

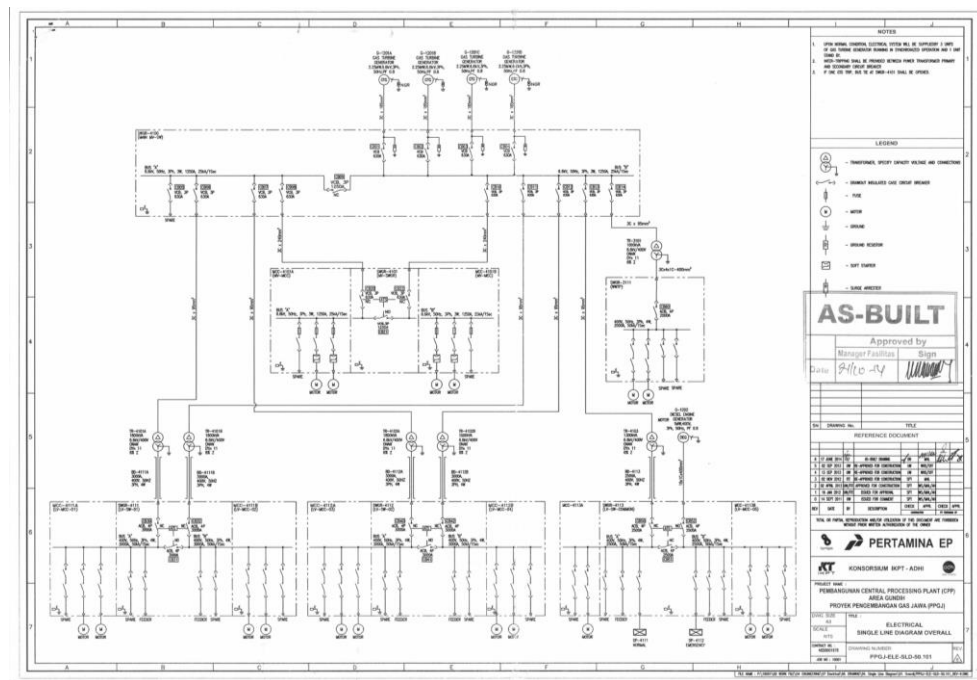
BAB IV

HASIL PERANCANGAN DAN PEMBAHASAN

A. Data dan Spesifikasi Peralatan

1. *Single Line Diagram* CPP Gundih

Central Processing Plant Gundih (CPP Gundih) atau Proyek Pengembangan Gas Jawa (PPGJ) merupakan salah satu perusahaan milik PT Pertamina EP yang bekerja dalam industri pengolahan gas alam Blok Gundih yang berasal dari struktur Kedungtuban, Randublatung dan Kedunglusi di Blora, Jawa Tengah. Berikut *single line diagram* Kelistrikan CPP Gundih.



Gambar 6. *Single Line Diagram* CPP Gundih

2. Gas Turbin Generator

Plant CPP Gundih memiliki 4 unit pembangkit tenaga listrik (Generator) yang di gerakan oleh gas turbin. Ke empat pembangkit tersebut terhubung secara pararell yang masing masing memiliki kapasitas yang sama yaitu 2.25 MW sehingga total daya terpasang sebesar 9 MW. Tenaga listrik yang di bangkitkan digunakan untuk kebutuhan unit-unit proses dan utilities dalam kilang dan gedung-gedung perkantoran.



Gambar 7. Gas Turbin Generator

Tabel 25. Instrumen spesifikasi GTG CPP Gundih

Type	TC30A
Rated Output	237 A
Output Voltage	2250 kW
Frequency	50 Hz
Curent	6.6 kV
Phase	3 Ø
Gas Turbine	MIT-13A
Generator	NTAKL-DCK

3. Gas Turbine (GT-1201 A/B/C/D)

Gas Turbin yang digunakan di CPP Gundih adalah KAWASAKI GPB30. Turbin Jenis ini dapat dioperasikan menggunakan *dual fuel*, yaitu *fuel* gas dan *fuel* diesel. *Fuel* diesel digunakan pada saat *start up* pertama dan pada saat terjadi *emergency* ketika pasokan gas tidak ada, sedangkan *fuel* gas digunakan pada saat normal operasi.



Gambar 8. Turbin Gas Kawasaki GPB30

Tabel 26. Instrumen spesifikasi Turbin Gas GPB30

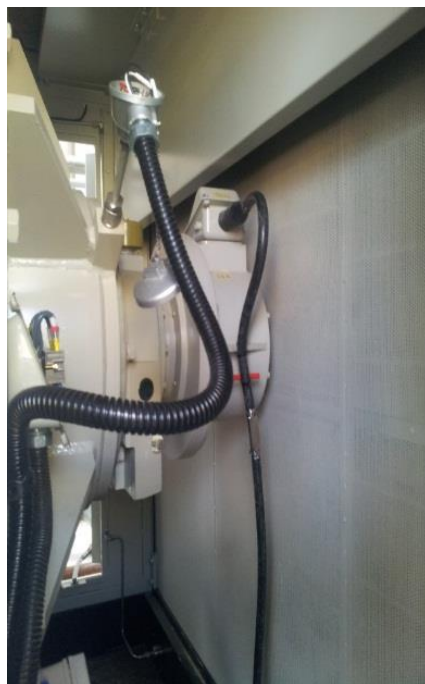
<i>Model</i>	KAWASAKI MIT-13A
<i>Type</i>	<i>Simple open cycle, single shaft type, twin engine, 2 stage centrifugal compressor, single can type combustors, 3 stage axial turbine.</i>
<i>Revolution Speed</i>	Approx. 22.000 rpm
<i>Fuel</i>	<i>Dual type fuel (natural Gas or diesel oil)</i>
<i>Nox Reduction Method</i>	<i>None</i>
<i>Starting Method</i>	<i>Pneumatic start by air turbine</i>
<i>Ignition Method</i>	<i>Electric spark igniter</i>
<i>Bearing</i>	<i>Sliding</i>
<i>Lubrication</i>	<i>Forced Lubrication</i>
<i>Application</i>	<i>Constant speed operation for AC generator drive</i>
<i>Weight</i>	<i>About 1.3ton</i>

4. Generator (G-1201 A/B/C/D)

Generator yang digunakan di CPP Gundi adalah jenis generator sinkron dari NISHISIBA, dengan kapasitas tiap-tiap generator sebesar 2.25 MW, Tegangan *Output* 6.6 kV, Ampere 237 A, Frequency 50 Hz, dan Putaran 1500 rpm. Dalam normal operasi generator yang beroperasi ada 3 unit, sedangkan 1 unit *standby*.



(a)



(b)

Gambar 9. (a) *Output Generator*, (b) *Permanent Magnet Generator (PMG)*

Tabel 27. Instrumen spesifikasi Generator (G-1201 A/B/C/D)

<i>Type</i>	NTAKL
<i>Phase</i>	3 Ø
<i>Poles</i>	3
<i>Volt</i>	6600 V
<i>PF</i>	0.8
<i>Rating</i>	<i>Continue</i>
<i>Coolant Temp</i>	30°C
<i>Thermal Class</i>	155 (F)
<i>Brushless Exciter</i>	23 kVA
<i>Protection</i>	IP22S
<i>Form</i>	DCK
<i>Output</i>	2813 kVA
<i>Amp.S</i>	237 A
<i>Speed</i>	1500 rpm
<i>Freq</i>	50 Hz
<i>Excitation volt</i>	95 V
<i>Field amps.s</i>	33 A
<i>Arm Connection</i>	Y
<i>Volt</i>	33 V
<i>Amp.s</i>	332 A
<i>Cooling</i>	IC 01
<i>Mass</i>	7530 Kg

5. Trasformator

Ada 6 Unit transformator di CPP Gundih dengan 3 kapasitas yang berbeda. Jenis transformator yang digunakan adalah transformator *Step Down*, dari 6.6 KV menjadi 0.4 KV. Ke enam transformator tersebut adalah: Transformator TR 4101 A/B, Transformator TR 4102 A/B dan Transformator TR 4103.



Gambar 10. *Transformator* TR 4101 A



Gambar 11. *Transformator* TR-4101 B



Gambar 12. *Transformator* TR 4102 A



Gambar 13. *Tansformator* TR 4102 B

Tabel 28. Instrumen spesifikasi *Transformator* 4101 A/B dan 4102 A/B

<i>Manufactur</i>	Trafindo Prima Perkasa
<i>Phase</i>	3
<i>Frequency</i>	50 Hz
<i>Load Power</i>	1800 kVA
<i>Load Power ONAF</i>	2070 kVA
<i>Voltage</i>	6.600 Volt (HV) / 400 Volt (LV)
<i>Ampere</i>	157.46 A (HV) / 2598.08 A (LV)
<i>Impedance</i>	6.0 %
<i>Insulation Class</i>	A
<i>Bil (kV)</i>	LI 60 AC 20 / LI-AC 03 (HV)
<i>Serial No</i>	121308435
<i>Tag No</i>	TR-4101 A
<i>Year of Manufacture</i>	2012
<i>Standart</i>	IEC-60076
<i>Type of Cooling</i>	ONAN
<i>Vector Group</i>	Dyn-11
<i>Temp Rise Oil / Winding</i>	50 / 65 °C
<i>Transformator Oil</i>	1900 Liter
<i>Transformator Weight</i>	5920 Kg



