

DESAIN KAPASITOR *SHUNT* UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS DAYA DI KAMPUS POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS

Khairudin Syah, Muharnis, Jefri Lianda
Prodi Teknik Elektro
Politeknik Negeri Bengkalis
Kampus Politeknik Negeri Bengkalis, Jalan Bathin Alam, Sei. Alam, 28651
Telp (+62)766-7008877, Fax. (+62)766-8001000
Email: khairudinsyah@polbeng.ac.id, muharnis_74@yahoo.co.id, jefri@polbeng.ac.id

Abstrak

Beban listrik di Politeknik Negeri Bengkalis selalu meningkat baik itu beban tiga fasa maupun satu fasa sehingga kualitas daya menurun. Daya reaktif mempengaruhi turunnya faktor daya sehingga penelitian ini akan menyelesaikan masalah ini dengan pemasangan kapasitor shunt di sistem kelistrikan Politeknik Negeri Bengkalis. Penelitian ini dimulai dengan mengambil data pengukuran sendiri. Dilanjutkan dengan mengolah data pengukuran menggunakan perhitungan dan software simulator. Kapasitansi kapasitor shunt akan peneliti injeksi ke sistem kelistrikan Politeknik Negeri Bengkalis. Tujuan dari penelitian adalah untuk memperbaiki kualitas daya dengan meningkatkan faktor daya. Penelitian ini diakhiri dengan membandingkan data sebelum dan setelah pemasangan kapasitor shunt dengan peningkatan faktor daya dari 0,88 menjadi 0,91. Terjadi penurunan daya aktif setelah pemasangan kapasitor bank sebesar 110 watt dari 5,9 kwatt menjadi 5,79 kwatt.

Kata kunci : Bengkalis, reaktif, kapasitor shunt, simulator

Abstract

Electric load at State Polytechnic of Bengkalis (Polbeng) keeps increasing both for three-phase and single-phase electric power. It causes the power quality keeps going down. Reactive power causes the decreasing of power factor. Therefore, this research will solve the power problem by installing a shunt capacitor on the electrical system available at State Polytechnic of Bengkalis. This research was started by taking self-measuring data. Then, the data was calculated using simulator calculation and software. The capacity of shunt capacitor was then injected into the electrical system. The purpose of this research is to improve the power quality by increasing the power factor. This research was ended by comparing the data after and before installing with the increase of power factor from 0.88 into 0.91. After the installation of shunt capacitor, it found that a decrease on active power happened after the installation of capacitor bank of 110 watt (from 5.9 kwatt into 5.79 kwatt).

Keywords : *Bengkalis, reactive, shunt capacitors, simulator*

PENDAHULUAN

Kualitas daya yang baik merupakan hal yang sangat penting dalam proses penyaluran energi listrik. Ciri-ciri kualitas daya listrik yang baik adalah tegangan harus tetap, frekuensi harus konstan, bentuk gelombang harus sinusoidal dan faktor daya harus mendekati *unity*. Peningkatan beban yang bersifat induktif dapat mengakibatkan pada penurunan faktor daya, peningkatan rugi-rugi jaringan, penurunan tegangan khususnya pada ujung saluran, dan regulasi tegangan yang memburuk. Politeknik Negeri Bengkalis memiliki kualitas daya yang kurang baik, hal ini dapat dibuktikan dengan ketidaksemba-

ngan daya, drop tegangan dan tingginya konsumsi daya reaktif. Peneliti sangat tertarik untuk membahas bagaimana caranya mengurangi konsumsi daya reaktif tanpa mengurangi beban, meningkatkan faktor daya, sehingga akan meningkatkan kualitas tegangan dan akan mengurangi pemakaian arus serta mengurangi biaya rekening listrik. Penelitian ini akan menggunakan hasil data pengukuran primer berupa data tegangan, arus, daya aktif, daya reaktif dan faktor daya. Hasil pengukuran tersebut akan diolah baik secara analisa persamaan maupun *software* simulasi. Hasil perhitungan kapasitansi kapasitor *shunt* akan simulasi dengan menggunakan power si-

mulator. Selanjutnya peneliti akan memasang kapasitor shunt di sistem kelistrikan Politeknik Negeri Bengkalis. Penelitian ini akan membandingkan data primer sebelum dan setelah pemasangan kapasitor *shunt*.

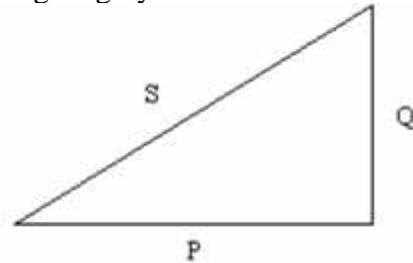
TINJAUAN PUSTAKA

Menurut Asy'ari, *dkk* (2011), permasalahan utama dalam system kelistrikan adalah muncul kualitas tegangan yang tidak baik. Jika tegangan sistem terlalu tinggi/rendah sehingga melawati batas-batas toleransi maka akan mengganggu dan selanjutnya merusak peralatan konsumen. Beban sistem bervariasi dan besarnya berubah-ubah sepanjang waktu. Bila beban meningkat maka tegangan di ujung penerimaan menurun dan sebaliknya bila beban berkurang maka tegangan di ujung penerimaan naik. Faktor lain yang ikut mempengaruhi perubahan tegangan sistem adalah rugi daya yang disebabkan oleh adanya impedansi seri penghantar saluran, rugi daya ini menyebabkan jatuh tegangan. Konsumen yang letaknya jauh dari titik pelayanan akan cenderung menerima tegangan relatif lebih rendah, bila dibandingkan dengan tegangan yang diterima konsumen yang letaknya dekat dengan pusat pelayanan.

Perubahan tegangan pada dasarnya disebabkan oleh adanya hubungan antara tegangan dan daya reaktif. Jatuh tegangan dalam penghantar sebanding dengan daya reaktif yang mengalir dalam penghantar tersebut. Berdasarkan hubungan ini maka tegangan dapat diperbaiki dengan mengatur aliran daya reaktif.

Perbandingan antara besar daya aktif dengan daya semu disebut faktor daya ($\cos \phi$), adalah sudut yang dibentuk antara daya aktif dan daya semu. Faktor daya ini terjadi karena adanya pergeseran fasa yang disebabkan oleh adanya beban induktif / kumparan dan atau beban kapasitif. Dalam teori listrik arus bolak-balik penjumlahan daya dilakukan secara vektoris, yang dibentuk vektornya merupakan segitiga siku-siku, yang dikenal dengan segitiga daya. Sudut ϕ meru-

pakan sudut pergeseran fasa, semakin besar sudutnya, semakin besar Daya Semu (S), dan semakin besar pula Daya Reaktif (Q), sehingga faktor dayanya ($\cos \phi$) semakin kecil. Daya reaktif adalah daya yang hilang, atau daya rugi-rugi sehingga semakin besar sudutnya atau semakin kecil faktor dayanya maka rugi-ruginya semakin besar.



Gambar 1. Segi tiga daya

Beban sebgaiian besar memiliki faktor daya tertinggal, pada dasarnya saat beban puncak daya reaktif yang dibutuhkan beban meningkat dan dapat lebih besar dari yang dibangkitkan oleh sistem. Kekurangan daya reaktif ini akan menyebabkan penurunan tegangan pada ujung penerimaan dimana konsumen terhubung. Tegangan ujung penerimaan ini akan semakin rendah apabila jarak konsumen ke pusat pelayanan cukup jauh. Apabila penurunan tegangan yang terjadi melebihi batas toleransi yang diijinkan, maka secara teknis akan mengakibatkan terganggunya kinerja peralatan listrik konsumen seperti berbagai jenis lampu, alat-alat pemanas dan motor-motor listrik. Berdasarkan hubungan tegangan dan daya reaktif tersebut, maka tegangan dapat diperbaiki dengan mengatur aliran daya reaktif. Kapasitor pada sistem daya listrik menimbulkan daya reaktif, sehingga pemasangannya pada sistem distribusi menjadikan losses akibat aliran daya reaktif pada saluran dapat dikurangi sehingga kebutuhan arus menurun dan tegangan mengalami kenaikan.

Menurut Satriya (2008) bahwa banyak usaha yang telah dilakukan dalam menentukan letak dan kapasitas kapasitor. Suatu metode yang digunakan untuk menyelesaikan

kan permasalahan peletakkan kapasitor sebagai sebagai kompensasi daya reaktif, penempatan kapasitor *shunt* pada suatu jaring distribusi dengan menggunakan program aplikasi.

Kapasitor ini terhubung paralel pada jaringan maupun langsung pada beban, dengan tujuan untuk perbaikan faktor daya, sebagai pengatur tegangan maupun untuk mengurangi kerugian daya dan tegangan pada jaringan. Dengan anggapan tegangan sisi beban dipertahankan konstan, maka arus reaktif yang mengalir pada saluran akan berkurang. Hal ini menyebabkan berkurangnya penurunan tegangan pada saluran, sehingga diperlukan tegangan sumber yang tidak berbeda jauh dengan tegangan terima. Berkurangnya arus reaktif yang mengalir pada saluran akan memberikan penurunan rugi-rugi daya dan rugi-rugi energi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa faktor kerja di kampus Politeknik Negeri Bengkalis dengan menggunakan perhitungan kualitas daya. Sebelum melakukan perhitungan maka peneliti akan mengambil data primer misalnya pengukuran tegangan, arus beban, pengukuran faktor daya, dan pengukuran daya. Data-data tersebut akan digunakan sebagai elemen utama dalam penentuan kualitas daya yang akan diperbaiki, sehingga diperoleh nilai kapasitansi dari kapasitor *shunt*.

Hasil perhitungan akan disimulasikan dengan menggunakan *software power world*. Hasil simulasi kapasitansi akan di injeksikan ke sistem distribusi Politeknik Negeri Bengkalis, selanjutnya membandingkan hasil sebelum dan sesudah pemasangan kapasitor *shunt*.

Data pengukuran sebelum pemasangan kapasitor *shunt* tahap 1 digunakan untuk menghitung besar kapasitansi kapasitor *shunt* yang dihubungkan ke sistem kelistrikan Poli-

teknik Negeri Bengkalis Hal ini dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Kualitas daya tahap 1

| | | L1 | L2 | L3 |
|--------------|------|------|------|------|
| Daya Aktif | kW | 6,5 | 1,7 | 11,5 |
| Daya Semu | kVA | 11,7 | 4,1 | 12,3 |
| Daya Reaktif | kVar | 9,8 | 3,7 | 4,3 |
| Faktor Daya | | 0,56 | 0,42 | 0,94 |
| Arus | A | 50 | 19 | 55 |
| Tegangan | V | 232 | 220 | 224 |

Sumber : data olahan (2014)

PEMBAHASAN

Dari hasil pengukuran tabel 1 dapat ditentukan faktor daya rata-rata sebesar 0,64. Data inilah yang digunakan untuk menentukan besar kapasitansi kapasitor *shunt* yang akan di gunakan untuk memperbaiki kualitas daya. Faktor daya rata-rata *pf1* pada pengukuran ini sebesar 0,64, dan faktor daya *pf2* yang diinginkan sebesar 0,9 dengan tegangan sebesar 225 volt. Daya aktif rata-rata *P* sebesar :

$$P = \frac{4,9+0,44+0,56}{3} = 5,9 \text{ Kw}$$

$$Q = P(\tan \cos\{_1^{-1} - \tan \cos\{_2^{-1})$$

$$Q = 6570(\tan \cos 0,64^{-1} - \tan \cos 0,9^{-1})$$

$$Q = 6570 (\tan 50,2 - \tan 25,8)$$

$$Q = 6570 (1,2 - 0,5) = 6570 \times 0,7 = 4599 \text{ Var}$$

$$XC = \frac{V^2}{Q} = \frac{225^2}{4599} = \frac{50625}{4599} = 11 \Omega$$

Besar kapasitansi dari kapasitor *shunt* yang akan digunakan adalah :

$$C = \frac{1}{XC \times 2 \times 3,14 \times 50} = \frac{1}{11 \times 314}$$

$$C = \frac{1}{3454} = 298 \approx 300 \text{ -Farad}$$

Tabel 2. Sebelum Pemasangan Kapasitor Bank

| | | L1 | L2 | L3 | Total |
|--------------|------|-------|-------|-------|-------|
| Daya Aktif | kW | 4,9 | 0,44 | 0,56 | 5,9 |
| Daya Semu | kVA | 5,1 | 0,47 | 0,75 | 6,32 |
| Daya Reaktif | kVar | 1,49 | 0,17 | 0,49 | 2,15 |
| Faktor Daya | | 0,98 | 0,93 | 0,75 | 0,88 |
| Arus | A | 22,6 | 2,1 | 3,3 | 28 |
| Tegangan | V | 226,8 | 225,8 | 227,9 | 226,8 |

Sumber : data olahan (2014)

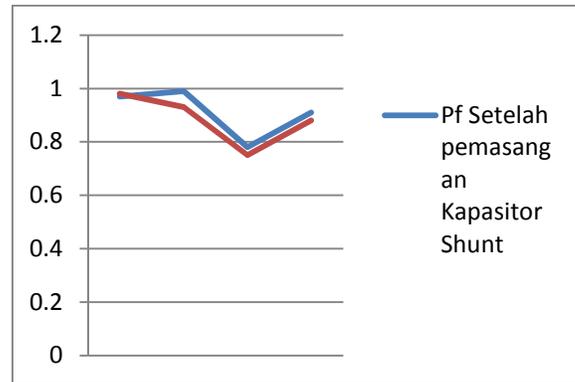
Tabel 2 memperlihatkan data pembebanan di gedung C kampus Politeknik Negeri Bengkalis yang diukur menggunakan alat ukur *power quality* meter. Sistem pembagian beban yang tidak seimbang pada masing-masing fasa. Pengukuran ini dilakukan sebelum pemasangan kapasitor shunt. Faktor daya yang diukur sebesar 0,88 dengan daya aktif sebesar 5,9 kW.

Tabel 3. Setelah Pemasangan Kapasitor Bank

| | | L1 | L2 | L3 | Total |
|--------------|------|-------|-------|-------|-------|
| Daya Aktif | kW | 4,81 | 0,43 | 0,55 | 5,79 |
| Daya Semu | kVA | 4,95 | 0,43 | 0,71 | 6,09 |
| Daya Reaktif | kVar | 1,17 | 0,5 | 0,44 | 2,11 |
| Faktor Daya | | 0,97 | 0,99 | 0,78 | 0,91 |
| Arus | A | 21,8 | 1,9 | 3,1 | 26,8 |
| Tegangan | V | 227,2 | 225,5 | 227,5 | 226,7 |

Sumber : data olahan (2014)

Tabel 3 menunjukkan data pembebanan di gedung C kampus Politeknik Negeri Bengkalis setelah pemasangan kapasitor *shunt*. Faktor daya yang diukur sebesar 0,91 dengan daya aktif sebesar 5,79 kW. Adanya peningkatan faktor daya dari 0,88 menjadi 0,91 dan penghematan daya aktif sebesar 110 watt.



Gambar 2. Grafik Perbandingan Faktor daya sebelum dan sesudah pemasangan kapasitor *shunt*

Gambar 2 memperlihatkan peningkatan faktor daya setelah pemasangan kapasitor shunt dari 0,88 menjadi 0,91.

KESIMPULAN

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa faktor kerja di kampus Politeknik Negeri Bengkalis dengan menggunakan perhitungan kualitas daya. Penelitian ini diakhiri dengan membandingkan data sebelum dan setelah pemasangan kapasitor shunt dengan peningkatan faktor daya dari 0,88 menjadi 0,91. Hasil pemasangan kapasitor *shunt* memperoleh penurunan daya aktif setelah pemasangan kapasitor bank sebesar 110 watt dari 5,9 kwatt menjadi 5,79 kwatt.

DAFTAR PUSTAKA

- Asy'ari, H (2011) Perbaikan jatuh tegangan dan rekonfigurasi beban Pada panel utama prambanan, *Semantik*, Vol. 1, No. 1, pp. ISBN 979-26-0255-0, 2011.
- Satriya,N.,P (2008) Memperbaiki Profil Tegangan Di Sistem Distribusi Primer Dengan Kapasitor Shunt, *Teknologi Elektro*, Vol, 7 No, 1, pp. 45-