

# ANALISA PERBAIKAN FAKTOR DAYA MENGGUNAKAN KAPASITOR BANK PADA PENYULANG SURUK PT PLN (Persero) ULP PUTUSSIBAU

Aleng Umardi Saputra<sup>1)</sup>, M. Iqbal Arsyad<sup>2)</sup>, Zainal Abidin<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura

<sup>2,3)</sup>Dosen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura

Program Studi Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura

Email: [d1022171028@student.untan.ac.id](mailto:d1022171028@student.untan.ac.id)

## ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk meningkatkan faktor daya, menentukan letak dan menghitung kapasitas penggunaan kapasitor bank. Untuk mengetahui faktor daya sebelum dan sesudah dipasang kapasitor bank digunakan metode *Newton-Raphson*. Kondisi faktor daya rata-rata awal Penyulang Suruk sebesar 0,827 dan tidak memiliki bus yang memenuhi standar SPLN 70-1:1985 yaitu lebih dari 0,85. Penentuan lokasi pemasangan kapasitor bank menggunakan metode *Loss Sensitivity Factor* dipadukan dengan nilai normalisasi bus. Kapasitas kapasitor bank optimal diperoleh dengan melakukan perhitungan dan beberapa skenario sampai faktor daya rata-rata melebihi standar. Meningkatkan faktor daya menjadi 0,95 Skenario 2 ditempatkan 2 buah kapasitor bank pada bus 14 dan 25 masing-masing 344,217 kVAr membuat 24 bus memenuhi standart dengan faktor daya rata-rata 0,869 dan Skenario 5 ditempatkan 11 buah kapasitor bank pada bus 5, 6, 7, 10, 14, 17, 19, 20, 21, 25 dan 26 masing-masing 62,584 kVAr membuat 25 bus memnuhi standart dengan faktor daya rata-rata 0,860. Pada skenario 2 dan skenario 5 faktor daya rata-rata memenuhi SPLN 70-1:1985. Namun skenario 5 lebih banyak bus yaitu 25 memenuhi standar Sehingga skenario 5 menjadi skenario yang optimal dalam penelitian ini untuk dilakukan pemasangan kapasitor bank.

**Kata kunci :** Faktor Daya, Aliran Daya *Newton-Raphson*, *Loss Sensitivity Factor*, Kapasitor Bank.

## ABSTRACT

*Suruk feeder is a feeder that has a power factor below the limit of SPLN 70-1:1985. This research was conducted to improve the power factor, determine the location and calculate the capacity of the capacitor bank. To determine the power factor before and after the capacitor bank is installed, the Newton-Raphson method is used. The condition of the initial average power factor of the Supulang Suruk is 0.827 and does not have a bus that meets the standards. Determining the location of the capacitor bank installation using the Loss Sensitivity Factor method combined with the bus normalization value. The optimal capacity of the capacitor bank is obtained by performing calculations and several scenarios until the average power factor exceeds the standard. Increasing the power factor to 0.95 Scenario 2 placed 2 capacitor banks on buses 14 and 25 each 344.217 kVAr making 24 buses meet the standard with an average power factor of 0.869 and Scenario 5 placed 11 capacitor banks on buses 5, 6, 7, 10, 14, 17, 19, 20, 21, 25 and 26 respectively 62.584 kVAr making 25 buses meet the standard with an average power factor of 0.860. In scenario 2 and scenario 5, the average power factor complies with SPLN 70-1:1985. However, in scenario 5, more buses meet the standards. So, scenario 5 is the optimal scenario in this study for installing capacitor banks.*

**Keywords :** Power Factor, *Newton-Raphson Power Flow*, *Loss Sensitivity Factor*, Capacitor Bank..

### 1. Pendahuluan

Masalah kualitas daya didefinisikan sebagai semua masalah yang berhubungan dengan daya listrik yang berupa penyimpangan tegangan, arus dan frekuensi yang menyebabkan kerusakan pada peralatan listrik. Salah satu dari macam – macam kualitas daya diantaranya adalah faktor daya, harmonisa, tegangan kedip, perubahan frekuensi dan ketidakseimbangan tegangan dan fasa. Faktor daya merupakan salah satu indikator baik buruknya kualitas daya listrik. Faktor daya sendiri besarnya dipengaruhi oleh jenis beban yang dipakai. Beban

memiliki sifat resistif, induktif, dan kapasitif. Nilai faktor daya dibatasi dari 0 hingga 1, semakin besar nilai faktor daya yaitu mendekati 1 (daya aktif besar) maka sistem kelistrikan tersebut akan semakin bagus dan sebaliknya semakin rendah faktor daya yaitu mendekati 0 (daya reaktif besar) maka semakin sedikit daya yang bisa dimanfaatkan dari sejumlah daya tampak yang sama. Ketika suatu sistem listrik memiliki faktor daya yang rendah (daya reaktif besar) maka akan berdampak menurunnya mutu listrik, membesarnya penggunaan daya listrik juga besarnya biaya yang harus dikeluarkan.

Penyulang Suruk adalah salah satu penyulang di Gardu Hubung Putussibau dengan panjang penghantar 169,61 KM dan terdapat 73 unit gardu distribusi yang melayani pelanggan di 4 kecamatan yaitu Kecamatan Putussibau Selatan, Kecamatan Kalis, Kecamatan Mentebah dan Kecamatan Bunut Hulu, Kabupaten Kapuas Hulu. Penyulang Suruk sendiri berada di bawah naungan PT. PLN (Persero) ULP Putussibau. Penyulang Suruk sendiri memiliki faktor daya rata-rata 0,827 diketahui standar nilai minimum untuk faktor daya yang ditetapkan oleh PLN berdasarkan peraturan SPLN 70-1 adalah kurang dari 0,85. Apabila faktor daya kurang dari 0,85 maka PLN akan memperhitungkan kelebihan pemakaian *Kilo Volt Ampere Reaktif Hours* ( kVARh ), disamping pemakaian kWh yang sudah ada. Dengan demikian faktor daya harus diperbaiki menjadi tinggi, sesuai dengan faktor daya yang diharapkan.

Mengenai permasalahan tersebut salah satu cara yang efektif dan efisien yang dipilih untuk mendapatkan hasil maksimal diantara menggunakan instalasi kapasitor bank baik dalam seri maupun paralel. Untuk mendapatkan hasil yang diinginkan dalam studi aliran daya pada sistem tenaga listrik ini dikenal beberapa metode, antara lain metode *Gauss Seidel*, metode *Newton Raphson* dan metode *Fast Decouple*. Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Newton Raphson*.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.4 Kapasitor Bank

Kapasitor adalah komponen listrik yang digunakan untuk menyimpan muatan listrik. Bahan penyusun kapasitor yaitu dua keping atau dua lembaran penghantar listrik yang dipisahkan menggunakan isolator listrik berupa bahan dielektrik. Masing-masing keping atau lembaran penghantar listrik diberi muatan listrik dalam jumlah yang sama tetapi berlainan jenis, yaitu muatan positif dan muatan negatif. Secara keseluruhan kapasitor sesungguhnya bermuatan netral. Kapasitor dapat dibedakan berdasarkan bahan dielektrik yang digunakan menjadi kapasitor mika, kapasitor kertas, kapasitor keramik, kapasitor elektrolit, dan kapasitor udara. Berdasarkan jenis kutub (polar), kapasitor dibedakan menjadi kapasitor terkutub (polar) dan kapasitor tak terkutub (non-polar). Kapasitor digunakan pada rangkaian listrik sebagai penyimpan muatan listrik atau energi listrik dan sebagai pengaman dari kegagalan listrik pada rangkaian listrik yang memiliki kumparan. Selain itu, kapasitor juga digunakan pada bagian pengatur panjang gelombang sinyal pada pesawat radio. Kondensator memiliki satuan yang disebut Farad yang diperoleh dari nama penemunya yaitu Michael Faraday.

Kapasitor Bank adalah kumpulan dari beberapa kapasitor yang dihubungkan secara seri atau paralel satu sama lain untuk menyimpan energi listrik. Penyimpanan yang dihasilkan kemudian digunakan untuk menetralkan atau memperbaiki kelambatan faktor daya dan meningkatkan jumlah keseluruhan energi yang tersimpan.

Kapasitor Bank adalah kelengkapan listrik yang memiliki sifat kapasitif.

Kapasitor bank yang sering dipasang pada industri atau pabrik-pabrik yang memiliki kebutuhan daya listrik besar. Namun saat ini kapasitor bank juga digunakan pada rumah-rumah dengan tujuan menghemat daya listrik yang dikeluarkan.

Hal ini dilakukan agar jatuh tegangan dan rugi-rugi jaringan yang terjadi dapat dikurangi. Fungsi kapasitor pada sistem tenaga sebagai berikut :

- Menyuplai daya reaktif sehingga memaksimalkan penggunaan daya kompleks (kVA)
- Memperbaiki faktor daya
- Mengurangi jatuh tegangan
- Menghindari kelebihan beban trafo
- Memberi tambahan daya tersedia
- Menghindari kenaikan arus dan suhu pada kabel
- Menghemat daya / efisiensi

### 2.5 Penentu Penentuan Besaran Kapasitor Untuk Perbaikan Faktor Daya

Untuk memperbaiki faktor daya adalah dengan meningkatkan besarnya nilai faktor daya ( $\cos \phi$ ) menjadi nilai yang ideal yaitu mendekati satu. Untuk meningkatkan besarnya nilai faktor daya maka dibutuhkan pemasangan kompensator daya reaktif tambahan berupa kapasitor bank. Untuk dapat menentukan nilai kapasitor bank yang dibutuhkan dapat dengan menganalisa besarnya daya reaktifnya [8].

Rumus perhitungan besarnya daya reaktif dapat dilihat pada rumus berikut :

$$Q = P(\tan \theta_{old} - \tan \theta_{new}) \quad (1)$$

$$Q = P \left( \sqrt{\frac{1}{PF_{old}^2} - 1} - \sqrt{\frac{1}{PF_{new}^2} - 1} \right) \quad (2)$$

Dimana:

S = Daya Semu (kVA)

P = Daya Nyata (kW)

PF = Faktor Daya

### 2.6 Daya Listrik

Daya adalah energi yang dikeluarkan untuk melakukan usaha. Dalam sistem tenaga listrik, daya merupakan jumlah energi yang digunakan untuk melakukan kerja atau usaha. Daya listrik biasanya dinyatakan dalam satuan Watt. atau *Horsepower* (HP), *Horsepower* merupakan satuan daya listrik dimana 1 HP setara 746 *Watt/second*. Sedangkan Watt merupakan unit daya listrik dimana 1 Watt memiliki daya setara dengan daya yang dihasilkan oleh perkalian arus 1 Ampere dan tegangan 1 Volt, sehingga besarnya daya dinyatakan: [14].

$$P = V I \cos \phi \quad (3)$$

Dimana :

P = Daya (Watt)  
V = Tegangan (Volt)  
I = Arus (Ampere)

Daya nyata atau daya aktif adalah daya listrik yang digunakan secara nyata, misalnya untuk menghasilkan panas, cahaya atau putaran pada motor listrik. Daya nyata dihasilkan oleh beban-beban listrik yang bersifat resistif murni. Besarnya daya nyata sebanding dengan kuadrat arus listrik yang mengalir pada beban resistif dan dinyatakan dalam satuan Watt [14].

## 2.1 Beban Listrik

Dalam suatu rangkaian listrik selalui dijumpai suatu sumber dan beban. Bila sumber listrik DC, maka sifat beban hanya bersifat resistif murni, karena frekuensi sumber DC adalah nol.

Reaktansi induktif ( $X_L$ ) akan menjadi nol yang berarti bahwa induktor tersebut akan *short circuit*. Reaktansi kapasitif ( $X_C$ ) akan menjadi tak terhingga yang berarti bahwa kapasitif tersebut akan *open circuit*. Jadi sumber DC akan mengakibatkan beban-beban induktif dan beban kapasitif tidak akan berpengaruh pada rangkaian. Bila sumber listrik AC maka beban dibedakan menjadi 3 yaitu beban resistif, beban induktif, dan beban kapasitif sebagai berikut.

### 2.4.1 Beban Resistif

Beban resistif yang merupakan suatu resistor murni, contoh : lampu pijar, pemanas. Beban ini hanya menyerap daya aktif (W) dan tidak menyerap daya reaktif (VAR) sama sekali.

### 2.4.2 Beban Induktif

Beban resistif yang merupakan suatu resistor murni, contoh : lampu pijar, pemanas. Beban ini hanya menyerap daya aktif (W) dan tidak menyerap daya reaktif (VAR) sama sekali.

### 2.4.3 Beban Kapasitif

Beban kapasitif (C) yaitu beban yang memiliki kemampuan kapasitansi atau kemampuan untuk menyimpan energi yang berasal dari pengisian elektrik (*electrical discharge*) pada suatu sirkuit. Komponen ini dapat menyebabkan arus leading terhadap tegangan sebesar  $\phi^0$ . Beban jenis ini menyerap daya aktif (W) dan mengeluarkan daya reaktif (VAR).

## 2.7 Metode Newton Raphson

Metode Newton Raphson adalah sebuah metode yang dasarnya dari metode Gauss Siedel yang diperluas serta disempurnakan. Metode Newton Raphson merupakan sebuah uraian deret Taylor sebagai satu kegunaan dengan dua variabel dan bisa lebih untuk menyelesaikan masalah aliran daya dengan dicarinya daya aktif, daya reaktif, tegangan sertafaktor daya (Tahir M. J., 2019).

Menurut (Khan Suliman, 2019) metode Newton Raphson memiliki sebuah perhitungan yang lebih akurat dari pada metode Gauss Siedel bila diguakan dalam sistem tenaga yang besar, itu terjadi karena metode Newton Raphson lebih efisien dan praktis. Jumlah perhitungan sebagai kebutuhan untuk mendapatkan

pemecahan ditetapkan menurut ukuran sistem. Waktu komputasi dalam perhitungan menggunakan metode Newton Raphson sangat cepat jika dibandingkan dengan penggunaan Algoritma-Genetika. Oleh karena itu hal tersebut banyak digunakan untuk menyelesaikan analisis aliran daya.

Dasar dari metode Newton Raphson dalam penyelesaian aliran daya adalah deret Taylor untuk suatu fungsi dengan dua *variable* lebih. Newton Raphson menyelesaikan masalah aliran daya dengan menggunakan suatu set persamaan *non linier* untuk menghitung besarnya tegangan dan sudut fasa tegangan tiap bus. Daya injeksi pada bus i adalah

$$I_i = \sum_{j=1}^N Y_{ij} V_j \quad (4)$$

Dimana

$$Y_{ij} = G_{ij} + jB_{ij} = |Y_{ij}| \angle \theta_{ij} \quad (5)$$

$$V_j = |Y_j| \angle \delta_j \quad (6)$$

$$I_i = \sum_{j=1}^N |Y_{ij}| |V_j| \angle (\theta_{ij} + \delta_j) \quad (7)$$

Daya kompleks di bus i dengan:

$$S_i = P_i - jQ_i = V_i^* I_i \quad (8)$$

$$V_i = |Y_i| \angle \delta_i \quad (9)$$

$$P_i = \sum_{j=1}^N |V_i| |Y_{ij}| |V_j| \cos(\theta_{ij} - \delta_i + \delta_j) \quad (10)$$

$$Q_i = \sum_{j=1}^N |V_i| |Y_{ij}| |V_j| \sin(\theta_{ij} - \delta_i + \delta_j) \quad (11)$$

Suku-suku koreksi daya aktif P dan daya reaktif Q adalah merupakan daya residu sebagai berikut:

$$\Delta P_i^{(k)} = P_i^{sch} - P_i^{hit} \quad (12)$$

$$\Delta Q_i^{(k)} = Q_i^{sch} - Q_i^{hit} \quad (13)$$

Dimana:

$$P_i^{sch} = P_{Gi} - P_{Li} \quad (14)$$

$$Q_i^{sch} = Q_{Gi} - Q_{Li} \quad (15)$$

$$P_i^{hitung} = \sum_{j=1}^N |V_i| |Y_{ij}| |V_j| \cos(\theta_{ij} - \delta_i + \delta_j) \quad (16)$$

$$Q_i^{hitung} = \sum_{j=1}^N |V_i| |Y_{ij}| |V_j| \sin(\theta_{ij} - \delta_i + \delta_j) \quad (17)$$

$$\begin{bmatrix} \Delta \delta \\ \dots \\ \Delta |Y| \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H & \vdots & N \\ \dots & \vdots & \dots \\ M & \vdots & L \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta P \\ \dots \\ \Delta Q \end{bmatrix} \quad (18)$$

$$|V_i^{(k+1)}| = |V_i^{(k)}| + \Delta |V_i^{(k+1)}| \quad (19)$$

$$\delta_i^{(k+1)} = \delta_i^{(k)} + \Delta \delta_i^{(k)} \quad (20)$$

Syarat iterasi konvergen adalah:

$$\Delta |V_i^{(k+1)}| \leq \text{Epsilon} \quad (21)$$

Aliran arus disetiap saluran dalam sistem dari bus i ke bus j seperti persamaan berikut:

$$I_{ij}^{(k)} = Y_{ij} (V_i^{(k)} - V_j^{(k)}) \quad (22)$$

dan aliran arus bus j ke bus i seperti persamaan berikut:

$$I_{ji}^{(k)} = Y_{ji} (V_j^{(k)} - V_i^{(k)}) \quad (23)$$

sementara itu untuk aliran daya dari bus:

$$S_{ij}^{(k)} = V_i^{(k)} I_{ij}^{(k)+} \quad (24)$$

Sedangkan aliran daya dari bus j ke bus i terlihat seperti persamaan berikut:

$$S_{ji}^{(k)} = V_j^{(k)} I_{ji}^{(k)+} \quad (25)$$

## 2.8 Loss Sensitivity Factor (LSF) dan Nilai Normalisasi

*Loss Sensitivity Factor (LSF)* merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk menentukan kandidat bus yang akan dipasang kapasitor bank. Bus yang memiliki nilai LSF terbesar menjadi kandidat bus yang akan dipasang kapasitor bank. Keuntungan menggunakan metode ini dapat mengurangi ruang pencarian pada proses optimasi [18].

$$LSF_j = \frac{2Q_{IJ}R_{IJ}}{|V_j|^2} \quad (26)$$

Selain mempertimbangan nilai LSF bus, parameter untuk menentukan lokasi kapasitor dengan menggunakan nilai normalisasi dengan persamaan berikut:

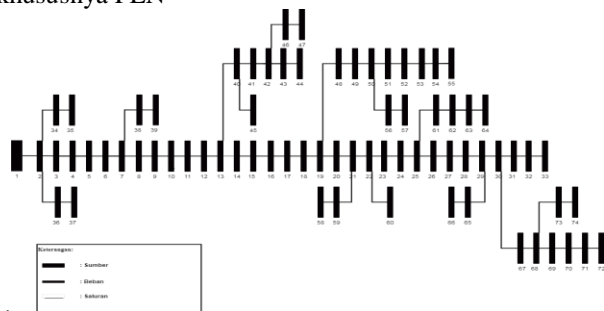
$$norm_j = \frac{V_j}{V_{min}} \quad (27)$$

Ketika bus dengan nilai normalisasi kurang dari 1,01 dan nilai LSF terbesar, maka bus tersebut dapat dipilih menjadi kandidat lokasi penempatan kapasitor bank [17].

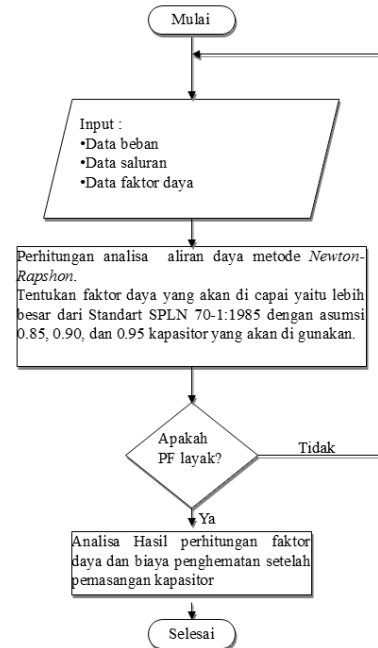
## 3. Metodologi Penelitian

### 3.1 Gambaran Umum Penyulang Suruk

Penyulang Suruk berada di Putussibau, Kabupaten Kapuas Hulu, Provinsi Kalimantan Barat yang memiliki panjang penyulang 169,61 KM memiliki 73 Gardu distribusi dengan kapasitas daya berbeda. Dalam pengoperasiannya, penyulang Suruk ini dipasok energi listrik dari PLTD Sawai. Pada Penyulang Suruk memiliki nilai faktor daya rata-rata 0.827 atau 82.7% hal tersebut dikatakan hampir mendekati faktor daya yang tidak sesuai dengan standart PLN karna faktor daya yang di anjurkan oleh PLN sesuai SPLN 70-1 untuk distribusi adalah 0,85 sampai dengan 0,95 , seperti yang diketahui bahwa faktor daya yang mendekati nilai 1 adalah faktor daya yang baik, permasalahan faktor daya yang kurang baik diakibatkan oleh beban induktif seperti yang terdapat di berbagai alat-alat listrik seperti motor, kumparan dibutuhkan oleh alat-alat listrik tersebut untuk menciptakan medan magnet seperti komponen kerjanya. Terjadinya beban induktif pada rangkaian arus listrik AC dikarenakan pembangkitan medan magnet pada kumparan yang menyebabkan penurunan faktor daya dan dapat merugikan perusahaan khususnya PLN



**Gambar 1** Diagram Satu Garis Penyulang Suruk  
Sumber: PT PLN ULP Putussibau



**Gambar 2** Diagram Alir Penelitian

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Perhitungan Aliran Daya Penyulang Suruk

Penyulang suruk dialirkan sumber listrik yang berasal dari PLTD Sawai. Penyulang terdiri dari 73 Bus dengan panjang saluran sepanjang 169,61 KM. Dari data bus beban, jarak antar bus beban dan penghantar yang digunakan pada Penyulang Suruk dihasilkan data yang akan digunakan dalam perhitungan analisis aliran daya dengan menggunakan metode *Newton-Raphson*. Bus sumber dan bus beban pada Penyulang Suruk melalui JTM 20 kV.

**Tabel 1** Beban dan Faktor Daya Bus Penyulang Suruk Kondisi Awal

No Bus	Tegangan Bus	MW	MVA <sub>r</sub>	Faktor Daya
1	20,0000	0,00000	0,00000	0,822
2	19,422	0,01054	0,00703	0,822
3	18,995	0,03108	0,02072	0,823
4	18,927	0,02228	0,01480	0,823
5	18,689	0,00824	0,00588	0,823
6	18,408	0,02546	0,01817	0,824
7	18,108	0,07782	0,05553	0,825
8	18,050	0,06086	0,04232	0,825
9	18,018	0,00429	0,00289	0,825
10	17,868	0,00696	0,00470	0,826
11	17,846	0,01761	0,01188	0,826
12	17,778	0,00945	0,00638	0,826
13	17,705	0,02805	0,01892	0,825

**Tabel 1** Beban dan Faktor Daya Bus Penyulang Suruk Kondisi Awal

No Bus	Tegangan Bus	MW	MVA <sub>r</sub>	Faktor Daya
14	17,326	0,01780	0,01210	0,826
15	17,271	0,01139	0,00789	0,826
16	17,263	0,00640	0,00444	0,826
17	17,070	0,00604	0,00419	0,827
18	17,070	0,01242	0,00860	0,827
19	16,949	0,03538	0,02451	0,827
20	16,841	0,05521	0,03696	0,827
21	16,720	0,02589	0,01733	0,827
22	16,647	0,09178	0,06215	0,827
23	16,607	0,04378	0,02965	0,827
24	16,566	0,01411	0,00955	0,827
25	16,266	0,03581	0,02425	0,827
26	16,169	0,02344	0,01575	0,828
27	16,140	0,04641	0,03118	0,827
28	16,135	0,06787	0,04561	0,827
29	16,126	0,01050	0,00706	0,826
30	16,049	0,01733	0,01156	0,821
31	16,018	0,04259	0,02961	0,821
32	16,007	0,06534	0,04544	0,821
33	16,003	0,02498	0,01737	0,832
34	19,422	0,07008	0,04673	0,832
35	19,421	0,02414	0,01609	0,832
36	19,422	0,02818	0,01879	0,832
37	19,422	0,00596	0,00397	0,821
38	18,105	0,04515	0,03140	0,821
39	18,101	0,07761	0,05397	0,829
40	17,673	0,01895	0,01278	0,828
41	17,664	0,02256	0,01522	0,827
42	17,653	0,01470	0,01000	0,827
43	17,649	0,00399	0,00272	0,827
44	17,647	0,01168	0,00794	0,829
45	17,669	0,02955	0,01993	0,827
46	17,651	0,00360	0,00245	0,827
47	17,650	0,00691	0,00470	0,829
48	16,912	0,01103	0,00764	0,830
49	16,879	0,01295	0,00897	0,830
50	16,866	0,01902	0,01259	0,829
51	16,859	0,01520	0,01045	0,829
52	16,843	0,01495	0,01028	0,831
53	16,834	0,02298	0,01538	0,831
54	16,826	0,01306	0,00874	0,831

**Tabel 1** Beban dan Faktor Daya Bus Penyulang Suruk Kondisi Awal

No Bus	Tegangan Bus	MW	MVA <sub>r</sub>	Faktor Daya
55	16,825	0,01234	0,00826	0,834
56	16,862	0,00696	0,00461	0,834
57	16,861	0,00966	0,00639	0,831
58	16,719	0,05382	0,03603	0,827
59	16,719	0,00412	0,00279	0,828
60	16,647	0,01271	0,00861	0,830
61	16,246	0,02448	0,01658	0,830
62	16,235	0,01234	0,00835	0,832
63	16,230	0,00359	0,00240	0,832
64	16,224	0,01676	0,01118	0,832
65	16,126	0,05363	0,03576	0,832
66	16,125	0,02233	0,01489	0,828
67	16,020	0,04675	0,03117	0,828
68	15,972	0,03702	0,02469	0,824
69	15,938	0,00637	0,00438	0,824
70	15,910	0,07360	0,05061	0,824
71	15,909	0,04310	0,02964	0,824
72	15,908	0,03718	0,02556	0,832
73	15,966	0,04141	0,02761	0,832
74	15,963	0,01312	0,00875	0,822

Sumber: Hasil Perhitungan 2022

Pada Tabel 1 terlihat bahwa kondisi awal Penyulang Suruk mengalami rendahnya faktor daya. Sesuai SPLN 70-1 bahwa faktor daya tidak boleh kurang dari 0,85.

#### 4.2 Penempatan Kapasitor Bank Untuk Faktor Daya 0,85

Skenario pemasangan kapasitor bank Penyulang Suruk untuk meningkatkan faktor daya menjadi 0,85 dengan kapasitas kapasitor bank total 117,76 kVA<sub>r</sub> seperti tabel 2.

**Tabel 2** Skenario Penempatan Kapasitor Bank

Skenario	Lokasi	Injeksi kVA <sub>r</sub>	Total Injeksi (kVA <sub>r</sub> )
1	Bus 14	117,76	117,76
2	Bus 14 & Bus 25	58,88 + 58,88	117,76
3	Bus 7 & Bus 25	58,88 + 58,88	117,76
4	Bus 7, Bus 14 & Bus 25	39,253 + 39,253 + 39,253	117,76
5	Bus 5, 6, 7, 10, 14, 17, 19, 20, 21, 25 dan 26	Masing- Masing 10,705	117,76

Perbandingan factor daya setelah pemasangan kapasitor bank ditunjuk pada table 3.

**Tabel 3** Perbandingan Peningkatan Faktor Daya Menjadi 0,85

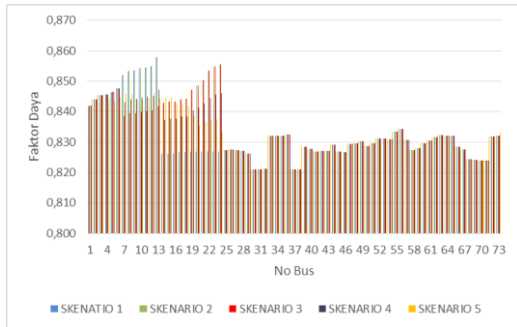
No Bus	Meningkatkan Faktor Daya Menjadi 0,85					
	Kondisi Awal	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3	Skenario 4	Skenario 5
2	0,822	0,842	0,842	0,842	0,842	0,842
3	0,822	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844
4	0,823	0,845	0,845	0,845	0,845	0,845
5	0,823	0,846	0,846	0,846	0,846	0,846
6	0,823	0,846	0,846	0,846	0,846	0,844
7	0,824	0,848	0,848	0,848	0,848	0,843
8	0,825	0,852	0,852	0,839	0,843	0,845
9	0,825	0,853	0,854	0,839	0,844	0,846
10	0,825	0,854	0,854	0,839	0,844	0,846
11	0,825	0,854	0,854	0,840	0,845	0,844
12	0,825	0,854	0,855	0,840	0,845	0,844
13	0,826	0,855	0,855	0,840	0,845	0,844
14	0,825	0,858	0,858	0,842	0,847	0,846
15	0,826	0,826	0,843	0,843	0,837	0,844
16	0,826	0,826	0,843	0,843	0,838	0,845
17	0,826	0,826	0,843	0,843	0,838	0,845
18	0,827	0,827	0,844	0,844	0,838	0,842
19	0,827	0,827	0,844	0,844	0,838	0,843
20	0,827	0,827	0,847	0,847	0,840	0,842
21	0,827	0,827	0,848	0,848	0,841	0,839
22	0,827	0,827	0,850	0,850	0,843	0,835
23	0,827	0,827	0,853	0,853	0,845	0,837
24	0,827	0,827	0,855	0,855	0,846	0,837
25	0,827	0,827	0,856	0,856	0,846	0,837
26	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827	0,833
27	0,828	0,828	0,828	0,827	0,827	0,827
28	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827
29	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827
30	0,826	0,826	0,826	0,826	0,826	0,826
31	0,821	0,821	0,821	0,821	0,821	0,821
32	0,821	0,821	0,821	0,821	0,821	0,821
33	0,821	0,821	0,821	0,821	0,821	0,821
34	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832
35	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832
36	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832
37	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832
38	0,821	0,821	0,821	0,821	0,821	0,821
39	0,821	0,821	0,821	0,821	0,821	0,821
40	0,829	0,829	0,829	0,829	0,829	0,829

**Tabel 3** Perbandingan Peningkatan Faktor Daya Menjadi 0,85

No Bus	Meningkatkan Faktor Daya Menjadi 0,85					
	Kondisi Awal	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3	Skenario 4	Skenario 5
41	0,828	0,828	0,828	0,828	0,828	0,828
42	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827
43	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827
44	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827
45	0,829	0,829	0,829	0,829	0,829	0,829
46	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827
47	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827
48	0,829	0,829	0,829	0,829	0,829	0,829
49	0,830	0,830	0,830	0,830	0,830	0,830
50	0,830	0,830	0,830	0,830	0,830	0,830
51	0,829	0,829	0,829	0,829	0,829	0,829
52	0,829	0,830	0,830	0,830	0,830	0,830
53	0,831	0,831	0,831	0,831	0,831	0,831
54	0,831	0,831	0,831	0,831	0,831	0,831
55	0,831	0,831	0,831	0,831	0,831	0,831
56	0,834	0,834	0,834	0,834	0,834	0,834
57	0,834	0,834	0,834	0,834	0,834	0,834
58	0,831	0,831	0,831	0,831	0,831	0,831
59	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827
60	0,828	0,828	0,828	0,828	0,828	0,828
61	0,830	0,830	0,830	0,830	0,830	0,830
62	0,830	0,830	0,830	0,830	0,830	0,830
63	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832
64	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832
65	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832
66	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832
67	0,828	0,828	0,828	0,828	0,828	0,828
68	0,828	0,828	0,828	0,827	0,827	0,828
69	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824
70	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824
71	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824
72	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824
73	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832
74	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832

Sumber: Hasil Perhitungan 2022

Grafik perbandingan faktor daya jadi 0,85 untuk meningkatkan faktor daya penyulang Suruk pada kondisi awal, skenario 1, skenario 2, skenario 3, skenario 4 dan skenario 5 ditunjukkan pada Gambar 2 Terlihat setiap dilakukan skenario 1, 2, 3, 4, dan 5 mengalami perbaikan faktor daya dari kondisi awal.



**Gambar 2** Grafik Perbandingan Peningkatan Faktor Daya Menjadi 0,85  
Sumber: Data Olahan (2022)

### 4.3 Penempatan Kapasitor Bank Untuk Faktor Daya 0,90

Skenario pemasangan kapasitor bank Penyulang Suruk untuk meningkatkan faktor daya menjadi 0,90 dengan kapasitas kapasitor bank total kVAr seperti tabel 4.

**Tabel 4** Skenario Penempatan Kapasitor Bank

Skenario	Lokasi	Injeksi kVAr	Total Injeksi (kVAr)
1	Bus 14	383,282	383,282
2	Bus 14 & Bus 25	191,641 + 191,641	383,282
3	Bus 7 & Bus 25	191,641 + 191,641	383,282
4	Bus 7, Bus 14 & Bus 25	127,760 + 127,760 + 127,760	383,282
5	Bus 5, 6, 7, 10, 14, 17, 19, 20, 21, 25 dan 26	Masing-masing 34,843	383,282

Perbandingan factor daya setelah pemasangan kapasitor bank ditunjuk pada table 5.

**Tabel 5** Perbandingan Peningkatan Faktor Daya Menjadi 0,90

No Bus	Meningkatkan Faktor Daya Menjadi 0,90					
	Kondisi Awal	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3	Skenario 4	Skenario 5
2	0,822	0,887	0,887	0,887	0,897	0,887
3	0,822	0,893	0,893	0,893	0,904	0,893
4	0,823	0,895	0,896	0,896	0,907	0,896
5	0,823	0,896	0,897	0,897	0,908	0,897
6	0,823	0,898	0,898	0,898	0,909	0,891
7	0,824	0,900	0,901	0,900	0,912	0,887
8	0,825	0,911	0,911	0,869	0,892	0,889
9	0,825	0,914	0,915	0,871	0,895	0,891
10	0,825	0,915	0,915	0,872	0,896	0,892
11	0,825	0,916	0,916	0,872	0,897	0,885
12	0,825	0,917	0,917	0,873	0,897	0,885
13	0,826	0,917	0,918	0,873	0,898	0,886

**Tabel 5** Perbandingan Peningkatan Faktor Daya Menjadi 0,90

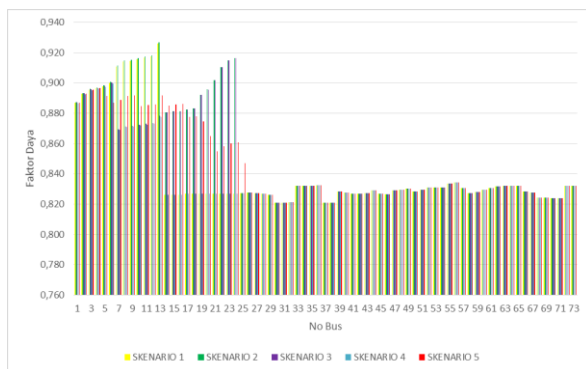
No Bus	Meningkatkan Faktor Daya Menjadi 0,90					
	Kondisi Awal	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3	Skenario 4	Skenario 5
14	0,825	0,926	0,927	0,878	0,905	0,892
15	0,826	0,826	0,880	0,880	0,868	0,885
16	0,826	0,826	0,881	0,881	0,869	0,886
17	0,826	0,826	0,881	0,881	0,869	0,886
18	0,827	0,827	0,883	0,883	0,870	0,877
19	0,827	0,827	0,883	0,883	0,870	0,878
20	0,827	0,827	0,892	0,892	0,878	0,875
21	0,827	0,827	0,896	0,896	0,880	0,865
22	0,827	0,827	0,902	0,902	0,885	0,855
23	0,827	0,827	0,911	0,911	0,892	0,858
24	0,827	0,827	0,915	0,915	0,896	0,860
25	0,827	0,827	0,917	0,916	0,897	0,861
26	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827	0,847
27	0,828	0,827	0,827	0,828	0,828	0,827
28	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827
29	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827
30	0,826	0,826	0,826	0,826	0,826	0,826
31	0,821	0,821	0,821	0,821	0,821	0,821
32	0,821	0,821	0,821	0,821	0,821	0,821
33	0,821	0,821	0,821	0,821	0,821	0,821
34	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832
35	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832
36	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832
37	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832
38	0,821	0,821	0,821	0,821	0,821	0,821
39	0,821	0,821	0,821	0,821	0,821	0,821
40	0,829	0,829	0,829	0,829	0,829	0,829
41	0,828	0,828	0,828	0,828	0,828	0,828
42	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827
43	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827
44	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827
45	0,829	0,829	0,829	0,829	0,829	0,829
46	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827
47	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827
48	0,829	0,829	0,829	0,829	0,829	0,829
49	0,830	0,830	0,830	0,830	0,830	0,830
50	0,830	0,830	0,830	0,830	0,830	0,830
51	0,829	0,829	0,829	0,829	0,829	0,829
52	0,829	0,830	0,829	0,830	0,830	0,830

**Tabel 5** Perbandingan Peningkatan Faktor Daya Menjadi 0,90

No Bus	Meningkatkan Faktor Daya Menjadi 0,90					
	Kondisi Awal	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3	Skenario 4	Skenario 5
53	0,831	0,831	0,831	0,831	0,831	0,831
54	0,831	0,831	0,831	0,831	0,831	0,831
55	0,831	0,831	0,831	0,831	0,831	0,831
56	0,834	0,834	0,834	0,834	0,834	0,834
57	0,834	0,834	0,834	0,834	0,834	0,834
58	0,831	0,831	0,831	0,831	0,831	0,831
59	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827
60	0,828	0,828	0,828	0,828	0,828	0,828
61	0,830	0,830	0,830	0,830	0,830	0,830
62	0,830	0,831	0,831	0,831	0,831	0,831
63	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832
64	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832
65	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832
66	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832
67	0,828	0,828	0,828	0,828	0,828	0,828
68	0,828	0,827	0,827	0,828	0,827	0,827
69	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824
70	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824
71	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824
72	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824
73	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832
74	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832

Sumber: Hasil Perhitungan 2022

Grafik perbandingan faktor daya jadi 0,90 untuk meningkatkan faktor daya penyulang Suruk pada kondisi awal, skenario 1, skenario 2, skenario 3, skenario 4 dan skenario 5 ditunjukkan pada Gambar 3 Terlihat setiap dilakukan skenario 1, 2, 3, 4, dan 5 mengalami perbaikan faktor daya dari kondisi awal.



**Gambar 3** Grafik Perbandingan Peningkatan Faktor Daya Menjadi 0,90

Sumber: Data Olahan (2022)

#### 4.4 Penempatan Kapasitor Bank Untuk Faktor Daya 0,95

Skenario pemasangan kapasitor bank Penyulang Suruk untuk meningkatkan faktor daya menjadi 0,95 dengan kapasitas kapasitor bank total kVAr seperti tabel 6.

**Tabel 6** Skenario Penempatan Kapasitor Bank

Skenario	Lokasi	Injeksi kVAr	Total Injeksi (kVAr)
1	Bus 14	688,434	688,434
2	Bus 14 & Bus 25	344,217 + 344,217	688,434
3	Bus 7 & Bus 25	344,217 + 344,217	688,434
4	Bus 7, Bus 14 & Bus 25	229,478 + 229,478 + 229,478	688,434
5	Bus 5, 6, 7, 10, 14, 17, 19, 20, 21, 25 dan 26	Masing-masing 62,584	688,434

Perbandingan factor daya setelah pemasangan kapasitor bank ditunjuk pada table 7.

**Tabel 4.2** Perbandingan Perbaikan Faktor Daya Menjadi 0,95

No Bus	Meningkatkan Faktor Daya Menjadi 0,95					
	Kondisi Awal	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3	Skenario 4	Skenario 5
2	0,822	0,935	0,936	0,936	0,936	0,935
3	0,822	0,944	0,945	0,944	0,944	0,944
4	0,823	0,947	0,948	0,948	0,948	0,948
5	0,823	0,949	0,950	0,949	0,949	0,949
6	0,823	0,950	0,951	0,951	0,951	0,941
7	0,824	0,953	0,954	0,954	0,953	0,934
8	0,825	0,967	0,968	0,904	0,927	0,935
9	0,825	0,971	0,972	0,907	0,931	0,939
10	0,825	0,971	0,972	0,908	0,932	0,940
11	0,825	0,972	0,973	0,909	0,933	0,929
12	0,825	0,973	0,974	0,909	0,934	0,930
13	0,826	0,974	0,975	0,910	0,935	0,931
14	0,825	0,983	0,984	0,918	0,944	0,940
15	0,826	0,826	0,921	0,921	0,891	0,928
16	0,826	0,826	0,922	0,922	0,892	0,930
17	0,826	0,826	0,923	0,923	0,892	0,930
18	0,827	0,827	0,924	0,924	0,893	0,916
19	0,827	0,827	0,925	0,925	0,894	0,917
20	0,827	0,827	0,939	0,939	0,905	0,911
21	0,827	0,827	0,944	0,944	0,909	0,895
22	0,827	0,827	0,953	0,953	0,916	0,877
23	0,827	0,827	0,965	0,965	0,926	0,883



**Tabel 4.2** Perbandingan Perbaikan Faktor Daya Menjadi 0,95

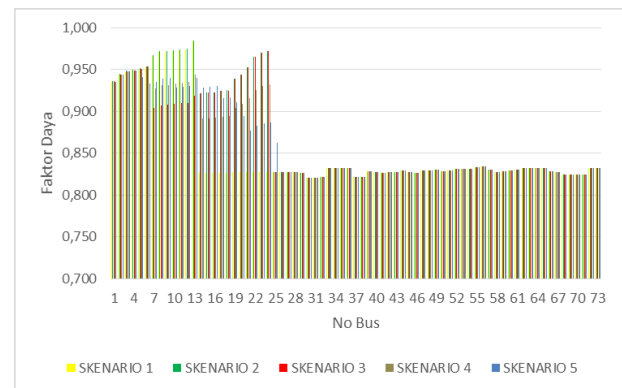
No Bus	Meningkatkan Faktor Daya Menjadi 0,95					
	Kondisi Awal	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3	Skenario 4	Skenario 5
24	0,827	0,827	0,970	0,970	0,931	0,886
25	0,827	0,827	0,972	0,972	0,933	0,887
26	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827	0,862
27	0,828	0,828	0,827	0,827	0,827	0,827
28	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827
29	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827
30	0,826	0,826	0,826	0,826	0,826	0,826
31	0,821	0,821	0,821	0,821	0,821	0,821
32	0,821	0,821	0,821	0,821	0,821	0,821
33	0,821	0,821	0,821	0,821	0,821	0,821
34	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832
35	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832
36	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832
37	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832
38	0,821	0,821	0,821	0,821	0,821	0,821
39	0,821	0,821	0,821	0,821	0,821	0,821
40	0,829	0,828	0,828	0,828	0,828	0,828
41	0,828	0,828	0,828	0,828	0,828	0,828
42	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827
43	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827
44	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827
45	0,829	0,829	0,829	0,829	0,829	0,829
46	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827
47	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827
48	0,829	0,829	0,829	0,829	0,829	0,829
49	0,830	0,830	0,830	0,830	0,830	0,830
50	0,830	0,830	0,830	0,830	0,830	0,830
51	0,829	0,829	0,829	0,829	0,829	0,829
52	0,829	0,829	0,829	0,829	0,829	0,829
53	0,831	0,831	0,831	0,831	0,831	0,831
54	0,831	0,831	0,831	0,831	0,831	0,831
55	0,831	0,831	0,831	0,831	0,831	0,831
56	0,834	0,834	0,834	0,834	0,834	0,834
57	0,834	0,834	0,834	0,834	0,834	0,834
58	0,831	0,831	0,831	0,831	0,831	0,831
59	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827
60	0,828	0,828	0,828	0,828	0,828	0,828
61	0,830	0,830	0,830	0,830	0,830	0,830
62	0,830	0,831	0,831	0,831	0,831	0,831

**Tabel 4.2** Perbandingan Perbaikan Faktor Daya Menjadi 0,95

No Bus	Meningkatkan Faktor Daya Menjadi 0,95					
	Kondisi Awal	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3	Skenario 4	Skenario 5
63	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832
64	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832
65	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832
66	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832
67	0,828	0,828	0,828	0,828	0,828	0,828
68	0,828	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827
69	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824
70	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824
71	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824
72	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824
73	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832
74	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832

Sumber: Hasil Perhitungan 2022

Grafik perbandingan faktor daya jadi 0,95 untuk meningkatkan faktor daya penyulang Suruk pada kondisi awal, skenario 1, skenario 2, skenario 3, skenario 4 dan skenario 5 ditunjukkan pada Gambar 4 Terlihat setiap dilakukan skenario 1, 2, 3, 4, dan 5 mengalami perbaikan faktor daya dari kondisi awal.



**Gambar 3** Grafik Perbandingan Peningkatan Faktor Daya Menjadi 0,95

Sumber: Data Olahan (2022)

Skenario 2 dan skenario 5 menggunakan kapasitor bank total 688,434 kVAr faktor daya rata-rata Penyulang Suruk memenuhi SPLN 70-1. Namun pada skenario 2 dan 5 meningkatkan rata-rata faktor daya memenuhi standar akan tetapi skenario 5 lebih banyak bus memenuhi standar Sehingga skenario 5 menjadi skenario yang optimal dalam penelitian ini.

## 5. Kesimpulan

Setelah dilakukan perhitungan dan analisa aliran daya Penyulang Suruk, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Lokasi kapasitor bank yang dihitung menggunakan metode *Loss Sensitivity Factor* dan kapasitas kapasitor bank yang digunakan pada Penyulang Suruk menggunakan skenario 5 yaitu pada bus 5, 6, 7, 10, 14, 17, 19, 20, 21, 25, dan 26 sebesar masing-masing sebesar 62,584 kVAr
2. Pemasangan kapasitor bank pada bus 5, 6, 7, 10, 14, 17, 19, 20, 21, 25, dan 26 dengan kapasitas kapasitor bank masing-masing 62,584 kVAr membuat 25 bus memenuhi standar dengan factor daya rata-rata menjadi 0,860.
3. Kapasitas kapasitor yang digunakan pada 11 bus sebesar 62,584 kVAr dengan total pemasangan 688,434 kVAr

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Ilham 2017. *Analisa Perbaikan Faktor Daya Dengan Menggunakan Kapasitor Bank*. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan.
- [2] Dede Kaladri S. *Studi Pemasangan Kapasitor Bank Untuk Memperbaiki Faktor Daya Dalam Rangka Menekan Biaya Operasional Pada Jaringan Distribusi 20 kV*. Institut Teknologi Sepuluh November.
- [3] Rizky Maulana Syaefuddin. *Optimisasi Penempatan Kapasitor Bank Untuk Memperbaiki Faktor Daya Menggunakan Particle Swarm Optimization Pada Jaringan Auxiliary Load PT.PJB Pembangkitan In dramayu 3x330 MW*, 2017. Universitas Diponegoro, Semarang
- [5] Leo Sophian Sirait 2018. *Studi Evaluasi Pemasangan Kapasitor Bank Pada Pusat Perbelanjaan A. Yani Megamal Pontianak*. Universitas Tanjungpura, Pontianak
- [6] Hadha Alamajibuwono 2011. *Optimasi Penempatan Kapasitor Menggunakan Algoritma Genetika pada Sistem Distribusi untuk Memperbaiki Faktor Daya Dan Tegangan*, 2011. Universitas Diponegoro, Semarang..
- [7] Kanda Dias Nurmahandy. 2021. "*Analisis Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Kapasitor Bank Pada Penyulang Barata PT PLN Ngagel Surabaya*". Jurnal Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang
- [8] Yendi Esye. 2021. "*Analisa Perbaikan Faktor Daya Sistem Kelistrikan*", Jurnal Sains Dan Teknologi, Fakultas Teknik Universitas Darma Persada
- [9] Nizam, Khoirum Muhammad. 2019. "*Analisis Perbaikan Kualitas Daya Menggunakan Kapasitor*

*Bank Pada Penyulang Lumumba PT. PLN Ngagel Surabaya*". Jurnal Teknik Elektro: Surabaya. Universitas Negeri Surabaya.

- [10] Omar, A. S., M. A. L. Badr, dan W. H. Abdel-Hamid. 2014. *Selection of Industrial Capacitor Banks for Power Factor Correction in Industrial Load Application*. International Journal on Power Engineering and Energy (IJPEE) 5(3): 494-499.
- [11] Risyah. 2020. Rangkaian Seri dan Paralel Kapasitor Bank. <https://www.kompas.com/skola/read/2020/10/20/183421869/pengertianrangkaiannyaeri-dan-paralel-kapasitor?page=all>.
- [12] Sitorus, R J dan Eddy Warman. 2013. "*Studi Kualitas Listrik Dan Perbaikan Faktor Daya Pada Beban Listrik Rumah Tangga Menggunakan Kapasitor*". SINGUDA ENSIKOM 3 (2)
- [13] Syamsudin. 2014. "*Efisiensi Daya Listrik Menggunakan Kapasitor Bank*", Jurnal Poros Teknik. Politeknik Banjarmasin.

## BIOGRAFI



**Aleng Umardi Saputra**, lahir di Nanga Suruk pada tanggal 15 November 1998. Menempuh pendidikan Sekolah Dasar Negeri 02 Nanga Suruk lulus tahun 2011, melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Bunut Hulu lulus tahun 2014, lalu melanjutkan Sekolah Menengah Atas Negeri 2 Bunut Hulu lulus tahun 2017, hingga memperoleh gelar sarjana S-1 dari Program Studi Teknik Elektro, Universitas Tanjungpura pada tahun 2023.

Menyetujui :

Pembimbing Utama,

Dr. I. M. Iqbal Arsyad, M. T., IPM  
NIP. 196609071992031002

Pembimbing Pembantu,

Zainal Abidin, S. T., M.Eng  
NIP. 198605072019031008