

ANALISIS PENGARUH PENEMPATAN KAPASITOR TERHADAP *LOSSES* DAN PROFIL TEGANGAN PADA GARDU INDUK 150 KV KLATEN

Vicky Purbantoro¹, Ramadoni Syahputra¹, M. Yusvin Mustar¹

¹Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Jl. Lingkar Barat, Tamantirto, Kasihan, Bantul, Yogyakarta 55183, Telp: 0274-387656 Fax. 0274-387646

Email: vickypurbantoro5@gmail.com

P.T. PLN Persero is a state-owned electricity company that has the obligation to provide equitable, economical services and is able to provide electricity to all levels of society. To achieve this obligation is required to minimize power losses in the distribution network. These power losses can be minimized by adding bank capacitors to the distribution network. So from the improvement of the power, the research on Capacitor Effect on the voltage profile and losses was carried out at the Klaten 150 kV substation by taking data samples at the APJ Klaten substation and PLN, which were then simulated using ETAP version 12.6.0 software. The use of ETAP software is to facilitate the design of Bank Capacitors that will be applied to the network. After the installation of capacitors can be seen there is a power factor increase which was originally 0.81 to 0.98 and a decrease in power loss from 27.4 to 18.9

Keyword: Losses, Capacitor Bank, Voltage Profiles

1. Latar Belakang

Di zaman yang serba digital ini kebutuhan energi listrik sangat tinggi, mulai dari sektor perumahan, pemerintahan, bisnis, dan industri semua membutuhkan energi listrik. Maka kebutuhan energi listrik terus meningkat seiring pertumbuhan penduduk dan ekonomi penduduk. Penyediaan energi listrik di harapkan dengan kualitas yang baik yaitu dengan keandalan, dan pelayanan yang terus menerus, serta harga yang terjangkau, sesuai dengan tujuan kebijakan energi nasional. Namun kebutuhan energi yang terus naik menyebabkan adanya permasalahan terhadap rugi – rugi daya terhadap tahanan penghantar yang semakin meningkat.

Semakin jauh jarak pelanggan dengan gardu distribusi membuat rugi daya semakin besar dan drop tegangan semakin besar. Rugi - rugi daya berbanding lurus dengan tahanan penghantar dan kuadrat arus beban, serta adanya pengaruh non teknis.

Berdasarkan audit energi hingga tahun 2004, angka kerugian energi total PLN se-Indonesia 16,84%. Dari total kerugian energi listrik tersebut system distribusi tercatat memiliki kerugian terbesar yaitu 14,47%, sedangkan kerugian system transmisi hanya 2,37%.

Pada jaringan distribusi semakin panjang suatu penghantar listrik atau jaringan

transmisi, maka semakin besar sifat induktansi (L) dari penghantar tersebut. Tentu hal ini tidak berdampak baik untuk konsumen maupun produsen energi listrik. Maka dengan itu penempatan suatu kapasitor pada penghantar tersebut cukup membantu untuk menyeimbangi induktansi pada penghantar tersebut.

Bila suatu jaringan tidak memiliki sumber daya reaktif di daerah sekitar beban, maka akan mengalir arus reaktif pada jaringan, yang berakibat pada penurunan factor daya, peningkatan rugi-rugi jaringan, penurunan tegangan khususnya pada ujung saluran, dan regulasi tegangan yang memburuk. Hal ini akan menimbulkan kerugian baik pada produsen dalam hal ini adalah PLN sebagai penyedia listrik maupun konsumen (pemakai listrik).

Berdasarkan latar belakang di atas, maka pada penelitian kali ini akan di simulasikan drop daya dan pofile tegangan setelah dan sebelum penambahan kapasitor bank menggunakan software ETAP 12.6.0, diharapkan hasil dari penelitian ini dapat menjadi solusi perbaikan dan sebagai referensi pihak PLN untuk menangani masalah drop daya energi listrik.

II. TEORI ENDUKUNG

2.2.1. Sistem Transmisi Tenaga Listrik

Energi listrik yang dihasilkan dari pembangkit tenaga listrik yang jaraknya berjauhan dengan daerah-daerah dimana energi listrik tersebut dipakai (pusat beban). Karena tegangan yang dihasilkan generator umumnya relatif rendah (berkisar 6 kV hingga 24 kV), maka tegangan ini dinaikkan oleh transformator daya ketingkat tegangan yang lebih tinggi. Tingkat tegangan yang lebih tinggi ini selain untuk memperbesar daya hantar saluran yang berbading lurus dengan kuadrat tegangan, juga untuk memperkecil rugirugi daya dan jatuh tegangan pada saluran.

Penurunan dari tingkat tegangan transmisi pertama-tama dilakukan di gardu induk (GI), di man tegangan di turunkan ke tegangan yang lebu rendah misalnya dari 500 kV ke 150 kV, atau dari 150 kV ke 70 kV, dan sebagainya. Kemudian penurunan kedua dilakukan di gardu induk distribusi 150 kV ke 20 kV atau dari 70 kV ke 20 kV.

2.2.2. Tegangan Transmisi

Jika tegangan transmisi ditingikan maka rugi-rugi transmisi akan dapat diperkecil sehingga efisiensi transmisi akan naik. Akan tetapi penaikan tegangan pada saluran transmisi berarti juga penaikan isolasi

dan peralatan gardu induk oleh karena itu pemilihan tegangan dilakukan dengan perhitungan daya yang disalurkan, jumlah rangkaian, jenis penyaluran, keandalan, biaya peralatan untuk tegangan tertentu, serta tegangan-tegangan yang sekarang ada dan yang direncanakan.

Tabel 2. 1 **Tegangan Tinggi Yang Berlaku Di Indonesia**

Tegangan Nominal (kV)	Tegangan Tertinggi Untuk Peralatan (kV)
30	36
66	72,5
150	170
220	245
380	420
500	525

2.2.3. Kawat Penghantar

Jenis-jenis kawat penghantar yang biasa digunakan pada saluran transmisi adalah tembaga dengan konduktivitas 100% (Cu 100%), tembaga dengan konduktivitas 97,5% (Cu 7,5%), dan aluminium dengan konduktivitas 61% (Al 61%).

Kawat penghantar aluminium terdiri dari berbagai jenis dengan lambang sebagai berikut:

AAC	: <i>All Aluminium Conductor</i> , yaitu kawat penghantar yang seluruhnya terbuat dari aluminium
-----	--

AAAC	: <i>All Aluminium Alloy Conductor</i> , yaitu kawat penghantar yang seluruhnya terbuat dari campuran aluminium.
------	--

ACSR	: <i>Aluminium Conductor Steel Reinforced</i> , yaitu kawat penghantar aluminium berinti baja.
------	--

ACAR	: <i>Aluminium Conductor Alloy Reinforced</i> , yaitu kawat penghantar yang diperkuat dengan campuran logam
------	---

2.2.4. Sistem Distribusi Tegangan Listrik

Definisi umum, sistem distribusi ialah bagian dari sistem tenaga listrik antara sumber daya besar (*bulk power source, BPS*) dan peralatan hubung pelanggan (*customers service switch*). Berdasarkan definisi tersebut maka sistem distribusi meliputi komponen-komponen berikut :

1. Sistem subtransmisi

Jaringan subtransmisi merupakan jaringan yang berfungsi untuk mengalirkan daya dari GI menuju gardu distribusi. Namun jaringan subtransmisi belum tentu ada diseluruh sistem distribusi, karena jaringan subtransmisi merupakan jaringan dengan tegangan peralihan. Seandainya pada jaringan transmisi tegangan yang dipakai adalah 500 kV, maka setelah masuk GI tegangan menjadi 150 kV (belum termasuk tegangan distribusi). Sehingga jaringan ini dinamakan subtransmisi karena masih bertegangan tinggi.

2. Gardu induk distribusi

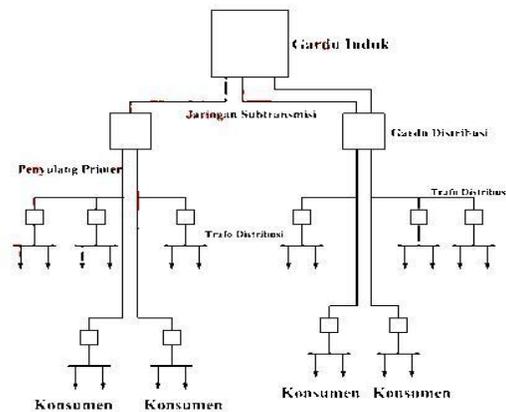
Gardu Induk merupakan unit di dalam sistem distribusi yang berfungsi untuk menerima daya dari sistem transmisi untuk kemudian diteruskan sistem distribusi. Di dalam Gardu Induk ini tegangan dari sistem transmisi (150kV-500kV) akan diubah menjadi tegangan untuk distribusi (20kV).

3. Penyulang distribusi atau penyulang primer

Saluran penyulang utama merupakan saluran atau rangkaian yang berfungsi untuk menghubungkan antara gardu distribusi utama dengan gardu transformator distribusi atau menghubungkan GI dengan gardu transformator distribusi.

4. Transformator distribusi

Transformator distribusi berada di



dalam gardu gardu distribusi. Berfungsi untuk mengubah tegangan menengah (20 kV) menjadi tegangan rendah (220/380 V). Kemudian daya dengan tegangan rendah tersebut disalurkan kepada konsumen.

5. Untai sekunder

Rangkaian sekunder merupakan rangkaian yang berasal dari gardu-gardu distribusi yang berfungsi untuk melayani konsumen yang tersebar di sepanjang simpul-simpul distribusi.[4]

Gambar 2.1 Komponen Penyusun Sistem Distribusi

2.2.5. Gardu induk

Gardu Induk merupakan sub sistem dari sistem penyaluran (transmisi) tenaga listrik, atau merupakan satu kesatuan dari sistem penyaluran (transmisi). Penyaluran (transmisi) merupakan sub sistem dari sistem tenaga listrik. Berarti, gardu induk merupakan sub-sub sistem dari sistem tenaga listrik. Sebagai sub sistem dari sistem penyaluran (transmisi), gardu induk mempunyai peranan penting, dalam pengoperasiannya tidak dapat dipisahkan dari sistem penyaluran (transmisi) secara keseluruhan.

2.2.6. Fungsi Gardu Induk

Mentransformasikan daya listrik :

1. Dari tegangan ekstra tinggi ke tegangan tinggi (500 KV/150 KV).
2. Dari tegangan tinggi ke tegangan yang lebih rendah (150 KV/ 70 KV).³
3. Dari tegangan tinggi ke tegangan menengah (150 KV/ 20 KV, 70 KV/20 KV).
4. Dengan frekuensi tetap (di Indonesia 50 Hertz).

Untuk pengukuran, pengawasan operasi serta pengamanan dari sistem tenaga listrik. Pengaturan pelayanan beban ke gardu induk-gardu induk lain melalui tegangan tinggi dan

ke gardu distribusi-gardu distribusi, setelah melalui proses penurunan tegangan melalui penyulang-penyulang (feeder- feeder) tegangan menengah yang ada di gardu induk. Untuk sarana telekomunikasi (pada umumnya untuk internal PLN), yang kita kenal dengan istilah SCADA.

2.2.7. Jenis Gardu Induk

Jenis Gardu Induk bisa dibedakan menjadi beberapa bagian yaitu :

1. Berdasarkan besaran tegangannya.
2. Berdasarkan pemasangan peralatan
3. Berdasarkan fungsinya.
4. Berdasarkan isolasi yang digunakan.
5. Berdasarkan sistem (busbar).

Dilihat dari jenis komponen yang digunakan, secara umum antara GITET dengan GI mempunyai banyak kesamaan. Perbedaan mendasar adalah :

1. Pada GITET transformator daya yang digunakan berupa 3 buah transformator daya masing – masing 1 fasa (bank transformer) dan dilengkapi peralatan rekator yang berfungsi mengkompensasikan daya reaktif jaringan.²

2. Sedangkan pada GI (150 KV, 70 KV) menggunakan Transformator daya 3 phasa dan tidak ada peralatan reaktor.

Berdasarkan besaran tegangannya, terdiri dari :

1. Gardu Induk Tegangan Ekstra Tinggi (GITET) 275 KV, 500 KV.
2. Gardu Induk Tegangan Tinggi (GI) 150 KV dan 70 KV.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Alur penulisan tugas akhir ini dapat dilihat dalam diagram flowchart dibawah ini:



Gambar.3.1 Alur penulisan tugas akhir.