Gambar 14. *Transformator* TR 4103

Tabel 29. Instrumen spesifikasi *Transformator* 4103

<i>Manufactur</i>	Trafindo Prima Perkasa
<i>Phase</i>	3
<i>Frequency</i>	50 Hz
<i>Load Power</i>	1300 kVA
<i>Load Power ONAF</i>	1495 kVA
<i>Voltage</i>	6.600 Volt (HV) / 400 Volt (LV)
<i>Ampere</i>	113.72 A (HV) / 1876.39 A (LV)
<i>Impedance</i>	6.0 %
<i>Insulation Class</i>	A
<i>Bil (kV)</i>	LI 60 AC 20 / LI-AC 03 (HV)
<i>Serial No</i>	121308439
<i>Tag No</i>	TR-4101 A
<i>Year of Manufacture</i>	2012
<i>Standart</i>	IEC-60076
<i>Type of Cooling</i>	ONAN
<i>Vector Group</i>	Dyn-11
<i>Temp Rise Oil / Winding</i>	50 / 65 °C
<i>Transformator Oil</i>	1430 Liter
<i>Transformator Weight</i>	4680 Kg

6. *Switchgear* / Panel Hubung Bagi

Switchgear / Panel Hubung Bagi dalam sistem Distribusi Tenaga Listrik di CPP Gundih ada 6 Unit yang mana dibagi menjadi 2 *switchgear*, yaitu *Medium Voltage Switchgear* dan *Low Voltage Switchgear*. Masing-masing *switchgear* dibagi lagi menjadi 2 yaitu *switchgear* A dan B, dimana *switchgear* A ini untuk beban-beban *non essential* dan *switchgear* B untuk beban *Essential*. Berikut daftar *switchgear* di CPP Gundih:

- a. *Main Switchgear* 6.6 KV - SWGR 4100 A/B
- b. *MV Switchgear* 6.6 KV – SWGR & MCC 4101 A/B
- c. *LV Switchgear* 0.4 KV – SWGR & MCC 4111 A/B
- d. *LV Switchgear* 0.4 KV – SWGR & MCC 4112 A/B
- e. *Emergency Switchgear* – SWGR & MCC 4113 A



Gambar 15. *Main SWGR 6.6 KV 4100 A/B*

Tabel 30. Instrumen spesifikasi *Main SWGR 4101 A/B*

<i>Capacity</i>	6.6 kV, 50 Hz, 3 Ph, 3 W, 1250 A, 25 kA/1 Sec
<i>Type</i>	<i>MC Set & Busbar Insulated</i>
<i>Main Coponent</i>	<i>Busbar, Vacuum Circuit Breaker (VCB), Fuse, Protection Device</i>



Gambar 16. *MV SWGR 6.6 KV & MCC 4101 A/B*

Tabel 31. Instrumen spesifikasi *MV SWGR 6.6 KV 4101 A/B*

<i>Capacity</i>	6.6 kV, 50 Hz, 3 Ph, 3 W, 1250 A, 25 kA/1 Sec
<i>Type</i>	<i>MC Set & Busbar Insulated</i>
<i>Main Coponent</i>	<i>Busbar, Vacuum Circuit Breaker (VCB), Fuse, Protection Device</i>

Switchgear SWGR 4100 A/B ini berisi MCC (*Motor Control Center*) yang digunakan untuk mengoperasikan motor-motor *medium voltage* dengan *control Soft Starter*. *Switchgear* & MCC 4101 dibagi menjadi 2, yaitu SWGR 4101 A dan B, dimana untuk SWGR 4101 B digunakan untuk menopang beban-beban *Essential*. Ada 15 Motor yang dioperasikan melalui *Switchgear* ini, diantaranya adalah:

Tabel 32. Instrumen *load MV* SWGR 6.6 KV & MCC 4101 A/B

No	Tag No	Description	Kw	Bus
1	KM-0403 A	Thermal Oxidizer Air Intake fan A	372	A
2	PM-0201 B	Solvent Charge Pump Motor B	335	A
3	PM-0201 C	Solvent Charge Pump Motor C	335	A
4	PM-0202 B	Solvent Booster Pump Motor B	250	A
5	KM-0401 B	Bioreactor Air Blower B	750	A
6	PM-1301 B	Hot Oil Transfer Pump Motor B	391,49	A
7	PM-1301 C	Hot Oil Transfer Pump Motor C	391,49	A
8	KM-2901 B	Chilling Water Main Motor B	415	A
9	KM-1901 C	Chilling Water Main Motor C	415	A
10	PM-0201 A	Solvent Charge Pump Motor A	335	B
11	PM-0202 A	Solvent Booster Pump Motor A	250	B
12	KM-0401 A	Bioreactor Air Blower A	750	B
13	PM-1301 A	Hot Oil Transfer Pump Motor A	391,49	B
14	KM-1901 A	Chilling Water Main Motor A	415	B
15	KM-0403 B	Thermal Oxidizer Air Intake fan B	372	B



Gambar 17. *LV* SWGR 0.4 KV & MCC 4111 A/B

Tabel 33. Instrumen spesifikasi LV SWGR SWGR 4111 A/B

<i>Capacity</i>	400 V, 50 Hz, 3 Ph, 3 W, 3000 A, 25 kA/1 Sec
<i>Type</i>	<i>Block Set & Busbar Insulated</i>
<i>Main Coponent</i>	<i>Busbar, Air Circuit Breaker (ACB), Motor Starter Unit, Static Feeder Unit, Protection Device</i>

Switchgear & MCC 4111 A/B adalah *switchgear low voltage* 400 Volt yang digunakan untuk mengoperasikan beban-beban LV yang ada di CPP Gundih. *Switchgear 4111* dibagi menjadi 2 yaitu Bus A dan Bus B, untuk Bus A mendapatkan *Supply power* dari *Transformator* TR-4101 A dan Bus B dari *Transformator* TR-4101 B. Bus B pada *switchgear* ini berisikan beban-beban Essential. Beban yang ditopang pada *switchgear* ini diantaranya LV *Soft Starter*, Motor VFD, Pompa, *Mixer*, Kompresor, *Blower*, *Fin Fan Cooler*, motor 1 phase dan *feeder* untuk panel *control*.

Tabel 34. Instrumen *load* LV SWGR 0.4 KV & MCC 4111 A

No	Tag No	Description	Kw
1	PM-0208 B	Wash Water Pump – B	3,70
2	PM-0305 B	Disulfide Oil Transfer Pump Motor – B	1,10
3	PM-0307 B	Caustic Injection Pump Motor – B	1,10
4	PM-0406 B	Caustic Dosing Pump Motor – B	2,20
5	PEM-0403-3	Decanter Centrifuge-Sludge Scraper Motor	0,75
6	YM-0502	Teg Dehydration Unit Mixer Motor - B	3,50
7	PM-3303	Buffer Zone Pump	1,30
8	PM-0411 B	Measuring Loop Pump - B	0,75
9	PM-1101 B	Diesel Fuel Distribution Pump Motor - B	7,50
10	PM-0101 B	Pre-Wash Circulation Pump Motor - B	5,50
11	PM-0204 B	Solvent Transfer Pump Motor - B	7,50
12	PM-0308 B	Water Injection Pump Motor - B	1,50
13	EM-0404	Filtrate Tank Mixer	0,75
14	PM-0502	Glycol Sump Pump Motor	3,70
15	PM-1801 B	Demin Motor Distribution Pump Motor - B	3,70
16	PM-0405 B	Filtrate Pump Motor - B	2,20
17	PM-0402 C	Lean Solution Circulation Pump Motor - C	150
18	PM-0403 B	Setler Feed / Spary Pump Motor - B	11
19	PEM-0403 1	Decanter Centrifuge Main Drive Motor	30
20	PEM-0403 2	Decanter Centrifuge Secondary Back Drive Motor	15
21	PM-0501 B	Teg Dehydration Unit Glycol Solution Pump Motor B	5,60
22	PM-0901 B	Produced Water Injection Pump Motor - B	15
23	PM-1802 B	Demin Water Make-Up Pump Motor - B	18,50
24	EM-0201 A2	Lean Solvent Cooler Motor - A2	22
25	EM-0201 B2	Lean Solvent Cooler Motor - B2	22
26	EM-0201 C2	Lean Solvent Cooler Motor - C2	22
27	EM-0201 D2	Lean Solvent Cooler Motor - D2	22
28	EM-0201 E2	Lean Solvent Cooler Motor - E2	22
29	EM-0203 A2	Overhead Regenerator Condensor - A2	18,5
30	EM-0205 A2	Treated Gas Cooler - A2	11
31	EM-0402 A2	Air Blow Cooler - A2	11
32	PM 0401 B	Rich Solution Circulation Pump Motor - B	150
33	JB-PE 1900 7	Chilling Water Condensor – 7	36
34	PM-0404 B	Sulfur Slurry / Recirculation Pump Motor - B	4,00
35	PM-2001 A	Fire Water Main Pump Motor - A	173,88
36	JB-PE 1901 8	Chilling Water Condensor – 8	36
37	JB-PE 1900 9	Chilling Water Condensor – 9	36

