

PERENCANAAN DAN ANALISIS PEMBIAYAAN

PENERANGAN JALAN UMUM (PJU)

(Studi Kasus: Jl. Tangkil-Ngeluk Kec. Gesi Kab. Sragen)



Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada
Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik

Oleh:

UMI KHOIRIYAH

D600130015

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2018

HALAMAN PERSETUJUAN

PERENCANAAN DAN ANALISIS PEMBIAYAAN

PENERANGAN JALAN UMUM (PJU)

(Studi Kasus: Jl. Tangkil-Ngeluk Kec. Gesi Kab. Sragen)

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

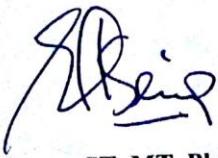
UMI KHOIRIYAH

D600130015

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen

Pembimbing



Eko Setiawan ST, MT, Ph.D

NIK. 888

HALAMAN PENGESAHAN

PERENCANAAN DAN ANALISIS PEMBIAYAAN

PENERANGAN JALAN UMUM (PJU)

(Studi Kasus: Jl. Tangkil-Ngeluk Kec. Gesi Kab. Sragen)

OLEH

UMI KHOIRIYAH

D600130015

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari jumat, 26 januari 2018

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Eko Setiawan ST, MT, Ph.D
(Ketua Dewan Penguji)
2. Hafidh Munawir ST, MT, M.Eng
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Much. Djunaidi ST, MT
(Anggota II Dewan Penguji)

(*Eko Setiawan*)

(*Hafidh Munawir*)

(*Much. Djunaidi*)

Dekan,

Ir. Sri Sunarjono MT, Ph.D, IPM

NIK. 682



PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diaitu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 2 April 2018

Penulis



UMI KHOIRIYAH

D 600 130 015

PERENCANAAN DAN ANALISIS PEMBIAYAAN

PENERANGAN JALAN UMUM (PJU)

(Studi Kasus: Jl. Tangkil-Ngeluk Kec. Gesi Kab. Sragen)

Abstrak

Infrastruktur penerangan jalan umum di Kabupaten Sragen masih belum merata. Untuk menghindari kecelakaan dan kriminalitas di sepanjang 2.450 meter dan lebar jalan 5 meter yang membentang dari jalan Desa Tangkil sampai jalan Desa Ngeluk Kecamatan Gesi Kabupaten Sragen, maka diperlukan pengadaan penerangan jalan. Dalam melakukan perencanaan teknis maka dipergunakan acuan SNI 7391 tahun 2008 dan analisis pembiayaan yang dilakukan diantaranya yaitu biaya investasi, biaya operasional, biaya perawatan dan biaya penggunaan daya. *Time value of money* yang digunakan sebesar 10% setiap tahunnya. Sehingga tagihan pelanggan setiap tahunnya berbeda-beda. Tagihan pajak penerangan jalan daerah Kabupaten Sragen sebesar 1,5% dengan perjanjian bahwa biaya investasi terselesaikan pada tahun ke-25.

Kata kunci: penerangan jalan umum, SNI 2008, investasi

Abstract

The infrastructure of the public street lighting in Sragen district is still not evenly. To avoid accidents and crime along the 2,450 meters and a width of 5 metres of road extending from the village to village Ngeluk Tangkil Subdistrict Gesi Kabupaten Sragen, then required the provision of street lighting. In conducting technical planning then used reference year 2008 7391 SNI and financing analysis done of them i.e. the cost of the investment, operating costs, maintenance costs and the cost of power usage. Time value of money used by 10% each year. So bill customers each year. Tax bill Sragen area street lighting amounted to 1.5% with agreement that the cost of the investment completed in the 25th.

Keywords: public street lighting, SNI 2008, investment

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Terdapat beberapa permasalahan di Kabupaten Sragen, salah satu diantaranya adalah belum tercapainya pemerataan Penerangan Jalan Umum (PJU) di dua puluh kecamatan wilayah Kabupaten Sragen. Salah satunya yaitu jalan Desa Tangkil sampai jalan Desa Ngeluk. Permasalahan pemerataan PJU akibat dari biaya penyediaan energi tidak hanya terjadi di Kabupaten Sragen, Indonesia secara umum mengalami masalah serius dari sektor energi karena laju permintaan energi melebihi pertumbuhan pasokan energi yang ada (Sallu dan Khodijah, 2015). Penggunaan lampu hemat energi dan penggunaan pembangkit listrik tenaga surya menjadi solusi saat ini. Perencanaan PJU disini untuk menghitung jumlah kebutuhan titik tiang lampu dan total biaya yang dibutuhkan, baik biaya investasi, operasional, biaya perawatannya, biaya beban dan pajak daerah.

1.2 Landasan Teori

1.2.1 Lampu Penerangan Jalan

Lampu penerangan jalan merupakan (a) bagian dari bangunan pelengkap jalan yang dapat diletakkan atau dipasang di kiri atau kanan jalan dan atau di tengah (di bagian median jalan) yang digunakan untuk menerangi jalan maupun lingkungan disekitar jalan yang diperlukan termasuk persimpangan jalan, jalan layang, jembatan, dan jalan di bawah tanah; (b) suatu unit pelengkap yang terdiri dari sumber cahaya, elemen optik, elemen elektrik, dan struktur penopang serta pondasi tiang lampu.

1.2.2 Jenis Jalan Menurut Fungsinya

Jenis jalan menurut fungsinya terdapat didalam Undang-Undang RI No. 38 tahun 2004 diantaranya yaitu Jalan Arteri, Jalan Kolektor, Jalan Lokal dan Jalan Lingkungan.

1.2.3 Tiang Lampu Penerangan Jalan

Tiang lampu penerangan jalan terbagi menjadi tiga, yaitu tiang lampu lengan tunggal tiang lampu lengan ganda dan tiang lampu tanpa lengan. Tiang lampu memiliki bentuk yang berbeda-beda diantaranya yang umum digunakan yaitu bulat dan oktagonal. Untuk menentukan sudut kemiringan lengan tiang lampu agar titik penerangan mengarah ke tengah-tengah jalan, maka rumus yang digunakan yaitu:

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

Sehingga:

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

Dimana,

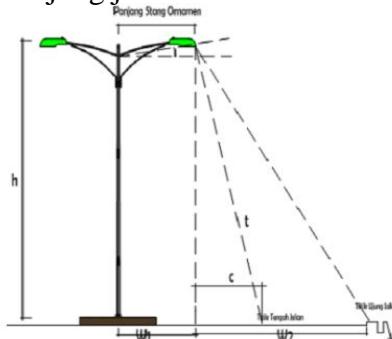
h = tinggi tiang

t = jarak lampu ke tengah-tengah jalan

c = jarak horizontal lampu dengan tengah jalan

W_1 = tiang ke ujung lampu

W_2 = jarak horizontal lampu ke ujung jalan



Gambar 1. Sudut Kemiringan Lengan Tiang

1.2.4 Dasar Pencahayaan

1.2.4.1 Arus cahaya/ fluks cahaya (Φ)

Menurut Abdul Kadir (1995) fluks cahaya adalah total cahaya yang dipancarkan setiap detik oleh sebuah sumber cahaya.

$$\Phi = \frac{Q}{t}$$

Dimana,

Φ = fluks cahaya (lm)

Q = energi cahaya (lm.dt)

t = waktu (dt)

1.2.4.2 Intensitas Cahaya (I)

Menurut P. van Harten (1981) intensitas cahaya adalah fluks cahaya per satuan sudut ruang yang dipancarkan ke suatu arah tertentu.

$$I = \frac{\Phi}{\omega}, \omega = 4\pi \quad \text{dengan} \quad K = \frac{\Phi}{P}, \Phi = K \times P$$

$$\text{Sehingga } I = \frac{K \times P}{\omega}$$

Dimana,

Φ = fluks cahaya (lm)

ω = sudut ruang (sr)

I = intensitas cahaya (cd)

1.2.4.3 Iluminasi (E)

Iluminasi/ intensitas penerangan merupakan fluks cahaya yang jatuh pada 1 m² dari bidang tersebut.

$$E = \frac{\Phi}{A} \quad \text{dengan} \quad E = \frac{\Phi}{A} = \frac{I \cdot \omega}{\omega \cdot r^2} = \frac{I}{r^2}$$

Dimana,

E = intensitas penerangan/ iluminasi (lux) (lm/m²)

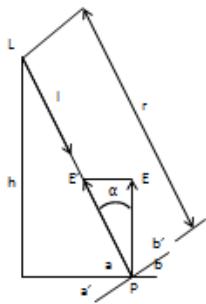
Φ = fluks cahaya (lm)

A = luas bidang (m²)

ω = sudut ruang (sr)

I = intensitas cahaya (cd)

r = jarak dari sumber cahaya ke titik P



Gambar 2. Intensitas penerangan horizontal pada titik P

(Sumber: Buku Instalasi Listrik Arus Kuat 2 Karya P. Van Harten 1981)

1.2.4.4 Luminasi (L)

Luminansi adalah fluks cahaya persatuan sudut ruang atau intensitas cahaya dari suatu permukaan persatuan luas.

$$L = \frac{\phi}{\omega(A \cos \theta)}$$

$$\text{Dengan } L = \frac{I \cdot \omega}{\omega (A \cos \theta)} = \frac{I}{A \cos \theta} = \frac{I}{4\pi r^2 \cos \theta}$$

Dimana,

L = luminasi (cd/m²)

A = luas bidang (m^2)

I = intensitas cahaya (Cd)

1.2.5 Standar Kualitas Pencahayaan Normal

Standar kualitas pencahayaan normal terdapat dua rekomendasi yaitu standarisasi yang telah ditetapkan Badan Standarisasi Nasional atau usulan dari Asosiasi Industri Luminer dan Kelistrikan Indonesia (AILKI) bekerja sama dengan *Japan Lighting Manufacturers Association* (JLMA) untuk penggunaan lampu LED. Berdasarkan metode iluminasi ataupun luminasi dapat dilihat pada tabel 1 dan 2 di bawah ini.

Tabel 1. Kualitas Pencahayaan Normal

Jenis/ Klasifikasi jalan	Kuat pencahayaan (luminansi)		Luminansi			Batasan silau	
	E rate- ra- (lux)	Kemerataan (Uniformity)	L rate-rata (cd/m ²)	Kemerataan (uniformity)		G	TJ (%)
	g1		VD	VI			
Trotoar	1 - 4	0,10	0,10	0,40	0,50	4	20
Jalan lokal : - Primer - Sekunder	5 - 8	0,10 0,10	0,50 0,50	0,40 0,40	0,50 0,50	4	20 20
Jalan kolektor : - Primer - Sekunder	9 - 7 9 - 7	0,14 0,14	1,00 1,00	0,40 0,40	0,50 0,50	4 - 6 4 - 6	20 20
Jalan arteri : - Primer - Sekunder	11 - 20 11 - 20	0,14 - 0,20 0,14 - 0,20	1,50 1,50	0,40 0,40	0,50 - 0,70 0,50 - 0,70	5 - 6 5 - 6	10 - 20 10 - 20
Jalan arteri dengan akses kota dan jalan bebas hambatan	15 - 20	0,14 - 0,20	1,50	0,40	0,50 - 0,70	5 - 6	10 - 20
Jalan layang, simpang susun, pertemuan jalan	20 - 25	0,20	2,00	0,40	0,70	6	10

Keterangan :	g1	: E_{min}/E_{maks}
	VD	: L_{min}/L_{maks}
	VI	: $L_{min}/L_{relatif}$
	G	: Silau (glare)
	I	: Intensitas cahaya (Intensity)

(Sumber: Badan Standarisasi Nasional 2008)

Tabel 2. Kualitas Pencahayaan Normal Lampu LED

Jenis/Klasifikasi jalan	Kuat Pencahayaan (Iluminasi)			Luminasi			Batasan silau	
	E rata-rata (lux)	Kemerataan (Uniformity)		L rata-rata (cd/m2)	Kemerataan (uniformity)		G	TJ (%)
		gl	VD		VI			
Jalan TOL nasional	20			1,00		0,70		10
Jalan raya nasional								
Jalan arteri utama	20			1,00		0,50		15
Jalan arteri/jalan kolektor	15 - 20			0,70		0,40		15

(Sumber: Perencanaan Sistem PJU Efisien Energi oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral 2014)

1.2.6 Jumlah Titik Lampu Penerangan Jalan

Jumlah titik lampu dapat diketahui apabila kita sudah menentukan jarak antar titik tiang lampu. Rumus yang digunakan adalah

$$T = \frac{L}{s} + 1$$

Dimana,

T : jumlah titik lampu

L : panjang jalan (m)

S : jarak tiang ke tiang (m)

Sedangkan jarak antar titik dapat dilihat pada tabel 2.3 jarak antar tiang lampu penerangan berdasar tipikal distribusi pencahayaan yang telah ditetapkan BSN 2008.

Tabel 3. Jarak Antar Tiang Lampu Penerangan Berdasarkan Tipikal Distribusi Pencahayaan dan Klasifikasi Lampu

Jenis lampu	Tinggi lampu (m)	Lebar jalan (m)									Tingkat pencahayaan
		4	5	6	7	8	9	10	11		
50W SON atau 80W MBF/U	4	31	30	29	28	26	-	-	-	3,5 LUX	
	5	33	32	32	31	30	29	28	27		
70W SON atau 125WMBF/U	6	48	47	46	44	43	41	39	37	6,0 LUX	
70W SON atau 125WMBF/U	6	34	33	32	31	30	28	26	24		
100W SON	6	48	47	45	42	40	38	36	34	10 LUX	
150W SON atau 250W MBF/U	8	-	-	48	47	45	43	41	39		
100W SON	6	-	-	28	26	23	-	-	-	20 LUX	
250W SON atau 400W MBF/U	10	-	-	-	-	55	53	50	47		
250W SON atau 400W MBF/U	10	-	-	36	35	33	32	30	28	30 LUX	
400W SON	12	-	-	-	-	39	38	37	36		

(Sumber: Badan Standarisasi Nasional 2008)

1.2.7 Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya

Panel surya sebagai komponen PJU tenaga surya berfungsi menerima sinar matahari kemudian mengubah cahaya tersebut menjadi energi listrik dengan proses *photovoltaic*. *Solar cell* akan mengkonversi radiasi matahari menjadi energi listrik secara langsung. Energi listrik yang didapat kemudian dialirkan menuju *solar charger controller*. *Solar charge controller* lalu akan mengatur arus searah yang diisi ke dalam baterai dan diambil dari baterai ke beban.

Solar charger controller juga mengatur *overcharginging* (kelebihan pengisian baterai/aki ‘penuh’ dan kelebihan voltase dari panel surya.

1.2.8 Analisis Pembiayaan

Parameter dasar biaya yang mempengaruhi perkiraan ekonomi penerangan jalan umum hemat energi LED (Giatman, 2006) yaitu:

- a. Biaya investasi yaitu biaya yang ditanamkan dalam rangka menyiapkan kebutuhan usaha untuk siap beroperasi dengan baik. Biaya ini biasanya dilakukan pada awal kegiatan usaha dalam jumlah yang relatif besar untuk kesinambungan usaha tersebut.
- b. Biaya operasional yaitu biaya yang dikeluarkan dalam rangka menjalankan aktivitas usaha tersebut sesuai dengan tujuan. Biaya ini biasanya dilakukan secara rutin. Karena kegiatan tersebut dilakukan berkala (*annuity*) dan biayanya akan terus naik setiap beberapa periode, maka digunakan metode nilai masa depan (*future value annuity*):

$$F = P (1+i)^n$$

Dimana,

F = Future/Nilai masa depan

N = Jumlah periode pemajemukan

I = Tingkat bunga efektif per periode

- c. Biaya perawatan yaitu biaya yang diperuntukkan dalam rangka menjaga/ menjamin *performance* (kerja) fasilitas atau peralatan agar selalu prima dan siap dioperasikan. Biaya perawatan penerangan jalan umum adalah biaya penggantian material akibat rusak atau sudah tidak layak digunakan.
- d. Biaya beban adalah biaya yang diperuntukkan pada pelanggan atas penggunaan daya. Tarif dasar listrik oleh PLN yang digunakan telah ditetapkan oleh Peraturan Menteri ESDM No. 19 Tahun 2016. Untuk menghitung penggunaan daya digunakan rumus:

$$E_{load} = P_{load} \times t$$

Biaya pemakaian listrik = $E_{load} \times t \times TDL$

Dimana,

P_{load} = daya beban (watt)

t = pemakaian beban (jam)

E_{load} : Energi yang terpakai (wh)

TDL : Tarif dasar listrik (Rp/Kwh)

Tabel 4. Tarif Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik

No	Wilayah	Kuota Kapasitas (MWp)	Harga Pembelian (sen USD/kWh)
1	DKI Jakarta		
2	Jawa Barat		
3	Banten		
4	Jawa Tengah dan DIY		
5	Jawa Timur		
6	Bali	5,0	16,0
7	Lampung	5,0	15,0
8	Sumatera Selatan, Jambi, dan Bengkulu	10,0	15,0
9	Aceh	5,0	17,0
10	Sumatera Utara	25,0	16,0
11	Sumatera Barat	5,0	15,5
12	Riau dan Kep. Riau	4,0	17,0
13	Bangka Belitung	5,0	17,0
14	Kalimantan Barat	5,0	17,0
15	Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah	4,0	16,0
16	Kalimantan Timur dan Kalimantan Utara	3,0	16,5
17	Sulawesi Utara, Sulawesi Tengah, dan Gorontalo	5,0	17,0
18	Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, dan Sulawesi Barat	5,0	16,0
19	NTB	5,0	18,0
20	NTT	3,5	23,0
21	Maluku dan Maluku Utara	3,0	23,0
22	Papua dan Papua Barat	2,5	25,0

(Sumber: Peraturan Menteri ESDM No. 19 tahun 2016)

1.2.9 Tarif Pajak Penerangan Jalan

Tarif pajak penerangan jalan dalam peraturan daerah Kabupaten Sragen No. 14 tahun 2011 pasal 31. Persentase besarnya pajak terdapat pada tabel 2.5.

Tabel 5. Tarif Pajak PJU Kabupaten Sragen

Asal	Digunakan	Tarif Pajak
PLN	bukan untuk industri	9%
Sumber lain atau PLN	industri, pertambangan minyak dan gas alam	3%
Sendiri/Pribadi		1,5%

(Sumber: Peraturan Pajak Kabupaten Sragen 2011)

2. METODOLOGI PENELITIAN

Adapun tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini diantaranya adalah sebagai berikut:

- Identifikasi awal dengan studi literatur dan studi lapangan
- Pencarian dan pengambilan data
- Pengolahan data teknis dan ekonomis
- Analisis hasil
- Simpulan dan saran

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Tiang Lampu Penerangan Jalan

Tiang lampu yang digunakan adalah tiang lampu lengan tunggal dengan tinggi tiang 6 meter dan panjang lengan 2 meter. Sehingga kemiringan lengan dapat dihitung seperti dibawah ini:

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

$$= \sqrt{6^2 + 1.5^2}$$

$$= 6.18 \text{ meter}$$

Sehingga:

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

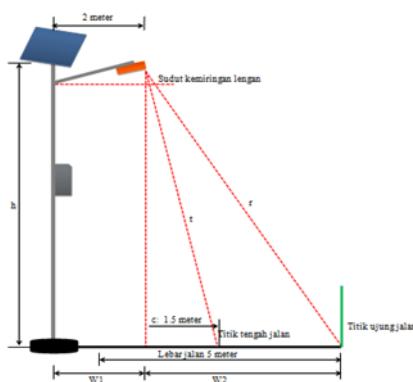
$$= \frac{6}{6.18}$$

$$= 0.97$$

$$\alpha = \cos^{-1} 0.97$$

$$= 14.06^\circ$$

$$= 14^\circ$$



Gambar 3. Penentuan sudut kemiringan pada lengan tiang lampu terhadap lebar jalan

Tabel 6. Sudut Kemiringan Lengan Tiang Lampu

No	Spesifikasi			
	Lebat jalan (m)	Tinggi tiang PJU (m)	Daya (w)	Derajat kemiringan lengan tiang PJU (°)
1	5	6	30	14
2	5	6	50	14
3	5	6	60	14
4	5	6	100	14
5	5	6	120	14

Hasil dari perhitungan di atas menunjukkan bahwa sudut derajat kemiringan lengan tiang lampu dipengaruhi oleh tinggi tiang lampu dan lebar jalan. Besar sudut derajat kemiringan masing-masing lampu sama yaitu 14° . Besar daya dari lampu tidak mempengaruhi derajat kemiringan lengan.

3.2 Perhitungan Pencahayaan

- Permisalan bahwa 1 watt lampu LED sama dengan 100 lumen. Sehingga fluks cahaya pada lampu LED 30 watt yaitu 3000 lm.
- Menghitung intensitas cahaya (I) dan iluminasi (E)

$$I = \frac{\phi}{\omega}, \omega = 4\pi \text{ maka } I = \frac{K \times P}{\omega}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{100 \times 30}{4 \times 3,14} \\
&= \frac{3000}{12,56} \\
&= 238,85 \text{ cd}
\end{aligned}$$

c) Menghitung iluminasi pada titik ujung jalan

Jarak lampu ke ujung jalan (r):

$$r = \sqrt{h^2 + w^2}$$

$$= \sqrt{6^2 + 4^2}$$

$$= 7,21 \text{ meter}$$

$$\begin{aligned}
E &= \frac{I}{r^2} \cos \theta \\
&= \frac{238,85}{7,21^2} \times \frac{6}{7,21} \\
&= \frac{1433,1}{374,92} \\
&= 3,82 \text{ lux}
\end{aligned}$$

d) Menghitung luminasi (L)

$$\begin{aligned}
L &= \frac{I}{4\pi r^2 \cos \theta} \\
L &= \frac{238,85}{4 \times 3,14 \times 7,21^2 \times 0,83} \\
L &= \frac{238,85}{542,1} \\
L &= 0,44 \text{ cd/m.}
\end{aligned}$$

Tabel 7. Perhitungan Pencahayaan

No	Spesifikasi				Hasil perhitungan			
	Lebat jalan (m)	Tinggi tiang PJU (m)	Daya (w)	Derajat kemiringan lengan tiang PJU (°)	Fluks cahaya (lm)	Intensitas cahaya (cd)	Iluminasi (lux)	Luminasi (cd/m²)
1	5	6	30	14	3000	238,85	3,82	0,44
2	5	6	50	14	5000	398,1	6,37	0,73
3	5	6	60	14	6000	477,71	7,64	0,88
4	5	6	100	14	10000	796,17	12,64	1,46
5	5	6	120	14	12000	955,41	15,29	1,76

Hasil perhitungan di atas menunjukkan bahwa kuat pencahayaan (iluminasi) sebuah lampu PJU dipengaruhi oleh tinggi tiang lampu, intensitas cahaya dan jarak lampu ke ujung jalan secara horizontal. Kuat pencahayaan penerangan jalan untuk jalan kolektor primer pada SNI 2008 ditetapkan sebesar 3-7 lux dan pada standar AILKI untuk jalan kolektor kuat pencahayaan yang ditetapkan sebesar 15-20 lux. Lampu LED yang sesuai dengan standar

SNI 7391 yaitu lampu LED 30 dan LED 50 watt. Namun, untuk menekan biaya maka lampu yang digunakan yaitu lampu LED 30 watt sesuai SNI 2008.

3.3 Menghitung Jumlah Titik Lampu Yang Dibutuhkan

Jarak antar titik tiang lampu yang digunakan yaitu 47 meter dimana jarak tersebut digunakan karena lampu LED 30 watt pencahayaanya setara dengan lampu SON 70 watt pada SNI 2008. Maka, jumlah kebutuhan titik tiang lampu yaitu 53 titik.

$$T = \frac{2450}{47} + 1$$

$$= 53,127 \approx 53 \text{ titik.}$$

3.4 Analisis biaya investasi

Biaya investasi merupakan biaya pengadaan PJU belum termasuk biaya operasional dan perawatan. Harga dari semua komponen dijumlahkan kemudian didapat biaya investasi per titik tiang lampu. Penjabaran harga-harga yang digunakan dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 8. Biaya Investasi Pengadaan Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya Semi Integrasi

No	Komponen	Jumlah	Harga per Satuan	Total Harga
1	Lampu LED 30 watt	1	Rp 1,200,000.00	Rp 1,200,000.00
2	Panel Surya 145 Wp Mono-crystalline	1	Rp 2,086,000.00	Rp 2,086,000.00
3	Solar Charger Controller MPPT 10A/24V wireless	1	Rp 1,286,300.00	Rp 1,286,300.00
4	Baterai 12V/15Ah LiFePO4	1	Rp 672,300.00	Rp 672,300.00
5	Tiang Lampu 6 m	1	Rp 2,000,000.00	Rp 2,000,000.00
6	Kabel Instalasi PV NHYHY 2x2.5mm (hitam)	2 m	Rp 12,500.00	Rp 25,000.00
7	Kabel Instalasi Lampu NHYHY 2x2.1mm (hitam)	2 m	Rp 11,000.00	Rp 22,000.00
8	Biaya Instalasi	1	Rp 300,000.00	Rp 300,000.00
9	Biaya Pengiriman	1	Rp 1,000,000.00	Rp 1,000,000.00
10	Lain-lain (Aksesoris, baut dll)	1	Rp 700,000.00	Rp 700,000.00
Total				Rp 9,291,600.00

Jumlah biaya investasi pengadaan penerangan jalan umum tenaga surya sebesar Rp 9.291.600,00 x 53 = Rp 492.454.800,00.

3.5 Menghitung Biaya Operasional

Permisalan biaya pembersihan panel surya dan pengecekan komponen rumah lampu dilakukan setiap 4 bulan sekali berkisar Rp 10.000,00 untuk setiap titik lampu. Maka biaya yang dikeluarkan untuk 53 titik lampu pada tahun pertama belum termasuk *time value of money* yaitu sebesar Rp 1.590.000,00.

3.6 Menghitung Biaya Perawatan

Biaya perawatan merupakan biaya penggantian komponen akibat kerusakan. Untuk mempermudah dan mengakumulasi biaya yang harus terkumpul setiap tahunnya, maka harga masing-masing komponen dibagi dengan *life time* setiap komponen kemudian dijumlahkan.

Tabel 9. Biaya Perawatan Tahun Pertama

No	Komponen	Life time (Tahun)	Harga Komponen	Deposit per Tahun
1	Lampu LED 30 watt	11	Rp 1,200,000.00	Rp 109,091.00
2	Panel Surya 145 Wp Mono-crystalline	25	Rp 2,086,000.00	Rp 83,440.00
3	Solar Charger Controller MPPT 10A/12V wireless	15	Rp 1,286,300.00	Rp 85,733.33
4	Baterai 12V/15Ah LiFePO4	10	Rp 672,300.00	Rp 67,230.00
5	Tiang Lampu 6 m	25	Rp 2,000,000.00	Rp 80,000.00
6	Kabel Instalasi PV NHYHY 2x2.5mm (hitam)	25	Rp 25,000.00	Rp 1,000.00
7	Kabel Instalasi Lampu NHYHY 2x2.1mm (hitam)	25	Rp 22,000.00	Rp 880.00
Total				Rp 427,373.33

Hasil dari perhitungan diatas menunjukkan bahwa biaya yang harus terkumpul pada tahun pertama yaitu sebesar Rp 427.373.33.

3.7 Menghitung Biaya Pemakaian Listrik

Lampu LED yang digunakan yaitu lampu LED 30 watt, dimana setiap harinya lampu menyala selama 12 jam. Sehingga energi yang digunakan yaitu 360 *watt hour*.

$$E_{load} = P_{load} \times t$$

$$= 30 \text{ watt} \times 12 \text{ jam} = 360 \text{ wh}$$

Permisalan,

$$1 \text{ USD} = 13.446 \text{ rupiah}$$

(Sumber: <http://www.bi.go.id> diakses pada 30 November 2017)

$$100 \text{ sen} = 1 \text{ USD}$$

$$1 \text{ sen USD} = \text{Rp } 134,46$$

$$14,5 \text{ sen USD} = 14,5 \times 134,46 = \text{Rp } 1.949,46$$

Biaya pemakaian listrik tiap bulan

$$E_{load} \times t \times TDL = 0,360 \text{ KWh} \times 360 \text{ jam} \times 1.949,46$$

$$= \text{Rp } 252.650,016$$

Biaya pemakaian listrik tiap tahun

$$= 12 \text{ bulan} \times \text{Rp } 252.650,016$$

$$= \text{Rp } 3.031.800,192$$

Hasil dari perhitungan *break event point* tabel 10 menunjukkan bahwa persentase *time value of money*, banyaknya pelanggan PLN, dan persentase pajak daerah sangat berpengaruh pada jumlah tagihan pada pelanggan. Semakin besar persentase *time value of money* akan memperlihatkan bahwa jumlah uang yang sama tidak ekuivalen pada 25 tahun mendatang. Oleh karena itu, biaya pengembalian setiap tahunnya berbeda. Hal ini juga berpengaruh pada banyaknya pelanggan, semakin banyaknya pelanggan maka biaya pokok (biaya beban, biaya investasi, biaya operasional, dan biaya perawatan) ditambah pajak akan menjadi lebih kecil. Begitu pula sebaliknya jika semakin sedikit pelanggan maka biaya pokok ditambah pajak akan lebih besar. Untuk rata-rata tagihan listrik pelanggan pada tahun 2017 golongan 900VA yang sudah tidak memiliki subsidi sebesar Rp 185.794,00. Pemungutan pajak sebesar 1,5% diambil dari tagihan listrik bulanan pelanggan listrik PLN. Sehingga tagihan pajak penerangan jalan setiap pelanggan yaitu $Rp\ 185.792,00 \times 1,5\%$ sebesar Rp 2.786,91.

4. PENUTUP

Simpulan mengenai “Perencanaan dan Analisis Pembiayaan Penerangan Jalan Umum (PJU) (Studi Kasus: Jl. Tangkil-Ngeluk Kec. Gesi Kab. Sragen)” diantaranya adalah:

- a. Jumlah titik tiang lampu penerangan jalan umum tenaga surya yang dibutuhkan sepanjang jalan Desa Tangkil sampai Desa Ngelek Kecamatan Gesi Kabupaten Sragen sebanyak 53 titik.
- b. Biaya investasi pengadaan penerangan jalan umum tenaga surya sebesar Rp 492.454.800,00 dengan penyelesaian *annual* selama 25 tahun bunga 10% maka biaya investasi pertahunnya sebesar Rp 54.253.745,32. *Time value of money* sebesar 10% untuk biaya operasional, perawatan dan beban. Tagihan pajak penerangan jalan setiap pelanggannya di Kabupaten Sragen sebesar Rp 2.786,91 yang diambil dari 1,5% tagihan listrik PLN.
- c. Persentase pajak penerangan jalan umum tenaga surya Kabupaten Sragen sebesar 1,5%. Dengan pertimbangan bahwa penyedia fasilitas infrastruktur penerangan jalan umum oleh PLN dan digunakan untuk masyarakat umum.

Tabel 10. *Break Event Point* Dengan Pajak Kabupaten Sragen

Tahun Ke-	PENGELUARAN								PEMASUKAN	
	Investasi Pengadaan PJUTS	Operasional		Perawatan		Beban Penggunaan Daya				
		Rp 492,454,800.00	Pengeluaran	Bunga	Pengeluaran	Bunga	Pengeluaran	Bunga		
				10%		10%		10%		
1	Rp 54,253,745.32	Rp 1,590,000.00	Rp 159,000.00	Rp 427,373.33	Rp 42,737.33	Rp 3,031,800.19	Rp 303,180.02	Rp 59,302,918.84	Rp 879,877,651.38	
2	Rp 54,253,745.32	Rp 1,749,000.00	Rp 174,900.00	Rp 470,110.66	Rp 47,011.07	Rp 3,334,980.21	Rp 333,498.02	Rp 59,807,836.19	Rp 879,877,651.38	
3	Rp 54,253,745.32	Rp 1,923,900.00	Rp 192,390.00	Rp 517,121.73	Rp 51,712.17	Rp 3,668,478.23	Rp 366,847.82	Rp 60,363,245.28	Rp 879,877,651.38	
4	Rp 54,253,745.32	Rp 2,116,290.00	Rp 211,629.00	Rp 568,833.90	Rp 56,883.39	Rp 4,035,326.06	Rp 403,532.61	Rp 60,974,195.27	Rp 879,877,651.38	
5	Rp 54,253,745.32	Rp 2,327,919.00	Rp 232,791.90	Rp 625,717.29	Rp 62,571.73	Rp 4,438,858.66	Rp 443,885.87	Rp 61,646,240.27	Rp 879,877,651.38	
6	Rp 54,253,745.32	Rp 2,560,710.90	Rp 256,071.09	Rp 688,289.02	Rp 68,828.90	Rp 4,882,744.53	Rp 488,274.45	Rp 62,385,489.76	Rp 879,877,651.38	
7	Rp 54,253,745.32	Rp 2,816,781.99	Rp 281,678.20	Rp 757,117.92	Rp 75,711.79	Rp 5,371,018.98	Rp 537,101.90	Rp 63,198,664.21	Rp 879,877,651.38	
8	Rp 54,253,745.32	Rp 3,098,460.19	Rp 309,846.02	Rp 832,829.72	Rp 83,282.97	Rp 5,908,120.88	Rp 590,812.09	Rp 64,093,156.10	Rp 879,877,651.38	
9	Rp 54,253,745.32	Rp 3,408,306.21	Rp 340,830.62	Rp 916,112.69	Rp 91,611.27	Rp 6,498,932.97	Rp 649,893.30	Rp 65,077,097.18	Rp 879,877,651.38	
10	Rp 54,253,745.32	Rp 3,749,136.83	Rp 374,913.68	Rp 1,007,723.96	Rp 100,772.40	Rp 7,148,826.26	Rp 714,882.63	Rp 66,159,432.36	Rp 879,877,651.38	
11	Rp 54,253,745.32	Rp 4,124,050.51	Rp 412,405.05	Rp 1,108,496.35	Rp 110,849.64	Rp 7,863,708.89	Rp 786,370.89	Rp 67,350,001.07	Rp 879,877,651.38	
12	Rp 54,253,745.32	Rp 4,536,455.56	Rp 453,645.56	Rp 1,219,345.99	Rp 121,934.60	Rp 8,650,079.78	Rp 865,007.98	Rp 68,659,626.64	Rp 879,877,651.38	
13	Rp 54,253,745.32	Rp 4,990,101.12	Rp 499,010.11	Rp 1,341,280.59	Rp 134,128.06	Rp 9,515,087.76	Rp 951,508.78	Rp 70,100,214.78	Rp 879,877,651.38	
14	Rp 54,253,745.32	Rp 5,489,111.23	Rp 548,911.12	Rp 1,475,408.64	Rp 147,540.86	Rp 10,466,596.53	Rp 1,046,659.65	Rp 71,684,861.72	Rp 879,877,651.38	
15	Rp 54,253,745.32	Rp 6,038,022.35	Rp 603,802.24	Rp 1,622,949.51	Rp 162,294.95	Rp 11,513,256.18	Rp 1,151,325.62	Rp 73,427,973.36	Rp 879,877,651.38	
16	Rp 54,253,745.32	Rp 6,641,824.59	Rp 664,182.46	Rp 1,785,244.46	Rp 178,524.45	Rp 12,664,581.80	Rp 1,266,458.18	Rp 75,345,396.17	Rp 879,877,651.38	
17	Rp 54,253,745.32	Rp 7,306,007.05	Rp 730,600.70	Rp 1,963,768.91	Rp 196,376.89	Rp 13,931,039.98	Rp 1,393,104.00	Rp 77,454,561.25	Rp 879,877,651.38	
18	Rp 54,253,745.32	Rp 8,036,607.75	Rp 803,660.78	Rp 2,160,145.80	Rp 216,014.58	Rp 15,324,143.98	Rp 1,532,414.40	Rp 79,774,642.85	Rp 879,877,651.38	
19	Rp 54,253,745.32	Rp 8,840,268.53	Rp 884,026.85	Rp 2,376,160.38	Rp 237,616.04	Rp 16,856,558.38	Rp 1,685,655.84	Rp 82,326,732.60	Rp 879,877,651.38	
20	Rp 54,253,745.32	Rp 9,724,295.38	Rp 972,429.54	Rp 2,613,776.41	Rp 261,377.64	Rp 18,542,214.22	Rp 1,854,221.42	Rp 85,134,031.33	Rp 879,877,651.38	
21	Rp 54,253,745.32	Rp 10,696,724.92	Rp 1,069,672.49	Rp 2,875,154.06	Rp 287,515.41	Rp 20,396,435.64	Rp 2,039,643.56	Rp 88,222,059.93	Rp 879,877,651.38	
22	Rp 54,253,745.32	Rp 11,766,397.41	Rp 1,176,639.74	Rp 3,162,669.46	Rp 316,266.95	Rp 22,436,079.20	Rp 2,243,607.92	Rp 91,618,891.39	Rp 879,877,651.38	
23	Rp 54,253,745.32	Rp 12,943,037.15	Rp 1,294,303.72	Rp 3,478,936.41	Rp 347,893.64	Rp 24,679,687.12	Rp 2,467,968.71	Rp 95,355,406.00	Rp 879,877,651.38	
24	Rp 54,253,745.32	Rp 14,237,340.87	Rp 1,423,734.09	Rp 3,826,830.05	Rp 382,683.00	Rp 27,147,655.83	Rp 2,714,765.58	Rp 99,465,572.07	Rp 879,877,651.38	
25	Rp 54,253,745.32	Rp 15,661,074.95	Rp 1,566,107.50	Rp 4,209,513.05	Rp 420,951.31	Rp 29,862,421.42	Rp 2,986,242.14	Rp 103,986,754.74	Rp 879,877,651.38	

DAFTAR PUSTAKA

- Giatman, M.2006.*Ekonomi Teknik*.Jakarta:PT. Raja Grafindo Persada
- Harten, P. Van. 1981.*Instalasi Arus Kuat 2*. Bandung: Bina Cipta
- Limbong, D. B. dan Kasim, S. T. 2014. *Perbandingan Teknis dan Ekonomis Penggunaan Penerangan Jalan Umum Solar Cell dengan Penerangan Jalan Umum Konvensional*.
- SINGUDA ENSIKOM, Vol. 8 No. 3**
- Sallu, S. dan Khodijah. 2015. *Konsep Penerangan Solar Sel Dengan Sistem Otomatis Pada Skala Rumah Tangga Dari Sudut Pandang Ekonomi*. **Prosiding KNSI 2015**
- Tim Penyusun. 2008. *SNI 7391 Spesifikasi Penerangan Jalan di Kawasan Perkotaan*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional
- Tim Penyusun. 2011. *Peraturan Daerah Kabupaten Sragen No 14 Tahun 2011 tentang Pajak Daerah*. Sragen: Bupati Sragen
- Tim Penyusun. 2016. *Peraturan Menteri ESDM No 19 Tahun 2016 tentang Pembelian Tenaga Listrik Dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik oleh PT Perusahaan Listrik Negara (Persero)*. Jakarta: Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia diakses dari <http://ebtke.esdm.go.id/download/file>, 8 Pebruari 2017
- Tim penyusun. 2014. *Perencanaan Sistem PJU Efisiensi Energi*. Jakarta: Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral