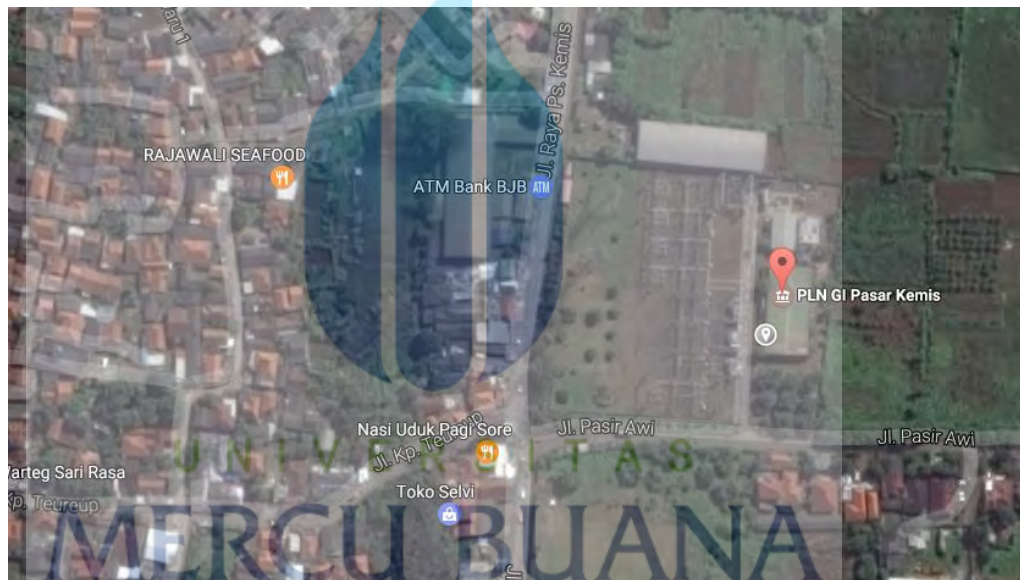


BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Waktu dan Tempat Penelitian

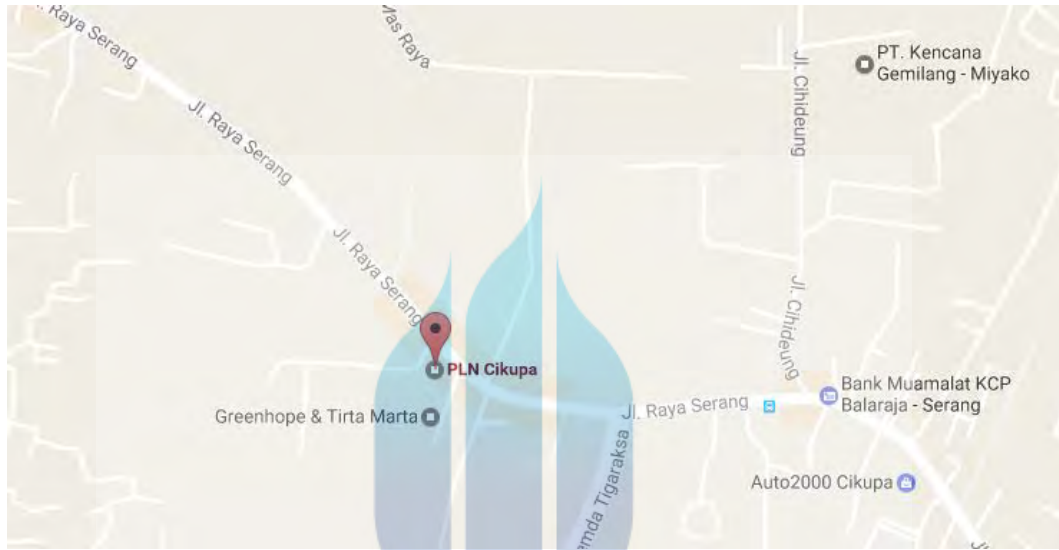
Lokasi yang kemudian dipilih sebagai tempat penelitian adalah Gardu Induk 150 kV Pasar Kemis, Tangerang, Banten. Yang berlokasi di Jl. Pasir Awi, Ps. Kemis, PasarKemis, Tangerang, Banten. Data penelitian yang digunakan ialah data tanggal 03/12/2016 – 02/01/2017



Gambar 4. 1 Lokasi Gardu Induk 150 kV Pasar Kemis

(sumber: <https://www.google.co.id/maps/place/PLN+GI+Pasar+Kemis>)

Kemudian untuk pengambilan data-data dalam penelitian yaitu terlihat pada gambar 4.2 melalui Kantor PLN APJ Cikupa di Jl, Raya Serang KM. 17, Bojong, Cikupa, Tangerang, Banten.



