

Analisis Ekonomi Penerapan Konservasi Energi Listrik Penerangan Jalan Umum Jalan Jendral Sudirman Kota Pekanbaru

Rian Adli, Nurhalim

Program Studi Teknik Elektro S1

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Riau

Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

Email: rianadli19@gmail.com

ABSTRACT

One of the efforts that can be done from the depletion of the electric energy sources supply was to reduce the consumption of electric energy. It can be applied to the streetlights without reduced the use of its value. Jendral Sudirman Street Pekanbaru is one of the arterial roads that used conventional lamp SON-T 250 Watt. The existing streetlights condition at Jendral Sudirman street was not standardize at all points that have been set because of it's not appropriate specification and placement of the pole. The streetlights conservation at Jendral Sudirman street to the 150 Watt LED energy saving lamp be required investment cost of Rp 1,289,666,668, with the electrical energy savings of 15 264 kWh per month and electrical cost savings per month up to Rp 23,265,999.36. The economic analysis which is obtained from the streetlights conservation activities at Jendral Sudirman in the form of NPV (Net Present Value) as much Rp 957,717,056.10, Gross B / C (Gross Benefit Cost Ratio) 1,742, and the payback period of benefits obtained (Payback Period) for 5.727 years.

Keywords : Conservation, LED, economic analysis, NPV, Gross B / C, Payback Periode

I. PENDAHULUAN

Kota Pekanbaru merupakan pusat pemerintahan provinsi Riau yang memiliki tingkat mobilitas masyarakat yang tinggi. Tingkat mobilitas yang tinggi ini dapat dilihat dari kepadatan lalu lintas pada jalan yang ada di kota Pekanbaru. Untuk mendukung dan memberikan kenyamanan keselamatan terhadap mobilitas masyarakat Pekanbaru, hal ini menyebabkan Penerangan Jalan Umum (PJU) sangat diperlukan keberadaannya di Pekanbaru.

Pencahayaan PJU sendiri memiliki standar kualitas pencahayaan yang telah ditetapkan oleh Badan Standarisasi Nasional. Kualitas standar pencahayaan tersebut ditentukan berdasarkan jenis/klasifikasi jalan yang diterangi oleh PJU tersebut dengan tujuan agar dapat memberikan kenyamanan dan keselamatan bagi pengguna jalan.

Keberadaan PJU sendiri tidak terlepas dari penggunaan energi listrik yang cukup tinggi dimana dewasa ini krisis energi merupakan

masalah yang sangat fundamental di Indonesia. Untuk itu diperlukan penghematan penggunaan energi listrik PJU tanpa mengurangi nilai guna dari PJU tersebut.

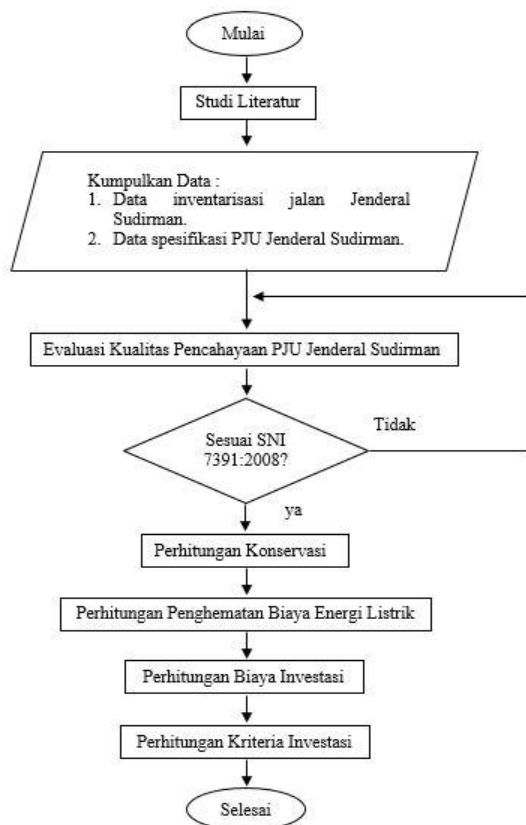
Penelitian ini bertujuan untuk memberikan analisis konservasi perbandingan penggunaan lampu jenis sodium yang sedang digunakan pada saat ini dengan lampu hemat energi untuk penerangan jalan umum jalan Jendral Sudirman kota Pekanbaru berupa evaluasi kualitas pencahayaan PJU jalan Jenderal Sudirman, perhitungan konservasi, perhitungan penghematan energi listrik, perhitungan biaya investasi, serta perhitungan kriteria investasi berupa NPV (*Net Present Value*), *gross B/C* dan *Payback Periode*.

II. METODE PENELITIAN

Untuk mendapatkan data yang dibutuhkan dalam melaksanakan penelitian, prosedur yang dilalui adalah : meminta surat izin pengambilan data dari Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau untuk Dinas Kebersihan dan Pertamanan

Kota Pekanbaru sebagai pengelola lampu penerangan jalan untuk kota Pekanbaru.

Berikut merupakan gambaran alur penelitian yang akan dilaksanakan :



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Tahap awal penelitian ini adalah mengumpulkan berbagai referensi ataupun jurnal-jurnal yang relevan dengan topik penelitian. Setelah itu, mengumpulkan data – data yang dibutuhkan yaitu berupa data primer dan data sekunder.

Setelah data lengkap terkumpul maka akan dilanjutkan dengan melakukan observasi langsung untuk mendapatkan data yang sesuai dengan keadaan eksisting.

Tabel 1. Data lampu penerangan jalan umum jalan Jendral Sudirman

Lokasi	Jalan Jendral Sudirman
Jenis lampu	SON-T 250 Watt
Jarak antar tiang	50 meter, <i>Flyover</i> 42 meter
Tinggi tiang	11 meter
Lebar stang ornament tiang	2,2 meter
Jumlah panel	9 bh (16,5 kVA, 23 kVA, 10,6 kVA, 41,5 kVA, 41,5 kVA, 41,5 kVA, 41,5 kVA, 33 kVA, 33 kVA)
Jumlah tiang lengan tunggal	48 bh
Jumlah tiang lengan ganda	182 bh
Jumlah tiang 3 lengan	4 bh

Jalan Jendral Sudirman memiliki panjang 7.727,28 meter dengan menggunakan tiang berlengan tunggal, ganda dan tiga lengan. Tiang berlengan tunggal hanya digunakan pada bagian jalan bawah *flyover*, dengan lebar median 2 meter dan jarak antar tiang 42 meter. Sedangkan untuk jalan Jendral Sudirman memiliki median jalan 2,75 meter dan jarak antar tiang 50 meter.

Berdasarkan pengumpulan data di Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Pekanbaru, tidak diperoleh data mengenai kemiringan sudut stang ornamen. Dikarenakan sulitnya untuk melakukan pengukuran langsung pada tiang yang digunakan, Penulis beranggapan bahwa besar kemiringan sudut stang ornamen dalam ukuran yang semestinya sesuai dengan perhitungan. Untuk menentukan sudut stang ornamen dapat digunakan persamaan :

$$\phi = \cos^{-1} \frac{h}{r} \quad (1)$$

Untuk melakukan perhitungan intensitas cahaya, digunakan persamaan berikut dimana hasil dari perhitungan ini akan digunakan

dalam melakukan perhitungan intensitas penerangan.

$$I = \frac{K.P}{\omega} \quad (2)$$

Setelah dilakukan perhitungan intensitas cahaya maka intensitas penerangan dapat dihitung dengan persamaan :

$$E^1 = \frac{I}{r^2} \cos a \quad (3)$$

Evaluasi pencahayaan akan disesuaikan dengan standar SNI 7391:2008.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Sri Pringaton dkk, diperoleh tingkat kesetaraan *Photopic Luminous Fluks* SON-T 250 Watt dengan LED 150 Watt. Perhitungan biaya investasi konservasi lampu SON-T 250 Watt dengan LED 150 Watt dapat dihitung dengan persamaan :

$$F_{cons} = \sum N \times F_{lamp} \quad (4)$$

Perhitungan penghematan energi listrik dapat dilakukan dengan mengurangi pemakaian daya sebelum dan setelah konservasi, dengan persamaan :

$$E_{load} = P \times t \quad (5)$$

Sedangkan untuk menghitung penghematan biaya energi listrik/tagihan, diperoleh dapat dihitung dari persamaan :

$$F_{load} = E_{load} \times TDL \quad (6)$$

Untuk menguji kelayakan ekonomi dari konservasi energi listrik lampu penerangan jalan umum di jalan Jendral Sudirman diperlukan sebuah analisis ekonomi dari kegiatan konservasi tersebut, adapun langkah pertama yang dilakukan ialah menghitung nilai *discount factor* (DF) dengan persamaan :

$$DF = \frac{1}{(1+i)^t} \quad (7)$$

Kriteria investasi yang pertama adalah *net present value* (NPV) yang merupakan arus kas yang diperkirakan pada masa yang akan datang yang didiskonkan pada saat ini. Untuk menghitung nilai NPV, pertama sekali dilakukan perhitungan dari nilai *present value* (PV) manfaat/*benefit* maupun nilai PV

biaya/*cost* pada periode yang telah ditentukan dengan menggunakan persamaan :

$$PV = \frac{B_n}{(1+r)^t} \quad (8)$$

Setelah didapat nilai PV manfaat dan PV biaya, dapat dilanjutkan dengan menghitung nilai NPV dengan menggunakan persamaan :

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{Bt}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{Ct}{(1+i)^t} \quad (9)$$

Kriteria investasi yang kedua adalah *gross benefit cost ratio* (*Gross B/C*) yang merupakan perbandingan antara *present value benefit* dengan *present value cost* yang dapat dihitung dengan persamaan :

$$Gross B/C = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{Bt}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{Ct}{(1+i)^t}} \quad (10)$$

Kriteria investasi lain yaitu *payback periode* (PBP) merupakan salah satu kriteria investasi dimana dipergunakan untuk mengukur seberapa cepat pengembalian dari modal investasi yang dilakukan. Untuk menghitung nilai *PBP* dapat menggunakan persamaan :

$$PBP = T_{p-1} + \frac{\sum_{i=1}^n Ii - \sum_{i=1}^n B_{icp-1}}{Bp - B_{icp-1}} \quad (11)$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Evaluasi Kualitas Pencahayaan

Perhitungan sudut stang ornamen yang mengarahkan lampu tepat ketengah jalan yaitu untuk jalan Jendral Sudirman dengan lebar median 2,75 meter :

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

$$r = \sqrt{11^2 + 3,675^2}$$

$$r = 11,59 \text{ m}$$

Maka :

$$\varphi = \cos^{-1} \frac{h}{r}$$

$$\varphi = \cos^{-1} \frac{11}{11,59}$$

$$\varphi = 18,36^{\circ}$$

Untuk *flyover* jalan Jendral Sudirman :

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

$$r = \sqrt{11^2 + 0,8^2}$$

$$r = 11,02 \text{ m}$$

Maka :

$$\varphi = \cos^{-1} \frac{h}{r}$$

$$\varphi = \cos^{-1} \frac{11}{11,02}$$

$$\varphi = 3,45^{\circ}$$

Untuk jalan Jendral Sudirman bawah *flyover* dengan lebar median 2 meter :

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

$$r = \sqrt{11^2 + 2,8^2}$$

$$r = 11,35 \text{ m}$$

Maka :

$$\varphi = \cos^{-1} \frac{h}{r}$$

$$\varphi = \cos^{-1} \frac{11}{11,35}$$

$$\varphi = 14,28^{\circ}$$

Penerangan jalan umum jalan Jendral Sudirman keadaan eksisting memakai jenis lampu jalan sodium bertekanan tinggi yaitu SON-T 250 Watt. Besarnya K atau efikasi cahaya rata-rata lampu sodium menurut SNI 7391:2008 adalah 110 lm/watt, dengan daya 250 watt dan besarnya sudut ruang $\omega = 4\pi$, maka diperoleh intensitas cahaya keadaan eksisting :

$$I = \frac{K.P}{\omega}$$

$$I = \frac{110.250}{4\pi}$$

$$I = 2189,49 \text{ Cd}$$

Intensitas penerangan/iluminansi lampu penerangan jalan Jendral Sudirman keadaan diperlukan untuk menentukan apakah intensitas

penerangan telah sesuai dengan standar nasional yang telah ditetapkan.

