



PERENCANAAN PEMASANGAN PENERANGAN JALAN UMUM BERBASIS SOLARCELL (PJUBS) DI DESA CIBADAK

Deni Hendarto

Program Studi Teknik Elektro Universitas Ibn Khaldun Bogor

deni.hendarto@ft.uika-bogor.ac.id

Abstrak

Dalam pemasangan penerangan jalan umum berbasis solarcell (PJUBS) memiliki banyak kendala dan masalah, baik berupa masalah internal maupun eksternal. Banyak faktor yang menjadi kendala, misalnya luas daerah cakupan yang akan dipasang lampu PJUBS, kurangnya anggaran pemerintah daerah setempat, dan penggunaan lampu penerangan jalan umum yang tidak hemat energi sehingga mengakibatkan peningkatan biaya yang dibebankan kepada pemerintah daerah. Termasuk rendahnya kesadaran masyarakat untuk berpartisipasi dalam menjaga dan merawat sarana PJUBS yang ada, merupakan salah satu faktor kendala penerapan PJUBS. Kendala terkait PJUBS ini memang begitu banyak dimulai dari pengadaan sampai pada perawatan. Berdasarkan kenyataan tersebut, kendala umum pemasangan lampu penerangan jalan yang ada di setiap daerah begitu kompleks dan rumit, sehingga banyak ditemui daerah yang kekurangan PJUBS. Kekurangan PJUBS juga dialami oleh Kampung Dukuh di Desa Cibadak Kecamatan Ciampea Kabupaten Bogor. Dapat dibayangkan kendala yang ada akan lebih sulit dihadapi ketika berada di pelosok desa yang jauh dari ibu kota atau di daerah terpencil yang belum terjangkau oleh aliran listrik dari PLN. Tulisan ini membahas perencanaan pemasangan PJUBS dengan agar pemanfaatan energi matahari dapat menjadi solusi tepat untuk mengatasi kendala yang ada di daerah kampung atau desa, khususnya untuk penerangan jalan umum. Selain itu, dengan perencanaan ini tentu diharapkan diketahui perbandingan biaya yang dibutuhkan pada pemasangan sistem PJUBS dengan membeli komponen terpisah, PJUBS yang sudah jadi satu paket (Solar Street Light), dan Integrated All in One Solar Street Lighting. Hal yang dapat disimpulkan dalam tulisan ini adalah bahwa pemanfaatan energi matahari dalam pemasangan sistem PJUBS dapat menjadi solusi tepat untuk mengatasi kendala yang ada di daerah kampung atau desa, khususnya untuk penerangan jalan umum. Hasil analisis ekonomi, didapat biaya termurah adalah menggunakan Integrated All in One Solar Street Lighting dengan biaya per tiang adalah sebesar Rp2.825.000 dibandingkan dengan membeli komponen terpisah sebesar Rp9.920.000 per tiang dan Solar Street Light sebesar Rp14.000.000

Kata Kunci : *Energi Matahari, Hemat Energi, PJUBS.*

Pendahuluan

Perencanaan pemasangan penerangan jalan umum berbasis solarcell (PJUBS) terdapat

kendala dan masalah, baik masalah internal maupun masalah eksternal. Beberapa

faktor yang menjadi kendala, seperti begitu banyak daerah yang akan dipasang lampu PJUBS dan kurangnya anggaran milik pemerintah daerah setempat. Pemakaian bahan atau lampu penerangan jalan umum yang tidak hemat energi sehingga mengakibatkan peningkatan biaya yang dibebankan kepada pemerintah daerah. Bahkan rendahnya kesadaran masyarakat untuk berpartisipasi menjaga dan merawat fasilitas PJUBS yang ada, merupakan salah satu faktor kendala dalam penerapan sistem PJUBS. Kendala terkait PJUBS ini memang begitu banyak dimulai dari pengadaan sampai pada perawatan.

Berdasarkan dari kenyataan tersebut, kendala umum pemasangan lampu penerangan jalan umum di setiap daerah begitu banyak dan rumit, sehingga banyak ditemui daerah yang kekurangan atau tidak ada sistem PJUBS. Kekurangan PJUBS ini juga dialami oleh Kampung Dukuh di Desa Cibadak Kecamatan Ciampea Kabupaten Bogor. Dapat dibayangkan kendala yang ada akan lebih sulit dihadapi ketika berada di pelosok desa yang jauh dari ibu kota atau daerah terpencil yang belum/tidak terjangkau oleh aliran listrik dari PLN.

Metodologi

2.1 Konfigurasi Sistem Lampu Penerangan Jalan

Lampu penerangan jalan adalah bagian dari bangunan pelengkap jalan yang dapat dipasang di kiri atau kanan jalan dan atau di tengah (di bagian median jalan) yang digunakan untuk menerangi jalan maupun lingkungan di sekitar jalan. Penerangan Jalan Umum Berbasis Solarcell merupakan sebuah alternatif yang murah dan hemat untuk digunakan sebagai sumber listrik penerangan karena menggunakan sumber energi gratis dan tak terbatas dari alam

Untuk mengatasi kendala PJUBS di daerah yang kekurangan sistem penerangan jalan umum yang bersumber dari sumber listrik PLN, dapat dilakukan pemasangan penerangan jalan dengan menggunakan sumber alternatif, yaitu energi matahari. Dengan demikian PJUBS di kampung atau desa tetap bisa dirasakan masyarakat desa sebagai sarana pendukung aktifitas mereka terutama di malam hari, karena saat ini listrik adalah salah satu kebutuhan pokok untuk menunjang aktivitas masyarakat sehari-hari (Sundari, 2017) .

Dalam tulisan ini akan dibahas tentang perencanaan pemasangan PJUBS dengan tujuan agar pemanfaatan energi matahari dapat menjadi solusi tepat untuk mengatasi kendala yang ada di daerah kampung atau desa, khususnya untuk penerangan jalan umum. Selain itu, dengan perencanaan PJUBS dengan sumber alternatif matahari ini dapat diketahui perkiraan biaya yang dibutuhkan untuk sistem PJUBS. Dalam perencanaan ini tentu diharapkan diketahui perbandingan biaya yang dibutuhkan pada pemasangan sistem PJUBS dengan membeli komponen terpisah, PJUBS yang sudah jadi satu paket (Solar Street Light), dan Integrated All in One Solar Street Lighting.

yaitu energi matahari. Menggunakan Modul/Panel Surya dengan lifetime hingga 25 tahun yang berfungsi menerima cahaya (sinar) matahari yang kemudian diubah menjadi listrik melalui proses photovoltaic. Kemudian disimpan di baterai sehingga tidak memerlukan suplai dari PLN, secara otomatis dapat mulai menyala pada sore hari dan padam pada pagi hari dengan perawatan yang mudah dan efisien selama bertahun tahun. Secara keseluruhan sistem ini dirancang untuk penyediaan cahaya penerangan umum dengan sumber energi

terbarukan, bebas biaya perawatan dan berumur ekonomis lama.

Penerangan Jalan Umum berbasis Solarcell sangat cocok digunakan untuk jalan-jalan di daerah-daerah yang belum terjangkau oleh listrik PLN dan juga daerah-daerah yang belum difasilitasi sistem penerangan jalan umum atau jalan-jalan perkampungan yang belum terjangkau oleh PLN. Namun belakangan ini PJUBS juga marak diaplikasikan di daerah perkotaan seperti di kawasan jalan-jalan utama, jalan kawasan perumahan, dan sebagainya.

Penerangan jalan dengan sistem PJUBS menggunakan LED memiliki daya yang lebih sedikit dan efisien. Menggunakan Lampu LED jenis hi-power yang sangat terang, hemat energi dan tahan lama. Masa pemakaian Lampu LED bisa mencapai 50.000 jam dengan sumber daya DC. Dengan lamanya interval penggantian lampu berarti juga mengurangi frekuensi dan menghemat biaya operasional pemeliharaan untuk ongkos jasa penggantian bola lampunya saja. Baterai yang digunakan adalah baterai bebas perawatan (maintenance free) jenis VRLA dan tipe Deep Cycle. Dengan menggunakan perangkat ini, sudah memiliki sumber energi sendiri tanpa ketergantungan dengan pihak lain, hemat BBM, dan ramah

lingkungan. PJUBS beroperasi secara mandiri dan tidak memerlukan kabel jaringan antar tiang sehingga installasinya menjadi sangat mudah, praktis, sangat ekonomis dan tentunya dapat terhindar dari black out total jika terjadi gangguan. Dengan sistem pemasangan yang cepat dan mudah, PJUBS dapat menjadi solusi yang cepat dalam mengatasi kebutuhan penerangan jalan umum.

Pertimbangan-pertimbangan menggunakan lampu jalan PJUBS berbasis LED:

1. Daya tahan modul solar panel dan LED
2. Bersifat mandiri, tanpa jaringan tenaga listrik
3. Menggunakan energi matahari
4. Ramah lingkungan
5. Instalasi sangat mudah
6. Hemat biaya perawatan
7. Mudah dipindahkan

Penerapan lampu jalan PJUBS terdiri atas: Lampu jalan, lampu taman, lampu dermaga, lampu lapangan parkir, lampu jalan raya terpencil, lampu jalan pedesaan, lampu penerangan wisata, lampu jalan perkebunan, lampu jalan pertambangan, dan lain-lain (Sundari, 2017). Secara umum Prinsip Kerja PJUBS dapat diuraikan sebagai berikut:



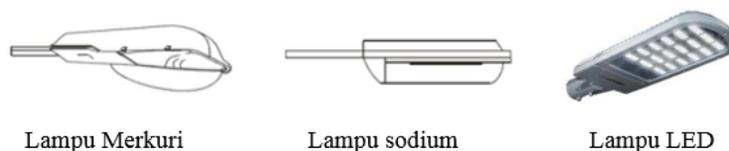
Gambar 1 Prinsip Kerja PJUBSTS
Sumber : TMLEnergy

Pada siang hari, sinar matahari dikonversi menjadi arus listrik oleh panel surya. Arus listrik tersebut dialirkan ke baterai melalui SCC (Solar Charge Controller) sebagai regulator arus dan menjaga agar tidak terjadi over discharge pada baterai. Pada malam hari, lampu akan menyala dengan mengambil energi listrik yang disimpan pada baterai ketika siang hari. Arus listrik dari baterai ke lampu mengalir melalui SCC agar arus listrik tetap stabil.

Lampu penerangan yang dimaksud adalah suatu unit lengkap yang terdiri dari sumber cahaya (lampu/luminer), elemen-elemen optik (pemantul/reflector, pembias / refractor, penyebar/diffuser). Elemen-elemen elektrik

(konektor ke sumber tenaga/power supply. dll.), struktur penopang yang terdiri dari lengan penopang, tiang penopang vertikal dan pondasi tiang lampu.

Dalam perencanaan instalasi penerangan jalan haruslah semestinya dengan standar dan ketentuan yang telah berlaku dan ditetapkan oleh suatu lembaga di daerah tersebut. Di Indonesia ketentuan dan standar ini dinamakan SNI (Standar Nasional Indonesia). Berdasarkan jenis sumber cahaya, lampu penerangan jalan umum dapat pula dibedakan atas 3 (tiga) macam yaitu lampu merkuri, lampu sodium, dan lampu LED.



Gambar 2 Contoh Lampu merkuri, sodium, dan LED

Sedangkan tiang merupakan komponen yang digunakan untuk menopang lampu. Beberapa jenis tiang yang digunakan untuk lampu jalan adalah tiang besi dan tiang

octagonal. Berdasarkan bentuk lengannya (stang ornamen), tiang lampu jalan dapat dibagi menjadi 3, yaitu lengan tunggal, lengan ganda, dan tanpa lengan.



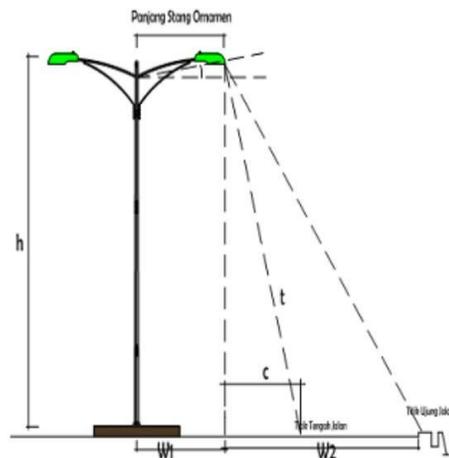
Gambar 3 Beberapa bentuk lengan tiang lampu jalan (SNI 7391, 2008)

Untuk menentukan sudut kemiringan stang ornamen, agar titik penerangan mengarah ke tengah-tengah jalan, maka:

$$T = \sqrt{h^2 + c^2}$$

Sehingga:

$$\cos \varphi = \frac{h}{t}$$



Gambar 4 Penentuan sudut kemiringan stang ornamen terhadap lebar jalan (SNI 7391, 2008)

Keterangan:

- h : tinggi tiang
- t : jarak lampu ke tengah-tengah jalan
- c : jarak horizontal lampu-tengah jalan
- W1 : tiang ke ujung lampu
- W2 : jarak horizontal lampu ke ujung jalan

2.2 Prinsip Kerja PJUBS

Sistem photovoltaic menghasilkan daya keluaran hanya pada saat modul photovoltaic disinari matahari, oleh karena itu sistem photovoltaic menggunakan mekanisme penyimpanan energi agar energi listrik selalu tersedia pada waktu matahari sudah tidak menyinari (malam hari). Baterai merupakan komponen yang digunakan untuk penyimpanan energi listrik yang dihasilkan array photovoltaic. Selain untuk media penyimpanan energi listrik, baterai juga digunakan untuk pengaturan sistem tegangan dan sumber arus yang dapat melebihi kemampuan array photovoltaic.

Sebelum merencanakan PJUBS, ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan yaitu :

1. Pemakaian daya rata-rata selama 24 jam.
2. Pemakaian daya rata-rata pada malam hari (terhitung dari nilainya sinar matahari yang mengenai solar cell).
3. Pemakaian daya puncak.

Pertimbangan-pertimbangan diatas digunakan untuk mengetahui spesifikasi komponen yang akan dipasang pada sistem tersebut, karena salah memilih komponen bisa menyebabkan sistem ini tidak bekerja dengan baik (mudah rusak/tidak maksimal). PV module

adalah peralatan yang mengubah energi cahaya matahari menjadi energy listrik. Merupakan peralatan energi terbarukan (renewable energy) yang ramah akan lingkungan (clean energy). PV module ini pada siang hari akan menghasilkan energy listrik yang kemudian disimpan dalam baterai sehingga dapat dipergunakan untuk menyuplai beban lampu pada malam hari. Solar Charge Controller merupakan peralatan yang mengatur proses pengisian energy dari PV ke baterai serta pengeluaran energi dari baterai ke beban (lampu) agar baterai tidak mengalami kerusakan akibat overcharge maupun overdischarge. Box Batere dan Panel Kontrol adalah sebuah panel untuk wadah/casing baterai dan SCC dengan instalasi wiring-nya. Battery Bank digunakan untuk menyimpan energi pada siang hari dari Solar Array yang selanjutnya dipergunakan untuk menyuplai beban (lampu) pada malam hari (Sundari, 2017).

Lampu penerangan jalan umum atau PJUBS ini mempunyai ketinggian tiang yang berbeda-beda, mulai dari 7 m - 9 m. Jarak antar tiang juga bervariasi mulai dari 15m - 40m. Jarak antar tiang tergantung ketinggian tiang, jenis lampu, dan cahaya yang dibutuhkan (brightness).



Gambar 5 Komponen PJUBS

Sumber: TMLEnergy

2.3 Komponen PJUBS

Komponen PJUBS meliputi komponen pembangkit, komponen beban dan komponen

pendukung. Komponen pembangkit berupa panel surya (solar panel/pv panel/solar module/pv module), solar charge controller

(battery control regulator/battery control unit) dan baterai. Komponen beban berupa lampu LED. Sementara komponen pendukung terdiri dari tiang, kabel box baterai dan aksesoris. Komponen pembangkit PJUBS akan membentuk sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) untuk mensuplai listrik ke komponen beban.

Sebagaimana penghitungan PLTS, untuk menentukan besar sistem pembangkitan beserta sub komponen yang dibutuhkan, maka diperlukan penghitungan besar energi yang

akan dikonsumsi oleh komponen beban. Hal ini dilakukan untuk mengoptimalkan penggunaan sistem dengan spesifikasi teknis yang efisien namun dapat diandalkan (reliable). Pada Tabel 1 adalah komponen PJUBS secara umum adalah: Modul Solar Cell Mono/Polycrystalline, Lampu LED/CFL + Cobra Head Lamp, Charge Controller Automatic Timer, Battery SLA/VLRA Deep Cycle Free Maintenance, Battery Box, Solar Panel Support, Poles and Various Brackets, and Wiring Harnesses.

Tabel 1 Rincian Komponen PJUBS Tenaga Surya

Gambar	Peralatan Utama	Spesifikasi
	Modul Surya	
	Modul Surya dengan jenis Mono/Polycrystalline Silicon, menkonversi radiasi sinar matahari menjadi tenaga listrik yang nantinya digunakan sebagai sumber energy	Tipe Cell : Mono/Polycrystalline - Jumlah cell : 36 - 72 - Daya : 80 Wp-250 Wp
	Baterai berfungsi untuk menyimpan energi yang dihasilkan oleh modul surya, didesain untuk dapat mengalirkan arus konstan dalam waktu yang lama	- Tipe Baterai : VRLA Gel / MF- Nominal Tegangan : 12 – 24 V - Kapasitas : 65 – 150 Ah
	Solar Charge Controller mengatur arus listrik yang dihasilkan modul surya untuk disimpan ke baterai, SCC menjaga agar arus listrik yang dihasilkan tetap stabil sehingga memperpanjang usia baterai	- Algoritma Kontrol : MPPT/PWM - Nominal Tegangan : 10 – 20 A / 12 – 24 V
	Tiang & Armature Teknologi pembuatan tiang menggunakan pelindung galvanize, sehingga lebih tahan terhadap korosi. Tinggi dan sudut armature disesuaikan dengan kebutuhan luminasi dan illuminasi	- Oktagonal - Hot Dip Galvanized - Anti Panjat
	Lampu LED Lampu LED merupakan teknologi penerangan	- Luminasi > 110 lm/W - Daya : 20 – 120 W



dengan efisiensi yang tinggi. LED memiliki usia pakai yang cukup panjang, serta warna cahaya yang bisa disesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi lingkungan



Box Panel Listrik
Box Batere dan Panel kontrol adalah sebuah panel untuk wadah/casing baterai dan SCC dengan instalasi wiring-nya.

- Powder Coating
- IP 54
- Air Ventilated

Source: TMLEnergy

Hasil Dan Bahasan

3.1 Analisis Teknis

PJUBS yang direncanakan mengambil lokasi di Kampung Dukuh, Desa Cibadak, Kecamatan Ciampea Kabupaten Bogor. Sistem penerapan lampu penerangan jalan yang disarankan adalah untuk jalan desa atau jalan

kampung di sepanjang jalan utama di Desa Cibadak, yang dalam perencanaan ini sejauh yaitu 3 km. Berikut besaran-besaran kriteria penerangan jalan yang dipilih dengan mengacu pada standar yang telah ada:

Tabel 2 Kriteria PJUBS yang dipilih berdasarkan standar SNI

Uraian	Besaran dipilih	Besaran standar
Tinggi Tiang Lampu (h)	11 meter	10 – 15 meter
Jarak Interval Antar Tiang	40 meter	Minimum 30 meter
Jarak tiang lampu ke tepi perkerasan (s1)	1 meter	Minimum 0,7 meter
Jarak dari tepi perkerasan ke titik penerangan terjauh (s2)	13 meter	Minimum lebar badan jalan 12 meter
Sudut Inklinasi (i)	25°	20° – 30°

1. Perencanaan Tiang Lampu Jalan yang digunakan

Tiang PJUBS berjenis octagonal hot dip galvanize dengan konstruksi base plate, dimana ornament lengan ganda. Angkur dan murnya harus diproses dengan proteksi hot dipped galvanized. Fondasi tiang lampu harus terbuat dari konstruksi beton K 225 (di

mana anchor/baut tiang tertanam di fondasi tiang dengan ukuran yang disesuaikan). Dengan tinggi tiang octagonal (h) sebesar 11 meter, panjang stang ornamen 1 meter dan jarak horizontal lampu-tengah jalan (c) 7,5 meter maka sudut kemiringan stang ornamen dapat dihitung sebagai berikut:

$$T = \sqrt{h^2 + c^2}$$

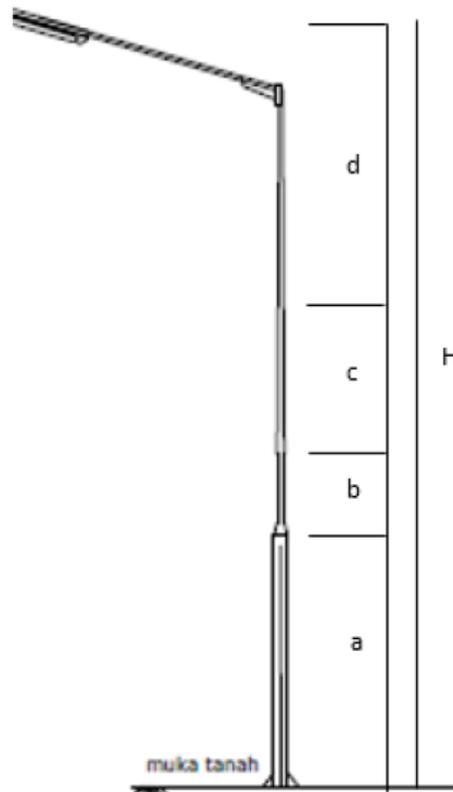
$$= \sqrt{11^2 + 6,5^2} = 12,77 \text{ m}$$

Maka,

$$\cos \varphi = \frac{h}{T}$$

$$\cos \varphi = \frac{11}{12,77}$$

$$\varphi = 30,5^\circ$$



Gambar 6 Perencanaan Tiang Lampu Jalan

Tabel 3 Spesifikasi panjang dan diameter tiang yang digunakan

Dimensi Tiang dan Diameter PJU		
Segmen	Diameter(mm)	Tinggi tiang
a	150	3,5
b	125	1,5
c	100	2,5
d	80	3,5
	Total	11

2. Perhitungan Daya Lampu dan Penerangan

Proyek ini menggunakan lampu LED untuk jenis lampu penerangannya, dengan alasan lebih hemat energi dan umur pakai yang panjang sehingga sesuai dengan sistem penerangan jalan berbasis energi surya. Selain itu, lampu LED yang di[pilih juga

merupakan lampu LED DC sehingga pada aplikasinya nanti tidak memerlukan inverter untuk merubah arus DC dari solar sel ke arus AC yang dibutuhkan lampu. Hal ini dilakukan sebagai penghematan biaya investasi. Spesifikasi lampu yang digunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 4 Spesifikasi jenis lampu yang digunakan

Keterangan	Lampu PJU Solar Sel
Jenis lampu	LED
Daya	43 watt
Tegangan	24 volt
Arus	1,8 Ampere
Warna cahaya	putih
Umur	60.000 jam
Lumen	4500 lm
Temperatur	6500° ±600°K

a. Intensitas cahaya:

$$I = \frac{\Phi}{\omega} = \frac{4500}{4\pi} = 358,3 \text{ Candela}$$

b. Luminansi rata-rata:

$$L_{rata-rata} = \frac{I}{(A \cos \theta)} = \frac{358,3}{(520 * \cos 47,5)} = 1,02 \text{ Cd/m}^2$$

e. Efikasi Cahaya

$$K = \frac{\Phi}{P} = \frac{4500}{43} = 104,65 \text{ Lm/watt}$$

3. Jumlah titik lampu yang diperlukan

Jumlah titik lampu untuk penerangan jalan tol sepanjang 3 km dapat dihitung:

$$T = \text{jarak total} / \text{jarak interval antar tiang} = 3.000 / 40 = 75 \text{ lampu}$$

4. Perhitungan Energi Listrik

Pukul 17.00 lampu menyala dan mati pada pukul 05.00, sehingga lampu beroperasi selama 12 jam.

Energi yang terpakai pada PJUBSBS ini adalah

$$W = Pt = 43 * 12 = 516W / \text{jam}$$

3.2 Analisis Ekonomis

Penerangan Jalan Umum Berbasis Solarcell (PJUBS) adalah penerangan jalan umum dimana daya listrik untuk lampu disuplai oleh sistem mandiri yang diperoleh dari energi matahari melalui solarcell. Sistem Penerangan Jalan Umum Berbasis Solarcell (PJUBS) mempunyai biaya operasi dan perawatan yang rendah dikarenakan PJUBS tidak memerlukan bahan bakar dalam pengoperasiannya. Namun secara umum dapat dikatakan PJUBS memiliki biaya investasi yang sangat besar.

Hasil dari Analisis Teknik PJUBS untuk sebagian jalan desa atau jalan sepanjang Desa Cibadak yang melalui Kampung Dukuh sekitar sepanjang 3 km. Jarak antar tiang PJUBS adalah 40 m maka jumlah PJUBS yang dibutuhkan 75 tiang.

Analisis Ekonomi yang ditawarkan terdiri dari 3 pilihan,

1. PJUBS dengan membeli komponen terpisah
2. PJUBS yang sudah jadi satu paket – Solar Street Light
3. Integrated All in One Solar Street Lighting

Tabel 5 PJUBS dengan membeli komponen terpisah

No.	Nama Komponen	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
	Komponen Pembangkit			
1	Panel Surya	75	1,500,000.0	112,500,000.0
2	Solar Charge Controller	75	500,000.0	37,500,000.0
3	Baterai	75	400,000.0	30,000,000.0
	Komponen Beban			
1	Lampu LED	75	20,000.0	1,500,000.0
	Komponen Pendukung			
1	Tiang	75	3,000,000.0	225,000,000.0
2	Kabel Box Baterai	75	2,500,000.0	187,500,000.0
3	Biaya Pemasangan	75	2,000,000.0	150,000,000.0
			Biaya Total	744,000,000.0
			Biaya per Tiang	9,920,000.0

Acuan harga dari bukalapak.com

Tabel 6 PJUBS yang sudah jadi satu paket – Solar Street Light

No.	Nama Komponen	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
1	Solar Street Light 60 W	75	12,000,000.0	900,000,000.0
2	Biaya Pemasangan	75	2,000,000.0	150,000,000.0
			Biaya Total	1,050,000,000.0
			Biaya per Tiang	14,000,000.0

Acuan harga dari Plts Surabaya

Tabel 7 Integrated All in One Solar Street

No.	Nama Komponen	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
1	Integrated All In One Solar Street Lighting	75	825,000.0	61,875,000.0
2	Biaya Pemasangan	75	2,000,000.0	150,000,000.0
			Biaya Total	211,875,000.0
			Biaya per Tiang	2,825,000.0

Acuan harga dari Tokopedia

Berdasarkan hasil ketiga analisis ekonomi, biaya termurah adalah menggunakan Integrated All in One Solar Street Lighting dengan biaya per tiang adalah sebesar

Rp2.825.000 dibandingkan dengan membeli komponen terpisah sebesar Rp9.920.000 per tiang dan Solar Street Light sebesar Rp14.000.000.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan bahasan, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pemanfaatan energi matahari dalam pemasangan sistem PJUBS dapat menjadi solusi tepat untuk mengatasi kendala yang

ada di daerah kampung atau desa, khususnya untuk penerangan jalan umum

2. Berdasarkan hasil ketiga analisis ekonomi, biaya termurah adalah menggunakan Integrated All in One Solar Street Lighting

dengan biaya per tiang adalah sebesar Rp2.825.000 dibandingkan dengan membeli komponen terpisah sebesar Rp9.920.000 per tiang dan Solar Street Light sebesar Rp14.000.000

Daftar Pustaka

- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1992. Spesifikasi Lampu Penerangan Jalan Perkotaan Jakarta
- Daniel Bimbingan Limbong. Perbandingan Teknis dan Ekonomis Penggunaan Penerangan Jalan Umum Solar Cell Dengan Penerangan Jalan Umum Konvensional. 2014. Medan : Departemen Teknik Elektro Universitas Sumatera Utara SNI 7391:2008 tentang Spesifikasi penerangan jalan di kawasan perkotaan
- Engga Kusumayogo, dkk. Analisis Teknis dan Ekonomis Penerapan Penerangan Jalan Umum Solar Cell untuk Kebutuhan Penerangan di Jalan Tol Darmo Surabaya. Malang : Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya
- <http://alpensteel.com>
- <http://solarsuryaindonesia.com>
- <http://infoPJUBS.blogspot.com/2015/10/kendala-pemasangan-PJUBS-di-pelosok-desadan-solusinya.html>
- <https://www.bukalapak.com/products?utf8=✓&source=navbar&from=omnisearch&search%5Bhashtag%5D=&search%5Bkeywords%5D=Modul+Panel+Surya+250+Wp>
- <https://www.tokopedia.com/deny2001/lampu-pju-solarcell-surya-40-watt-40led-solar-cell?src=topads>
- PERMEN PU No16 /PRT/M/2014 tentang Standar Pelayanan Minimal Jalan Tol.
- Putri Sundari dkk. 2017. Proposal Instalasi Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (Pjuts) Jalan Tol Probolinggo-Banyuwangi. Fakultas Teknik Mesin Dan Dirgantara Institut Teknologi Bandung.
- Raymond Simanjorang. Merencanakan PJUBS Tenaga Surya. PT Hexamitra Daya Prima
- SNI 7391:2008 tentang Spesifikasi penerangan jalan di kawasan perkotaan.
- TMLEnergy.com
- Undang-undang Nomor 26 tahun 1985.
- www.bisnis.com/amp/read/20170930/45/694507/ini-rencana-lelang-pengoperasian-tol-probolinggo-banyuwangi