Gambar 4. 2 Lokasi Kantor PLN APJ Cikupa

(Sumber: <https://www.google.co.id/maps/place/PLN+Cikupa>)

4.2 Kondisi Umum

Berikut ini adalah hal-hal yang penting di dalam kriteria desain system distribusi tenaga listrik yaitu :

1. Faktor daya
2. Standar mutu tegangan
3. Susut energy
4. Keandalan

Untuk mengetahui karakteristik beban, maka harus didapatkan data hasil penelitian pada kondisi pembebanan dimana kapasitas daya terpasang pada system, jumlah beban terpasang pada system. Dan rata-rata beban yang terpasang. Gardu Induk 150 kV Pasar Kemis memiliki 5 buah penyulang yaitu :

1. Penyulang peneliti
2. Penyulang pekerja
3. Penyulang kontraktor
4. Penyulang makelar
5. Penyulang penjual

4.2.1 Penyulang Kontraktor

Penyulang Kontraktor merupakan jaringan jenis sambungan kabel tanah tegangan menengah (SKTM). Serta penyulang kontraktor merupakan jaringan distribusi primer 20 kV radial yang disuplai dari trafo 3 Gardu Induk 150 kV pasar kemis. Penyulang ini memiliki beban distribusi sebesar 11.965 KVA dan panjang saluran 5.503 MS. Data tersebut didapat dari *Single Line Diagram* (SLD) dan data teknik penyulang kontraktor.

Tabel 4. 1 Data Panjang Penyulang Kontraktor

PENYULANG	LEGHT (M)	TO	TYPE	JENIS	UKURAN	FORM
KONTRAKTOR	1389	KC456	SKTM	XLPE	240	KC199
KONTRAKTOR	2336	KC486	SKTM	XLPE	240	GI
KONTRAKTOR	1076	KC199	SKTM	XLPE	240	KC486
KONTRAKTOR	56	GH102	SKTM	XLPE	240	KC64
KONTRAKTOR	646	KC64	SKTM	XLPE	240	KC456

Pada tabel 4.1 terlihat pada penyulang kontraktor memiliki 5 gardu distribusi namun yang terpakai untuk pelanggan hanya 3 gardu saja yaitu :

1. KC 486 (PT. Garuda Metalindo)
2. KC 199 (PT. Poly Unggul Plastic)
3. KC 456 (PT. Indo Tirta Abadi)

Dari tabel 4.1 dapat dilihat penyulang kontraktor merupakan jaringan distribusi saluran kabel tanah tegangan menengah (SKTM) dengan menggunakan kabel

berisolasi XLPE (*cross linking polythelen*). Kabel berisolasi XLPE terbuat campuran termoset yang lebih tahan terhadap perubahan suhu sehinggadapat meninkatan kapasitas arus pada suatu jaringan. Menurut standar IEC (*International Electronical Commision*) kabel XLPE memiliki standar tahanan, induktansi, dan kapasitansi sebagai berikut :

Tabel 4. 2 Data Tahanan, Induktansi, Kapasitansi, dan KHA

PENGHANTAR		TAHANAN SUHU MAKSIMAL (90 ⁰ C)	SAAT OPERASI		KHA (KEMAMPUAN HANTAR ARUS)	
			INDUKTANSI	KAPASITANSI	TANAH	UDARA
24	Cu	0,0980	0,382	0,263	479	553
	AL	0,1620	0,382	0,273	385	425

4.3 Data Beban Yang Tersambung Pada Feeder Kontraktor

A. PT. GARUDA METALINDO

Nama : PT. Garuda Metalindo
 Alamat : Jl. Industri Raya III Blok AE No. 23 Jatake, Tangerang
 Tarif / Daya : I3 / 3750
 No. Gardu : KC 486
 Factor CT / PT : 25 / 200