1. Intensitas Penerangan Jalan Jendral Sudirman

Intensitas penerangan jalan Jendral Sudirman dengan lebar median 2,75 meter, intensitas penerangan pada titik tengah jalan dapat dihitung :

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

$$r = \sqrt{11^2 + 3,675^2}$$

$$r = 11,59 \text{ m}$$

$$E_{\max} = \frac{1}{r^2} \cos a$$

$$E_{\max} = \frac{2189,49}{11,59^2} \times \frac{11}{11,59}$$

$$E_{\max} = 15,46 \text{ lux}$$

Intensitas pada ujung jalan :

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

$$r = \sqrt{11^2 + 8,175^2}$$

$$r = 13,70 \text{ m}$$

$$E_b = \frac{1}{r^2} \cos a$$

$$E_b = \frac{2189,49}{13,70^2} \times \frac{11}{13,70}$$

$$E_b = 9,35 \text{ lux}$$

Intensitas penerangan pada titik terjauh (25 meter) :

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

$$r = \sqrt{11^2 + 25,26^2}$$

$$r = 27,55 \text{ m}$$

Karena titik terjauh juga mendapat pengaruh intensitas penerangan dari lampu berikutnya, maka dapat dilakukan perhitungan dengan persamaan :

$$E_{\min} = 2 \left(\frac{I}{r^2} \cos a \right)$$

$$E_{\min} = 2 \left(\frac{2189,49}{27,55^2} \times \frac{11}{27,55} \right)$$

$$E_{\min} = 2,30 \text{ lux}$$

Dengan demikian dapat diperoleh tingkat pemerataan (g) yaitu :

$$g = \frac{E_{\min}}{E_{\max}}$$

$$g = \frac{2,30}{15,46}$$

$$g = 0,14$$

Berdasarkan SNI 7391:2008, intensitas penerangan yang diperoleh pada jalan Jendral Sudirman tidak memenuhi standar yang ditetapkan. Agar intensitas penerangan dapat memenuhi standar yang ditetapkan, diperlukan penyesuaian terhadap lampu yang digunakan, spesifikasi tiang yang digunakan, maupun peletakan tiang. Karena penggunaan lampu SONT-250 Watt belum memenuhi standar, maka langkah awal yang dapat dilakukan ialah dengan mengganti lampu SONT-250 Watt dengan lampu SONT yang memiliki daya lebih besar.

Tabel 2. Intensitas Penerangan Lampu SON-T 400 Watt

Intensitas Penerangan				SNI 7391	
E _{max} (lux)	E _b (lux)	E _{min} (lux)	g	E _{rata-rata} (lux)	g
24,75	14,98	3,68	0,14	11-20	0,14-0,20

Berdasarkan Tabel 2 intensitas penerangan yang diperoleh dari lampu SON-T 400 watt juga tidak memenuhi standar yang telah ditetapkan. Setelah perhitungan intensitas penerangan lampu SON-T 400 Watt juga belum memenuhi standar, maka diperlukan penyesuaian lain yaitu dengan mengubah spesifikasi tiang.

Tabel 3. Pengaruh tinggi tiang terhadap intensitas penerangan yang dihasilkan (SON-T 250 Watt)

Tinggi tiang (m)	Intensitas Penerangan			
	E _{max} (lux)	E _b (Lux)	E _{min} (Lux)	G
12	13,29	8,58	2,40	0,18
11	15,46	9,35	2,30	0,14
10	18,10	10,16	2,18	0,12
9	21,44	10,96	2,04	0,09

Berdasarkan Tabel 3 intensitas penerangan yang dihasilkan dari variasi ketinggian tiang juga belum dapat memenuhi standar yang telah ditetapkan. Penyesuaian berikutnya ialah dengan melakukan penyesuaian jenis tiang, peletakan tiang, serta jarak tiang yaitu dengan menggunakan jenis tiang berlengan tunggal yang diletakkan tepat di tepi jalan, dengan asumsi spesifikasi lengan stang ornamen, tinggi tiang dan jenis lampu yang digunakan tidak berubah.