Tabel 35. Instrumen load LV SWGR 0.4 KV & MCC 4111 B

No	Tag No	Description	Kw
1	PM-0404 A	Sulfur Slurry / Recirculation Pump Motor - A	5.50
2	PM-0304 A	Merox Ws Injection Pump Motor	0.37
3	PM-0101 A	Pre-Wash Circulation Pump Motor -A	5.50
4	PM-0205	Solvent Sump Pump Motor	11
5	PM-0306	Caustic Sump Pump Motor	2.20
6	EM-0403	Nutrient Tank Mixer Motor	0.85
7	EM-0301	Caustic Sump Mixer	15
8	PM-0411 A	Measuring Loop Pump - A	0.75
9	PM-1303	Hot Oil Return Pump Motor	11
10	PM-1701 B	Potable Water Pump Motor - B	3.70
11	YM-0501	Teg Dehydration Unit Mixer Motor - A	
12	PM-0501 A	Teg Dehydration Unit Glycol Solution Pump Motor A	5.60
13	PM-0208 A	Wash Water Pump - A	3.70
14	PM-0307 A	Caustic Injection Pump Motor- A	1.10
15	PM-0406 A	Caustic Dosing Pump Motor - A	2.20
16	PM-0308 A	Water Injection Pump Motor - A	1.31
17	YM-0405 B	Sulfur Melter Separator Mixer Motor - B	3.00
18	PM-1101 A	Diesel Fuel Distribution Pump Motor - A	7.50
19	PM-0413 B	Sulfur Melter Slurry Pump Motor - B	3.00
20	PM-0312	Water Caustic Addition Pump-Lube Pump	0.55
21	EM-0303	Water Caustic Addition Pump Fan	0.25
22	PM-0421 - B	Steam Generator Water Feed Pump - B	0.37
23	PM-0801 A	Demin Water Distribution Pump Motor - A	3.70
24	JB-PE 1901 3	Chilling Water Condensor - 3	36
25	JB-PE 1901 2	Chilling Water Condensor - 2	36
26	JB-PE 1901 1	Chilling Water Condensor - 1	36
27	H-1001 PP	Gtg Fuel Gas Electrical Heater Power Panel	3.00
28	PE-0404 PP	Sulfur Solidification Power Panel	16.12
29	PE-020 PP	Antifoam Injection Power Panel	0.89
30	OTC-03	Overhead Crane For Sulphur Storage	7
31	PE-0501 TR2	Teg Dehydration Unit Transformer For P - 0505 - B	0.60
32	PE-0501 TR3	Teg Dehydration Unit Transformer For E - 0505 A/B	2.20
33	JB-5011	Jb For Power For Welding Outlet	32
34	JB- 5013	Jb For Power For Welding Outlet	64
35	H-0701 PP	Condensate Stabilizer Reboiler - Power Pane	295
36	PM-1602 B	Raw Water Transfer Pump Motor - B	7.5
37	EM-0201 A1	Lean Solvent Cooler Motor - A1	22
38	EM-0201 B1	Lean Solvent Cooler Motor - B1	22
39	EM-0201 C1	Lean Solvent Cooler Motor - C1	22
40	EM-0201 D1	Lean Solvent Cooler Motor - D1	22
41	EM-0201 E1	Lean Solvent Cooler Motor - E1	22
42	EM-0203 A1	Overhead Regenerator Condensor - A1	18.5
43	EM-0205 A1	Treated Gas Cooler - A1	11
44	EM-0402 A1	Air Blow Cooler - A1	11
45	PM-0403 A	Setler Feed / Spray Pump Motor - A	11
46	PM-0901 A	Produced Water Injection Pump	15
47	PM-1601 B	Water Well Pump Motor - B	11
48	PM-1802 A	Demin Water Make-Up Pump Motor - A	11
49	PM-0310	Water Caustic Addition Motor Pump	22
50	K-0401 PP	Bio Reactor Power Panel	37.22
51	JB-5014 B	Jb For Power For Welding Outlet	32



Gambar 18. LV SWGR 0.4 kV & MCC 4112 A/B

Tabel 36. Instrumen spesifikasi LV SWGR 4111 A/B

<i>Capacity</i>	400 V, 50 Hz, 3 Ph, 3 W, 3000 A, 25 kA/1 Sec
<i>Type</i>	<i>Block Set & Busbar Insulated</i>
<i>Main Coponent</i>	<i>Busbar, Air Circuit Breaker (ACB), Motor Starter Unit, Static Feeder Unit, Protection Device</i>

Switchgear & MCC 4112 A/B adalah *switchgear low voltage* 400 Volt yang digunakan untuk mengoperasikan beban-beban LV yang ada di CPP Gundih. *Switchgear* 4112 dibagi menjadi 2 yaitu Bus A dan Bus B, untuk Bus A mendapatkan *Supply power* dari *Transformator* TR-4102 A dan Bus B dari *Transformator* TR-4102 B. Bus B pada *switchgear* ini berisikan beban-beban *Essential*. Beban yang ditopang pada *switchgear* ini diantaranya LV *Soft Starter*, Motor VFD, Pompa, *Mixer*, Kompresor, *Blower*, Fin Fan *Cooler*, motor 1 phase dan *feeder* untuk panel control.

Tabel 37. Instrumen load LV SWGR 0.4 kV & MCC 4112 A

No	Tag No	Description	Kw
1	PM-3401 B	Closed Drain Pump Motor - B	30
2	PM-1901 B	Chilling Water Pump Motor - B	30
3	PM-3301 B	Hp Flare Condensate Transfer Pump Motor – B	22
4	PM-0204 A	Solvent Transfer Motor - A	7.5
5	PM-0207	Pit Pump Motor	0.88
6	PM-0408 B	Nutrient Dosing Pump Motor - B	1.1
7	PM-0311 B	Caustic Circulation Pump B Lube Pump	0.55
8	EM-0302 B	Caustic Circulation Pump – B Fan	0.25
9	EM-0301 B	Caustic Prewash Circulation Pump Motor – B	2.2
10	PM-0309 B	Water Wash Circulation Pump Motor – B	2.2
11	PM-0407	Caustic Transfer Pump Motor	2.2
12	PM-3001	Api Separator Transfer Pump	1.1
13	PM-0302 B	Spent Caustic Pump Motor - B	1.1
14	PM-0305 A	Disulfide Oil Transfer Pump Motor - A	1.1
15	PM-0414 B	Diesel Injection Pump	5.5
16	PM-0412 B	Water Effluent Pump Motor - B	7.50
17	PM-0107 B	Condensate Loading Pump Motor - B	4.00
18	PM-0702 B	Wash Oil Make-Up Motor - B	1.1
19	EM-0702 A2	Condensate Cooler Motor - A2	4.00
20	EM-0702 B2	Condensate Cooler Motor - B2	4.00
21	PM-3002	Drainage Water Pump	1.70
22	EM-0901 A2	Produced Water Cooler Motor - A2	1.1
23	PM-0203 B	Solvent Regenerator Reflux Pump Motor - B	11
24	EM-0101 A2	Inlet Cooler Motor - A2	22
25	EM-0201 F2	Lean Solvent Cooler Motor - F2	22
26	EM-0201 G2	Lean Solvent Cooler Motor - G2	22
27	EM-0201 H2	Lean Solvent Cooler Motor - H2	22
28	EM-0203 B2	Overhead Regenerator Condensor - B2	18.50
29	EM-0203 C2	Overhead Regenerator Condensor - C2	18.50
30	PM-0303 B	Caustic Circulation Pump Motor - B	22
31	KM-0402 B	Vent Air Fan - B	149.20
32	PM-0405 A	Filtrate Pump Motor - A	2.20
33	PM-0401 C	Rich Solution Circulation Pump Motor – C	150

Tabel 38. Instrumen load LV SWGR 0.4 kV & MCC 4112 B

No	Tag No	Description	Kw
1	PM-0413 A	Sulfur Melter – Slurry Pump Motor - A	3.00
2	PM-1901 A	Chilling Water Pump Motor – A	30
3	PM-3301 A	Hp Flare Condensate Transfer Pump Motor – A	22
4	EM-0203 C1	Overhead Regenerator Condensor - C1	18.50
5	PM-0303 A	Caustic Circulation Pump Motor – A	22
6	PM-3401 A	Closed Drain Pump Motor – A	30
7	PM-0203 A	Solvent Regeneraor Reflux Pump Motor – A	11
8	EM-0101 A1	Inlet Cooler Motor - A1	22
9	EM-0201 F1	Lean Splvent Cooler Motor - F1	22
10	EM-0201 G1	Lean Splvent Cooler Motor - G1	22
11	EM-0201 H1	Lean Splvent Cooler Motor - F1	22
12	EM-0203 B1	Overhead Regenerator Condensor - B1	18.50
13	PM-0301 A	Caustic Prewash Circulation Pump Motor – A	2.2
14	PM-0309 A	Water Wash Circulation Pump Motor – A	2.2
15	JB-5014 A	Jb For Power For Welding Outlet	32
16	WO-5001 B	Power For Welding Outlet	32
17	PM-3302	Pit Pump For Hp Flare Ko Drum	1.85
18	PE-1801 CPI	Demin Water Treatment – (Regeneration , Caustic , Acid, Neutralization)	
19	JB-5012	Jb For Power For Welding Outlet	64
20	PM-3402	Pit Pump For Closed Drain Drum	1.83
21	YM-0405	Sulfur Melter Separator Mixer Motor – A	3.00
22	PM-0412 A	Water Effluent Pump Motor - A	7.50
23	YM-0411	Sulfur Melter Precoat Mixer	2.2
24	PM-0419	Sulfur Melter Precoat Pump Motor	3.00
25	PM-0701 A	Condensate Loading Pump Motor - A	4.00
26	PM-0702 A	Wash Oil Make-Up Pump Motor - A	1.1
27	PM-1804	Demin Water Treatment Reperation Pump	3.00
28	PM-0408 A	Nutrient Dosing Pump Motor	1.1
29	PM-0421 A	Steam Generator Water Feed Pump - A	0.37
30	PM-311 A	Caustic Circulation Pump A –Lube Pump	0.55
31	EM -0302 A	Caustic Circulation Pump A Fan	0.25
32	EM-0702 A1	Condensate Cooler Motor - A1	3.73
33	EM-0702 B1	Condensate Cooler Motor - B2	3.73
34	EM-0901 A1	Produced Water Cooler Motor - A2	5.5
35	PM-0302 A	Spent Caustic Pump Motor - A	1.1
36	PM-0414 A	Diesel Injection Pump - A	5.5
37	YM-0406	Sulfur Melter Slurry Mixer Motor	2.2
38	KM-0402 A	Vent Air Compressor - A	149
39	PM-0402 A	Lean Solution Circulation Pump Motor - A	150
40	PM-0401 A	Rich Solution Circulation Pump Motor - A	150
41	PM-0410 A	Setler Effluent Pump - A	15
42	PE-0402 PP	Bsru Antifoam Injection Power Panel	0.61
43	DP-4111	Distribution Panel For Mov Area 04 Bsru	1.15
44	JB-PE 1901 4	Chilling Water Condensor - 4	36
45	JB-PE 1901 5	Chilling Water Condensor - 5	36
46	JB-PE 1901 6	Chilling Water Condensor - 6	36
47	OTC-02	Overhead Crane For Maintenance And Warehouse Room	29