IV. HASIL PEMBAHASAN

4.1.Kondisi Umum

Ilah suatu kondisi dimana system distribusi memenuhi standar mutu. Kondisi tersebut meliputi :

1. Faktor daya
2. Standar mutu tegangan
3. Susut energi
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 Klaten mempunyai 19 Penyulang namun yang digunakan ke beban hanya 14 penyulang. Dan yang akan penulis analisa pada pembebanan sektor jaringan menengah karena lebih tinggi tingkat drop tegangan dan susut energinya.

4.2.Daftar Penyulang dan Konsumen yang dilayani

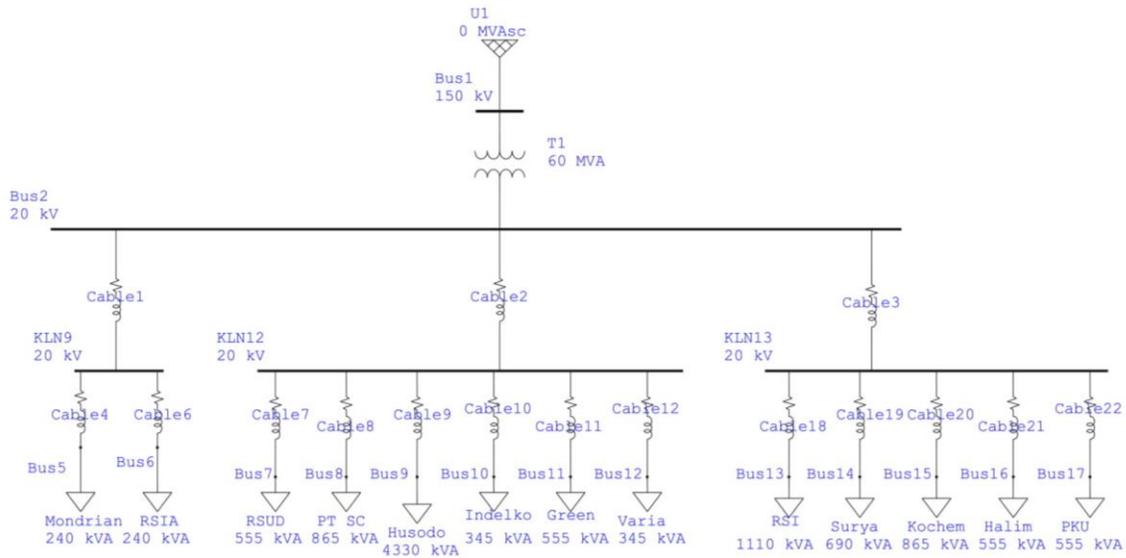
4.2.1. Penyulang KLN 12 Trafo 2

Dapat dilihat pada table 4.3.3 daftar pelanggan 20kv penyulang KLN 12 Trafo 2 ada 5 pelanggan

Tabel 4.2.3

NO	Nama Konsumen	Tarif	Daya (KVA)	Alamat
1	RSUD Bagas Waras	S3	555	Jalan Ir. Soekarno No.KM.2, Buntalan, Klaten Tengah, Klaten
2	PT SC Enterprises	I3	865	Jl. Bugisan #7A, Kec. Prambanan, Kab. Klaten
3	PT Sari Husodo	I3	4330	Jalan Raya Jogja-Solo, KM 19, Kemudo, Prambanan, Klaten
4	PT Indelko	I3	345	Somopuro, Jogonalan, Klaten

5	PT Green Gloves	I3	555	Jl. Dukuh Pilangsari, Dusun III, Gondang, Kebonarum, Klaten	6	PT Varia Usaha Beton	I3	345	Jl. Kaliworo, Tawang Sari, Panggang, Kemalang, Klaten
---	-----------------	----	-----	---	---	----------------------	----	-----	---



Gambar 4.2 Penyulang KLN 9, KLN 12, dan KLN 13 sebelum pemasangan Kapasitor Bank

4.1.1. Penyulang KLN 12 Trafo 2

Penyulang KLN 12 terletak pada trafo 2 60MVA seperti pada gambar 4.2 yang memiliki 6 pelanggan jaringan menengah, karena letaknya setrafo dengan penyulang KLN 9 dan KLN 13 maka data Rugi daya dan dayanya saling berkaitan. Data pengamatan selengkapnya tentang penyulang KLN 12 sebelum pemasangan kapasitor di tunjukan pada tabel 4.9