Tabel 4. Intensitas penerangan yang dihasilkan jenis tiang berlengan tunggal dan posisi tiang tepat ditepi jalan (SON-T 250 Watt)

Jarak Tiang (m)	Intensitas Penerangan			
	E _{max} (lux)	E _b (Lux)	E _{min} (Lux)	g
50	16,97	11,13	2,33	0,13
49	16,97	11,13	2,45	0,14
48	16,97	11,13	2,58	0,15

Berdasarkan Tabel 4 diperoleh bahwa dengan melakukan penggantian jenis tiang dengan tiang berlengan tunggal yang diletakkan tepat ditepi jalan akan menghasilkan intensitas penerangan yang sesuai standar SNI 7391:2008 dengan jarak tiang yaitu 49 meter.

2. Intensitas Penerangan Flyover Jalan Jendral Sudirman

Untuk flyover jalan Jendral Sudirman, intensitas penerangan pada titik tengah jalan dapat dihitung :

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

$$r = \sqrt{11^2 + 0,8^2}$$

$$r = 11,02 \text{ m}$$

$$E_{\max} = \frac{1}{r^2} \cos a$$

$$E_{\max} = \frac{2189,49}{11,02^2} \times \frac{11}{11,02}$$

$$E_{\max} = 17,99 \text{ lux}$$

Intensitas pada ujung jalan :

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

$$r = \sqrt{11^2 + 3,8^2}$$

$$r = 11,63 \text{ m}$$

$$E_b = \frac{1}{r^2} \cos a$$

$$E_b = \frac{2189,49}{11,63^2} \times \frac{11}{11,63}$$

$$E_b = 15,27 \text{ lux}$$

Intensitas penerangan pada titik terjauh (21 meter) :

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

$$r = \sqrt{11^2 + 21,01^2}$$

$$r = 23,72 \text{ m}$$

$$E_{\min} = 2 \left(\frac{I}{r^2} \cos a \right)$$

$$E_{\min} = 2 \left(\frac{2189,49}{23,72^2} \times \frac{11}{23,72} \right)$$

$$E_{\min} = 3,60 \text{ lux}$$

Dengan demikian dapat diperoleh tingkat pemerataan (g) yaitu :

$$g = \frac{E_{\min}}{E_{\max}}$$

$$g = \frac{3,60}{17,99}$$

$$g = 0,20$$

Berdasarkan SNI 7391:2008, intensitas penerangan yang diperoleh pada *flyover* jalan Jendral Sudirman telah sesuai dengan standar yang ditetapkan.

3. Intensitas Penerangan Jalan Jendral Sudirman Bawah *Flyover*

Untuk jalan Jendral Sudirman bawah *flyover*, intensitas penerangan pada titik tengah jalan dapat dihitung :

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

$$r = \sqrt{11^2 + 2,8^2}$$

$$r = 11,35 \text{ m}$$

$$E_{\max} = \frac{1}{r^2} \cos a$$

$$E_{\max} = \frac{2189,49}{11,35^2} \times \frac{11}{11,35}$$

$$E_{\max} = 16,46 \text{ lux}$$

Intensitas pada ujung jalan :

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

$$r = \sqrt{11^2 + 5,8^2}$$

$$r = 12,43 \text{ m}$$

$$E_b = \frac{1}{r^2} \cos a$$

$$E_b = \frac{2189,49}{12,43^2} \times \frac{11}{12,43}$$

$$E_b = 12,52 \text{ lux}$$

Intensitas penerangan pada titik terjauh (25 meter) :

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

$$r = \sqrt{11^2 + 25,15^2}$$

$$r = 27,45 \text{ m}$$

$$E_{\min} = 2 \left(\frac{I}{r^2} \cos a \right)$$

$$E_{\min} = 2 \left(\frac{2189,49}{27,45^2} \times \frac{11}{27,45} \right)$$

$$E_{\min} = 2,32 \text{ lux}$$

Dengan demikian dapat diperoleh tingkat pemerataan (g) yaitu :

$$g = \frac{E_{\min}}{E_{\max}}$$

$$g = \frac{2,32}{16,46}$$

$$g = 0,14$$

Berdasarkan SNI 7391:2008, intensitas penerangan yang diperoleh pada Jalan Jendral Sudirman bawah *flyover* telah sesuai dengan standar yang ditetapkan.

