

Perencanaan Alternatif Penerangan di Jalan Tubanan Baru Surabaya Menggunakan Tenaga Surya

Agus^{1*}, Andy Indra Purwanto²

¹Universitas Teknologi Surabaya, Indonesia

²Universitas Teknologi Surabaya, Indonesia

*agus@utssurabaya.ac.id¹

Jl. Balongsari Praja V No 1 Tandes Surabaya

Abstrak. Penerangan Jalan Raya Umum Tenaga Surya / solar cell (PJUTS) adalah alternatif yang digunakan sebagai sumber energi listrik. Cahaya matahari adalah sumber energi yang sangat penting dimana panel surya menerima cahaya matahari dengan kemudian diubah menjadi energi listrik melalui proses photovoltaic. Lampu penerangan di kampung / di area jalan Tubanan Baru Surabaya masih terdapat ruas jalan yang masih kurang pencahayaan / penerangan terutama saat malam hari, oleh karena itu diperlukan rancangan PJUTS. Metode digunakan dengan cara kuantitatif dari sumber yang diperoleh. Penelitian dilakukan untuk mengetahui sudut kemiringan stang ornamen, menentukan jenis tiang, perhitungan daya lampu berbasis LED, intensitas cahaya sebesar 353,3 cd, efisien cahaya $K=1,401$ dan efikasi cahaya 104,65 lm/watt.

Kata kunci: penerangan jalan raya umum, intensitas cahaya, panel surya

1. PENDAHULUAN

Penerangan jalan raya merupakan aspek krusial dalam pengembangan infrastruktur kota yang aman dan nyaman. Di era modern ini, kebutuhan akan sumber energi yang efisien dan ramah lingkungan semakin mendesak. Penerangan Jalan Raya Umum Tenaga Surya (PJUTS) menjadi salah satu solusi inovatif yang memanfaatkan energi terbarukan, yaitu energi matahari, sebagai alternatif sumber listrik (Hasanudin et al., 2021; Arrasyid et al., 2017). Sistem ini bekerja dengan memanfaatkan panel surya untuk mengkonversi cahaya matahari menjadi energi listrik melalui proses photovoltaic (Li et al., 2023). Energi listrik yang dihasilkan kemudian disimpan ke dalam baterai sehingga dapat digunakan di malam harinya (Li et al., 2017; Diantari et al., 2017). Keunggulan dari teknologi ini adalah kemampuannya untuk mengurangi ketergantungan pada energi fosil serta menurunkan dampak lingkungan (Sundari et al., 2018; Qosim et al 2017).

Namun, implementasi PJUTS di berbagai wilayah sering kali menemui tantangan terkait efisiensi dan efektivitas penerangan, terutama di area-area yang masih memiliki tingkat pencahayaan yang kurang optimal (Hossain et al., 2019). Kasus khusus terjadi di

Received: Juni 12, 2024; Revised: Juli 18, 2024; Accepted: August 27, 2024; Online Available: August 29, 2024; Published: August 29, 2024;

*Corresponding author, agus@utssurabaya.ac.id

kampung Tubanan Baru, Surabaya, di mana terdapat beberapa ruas jalan yang mengalami masalah pencahayaan, khususnya pada malam hari. Kondisi ini mengindikasikan perlunya solusi yang efektif untuk meningkatkan kualitas penerangan dengan memanfaatkan teknologi tenaga surya.

Penelitian bertujuan untuk merancang dan mengoptimalkan sistem PJUTS yang dapat meningkatkan pencahayaan di area perkotaan yaitu di Jalan Tubanan Baru. Fokus dari penelitian ini meliputi analisis sudut kemiringan stang ornament, pemilihan jenis tiang yang sesuai, serta perhitungan daya lampu berbasis LED (Bambang et al., 2004; Suyono et al., 2014). Selain itu, penelitian ini juga akan mengevaluasi intensitas cahaya, efisiensi cahaya, efikasi cahaya, dan konsumsi energi listrik dari sistem yang dirancang sesuai dengan kebutuhan .

PJUTS yang dirancang sedemikian rupa, diharapkan dapat dicapai peningkatan pencahayaan yang signifikan pada area-area yang membutuhkan, yang pada gilirannya akan meningkatkan keamanan dan kenyamanan masyarakat saat malam hari. Selain itu, penelitian ini juga memberikan kontribusi terhadap penerapan teknologi energi terbarukan dalam penerangan jalan raya, yang dapat menjadi model bagi penerapan PJUTS di wilayah lain dengan tantangan serupa (Ditjen EBTKE, 2018; Pratama, 2015; Simanjorang, 2016).

