

Research Article

Studi Evaluasi Perencanaan Kebutuhan Daya Pada Instalasi Listrik Di Pembangunan Jembatan Overpass Pagedangan Tangerang

Evaluation Study of Power Requirements Planning in Electrical Installations in the Construction of the Pagedangan Tangerang Overpass Bridge

Januar Akbar^{1*}, Harry Ramza², Agustini Rodiah Machdi¹, Agus Sofwan¹

¹ Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Pascasarjana, Institut Sains dan Teknologi Nasional, Jakarta, Indonesia

² Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri dan Informatika, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA

*Corresponding Author: akbarjanuar91@gmail.com

ARTICLE INFO

Article history:

Received : 5 September 2024

Revised : 12 September 2024

Accepted : 19 September 2024

Available Online : 30 September 2024

Keywords:

Power Requirements

Voltage Drop

Electrical installation

ABSTRACT

The Pagedangan Tangerang Overpass Bridge is one of the transportation infrastructure in the Tangerang area. The installed electrical loads include lighting loads (lamps) and power loads (which of course require a fairly large electrical power supply. The electrical power installed on the Pagedangan Overpass Bridge is 20,300 W. The power supplied from PLN is 33,000 VA from PLN and the total power capacity of the transformer is 37,500 VA. The results of the drop voltage analysis calculation for the PJU lighting load are 5,530 VA. For the analysis results of the drop voltage of 2.00 V, the voltage drop percentage is 0.42% and the conductor power loss is 12.12 W, the power loss percentage is 0.27%.

ABSTRAK

Keywords:

Kebutuhan Daya

Drop Voltage

Instalasi listrik

Jembatan Overpass Pagedangan Tangerang adalah salah satu infrastruktur transportasi di wilayah Tangerang. Beban-beban listrik yang terpasang antara lain beban penerangan (lampu-lampu) serta beban tenaga (yang tentunya membutuhkan suplai daya listrik yang cukup besar. Daya listrik yang terpasang di Jembatan Overpass Pagedangan sebesar 20.300 W. Daya yang disuplai dari PLN sebesar 33.000 VA dari PLN dan kapasitas total daya pada transformator sebesar 37.500 VA. Hasil perhitungan analisa turun tegangan (*Drop Voltage*) pada beban penerangan PJU sebesar 5.530 VA. Untuk hasil analisa turun tegangan (*Drop Voltage*) sebesar 2,00 V, presentase turun tegangannya 0,42 % dan rugi-rugi daya penghantar sebesar 12,12 W, presentase rugi dayanya 0,27 %.

Pendahuluan

Infrastruktur transportasi merupakan elemen vital dalam mendorong pertumbuhan ekonomi dan sosial suatu wilayah. Salah satu bentuk infrastruktur penting adalah jembatan, yang berfungsi sebagai penghubung antarwilayah, mempermudah mobilitas manusia dan barang, serta mendukung perkembangan kawasan sekitar. Di Tangerang, pembangunan Jembatan Overpass Pagedangan menjadi salah satu proyek strategis untuk mendukung kelancaran lalu lintas dan mengurangi kepadatan di wilayah tersebut.

Namun, pembangunan infrastruktur besar seperti jembatan tidak hanya melibatkan aspek konstruksi fisik, tetapi juga perencanaan yang matang dalam penyediaan sumber daya

pendukung, salah satunya adalah kebutuhan daya listrik. Daya listrik berperan penting dalam mendukung aktivitas selama tahap pembangunan maupun operasional.

Permasalahan yang sering terjadi dalam perencanaan kebutuhan daya listrik adalah ketidaksesuaian antara estimasi kebutuhan dan realisasi konsumsi daya, yang dapat berdampak pada efisiensi biaya dan kelancaran pelaksanaan. Kegagalan dalam memperkirakan kebutuhan daya listrik sering kali mengakibatkan kendala teknis seperti gangguan pada jadwal pembangunan, pembengkakan biaya, dan penggunaan daya yang tidak efisien. Oleh karena itu, studi evaluasi terhadap perencanaan kebutuhan daya listrik menjadi sangat penting untuk memastikan bahwa pembangunan Jembatan Overpass Pagedangan berjalan sesuai rencana dengan sumber daya yang efisien.