3.2 Perhitungan Konservasi

Jalan Jendral Sudirman Pekanbaru memiliki 424 buah lampu jenis SON-T 250 watt yang akan dikonservasi ke LED 150 watt, dengan perhitungan biaya konservasi :

$$F_{cons} = \sum N \times F_{lamp}$$

$$F_{cons} = 424 \times Rp 3.041.666,67$$

$$F_{cons} = Rp 1.289.666.668$$

Diperoleh biaya konservasi sebesar Rp 1.289.666.668,-.

3.3 Perhitungan Penghematan Penggunaan Energi Listrik

Konservasi lampu jalan jenis SON-T 250 watt ke lampu jenis LED 150 watt bertujuan agar konsumsi energi listrik yang dapat ditekan. Untuk menghitung penghematan energi listrik dapat dilakukan dengan mengurangi penggunaan energi listrik SON-T 250 Watt dengan LED 150 Watt. Untuk penggunaan energi listrik SON-T 250 watt :

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

$$E_{load} = 424 \times \frac{250}{1000} \times 360$$

$$E_{load} = 38160 \text{ kWh}$$

Untuk penggunaan energi listrik LED 150 watt:

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

$$E_{load} = 424 \times \frac{150}{1000} \times 360$$

$$E_{load} = 22896 \text{ kWh}$$

Dengan melakukan konservasi lampu jalan jenis SON-T 250 watt ke lampu jalan jenis LED 150 watt diperoleh penghematan penggunaan energi perbulan sebesar 15.264 kWh dan dapat menghemat biaya tagihan bulanan, dengan perhitungan :

$$F_{load} = E_{load} \times TDL$$

$$F_{load} = 15.264 \times 1.524,24$$

$$F_{load} = Rp 23.265.999,36$$

3.4 Analisis Ekonomi

1. Net Present Value (NPV)

Dengan menggunakan *discount rate* sebesar 6,75%, maka berdasarkan persamaan (7), *discount factor* tiap periodenya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5. Nilai *discount factor* terhadap variasi t (periode)

Periode	DF (<i>discount factor</i>)
1	0,9367
2	0,8775
3	0,8220
4	0,7700
5	0,7213
6	0,6757
7	0,6330
8	0,5930
9	0,5555
10	0,5203
11	0,4874
12	0,4566

Untuk menghitung *benefit* pada tiap periodenya, dapat dihitung :

$$benefit = \Delta P_{lamp} \times \sum n_{lamp} \times t \times TDL$$

$$benefit = 0,1 \times 424 \times 4320 \times 1.524,24$$

$$benefit = Rp 279.191.992,32$$

Setelah diperoleh *discount factor* tiap periode dan *benefit*, maka berdasarkan persamaan (8) *present value benefit* (PV) tiap periodenya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 6. Nilai PV_{Bt} terhadap variasi t (periode)

Periode	DF (<i>discount factor</i>)	PV _{Bt}
1	0,9368	Rp261.538.166,11
2	0,8775	Rp245.000.623,99
3	0,8220	Rp229.508.781,25
4	0,7701	Rp214.996.516,40
5	0,7214	Rp201.401.888,90
6	0,6758	Rp188.666.874,84
7	0,6330	Rp176.737.119,29
8	0,5930	Rp165.561.704,26
9	0,5555	Rp155.092.931,39
10	0,5204	Rp145.286.118,39
11	0,4875	Rp136.099.408,33
12	0,4567	Rp127.493.590,94
$\sum PV_{Bt}$		Rp2.247.383.724,09

Nilai *present value cost* (PV_{Ct}) hanya terjadi pada periode ke 0, dimana nilai DF bernilai 1.

$$PV_{Ct} = \frac{C_1}{(1+r)^0} 1.289.666.668$$

$$PV_{Ct} = \frac{1.289.666.668}{(1+0,0675)^0}$$

$$PV_{Ct} = Rp1.289.666.668$$

Maka nilai *Net Present Value* dapat dihitung :

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{Bt}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{Ct}{(1+i)^t}$$

$$NPV = Rp2.247.383.724,09 - Rp1.289.666.668$$

$$NPV = Rp957.717.056,10$$

Dari hasil perhitungan nilai NPV diatas diperoleh nilai NPV positif sebesar Rp 957.717.056,10 yang artinya konservasi lampu penerangan jalan Jendral Sudirman ke LED 150 watt layak untuk dilaksanakan.

2. Gross Benefit Cost Ratio (Gross B/C)

Berdasarkan perhitungan NPV, rasio kriteria investasi *gross B/C* dapat dihitung :

$$Gross\ B/C = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{Bt}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{Ct}{(1+i)^t}}$$

$$Gross\ B/C = \frac{2.247.383.724,09}{1.289.666.668}$$

$$Gross\ B/C = 1,742$$

diperoleh bahwa rasio perbandingan *gross B/C* adalah 1,742 atau >1 yang artinya konservasi lampu penerangan jalan Jendral Sudirman ke LED 150 watt layak untuk dilaksanakan.

3. Payback Periode (PBP)

Menghitung *payback periode* diperlukan nilai PV_{Ct} dan PV_{Bt} baik sesudah maupun sebelum terjadinya *payback periode*. Untuk mempermudah perhitungan, data dapat dilihat dari tabel berikut :

Tabel 7. Data PV_{Bt}, $\sum PV_{Bt}$

T	PV _{Bt}	$\sum PV_{Bt}$
1	Rp261.538.166,11	Rp261.538.166,11
2	Rp245.000.623,99	Rp506.538.790,10
3	Rp229.508.781,25	Rp736.047.571,35
4	Rp214.996.516,40	Rp951.044.087,75
5	Rp201.401.888,90	Rp1.152.445.976,64
6	Rp188.666.874,84	Rp1.341.112.851,49
7	Rp176.737.119,29	Rp1.517.849.970,78
8	Rp165.561.704,26	Rp1.683.411.675,04
9	Rp155.092.931,39	Rp1.838.504.606,42
10	Rp145.286.118,39	Rp1.983.790.724,82
11	Rp136.099.408,33	Rp2.119.890.133,15
12	Rp127.493.590,94	Rp2.247.383.724,09

Dengan nilai PV_{Ct} Rp 1.289.666.668 maka nilai *payback periode* dapat dihitung :

$$PBP = T_{p-1} + \frac{\sum_{i=1}^n Ii - \sum_{i=1}^n B_{icp-1}}{Bp - B_{icp-1}}$$

$$PBP = 5 + \frac{1.289.666.668 - 1.152.445.976,64}{1.341.112.851,49 - 1.152.445.976,64}$$

$$PBP = 5,727$$

Nilai *payback periode* dari kegiatan konservasi lampu penerangan jalan Jendral Sudirman ke LED 150 watt sebesar 5,727 yang artinya titik impas antara *cost*/investasi dan *benefit*/manfaat terjadi pada tahun ke 5,727.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan perhitungan evaluasi pencahayaan dan analisis ekonomi terhadap penerapan konservasi energi listrik penerangan jalan umum jalan Jendral Sudirman Pekanbaru, maka penulis dapat menyimpulkan sebagai berikut :

1. Pencahayaan keseluruhan jalan Jendral Sudirman belum sepenuhnya memenuhi standar SNI 7391:2008. Pada jalan Jendral Sudirman diperoleh intensitas penerangan pada tengah jalan 15,46 lux, ujung jalan 9,35 lux, dengan rasio pemerataan 0,14. Pada *flyover* Jalan Jendral Sudirman diperoleh intensitas penerangan pada tengah jalan 17,99 lux, ujung jalan 15,27 lux, dengan rasio pemerataan 0,20. Pada Jalan Jendral Sudirman bawah *flyover* diperoleh intensitas penerangan pada tengah jalan 16,46 lux, ujung jalan 12,52 lux, dengan rasio pemerataan 0,14.
2. Konservasi penerangan jalan umum jalan Jendral Sudirman Pekanbaru dengan lampu jalan jenis LED dapat memberikan penghematan penggunaan energi listrik sebesar 15.264 kWh yang akan berdampak terhadap turunnya tagihan bulanan sebesar Rp 23.265.999,36.
3. Hasil perhitungan kriteria investasi diperoleh bahwa nilai NPV bernilai Rp 957.717.056,10, *gross B/C* 1,742, dan *payback periode* 5,727 tahun. Ketiga kriteria investasi yang dihitung menunjukkan hasil yang positif yang berarti penerapan konservasi ini layak untuk dilaksanakan dari segi ekonomi.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Standardisasi Nasional. 2008. *SNI 7391:2008 Spesifikasi penerangan jalan di kawasan perkotaan*, Jakarta: BSN.

Boy, Ferry jesse. 2013. *Analisis Ekonomi Teknik Pada Rancang Ulang Mesin Pembuat Kerupuk*. Palembang: Universitas Bina Darma.

Effendi, Asnal & Razonta, Niko. 2015. *Penaataan dan Materisasi Lampu Penerangan Jalan Umum (LPJU) Desa*

Apar Kecamatan Pariaman Utara. Padang: Institut Teknologi Padang.

Effendi, Asnal & Suryana, Asep. 2013. *Evaluasi Sistem Pencahayaan Lampu Jalan di Kecamatan Sungai Bahar*. Padang: Institut Teknologi Padang.

Hao, Ma. 2013. *The Solar LED Street Light*. Padova : Universita Degli Studi Di Padova.

Harten, P.Van. 1981. *Instalasi Arus Kuat 2*, Bandung: Bina Cipta.

Hidayat, Tofik, dkk. (Tanpa tahun). *Perancangan dan Analisis Ekonomi Teknik Alat Pengasap Ikan*. Tegal: Universitas Pancasakti.

Irawan, Ahmad Fadly. (Tanpa tahun). *Analisis Peningkatan Efisiensi Penerangan Jalan Umum (PJU) di Kabupaten Jember*. Malang: Universitas Brawijaya.

Karamah, Eva F. *Diklat Kuliah Ekonomi Teknik*. Jakarta: Universitas Indonesia.

Kodoatie, Robert J. 1995. *Analisis Ekonomi teknik*. Yogyakarta : Andi.

Kusumayogo, Engga. (Tanpa tahun). *Analisis Teknis dan Ekonomis Penerapan Penerangan Jalan Umum Solar Cell untuk Kebutuhan Penerangan di Jalan Tol Darmo Surabaya*. Malang: Universitas Brawijaya.

Limbong, Daniel Bimbingan & Kasim, Surya Tarmizi. 2015. *Perbandingan Teknis dan Ekonomis Penggunaan Penerangan Jalan Umum Solar Cell dengan Penerangan Jalan Umum Konvensional*. Medan: Universitas Sumatera Utara.

Mangitung, Donny M.. 2013. *Ekonomi Rekayasa*. Yogyakarta : Andi.

Marsal, Renaldo. (Tanpa tahun). *Kajian Konservasi Energi Penggantian Lampu Jenis HPS dengan LED untuk Penerangan Jalan Umum Kabupaten Banjarnegara*. Semarang: Universitas Diponegoro.

Pringatun, Sri. dkk. (Tanpa tahun). *Analisis Komparasi Pemilihan Lampu Penerangan Jalan Tol*. Semarang: Universitas Muhammadiyah dan Universitas Diponegoro.

Sekretariat Negara. 2014. *Peraturan Menteri Energi dan Sumberdaya Mineral Republik*

Indonesia Nomor 09 Tahun 2014, tentang tarif tenaga listrik yang disediakan oleh perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara. Jakarta: Sekretariat Negara.