Adapun susunan dari penulisan ini pertama-tama adalah Pendahuluan lalu akan dijelaskan Kondisi Jalan Tubanan Baru pada Bagian 2. Pada Bagian 3 akan menjelaskan Kebutuhan dan Spesifikasi Lampu Penerangan. Kemudian, Bagian 4 akan menjelaskan Hasil dan Pembahasan. Serta, Penulisan ini akan diakhiri dengan Kesimpulan pada Bagian 5.

2. KONDISI JALAN TUBANAN BARU

Jalan Kampung Tubanan Baru RT.04 RW.07, Kecamatan Tandes, Kelurahan Karangpoh, Surabaya Barat, merupakan area pemukiman yang membutuhkan peningkatan kualitas penerangan jalan. Untuk memenuhi kebutuhan pencahayaan yang optimal, sistem Penerangan Jalan Raya Umum Tenaga Surya (PJUTS) dirancang dengan memperhatikan berbagai aspek teknis dan lingkungan di lokasi tersebut.

Minimnya penerangan pada jalan ini menyebabkan visibilitas yang sangat terbatas, terutama saat malam hari. Pada sore hari, menjelang gelap, cahaya alami memudar dan jarak pandang di sepanjang jalan berkurang drastis, dengan visibilitas seringkali kurang dari 5 meter. Pada malam hari, kondisi ini memburuk, menjadikan jalan hampir tidak terlihat, sehingga meningkatkan risiko kecelakaan dan mengurangi rasa aman bagi pengendara serta pejalan kaki.

Dalam upaya untuk mengukur kualitas penerangan yang ada, dilakukan pengambilan data intensitas cahaya di malam hari pada 40 titik tiang Penerangan Jalan Umum (PJU) dengan ketinggian 1,2 meter dari permukaan tanah selama 1 menit di setiap titik. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa 17,5% dari titik-titik tersebut memiliki intensitas cahaya di bawah standar yang diharapkan, 25% sudah memenuhi standar, dan 57,5% menunjukkan intensitas cahaya di atas standar. Meskipun sebagian besar titik PJU memenuhi atau melampaui standar, masih terdapat area yang membutuhkan peningkatan untuk memastikan pencahayaan yang merata dan aman di seluruh ruas jalan. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan dan implementasi sistem penerangan tambahan yang lebih efektif untuk meningkatkan kualitas pencahayaan dan keselamatan di Jalan Tubanan Baru.

3. KEBUTUHAN DAN SPESIFIKASI LAMPU PENERANGAN

Tiang lampu merupakan elemen krusial dalam desain PJUTS, berfungsi sebagai penopang berbagai komponen sistem penerangan. Untuk Jalan Kampung Tubanan Baru, dipilih tiang lampu berjenis *octagonal hot dip galvanized* dengan ketinggian 7 meter. Pemilihan jenis dan tinggi tiang ini didasarkan pada beberapa pertimbangan yaitu lokasi penempatan berada di pinggir jalan, dekat dengan pintu masuk parkir mobil kampung, dan adanya beberapa pepohonan yang berpotensi menghalangi cahaya matahari. Ketinggian tiang yang mencapai 7 meter dirasa optimal untuk memastikan bahwa panel surya dapat menangkap sinar matahari secara maksimal, serta memberikan pencahayaan yang cukup pada area yang luas termasuk area parkir.



Gambar 1. Komponen yang digunakan pada PJUTS

Sumber energi berupa cahaya matahari ditangkap dengan menggunakan panel surya berkapasitas 100 WP bertipe polycrystalline. Panel surya ini dipilih karena kemampuannya yang baik dalam mengkonversi cahaya matahari menjadi energi listrik, yang sangat penting untuk keberlangsungan penerangan di malam hari.

