output dan beban MVar meningkat. Sedangkan pada pukul 08.00 WIB posisi tap dibiarkan tetap dimana tegangan output turun dan beban MVar meningkat. Kemudian pada pukul 09.00 WIB posisi tap dinaikkan dimana tegangan output mengalami penurunan, sedangkan beban MVar mengalami peningkatan. Pada pukul 10.00 WIB posisi tap dinaikkan kembali dimana tegangan output dan beban MVar mengalami penurunan. Pada pukul 11.00 WIB posisi tap dinaikkan kembali dimana tegangan output sama-sama mengalami penurunan. Pukul 12.00 WIB posisi tap diturunkan dimana beban MVar mengalami penurunan dan tegangan output mengalami peningkatan. Kemudian pada pukul 13.00 WIB posisi tap diturunkan kembali dimana tegangan output dan beban MVar mengalami peningkatan. Pukul 14.00 WIB posisi tap dinaikkan ke posisi tap 10. Hal ini dilakukan untuk menurunkan beban MVar guna menaikkan tegangan output, tetapi faktanya beban MVar meningkat dan tegangan output

turun. pukul 15.00 WIB posisi tap dinaikkan. Pada posisi tap ini, baik tegangan output maupun beban MVar sama-sama mengalami penurunan. Pukul 16.00 WIB hingga pukul 19.00 WIB posisi tap dibiarkan sama. Yang terjadi adalah pada pukul 16.00 WIB dan pukul 17.00 WIB beban MVar turun dan tegangan output naik, sedangkan pada pukul 18.00 WIB dan pukul 19.00 WIB beban MVar meningkat dan tegangan output menurun. Pukul 20.00 posisi tap dinaikkan dimana beban MVar dan tegangan output menurun. Kemudian pada pukul 21.00 WIB posisi tap dibiarkan sama, tetapi beban MVar mengalami penurunan dan tegangan output mengalami peningkatan. Pukul 22.00 WIB posisi tap diturunkan dimana beban MVar dan tegangan output sama-sama meningkat. Posisi tap dibiarkan sama pada pukul 23.00 WIB dan pukul 24.00 WIB dimana beban MVar turun dan tegangan output meningkat.

4. Kamis

Tabel 4.6. Data Pembebanan Transformator pada hari Kamis, 8 Mei 2014

No.	Waktu	Tegangan Input (kV)	Beban		Tegangan Output (kV)	No. Tap
			MW	MVar		
1	01 : 00	14.69	112.99	62.11	486.78	8
2	02 : 00	14.69	113.02	54.73	490.63	8
3	03 : 00	14.69	112.98	45.51	496.09	8
4	04 : 00	14.69	112.94	46.96	497.36	8
5	05 : 00	14.69	112.91	54.89	495.64	7
6	06 : 00	14.68	113.48	66.11	496.1	6
7	07 : 00	14.66	145.01	74.20	505.35	4
8	08 : 00	14.64	145.07	79.89	502.07	5
9	09 : 00	14.64	145.07	76.83	487.32	7
10	10 : 00	14.64	144.62	77.83	482.51	8
11	11 : 00	14.64	144.23	84.42	475.42	9
12	12 : 00	14.64	144.34	67.64	486.56	8
13	13 : 00	14.64	144.44	93.69	491.24	6
14	14 : 00	14.64	144.47	80.20	475.46	9
15	15 : 00	14.64	144.54	77.92	476.67	9
16	16 : 00	14.64	144.88	72.17	475.41	10
17	17 : 00	14.64	145.25	64.58	477.25	10
18	18 : 00	14.64	145.80	66.58	473.57	10
19	19 : 00	14.64	146.24	67.49	474.17	10
20	20 : 00	14.64	145.70	66.01	474.84	10
21	21 : 00	14.64	145.21	70.56	472.32	10
22	22 : 00	14.64	145.12	67.68	477.3	10
23	23 : 00	14.67	143.07	51.33	480.6	10
24	24 : 00	14.69	112.82	32.68	487.21	10

Berdasarkan tabel data pengukuran di atas, pada pukul 01.00 WIB OLTC berada pada posisi tap 8 dengan tegangan output 486,78 kV dan beban 62,11 MVar. Kemudian pada pukul 02.00 WIB hingga pukul 04.00 WIB posisi tap dibiarkan tetap. Pukul 05.00 WIB posisi tap diturunkan. Pada posisi ini tegangan output turun dan beban MVar sama-sama mengalami peningkatan. Pukul 06.00 WIB posisi tap diturunkan dimana tegangan output dan beban MVar mengalami peningkatan. Kemudian pada pukul 07.00 WIB posisi tap OLTC diturunkan kembali. Akibatnya tegangan output dan beban MVar meningkat. Sedangkan pada

pukul 08.00 WIB posisi tap dinaikkan dimana tegangan output turun dan beban MVar meningkat. Kemudian pada pukul 09.00 WIB posisi tap dinaikkan dimana tegangan output mengalami penurunan, sedangkan beban MVar mengalami peningkatan. Pada pukul 10.00 WIB dan pukul 11.00 WIB posisi tap dinaikkan kembali dimana beban MVar naik dan tegangan output mengalami turun. Pukul 12.00 WIB dan pukul 13.00 WIB posisi tap diturunkan dimana beban MVar mengalami penurunan dan tegangan output mengalami peningkatan. Pukul 14.00 WIB posisi tap dinaikkan dimana beban MVar dan tegangan output turun. Pukul 15.00 WIB posisi tap dibiarkan tetap. Pada posisi tap ini, tegangan output meningkat dan beban MVar mengalami penurunan. Pukul 16.00 WIB posisi tap dinaikkan ke posisi tap 10 dimana tegangan output dan beban MVar mengalami penurunan. Pukul 17.00 WIB hingga pukul 24.00 WIB posisi tap dibiarkan sama. Dimana besar tegangan output dan beban MVar berbeda-beda. Pada pukul 18.00 dan 19.00 WIB beban mengalami peningkatan dan tegangan output mengalami penurunan, sedangkan pada pukul 20.00 WIB beban turun dan tegangan naik, pukul 21.00 WIB beban naik dan tegangan output turun, pukul 22.00 WIB beban turun dan tegangan output naik, pukul 23.00 WIB dan pukul 24.00 WIB beban turun dan tegangan naik.