Gambar 19. *Emergency SWGR 0.4 kV & MCC 4113 A*

Tabel 39. Instrumen spesifikasi *Emergency SWGR 4113 A*

<i>Capacity</i>	400 V, 50 Hz, 3 Ph, 3 W, 2500 A, 50 kA/1 Sec
<i>Type</i>	<i>Block Set & Busbar Insulated</i>
<i>Main Coponent</i>	<i>Busbar, Air Circuit Breaker (ACB), Motor Starter Unit, Static Feeder Unit, Protection Device</i>

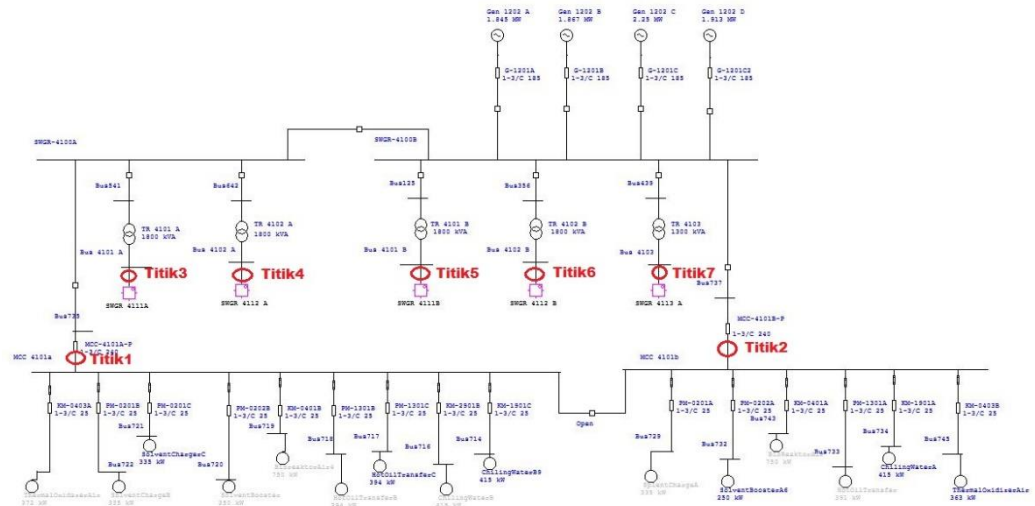
Emergency Switchgear adalah *Switchgear* yang menopang beban-beban *Critical* dalam suatu pabrik. Di *switchgear* 41113 ini terdapat 2 *power source*, yaitu untuk Bus A mendapatkan *power* dari *Transformator* TR-4103, sedangkan Bus B mendapatkan *power* dari *Emergency Diesel Geneartor*. Dalam keadaan normal operasi semua beban ditanggung oleh Generator melalui *transformator* TR 4103, Ketika terjadi *Emergency* kebutuhan *power* di *switchgear* ini ditanggung oleh EDG, tetapi hanya untuk beban-beban yang ada di Bus B saja, Beban-beban yang dilayani di *switchgear* 4113 A/B antara lain:

Tabel 40. Instrumen *load emergency* SWGR 0.4 kV & MCC 4113 A

No	Tag No	Description	Kw
1	UPS-4111B	Bypass 220v Ac Ups	48
2	BC-4112B	Charger-2 125v Dc Charger	8
3	DP-4111	Distribution Panel Normal	124.87
4	KM-1401B	Air Compressor Motor-B	250
5	KM-1401B-1	Air Compressor Fan-B1	15

B. Data pengukuran *Switchgear*

Data pengukuran di masing-masing *switchgear* diperoleh saat observasi langsung dilapangan. Berikut data yang didapatkan :



Gambar 20. Titik uji pengambilan data

KONDISI MONITORING SWITCHGEAR 4100
CPP GAS GUNDIH
Log Sheet 1 of 3

Record Date : 14-04-2019
Record Time : 14.50
WR. No. :

Prepared by : [Signature]
Checked by : [Signature]
Approved by :

MEASUREMENTS OF SWGR & MCC (KV)	PANEL OF NUMBERS														
	SPARE	TR-4101 A	TR-4102 A	OUTGOING TO SWGR-4101 A	BL-5-TE	BL-5-RSR	INCOMING OTC-1202 A	INCOMING OTC-1202 B	INCOMING OTC-1202 D	INCOMING OTC-1202 E	OUTGOING TO SWGR-4101 B	TR-4101 B	TR-4102 B	TR-4103 B	TR-4104
PANEL NO.	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15
Actual Cap. (kV)															
Nominal Curr (A)															
V0	8.5V	1.5V	0.5V			0.5V	0.5V		0.5V	0.5V		0.5V	0.5V	0.5V	0.5V
V1	2.5V	2.5V	1.5V			1.5V	1.5V		1.5V	1.5V		1.5V	1.5V	1.5V	1.5V
V2	6.0V	6.0V	6.0V			6.0V	6.0V		6.0V	6.0V		6.0V	6.0V	6.0V	6.0V
V3	6.0V	6.0V	6.0V			6.0V	6.0V		6.0V	6.0V		6.0V	6.0V	6.0V	6.0V
I1	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I2	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I3	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I4	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I5	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I6	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I7	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I8	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I9	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I10	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I11	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I12	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I13	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I14	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I15	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I16	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I17	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I18	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I19	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I20	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I21	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I22	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I23	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I24	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I25	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I26	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I27	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I28	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I29	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I30	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I31	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I32	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I33	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I34	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I35	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I36	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I37	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I38	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I39	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I40	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I41	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I42	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I43	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I44	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I45	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I46	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I47	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I48	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I49	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I50	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I51	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I52	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I53	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I54	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I55	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I56	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I57	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I58	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I59	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I60	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I61	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I62	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I63	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I64	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I65	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I66	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I67	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I68	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I69	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I70	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I71	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I72	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I73	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I74	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I75	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I76	0.5A	0.5A	0.5A			0.5A	0.5A		0.5A	0.5A		0.5A	0.5A	0.5A	0.5A
I77	0.5A	0.5A	0.5A												

Tabel 41. Pengukuran *Incoming* MV SWGR 4101 bus A

No	Pengukuran	Hasil
1.	KW	1287
2.	KVA	1439
3.	V1	6700
4.	V2	6700
5.	V3	6700
6.	I1	123
7.	I2	124
8.	I3	124
9.	Hz	50
10.	PF	0,89

Tabel 42. Pengukuran *Incoming* MV SWGR 4101 Bus B

No	Pengukuran	Hasil
1.	KW	1240
2.	KVA	1487
3.	V1	6700
4.	V2	6700
5.	V3	6700
6.	I1	128
7.	I2	128
8.	I3	128
9.	Hz	50
10.	PF	0,83

Tabel 43. Pengukuran *Incoming* LV SWGR 4111 Bus A

No	Pengukuran	Hasil
1.	KW	337
2.	KVA	417
3.	V1	399
4.	V2	399
5.	V3	398
6.	I1	600
7.	I2	600
8.	I3	598
9.	Hz	50
10.	PF	0,81

Tabel 44. Pengukuran *Incoming* LV SWGR 4111 Bus B

No	Pengukuran	Hasil
1.	KW	248
2.	KVA	331
3.	V1	399
4.	V2	398
5.	V3	399
6.	I1	477
7.	I2	483
8.	I3	476
9.	Hz	50
10.	PF	0,74

Tabel 45. Pengukuran *Incoming* LV SWGR 4112 Bus A

No	Pengukuran	Hasil
1.	KW	153
2.	KVA	193
3.	V1	399
4.	V2	400
5.	V3	400
6.	I1	281
7.	I2	280
8.	I3	275
9.	Hz	50
10.	PF	0,78

Tabel 46. Pengukuran *Incoming* LV SWGR 4112 Bus B

No	Pengukuran	Hasil
1.	KW	204
2.	KVA	260
3.	V1	400
4.	V2	400
5.	V3	401
6.	I1	374
7.	I2	377
8.	I3	373
9.	Hz	50
10.	PF	0,78

Tabel 47. Pengukuran *Incoming LV Emergency* SWGR 4113 A

No	Pengukuran	Hasil
1.	KW	488
2.	KVA	584
3.	V1	307
4.	V2	398
5.	V3	398
6.	I1	848
7.	I2	861
8.	I3	826
9.	Hz	50
10.	PF	0,83

Tabel 48. Instrumen titik pengukuran pada masing-masing *switchgear*

Titik pengukuran	Switchgear
Titik 1	<i>Medium Voltage</i> SWGR 4101 bus A
Titik 2	<i>Medium Voltage</i> SWGR 4101 Bus B
Titik 3	<i>Low Voltage</i> SWGR 4111 Bus A
Titik 4	<i>Low Voltage</i> SWGR 4112 Bus A
Titik 5	<i>Low Voltage</i> SWGR 4111 Bus B
Titik 6	<i>Low Voltage</i> SWGR 4112 Bus B
Titik 7	<i>Low Voltage Emergency</i> SWGR 4113 A

Tabel 49. Instrumen pengukuran arus pada titik pengukuran

Titik pengukuran	Ampere
Titik 1	124
Titik 2	128
Titik 3	600
Titik 4	483
Titik 5	280
Titik 6	377
Titik 7	861

Tabel 50. Instrumen pengukuran tegangan pada titik pengukuran

Titik pengukuran	Voltage
Titik 1	6700
Titik 2	6700
Titik 3	399
Titik 4	399
Titik 5	400
Titik 6	400
Titik 7	398

Tabel 51. Instrumen pengukuran faktor daya pada titik pengukuran

Titik pengukuran	PF
Titik 1	0.89
Titik 2	0.83
Titik 3	0.81
Titik 4	0.74
Titik 5	0.78
Titik 6	0.78
Titik 7	0.83
Rata- rata	0.80

Tabel 52. Instrumen pengukuran daya pada titik pengukuran

Titik pengukuran	P(kW)	Q(kVAR)	S(kVA)
Titik 1	1287	659	1439
Titik 2	1240	832	1487
Titik 3	337	244	417
Titik 4	153	123	193
Titik 5	248	226	331
Titik 6	204	164	260
Titik 7	488	301	584
Total	3957	2549	4711

C. Perhitungan Perbaikan Faktor Daya

Perhitungan perbaikan faktor daya didapat dari data lapangan dan diolah untuk mencari nilai perbaikan faktor daya yang diperlukan untuk menunjang peningkatan kualitas daya listrik. Untuk penelitian ini faktor daya yang diperbaiki > 0.95 , untuk perhitungan perbaikan faktor daya sebagai contoh perhitungan pada titik 5 dari 0,74 menjadi 0,95, perbaikan yang perlu dilakukan adalah dengan pemasangan kompensator daya reaktif yaitu kapasitor bank dengan perhitungan nilai Q_c sebagai berikut.

$$P_{\text{total}} = 248 \text{ kW}$$

$$PF_{\text{awal}} = 0,74$$

$$PF_{\text{akhir}} = 0,95$$

$$\begin{aligned}
Q_c &= P \times [\tan(\cos^{-1}(PF_{awal})) - \tan(\cos^{-1}(PF_{akhir}))] \\
&= 248 \text{ KW} \times [\tan(\cos^{-1}(0,74)) - \tan(\cos^{-1}(0,95))] \\
&= 248 \text{ KW} \times [\tan(42,26) - \tan(18,19)] \\
&= 248 \text{ KW} \times (0,91 - 0,33) \\
&= 248 \text{ KW} \times 0,58 \\
&= 143,84 \text{ KVAR}
\end{aligned}$$

Metode perhitungan nilai kapasitor bank dan perhitungan penghematan energi serupa diaplikasikan pada semua titik dikarenakan dalam penelitian ini perbaikan faktor daya yang dilakukan > 0.95 . berikut adalah data perhitungan perbaikan faktor daya dengan pemasangan kompensator daya reaktif untuk semua titik sebagai berikut.

Tabel 53. Perhitungan nilai kapasitor bank > 0.95

	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4	Titik 5	Titik 6	Titik 7
Ptotal (KW)	1287	1240	337	153	248	204	448
Qtotal (Kvar)	657	832	244	123	225	164	328
Pfawal	0.89	0.83	0.81	0.78	0.74	0.78	0.83
Pfakhir	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
Qc (KVAR)	234.29	422.8	132.79	72.51	143.16	96.68	180.16

D. Single Line Diagram CPP Gundih

Keseluruhan data yang diambil dari observasi selanjutnya dilakukan pemodelan *single line diagram* dengan menggunakan *software* Etap 12.6.0 mulai dari GTG, *Transformator*, *Switichgear* dsb.

Synchronous Generator Editor - Gen 1202 A

PSS		Hamonic		Protection		Reliability		Fuel Cost		Remarks		Comment																																																																
Info	Rating	Capability	Imp/Model	Grounding	Inertia	Exciter	Governor																																																																					
6.7 kV 2.25 MW Swing																																																																												
Rating MW 2.25 kV 6.7 % PF 82 MVA 2.744 % Eff. 95 Poles 4 % of Bus kVnom 101.515 FLA 236.4 RPM 1500																																																																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Gen. Category</th> <th>% V</th> <th>Angle</th> <th>MW</th> <th>Mvar</th> <th>% PF</th> <th>Qmax</th> <th>Qmin</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Design</td><td>100</td><td>0</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>Normal</td><td>100</td><td>0</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>Shutdown</td><td>100</td><td>0</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td>Emergency</td><td>100</td><td>0</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td>Standby</td><td>100</td><td>0</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td>Startup</td><td>100</td><td>0</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>															Gen. Category	% V	Angle	MW	Mvar	% PF	Qmax	Qmin	1	Design	100	0						2	Normal	100	0						3	Shutdown	100	0						4	Emergency	100	0						5	Standby	100	0						6	Startup	100	0					
	Gen. Category	% V	Angle	MW	Mvar	% PF	Qmax	Qmin																																																																				
1	Design	100	0																																																																									
2	Normal	100	0																																																																									
3	Shutdown	100	0																																																																									
4	Emergency	100	0																																																																									
5	Standby	100	0																																																																									
6	Startup	100	0																																																																									
PrimeMover Rating <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td colspan="2">Continuous</td> <td colspan="2">Peak</td> </tr> <tr> <td>HP</td> <td>MW</td> <td>HP</td> <td>MW</td> </tr> <tr> <td> 2474 </td> <td> 1.845 </td> <td> 2474 </td> <td> 1.845 </td> </tr> </table> Mvar Limits ☐ Capability Curve ☒ User-Defined Peak Mvar 1.394														Continuous		Peak		HP	MW	HP	MW	2474	1.845	2474	1.845																																																			
Continuous		Peak																																																																										
HP	MW	HP	MW																																																																									
2474	1.845	2474	1.845																																																																									
Operating Values % V 101.515 Vangle 0 MW 1.445 Mvar 0.95																																																																												

Gambar 23. Setting Synchronus Generator

2-Winding Transformer Editor - TR 4101 A

Reliability		Remarks		Comment													
Info	Rating	Impedance	Tap	Grounding	Sizing												
1800 kVA IEC Liquid-Fill Other 65 C 6.7 0.4 kV																	
Voltage Rating <table style="width: 100%;"> <tr> <td>Prim.</td> <td> 6.7 kV</td> <td> 155.1 FLA</td> <td> 6.7 Bus kVnom</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Sec.</td> <td> 0.4 kV</td> <td> 2598 FLA</td> <td> 0.4 Bus kVnom</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>						Prim.	6.7 kV	155.1 FLA	6.7 Bus kVnom			Sec.	0.4 kV	2598 FLA	0.4 Bus kVnom		
Prim.	6.7 kV	155.1 FLA	6.7 Bus kVnom														
Sec.	0.4 kV	2598 FLA	0.4 Bus kVnom														
Power Rating kVA 1800 Rated 1800 Derated Alert - Max 1800 kVA ☐ Derated kVA ☒ User-Defined																	
Installation Altitude 3300 ft Ambient Temp. 30 °C																	
Type / Class <table style="width: 100%;"> <tr> <th>Type</th> <th>Sub Type</th> <th>Class</th> <th>Temp. Rise</th> </tr> <tr> <td> Liquid-Fill </td> <td> Other </td> <td> Other </td> <td> 65 </td> </tr> </table>						Type	Sub Type	Class	Temp. Rise	Liquid-Fill	Other	Other	65				
Type	Sub Type	Class	Temp. Rise														
Liquid-Fill	Other	Other	65														

Gambar 24. Setting Transformator

Induction Machine Editor - Solvent Charger C4

Cable/Vd	Cable Amp	Protection	Reliability	Remarks	Comment
Info	Nameplate	Imp	Model	Inertia	Load
Start Dev	Start Cat				
1	335 kW 6.6 kV	Cable Info not available			

Ratings

Design: Other

FL: 100 % 75 % 50 % 0 % 100 %

NL: 0 %

OL: 100 %

kW: 335 kV: 6.6 % PF: 89 92.04 92.04 0 89

kVA: 423 FLA: 37 % Eff: 89 93.16 93.16 0 89

% FLA: 100 69.28 46.19 0 100

% Slip: 0.05 RPM: 1499 Poles: 4 RPM: 1500 SF: 1

Library: None

Loading

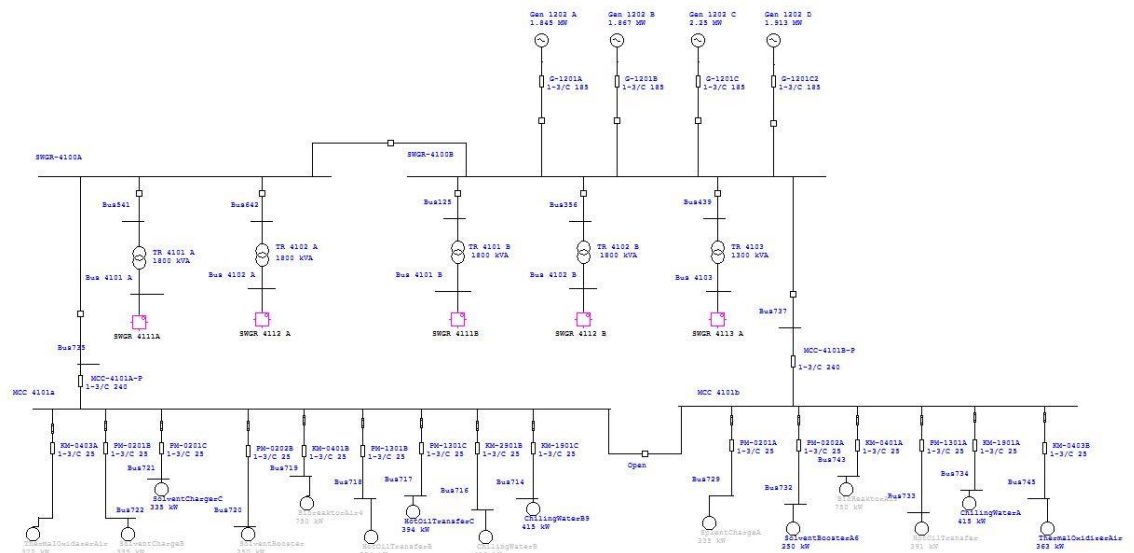
Loading Category	% Loading	Motor Load			Feeder Loss	
		kW	kvar	kW	kvar	
1 Design	100	335	376.4	192.8	0	
2 Normal	90	302	332.5	159	0	
3 Brake	0	0	0	0	0	
4 Winter Load	0	0	0	0	0	
5 Summer Load	0	0	0	0	0	
6 FL Reject	0	0	0	0	0	
7 Emergency	0	0	0	0	0	