Tabel 4.9. Data Pengamatan Penyulang KLN12 sebelum pemasangan kapasitor Bank

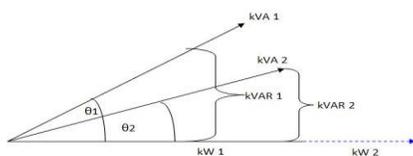
NO	Nama Konsumen	pf (%)	Tegangan	DAYA			Rugi daya	
				kVA	kW	kVAR	kW	kVAR
1	RSUD Bagas Waras	84	19,75	542	455	294	0,4	0,3
2	PT SC Enterprises	81	19,64	834	675	489	4,8	3,3
3	PT Sari Husodo	83	19,28	4024	3340	2244	84,2	59,3
4	PT Indelko	86	19,74	336	289	171	0,5	0,3

5	PT Green Gloves	88	19,74	541	476	257	0,7	0,5
6	PT Varia Usaha Beton	85	19,7	334	284	176	1,1	0,8

Dapat dilihat pada tabel bahwa Rugi daya tertinggi terjadi pada PT Sari Husodo yaitu 84,2 kW 59,3 kVAR dikarenakan factor daya kecil dan penggunaannya yang besar.

4.3. Analisis Pengaruh Kapasitor Bank Pada Busbar User

Dapat dilihat pada masing masing tabel penyulang data tentang Rugi daya, tegangan, dan daya penggunaan pada masing masing pelanggan tegangan menengah mulai dari penyulang KLN12. Setelah data tersebut diketahui maka dapat melakukan perhitungan kapasitor bank untuk perbaikan factor daya yang di gunakan. 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 4.3 Diagram Fasor Segitiga Daya

4.3.1. Penyulang KLN 12

Penyulang KLN12 memiliki 6 pelanggan tegangan menengah, analisis perhitungan kapasitas kapasitor di uraikan di bawah ini

4.3.1.1. Perhitungan Kapasitor

Dengan melihat tabel 4.3.4 pengamatan tegangan, daya, dan daya penggunaan pada penyulang KLN12.

A. RSUD Bagas Waras

1. Perbaikan Faktor Daya

$$\begin{aligned} \text{Fasa} &= 3 \text{ Phase} \\ \text{Daya Nyata (P)} &= S \cos \theta \\ &= 542 \text{ kVA} \times 0,84 \\ &= 455,28 \text{ kW} \\ \text{Tegangan} &= 19,75 \text{ kV} \\ \text{Frekwensi} &= 50 \text{ Hz} \\ \cos \theta_1 &= 0,84 \quad \theta_1 = 32,859 \quad \tan \theta_1 = 0,645 \\ \cos \theta_2 &= 0,99 \quad \theta_2 = 8,10 \quad \tan \theta_2 = 0,14 \end{aligned}$$

2. Kapasitas Kapasitor

Kapasitas kapasitor yang dibutuhkan pada penyulang kontraktor di sisi beban RSUD Bagas Waras untuk perbaikan factor daya $\cos \theta_1$ dan $\cos \theta_2$ ialah:

$$\begin{aligned} Q_c &= P (\tan \theta_1 - \tan \theta_2) \\ Q_c &= 455,28 (0,645 - 0,14) \\ Q_c &= 455,28 (0,505) \\ Q_c &= 229,916 \text{ kVAR} \end{aligned}$$

3. Kapasitansi Kapasitor

$$\begin{aligned} C &= \frac{Q_c}{V^2 \omega} \\ C &= \frac{229916}{19,75^2 (2\pi \times 50)} \\ C &= \frac{229916}{390,062 (2 \times 3,14 \times 50)} \\ C &= \frac{229916}{390,062 (314)} \end{aligned}$$

$$C = \frac{229916}{122479,62}$$

$$C = 1,877 \text{ F}$$

$$= 4024 \text{ kVA} \times 0,83$$

$$= 3339,92 \text{ kW}$$

$$\text{Tegangan} = 19,28 \text{ kV}$$

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

$$\cos \theta_1 = 0,83 \quad \theta_1 = 33,901 \quad \tan \theta_1 = 0,671$$

$$\cos \theta_2 = 0,99 \quad \theta_2 = 8,10 \quad \tan \theta_2 = 0,14$$

B. PT SC Enterprises

1. Perbaikan Faktor Daya

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

$$\begin{aligned} \text{Daya Nyata (P)} &= S \cos \theta \\ &= 834 \text{ kVA} \times 0,81 \\ &= 675,54 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\text{Tegangan} = 19,64 \text{ kV}$$

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

$$\cos \theta_1 = 0,81 \quad \theta_1 = 35,904 \quad \tan \theta_1 = 0,723$$

$$\cos \theta_2 = 0,99 \quad \theta_2 = 8,10 \quad \tan \theta_2 = 0,14$$

2. Kapasitas Kapasitor

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

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

$$Q_c = 675,54 (0,723 - 0,14)$$

$$Q_c = 675,54 (0,583)$$

$$Q_c = 393,839 \text{ kVAR}$$

3. Kapasitansi Kapasitor

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

$$C = \frac{393839}{19,64^2 (2\pi \times 50)}$$

$$C = \frac{393839}{385,729 (2 \times 3,14 \times 50)}$$

$$C = \frac{393839}{385,729 (314)}$$

$$C = \frac{393839}{121118,906}$$

$$C = 3,251 \text{ F}$$

C. PT Sari Husodo

1. Perbaikan Faktor Daya

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

$$\begin{aligned} \text{Daya Nyata (P)} &= S \cos \theta \\ &= 336 \text{ kVA} \times 0,86 \\ &= 288,96 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\text{Tegangan} = 19,74 \text{ kV}$$

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

$$\cos \theta_1 = 0,86 \quad \theta_1 = 30,683 \quad \tan \theta_1 = 0,593$$

$$\cos \theta_2 = 0,99 \quad \theta_2 = 8,10 \quad \tan \theta_2 = 0,14$$

2. Kapasitas Kapasitor

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

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

$$Q_c = 3339,92 (0,671 - 0,14)$$

$$Q_c = 3339,92 (0,531)$$

$$Q_c = 1773,497 \text{ kVAR}$$

3. Kapasitansi Kapasitor

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

$$C = \frac{1773497}{19,28^2 (2\pi \times 50)}$$

$$C = \frac{1773497}{371,718 (2 \times 3,14 \times 50)}$$

$$C = \frac{1773497}{371,718 (314)}$$

$$C = \frac{1773497}{116719,577}$$

$$C = 15,194 \text{ F}$$

D. PT Indelko

1. Perbaikan Faktor Daya

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

$$\begin{aligned} \text{Daya Nyata (P)} &= S \cos \theta \\ &= 336 \text{ kVA} \times 0,86 \\ &= 288,96 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\text{Tegangan} = 19,74 \text{ kV}$$

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

$$\cos \theta_1 = 0,86 \quad \theta_1 = 30,683 \quad \tan \theta_1 = 0,593$$

$$\cos \theta_2 = 0,99 \quad \theta_2 = 8,10 \quad \tan \theta_2 = 0,14$$

2. Kapasitas Kapasitor

Kapasitas kapasitor yang dibutuhkan pada penyulang kontraktor di sisi beban PT Indelko:

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

$$Q_c = 288,96 (0,593 - 0,14)$$

$$Q_c = 288,96 (0,453)$$

$$Q_c = 130,898 \text{ kVAR}$$

3. Kapasitansi Kapasitor

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

$$C = \frac{130898}{19,74^2 (2\pi \times 50)}$$

$$C = \frac{130898}{389,667 (2 \times 3,14 \times 50)}$$

$$C = \frac{130898}{389,667 (314)}$$

$$C = \frac{130898}{122355,626}$$

$$C = 1,069 \text{ F}$$

E. PT Green Gloves

1. Perbaikan Faktor Daya

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

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

$$= 541 \text{ kVA} \times 0,88$$

$$= 476 \text{ kW}$$

$$\text{Tegangan} = 19,74 \text{ kV}$$

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

$$\cos \theta_1 = 0,88 \quad \theta_1 = 28,357 \quad \tan \theta_1 = 0,539$$

$$\cos \theta_2 = 0,99 \quad \theta_2 = 8,10 \quad \tan \theta_2 = 0,14$$

2. Kapasitas Kapasitor

Kapasitas kapasitor yang dibutuhkan pada penyulang kontraktor di sisi beban PT Green Gloves:

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

$$Q_c = 476 (0,539 - 0,14)$$

$$Q_c = 476 (0,399)$$

$$Q_c = 189,924 \text{ kVAR}$$

3. Kapasitansi Kapasitor

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

$$C = \frac{189924}{19,74^2 (2\pi \times 50)}$$

$$C = \frac{189924}{389,667 (2 \times 3,14 \times 50)}$$

$$C = \frac{189924}{389,667 (314)}$$

$$C = \frac{189924}{122355,626}$$

$$C = 1,552 \text{ F}$$

F. PT Varia Usaha Beton

1. Perbaikan Faktor Daya

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

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

$$= 334 \text{ kVA} \times 0,85$$

$$= 283 \text{ kW}$$

$$\text{Tegangan} = 19,7 \text{ kV}$$

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

$$\cos \theta_1 = 0,85 \quad \theta_1 = 31,788 \quad \tan \theta_1 = 0,619$$

$$\cos \theta_2 = 0,99 \quad \theta_2 = 8,10 \quad \tan \theta_2 = 0,14$$

2. Kapasitas Kapasitor

Kapasitas kapasitor yang dibutuhkan pada penyulang kontraktor di sisi beban PT Varia Usaha Beton:

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

$$Q_c = 283 (0,619 - 0,14)$$

$$Q_c = 283 (0,479)$$

$$Q_c = 135,557 \text{ kVAR}$$

3. Kapasitansi Kapasitor

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

$$C = \frac{135557}{19,7^2 (2\pi \times 50)}$$

$$C = \frac{135557}{388,09 (2 \times 3,14 \times 50)}$$

$$C = \frac{135557}{388,09 (314)}$$

$$C = \frac{135557}{121860,26}$$

$$C = 1,112 \text{ F}$$

Tabel 4.14 Data perbandingan Factor daya, Tegangan, Daya, dan Rugi daya pada pelanggan KLN 12

NO	Nama Konsumen	Pf(%)		Tegangan (kv)		DAYA						Rugi daya			
		Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	kVA		kW		kVAR		kW		kVAR	
						Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
1	RSUD Bagas Waras	84	98,9	19,75	19,9	542	468	455	462	294	70	0,4	0,3	0,3	0,2
2	PT SC Enterprises	81	98,7	19,64	19,81	834	701	675	688	489	111	4,8	3,3	3,3	2,3
3	PT Sari Husodo	83	98,3	19,28	19,53	4024	3552	3340	3430	2244	613	84,2	61,5	59,3	43,3
4	PT Indelko	86	98,9	19,74	19,89	336	297	289	294	171	45	0,5	0,4	0,3	0,3
5	PT Green Gloves	88	98,9	19,74	19,89	541	489	476	483	257	73	0,7	0,6	0,5	0,4
6	PT Varia Usaha Beton	85	98,8	19,7	19,85	334	294	284	289	176	45	1,1	0,9	0,8	0,6

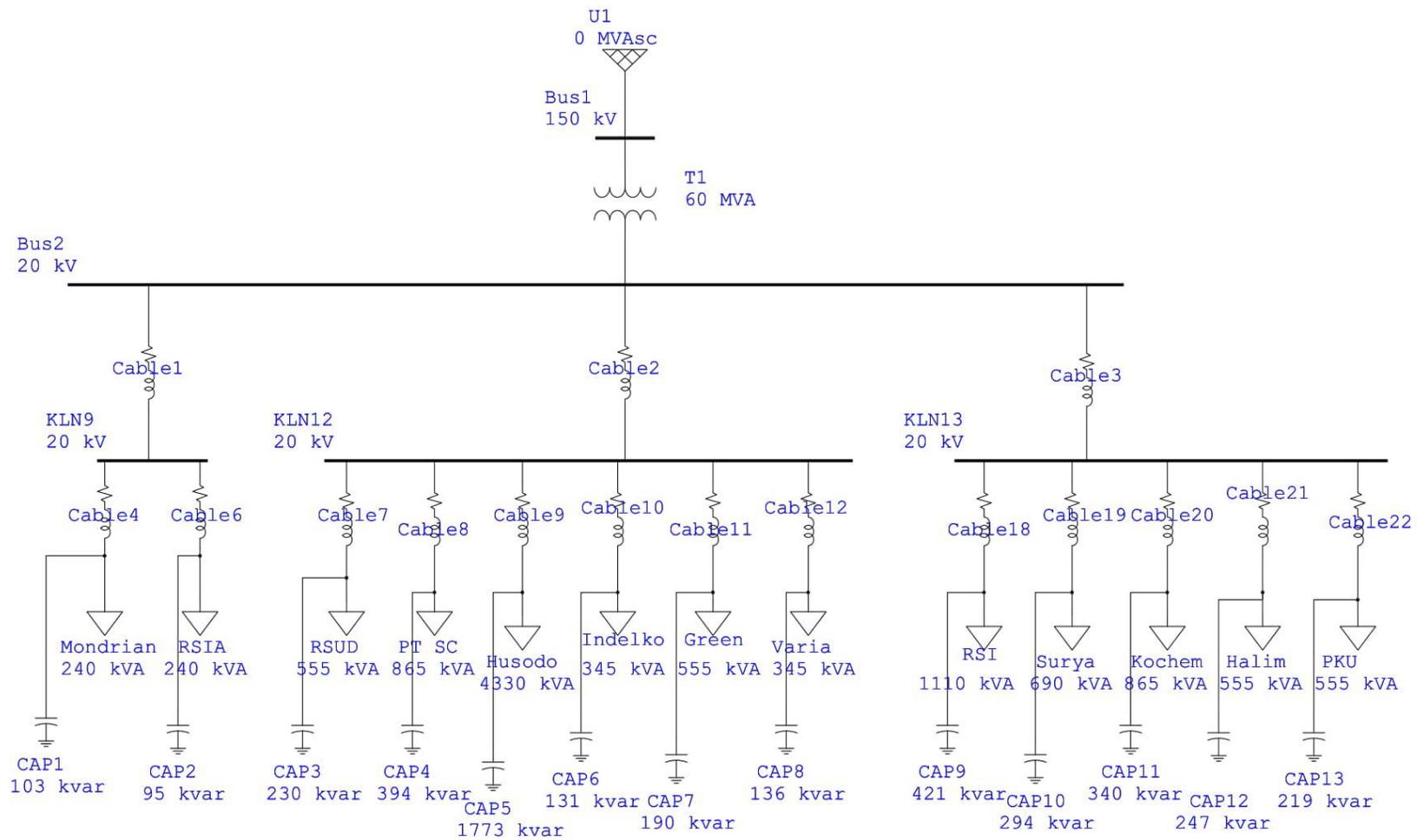
4.4. Analisis

Berdasarkan tabel 4.14, maka pengaruh kapasitor bank pada penyulang KLN 12 dapat di simpulkan sebagai berikut

1. Pemasangan kapasitor bank mampu mempengaruhi tegangan yang masuk ke pelanggan mendekati standar PLN, sebagai contoh pada PT Sari Husodo yang semula tegangan 19,28 kV setelah pemasangan kapasitor menjadi 19,53 kV
2. Pemasangan kapasitor bank mampu mempengaruhi faktor daya menjadi lebih baik sebagai contoh PT Sari Husodo yang semula 83% setelah pemasangan kapasitor menjadi 98,3%
3. Pemasangan kapasitor bank mampu mempengaruhi penggunaan daya semu menjadi lebih kecil sebagai contoh pada PT Sari Husodo semula 4024 Kva setelah pemasangan kapasitor menjadi 3552 kVA
4. Pemasangan kapasitor bank mampu mempengaruhi penggunaan daya nyata

meningkat sebagai contoh pada PT Sari Husodo semula 3340 kW setelah pemasangan kapasitor menjadi 3430 kW

5. Pemasangan kapasitor bank mampu mempengaruhi penggunaan daya reaktif menurun sebagai contoh pada PT Sari Husodo semula 2244 kVAR setelah pemasangan kapasitor menjadi 613 kVAR
6. Pemasangan kapasitor bank mampu mempengaruhi penurunan Rugi daya sebagai contoh pada PT Sari Husodo dari 84,2 kW 59,3 kVAR setelah pemasangan kapasitor menjadi 61,5 kW 43,3 kVAR



Gambar 4.5 Penyulang KLN9, KLN12, dan KLN13 setelah pemasangan Kapasitor Bank