Tabel 1. Spesifikasi tiang PJU yang dipilih

Uraian	Besaran Dipilih	Besaran Setandar
Tinggi lampu (h)	6 Meter	10-15 Meter
Sudut Inklinasi (i)	250	-
Jarak Interval Tiang 1 dan 2	30 Meter	Minimum 30 meter
Jarak Tiang Lampu ke Tepi Jalan (S1)	0.7 Meter	Minimum 0.7

Lampu yang digunakan dalam sistem PJUTS adalah lampu LED (Light Emitting Diode) dengan daya 50 watt dan output cahaya sebesar 4.500 lumen. Lampu LED dipilih karena efisiensinya yang tinggi dan konsumsi energi yang rendah dibandingkan dengan

lampu konvensional lainnya. Selain itu, lampu LED dilengkapi dengan sensor cahaya otomatis yang memungkinkan lampu menyala saat kondisi gelap dan mati ketika ada cahaya, memberikan efisiensi energi yang lebih baik dan penghematan biaya operasional.

Tabel 2. Spesifikasi tiang PJU yang dipilih

Keterangan	Spesifikasi
Jenis lampu	LED
Tipe	Ovation
Daya	50 watt
Tegangan	12 volt
Tegangan	0,6 Ampere
Warna cahaya	Putih
Umur	60.000 jam
Lumen	4.500 lm
Temperature	6500°±600K

Baterai yang digunakan dalam sistem ini adalah baterai VRLA dengan kapasitas 100Ah. Baterai ini mendukung daya tahan lampu selama ± 8 jam jika terisi penuh. Sistem penerangan dirancang agar cahaya lampu optimal pada jarak penyinaran sekitar 5 meter ke tanah. Jika jarak penyinaran melebihi batas ini, efektivitas pencahayaan akan menurun.

Tabel 3. Spesifikasi baterai yang digunakan

Keterangan	Spesifikasi
------------	-------------

Tipe	Shoto
Jenis	VRLA
Tegangan pengenalan	12 Volt
Kapasitas arus	100AH
Arus pada saat discharger	3020 ampere
Arus pada saat charge	30 ampere
Efisiensi batrai	90%

Dengan pemilihan spesifikasi dan komponen yang tepat, diharapkan sistem PJUTS dapat memberikan penerangan yang efektif dan efisien di Jalan Kampung Tubanan Baru, meningkatkan visibilitas dan keamanan di area tersebut, serta memberikan solusi yang ramah lingkungan dan hemat biaya.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemasangan sistem Penerangan Jalan Umum (PJU) Tenaga Surya di Jalan Kampung Tubanan Baru telah dilakukan dan diukur untuk mengevaluasi kinerjanya. Berdasarkan hasil pengukuran, intensitas cahaya yang terukur adalah 353,3 candela (cd). Selain itu, efisiensi cahaya yang diperoleh dari sistem ini adalah $K = 1,401$, dengan rentang standar $K_{min} = 1,3$ dan $K_{max} = 1,5$. Efisiensi cahaya ini menunjukkan bahwa sistem berada dalam kisaran yang diharapkan, sedikit di atas nilai minimum standar namun masih dalam batas yang dapat diterima.

Dalam hal efisiensi cahaya dari sistem, hasil yang diperoleh adalah Efisiensi Cahaya dari Tabel sebesar $R_p = 0,7$; $R_m = 0,1$; $R_w = 0,5$, kemudian Flux Armature sebesar 115,69 lumens/meter² dan Efikasi Cahaya sebesar 104,65 lumens/watt

Intensitas cahaya sebesar 353,3 cd menunjukkan bahwa sistem penerangan memberikan tingkat pencahayaan yang memadai pada area Jalan Kampung Tubanan Baru. Intensitas ini penting untuk memastikan visibilitas yang baik pada malam hari, yang pada gilirannya meningkatkan keselamatan dan kenyamanan bagi pengendara dan pejalan kaki.

Efisiensi cahaya $K = 1,401$ berada dalam rentang standar yang dapat diterima, dengan nilai minimum 1,3 dan maksimum 1,5. Ini menunjukkan bahwa sistem PJUTS yang dipasang memiliki kinerja efisiensi yang baik, mampu memanfaatkan sumber cahaya secara efektif untuk penerangan jalan. Efisiensi ini menandakan bahwa cahaya yang dihasilkan oleh lampu dapat digunakan secara optimal untuk pencahayaan, mengurangi pemborosan energi.