Operating Load: 0 kW + j 0 kvar

Solvent Charger C4

OK Cancel

Gambar 25. Setting Beban

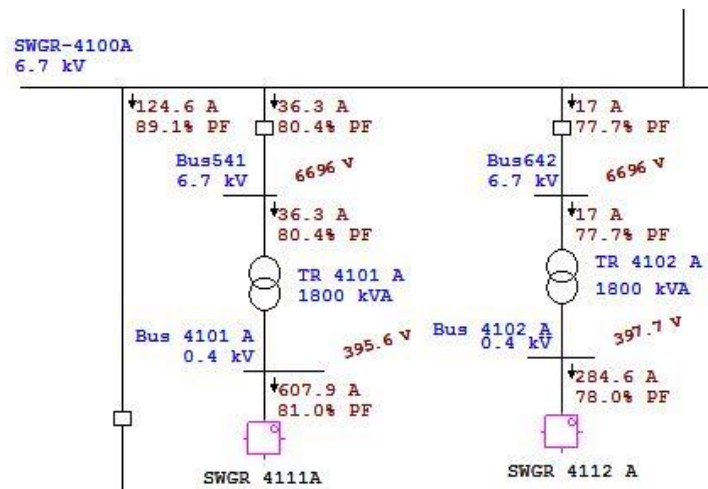


Gambar 26. Layout single line diagram CPP Gundih

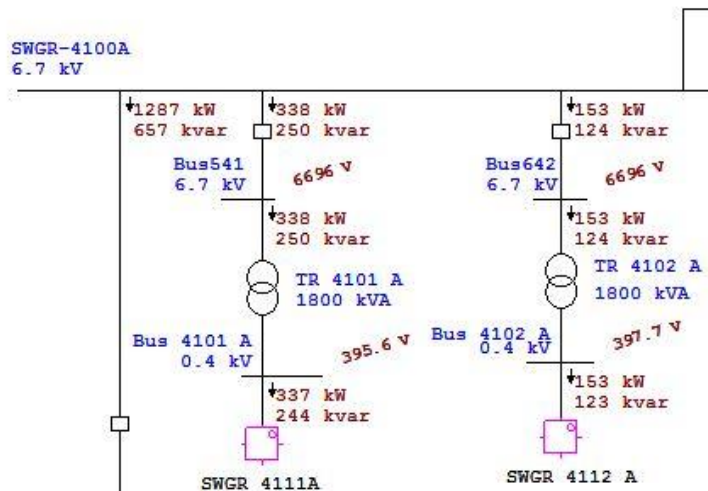
E. Hasil Simulasi Setting Faktor Daya di Etap 12.6.0

1. Kondisi Eksisting

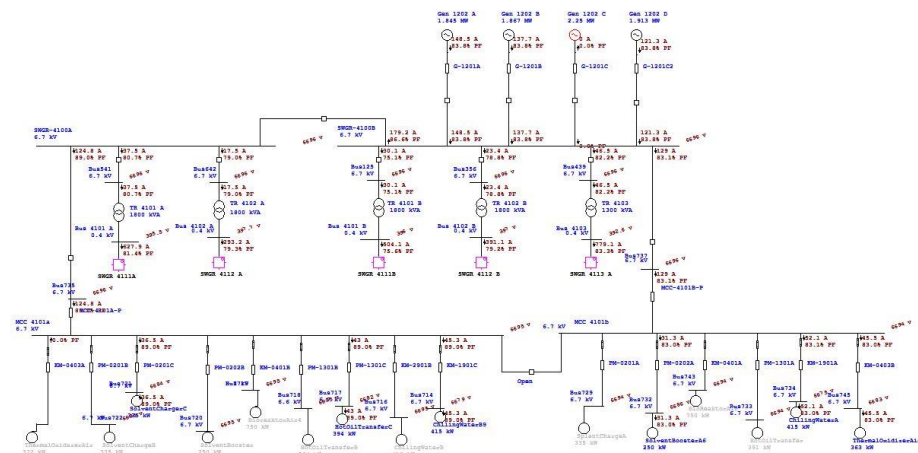
Hasil pemodelan *single line diagram* dengan data yang didapat dari observasi selanjutnya dilakukan *load flow analysis* menggunakan software Etap 12.6.0 untuk mengetahui pembebanan yang ada di CPP Gundih. Berikut adalah hasil dari simulasi *load flow analysis*.



Gambar 27. Tegangan, arus dan PF SWGR 4111A dan 4112A



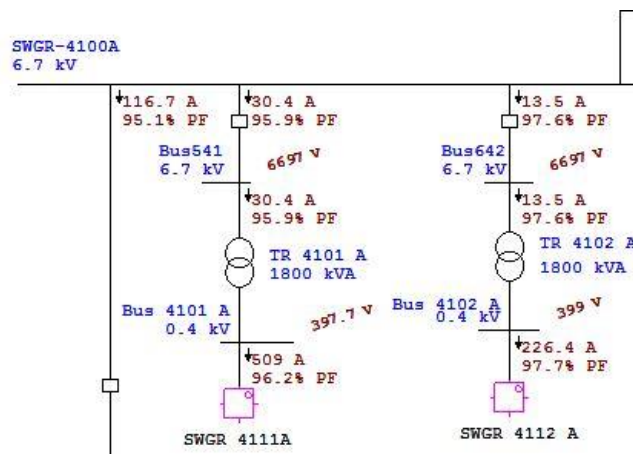
Gambar 28. Daya aktif dan reaktif SWGR 4111A dan 4112A



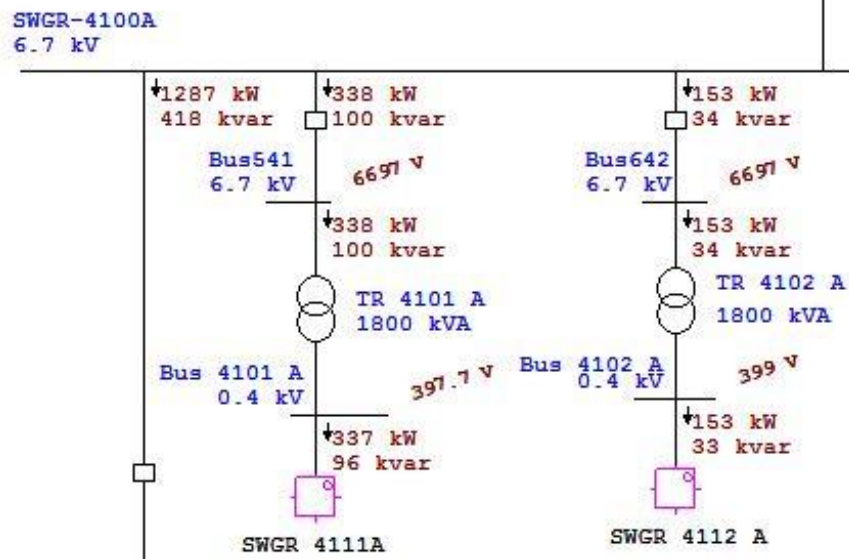
Gambar 29. Load Flow Analysis kondisi eksisting

2. Hasil simulasi evaluasi

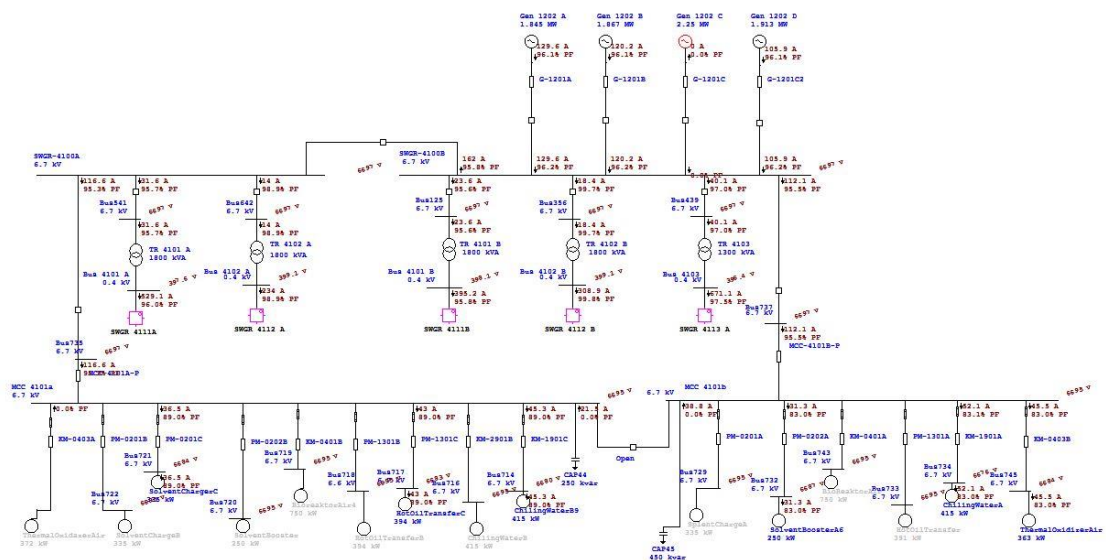
Hasil pemodelan *single line diagram* dengan data yang didapat dari observasi setelah itu dilakukan perhitungan perbaikan faktor daya > 0.95 untuk meningkatkan kualitas daya listrik dengan menambahkan kapasitor bank. Setelah itu dilakukan *load flow analysis* menggunakan software Etap 12.6.0 untuk mengetahui pembebanan yang ada di CPP Gundih setelah perbaikan. Berikut adalah hasil dari simulasi *load flow analysis*.