B. Poly Unggul Plastik

Nama : PT. Poly Unggul Plastik
 Alamat : Jl. Industri Raya III Blok AG
 Tarif / Daya : I3 / 4330
 No. Gardu : KC 199

Faktor CT/PT : -/-

C. PT. Indo Tirta Abadi

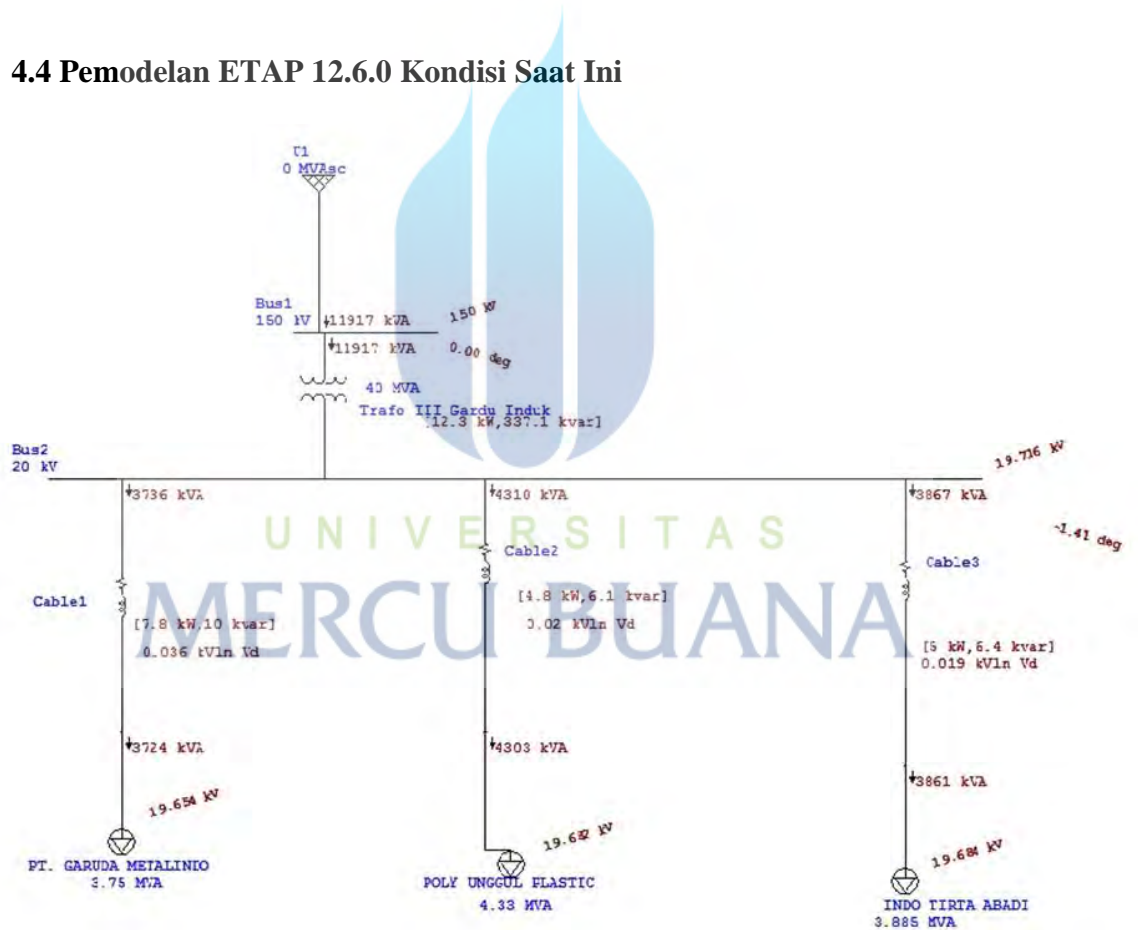
Nama : PT. Indo Tirta A

Alamat : Jl. Industri IV AD No. 18 Jatake, Tangerang

Tarif / Daya : I3 / 3885

No. Gardu : KC 456

4.4 Pemodelan ETAP 12.6.0 Kondisi Saat Ini



Gambar 4.3 Pemodelan Feeder Kontraktor Dengan ETAP 12.6.0

Gambar di atas merupakan gambar pemodelan penyulang kontraktor Gardu Induk Pasar Kemis sebelum pemasangan kapasitor bank. Didapatkan data besarnya tegangan, daya, dan arus sebagai berikut :