Selain itu, kawasan Pagedangan yang menjadi lokasi pembangunan memiliki karakteristik khusus, seperti kepadatan lalu lintas, kebutuhan akan penerangan jalan yang memadai, serta potensi perkembangan kawasan sebagai pusat ekonomi. Faktor-faktor ini menuntut perencanaan kebutuhan daya listrik yang tepat dan berkelanjutan agar dapat menunjang fungsi jembatan secara optimal di masa depan.

Dengan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi perencanaan kebutuhan daya listrik pada pembangunan Jembatan Overpass Pagedangan di Tangerang. Evaluasi ini diharapkan dapat memberikan masukan bagi perencanaan proyek infrastruktur di masa depan, khususnya dalam aspek efisiensi energi dan keberlanjutan.

Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 29 November 2024 hingga 10 Januari 2025 di Fakultas Teknik, Institut Sains dan Teknologi Nasional, Jakarta Selatan, Jakarta. Adapun sumber bahan analisa yang ada di Jembatan Overpass Pagedangan, untuk memenuhi kebutuhan daya listrik di jembatan tersebut memerlukan suatu analisa, agar sistem pensuplaian daya listrik dapat dioptimalkan dengan baik serta handal dalam pengoperasiannya dalam mensuplai kebutuhan daya listrik beban-beban peralatan. Ada beberapa jenis sistem sumber daya listrik yaitu sumber daya listrik dari gardu distribusi PLN.

Sumber daya listrik dari PLN yang ada di Jembatan Overpass Pagedangan yang memiliki suplai daya listrik dari PLN sebesar 33.000 VA dan menggunakan trafo distribusi yang berkapasitas dengan total daya sebesar 37.500 VA. Sumber daya listrik PLN ini diperoleh dari jaringan tegangan menengah 20 kV yang diturunkan menjadi tegangan rendah 380/220 V tiga fasa dengan menggunakan trafo *step down* tiga fasa pada hubungan segi tiga-bintang (Δ -Y).

Pengaturan pembagian dari kedua jenis pembangkit listrik yaitu PLN dan generator diatur oleh pusat pengatur beban. Pengaturan pengoperasian tersebut bertujuan untuk meningkatkan keandalan, keamanan dan stabilitas penyaluran daya listrik. Peralatan pusat pengaturan beban terdiri dari alat ukur tegangan (V), arus (A) dan frekuensi (F), faktor daya (Q), dan kWh baik untuk sumber daya listrik PLN.

Hasil dan Diskusi

Analisa kebutuhan daya listrik

Untuk menghitung dan menganalisa kapasitas dari suatu peralatan listrik, terlebih dahulu harus mengetahui perkiraan keadaan beban yang ada di Jembatan Overpass Pagedangan. Keadaan beban listrik di Jembatan Overpass Pagedangan yakni; Beban Maksimum dan Beban rata-rata.

Untuk menentukan seberapa besar daya listrik yang dibutuhkan pada masing-masing panel, perlu diketahui beban maksimum yang terjadi pada masing-masing panel, dibutuhkan faktor kebutuhan (Fk), faktor diferstias dan faktor kebersamaan. Untuk komersial faktor kebutuhan yaitu berkisar dari 90-100%, dan faktor diferstias 1,1-1,2. Kebutuhan daya maksimum (beban puncak) pada tiap-tiap kelompok panel dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$F_c = \frac{1}{F_d}$$

$$F_d = \frac{\sum_{i=1}^n TDT_i \times Fdd_i}{D_k}$$

Keterangan :

TDT_i = Jumlah daya tersambung dari suatu kelompok atau beban i,

Fdd_i = Faktor kebutuhan dari suatu kelompok atau beban i

D_k = Kebutuhan maksimum (puncak) tiap kelompok beban.

Daya yang terpasang pada panel utama pembagian PJU adalah 4424 watt, maka daya aktif dapat dihitung adalah sebagai berikut :

- Beban Penerangan Lampu PJU
Diketahui :

$$\sum_{i=1}^n TDT_i = 4424 \text{ Watt}$$

Faktor Kebutuhan Fdd_i = 90 % = 0,9

Faktor Diversitas Fd = 1,1

Faktor Kebersamaan Fc = $\frac{1}{F_d} = \frac{1}{1,1} = 0,9$

$$D_k = \frac{\sum_{i=1}^n TDT_i \times Fdd_i}{\frac{1}{F_c}} = \frac{4424 \times 0,9}{\frac{1}{0,9}} = 3619,6 \text{ Watt}$$

Beban Rata-Rata

Beban rata-rata yang akan dihitung ini berdasarkan standarisasi dari faktor karakteristik beban, pada faktor beban yang diasumsikan sebesar 30 % = 0,3, maka dapat dihitung beban rata-rata dari beban kebutuhan daya maksimum dari panel utama PJU, yaitu :

$$Faktor \text{ Beban } (FB) = \frac{Beban \text{ Rata - Rata}}{Beban \text{ Maksimum Total}}$$

Pada panel didapat beban daya maksimum sebesar 13.100 Watt, untuk mengetahui besaran daya rata-rata maka harus disesuaikan dengan hasil akhir dari perhitungan daya maksimum tiap phase nya. Hasil analisis perhitungan total kebutuhan daya maksimum (D_k) yang terpasang di Jembatan Overpass Pagedangan adalah :

$$\begin{aligned} \text{Beban Rata - Rata} &= \text{Faktor Beban} \times \text{Total Daya Maksimum} \\ &= 0,3 \times 13100 \text{ Watt} = 3930 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Analisa beban terpasang

Dalam perhitungan dan analisa ini menggunakan faktor daya ($\cos \phi$) rata-rata sebesar 0,9 lagging. Pemakaian faktor daya ini dimaksudkan untuk kebutuhan daya semu yang cukup besar, maka $\cos \phi = 0,9$ lagging. Kapasitas daya terpasang dari transformator. Untuk mengetahui seberapa besar beban terpasang dapat menggunakan:

$$\text{Daya Semu} = \frac{\text{Daya aktif}}{\cos \phi}$$

Daya aktif beban terpasang yang ada di Jembatan Overpass Pagedangan sebesar 20300 Watt = W (beban terpasang)

$$\text{Beban Terpasang} = \frac{20300 \text{ W}}{0,9} = 22.555,5 \text{ VA}$$

Daya aktif beban maksimum yang ada di Jembatan Overpass Pagedangan sebesar 13100 Watt (beban maksimum)

$$\text{Beban Maksimum} = \frac{13100 \text{ W}}{0,9} = 1.555,5 \text{ VA}$$

Daya aktif beban rata-rata yang ada di Jembatan Overpass Pagedangan sebesar 3930 Watt (beban rata-rata)

$$\text{Beban Rata – Rata} = \frac{3930 \text{ W}}{0,9} = 4.366,6 \text{ VA}$$

Dari hasil perhitungan diatas maka dapat dicari faktor kapasitas dari transformator serta faktor kebutuhan untuk panel utama pada Jembatan Overpass Pagedangan, dengan sebagai berikut:

$$\text{Faktor kebutuhan/demand} = \frac{\text{kebutuhan maksimum}}{\text{jumlah beban terpasang}}$$

$$\text{Faktor Kebutuhan/Demand} = \frac{1.555,5 \text{ VA}}{22.555,5 \text{ VA}} = 0,07$$

Sudah mencapai standar karakteristik beban jenis beban, untuk mencapai standar karakteristik beban, maka harus ada perbaikan faktor daya supaya untuk mencapai standar karakteristik beban, karena seperti yang telah dijelaskan pada bahwa faktor kebutuhan untuk beban antara 90-100% sebagai berikut ini :

$$\text{Faktor kapasitas Trafo} = \frac{\text{Beban rata – rata}}{\text{Kapasitas daya terpasang Dari Trafo}}$$

$$\text{Faktor Kapasitas} = \frac{4.366,6 \text{ VA}}{37500 \text{ VA}} = 0,116 = 11,6 \% \text{ (Dari Total Daya Terpasang)}$$

Analisa turun tegangan dan rugi-rugi daya listrik

Turun tegangan dan rugi-rugi daya ditentukan berdasarkan panjang dari panjang penghantar, luas penampang penghantar dan tahanan jenis penghantar. Dalam analisa turun tegangan (*Drop Voltage*) dan rugi-rugi daya listrik yang dihitung hanya dari penghantar-penghantar panel utama (MDP) ke Sub Panel Distribusi (SDP) diambil dari data jaringan distribusi di Jembatan Overpass Pagedangan, dengan arus beban seimbang untuk setiap fasa dan berikut perhitungannya :

Panel utama sampai dengan Panel operasional dengan asumsi arus seimbang untuk setiap fasanya, maka dengan mengacu sebagai berikut :

- Untuk arus bolak balik tiga fasa

$$I = \frac{P(\text{Watt})}{\sqrt{3} \times V \times \text{Cos}\varphi} \text{ [Ampere]}$$

Drop tegangan $\Delta V = I \times R \text{ (V)}$

$$R = \rho \frac{\ell}{A} \text{ (\Omega)}$$

Rugi-rugi daya $(\Delta P) = I^2 \times R \text{ (W)}$

Keterangan :

R= tahanan (Ohm)

ρ = tahanan jenis ($\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$)

$$= 0,0175 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$= 0,0175 \times 10^{-6} \Omega \text{m}$$

ℓ = panjang penampang (m)

A= luas penampang penghantar (mm^2)

Panjang penghantar dari panel MDP ke SDP panel Utama PJU = 30 m dengan beban terpasang sebesar 4.424 Watt, luas penampang penghantar NYA $4 \times 2,5 \text{ mm}^2$ dan $\rho = 0,0175 \times 10^{-6} \Omega \text{m}$, maka jatuh tegangannya adalah :

$$R = \rho \frac{\ell}{A} = 0,0175 \times 10^{-6} \times \frac{30}{2,5 \times 10^{-6}} = 0,21 \Omega$$

$$I = \frac{P(\text{Watt})}{\sqrt{3} \times V \times \text{Cos}\varphi} = \frac{4.424}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,9} = 7,6 \text{ A}$$

Turun tegangan pada penghantar

$$\Delta V = I \times R$$

$$= 7,6 \times 0,21 = 1,59 \text{ Volt}$$

Persentase turun tegangan

$$(\% \Delta V) = \frac{\Delta V}{V} \times 100\%$$

$$= \frac{1,59}{380} \times 100\%$$

$$= 0,0042 \times 100 \%$$

$$= 0,42 \%$$

Rugi-rugi daya penghantar

$$\begin{aligned}(\Delta P) &= I^2 \times R \\ &= (7,6)^2 \times 0,21 \\ &= 12,12 \text{ Watt}\end{aligned}$$

Persentase rugi daya

$$\begin{aligned}(\% \Delta P) &= \frac{\Delta P}{P} \times 100\% \\ &= \frac{12,12}{4.424} \times 100 \% \\ &= 0,0027 \times 100 \% \\ &= 0,27 \%\end{aligned}$$

Kesimpulan

Hasil analisa dan perhitungan kebutuhan daya listrik di Jembatan Overpass Pagedangan maka dapat di ambil kesimpulan sebagai berikut :

Hasil perhitungan beban terpasang panel utama sebesar 25.375 VA. Jembatan Overpass Pagedangan suplai daya listrik dari PLN sebesar 33.000 VA, total daya kapasitas terpasang di transformator sebesar 37.500 VA, jadi kondisi tersebut mencukupi untuk mensuplai daya listrik.

Hasil perhitungan pengaman MCB/MCCB panel pembagi PJU dayanya 4.424 watt, nilai MCB terpasang sebesar 7,6 A, MCB yang digunakan adalah 10 A. Jadi untukantisipasi penambahan beban, maka MCCB/MCB terpasang harus sesuai dengan pemasangan.

Hasil perhitungan analisa turun tegangan (*Drop Voltage*) yang tertinggi pada beban PJU sebesar 2,00 V, presentase turun tegangannya 0,42 % dan rugi-rugi daya penghantar sebesar 12,12 W, presentase rugi dayanya 0,27 %. Jadi *drop voltage* pada Jembatan Overpass Pagedangan masih di bawah 2%, sehingga memenuhi standar yang ditetapkan oleh PT.PLN sebesar 2%.

Pendanaan

Penelitian ini tidak menerima pendanaan dari sumber manapun.

Ucapan Terima Kasih

Kami ucapkan terima kasih kepada Program Studi Teknik Elektro yang mendukung dalam proses penelitian hingga penulisan artikel ini.

Konflik kepentingan

Penulis dalam penulisan artikel ini menyatakan tidak ada konflik kepentingan.

Kontribusi Penulis

Januar Akbar: supervision, conceptualization, methodology, writing – original draft, review & editing. **Harry Ramza:** validation, formal analysis, resources, data curation, writing – original draft, visualization. **Agustini Rodiah Machdi:** formal analysis, resources, data curation, visualization.

Daftar Pustaka

1. Anonim. 2010. *"Jenis Kabel dan Nomenklatur Kabel"*. Kamus Listrik.
2. B Arif Rezon. 2010. *"Arrester Lightning"*. UnDip.
3. Badan Standarisasi Nasional SNI 04-0225-2000. 2000. *"Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000"*. Yayasan PUIL:Jakarta.
4. Basri Hasan. 1997. *"Sistem Distribusi Daya Listrik"*. ISTN:Jakarta.
5. Fajar Rahmat. 2013. *"Pengertian dan Rumus-rumus Daya Listrik"*. Ghojer
6. File PT. Bumi Serpong Damai, Jembatan Overpass Pagedangan Tangerang.
7. Firmansyah Fatoni. 2010. *"Pengaruh Intensitas Penerangan Terhadap Kelelahan Mata Pada Tenaga Kerja dibagian Pengepakan PT. IKHAPARMINDO PUTRAMAS Jakarta Timur"*. UNS.
8. Guntoro Hanif. 2009. *"Teori Dasar Listrik"*. Dunia Listrik.
9. Harten Van P, Setiawan E. 1999. *"Instalasi Listrik Arus Kuat Jilid I,II, dan III"*. Bina Cipta:Bandung.
10. Harumsari Anisah. 2016. *"Moulded Case Circuit Breaker (MCCB)"*. Scribd.
11. Hasbullah. 2001. *"Pedoman Instalasi cahaya"*. UPI.
12. Kho Dickson. 2016. *"Pengertian Daya Listrik Rumus dan cara Menghitung"*. Teknik Elektronika.
13. Marsudi Djiteng. 2005. *"Pembangkit Energi Listrik"*. Erlangga:Jakarta.
14. Muchlisi Riadi. 2013. *"Sistem Pencahayaan Alami."* Kajian Pustaka.
15. Nugroho Setiyawan Dwi. 2015. *"Perencanaan Instalasi Daya Listrik Pada PT. Indofood Sukses Makmur Tbk di Gudang Depo Kertososno"*. Unpak.
16. Nurfitri. 2016. *"Perancangan Instalasi Listrik Pada Gedung Bertingkat Onih Bogor"*. Unpak.
17. Paramita Beta. 2014. *"Buku Pedoman Efisiensi Energi Untuk Desain Bangunan Gedung di Indonesia"*. Scribd.
18. Rianto Agus. 2007. *"Penghematan Energi di Gedung Bertingkat"*. UNS.
19. Ryan Gusti Nathan. 2013. *"Pengertian Kelistrikan dan Sistem"*. Erbelog.
20. Sumardjai Pirih. 2008. *"Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik Jilid I,II,III"*. Bina Cipta:Jakarta.
21. Surhadi. 2008. *"Teknik Distribusi Tegangan Listrik Jilid I,II,III"*. Bina Cipta:Jakarta.