Efisiensi cahaya sistem ini, dengan nilai $R_p = 0,7$, $R_m = 0,1$, dan $R_w = 0,5$, menunjukkan bahwa sistem penerangan memberikan pencahayaan yang cukup baik pada berbagai parameter. Flux armature sebesar $115,69$ lumens/meter² mengindikasikan bahwa cahaya yang dipancarkan cukup untuk menerangi area jalan secara merata. Efikasi cahaya yang mencapai $104,65$ lumens/watt menunjukkan bahwa lampu LED yang digunakan sangat efisien dalam konversi daya listrik menjadi cahaya, memberikan pencahayaan yang tinggi dengan konsumsi energi yang rendah.

5. KESIMPULAN

Secara keseluruhan, hasil pengukuran dan analisa menunjukkan bahwa pemasangan PJU Tenaga Surya di Jalan Kampung Tubanan Baru telah memberikan dampak positif yang signifikan. Intensitas cahaya yang baik, efisiensi cahaya yang sesuai dengan standar, dan efikasi cahaya yang tinggi menunjukkan bahwa sistem ini efektif dalam meningkatkan penerangan jalan. Hal ini berkontribusi pada peningkatan keselamatan dan kenyamanan bagi pengguna jalan, serta memastikan penggunaan energi yang efisien. Dengan pencapaian hasil tersebut, sistem PJU Tenaga Surya dapat dianggap berhasil dalam memenuhi tujuan perancangan untuk meningkatkan kualitas pencahayaan di area tersebut.

DAFTAR REFERENSI

- Li, B., Liu, Z., Wu, Y., Wang, P., Liu, R., & Zhang, L. (2023). Review on photovoltaic with battery energy storage system for power supply to buildings: Challenges and opportunities. *Journal of Energy Storage*, 61. <https://doi.org/10.1016/j.est.2023.106763>.
- Hossain, M.A., Pota, H.R., & Moreno, C.M. (2019). Real-time Battery Energy Management for Residential Solar Power System. *IFAC-PapersOnline*, 52(4), 407-412. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.08.244>.
- Hasanudin ,S., & Aziz, L., (2021). Instalasi Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (PJUTS). *Ainet : Jurnal Informatika*, 3(2).

- Li, Q., Liu, Y., Guo, S., & Zhou, H. (2017). Solar Energy Storage in the Rechargeable Batteries. *Nanotoday*, 16, 46-60. <https://doi.org/10.1016/j.nantod.2017.08.007>.
- Arrasyid, A.H., Notosoedjono, D., & Subagya, H. (2017). Analisis Perencanaan Penerangan Jalan Umum dan Lampu Taman Berbasis Photovoltaic di Universitas Pakuan Bogor. *Jurnal Online Mahasiswa Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Pakuan*, 1(1).
- Sundari, P., Suwiarti, N., Mulya, A., & Wardoyo, T. (2018). Proposal Instalasi Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (PJUTS) Jalan Tol Probolinggo-Banyuwangi, Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara Institut Teknologi Bandung.
- Diantari, R.A., Erlina, & Widyastuti, C. (2017). Studi Penyimpanan Energi pada Baterai PLTS. *Jurnal Petir: Energi dan Kelistrikan*, 9(2), 11-16.
- Qosim, M.N., Pujotomo, I., & Suyanto, H. (2017). Kontrol Penerangan Tenaga Surya Sebagai Implementasi Listrik Kerakyatan. *Jurnal Petir : Energi dan Kelistrikan*, 9(2), 136-140.
- Bambang, H. P., Muhammad, J.A.F.F., & Ilham, F.H. (2004). Efisiensi penggunaan panel surya sebagai sumber energi alternatif. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 18(1), 10-14.
- Suyono, H. Irawan, A.F., Dhofir. Analisis Peningkatan Efisiensi Penerangan Jalan Umum (PJU) di Kabupaten Jember. (2014). *Jurnal Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Brawijaya*, 2(1).
- Ditjen EBTKE. (2018). *Buku Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dos and Don'ts*. GIZ. Jakarta.
- Pratama, Adhitya Eka. (2015). Efisiensi Lampu Penerangan Jalan Umum (PJU) Di Kecamatan Bawen Kabupaten Semarang. Universitas Semarang.
- Simanjorang, R. (2016). Merencanakan PJU Tenaga Surya. PT Hexamitra Daya Prima. Jakarta. Diakses melalui <https://www.hexamitra.co.id/blog/uploads/pdf/Merencanakan%20PJU%20Tenaga%20Surya.pdf>.