5. Jumat

Tabel 4.7. Data Pembebanan Transformator pada hari Jumat, 9 Mei 2014

No.	Waktu	Tegangan Input (kV)	Beban		Tegangan Output (kV)	No. Tap
			MW	MVar		
1	01 : 00	14.69	112.84	17.84	493.03	10
2	02 : 00	14.69	145.10	26.21	498.18	10
3	03 : 00	14.69	145.09	18.44	499.42	9
4	04 : 00	14.68	145.10	66.76	503.46	9
5	05 : 00	14.66	145.14	76.01	501.24	5
6	06 : 00	14.64	142.17	83.15	498	5
7	07 : 00	14.64	117.09	83.86	500.61	5
8	08 : 00	14.64	144.63	73.15	493.03	7
9	09 : 00	14.64	144.85	86.25	486.87	7
10	10 : 00	14.64	144.57	80.91	476.1	9
11	11 : 00	14.64	144.25	74.97	469.82	10
12	12 : 00	14.64	145.21	75.29	503.19	5
13	13 : 00	14.64	143.44	80.22	487.86	6
14	14 : 00	14.64	143.33	64.36	459.09	13
15	15 : 00	14.64	143.70	48.64	464.28	13
16	16 : 00	14.64	144.09	70.91	473.09	10
17	17 : 00	14.64	144.55	67.66	487.22	8
18	18 : 00	14.64	145.03	61.25	487.13	8
19	19 : 00	14.64	145.06	60.94	489.63	8
20	20 : 00	14.64	145.08	60.02	489.41	8
21	21 : 00	14.67	145.38	63.45	490.75	8
22	22 : 00	14.69	145.71	69.78	489.19	8
23	23 : 00	14.68	112.81	69.35	485.91	8
24	24 : 00	14.68	112.96	64.72	487.95	8

Berdasarkan tabel data pengukuran di atas, pada pukul 01.00 WIB OLTC berada pada posisi tap 10 dengan tegangan output 493,03 kV dan beban 17,84 MVar. Kemudian pada pukul 02.00 WIB posisi tap dibiarkan tetap dimana beban MVar dan tegangan output mengalami peningkatan. Kemudian pada pukul 03.00 WIB posisi tap diturunkan dimana beban menurun dan tegangan output meningkat. Pukul 04.00 WIB posisi tap dibiarkan tetap dimana beban MVar dan tegangan output sama-sama mengalami peningkatan. Pukul 05.00 WIB posisi tap diturunkan. Pada posisi ini tegangan output turun dan beban MVar mengalami

peningkatan. Pukul 06.00 WIB dan pukul 07.00 WIB posisi tap dibiarkan pada posisi tap yang sama dimana tegangan output dan beban MVar mengalami peningkatan. Pada pukul 08.00 WIB posisi tap dinaikkan dimana tegangan output dan beban MVar turun. Kemudian pada pukul 09.00 WIB posisi tap tetap dimana tegangan output mengalami penurunan, sedangkan beban MVar mengalami peningkatan. Pada pukul 10.00 WIB dan pukul 11.00 WIB posisi tap dinaikkan dimana beban MVar dan tegangan output sama-sama turun. Pukul 12.00 WIB posisi tap diturunkan dimana tegangan output dan beban MVar sama-sama naik. Kemudian pada pukul 13.00 WIB posisi tap dinaikkan dimana beban MVar mengalami peningkatan dan tegangan output mengalami penurunan. Pukul 14.00 WIB posisi tap dinaikkan dimana beban MVar dan tegangan output turun. Pukul 15.00 WIB posisi tap dibiarkan tetap. Pada posisi tap ini, tegangan output dan beban MVar mengalami penurunan. Pukul 16.00 WIB posisi tap dinaikkan ke posisi tap 10 dimana tegangan output dan beban MVar mengalami peningkatan. Pukul 17.00 WIB posisi tap diturunkan dimana tegangan output naik dan beban MVar turun. kemudian pada pukul 18.00 WIB hingga pukul 24.00 WIB posisi tap dibiarkan sama. Dimana pada pukul 18.00 beban dan tegangan turun, pukul 19.00 WIB beban mengalami peningkatan dan tegangan output mengalami penurunan, sedangkan pada pukul 20.00 WIB beban dan tegangan turun, pukul 21.00 WIB beban dan tegangan naik, pukul 22.00 WIB beban naik dan tegangan output turun, pukul 23.00 WIB beban dan tegangan turun, dan pukul 24.00 WIB beban turun dan tegangan naik.

6. Sabtu

Tabel 4.8. Data Pembebanan Transformator pada hari Sabtu, 10 Mei 2014

No.	Waktu	Tegangan Input (kV)	Beban		Tegangan Output (kV)	No. Tap
			MW	MVar		
1	01 : 00	14.68	114.06	57.05	491.84	8
2	02 : 00	14.68	116.58	48.98	493.83	8
3	03 : 00	14.68	143.42	42.78	496.95	8
4	04 : 00	14.68	113.20	41.02	497.87	8
5	05 : 00	14.68	141.97	44.16	496.4	8
6	06 : 00	14.68	112.95	42.54	495.7	8
7	07 : 00	14.66	112.95	35.30	500.74	8
8	08 : 00	14.64	143.90	76.88	494.85	6
9	09 : 00	14.67	112.76	67.81	487.49	8
10	10 : 00	14.70	112.96	61.26	482.09	9
11	11 : 00	14.68	113.39	70.60	479.52	9
12	12 : 00	14.66	116.08	52.66	486.06	9
13	13 : 00	14.66	143.33	66.57	489.39	8
14	14 : 00	14.66	139.50	77.06	487.23	7
15	15 : 00	14.66	113.00	50.58	488.07	9
16	16 : 00	14.67	113.05	40.76	490.91	9
17	17 : 00	14.67	116.05	43.66	491.83	9
18	18 : 00	14.67	145.08	75.71	484.11	8
19	19 : 00	14.67	145.19	67.85	488.9	8
20	20 : 00	14.67	145.22	58.54	489.88	8
21	21 : 00	14.67	145.22	55.78	491.54	8
22	22 : 00	14.69	143.10	51.20	494.27	8
23	23 : 00	14.69	113.27	42.58	494.37	8
24	24 : 00	14.69	113.06	31.45	479.52	8

Berdasarkan tabel data pengukuran di atas, pada pukul 01.00 WIB OLTC berada pada posisi tap 8 dengan tegangan output 491,84 kV dan beban 57,05 MVar. Pada pukul 02.00 hingga pukul 07.00 WIB posisi tap dibiarkan tetap dimana pada pukul 02.00 hingga pukul 04.00 WIB beban MVar mengalami penurunan dan tegangan output mengalami peningkatan, pukul 05.00 WIB beban MVar meningkat dan tegangan output turun, pukul 06.00 WIB beban MVar dan tegangan turun, dan pada pukul 07.00 WIB beban turun dan tegangan output naik. Kemudian pada pukul 08.00 WIB posisi tap diturunkan dimana tegangan output

turun dan beban MVar naik. Kemudian pada pukul 09.00 WIB posisi tap dinaikkan dimana tegangan output dan beban mengalami penurunan. Pada pukul 10.00 WIB posisi tap dinaikkan kembali dimana beban dan tegangan turun. Kemudian pada pukul 11.00 WIB posisi tap tetap dimana beban MVar naik dan tegangan output sama-sama turun. Pukul 12.00 WIB posisi tap masih tetap dimana beban MVar turun dan tegangan output naik. Kemudian pada pukul 13.00 WIB posisi tap diturunkan dimana tegangan output beban MVar mengalami peningkatan. Pukul 14.00 WIB posisi tap diturunkan kembali dimana beban MVar naik dan tegangan output turun. Pukul 15.00 WIB posisi tap dinaikkan dimana beban MVar turun dan tegangan output meningkat. Pukul 16.00 WIB posisi tap tetap. Pada posisi tap ini, tegangan output naik dan beban MVar turun. Pukul 17.00 WIB posisi tap masih tetap dimana tegangan output dan beban MVar naik. Pukul 18.00 WIB posisi tap dinaikkan. Kemudian pada pukul 19.00 WIB hingga pukul 24.00 WIB posisi tap dibiarkan sama dimana pada pukul 19.00 hingga pukul 23.00 WIB beban turun dan tegangan naik, dan pukul 24.00 WIB beban dan tegangan output turun.

7. Minggu

Tabel 4.9. Data Pembebanan Transformator pada hari Minggu, 11 Mei 2014

No.	Waktu	Tegangan Input (kV)	Beban		Tegangan Output (kV)	No. Tap
			MW	MVar		
1	01 : 00	14.69	112.92	28.77	498.96	8
2	02 : 00	14.69	112.94	25.59	501.81	8
3	03 : 00	14.69	113.63	19.68	506.48	8
4	04 : 00	14.69	115.66	21.92	504.4	8
5	05 : 00	14.69	143.73	25.08	503.64	8
6	06 : 00	14.69	140.88	22.46	503.84	8
7	07 : 00	14.69	114.59	19.28	505.59	8
8	08 : 00	14.69	116.21	23.46	503.86	8
9	09 : 00	14.69	144.76	29.07	501.07	8
10	10 : 00	14.69	144.67	32.41	499.35	8
11	11 : 00	14.69	144.77	35.31	498.97	8
12	12 : 00	14.69	144.93	36.54	500.17	8
13	13 : 00	14.69	144.66	37.53	498.89	8
14	14 : 00	14.69	144.24	39.05	496.75	8
15	15 : 00	14.69	141.11	40.55	496.81	8
16	16 : 00	14.70	113.51	41.01	496.8	8
17	17 : 00	14.70	116.22	37.98	498.74	8
18	18 : 00	14.69	141.84	47.28	498.16	7
19	19 : 00	14.67	116.79	50.06	498.48	7
20	20 : 00	14.66	143.37	53.84	498.64	7
21	21 : 00	14.69	113.06	64.83	496.98	7
22	22 : 00	14.70	112.86	36.88	498.46	8
23	23 : 00	14.70	112.67	33.50	499.51	8
24	24 : 00	14.70	112.82	34.70	496.88	8

Berdasarkan tabel data pengukuran di atas, pada pukul 01.00 WIB hingga pukul 17.00 WIB OLTC berada pada posisi tap sama yaitu tap 8 dimana pada pukul 01.00 beban 28,77 MVar dan tegangan output 498,96 kV. Pukul 02.00 dan 03.00 WIB beban turun dan tegangan naik. Pukul 04.00 dan 05.00 WIB beban naik dan tegangan turun. pukul 06.00 WIB beban dan tegangan baik. Pukul 07.00 WIB beban turun dan tegangan naik. Pukul 08.00 hingga 11.00 WIB beban naik dan tegangan turun. Pukul 12.00 WIB beban dan tegangan meningkat. Pukul 13.00 dan 14.00 WIB beban naik dan tegangan turun. pukul 15.00 dan 16.00 WIB

beban dan tegangan naik. Pukul 17.00 WIB posisi tap masih tetap dimana tegangan output naik dan beban MVar turun. Pukul 18.00 WIB posisi tap dinaikkan dan dibiarkan tetap hingga pukul 21.00 WIB. Kemudian pada pukul 22.00 WIB dinaikkan kembali dan dibiarkan tetap hingga pukul 24.00 WIB.

4.1.3. Hasil Penelitian Transformator Tenaga Steam Turbin (ST)

4.1.3.1. Data Teknik

Data teknik transformator tenaga *Steam Turbin* (ST) buatan Hyundai di PT PJB Unit Pembangkitan Muara tawar blok 5 sebagai berikut:

Tegangan	: 11,5/500 kV
Kapasitas	: 102 MVA
Pendingin	: ONAN/ONAF
Tap changer	: OLTC tipe RIII1200Y
	RIII = Tipe tap changer transformator 3 phasa
	1200 = Maksimum arus mengalir
	Y = Terhubung bintang
Tap minimum	: 463 kV
Tap maksimum	: 566 kV
Pengoperasian	: Secara manual di <i>Main Control Room</i> (MCR) dan otomatis melalui <i>Remote Controll Panel</i> (RCP).

Tabel 4.10. Spesifikasi Taping Tap Changer Transformator ST Blok 5

H.V SIDE			
Tap	Voltage (V)	Current (A)	
		ONAN	ONAF
1	566500	73.4	110.1
2	560063	74.2	111.3
3	553625	75.1	112.6
4	547188	76.0	114.0
5	540750	76.9	115.3
6	534313	77.8	116.7
7	527875	78.7	118.1
8	521438	79.7	119.6
9A	515000	80.7	121.1
9B			
9C			
10	508563	81.7	122.6
11	502125	82.8	124.2
12	495688	83.9	125.8
13	489250	85.0	127.4
14	482813	86.1	129.1
15	476375	87.3	130.9
16	469938	88.5	132.7
17	463500	89.7	134.5

L.V SIDE		
VOLTAGE (V)	CURRENT (A)	
	ONAN	ONAF1
11500	3614.7	5422.1

(Sumber: Manual Book Power Transformator blok 5 PT PJB Unit Pembangkitan Muara Tawar, PT PJB Unit Pembangkitan Muara Tawar, Bekasi: 2011)

Tabel 4.11. Tegangan dan Rasio Tegangan Tiap Tap Transformator

TAP	Rasio Tegangan (a)	Tegangan Tap (V)	
		Primer	Sekunder
1	1 : 49,26	11500	566500
2	1 : 48,70	11500	560063
3	1 : 48,14	11500	553625
4	1 : 47,58	11500	547188
5	1 : 47,02	11500	540750
6	1 : 46,46	11500	534313
7	1 : 45,90	11500	527875
8	1 : 45,34	11500	521438
9	1 : 44,78	11500	515000
10	1 : 44,22	11500	508563
11	1 : 43,66	11500	502125
12	1 : 43,10	11500	495688
13	1 : 42,54	11500	489250
14	1 : 41,98	11500	482813
15	1 : 41,42	11500	476375
16	1 : 40,86	11500	469938
17	1 : 40,30	11500	463500

(Sumber: Manual Book Power Transformator blok 5 PT PJB Unit Pembangkitan Muara Tawar, PT PJB Unit Pembangkitan Muara Tawar, Bekasi: 2011)

4.1.3.2. Data Pengukuran Tegangan dan Beban

Data keadaan tegangan dan beban adalah data pembebanan transformator tenaga GT selama 24 jam pada tanggal 5 Mei 2014 sampai 11 mei 2014.

1. Senin

Tabel 4.12. Data Pembebanan Transformator pada hari Senin, 5 Mei 2014

No.	Waktu	Tegangan Input (kV)	Beban		Tegangan Output (kV)	No. Tap
			MW	MVar		
1	01 : 00	11.23	65.38	17.42	501.08	8
2	02 : 00	11.23	65.38	15.49	502.79	8
3	03 : 00	11.23	65.38	9.91	505.54	8
4	04 : 00	11.23	65.38	9.63	506.44	8
5	05 : 00	11.23	71.91	11.71	505.63	8
6	06 : 00	11.23	71.89	9.53	506.45	8
7	07 : 00	11.22	65.48	18.07	508.27	7
8	08 : 00	11.22	72.28	41.76	499.61	6
9	09 : 00	11.23	72.56	38.54	484.65	9
10	10 : 00	11.22	73.21	45.63	475.32	10
11	11 : 00	11.21	73.21	44.61	461.08	12
12	12 : 00	11.22	73.21	33.76	474.28	10
13	13 : 00	11.23	72.96	46.72	485.2	8
14	14 : 00	11.23	72.94	38.07	465.01	12
15	15 : 00	11.23	72.94	35.85	466.02	12
16	16 : 00	11.23	72.94	26.37	465.17	13
17	17 : 00	11.23	72.68	18.33	470.34	13
18	18 : 00	11.23	72.64	25.92	464.6	13
19	19 : 00	11.23	72.36	21.02	469.51	13
20	20 : 00	11.23	72.37	19.22	469.81	13
21	21 : 00	11.22	72.34	33.32	468.56	12
22	22 : 00	11.22	72.13	42.24	462.74	12
23	23 : 00	11.23	72.09	33.32	468.37	12
24	24 : 00	11.25	72.12	14.50	478.18	12

Berdasarkan tabel data pengukuran di atas, pada pukul 01.00 WIB OLTC berada pada tap 8 dengan tegangan *output* sebesar 501,08 kV dan beban 17,42 MVar. Posisi tap ini dibiarkan tetap hingga pukul 06.00 WIB dimana pada pukul 02.00 hingga pukul 04.00 WIB beban turun, sedangkan tegangan output naik; pukul 05.00 WIB beban MVar naik, sedangkan tegangan output turun; pukul

06.00 beban MVar turun, sedangkan tegangan output naik. Pada pukul 07.00 WIB posisi tap diturunkan ke posisi tap 7. Dalam keadaan ini, tegangan output dan beban MVar sama-sama mengalami peningkatan. Pukul 08.00 WIB posisi tap diturunkan kembali dimana tegangan output turun dan beban MVar naik. Pukul 09.00 WIB posisi tap dinaikkan dimana beban dan tegangan output turun. Pukul 10.00 WIB posisi tap dinaikkan kembali, baik beban MVar naik dan tegangan output turun. Pukul 11.00 WIB posisi tap dinaikkan lagi, akibatnya beban MVar dan tegangan output kembali turun. Kemudian pada pukul 12.00 WIB posisi tap diturunkan. Terlihat bahwa beban MVar menurun dan tegangan *output* meningkat. Pukul 13.00 WIB posisi tap diturunkan akibatnya baik tegangan output maupun beban MVar sama-sama mengalami peningkatan. Pada pukul 14.00 WIB posisi tap dinaikkan dan terlihat bahwa beban MVar dan tegangan output sama-sama mengalami penurunan. Pukul 15.00 WIB posisi tap tetap dimana tegangan output meningkat dan beban turun. Kemudian pada pukul 16.00 posisi tap dinaikkan dimana tegangan dan beban sama-sama turun. Posisi tap ini tetap hingga pukul 20.00 WIB. Kemudian pada pukul 21.00 WIB posisi tap diturunkan dimana tegangan output turun dan beban MVar naik. Posisi tap tetap hingga pukul 24.00 WIB.

2. Selasa

Tabel 4.13. Data Pembebanan Transformator pada hari Selasa, 6 Mei 2014

No.	Waktu	Tegangan Input (kV)	Beban		Tegangan Output (kV)	No. Tap
			MW	MVar		
1	01 : 00	11.23	72.12	46.41	484.28	8
2	02 : 00	11.23	71.86	37.09	489.37	8
3	03 : 00	11.23	71.61	29.89	494.05	8
4	04 : 00	11.23	65.31	30.74	493.68	8
5	05 : 00	11.23	72.01	31.38	494.38	8
6	06 : 00	11.23	72.04	34.34	490.64	8
7	07 : 00	11.23	72.08	44.07	502.82	5
8	08 : 00	11.23	72.58	43.00	492.57	7
9	09 : 00	11.23	72.84	47.00	480.16	9
10	10 : 00	11.23	73.10	39.92	470.04	11
11	11 : 00	11.23	73.10	42.13	468.74	11
12	12 : 00	11.21	73.10	33.84	480.88	9
13	13 : 00	11.22	73.10	45.91	485.54	8
14	14 : 00	11.21	73.10	42.65	467.72	11
15	15 : 00	11.23	73.10	32.82	468.17	12
16	16 : 00	11.23	73.08	28.86	470.06	12
17	17 : 00	11.23	72.84	20.05	474.98	12
18	18 : 00	11.23	72.58	25.37	471.5	12
19	19 : 00	11.23	72.34	32.03	480.44	10
20	20 : 00	11.23	72.60	28.67	482.5	10
21	21 : 00	11.22	72.55	35.27	483.73	9
22	22 : 00	11.22	72.56	36.11	478.61	10
23	23 : 00	11.22	72.55	33.71	479.75	10
24	24 : 00	11.22	71.79	20.46	486.86	10

Berdasarkan tabel data pengukuran di atas, pada pukul 01.00 WIB OLTC berada pada tap 8 dengan tegangan *output* sebesar 484.28 kV dan beban 46,41 MVar. Posisi tap ini dibiarkan tetap hingga pukul 06.00 WIB dimana pada pukul 02.00 dan pukul 03.00 WIB beban turun, sedangkan tegangan *output* naik; pukul 04.00 WIB tegangan *output* naik, sedangkan beban MVar turun; pukul 05.00 WIB beban MVar dan tegangan *output* naik; pukul 06.00 beban MVar naik, sedangkan tegangan *output* turun. Pada pukul 07.00 WIB posisi tap diturunkan ke posisi tap 5. Dalam keadaan ini, tegangan *output* dan beban MVar sama-sama mengalami

peningkatan. Pukul 08.00 WIB posisi tap dinaikkan dimana tegangan output dan beban MVar turun. Pukul 09.00 WIB posisi tap dinaikkan dimana beban naik dan tegangan output turun. Pukul 10.00 WIB posisi tap dinaikkan kembali, beban MVar dan tegangan output turun. Pukul 11.00 WIB posisi tap tetap dimana beban MVar naik dan tegangan output turun. Kemudian pada pukul 12.00 dan 13.00 WIB posisi tap turun, dimana beban MVar turun dan tegangan output naik. Pada pukul 14.00 WIB posisi tap dinaikkan dan terlihat bahwa beban MVar dan tegangan output sama-sama mengalami penurunan. Pukul 15.00 WIB dinaikkan dan terlihat bahwa beban turun dan tegangan naik. Pukul 16.00 hingga 18.00 WIB posisi tap tetap Pukul 19.00 WIB posisi tap diturunkan dan terlihat bahwa beban meningkat dan tegangan juga meningkat. Pada pukul 20.00 WIB posisi tap tetap tetapi beban turun, sedangkan tegangan output meningkat. Kemudian pada pukul 21.00 WIB posisi tap diturunkan dimana tegangan output dan beban MVar naik. Pukul 22.00 WIB posisi tap dinaikkan dan dijaga tetap hingga pukul 24.00 WIB.

3. Rabu

Tabel 4.14. Data Pembebanan Transformator pada hari Rabu, 7 Mei 2014

No.	Waktu	Tegangan Input (kV)	Beban		Tegangan Output (kV)	No. Tap
			MW	MVar		
1	01 : 00	11.23	72.04	18.71	489.88	10
2	02 : 00	11.21	72.04	37.15	493.99	7
3	03 : 00	11.22	64.69	34.84	498.05	7
4	04 : 00	11.22	64.69	33.65	497.59	7
5	05 : 00	11.23	65.58	33.34	492.27	8
6	06 : 00	11.23	65.58	21.21	492.54	9
7	07 : 00	11.23	72.42	45.91	507.73	4
8	08 : 00	11.23	72.68	44.20	503.61	5
9	09 : 00	11.21	72.93	45.30	486.58	8
10	10 : 00	11.23	73.20	33.02	478.13	11
11	11 : 00	11.23	73.20	40.97	474.34	11
12	12 : 00	11.21	73.20	34.75	472.25	9
13	13 : 00	11.21	72.93	43.58	470.24	8
14	14 : 00	11.23	72.93	46.47	471.65	10
15	15 : 00	11.23	72.93	38.83	481.82	11
16	16 : 00	11.23	72.88	37.24	492.01	11
17	17 : 00	11.23	72.90	33.64	489.82	11
18	18 : 00	11.23	73.16	36.60	473.25	11
19	19 : 00	11.23	72.67	44.29	472.14	11
20	20 : 00	11.23	72.15	29.63	471.79	12
21	21 : 00	11.23	71.92	29.08	470.56	12
22	22 : 00	11.22	72.21	43.00	471.41	9
23	23 : 00	11.23	71.96	26.50	473.71	10
24	24 : 00	11.23	65.08	17.61	471.27	10

Berdasarkan tabel data pengukuran di atas, pada pukul 01.00 WIB OLTC berada pada tap 10 dengan tegangan *output* sebesar 489,88 kV dan beban 18,71 MVar. Kemudian pada pukul 02.00 WIB posisi tap ini diturunkan sehingga beban dan tegangan *output* meningkat. Posisi tap ini selanjutnya tetap hingga pukul 04.00 WIB dimana pada pukul 03.00 WIB beban turun dan tegangan *output* naik, sedangkan pukul 04.00 WIB beban dan tegangan *output* turun. Kemudian pada pukul 05.00 WIB posisi tap dinaikkan sehingga beban dan tegangan *output* turun. Pukul 06.00 WIB posisi tap dinaikkan kembali sehingga beban turun dan tegangan

output naik. Selanjutnya pada pukul 07.00 WIB posisi tap diturunkan sehingga beban dan tegangan output meningkat. Pukul 08.00 WIB posisi tap dinaikkan sehingga beban dan tegangan output turun. Kemudian pada pukul 09.00 WIB posisi tap dinaikkan kembali sehingga beban naik dan tegangan output turun. Pukul 10.00 WIB posisi tap dinaikkan kembali sehingga beban dan tegangan output turun. Selanjutnya pada pukul 11.00 WIB posisi tap masih tetap dari sebelumnya, tetapi beban naik dan tegangan output turun. Pukul 12.00 WIB posisi tap diturunkan sehingga beban dan tegangan output turun. Pukul 13.00 WIB posisi tap diturunkan sehingga beban naik dan tegangan output turun. Kemudian pukul 14.00 WIB posisi tap dinaikkan sehingga beban dan tegangan output turun. Pada pukul 15.00 WIB hingga pukul 19.00 WIB posisi tap OLTC tetap. Kemudian berubah naik pada pukul 20.00 WIB. Pukul 21.00 WIB posisi tap tetap, tetapi beban dan tegangan turun dari sebelumnya. Pukul 22.00 WIB posisi tap diturunkan sehingga beban dan tegangan output naik. Kemudian pada pukul 23.00 WIB posisi tap dinaikkan sehingga beban turun dan tegangan output naik. Pukul 24.00 WIB posisi tap tetap, tetapi beban dan tegangan output turun.

4. Kamis

Tabel 4.15. Data Pembebanan Transformator pada hari Kamis, 8 Mei 2014

No.	Waktu	Tegangan Input (kV)	Beban		Tegangan Output (kV)	No. Tap
			MW	MVar		
1	01 : 00	11.23	65.20	35.47	489.49	8
2	02 : 00	11.23	65.46	31.11	493.12	8
3	03 : 00	11.23	65.46	21.78	498.88	8
4	04 : 00	11.23	65.46	20.97	499.93	8
5	05 : 00	11.22	65.47	32.97	498.84	7
6	06 : 00	11.22	65.72	38.60	498.79	6
7	07 : 00	11.22	72.90	43.99	508.02	4
8	08 : 00	11.23	72.44	34.67	504.94	6
9	09 : 00	11.23	72.69	46.06	490.39	7
10	10 : 00	11.23	73.20	44.99	485.26	8
11	11 : 00	11.24	73.20	47.29	478.03	9
12	12 : 00	11.21	73.21	32.48	489.33	8
13	13 : 00	11.24	72.96	52.11	494.29	6
14	14 : 00	11.23	72.69	46.50	478.3	9
15	15 : 00	11.23	72.94	44.16	479.41	9
16	16 : 00	11.23	72.94	35.99	478.01	10
17	17 : 00	11.23	72.94	32.30	479.68	10
18	18 : 00	11.23	73.21	37.75	476.34	10
19	19 : 00	11.23	73.20	38.38	476.53	10
20	20 : 00	11.23	73.27	37.33	477.15	10
21	21 : 00	11.23	72.75	41.73	474.77	10
22	22 : 00	11.23	72.75	31.26	480.32	10
23	23 : 00	11.23	71.98	28.21	489.49	10
24	24 : 00	11.23	65.31	14.75	493.12	10

Berdasarkan tabel data pengukuran di atas, pada pukul 01.00 WIB OLTC berada pada tap 8 dengan tegangan *output* sebesar 489,49 kV dan beban 35,47 MVar. Posisi tap ini tetap hingga pukul 04.00 WIB. Kemudian pada pukul 05.00 WIB posisi tap diturunkan sehingga beban dan tegangan output naik. Pukul 06.00 WIB posisi tap diturunkan kembali sehingga beban naik dan tegangan output turun. Selanjutnya pada pukul 07.00 WIB posisi tap diturunkan sehingga beban dan tegangan output meningkat. Pukul 08.00 WIB posisi tap dinaikkan sehingga beban dan tegangan output turun. Kemudian pada pukul 09.00 WIB posisi tap

dinaikkan kembali sehingga beban naik dan tegangan output turun. Pukul 10.00 WIB posisi tap dinaikkan kembali sehingga beban dan tegangan output turun. Selanjutnya pada pukul 11.00 WIB posisi tap masih dinaikkan kembali sehingga beban naik dan tegangan output turun. Pukul 12.00 WIB posisi tap diturunkan sehingga beban turun dan tegangan output naik. Pukul 13.00 WIB posisi tap diturunkan sehingga beban dan tegangan output naik. Kemudian pukul 14.00 WIB posisi tap dinaikkan sehingga beban dan tegangan output turun. pada pukul 15.00 WIB posisi tap OLTC tetap dimana beban turun dan tegangan output naik. Kemudian posisi tap berubah naik pada pukul 16.00 WIB sehingga beban dan tegangan output turun. Posisi tap tetap hingga pukul 24.00 WIB.

5. Jumat

Tabel 4.16. Data Pembebanan Transformator pada hari Jumat, 9 Mei 2014

No.	Waktu	Tegangan Input (kV)	Beban		Tegangan Output (kV)	No. Tap
			MW	MVar		
1	01 : 00	11.23	65.58	7.31	495.95	10
2	02 : 00	11.22	72.04	9.84	500.79	9
3	03 : 00	11.22	71.79	5.07	502.12	9
4	04 : 00	11.22	71.79	30.00	506.46	6
5	05 : 00	11.22	71.79	24.94	503.89	6
6	06 : 00	11.22	71.79	33.78	501.46	6
7	07 : 00	11.22	65.52	39.57	503.55	6
8	08 : 00	11.22	72.18	34.88	495.7	7
9	09 : 00	11.22	72.81	38.54	489.84	7
10	10 : 00	11.23	73.18	48.20	479.15	9
11	11 : 00	11.23	73.16	45.39	472.27	10
12	12 : 00	11.21	72.92	44.89	505.93	5
13	13 : 00	11.23	72.67	38.59	491.13	7
14	14 : 00	11.23	72.92	58.63	461.76	7
15	15 : 00	11.23	72.92	44.61	467.33	9
16	16 : 00	11.22	72.81	35.54	475.68	10
17	17 : 00	11.22	72.84	36.73	490.28	5
18	18 : 00	11.22	72.58	35.63	490.03	7
19	19 : 00	11.22	72.87	34.82	492.55	12
20	20 : 00	11.22	72.57	32.37	492.47	12
21	21 : 00	11.22	72.32	32.91	493.99	10
22	22 : 00	11.22	72.32	30.79	491.47	8
23	23 : 00	11.22	65.56	33.96	488.86	8
24	24 : 00	11.22	65.56	37.62	491.29	8

Berdasarkan tabel data pengukuran di atas, pada pukul 01.00 WIB OLTC berada pada posisi tap 10 dengan tegangan output 495,95 kV dan beban 7,31 MVar. Kemudian pada pukul 02.00 WIB posisi tap berubah naik sehingga tegangan dan beban meningkat. Pukul 03.00 WIB posisi tap tetap, tetapi beban turun dan tegangan output naik. Kemudian pada pukul 04.00 WIB posisi tap diturunkan sehingga beban dan tegangan output naik. Posisi tap tetap hingga pukul 07.00 WIB. Selanjutnya pada pukul 08.00 WIB posisi tap dinaikkan dimana tegangan output turun dan beban MVar turun. Kemudian pada pukul 09.00 WIB

posisi tap tetap dimana beban naik dan tegangan output turun. selanjutnya pada pukul 10.00 WIB posisi tap dinaikkan sehingga tegangan output mengalami penurunan, sedangkan beban MVar mengalami peningkatan. Pada pukul 11.00 WIB posisi tap dinaikkan kembali dimana beban MVar dan tegangan output mengalami turun. Pukul 12.00 WIB posisi tap diturunkan dimana beban MVar mengalami penurunan dan tegangan output mengalami peningkatan. Kemudian pada pukul 13.00 WIB posisi tap dinaikkan sehingga beban dan tegangan output turun. Pukul 14.00 WIB posisi tap tetap dimana beban MVar naik dan tegangan output turun. Pukul 15.00 WIB posisi tap dinaikkan sehingga tegangan output meningkat dan beban MVar mengalami penurunan. Pukul 16.00 WIB posisi tap dinaikkan ke posisi tap 10 dimana tegangan output naik dan beban MVar mengalami penurunan. Pukul 17.00 WIB posisi tap diturunkan sehingga tegangan output dan beban naik. Selanjutnya pukul 18.00 WIB posisi tap dinaikkan sehingga beban dan tegangan output turun. pukul 19.00 WIB posisi tap dinaikkan sehingga beban turun dan tegangan output naik. Kemudian pada pukul 20.00 WIB posisi tap tetap dimana beban dan tegangan output turun. Pukul 21.00 WIB posisi tap diturunkan sehingga beban dan tegangan output naik. Kemudian posisi tap diturunkan pada pukul 22.00 WIB dan tidak berubah hingga pukul 24.00 WIB posisi tap dibiarkan sama.

6. Sabtu

Tabel 4.17. Data Pembebanan Transformator pada hari Sabtu, 10 Mei 2014

No.	Waktu	Tegangan Input (kV)	Beban		Tegangan Output (kV)	No. Tap
			MW	MVar		
1	01 : 00	11.22	65.56	27.22	493.96	8
2	02 : 00	11.22	65.56	23.71	496.66	8
3	03 : 00	11.22	72.36	19.93	499.64	8
4	04 : 00	11.23	64.80	19.45	500.56	8
5	05 : 00	11.22	71.88	21.68	499.21	8
6	06 : 00	11.25	65.36	23.68	498.34	8
7	07 : 00	11.25	65.56	14.97	503.44	8
8	08 : 00	11.23	72.39	45.53	497.66	6
9	09 : 00	11.25	65.12	45.56	490.25	7
10	10 : 00	11.23	65.65	35.22	485.12	9
11	11 : 00	11.23	65.65	39.79	482.64	9
12	12 : 00	11.23	65.90	26.08	488.93	9
13	13 : 00	11.23	73.11	25.02	492.45	9
14	14 : 00	11.24	73.05	35.17	490.36	8
15	15 : 00	11.24	65.66	34.02	490.73	8
16	16 : 00	11.24	65.91	30.00	493.62	8
17	17 : 00	11.24	65.67	30.55	494.39	8
18	18 : 00	11.23	72.99	42.44	486.83	8
19	19 : 00	11.23	73.00	33.64	491.52	8
20	20 : 00	11.23	73.04	31.62	493.04	8
21	21 : 00	11.23	72.79	29.50	494.15	8
22	22 : 00	11.23	72.54	24.88	497.29	8
23	23 : 00	11.23	65.49	26.55	497.14	8
24	24 : 00	11.23	65.65	14.88	503.05	8

Berdasarkan tabel data pengukuran di atas, pada pukul 01.00 WIB hingga pukul 07.00 WIB OLTC berada pada posisi tap sama yaitu tap 8 dimana pada pukul 01.00 beban 27,22 MVar dan tegangan output 493,96 kV; pukul 02.00 dan 03.00 WIB beban dan tegangan turun. Pukul 04.00 WIB beban MVar turun dan tegangan naik; pukul 05.00 dan 06.00 WIB beban naik dan tegangan turun; pukul 07.00 WIB beban turun dan tegangan naik. Pukul 08.00 posisi tap diturunkan dan terlihat bahwa beban naik dan tegangan output turun. pukul 09.00 WIB posisi tap dinaikkan dimana beban naik, tetapi tegangan output turun. pukul

10.00 WIB posisi tap dinaikkan dan dijaga tetap hingga 13.00 WIB. Pada pukul 14.00 WIB diturunkan kembali dan dibiarkan tetap hingga pukul 24.00 WIB.

7. Minggu

Tabel 4.18. Data Pembebanan Transformator pada hari Minggu, 11 Mei 2014

No.	Waktu	Tegangan Input (kV)	Beban		Tegangan Output (kV)	No. Tap
			MW	MVar		
1	01 : 00	11.23	65.76	15.96	502.21	8
2	02 : 00	11.23	66.01	11.10	504.51	8
3	03 : 00	11.23	65.76	4.05	509.48	8
4	04 : 00	11.23	65.78	8.03	507.38	8
5	05 : 00	11.23	72.55	8.99	506.35	8
6	06 : 00	11.23	72.57	6.99	506.97	8
7	07 : 00	11.23	65.59	10.07	508.49	8
8	08 : 00	11.23	65.83	14.61	506.53	8
9	09 : 00	11.23	72.85	4.54	503.81	8
10	10 : 00	11.23	72.08	16.69	502.24	8
11	11 : 00	11.23	72.32	17.54	501.73	8
12	12 : 00	11.23	72.81	15.56	503.21	8
13	13 : 00	11.23	73.06	18.53	502.12	8
14	14 : 00	11.23	73.32	21.21	499.53	8
15	15 : 00	11.23	73.08	20.95	499.71	8
16	16 : 00	11.23	65.72	20.63	499.46	8
17	17 : 00	11.23	65.72	18.64	501.71	8
18	18 : 00	11.23	73.20	27.47	500.9	7
19	19 : 00	11.23	65.76	27.75	501.69	7
20	20 : 00	11.22	73.02	27.60	501.57	7
21	21 : 00	11.25	67.80	31.88	499.64	7
22	22 : 00	11.24	65.74	26.99	501.01	7
23	23 : 00	11.24	65.52	29.12	502.61	7
24	24 : 00	11.24	65.76	31.14	499.8	7

Berdasarkan tabel data pengukuran di atas, pada pukul 01.00 WIB hingga pukul 17.00 WIB OLTC berada pada posisi tap sama yaitu tap 8 dimana pada pukul 01.00 beban 15,96 MVar dan tegangan output 502,21 kV. Pukul 02.00 dan 03.00 WIB beban turun dan tegangan naik. Pukul 04.00 beban naik dan tegangan turun. Pukul 05.00 WIB beban naik dan tegangan turun. Pukul 06.00 WIB beban turun dan tegangan naik. Pukul 07.00 WIB beban dan tegangan naik.

Pukul 08.00 tegangan turun dan beban naik. Pukul 09.00 WIB beban dan tegangan turun. pukul 10.00 dan 11.00 WIB beban naik dan tegangan turun. Pukul 12.00 WIB beban turun dan tegangan meningkat. Pukul 13.00 dan 14.00 WIB beban naik dan tegangan turun. pukul 15.00 tegangan naik dan beban turun. Pukul 16.00 WIB beban dan tegangan turun. Pukul 17.00 WIB posisi tap masih tetap dimana tegangan output naik dan beban MVar turun. Pukul 18.00 WIB posisi tap diturunkan dan dibiarkan tetap hingga pukul 24.00 WIB.

4.2. Analisa Data Pengukuran Tegangan dan Beban Transformator Blok 5

1. Analisa berdasarkan jangkauan perubahan

Tabel 4.19. Spesifikasi antara transformator GT dan transformator ST

Spesifikasi	Transformator GT	Transformator ST
Tegangan	15/500 kV	11,5/500 kV
Kapasitas	217 MVA	102 MVA
Pendingin	ONAN/ONAF	ONAN/ONAF
Jenis tap changer	tipe RIII1200Y	tipe RIII1200Y
Tap minimum	463 kV	463 kV
Tap maksimum	566 kV	566 kV
Pengoperasian	Manual melalui remote di MCR	Manual melalui remote di MCR
Jangkauan perubahan	$\pm 1,25\%$ dari tegangan nominal	$\pm 1,25\%$ dari tegangan nominal

Berdasarkan tabel 4.19. di atas dapat diketahui bahwa kapasitas tegangan pada transformator GT lebih tinggi dibanding kapasitas tegangan pada transformator ST, tetapi kedua transformator memiliki jangkauan perubahan yang sama yaitu $\pm 1,25\%$ perubahan tegangan jaringan dari tegangan nominal (500 kV) artinya setiap perubahan posisi tap, maka akan terjadi perubahan pada tegangan sisi primer sebesar $1,25\% \times 500000 \text{ Volt} = 6250 \text{ Volt}$.

Jangkauan perubahan sisi primer adalah 6250 Volt jika terjadi perubahan satu tap pada sisi primer, maka :

1) Transformator GT

Perubahan posisi tap referensi dengan tegangan tap sisi primer 15000 Volt dan tegangan tap sisi sekunder 489250 Volt atau rasio 1 : 32,18, maka berdasarkan persamaan 1) dapat ditentukan:

- ✓ Jika tegangan sisi sekunder berubah menjadi 566500 Volt, maka tegangan sisi primer seharusnya $566500/32,18 = 17604$ Volt. Agar tegangan primer disesuaikan kembali menjadi 15000 Volt, maka perbandingan transformator (a) harus dinaikkan yang artinya menambah jumlah belitan pada sisi sekunder yaitu dengan menurunkan posisi tap.
- ✓ Jika tegangan sisi sekunder berubah menjadi 463500 Volt, maka tegangan sisi primer seharusnya $463500/32,18 = 14403$ Volt. Agar tegangan primer disesuaikan kembali menjadi 15000 Volt, maka perbandingan transformator (a) harus diturunkan yang artinya mengurangi jumlah belitan pada sisi sekunder yaitu dengan menaikkan posisi tap.

2) Transformator ST

Perubahan posisi tap referensi dengan tegangan tap sisi primer 15000 Volt dan tegangan tap sisi sekunder 489250 Volt atau rasio 1 : 42,54, maka berdasarkan persamaan 1) dapat ditentukan:

- ✓ Jika tegangan sisi sekunder berubah menjadi 566500 Volt, maka tegangan sisi primer seharusnya $566500/42,54 = 13316$ Volt. Agar tegangan primer disesuaikan kembali menjadi 11500 Volt, maka perbandingan

transformator (a) harus dinaikkan yang artinya menambah jumlah belitan pada sisi sekunder yaitu dengan menurunkan posisi tap.

- ✓ Jika tegangan sisi sekunder berubah menjadi 463500 Volt, maka tegangan sisi primer seharusnya $463500/42,54 = 10895$ Volt. Agar tegangan primer disesuaikan kembali menjadi 11500 Volt, maka perbandingan transformator (a) harus diturunkan yang artinya mengurangi jumlah belitan pada sisi sekunder yaitu dengan menaikkan posisi tap.

2. Analisa Data Pengukuran Tegangan dan Posisi Tap

Tabel 4.20. Data Pengukuran Tegangan dan Posisi Tap

Waktu	Transformator GT				Transformator ST			
	Tap	Vout	Tap	Vout	Tap	Vout	Tap	Vout
Senin	6	505.21	12	458.58	6	508.27	13	461.08
Selasa	5	500.22	11	465.2	5	502.82	12	467.72
Rabu	5	505.19	12	465.43	4	507.73	12	470.24
Kamis	4	505.35	10	472.32	4	508.02	10	474.77
Jumat	5	503.46	13	459.09	6	506.46	12	461.76
Sabtu	6	500.74	9	479.52	6	503.44	9	482.64
Minggu	7	506.48	8	496.75	7	509.48	8	499.53

Berdasarkan tabel 4.20. di atas terlihat bahwa pada posisi tap terendah ternyata tegangan output justru merupakan tegangan output tertinggi, sedangkan pada posisi tap tertinggi ternyata tegangan output justru merupakan tegangan output terendah. Dengan kata lain dapat dikatakan bahwa tegangan output berbanding terbalik dengan perubahan posisi tap.

3. Analisa Data Pengukuran Beban MVar dan Posisi Tap

Tabel 4.21. Data Pengukuran Beban MVar dan Posisi Tap

Waktu	Transformator GT				Transformator ST			
	Tap	MVar	Tap	MVar	Tap	MVar	Tap	MVar
Senin	6	5.47	12	83.62	6	9.53	13	46.72
Selasa	5	59.58	11	87.62	5	20.05	12	45.91
Rabu	5	55.17	12	82.13	4	17.61	12	46.47
Kamis	4	32.68	10	93.69	4	14.75	10	47.29
Jumat	5	17.84	13	86.25	6	5.07	12	58.63
Sabtu	6	31.45	9	77.06	6	14.88	9	45.56
Minggu	7	19.28	8	64.83	7	4.05	8	31.88

Berdasarkan tabel 4.21. di atas terlihat bahwa pada posisi tap terendah ternyata memiliki beban MVar terendah pula, sedangkan posisi tap tertinggi memiliki beban MVar tertinggi. Atau dengan kata lain dapat dikatakan bahwa posisi tap berbanding lurus dengan beban MVar.

4. Analisa Data Pengukuran Tegangan Output dan Beban MVar

Tabel 4.22. Data Pengukuran tegangan Output dan Beban MVar

Waktu	Transformator GT				Transformator ST			
	V _{out}	MVar	V _{out}	MVar	V _{out}	MVar	V _{out}	MVar
Senin	505.21	5.47	458.58	83.62	508.27	9.53	461.08	46.72
Selasa	500.22	59.58	465.2	87.62	502.82	20.05	467.72	45.91
Rabu	505.19	55.17	465.43	82.13	507.73	17.61	470.24	46.47
Kamis	505.35	32.68	472.32	93.69	508.02	14.75	474.77	47.29
Jumat	503.46	17.84	459.09	86.25	506.46	5.07	461.76	58.63
Sabtu	500.74	31.45	479.52	77.06	503.44	14.88	482.64	45.56
Minggu	506.48	19.28	496.75	64.83	509.48	4.05	499.53	31.88

Berdasarkan tabel 4.22. di atas terlihat bahwa pada tegangan output terendah ternyata beban MVar justru merupakan beban MVar tertinggi, sedangkan pada tegangan output tertinggi ternyata beban MVar justru merupakan beban

MVar terendah. Dengan kata lain dapat dikatakan bahwa tegangan output berbanding terbalik dengan perubahan beban MVar.

4.3. Pembahasan

Penelitian analisis kerja OLTC pada main transformator GT dan main transformator ST di Blok 5 PT PJB Unit Pembangkitan Muara Tawar dilakukan dengan pengamatan selama tujuh hari masing-masing 24 jam dengan pencatatan waktu satu jam untuk setiap perpindahan posisi tap. Hal ini bertujuan untuk memperoleh nilai yang akurat.

Dari hasil penelitian diperoleh bahwa OLTC pada blok 5 sistem pengoperasiannya didesain dengan kontrol manual melalui remote yang dikendalikan oleh operator yang ditempatkan pada MCR (*Master Control Room*). OLTC akan bekerja saat mendeteksi perubahan tegangan jaringan, tetapi OLTC pada blok 5 ini khusus untuk menaikkan beban MVar. OLTC akan berusaha mempertahankan tegangan jaringan agar tetap konstan atau tetap pada kondisi nominal (dalam hal ini tegangan jaringan 500 kV) yaitu dengan menaikkan dan menurunkan posisi tap seketika. Posisi tap akan dinaikkan guna menurunkan beban MVar sehingga tegangan output akan turun. Langkah ini dilakukan apabila tegangan output telah melebihi tegangan nominal. Posisi tap akan diturunkan guna menaikkan beban Mvar sehingga tegangan turun. langkah ini dilakukan apabila tegangan output mengalami *drop voltage*. Dengan kata lain dapat dikatakan bahwa perubahan posisi tap berbanding lurus dengan perubahan tegangan output dan berbanding terbalik dengan beban MVar.