Gambar 30. Tegangan, arus dan PF SWGR 4111A dan 4112A Perbaikan



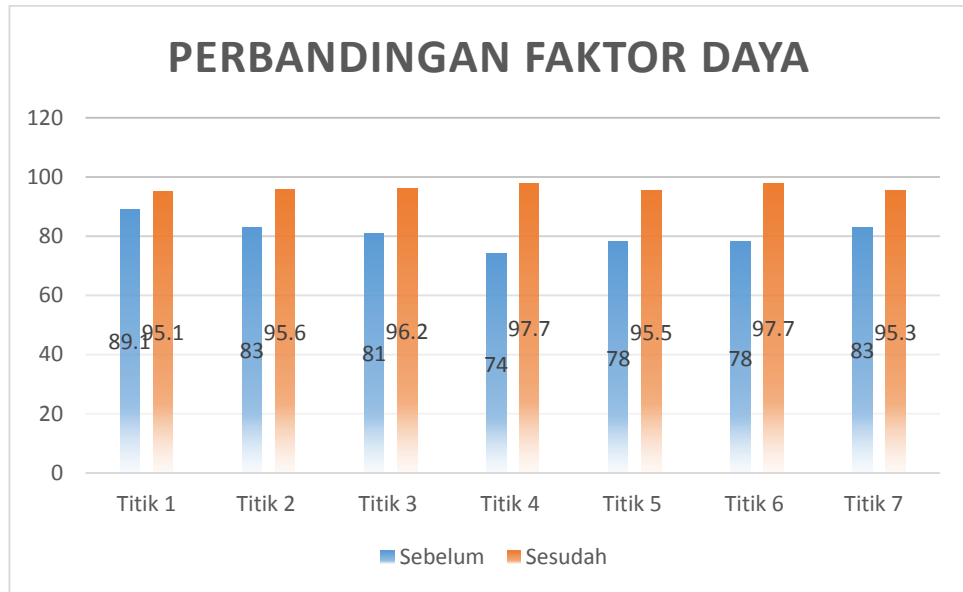
Gambar 31. Daya aktif dan reaktif SWGR 4111A dan 4112A Perbaikan



Gambar 32. Load Flow Analysis kondisi evaluasi

F. Perbandingan hasil simulasi dalam bentuk tabel

1. Perbandingan Faktor Daya

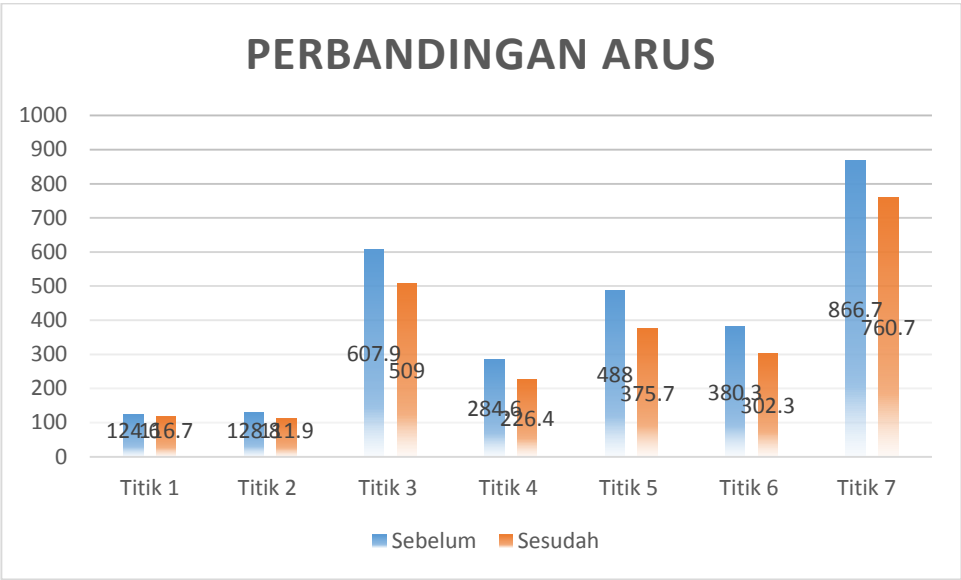


Gambar 33. Grafik Perbandingan Faktor Daya

Tabel 54. Perbandingan Faktor Daya (PF) Simulasi

Titik pengukuran	Sebelum	Sesudah
	PF (%)	PF (%)
Titik 1	89.1	95.1
Titik 2	83	95.6
Titik 3	81	96.2
Titik 4	74	97.7
Titik 5	78	95.5
Titik 6	78	97.7
Titik 7	83	95.3
Rata-rata	80.87	96.16

2. Perbandinga Arus

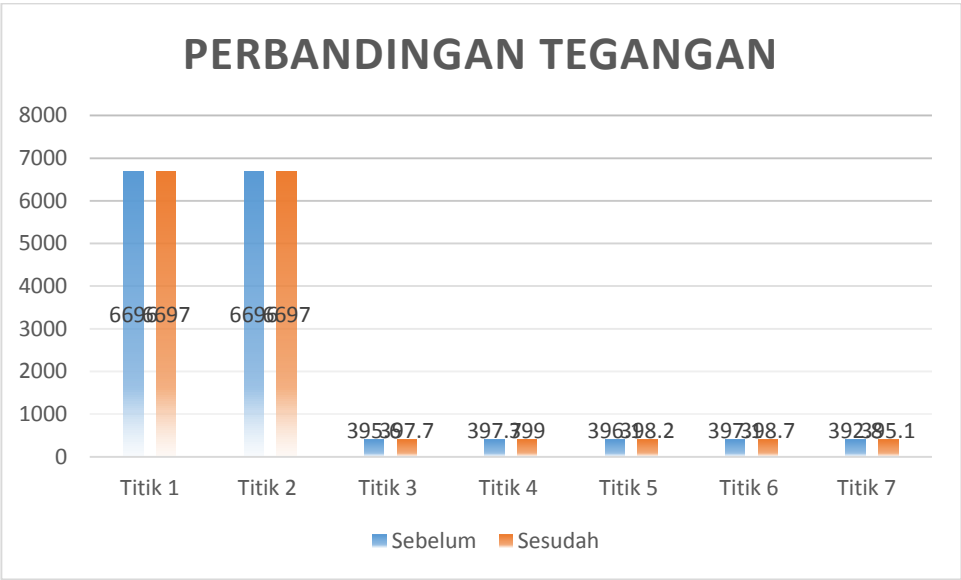


Gambar 34. Grafik Perbandingan Arus

Tabel 55. Perbandingan Arus (A) Simulasi

Titik pengukuran	Sebelum	Sesudah
	Ampere (A)	Ampere (A)
Titik 1	124.6	116.7
Titik 2	128.8	111.9
Titik 3	607.9	509
Titik 4	284.6	226.4
Titik 5	488	375.7
Titik 6	380.3	302.3
Titik 7	866.7	760.7

3. Perbandingan Tegangan (V)

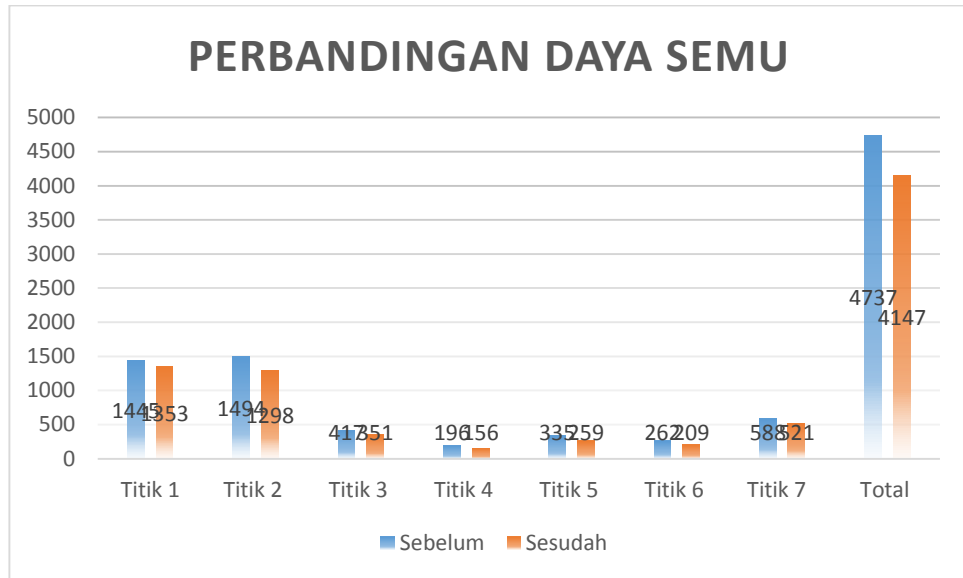


Gambar 35. Grafik Perbandingan Tegangan

Tabel 56. Perbandingan Tegangan (V) Simulasi

Titik pengukuran	Sebelum	Sesudah
	Volt (V)	Volt (V)
Titik 1	6696	6697
Titik 2	6696	6697
Titik 3	395.6	397.7
Titik 4	397.7	399
Titik 5	396.1	398.2
Titik 6	397.1	398.7
Titik 7	392.8	395.1

4. Perbandingan Daya Semu

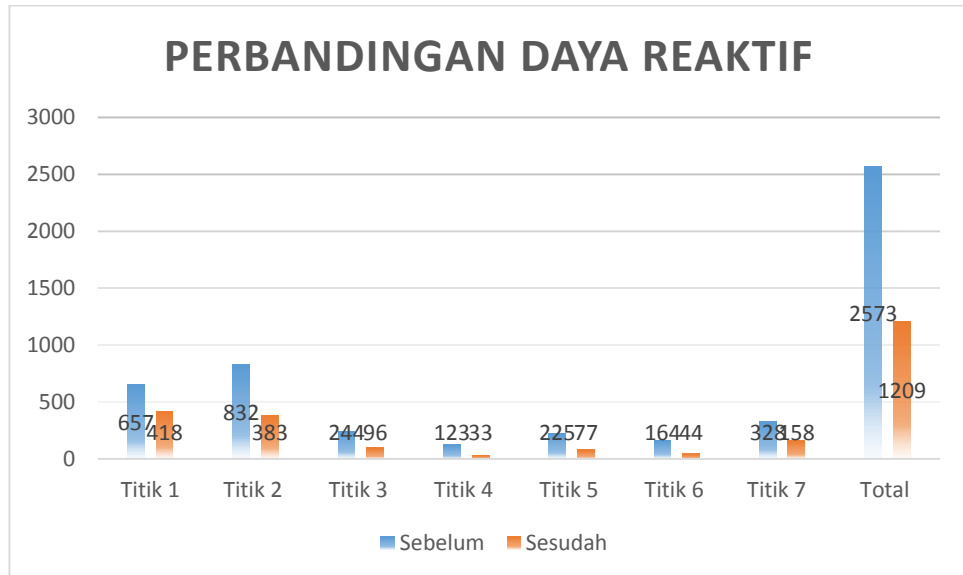


Gambar 36. Grafik Perbandingan Daya Semu (kVA)

Tabel 57. Perbandingan Daya Semu (kVA) Simulasi

Titik pengukuran	Sebelum	Sesudah
	S1 (kVA)	S2 (kVA)
Titik 1	1445	1353
Titik 2	1494	1298
Titik 3	417	351
Titik 4	196	156
Titik 5	335	259
Titik 6	262	209
Titik 7	588	521
Total	4737	4147
$\Delta S (S1 - S2)$	590	

5. Perbandingan Daya Reaktif



Gambar 37. Grafik Perbandingan Daya Reaktif (kVAr)

Tabel 58. Perbandingan Daya Reaktif (kVAr) Simulasi

Titik pengukuran	Sebelum	Sesudah
	Q1 (kvar)	Q2 (kvar)
Titik 1	657	418
Titik 2	832	383
Titik 3	244	96
Titik 4	123	33
Titik 5	225	77
Titik 6	164	44
Titik 7	328	158
Total	2573	1209
$\Delta S (Q1 - Q2)$	1364	

6. Perbandingan Tagihan Listrik Satu Tahun

Perbandingan tagihan listrik didapatkan dari Penetapan Penyesuaian Tarif Tenaga Listrik (*TARIFF ADJUSTMENT*) Bulan April-Juni 2018 Yang Disediakan Oleh PT Perusahaan Listrik Negara (Persero). CPP Gundih termasuk dalam golongan tarif P-2/TM untuk keperluan bisnis sehingga harga /kWh = Rp 1533,67 dan harga /kVarh = Rp 1114,74.

Tabel 59. Perbandingan Tagihan Listrik Satu Bulan

Tagihan Sebelum					
	Daya	12 Jam	30 Hari	Tagihan /Rp	Tagihan Total
P (kW)	3957	47484	1424520	1553.67	Rp2,213,233,988
Q (kVar)	2573	30876	926280	1114.74	Rp1,032,561,367
					Rp3,245,795,356
Tagihan Sesudah					
	Daya	12 Jam	30 Hari	Tagihan /Rp	Tagihan Total
P (kW)	3957	47484	1424520	1553.67	Rp2,213,233,988
Q (kVar)	2495	29940	898200	1114.74	Rp1,001,259,468
					Rp3,214,493,456
Losess Sebelum					
	Daya	12 Jam	30 Hari	Tagihan /Rp	Tagihan Total
P (kW)	67.5	810	24300	1553.67	Rp37,754,181
Q (kVar)	46.4	556.8	16704	1114.74	Rp18,620,617
					Rp56,374,798
Losess Sesudah					
	Daya	12 Jam	30 Hari	Tagihan /Rp	Tagihan Total
P (kW)	65.3	783.6	23508	1553.67	Rp36,523,674
Q (kVar)	37.3	447.6	13428	1114.74	Rp14,968,729
					Rp51,492,403
Biaya Beban					
P (kWh)	1 Bulan			1424520	
Jenis Langganan	P-2TM (kVA)			200	
Jam Nyala	(kWh/Bulan : kVA)			7122.6	
Tagihan / Rp	(/kWh)			1553.67	
Biaya Beban	(Jam Nyala x Tagihan)			Rp11,066,170	

Tabel 60. Reduksi Biaya Penghematan Tagihan Listrik

	Sebelum	Sesudah	Reduksi
Tagihan Listrik	Rp3,245,795,356	Rp3,214,493,456	Rp31.301.899
Losess	Rp56,374,798	Rp51,492,403	Rp4.882.395
Reduksi Tagihan /Bulan	Rp36,184,294		

G. Perancangan Pengadaan Kapasitor Bank

Pada pemasangan *capasitor bank* metode *group compensation* agar faktor daya minimal menjadi lebih dari 0.95 memerlukan 1211 kVAR. Untuk perawatan dan operasi penelitian ini menempatkan umur dari kapasitor bank

adalah 10 tahun. Penempatan *capasitor bank group compensation* dibagi menjadi 7 titik penempatan yaitu di tegangan 6.7 kV dan ditegangan 0.4 kV.

Data harga *capasitor bank* di dapat dari data pengadaan *capsitor bank* di PT.Pertamina EP Asset 4 Field Cepu pada tahun 2018. Berikut merupakan spesifikasi *capasitor bank* pengadaan dari PT.Pertmaina EP Asset 4 Field Cepu :

Tabel 61. Instrumen spesifikasi *capasitor bank*

No	JML	SAT	Uraian	Harga Taksiran (RP) Satuan
1	1	unit	Capasitor Bank 150 KVAR 6 Step Automatic,	60 - 130 Juta
2	1	unit	Capasitor Bank 360 KVAR 12 Step Automatic,	150 - 180 Juta
3	1	unit	Capasitor Bank 400 KVAR 10 Step Automatic,	160 - 200 Juta
4	1	unit	Capasitor Bank 300 KVAR 12 Step Automatic,	120 - 160 Juta
5	1	unit	Capasitor Bank 300 KVAR 12 Step Automatic,	120 - 160 Juta

Tabel 62. Biaya pengadaan *capasitor bank*

Titik pengukuran	Q (kvar) Dibutuhkan	Q (kvar) Perbaikan	Step	Q (kvar) Total	Harga (Rp)
Titik 1	232.29	30	8	240	Rp160,000,000
Titik 2	422.8	30	15	450	Rp250,000,000
Titik 3	132.79	30	5	150	Rp115,000,000
Titik 4	72.51	30	3	90	Rp80,000,000
Titik 5	143.16	30	5	150	Rp115,000,000
Titik 6	96.68	30	4	120	Rp90,000,000
Titik 7	180.16	30	5	180	Rp135,000,000
Total	1280.39	210	45	1380	Rp945,000,000

Dari data tabel diatas maka didapatkan total keseluruhan biaya investasi pengadaan kapasitor bank. *Pay back* dari investasi terebut akan di ditanggung dari keseluruhan keuntungan yang di dapatkan ketika perbaikan faktor daya. Berikut tabel keuntungan pemasangan kapasitor bank :

Tabel 63. *Pay back* biaya pengadaan kapasitor bank

Tahun	Kapasitor bank <i>group compensation</i> (Rupiah)	Penghematan Tagihan /bln (Rupiah)	Persentase
0	-Rp945,000,000	Rp434,211,529	-218%
1	-Rp510,788,471	Rp434,211,529	-118%
2	-Rp76,576,942	Rp434,211,529	-18%
3	Rp357,634,587	Rp434,211,529	82%
4	Rp791,846,116	Rp434,211,529	182%
5	Rp1,226,057,645	Rp434,211,529	282%
6	Rp1,660,269,174	Rp434,211,529	382%
7	Rp2,094,480,703	Rp434,211,529	482%
8	Rp2,528,692,232	Rp434,211,529	582%
9	Rp2,962,903,761	Rp434,211,529	682%
10	Rp3,397,115,290	Rp434,211,529	782%
11	Rp3,831,326,819	Rp434,211,529	882%
12	Rp4,265,538,348		982%

Pada tabel dapat dilihat pada tahun ke-3 pemasangan *capasitor bank* metode *group compensation capasitor* sudah mendapatkan untung Berarti pada bulan ke-3 biaya investasi pengadaan kapasitor bank sudah terbayarkan dengan *backup* dari keuntungan pemasangannya.