

Analisis Desain Sistem Distribusi Listrik Gedung Untuk Optimalisasi Biaya Operational Pada Stadion Patriot Candrabhaga Berbasis Bangunan Gedung Hijau

Heri Sucipto*¹, Dr. Abdullah Multi², Dr. Agus Sofwan³

^{1,2,3}Program Studi S2 Teknik Elektro, Fakultas Sains Terapan dan Teknologi ISTN, Jakarta
Jl. Moh. Kahfi II, Jagakarsa, Jakarta Selatan, Indonesia 12640

e-mail: suciptoabusyarof@gmail.com, amulti@istn.ac.id, asofwan@gmail.com

Abstrak

Saat ini gedung - gedung yang dibangun pemerintah diwajibkan untuk menerapkan konsep Bangunan Gedung Hijau (BGH). Selain untuk mengikuti regulasi, penerapan BGH juga memiliki beberapa keuntungan, diantaranya : Gedung yang ramah terhadap lingkungan dan memiliki biaya operational yang efisien. Pada penelitian ini metode yang dilakukan adalah penulis mengambil data dari laporan survey pada 3 stadion yaitu Stadion Patriot Candrabhaga – kota Bekasi, Stadion Wibawa mukti – kabupaten Bekasi, dan Stadion Harapan Bangsa – Banda Aceh. Namun data yang ditampilkan pada penelitian ini hanya data survey Stadion Patriot Candrabhaga yang berlokasi di kota Bekasi – Jawa Barat, karena secara kapasitas penonton dan sistem elektrikalnya hampir sama. Selanjutnya dilakukan desain ulang sistem elektrikal dengan menerapkan konsep BGH serta peraturan dan standar yang berlaku di Indonesia. Setelah dilakukan proses konstruksi berdasarkan desain sistem elektrikal dengan konsep BGH, penulis melakukan pengecekan pemakaian energy listrik untuk mengetahui konsumsi listrik setelah renovasi. Dari hasil pengamatan penulis, pemakaian energy sebelum dan sesudah penerapan konsep BGH mengalami penurunan yang cukup signifikan. Pemakaian energi listrik sebelum perbaikan adalah Daya Aktif : 13.227,36 kWh dan Daya Reaktif : 10.251,15 kVARh. Sedangkan pemakaian energi listrik setelah perbaikan adalah Daya Aktif : 5.926,85 kWh dan Daya Reaktif tidak dihitung karena nilai $\cos \phi$ 0,93 diatas batas minimal penalty PLN 0,85. Terdapat penghematan pemakaian daya listrik sebesar 7.300,51 kWh dalam 1 bulan atau hemat 55 % untuk pembayaran kWh dan hemat 100 % untuk pembayaran kVARh. Hal ini menunjukkan konsep BGH terbukti dapat mengurangi konsumsi energi listrik pada suatu Gedung, yang selanjutnya akan ikut sumbangsih mengurangi beban pembangkit konvensional yang tidak ramah lingkungan.

Kata kunci: BGH, Standar, Hemat Energi, Efisiensi Biaya, Ramah Lingkungan

Abstract

Currently, buildings constructed by the government are required to implement the Green Building Concept (GBC). In addition to complying with regulations, implementing GBC also has several advantages, including being environmentally friendly and having efficient operational costs. In this research, the method employed is that the author gathers data from survey reports on three stadiums: Patriot Candrabhaga Stadium in Bekasi City, Wibawa Mukti Stadium in Bekasi Regency, and Harapan Bangsa Stadium in Banda Aceh. However, the data presented in this research only includes the survey data from Patriot Candrabhaga Stadium located in Bekasi City, West Java, due to its similar spectator capacity and electrical system. Subsequently, a redesign of the electrical system was carried out by applying the GBC concept. After the construction process based on the electrical system design with the GBC concept was completed, the author checked electricity usage to determine electricity consumption after the renovations. From the author's observations, energy usage before and after the implementation of the BGH concept experienced a significant decrease. The electricity consumption before the improvement was Active Power: 13,227.36 kWh and Reactive Power: 10,251.15 kVARh. Meanwhile, the electricity consumption after the improvement was Active Power: 5,926.85 kWh and Reactive Power was not calculated because the $\cos \phi$ value of 0.93 is above PLN's minimal penalty limit of 0.85. There was a saving of 7,300.51 kWh in electricity usage within 1 month or a 55% savings in kWh payments and a 100% savings in kVARh payments. This shows that the BGH concept has proven to reduce electricity consumption in a building, which will subsequently contribute to reducing the load on environmentally unfriendly conventional power plants.

Keywords: BGH, Standard, Energy Efficiency, Cost Efficient, Environmentally Friendly

1. Pendahuluan

Sepak bola adalah salah satu olahraga yang paling populer di Indonesia, sepak bola diminati oleh semua kalangan, baik itu muda, tua, pria ataupun wanita.

