

EVALUASI BIAYA PEMAKAIAN BEBAN REAKTIF kVArh PADA SISTEM LISTRIK RSG-GAS

Teguh Sulistyio

ABSTRAK

EVALUASI BIAYA PEMAKAIAN BEBAN REAKTIF kVArh PADA SISTEM LISTRIK RSG-GAS. Telah dilakukan evaluasi biaya pemakaian beban reaktif kVArh periode bulan Juli 2008 sampai dengan Juni 2009. Evaluasi ini dilakukan karena sebelum dipasang kapasitor bank biaya pemakaian beban reaktif kVArh sebesar Rp. 73.550.391,- per bulan dan power faktor sistem listrik gedung RSG-GAS lebih kecil dari 0,85. Metoda evaluasi biaya pemakaian beban reaktif kVArh ini menggunakan perhitungan rekening listrik sebelum dan setelah dipasang kapasitor bank masing-masing selama 6 bulan. Hasil yang diperoleh yaitu setelah dipasang kapasitor bank pada tanggal 5 Desember 2008 biaya pemakaian energi listrik beban reaktif kVArh bulan Januari 2009 hingga sekarang menjadi Rp. 0,- per bulan hal ini dikarenakan *setting* power faktor pada regulator sebesar 0,96 sehingga secara keseluruhan biaya pemakaian energi listrik gedung RSG-GAS dapat dihemat.

Kata kunci: beban reaktif

ABSTRACT

COST EVALUATION OF kVArh REACTIVE LOAD USAGE AT THE RSG-GAS ELECTRIC SYSTEM. It has been done a cost evaluation of kVArh reactive load applied at the RSG-GAS electrical system. Evaluation of load usage coped a certain period starting from July 2008 to June 2009. During that period effect of bank capacitors installed were evaluated in regard to power factor at which its value strongly contribute to the electrical cost. The power factor value before installing bank capacitors was less than 0.85 and the cost of kVArh reactive load usage was Rp. 73.550.391,-. Installing bank capacitors result in power factor increased to 0.96 leading to sharp decrease of electrical load to zero bill. It is concluded that so as a whole electric energy using up cost RSG-GAS building to get is economized.

Keyword: load reactive

PENDAHULUAN

Menurunnya nilai power faktor ($\cos \phi$) kurang dari 0,85 pada sistem listrik RSG-GAS dapat berdampak terhadap rugi-rugi daya listrik, tingginya nilai daya reaktif kVAr dan mutu listrik menjadi rendah karena timbul jatuh tegangan. Kondisi ini tidak dapat dihindari karena penggunaan beban induktif

yang cukup banyak pada sistem listrik RSG-GAS sehingga perlu dilakukan pemasangan kapasitor bank pada masing-masing train sistem listrik RSG-GAS agar nilai power faktor tidak kurang dari 0,85 dan tidak melebihi nilai 1.

Sumber-sumber yang dapat menghasilkan power faktor rendah pada sistem listrik RSG-GAS antara lain motor induksi, ballast lampu, peralatan las listrik, dan lain

sebagainya. Untuk membangkitkan medan magnet pada peralatan-peralatan tersebut memerlukan arus yang cukup besar sehingga tegangan dan arus tidak sephasa. Akibat tegangan dan arus tidak sephasa maka perkalian dayanya cenderung menghasilkan daya semu VA yang lebih besar dari pada daya nyatanya (watt). Oleh karena itu sistem listrik RSG-GAS diharapkan memiliki power faktor mendekati 1 (satu) sehingga baik dari segi teknis maupun ekonomis kinerjanya akan semakin handal.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi biaya pemakaian energi listrik gedung RSG-GAS dengan cara melakukan perhitungan dan perbandingan pemakaian energi listrik gedung RSG-GAS yang tercantum dalam rekening listrik antara sebelum dan setelah pemasangan kapasitor bank kapasitas 500 kVAr sebanyak 3 unit yang terpasang pada masing-masing train busbar utama I BHA/BHB/BHC sistem listrik gedung RSG-GAS. Data rekening listrik yang digunakan sebelum pemasangan kapasitor bank yaitu bulan Juni 2008 sampai dengan bulan Desember 2008 dan setelah pemasangan kapasitor bank yaitu bulan Januari 2009 sampai dengan bulan Juni 2009 yang memuat tentang beban Lewat Waktu Beban Puncak (LWBP), Waktu Beban Puncak (WBP) dan beban reaktif kVArh.

TEORI

Kapasitor bank merupakan kumpulan dari beberapa unit kapasitor yang terhubung secara paralel (*shunt*) yang mempunyai kemampuan untuk mengkompensasi daya reaktif dari beban induktif secara statis tanpa menggunakan komponen bergerak.

Kapasitor bank yang digunakan untuk memperbesar power faktor dipasang secara paralel dengan rangkaian beban yang terdapat

pada masing-masing train sistem listrik gedung RSG-GAS. Apabila rangkaian diberi tegangan maka arus listrik akan mengalir ke dalam kapasitor. Pada saat kapasitor telah penuh dengan muatan elektron maka tegangan akan berubah dan muatan elektron akan mengalir ke dalam rangkaian lainnya sehingga kapasitor menghasilkan daya reaktif kVAr. Bila tegangan kembali normal, kapasitor mengeluarkan arus elektron I_C yang artinya kapasitor menyuplai daya reaktif kVAr ke beban. Karena beban bersifat induktif sedangkan daya reaktif bersifat kapasitor maka daya reaktif menjadi kecil.

Untuk memperbesar nilai power faktor yang rendah salah satunya dapat dilakukan dengan cara memperkecil pemakaian beban listrik yang menghasilkan daya reaktif kVArh yang bersifat induktif melalui pemasangan kapasitor bank yang sesuai kebutuhan kapasitasnya. Apabila daya reaktif kVAr menjadi kecil sementara daya aktif kW tetap maka nilai power faktor menjadi besar sehingga daya semu kVA menjadi kecil dan biaya pemakaian energi listrik yang harus dibayarkan menjadi lebih rendah. Dengan demikian keuntungan yang diperoleh dari pemasangan kapasitor bank pada masing-masing train sistem listrik gedung RSG-GAS yaitu dapat mengurangi rugi-rugi daya pada sistem dan peningkatan tegangan karena dayanya meningkat.

Biaya pemakaian energi listrik pada blok LWBP dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (1):

Biaya pemakaian energi listrik pada blok WBP dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2):

Sedangkan biaya pemakaian energi listrik pada blok kVArh dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (3):

$$\begin{aligned} \text{Biaya pemakaian} &= \text{Konsumsi LWBP} \times \text{FP} \times \text{Harga per kWh Blok I (Rp.)} \dots\dots\dots(1) \\ \text{Biaya pemakaian} &= \text{Konsumsi WBP} \times \text{FP} \times \text{Harga per kWh Blok II (Rp.)} \dots\dots\dots(2) \\ \text{Biaya pemakaian} &= \text{Konsumsi kVArh} \times \text{FP} \times \text{Harga per kWh Blok III (Rp.)} \dots\dots\dots(3) \end{aligned}$$

dengan:

FP = Faktor pengali (berdasarkan tarif dasar listrik PLN yaitu 4000)

METODA EVALUASI

Metoda evaluasi yang digunakan pada penelitian ini yaitu mengumpulkan rekening listrik sebelum pemasangan kapasitor bank yaitu bulan Juni 2008 sampai dengan bulan Desember 2008 dan rekening listrik setelah pemasangan kapasitor bank yaitu bulan Januari 2009 sampai dengan bulan Juni 2009 yang memuat tentang beban Lewat Waktu Beban Puncak (LWBP), Waktu Beban Puncak (WBP) dan beban reaktif kVArh. Selanjutnya menghitung dan mengevaluasi biaya pemakaian energi listrik sehingga diperoleh perbandingan biaya pemakaian energi listrik gedung RSG-GAS antara sebelum dan setelah pemasangan kapasitor bank.

HASIL

Hasil perhitungan biaya pemakaian energi listrik gedung RSG-GAS selama 6 bulan terhitung mulai bulan Juni 2008 sampai dengan bulan Desember 2008 pada blok LWBP, WBP dan kVArh sebelum dipasang kapasitor bank dengan menggunakan persamaan (1), (2) dan (3) ditunjukkan pada Tabel 1.

Pada Tabel 1, hasil perhitungan biaya pemakaian energi listrik gedung RSG-GAS sebelum dipasang kapasitor bank yaitu biaya pemakaian energi listrik pada blok LWBP sebesar Rp. 1.122.457.600,- atau rata-rata Rp. 187.076.267,- per bulan, biaya pemakaian WBP Rp. 573.871.660,- atau rata-rata Rp. 95.645.277,- per bulan dan biaya pemakaian kVArh sebesar Rp. 441.302.345,-. atau rata-rata Rp. 73.550.391,- per bulannya. Hasil perhitungan ini menunjukkan power faktor rata-rata yang digunakan pada sistem listrik gedung RSG-GAS kurang dari 0,85 sehingga biaya kelebihan pemakaian daya reaktif kVArh tersebut dibebankan kepada konsumen gedung RSG-GAS. Jenis beban biaya pemakaian energi listrik tersebut di atas yang dapat dilakukan penghematan yaitu pada biaya pemakaian energi listrik beban kVArh dengan cara pemasangan kapasitor bank pada masing-masing train dan sesuai dengan kapasitas yang dibutuhkan oleh sistem listrik gedung RSG-GAS.

Hasil perhitungan biaya pemakaian energi listrik gedung RSG-GAS selama 6 bulan terhitung mulai bulan Januari 2009 sampai dengan bulan Juni 2009 pada blok LWBP, WBP dan kVArh setelah dipasang kapasitor bank dengan menggunakan persamaan (1), (2) dan (3) ditunjukkan pada Tabel 2.

Pada Tabel 2, hasil perhitungan biaya pemakaian energi listrik gedung RSG-GAS selama 6 bulan setelah dipasang kapasitor bank meliputi biaya pemakaian energi listrik pada blok LWBP diperoleh sebesar Rp. 1.229.233.440,- atau rata-rata Rp. 204.872.240,- per bulan, biaya pemakaian WBP Rp. 671.507.125,- atau rata-rata Rp. 111.917.854,- per bulan dan biaya pemakaian kVARh sebesar Rp. 0,-

Sebelum dipasang kapasitor bank biaya pemakaian energi listrik selama 6 bulan terhitung sejak Juni 2008 sampai dengan bulan Desember 2008 meliputi blok beban LWBP sebesar Rp. 1.122.457.600,- blok beban WBP Rp. 573.871.660,- dan blok beban kVARh Rp. 441.302.345,- sehingga biaya keseluruhan selama 6 bulan sebesar Rp. 2.137.631.605,-, sedangkan setelah dipasang kapasitor bank, biaya pemakaian energi listrik selama 6 bulan terhitung sejak Januari 2009 hingga sekarang meliputi blok beban LWBP diperoleh sebesar Rp. 1.229.233.440,- blok beban WBP sebesar Rp. 671.507.125,- dan blok beban kVARh sebesar Rp. 0,-.

Setelah dipasang kapasitor bank, biaya pemakaian energi listrik pada blok beban LWBP dan blok beban WBP masing-masing mengalami peningkatan sebesar Rp. 106.775.840,- atau rata-rata Rp. 17.795.973,- per bulan dan Rp. 97.635.465,- atau rata-rata Rp. 16.272.578,- per bulan sedangkan biaya pemakaian energi listrik pada blok beban kVARh mengalami penurunan yang sangat berarti yaitu dari Rp. 441.302.345,- menjadi Rp. 0,-. Hal ini dikarenakan *setting* power faktor pada panel regulator kapasitor bank lebih besar dari 0,85 yaitu 0,96 sehingga tidak terdapat biaya kelebihan pemakaian daya reaktif kVARh yang dibebankan pada konsumen gedung RSG-GAS.

Peningkatan biaya pemakaian energi listrik pada blok beban LWBP dan blok beban WBP disebabkan karena berdasarkan kalender operasi dan perawatan tahun 2009 jumlah hari operasi reaktor RSG-GAS lebih banyak dari tahun 2008 yaitu sebanyak 93

hari (2.232 jam) dan 80 jam (1920 jam). Jadi sejak menggunakan kapasitor bank kapasitas 500 kVAR sebanyak 3 unit yang terpasang pada masing-masing train busbar utama BHA/BHB/BHC tanggal 5 Desember 2008, satuan kerja PRSG telah melaksanakan program penghematan penggunaan energi listrik sehingga secara keseluruhan penghematan biaya pemakaian energi listrik yang tercantum dalam rekening bulan Januari 2009 hingga bulan Juni 2009 atau selama 6 bulan sebesar Rp. 441.302.345,- yang diperoleh penghematan pemakaian biaya energi listrik dari blok beban kVARh.

Untuk mencapai target penghematan pemakaian energi listrik gedung RSG-GAS yaitu lebih besar dari 20 % dan peningkatan kualitas daya listriknya banyak cara yang dapat dilakukan dalam rangka penghematan pemakaian energi listrik gedung RSG-GAS yaitu antara lain dengan cara meminimalisasi ketidakseimbangan beban antar phase, mempertimbangkan penggantian penggunaan motor listrik yang memiliki efisiensi tinggi, meminimalisasi rugi-rugi *rewinding* motor, meminimalisasi rugi-rugi transformator, menggunakan lampu hemat energi, dan lain sebagainya, sedangkan untuk peningkatan kualitas daya listrik ditentukan oleh beberapa faktor antara lain tegangan, arus dan power faktor meliputi keseimbangan antar phase, fluktuasi, transient, tingkat distorsi harmonik (THD). Kualitas daya listrik akan menurun antara lain akibat pemakaian transformator dan motor efisiensi rendah, pembagian beban yang tidak seimbang, kerusakan pada kapasitor bank, pemakaian beban yang tidak linier seperti *ballast* elektronik, komputer, UPS, inverter, *power supply* dan lain sebagainya.

Untuk mengetahui dan mengidentifikasi kualitas daya listrik gedung RSG-GAS dapat dilakukan dengan cara melaksanakan pengukuran kualitas daya listrik pada sisi keluaran transformator, panel busbar utama BHA/BHB/BHC dan panel distribusi

menggunakan peralatan ukur jenis multi tester dan *power energy analyzer*.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh pada penelitian ini yaitu setelah dipasang kapasitor bank kapasitas 500 kVAr sebanyak 3 unit pada masing-masing train busbar utama I BHA/BHB/BHC tanggal 5 Desember 2008 dengan *setting* power faktor sebesar 0,96 telah dapat menghilangkan biaya pemakaian energi listrik beban reaktif kVArh sehingga dalam kurun waktu 6 bulan terhitung sejak bulan Januari 2009 sampai dengan bulan Juni 2009 telah dapat dilakukan penghematan biaya pemakaian energi listrik yang diperoleh dari pemakaian beban reaktif kVArh sebesar Rp. 441.302.345,-

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonymous. September 1989. *Safety Analysis Report (SAR) MPR 30 GA SIWABESSY*
- [2] TEGUH S, Perhitungan kebutuhan

kapasitor daya pada Sistem Kelistrikan gedung Reaktor Serba Guna GA. Siwabessy, REAKTOR Buletin Pengelolaan Reaktor Nuklir Vol. IV, No. 1 Pusat Reaktor Serba Guna BATAN, Serpong, April 2007

- [3] TEGUH S, Pemasangan kapasitor bank kapasitas 500 kVAr pada train A, B dan C Sistem Listrik gedung Reaktor Serba Guna GA. Siwabessy, REAKTOR Buletin Pengelolaan Reaktor Nuklir Vol. VI, No. 1 Pusat Reaktor Serba Guna BATAN, Serpong, April 2009
- [4] TEGUH S, Evaluasi konsumsi daya listrik RSG-GAS pada siklus operasi teras ke 58, Prosiding Pertemuan Ilmiah Nasional Rekayasa Perangkat Nuklir, Serpong, 20 Nopember 2007
- [5] M. TAUFIK, TEGUH S, Pengukuran beban listrik Transformator BHT03 RSG-GAS, Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Fungsional Pengembangan Teknologi Nuklir II, Jakarta, 16 Desember 2008.