Tabel 4.3 Pengamatan Tegangan, Daya, dan Arus Penyulang Kontraktor

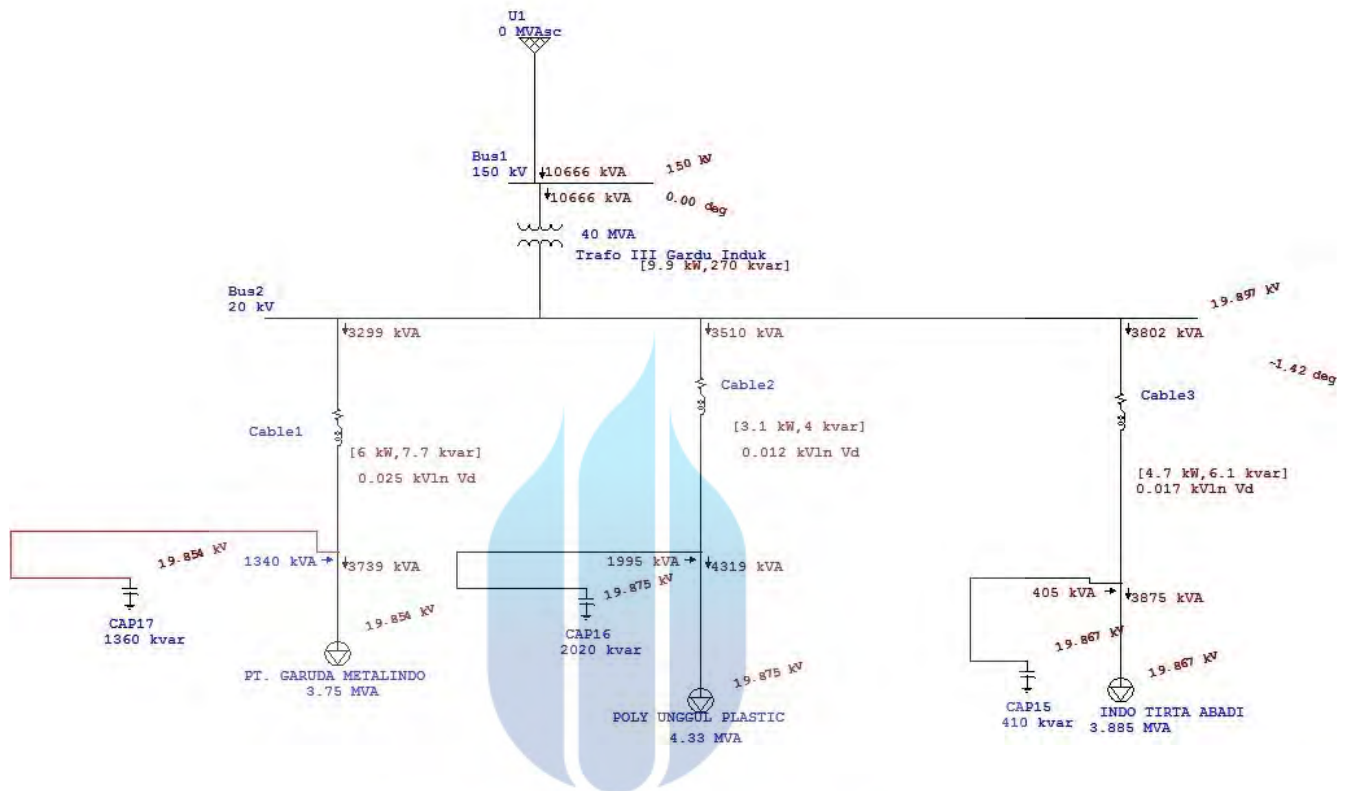
No.	Komponen	Tegangan (kV)		Daya (kVA)		Power Factor (%)	
		INPUT	OUTPUT	INPUT	OUTPUT	BUSBAR	SETELAH KABEL
1	BUS BAR 150 kV	150	150	11917	11917	88%	88%
2	BUS BAR 20 KV – Sesudah Kabel (PT. Garuda Metalindo)	19.716	19.654	3736	3724	86.9%	87%
3	BUS BAR 20 KV – Sesudah Kabel (PT. Poly Unggul Plastic)	19.716	19.682	4310	4303	81%	81%
4	BUS BAR 20 KV – Sesudah Kabel (PT. Indo Tirta Abadi)	19.716	19.684	3867	3861	97%	97%

Melihat tabel pengamatan yang di sajikan pada tabel 4.9, dapat kita lihat kondisi jaringan yang terjadi saat sebelum terpasangnya kapasitor bank. Pada tabel itu juga terlihat besarnya losses dan drop tegangan yang terjadi pada jaringan yaitu sebagai berikut.

Tabel 4.4 Pengamatan Losses dan Drop Tegangan Penyulang Kontraktor

No.	KOMPONEN	DROP TEGANGAN (V)	LOSSES (KVA)
1	BUS BAR 150 kV	-	-
2	BUS BAR 20 KV – Sesudah Kabel (PT. Garuda Metalindo)	62	12
3	BUS BAR 20 KV – Sesudah Kabel (PT. Poly Unggul Plastic)	34	7
4	BUS BAR 20 KV – Sesudah Kabel (PT. Indo Tirta Abadi)	32	6

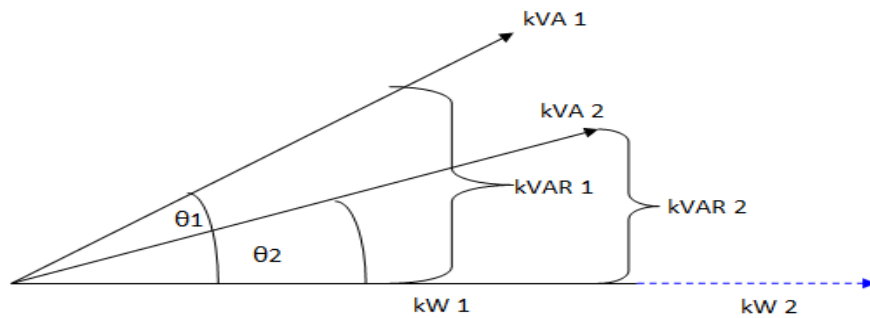
4.5 Analisa Pengaruh Penggunaan Kapasitor Pada Busbar User



Gambar 4. 4 Pemodelan ETAP kapasitor pada bus bar user

4.6 Analisis Perbaikan Faktor daya

Dengan melihat tabel 4.3 pengamatan tegangan, daya, dan arus penyulang kontraktor dan tabel pengamatan Losses dan drop tegangan pada tabel 4.4. Maka perbaikan factor daya dapat dilakukan. Adapun tujuan perbaikan factor daya adalah mengurangi besarnya rugi-rugi daya semu dan jatuh tegangan. Factor daya di perlukan $\cos \theta_1$ dan $\cos \theta_2$.



Gambar 4.5 Diagram Fasor Segitiga Daya

A. PT. Garuda Metalindo

1. Perbaikan Faktor Daya

Fasa = 3 Phase
 Daya Nyata (P) = $S \cdot \cos \theta$
 = $3.736 \text{ kVA} \times 0.87$
 = 3250.32 kW
 Tegangan = 19.719 kV
 Frekuensi = 50 Hz

$\cos \theta_1 = 0,87$ $\theta_1 = 29,5$ $\tan \theta_1 = 0,56$
 $\cos \theta_2 = 0,99$ $\theta_2 = 8,10$ $\tan \theta_2 = 0,14$

