

Efektifitas Penggunaan Kapasitor Bank Untuk Faktor Daya Pada Batu Night Spectacular (BNS)

Muhammad Danang Putro Prayogo

Program Studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Ketintang 60231, Indonesia
e-mail : muhammad.danangputroprayo@gmail.com

Joko

Dosen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Ketintang 60231, Indonesia
e-mail : unesa_joko@yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini mengkaji tentang upaya meningkatkan *power quality* dan penghematan energi listrik di *Batu Night Spectacular* (BNS). Analisis data dilakukan dengan cara perhitungan menggunakan program software ETAP (*Electrical Transient Analysis Program*). Hasil dari penelitian efektifitas penggunaan kapasitor bank untuk faktor daya pada Batu Night Spectacular (BNS) yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa setelah dilakukan perbaikan faktor daya sistem dengan menggunakan kapasitor bank di bus utama trafo 2000 kVA, maka *power quality* sistem mengalami peningkatan, yaitu: Faktor daya pada bus utama sistem pada semua kondisi mengalami kenaikan hingga 0,90. Besarnya pemakaian daya reaktif (kVAR) total pada sistem berkurang, sehingga besarnya pemakaian daya total (kVA) juga berkurang. efektifitas kapasitor bank yang harus digunakan pada Batu Night Spectacular adalah sebesar 165 kVAR dengan rincian 3 kapasitor bank 50 kVAR dan 1 kapasitor bank 15 kVAR. Besarnya pemakaian kVARh total menurun dari 112.320 kVARh menjadi 59.760 kVARh. Sehingga, besarnya nilai kVARh total lebih kecil dari 62% kWh total. Oleh karena itu Batu Night Spectacular tidak dikenakan biaya daya reaktif. Untuk dua bulan pertama pemasangan, Batu Night Spectacular sudah melakukan penghematan sebesar Rp 15.780.744. Bulan-bulan selanjutnya, besarnya penghematan adalah Rp 39.525.372 dengan asumsi beban yang digunakan adalah tetap.

Kata Kunci: Efisiensi Energi, *Power Quality*, Penghematan Energi Listrik

Abstract

This study examines the efforts to improve power quality and electricity energy savings in Batu Night Spectacular (BNS). Data analysis is done by calculation using ETAP software program (Electrical Transient Analysis Program). The result of the research on the effectiveness of the use of bank capacitor for power factor in Batu Night Spectacular (BNS) that has been done, can be seen that after the system power factor improvement by using the capacitor bank in the main bus 2000 kVA transformer, the power quality system has increased, The power factor on the system's main bus in all conditions increases to 0.90. The amount of total reactive power (kVAR) consumed in the system decreases, so the total power consumption (kVA) is also reduced. the effectiveness of the bank capacitor that must be used on Batu Night Spectacular is 165 kVAR with details of 3 bank capacitor 50 kVAR and 1 kW bank capacitor. The total usage of total kVARh decreased from 112,320 kVARh to 59,760 kVARh. Thus, the total kVARh value is less than 62% kWh total. Therefore Batu Night Spectacular does not charge reactive power. For the first two months of installation, Batu Night Spectacular has made savings of Rp 15,780,744. The following months, the amount of savings is Rp 39,525,372 assuming the load used is fixed.

Keywords: Energy Efficiency, Power Quality, Electric Energy Saving

PENDAHULUAN

Batu Night Spectacular (BNS) yang berlokasi di Jl. Hayam Wuruk no 1, Oro-oro Ombo - Kota Wisata Batu, Jawa Timur, merupakan salah satu anak perusahaan dari PT. Jatim Park Group, suatu perusahaan yang bergerak di bidang industri pariwisata. *Batu Night Spectacular* (BNS) mempunyai beberapa line yang digunakan untuk proses pendukung pengoperasian alat - alat

permainan dan wahananya. Dimana setiap linenya memerlukan suplai dari tenaga listrik untuk menjalankannya.

Kapasitor bank yang dijadikan obyek penelitian adalah kapasitor bank yang akan dipasang pada Batu Night Spectacular sebagai penyuplai alat permainan dan wahana bermain. Permasalahan pada *Batu Night Spectacular* tersebut adalah terdapat banyak beban-beban

induktif yang muncul akibat banyaknya macam beban terpasang.

Jika dilihat dari instalasinya *Batu Night Spectacular* mempunyai beberapa stasiun yang terdiri dari beberapa alat permainan dan wahana yang berbeda-beda. Keadaan tersebut membuat faktor dayanya menjadi rendah dan menurunnya tegangan sehingga trip tidak dapat dihindarkan.

Pertimbangan dalam hal menentukan kapasitas kapasitor bank yang sesuai dengan kebutuhan beban sangat perlu dilakukan sehingga didapatkan perbaikan faktor daya yang efektif dan efisien, serta demi untuk mencapai kelancaran dalam pengoperasian yang akan mempengaruhi terhadap kenyamanan pengunjung untuk menikmati wahana dan permainan tersebut, terutama pada jam operasional, karena melihat dari aktifitas *Batu Night Spectacular* (BNS) yang memiliki jam operasional pada pukul 17.00 sore hingga 24.00 malam.

Tujuan dari Skripsi ini adalah untuk mengetahui tingkat efektifitas dari kapasitor bank pada *Batu Night Spectacular* (BNS).

KAJIAN TEORI

Efisiensi Energi

Efisiensi energi merupakan kegiatan di suatu perusahaan yang terorganisir dengan menggunakan prinsip-prinsip manajemen, dengan tujuan agar dapat dilakukan konservasi energi, sehingga biaya energi sebagai salah satu komponen biaya produksi dapat ditekan serendah-rendahnya.

Konservasi Energi Listrik

Konservasi energi merupakan suatu upaya efisiensi pemakaian energi untuk suatu kebutuhan agar pemborosan energi dapat dihindarkan. Kebutuhan atas konservasi energi tersebut sebagai upaya penghematan energi akhir-akhir ini juga sering dibicarakan. Hal ini terkait dengan ketersediaan sumber energi yang terbatas dan adanya peningkatan biaya pembelian energi.

Sistem Dasar Distribusi dan Instalasi

Sistem distribusi tenaga listrik dapat diartikan sebagai sistem penyampaian tenaga listrik dari sumber ke pusat beban. Sementara untuk sistem instalasi adalah cara pemasangan penyalur tenaga listrik atau peralatan listrik untuk semua barang yang memerlukan tenaga listrik, dimana pemasangannya harus sesuai dengan peraturan yang telah ditetapkan di dalam Persyaratan Umum Instalasi Listrik. (Ardian, Affan, 2009)

Tegangan Jatuh dan Rugi-rugi Tegangan atau Daya

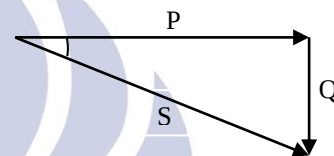
Sistem Distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik. Sistem distribusi ini berguna untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya listrik besar (*Bulk Power Source*) sampai ke konsumen. Jadi fungsi distribusi tenaga listrik adalah pembagian atau

penyaluran tenaga listrik ke beberapa tempat (pelanggan), dan merupakan sub sistem tenaga listrik yang langsung berhubungan dengan pelanggan, karena daya pada pusat-pusat beban (pelanggan) dilayani langsung melalui jaringan distribusi.

Faktor Daya

1. Pengertian Faktor Daya

Faktor daya adalah perbandingan antara daya aktif (P) dan daya nyata (S). Pergeseran faktor daya merupakan kosinus sudut antara tegangan dan arus. Sedangkan Daya reaktif (Q) adalah daya yang timbul akibat adanya efek induksi elektromagnetik oleh beban yang mempunyai nilai induktif (fase arus tertinggal atau lagging atau kapasitif (fase arus mendahului atau leading). Gambar 1 merupakan segitiga daya.



Gambar 1. Segitiga Daya.

2. Perbaikan Faktor Daya

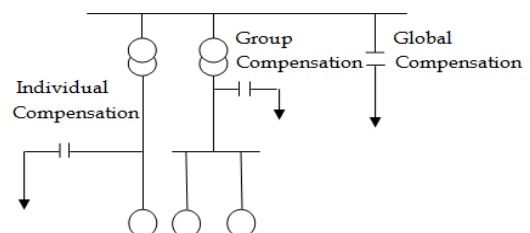
Salah satu tindakan yang harus dilakukan untuk memperbaiki kualitas daya listrik adalah memperbaiki faktor daya sistem kelistrikan. Hal tersebut dapat dilakukan dengan memasang kompensator berupa kapasitor bank disalah satu lokasi sistem kelistrikan.

Kapasitor Bank

1. Pengertian Kapasitor Bank

Stevenson (1993: 200) mengemukakan insinyur sistem tenaga biasanya menganggap sebuah kapasitor sebagai generator daya reaktif positif, dan bukannya sebagai suatu beban yang memerlukan daya reaktif negatif.

Lokasi pemasangan instalasi kapasitor bank cara pemasangan instalasi kapasitor bank dapat dibagi menjadi 3 bagian yaitu: global compensation, individual compensation dan group compensation. Gambar 2 merupakan metode lokasi pemasangan instalasi kapasitor bank.



Gambar 2. Metode Lokasi Pemasangan Instalasi Kapasitor Bank
(Sumber: Alland, 2010)

2. Prinsip Kerja Kapasitor Bank

Kapasitor digunakan untuk memperbaiki $\cos \phi$. Bila rangkaian itu diberi tegangan maka elektron akan mengalir masuk ke kapasitor. Pada saat kapasitor penuh dengan muatan elektron maka tegangan akan berubah. Kemudian elektron akan ke luar dari kapasitor dan mengalir ke dalam rangkaian yang memerlukan dengan demikian pada saat itu kapasitor membangkitkan daya reaktif. Bila tegangan yang berubah itu kembali normal (tetap) maka kapasitor akan menyimpan kembali elektron. Pada saat kapasitor mengeluarkan elektron

(Ic) berarti sama juga kapasitor menyuplai daya reaktif ke beban. Keran beban bersifat induktif (+) sedangkan daya reaktif bersifat kapasitor (-) akibatnya daya reaktif yang berlaku menjadi kecil. (Allan, Khadafi. 2010)

Electrical Transient Analysis Program (ETAP)

Electrical Transient Analysis Program (ETAP) adalah *software* untuk power sistem yang bekerja berdasarkan perencanaan *plant* atau *project*, yang mampu bekerja dalam keadaan *offline* untuk simulasi tenaga listrik, *online* untuk pengolahan data *real-time*

METODE PENELITIAN

Pendekatan Penelitian

Pendekatan penelitian ini dilakukan dengan pendekatan kuantitatif. Pendekatan kuantitatif adalah pengembangan dengan menggunakan teori-teori atau pengumpulan referensi dan juga analisis kajian.

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Wisata Batu Night Spectacular (BNS) Batu, Malang yang berlokasi di Jl. Hayam Wuruk No 1, Oro-Oro Ombo - Kota Wisata Batu, Jawa Timur pada bulan Desember 2016.

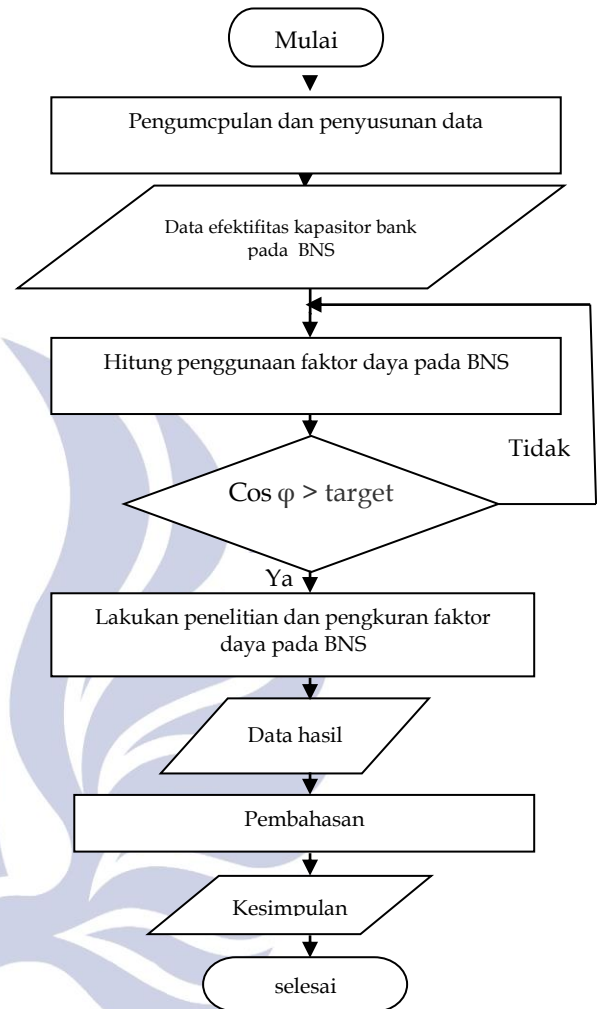
Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data penelitian ini adalah dengan observasi data daya terpasang, total daya, dan total beban pada Batu Night Spectacular.

Rancangan Penelitian

Rancangan Penelitian efektifitas penggunaan kapasitor bank untuk faktor daya pada Batu Night Spectacular (BNS) menggunakan simulasi *software* *Electrical Transient Analysis Program* (ETAP). Urutan teknik analisis data dari mulai pengumpulan dan penyusunan data setelah mendapatkan data kapasitor bank di BNS, lalu menghitung penggunaan faktor dayanya setelah mendapatkan target nilai yang ingin kita inginkan maka barulah kita bisa mendapatkan kesimpulannya.

Tahapan pelaksanaan penelitian dapat digambarkan pada Gambar 3 diagram alir penelitian (*flow chart*) berikut ini:



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian
(Sumber Data Primer 2017)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem Kelistrikan Batu Night Spectacular

Sistem kelistrikan *Batu Night Spectacular* (BNS) mendapatkan suplai daya listrik dari PLN dengan sistem tegangan 20kV, yang kemudian diturunkan menjadi 380/220 V, sebelum digunakan untuk beban-beban yang ada di Batu Night Spectacular. Suplai ini digunakan untuk memikul beban pada kondisi normal, artinya suplai dari PLN sebagai suplai utama. Namun jika suplai utama tersebut padam maka *Batu Night Spectacular* akan mendapatkan energi listrik dari sumber genset.

Sistem kelistrikan *Batu Night Spectacular* telah disimulasikan dengan menggunakan *software* ETAP. Sebelum dilakukan simulasi, diperlukan beberapa

parameter beban yang digunakan untuk proses simulasi, untuk mendapatkan data-data tersebut dapat dilakukan dengan cara melakukan survei data (*data book, name plate*), dan pengukuran. Parameter yang diperlukan antara lain: kapasitas daya, tegangan, arus, reaktansi, faktor daya. (Budiwiyono. 2015-2016)

Efektifitas Energi Listrik di Batu Night Spectacular

Pelaksanaan efektifitas energi listrik pada *Batu Night Spectacular* bertujuan untuk mengetahui besarnya pemakaian energi listrik, kebiasaan pemakaian dari penggunaan listrik, kondisi peralatan yang beroperasi, juga intensitas pemeliharaan yang dilakukan pada peralatan-peralatan tersebut.

Pemakaian Energi Listrik Beban

Beban yang ada di *Batu Night Spectacular* merupakan beban yang terdiri dari beban penerangan dan beban daya. Sedangkan besarnya pemakaian daya untuk beban penerangan adalah 10% dari total pemakaian beban seluruhnya. Untuk penggunaan beban daya, meliputi beban motor-motor, elevator, serta peralatan rumah tangga lainnya.

Sebelum melakukan simulasi menggunakan kapasitor bank, terlebih dahulu menghitung beban yang ada di *Batu Night Spectacular* seperti perincian dan perhitungan terlampir. Dari perhitungan terlampir besarnya daya listrik pada transformator utama, yaitu trafo 1250 kVA dapat dilihat pada tabel 1, berdasarkan kondisi luar jam kerja, jam kerja, wahana buka.

Tabel 1. Aliran Daya Sistem Sebelum Efisiensi Energi listrik

Wahana Buka (pukul 15.00 - 24.00)					
Lokasi	kW	kVAR	kVA	Cos ϕ	Ampere
Trafo 1250 kVA	360	337	493	0,73	762,5
Luar Jam Kerja (pukul 24.00 - 09.00)					
Lokasi	kW	kVAR	kVA	Cos ϕ	Ampere
Trafo 1250 kVA	12	9	15	0,80	23,1
Jam Kerja (pukul 09.00 - 15.00)					
Lokasi	kW	kVAR	kVA	Cos ϕ	Ampere
Trafo 1250 kVA	130	105	167	0,78	256,0

Berdasarkan Tabel 1, dapat dibuat tabel data penggunaan energi listrik dalam satu hari sesuai dengan kebutuhan Batu Night Spectacular, seperti yang tertera pada tabel 2. Nilai dari pemakaian energi dapat dihitung berdasarkan besarnya daya listrik dari hasil simulasi aliran daya yang dikalikan dengan lama waktu pemakaian beban. Perhitungan waktu pemakaian pada analisis ini dibuat berdasarkan survei lapangan langsung pada Batu Night Spectacular.

Penyusunan Tabel 2, dibagi menjadi dua, yaitu waktu beban puncak (WBP) dan lewat waktu beban puncak (LWBP), karena pada pembahasan pengeluaran beban listrik, harga per kWh ditentukan oleh PLN tidak sama.

Tabel 2. Pemakaian Energi Listrik (kWh) di Batu Night Spectacular Sebelum Efisiensi Energi Listrik

Uraian	Daya (kW)	Waktu	Durasi (jam)	kWh	Jumlah hari	kWh total (sebulan)
WBP						
Wahana buka	360	17.00 – 22.00	5	1.800	30	54.000
LWBP						
Wahana buka	360	15.00 – 17.00 dan 22.00 – 24.00	4	1.440	30	43.200
Luar jam kerja	12	24.00 – 09.00	9	108	30	3.240
Jam kerja	130	09.00 – 15.00	6	780	30	23.400
Total						123.840

Sebelum Tindakan Efektifitas Energi Listrik

Karena faktor daya pada sistem masih rendah, maka konsumsi daya reaktif sistem terbilang cukup besar. Sehingga, energi listrik (kVARh) yang dikonsumsi Batu Night Spectacular juga semakin besar. Besarnya pemakaian energi listrik (kVARh) yang berupa daya reaktif dapat dilihat pada tabel 3.

Daya reaktif akan dikenakan biaya, jika faktor daya rata-rata bulanan pelanggan kurang dari 0,85 induktif, hal itu terjadi bila pemakaian kVARh total selama sebulan, lebih besar dari 0,62 kali pemakaian KWH total (LWBP + WBP). Jika dirumuskan secara sederhana, seperti ini. kVARh yang dibayar = kVARh terpakai – 0,62 x (KWH total terpakai). Ini merupakan ketentuan dari PLN.

Tabel 3 Pemakaian Energi Listrik (kVARh) di Batu Night Spectacular sebelum Efektifitas Energi Listrik

Uraian	Daya (kVA R)	Waktu	Durasi (jam)	kVA Rh	Jumlah hari	kVARh total (sebulan)
WBP						
Wahana buka	337	17.00 - 22.00	5	1.685	30	50.550
LWBP						
Wahana buka	337	15.00 – 17.00 dan 22.00 – 24.00	4	1348	30	40.440
Luar jam kerja	9	24.00 – 09.00	9	81	30	2.430
Jam kerja	105	09.00 – 15.00	6	630	30	18.900
Total						112.320

Tindakan Efisiensi Energi

Efisiensi energi listrik dapat dilakukan dengan memperbaiki sistem kelistrikan Batu Night Spectacular guna melakukan penghematan dan meningkatkan *power quality* sistem. Tindakan efisiensi ini dapat dibedakan menjadi dua macam, yakni perbaikan tanpa biaya dan dengan biaya. Sedangkan perbaikan dengan biaya dibedakan menjadi tiga sesuai dengan biaya yang dikeluarkan untuk investasi awal tambahan peralatan yang akan dipasang pada sistem. Yaitu, perbaikan dengan biaya rendah, menengah dan tinggi.

Perbaikan Tanpa Biaya

Perbaikan tanpa biaya ialah perlakuan manajemen energi listrik pada Batu Night Spectacular tanpa menambahkan peralatan baru yang membutuhkan biaya pengeluaran. Seperti, pengelolaan pemakaian beban yang ada di wahana, baik beban penerangan maupun beban daya.

Perbaikan dengan Biaya

Dari hasil simulasi sistem kelistrikan di Batu Night Spectacular sebelum dilakukan tindakan manajemen energi, menunjukkan penggunaan energi listrik pada Batu Night Spectacular masih tinggi. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai penggunaan daya reaktif yang masih cukup tinggi serta faktor daya yang masih rendah. Oleh karena itu, perlu dipasang piranti tambahan pada sistem kelistrikan di Batu Night Spectacular.

Untuk perbaikan faktor daya pada sistem kelistrikan Batu Night Spectacular, dapat dilakukan dengan pemasangan kapasitor bank. Dan metode yang digunakan untuk kompensasi tersebut berdasarkan lokasi peletakan dan sistem pengoperasian yang digunakan.

Metode peletakan kapasitor yang dipilih adalah *global compensation*, dengan alasan agar biaya pemasangan rendah, kapasitor dapat dimanfaatkan sepenuhnya, dan biaya pemeliharaan yang rendah. Kemudian, letak pemasangan kompensator pada sistem ditempatkan pada trafo utama yaitu pada bus 2. Kompensator diletakan pada bus trafo 1250 kVA, dengan kapasitas maksimal 165 kVAR. Besarnya kapasitor yang diperlukan berdasarkan keadaan sistem yang paling jelek, ditinjau dari faktor daya trafo utama yaitu bus 2. (Ulfa, Mardiana. 2007.)

Pembahasan

Efektifitas Kapasitor Bank yang Harus Digunakan Pada Batu Night Spectacular (BNS)?

Berdasarkan analisis aliran daya sistem menunjukkan tingkat kualitas daya sistem masih rendah. Maka, untuk memperbaiki kualitas daya listrik sistem, perlu dipasang kompensator berupa kapasitor bank. Sebelum pemasangan kapasitor bank, perlu dilakukan perhitungan kapasitas kapasitor bank yang akan dipasang. Tujuannya adalah agar sistem tidak mengalami kompensasi berlebihan (*overcompensating*). Kemudian, untuk perhitungan daya reaktif yang diberikan oleh kapasitor sesuai dengan formulasi (1), dengan Q_{cap} adalah kapasitas kapasitor (kVAR), P adalah daya nyata awal (kW), dan ϕ_1 adalah kondisi awal, dan ϕ_2 adalah target yang diinginkan.

$$Q_{cap} = P(\tan \phi_1 - \tan \phi_2) \quad (1)$$

Nilai kapasitor bank yang dimasukkan dalam simulasi, disesuaikan dengan nilai faktor daya yang mendekati atau sebenarnya pada *Batu Night Spectacular* (BNS). Besarnya nilai kompensasi secara rinci dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Kapasitor Bank yang Terpasang saat Simulasi

Kondisi	Bus 2 (Trafo 1250 kVA)
Wahana Buka	160 kVAR/ 3,527 Farad
Luar Jam Kerja	5 kVAR/ 0,1102 Farad
Jam Kerja	40 kVAR/ 0,8817 Farad

1. Penggunaan daya listrik

Pada Tabel 5. dapat dilihat analisis aliran daya sistem setelah dipasang kompensator pada trafo 1250 kVA, dan untuk besarnya daya total yang masih bias digunakan (*available power*) ditunjukkan oleh Tabel 5.

Tabel 5. Aliran Daya Sistem Sesudah manajemen Energi

Listrik					
Wahana Buka (pukul 15.00 – 24.00)					
Lokasi	kW	kVAR	kVA	Cos ϕ	Ampere
Trafo 1250 kVA	361	175	401	0,90	757,8
Luar jam kerja (pukul 24.00 – 09.00)					
Lokasi	kW	kVAR	kVA	Cos ϕ	Ampere
Trafo 1250 kVA	12	5	13	0,90	23,1
Jam kerja (pukul 09.00 – 15.00)					
Lokasi	kW	kVAR	kVA	Cos ϕ	Ampere
Trafo 1250 kVA	129	62	143	0,90	255,9

2. Pemakaian Energi Listrik

Perhitungan energi listrik yang terpakai akan dihitung dalam bentuk kWh, yaitu pada Tabel 6.

Tabel 6 Pemakaian Energi Listrik (kWh) di Batu Night Spectacular sesudah Efisiensi Energi Listrik

Uraian	Daya (kW)	Waktu	Durasi (jam)	kWh	Jumlah hari	kWh total (sebulan)
WBP						
Wahana buka	361	17.00 – 22.00	5	1.805	30	54.150
LWBP						
Wahana buka	361	15.00 – 17.00 dan 22.00 – 24.00	4	1.444	30	43.320
Luar jam kerja	12	24.00 – 09.00	9	108	30	3.240
Jam kerja	129	09.00 – 15.00	6	774	30	23.220
WBP						
Total						123.930

Agar dapat menentukan besarnya dua kali kVAR lebih besar atau lebih kecil dari kWh, juga perlu dihitung pemakaian kVARh setelah sistem dipasang kapasitor bank.

Tabel 7 Pemakaian Energi Listrik (kVARh) di Batu Night Spectacular sesudah Efektifitas Energi Listrik

Uraian	Daya (kVAR)	Waktu	Durasi (jam)	kVARh	Jumlah hari	kVARh total (sebulan)
WBP						
Wahana buka	175	17.00 – 22.00	5	875	30	26.250
LWBP						
Wahana buka	175	15.00 – 17.00 dan 22.00 – 24.00	4	700	30	21.000
Luar jam kerja	5	24.00 – 09.00	9	45	30	1.350
Jam kerja	62	09.00 – 15.00	6	372	30	11.160
Total						59.760

Analisis Ekonomi

Untuk dapat mengetahui keseluruhan pengeluaran dan keuntungan, maka perlu dihitung mengenai biaya listrik sebelum dan sesudah perbaikan.

Dengan menggunakan data Tabel 4.2 dan 4.3, maka kita dapat menghitung besarnya pemakaian tarif listrik selama satu bulan. Berdasarkan tarif PLN tahun 2017 pada golongan (B-3) yaitu batas daya diatas 200 kVA, maka tarif per kWh adalah Rp 1.035,78/kWh pada saat LWBP (Lewat Waktu Beban Puncak) dan (Rp 1.035,78 x 2)/kWh pada saat WBP (Waktu Beban Puncak). Sedangkan tarif kVARh adalah Rp 1.114,74/kVARh.

1) Sebelum Perbaikan Sistem

Besarnya total energi yang terpakai pada saat sistem belum dipasang kapasitor bank adalah 123.840 kWh dan 112.320 kVARh. Sehingga perhitungan biaya pengeluaran listrik adalah:

LWBP selama satu bulan (tabel 2)

$$69.840 \text{ kWh} \times \text{Rp } 1.035,78 = \text{Rp } 72.338.875,2$$

WBP selama satu bulan (tabel 2)

$$54.000 \text{ kWh} \times \text{Rp } 1.035,78 \times 2 = \text{Rp } 55.932.120$$

Total: Rp 128.270.995,2

$$\text{kVARh yang dibayar} = (112.320 - (0,62 \times 123.840)) \times \text{Rp } 1.114,74/\text{kVARh}$$

$$\text{kVARh yang harus dibayar} = 39.616.967,81$$

jadi total biaya listrik yang harus dibayar selama satu bulan adalah Rp 128.270.995,2 + 39.616.967,81 = Rp 167.887.963.

2) Sesudah Perbaikan Sistem

Berdasarkan analisis pada aliran daya, bahwa setelah dipasang kapasitor bank, Batu Night Spectacular tidak dikenakan biaya kVARh, Maka, tarif listrik yang harus dibayar adalah biaya pemakaian kWh saja, yaitu:

LWBP selama satu bulan (tabel 6)

$$69.780 \text{ kWh} \times \text{Rp } 1.035,78 = \text{Rp } 72.276.728,4$$

WBP selama satu bulan (tabel 6)

$$54.150 \text{ kWh} \times \text{Rp } 1.035,78 \times 2 = \text{Rp } 56.085.862,5$$

$$\text{Total} = \text{Rp } 128.362.590,9$$

3) Penghematan yang Dilakukan

Dengan membandingkan hasil perhitungan tersebut, diperoleh selisih biaya pemakaian listrik sebelum kompensasi dan sesudah kompensasi selama satu bulan sebesar Rp 39.525.372, dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Rp } 167.887.963 - \text{Rp } 128.362.590,9 = \text{Rp } 39.525.372$$

PENUTUP

Kesimpulan

Setelah dilakukan penghitungan, efektifitas kapasitor bank yang harus digunakan pada Batu Night Spectacular adalah sebesar 165 kVAR dengan rincian 3 kapasitor bank 50 kVAR dan 1 kapasitor bank 15 kVAR.

Penghematan yang diperoleh setelah dilakukan pembenahan cos ϕ pada Batu Night Spectacular adalah besarnya pemakaian kVARh total menurun dari 112.320 kVARh menjadi 59.760 kVARh. Oleh karena itu Batu Night Spectacular tidak dikenakan biaya daya reaktif.

Dan besarnya penghematan yang bisa dilakukan di *Batu Night Spectacular* adalah Rp 39.525.372 dengan asumsi beban yang digunakan adalah tetap.

Saran

Pada tugas akhir ini, efektifitas energi yang dilakukan belum memperhatikan beban yang ada pada Batu Night Spectacular secara rinci, namun hanya pemakaian energi listrik secara garis besar. Maka, masih dapat dilakukan efektifitas energi yang meliputi:

Sistem keandalan pada Batu Night Spectacular berkaitan dengan pengoperasian GENSET dan pengaman pada sistem kelistrikan akibat adanya pemadaman dari suplai energi listrik utama PLN. Pengecekan penggunaan energi listrik pada peralatan yang ada di Batu Night Spectacular dalam hal pemeliharaan ataupun efektifitas alat yang terjadi pada sistem. Penelitian serupa dapat dilakukan pada Industri serupa dengan klasifikasi yang berbeda untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan pola penggunaan energi dan keputusan kebijakan manajemen energi.

DAFTAR PUSTAKA

- Alland, Khadafi. 2010. *Perancangan Kebutuhan Kapasitor Bank untuk Perbaikan Faktor Daya pada Line Mess 1 di PT. Bumi Lamongan Sejati (WBL)*. Jurusan Teknik Elektro. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya
- Ardian, Affan. 2009. *Sistem suplai daya instalasi listrik tenaga*. Jurusan Teknik Elektro. Jakarta: Universitas Indonesia
- Budiwiyono. 2015-2016. *Data Laporan Kantor Engineering. Batu Night Spectacular (BNS)*
- Stevenson Jr, W.D Terjemahan Idris, Kamal, 1993, "*Analisis Sistem Tenaga Listrik*", Erlangga, Jakarta.
- Ulfa, Mardiana. 2007. *Studi Manajemen Energi Listrik Dalam Upaya Meningkatkan Power Quality dan Penghematan Energi Listrik di Gedung Bedah Terpadu (GBPT) RSUD. Soetomo Surabaya*. Jurusan Teknik Elektro. Surabaya: ITS