Perkembangan sepakbola Indonesia semakin baik dan berkembang, baik itu di tingkat nasional ataupun internasional. Hal ini dapat terlihat dari adanya turnamen liga Indonesia yang berjalan berkelanjutan yang akan meningkatkan iklim kompetisi yang baik antar klub, sehingga diharapkan dapat melahirkan talenta-talenta terbaik Indonesia dan selanjutnya akan meningkatkan prestasi tim nasional Indonesia di turnamen internasional.

Maka dari itu pemerintah berkomitmen untuk mendukung kemajuan per sepak bolaan Indonesia dengan membangun dan merenovasi stadion – stadion di Indonesia sesuai dengan standar FIFA (Federation Internationale de Football Association), agar para pemain Indonesia terbiasa bermain dengan standar internasional.

Hampir semua kota besar di Indonesia memiliki stadion sepakbola dengan kapasitas penonton yang cukup besar (lebih dari 20.000 penonton). Ini memerlukan biaya operational yang cukup besar untuk biaya perawatan dan pemeliharaannya. Saat ini biaya operational dibebankan kepada PEMDA setempat melalui APBD yang seringkali tidak mencukupi, sedangkan pemasukan hanya mengandalkan pada saat event pertandingan. Hal ini akan semakin sulit apabila klub di kota tersebut tidak lagi masuk dalam kompetisi liga 1 atau liga 2, sehingga tidak ada even pertandingan yang menjadi pemasukan untuk pengelola stadion, sedangkan stadion tetap memerlukan biaya untuk perawatan dan pemeliharaan Gedung dan utilitas.

Oleh karena itu, dalam mendesain stadion di Indonesia perlu dipikirkan juga system yang memiliki biaya operational yang minimum dan hemat energi. Konsep pengembangan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Stadion dengan pendekatan *Green* dan *Sustainability* menjadi salah satu metode untuk mencapai tujuan tersebut. Pendekatan ini akan menghasilkan desain yang efektif

serta efisien yang akan memberi dampak investasi yang lebih menguntungkan.

Pendekatan *Green* dan *Sustainability* ini diuraikan dalam beberapa hal sebagai berikut :

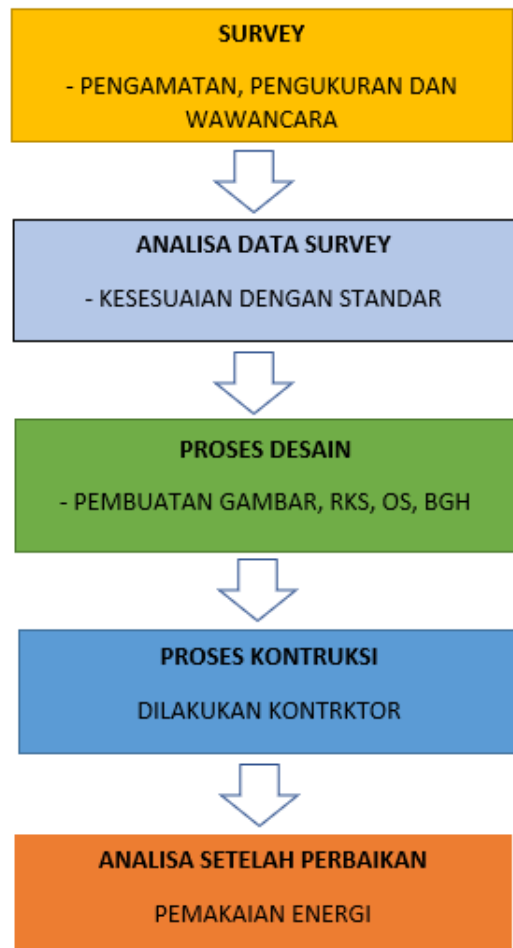
- a. Efisien dalam penggunaan energi.
- b. Explorasi penggunaan energi terbarukan
- c. Rekomendasi hemat energi melalui optimasi *passive* desain bangunan melalui kontrol dengan *Energy Software*. (*Sizing Utility Equipment* akan optimal)
- d. Mengedepankan kemudahan dan kehandalan dalam operasi serta pemeliharaan melalui system terpusat
- e. Penerapan *Maintenance & Energy Monitoring System*

Penelitian terkait penerapan konsep Bangunan Gedung Hijau ini mulai dilakukan sejak diterapkannya PERMEN PUPR No. 21 Tahun 2021 tentang penilaian kinerja Bangunan Gedung Hijau. Berikut adalah beberapa penelitian terbaru : Analisa Efisiensi Energi Bangunan Gedung Animal Science Learning Center dengan rating Tools GBCI, EDGE, dan BGH PUPR (Muhammad Ihsan Sofwan, 2025), Analisis Efisiensi Energi pada Bangunan Hijau dengan Teknologi Terbaru (Reja Putra Jaya, Angga Setyadi Tommy, Greget Widhiati, Widya Ariyani, 2025), Kajian Aspek Efisiensi Energi (Green Building) Pada Bangunan Masjid Agung Dharmasraya Sumatra Barat (2024), Penerapan Bangunan Hijau di Jakarta : Studi Efisiensi energi dan Adaptasi dalam Kontruksi (2024), Exploration of Energy-Saving Technologies in Building Electrical System Design (Yong Zhang, 2024)

2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif kualitatif dengan pendekatan studi kasus. Penelitian kualitatif merupakan salah satu metode penelitian yang bersifat deskriptif dan cenderung mencari sebuah makna dari data yang didapatkan dari hasil sebuah penelitian. Jenis pendekatan studi kasus ini merupakan jenis pendekatan yang digunakan untuk

menyelidiki dan memahami sebuah kejadian atau masalah yang telah terjadi dengan mengumpulkan berbagai macam informasi. Tahap penelitian diawali dengan melakukan survey ke lokasi dengan melakukan pengamatan, pengukuran dan diskusi dengan pengelola Gedung stadion. Tahap berikutnya dilakukan Analisa dan menyimpulkan data yang diperoleh dari lapangan. Selanjutnya membuat desain distribusi listrik berdasarkan hasil Analisa data yang diperoleh lapangan. Setelah itu dilakukan pekerjaan kontruksi yang akan dilaksanakan oleh kontraktor pelaksana sesuai dengan desain yang telah dibuat. Pada tahap akhir dilakukan review dan Analisa terhadap pekerjaan perbaikan yang sudah sesuai dengan standar dan peraturan yang berlaku.



Gambar 1. Tahapan Metodologi Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Tahapan pembahasan ini dapat dibagi menjadi 3 proses, yaitu proses desain, penerapan BGH, dan Analisa hasil.



Gambar 2. Tahapan Pembahasan

3.1. Proses Desain

3.1.1. Proses Perhitungan

Perhitungan ini mengacu pada dasar teori dan juga standar atau peraturan yang berlaku di Indonesia. Dasar perhitungan diperlukan agar desain yang dihasilkan memiliki kapasitas yang efektif dan efisien, tidak kurang dan tidak berlebih. Adapun perhitungan desain distribusi listrik di stadion adalah sebagai berikut :

a. Perhitungan Daya Listrik (PDL)

Perhitungan daya listrik adalah menghitung jumlah daya yang dibutuhkan untuk memenuhi beban – beban terpasang dari Gedung. PDL diperlukan untuk menentukan daya tersambung PLN, kapasitas Trafo, kapasitas Genset, kapasitas Kapasitor Bank dll.

Berikut adalah hasil perhitungannya :

Beban Non Event

Kebutuhan Beban Daya Utama (PLN) : 717 kVA

Kebutuhan Beban Daya Cadangan (GENSET) : 408 Kva (Backup 52%)

Kebutuhan Beban Daya Darurat (EMERGENCY) : 168 kVA

Beban Saat Event

Kebutuhan Beban Daya Utama (PLN) : 553 kVA

Kebutuhan Beban Daya Cadangan (GENSET) : 553 Kva

b. Perhitungan Kemampuan Hantar Arus (KHA)

Perhitungan kemampuan hantar arus dimaksudkan untuk menghitung arus desain yang mempertimbangkan faktor koreksi terhadap pemasangan kabel dan faktor

temperatur lingkungan kerja serta faktor reduksi terhadap pemasangan multi sirkit. Besar kemampuan hantar arus suatu kabel adalah sebagai berikut :

KHA penghantar dari TRAFO (KWH) ke PDTR : 1.588 A (KHA minimal)
Busduct diterapkan = CU 1.600 Ampere (R,S,T) + 2500 Ampere (Netral), 1,50 kabel R,S,T

c. Susut Tegangan (Drop Voltage)

Perhitungan voltase drop dimaksudkan untuk mendapatkan persentase voltase drop antara terminasi (panel) pemasok daya ke keterminasi (panel) beban yang dihubungkan oleh kabel atau konduktor lain.

Jatuh Tegangan Dihitung Dari Jarak terjauh Sumber ke peralatan, dimana Jarak Terjauh yaitu SDP (Sub Distribusi Panel) B Dari PDTR (Panel Distribusi Tegangan Rendah) :
Arus Maksimum (I) = 62,83 A

d. Perhitungan Arus Hubung Pendek

Arus hubung pendek yang akan ditentukan antara lain adalah di up stream network, terminasi Panel Distribusi Tegangan Rendah (PDTR) dan di beberapa terminasi panel-panel beban. Perhitungan yang digunakan menggunakan metode MVA

- MVA_{sc} Transformator Kapasitas = 1 MVA

$$\begin{aligned} Z_{sc} &= 4,5 \% \\ MVA_{sc2} &= (1 \times 100) / 4,5 \\ &= 22,22 \text{ MVA} \end{aligned}$$

e. Perhitungan Proteksi Petir

Kerapatan / densitas sambaran ke tanah (Ng) dinyatakan dalam sambaran ke tanah per kilometer persegi per tahun sebaiknya ditentukan melalui pengukuran. Jika tidak tersedia, dapat diperkirakan dengan menggunakan rumus (SNI 03-7015-2004 point 4.2)

Konduktor Penyalur petir menggunakan Tembaga (cu) : 23,77 mm²

f. Perhitungan Kapasitor Bank

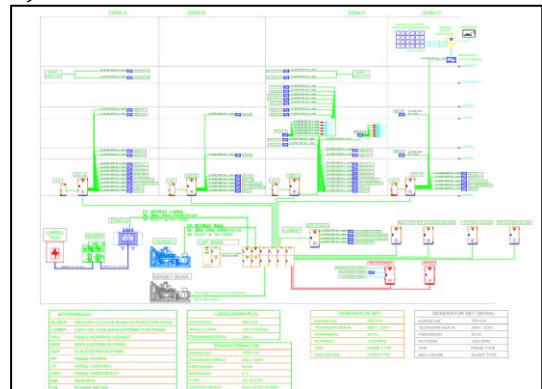
$$QC = 337 \text{ Kvar} \approx 350 \text{ kVAR}$$

3.1.2. Proses Gambar Desain

Proses pembuatan gambar perencanaan adalah dimulai dengan pembuatan gambar system, gambar instalasi dan gambar detail pemasangan.

a. Gambar Sistem Distribusi

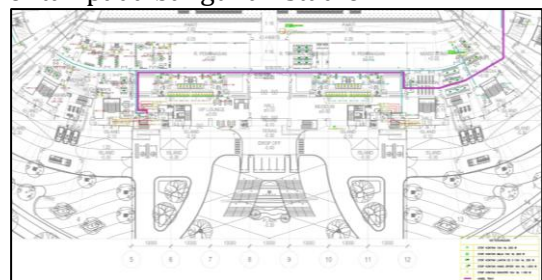
Gambar sistem distribusi adalah gambar satu garis yang menggambarkan sistem distribusi listrik Gedung stadion secara keseluruhan dari sumber daya PLN dan Genset sampai dengan panel pembagi (panel PP)



Gambar 3. Single Line Sistem Distribusi Listrik Stadion

b. Gambar Instalasi Stop Kontak

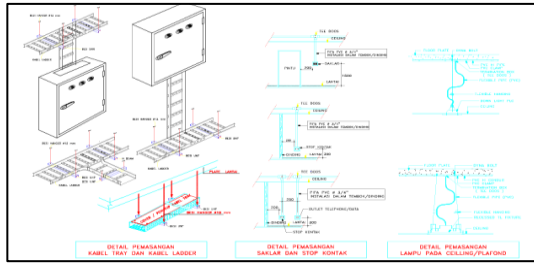
Gambar 3 menggambarkan lokasi panel-panel, jalur kabel tray dan juga titik stop kontak pada bangunan stadion.



Gambar 4. Gambar Instalasi Power Stop Kontak

c. Gambar Detail Standar

Gambar 4 adalah gambar standar peralatan listrik secara umum, seperti panel, kabel tray, penempatan kabel, pemangan lampu, pemasangan stop kontak dll.



Gambar 5. Gambar Detail Pemasangan Panel, Kabel Tray dan Lampu

3.1.3. RKS dan OS

a. Rencana Kerja dan Syarat (RKS)

RKS adalah metode dan persyaratan teknis yang harus diikuti oleh kontraktor dalam melaksanakan pekerjaan kontruksi. RKS mencakup peraturan dan acuan dalam pelaksanaan pekerjaan, proses pelaksanaan pekerjaan, test commissioning, pengujian, perijinan – perijinan yang harus diurus, proses serahterima dll.

Adapun hal – hal yang diatur didalam RKS adalah sebagai berikut :

- Pekerjaan Instalasi
- Persyaratan Teknis Khusus TM
- Persyaratan Teknis Khusus TR
- Persyaratan Teknis Khusus Proteksi Petir
- Persyaratan Teknis Khusus Generator Set

b. Outline Spesification (OS)

Outline Spesifikasi atau spek teknis adalah bagian dari dokumen perencanaan yang sangat penting untuk menjaga agar material atau komponen yang terpasang sesuai dengan yang diharapkan pada saat perencanaan. OS terdiri dari detail spesifikasi teknis setiap komponen, dan juga merk/brand komponen yang direkomendasikan.

Kontraktor atau pelaksana kontruksi tidak boleh keluar dari spesifikasi dan brand yang tercantum di OS. Apabila ada kendala dalam pelaksanaan seperti kondisi lapangan dan masalah waktu pengadaan, maka pelaksana boleh mengganti dengan disertai justifikasi teknis yang disetujui oleh perencana dan owner.

3.2. Penerapan Konsep BGH

Bangunan Gedung Hijau yang selanjutnya disingkat BGH adalah Bangunan Gedung yang memenuhi Standar Teknis Bangunan Gedung dan memiliki kinerja terukur secara signifikan dalam

penghematan energi, air, dan sumber daya lainnya melalui penerapan prinsip BGH sesuai dengan fungsi dan klasifikasi dalam setiap tahapan penyelenggaraannya.

Bangunan Gedung Hijau merupakan bangunan baru atau bangunan lama, yang direncanakan dibangun, dan dioperasikan dengan memperhatikan faktor-faktor keberlanjutan lingkungan.

Kategori dan Parameter BGH

Sesuai Permen 21 tahun 2021, dalam tahap **perencanaan teknis** bangunan gedung ini, penilaian kinerja tahap perencanaan teknis terdiri atas parameter:

- a. pengelolaan tapak;
- b. efisiensi penggunaan energi;
- c. efisiensi penggunaan air;
- d. kualitas udara dalam ruang;
- e. penggunaan material ramah lingkungan;
- f. pengelolaan sampah; dan
- g. pengelolaan air limbah.

Pada pembahasan kali ini akan diuraikan kategori dan parameter penilaian BGH point (b) efisiensi penggunaan energi listrik saja.

Dalam tahap perencanaan teknis bangunan gedung ini, penilaian kinerja tahap Parameter efisiensi penggunaan energi terdiri atas kriteria:

- a. Selubung Bangunan;
- b. Sistem Ventilasi;
- c. Sistem Pengondisian Udara;
- d. Sistem Pencahayaan;
- e. Sistem Transportasi Dalam Gedung;
- f. Perhitungan Efisiensi Energi; dan
- g. Sistem Kelistrikan;

Penilaian Kinerja BGH Tahap Perencanaan

Capaian penilaian kinerja bangunan gedung hijau (BGH) untuk bangunan gedung ini adalah kategori disarankan (*recommended*) sesuai PP 21 tahun 2021 serta wajib karena merupakan bangunan gedung negara (BGN) dengan luasan lebih dari 5.000 m² sesuai PP 16 tahun 2021.

Pemeringkatan BGH dilakukan untuk menetapkan peringkat BGH yang terdiri atas:

- a. BGH Pratama;
- b. BGH Madya; dan
- c. BGH Utama

Target penilaian kinerja bangunan gedung hijau (BGH) untuk bangunan gedung ini adalah kategori **PRATAMA**.

Penilaian Kinerja BGH Poin Efisiensi Energi

Pada poin efisiensi energi ini akan dijelaskan juga sistem – sistem selain elektrik, karena akan mempengaruhi pemakaian energi listrik juga pada akhirnya.

Tabel 1.Target Pencapaian Efisiensi Energi

No.	Kriteria	Poin Tersedia	Poin Pencapaian
1.	Selubung Bangunan	9	9
2.	Sistem Ventilasi	3	3
3.	Sistem Pengondisian Udara	7	7
4.	Sistem Pencahayaan	12	2
5.	Sistem Transportasi Dalam Gedung	3	2
6.	Perhitungan Efisiensi Energi	5	5
7.	Sistem Kelistrikan	7	5
Total		46	33

1. Selubung bangunan

a. OTTV dan RTTV

Selubung bangunan memiliki nilai akumulasi Overall Thermal Transfer Value (OTTV) dan Roof Thermal Transfer Value (RTTV). Point yang tersedia adalah 5 dan point yang akan dicapai adalah 5. Nilai OTTV dan RTTV mempengaruhi jumlah area yang menggunakan penggunaan pencahayaan alami, sehingga akan mengurangi pemakaian energi listrik untuk sistem pengkondisian udara buatan (AC).

Apabila bangunan Gedung direncanakan tidak menggunakan sistem pengkondisian udara, maka mendapatkan nilai penuh.

b. WWR (Window to Wall Ratio)

Nilai perbandingan selubung bangunan transparan dengan selubung bangunan massif atau Window to Wall Ratio (WWR) kurang dari 30%, point yang tersedia 4 dan target pencapaian 4. Nilai WWR akan mempengaruhi jumlah area yang menggunakan pencahayaan alami, sehingga akan mengurangi pemakaian energi untuk sistem pencahayaan butan (lampu).

2. Sistem Ventilasi

Bangunan Gedung yang ruangan – ruangnya dilengkapi dengan sistem pengkondisian udara, namun direncanakan untuk tidak mengkondisikan sebagian atau seluruh ruang pasif (koridor, lobby lift, toilet dan lain lain) dan melengkapi dengan

ventilasi alami atau ventilasi mekanis sehingga tetap memenuhi kenyamanan termal.

3. Sistem Pengkondisian Udara

Direncanakan menggunakan Air Conditioning (AC) dengan suhu ruangan paling rendah 25 derajat +- 1 dan kelembaban relative 60% +- 10%. Point yang tersedia 2 dan Penilaian pencapaian 2. Perbandingan daya listrik dan kapasitas AC (KW/TR) atau COP dari peralatan pengkondisian udara sesuai dengan SNI 6390 : 2020 atau edisi terbaru. Point yang tersedia 5 dan target penacapaian 5.

4. Sistem Pencahayaan

Pencahayaan buatan memenuhi persyaratan (terdapat 1 saklar pada ruangan yang lebih kecil dari 30 m2). Point yang tersedia 2. Penilaian pencapaian 0.

Pencahayaan udara memenuhi persyaratan (penggunaan sensor penghuni / pengendali pencahayaan pada ruang dengan fungsi tertentu sebagaimana dipersyaratkan dalam SNI 6197 : 2020 atau edisi terbaru.

Sistem pencahayaan alami memenuhi persyaratan (daerah yang mendapatkan pencahayaan alami sesuai standar, memiliki pengelompokan lampu terpisah dengan daerah yang tidak memiliki cahaya alami. Point yang tersedia 4, nilai pencapaian 0.

5. Sistem Transportasi Dalam Gedung

Apabila bangunan menggunakan sistem transportasi vertikal yang memiliki fitur hemat energi. Untuk transportasi vertikal elevator menggunakan teknologi Variable Voltage Variable Frequency (VVVF). Point yang tersedia 1, point yang dicapai 1.

6. Perhitungan Efisiensi Energy

Terdapat rencana penghematan konsumsi energi listrik dengan melakukan perhitungan konsumsi energi listrik yang lebih rendah dibandingkan dengan baseline (W/m2). Untuk setiap penghematan konsumsi energi listrik 2% diberi nilai 1 poin dengan nilai paling banyak 5 poin. Nilai pencapaian 5 poin.

7. Sistem Kelistrikan

Bangunan Gedung direncanakan memiliki pengelompokan beban listrik dan masing – masing memiliki kwh meter, serta tersedia sub meter energi listrik untuk sumber daya utama lebih besar dari 100 kVA. Poin yang tersedia 2 poin, penilaian 0 point. Bangunan Gedung dengan sistem pengkondisian udara terpusat (centralized air conditioning system) harus menggunakan Building Management System (BMS) guna mengendalikan konsumsi listrik pada bangunan Gedung. Poin yang tersedia 3 poin, penilaian pencapaian 3 poin. Terdapat rencana pemanfaatan sumber daya listrik dari sumber energi terbarukan. Point tersedia 2 poin, penilaian pencapaian 2 poin.

3.3. Analisa Biaya Pemakaian Energi Listrik

Analisa biaya pemakaian energi listrik didapatkan dari data pemakaian energi listrik sebelum dan sesudah perbaikan dengan menerapkan konsep Bangunan Gedung Hijau (BGH).

3.3.1. Analisa Daya Listrik Sebelum Perbaikan

Pada gambar 3.4 terlihat parameter – parameter listrik yang terukur pada Power Meter di panel di panel LVMDP yang menggambarkan pemakaian daya listrik pada saat beban puncak sebelum perbaikan.



Gambar 6. Data Pemakaian Daya Maksimal Sebelum Perbaikan

Dari gambar diatas didapatkan data – data sebagai berikut :

Tegangan rata - rata 3 phase : 434,51 V
Tegangan rata – rata 1 phase : 255,77 V
Arus maksimal rata – rata : 1.392,4 A
Daya Aktif maksimal : 826,71 kW

Analisa Perhitungan Biaya

Untuk Analisa perhitungan biaya pembayaran listrik bulanan adalah sebagai berikut :

$$P = 826,71 \text{ kW}$$

$$Q = 640,697 \text{ kVAR}$$

$$\cos \emptyset = 0,79$$

$$T = 4 \text{ jam} \times 4 \text{ hari (asumsi pertandingan 4 kali dalam seminggu)} = 16 \text{ jam}$$

Besaran biaya pembayaran energi listrik berdasarkan data PLN terbaru tahun 2025

$$\text{Biaya kWh} = \text{Rp. 1.115}$$

$$\text{Biaya kVARh} = \text{Rp. 1.200}$$

Jadi,

$$\text{pembayaran kWh PLN selama 1 bulan adalah } 826,71 \text{ kW} \times 16 \text{ jam} \times \text{Rp. 1.115} = \text{Rp. 14.748.506,00}$$

$$\text{pembayaran kVARh PLN selama 1 bulan adalah } 640,697 \text{ kVAR} \times 16 \text{ jam} \times \text{Rp. 1.200} = \text{Rp. 12.301.382,00}$$

$$\text{Total Pembayaran} = \text{Rp. 14.748.506,00} + \text{Rp. 12.301.382,00} = \text{Rp. 27.049.888,00}$$

3.3.2. Analisa Daya Listrik Setelah Perbaikan

Pada gambar 3.4 terlihat parameter – parameter listrik yang terukur pada Power Meter di panel di panel LVMDP yang menggambarkan pemakaian daya listrik pada saat beban puncak setelah perbaikan.



Gambar 7. Data Pemakaian Daya Maksimal Setelah Perbaikan

Pada gambar 4.38 terlihat parameter – parameter listrik yang terukur pada Power Meter di panel di panel LVMDP yang menggambarkan pemakaian daya listrik pada saat beban puncak setelah perbaikan.

Dari gambar diatas didapatkan data – data sebagai berikut :

$$\text{Tegangan rata - rata 3 phase : 431,45 V}$$

- Tegangan rata – rata 1 phase : 248,10 V
- Arus maksimal rata – rata : 531,5 A
- Daya Aktif maksimal : 370,43 kW

Analisa Perhitungan Biaya

Untuk Analisa perhitungan biaya pembayaran listrik bulanan adalah sebagai berikut :

$$P = 370,43 \text{ kW}$$

$$Q = 0 \text{ kVAR (cos } \phi \text{ diatas 0,85)}$$

$$\cos \phi = 0,93$$

$t = 4 \text{ jam} \times 4 \text{ hari (asumsi pertandingan 4 kali dalam seminggu)} = 16 \text{ jam}$

$$\text{Biaya kWh} = \text{Rp. 1.115}$$

$$\text{Biaya kVARh} = \text{Rp. 1.200}$$

Jadi,

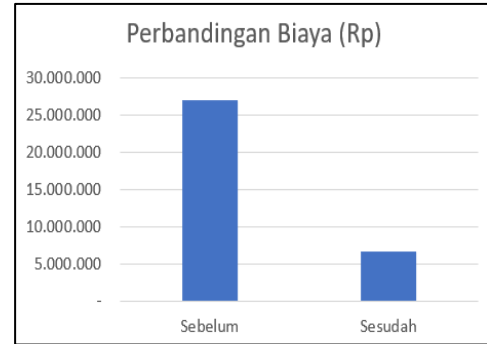
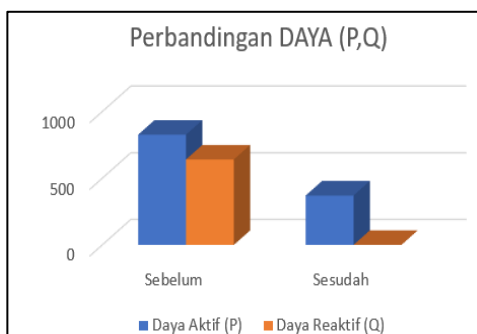
pembayaran kWh PLN selama 1 bulan adalah $370,43 \text{ kW} \times 16 \text{ jam} \times \text{Rp. 1.115} = \text{Rp. 6.608.471,00}$

pembayaran kVARh PLN selama 1 bulan adalah $0 \text{ kVAR} \times 16 \text{ jam} \times \text{Rp. 1.200} = \text{Rp. 0}$

Total Pembayaran = $\text{Rp. 6.608.471,00} + \text{Rp. 0} = \text{Rp. 6.608.471,00}$

Tabel 2. Perbandingan Pemakaian Energi Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Parameter	Sebelum	Sesudah	Selisih
Daya Aktif (P)	826,71 kW	370,43 kW	456,28 kW
Daya Reaktif (Q)	640,697 kVAR	0 kVAR	640,697 kVAR
Biaya (Rp)	Rp. 27.049.888	6.608.471	20.441.417



4. Kesimpulan

Dari pembahasan diatas dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Desain perencanaan sistem distribusi listrik di Stadion Patriot Candrabhaga ini perlu memperhatikan dasar teori, standar dan peraturan yang berlaku. Diharapkan desain perencanaan dapat menghasilkan sistem yang dapat berfungsi dengan baik dan efisien serta dapat lulus secara perijinan PBG (Perijinan Bangunan Gedung) ataupun SLF (Sertifikat Layak Fungsi).

Dasar teori yang harus dikuasai adalah perhitungan daya listrik, KHA, susut tegangan, intensitas cahaya, kapasitas kapasitor bank dan proteksi petir. Standar yang diacu adalah standar terbaru dari SNI, PUIL, SPLN ataupun standar internasional seperti IEC. Peraturan yang diacu adalah yang masih berlaku dan terbaru dari PP, PERMEN PU, PERMEN ESDM, PERMENKES dan lain – lain.

2. Dari data pemakaian energi listrik sebelum dan sesudah perbaikan dengan menerapkan konsep Bangunan Gedung Hijau (BGH) terlihat adanya penurunan pemakaian energi listrik yang secara otomatis akan mengurangi biaya operational secara keseluruhan.

Biaya pemakaian energi listrik sebelum perbaikan adalah sebesar $13.227,36 \text{ kWh} + 10.251,15 \text{ kVAR} = \text{Rp. 27.049.888,00}$, dan biaya pemakaian energi listrik setelah perbaikan adalah sebesar $5.926,85 \text{ kWh} + 0 \text{ kVAR} = \text{Rp. 6.608.471,00}$. Terdapat penghematan pemakaian daya listrik sebesar $7.300,51 \text{ kWh} + 10.251,15 \text{ kVAR} = \text{Rp. 20.441.417,00}$ dalam 1 bulan.

3. Penerapan konsep BGH pada Stadion Patriot Candrabhaga dengan target pratama dapat membuat sistem yang ramah terhadap lingkungan, pemakaian energi menjadi lebih efisien 55 % untuk pembayaran kWh dan hemat 100 % untuk pembayaran kVARh. dan dapat ikut andil dalam upaya pemerintah dalam mengembangkan sumber energi listrik terbarukan.

Daftar Pustaka

- A.S, Nizar Rosyidi A.S dan Ilyas, Iriandi** “Analisa Kontingensi Kinerja Sistem Kelistrikan Jaringan Distribusi 20 KV Di PT PLN ULP Cibitung”. Jurnal Sinusoida. <https://ejournal.istn.ac.id/index.php/sinusoida/article/view/1666>
- A.S, Nizar Rosyidi dan Silitonga, Denni Rotua Silitonga.**(2022).“Analisis Pengukuran Transformator 400 kVA Menggunakan Onload Tap Charger”. Jurnal Sinusoida. <https://journal.istn.ac.id/index.php/sinusoida/article/view/1327>
- IEC & IEEE Standard.**2022.FIFA Stadium Guidelines 2022
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 21 Tahun 2021** tentang Penilaian Kinerja Bangunan Gedung Hijau.
- Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia No. 26 Tahun 2021** tentang Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap yang Terhubung Pada Jaringan Tenaga Listrik Pemegang Izin Usaha Penyediaan Tenaga Listrik untuk Kepentingan Umum
- Putra Jaya, Redja dkk. 2025.** “Metodologi Research and Development” Jakarta, Jurnal Nasional “Analisis Efisiensi Energi pada Bangunan Hijau dengan Teknologi Terbaru” <https://jrsta.stekom.ac.id/index.php/jrsta/article/view/2>
- Raharjo, Udi. (2020).** “INSTALASI LISTRIK DAN PENERANGAN GEDUNG” Bandung K.C. Agrawal “ Industrial Power Engineering and Applications Handbook “Newness Power Engineering Series, USA, 2001
- Ressi. (2025), Jurnal Nasional.**“Analisa Efisiensi Energi Bangunan Gedung Animal Science Learning Center dengan rating Tools GBCI, EDGE, dan BGH PUPR” <https://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/250358>
- Ryan Hafizan, Muhammad dan Zakri, Azriyenni Azhari dkk.**(2024). “Implementation of Solar Power Plant as a Backup Power Source in Apartment Buildings”. International Journal of Electrical,Energy,and Power System Engineering <https://ijeepse.id/journal/index.php/ijeepse/article/view/214>
- Sawiji, Eko dan Tambunan, Juara Mangapul.**(2016).“Analisis Sistem Distribusi Kabel Bercabang Dengan Kabel Konvensional di Apartemen Ancol Mansion”. Energi dan Kelistrikan Jurnal Ilmiah. <https://jurnal.itpln.ac.id/energi/article/view/236>
- Suganda, Suganda dan Azzahra, Fadhila Hayyu dkk. (2022)** “Analisis Prediksi Usia Pakai Transformator Dengan Metode Regresi Linier”. Jurnal Sinusoida. <https://ejournal.istn.ac.id/index.php/sinusoida/article/view/1332>
- Sofwan, Agus Jurnal Nasional (2025)** “Analisis Efisiensi Energi pada Bangunan Hijau dengan Teknologi Terbaru” <https://jrsta.stekom.ac.id/index.php/jrsta/article/view/2>
- SNI 6197: 2020** Tentang Konversi Energi Pada Sistem Pencahayaan.
- SNI 0225 : 2020** Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL).
- SNI No 03 – 6575 : 2001** tentang Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Buatan Pada Bangunan Gedung.
- SNI 03-7015 : 2004** Sistem Proteksi Petir Pada Bangunan Gedung.
- Syah, Alif Januar dan Brata, Handiarto Aryo dkk. (2024).** Penerapan Bangunan Hijau di Jakarta: Studi Efisiensi Energi, Regulasi, dan Adaptasi dalam Konstruksi” <https://conference.univpancasila.ac.id/index.php/semrestek/article/view/157>

Analisis Desain Sistem Distribusi Listrik Gedung Untuk Optimalisasi Biaya Operational Pada Stadion Patriot Candrabhaga Berbasis Bangunan Gedung Hijau, Heri Sucipto, Abdullah Multi, Agus Sofwan – Sainstech Vol. 35 No 4 (Desember 2025): Hal. 34-43;
DOI : <https://doi.org/10.37277/stch.v35i4.2452>

Yogananda. (2024). Kajian Penerapan Efisiensi Energi Masjid Agung Dharmasraya, Sumatera Barat”
<https://share.google/fAn8uUDeiEwHQRORA>

Zhang, Yong.(2024). “Exploration of Energy-Saving Technologies in Building Electrical System Design”
Journal of Electronic Research and Application.
<https://ojs.bbwpublisher.com/index.php/IERA/article/view/7921>