2. Kapasitas Kapasitor

Kapasitas kapasitor yang dibutuhkan pada penyulang kontraktor di sisi beban PT. Garuda Metalindo untuk perbaikan factor daya $\cos \theta_1$ dan $\cos \theta_2$ ialah:

$$Q_c = P (\tan \theta_1 - \tan \theta_2)$$

$$Q_c = 3.250.320 (0,56 - 0,14)$$

$$Q_c = 3.250.320 (0,42)$$

$$Q_c = 1.365.134,44 \text{ VAR}$$

$$Q_c = 1.365.13 \text{ kVAR}$$

3. Kapasitansi Kapasitor

$$C = \frac{Q_c}{V^2 \omega}$$

$$C = \frac{1.365.134,44}{19,719^2 kV \times (2 \times \pi \times F)}$$

$$C = \frac{1.365.134,44}{19.719^2 \times (2 \times 3.14 \times 50)}$$

$$C = \frac{1.365.134,44}{19.719^2 \times 314}$$

$$C = \frac{1.365.134,44}{1,21 \times 10^{11}}$$

$$C = 1,12 \times 10^{-5}$$

B. PT. Poly Unggul Plastic

1. Perbaikan Faktor Daya

Fasa = 3 Phase

Daya Nyata (P) = S.cos θ

= 4310 x 0,81

= 3491,1 kW

Tegangan = 19.719 kV

Frekuensi = 50 Hz

Cos θ_1 = 0,81 θ_1 = 35,9 tan θ_1 = 0,72

Cos θ_2 = 0,99 θ_2 = 8,10 tan θ_2 = 0,14

2. Kapasitas Kapasitor

Kapasitas kapasitor yang dibutuhkan pada penyulang kontraktor disisi beban PT. Poly Unggul Plastic untuk perbaikan factor daya cos θ_1 dan cos θ_2 ialah:

$$Q_c = P (\tan\theta_1 - \tan\theta_2)$$

$$Q_c = 3.491.100 (0,72 - 0,14)$$

$$Q_c = 3.491.100 (0,58)$$

$$Q_c = 2.024.838 \text{ VAR}$$

$$Q_c = 2.024,83 \text{ kVAR}$$

Kapasitansi Kapasitor

$$C = \frac{Q_c}{V^2 \omega}$$

$$C = \frac{2.024.838}{19.719^2 \text{ kV} \times (2 \times \pi \times F)}$$

$$C = \frac{2.024.838}{19.719^2 \times (2 \times 3.14 \times 50)}$$

$$C = \frac{2.024.838}{19.719^2 \times 314}$$

$$C = \frac{2.024.838}{1,21 \times 10^{11}}$$

$$C = 1,67 \times 10^{-5}$$

C. PT. Indo Tirta Abadi

1. Perbaikan Faktor Daya

$$\text{Fasa} = 3 \text{ Phase}$$

$$\text{Daya Nyata (P)} = S \cdot \cos \theta$$

$$= 3867 \times 0,97$$

$$= 3750,99 \text{ kW}$$

$$\text{Tegangan} = 19.719 \text{ k}$$

$$\text{Frekuensi} = 50 \text{ Hz}$$

$$\cos\theta_1 = 0,97 \quad \theta_1 = 14,06 \quad \tan\theta_1 = 0,25$$

$$\cos\theta_2 = 0,99 \quad \theta_2 = 8,10 \quad \tan\theta_2 = 0,1$$

2. Kapasitas Kapasitor

Kapasitas kapasitor yang dibutuhkan pada penyulang kontraktor di sisi beban PT. Poly Unggul Plastic untuk perbaikan factor daya $\cos\theta_1$ dan $\cos\theta_2$ ialah:

$$Q_c = P (\tan\theta_1 - \tan\theta_2)$$

$$Q_c = 3.750.990 (0,25 - 0,14)$$

$$Q_c = 3.750.990 (0,11)$$

$$Q_c = 412.608,9 \text{ VAR}$$

$$Q_c = 412,60 \text{ kVAR}$$

3. Kapasitansi Kapasitor

$$C = \frac{Q_c}{V^2 \omega}$$

$$C = \frac{412.608,9}{19,719^2 kV \times (2\pi \times 50)}$$

$$C = \frac{412.608,9}{19.719^2 \times (2 \times 3.14 \times 50)}$$

$$C = \frac{412.608,9}{19.719^2 \times 314}$$

$$C = \frac{452.370}{1,21 \times 10^{11}}$$

$$C = 3,73 \times 10^{-6}$$

4.7 Analisa Pengaruh Kapasitor Bank

Setelah pemasangan kapasitor pada sisi beban menyebabkan penurunan besarnya tegangan, power factor, daya aktif, daya reaktif, daya semu, dan arus. Berikut tabel besarnya Daya aktif, daya reaktif serta daya semu sebelum dan sesudah pemasangan kapasitor.

Tabel 4.5 Tabel Perbandingan Nilai Tegangan, Power Factor dan Daya

No.	KOMPONEN	Tegangan (kV)		Daya (kVA)		Power Factor (%)	
		INPUT	OUTPUT	INPUT	OUTPUT	BUSBAR	SETELAH KABEL
1	BUS BAR 150 kV	150	150	10666	10666	98%	98%
2	BUS BAR 20 KV – Sesudah Kabel (PT. Garuda Metalindo)	19.857	19.854	3299	3739	98%	87%
3	BUS BAR 20 KV – Sesudah Kabel (PT. Poly Unggul Plastic)	19.857	19.875	3510	4319	98%	81%
4	BUS BAR 20 KV – Sesudah Kabel (PT. Indo Tirta Abadi)	19.857	19.867	3802	3875	99%	97%

Pada tabel di atas terlihat bahwa penambahan kapasitor menyebabkan penurunan besarnya daya yang di konsumsi oleh konsumen penurunan daya sehingga konsumsi daya pada penyulang kontraktor. Dikarenakan daya pada penyulang kontraktor menurun menyebabkan besarnya arus pada penyulang kontraktor menjadi menurun sehingga suhu kabel pun menurun, dan life time kabel bertambah. Penurunan daya konsumen juga berdampak pada pengurangan drop tegangan dan losses yang ada di penyulang kontraktor di bawah ini merupakan tabel pengamatan losses dan drop tegangan

Tabel 4. 6 Tabel Pengamatan Losses dan Drop Tegangan

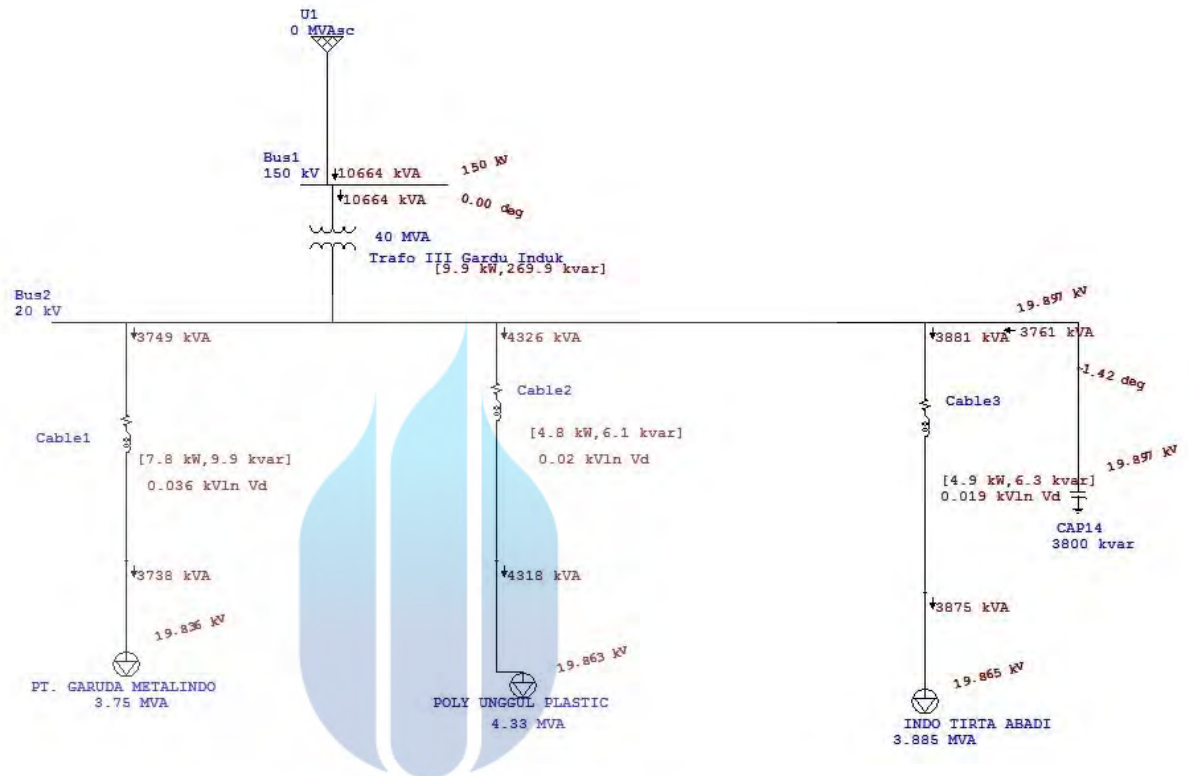
No.	KOMPONEN	DROP TEGANGAN (V)	LOSSES (KVA)
1	BUS BAR 150 kV	-	-
2	BUS BAR 20 KV – Sesudah Kabel (PT. Garuda Metalindo)	3	+440
3	BUS BAR 20 KV – Sesudah Kabel (PT. Poly Unggul Plastic)	+18	+809
4	BUS BAR 20 KV – Sesudah Kabel (PT. Indo Tirta Abadi)	+10	+73

Pada tabel di atas terlihat bahwa penambahan kapasitor berdampak pada berkurangnya Losses dan drop tegangan pada jaringan sehingga distribusi tenaga listrik menjadi lebih berkualitas.

4.8 Pengamatan Penempatan Kapasitor

Pada penyulang kontraktor terdapat 2 Bus Bar yaitu Bus Bar utama 20 kv dan Bus Bar User. Dengan tujuan mencari penempatan kapasitor agar lebih optimal maka kapasitor di tempatkan pada busbar inti 20kv penyulang kontraktor Gardu Induk pasar kemis.

4.9 Pemodelan ETAP



Gambar 4.6 Pemodelan Pemasangan Kapasitor di Busbar Utama

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

4.10 Analisa Perbandingan Penempatan Kapasitor

Setelah dilakukan simulasi menggunakan etap data perbandingan penempatan kapasitor sebagai berikut :

Tabel 4. 7 Tabel Perbandingan Pempatan Kapastor

No.	KOMPONEN	Tegangan (kV)		Daya (kVA)		Power Factor (%)	
		INPUT	OUTPUT	INPUT	OUTPUT	BUSBAR	SETELAH KABEL
1	BUS BAR 150 kV	150	150	10664	10664	95%	95%
2	BUS BAR 20 KV – Sesudah Kabel (PT. Garuda Metalindo)	19.857	19.856	3749	3738	98%	87%
3	BUS BAR 20 KV – Sesudah Kabel (PT. Poly Unggul Plastic)	19.857	19.863	4326	4318	81%	98%
4	BUS BAR 20 KV – Sesudah Kabel (PT. Indo Tirta Abadi)	19.857	19.865	3761	3875	97%	97%

Tabel 4. 8 Tabel Perbandingan Losses dan Drop Tegangan

No	KOMPONEN	DROP TEGANGAN (V)	LOSSES (KVA)
1	BUS BAR 150 kV	-	-
2	BUS BAR 20 KV – Sesudah Kabel (PT. Garuda Metalindo)	-1	-11
3	BUS BAR 20 KV – Sesudah Kabel (PT. Poly Unggul Plastic)	+6	-8
4	BUS BAR 20 KV – Sesudah Kabel (PT. Indo Tirta Abadi)	+8	-114

Dari kedua tabel diatas dapat dilihat bahwa penempatan kapasitor yang baik ialah yang berdekatan dengan beban. Di karenakan kapasitor ialah suatu perlengkapan listrik yang berperan sebagai sumber daya reactive. Apabila kapasitor dipasang pada busbar utama menyebabkan daya reactive akan mengkonsumsi daya langsung dari trafo menyebabkan trafo bekerja lebih keras sehingga mengurangi *lifetime* trafo.

Berkurangnya daya reactive pada jaringan berdampak juga pada penurunan besarnya arus pada jaringan sehingga luas penampang kabel yang dibutuhkan pada jaringan semakin mengecil.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA