

ANALISIS PENGHEMATAN ENERGI LISTRIK PADA PJU DI RUAS JALAN LAMPER TENGAH KOTA SEMARANG DENGAN MENGGUNAKAN LED DAN PJU - TS

Oleh : Pangestuningtyas Diah Larasati¹, Eko Widiarto², Agus Adiwismono³, Endang Triyani⁴, Setiyoko⁵
^{1,2,3,4,5}Jurusan Teknik Elektro Polines
Jl. Prof. Sudarto Tembalang Semarang 50271
Email : pangestuningtyas@polines.ac.id

Abstrak

Penerangan Jalan Umum (PJU) merupakan salah satu fasilitas yang disediakan oleh Pemerintah Daerah untuk meningkatkan keamanan, kenyamanan para pengguna jalan, serta dapat meningkatkan estetika jalan. Konservasi energi merupakan kebijakan Pemerintah untuk menghemat energi listrik, dimana kebijakan ini harus dilaksanakan oleh Pemerintah Pusat, Pemerintah Daerah, industri, dan masyarakat. Salah satu konservasi energi yang dapat dilaksanakan oleh Pemerintah Daerah adalah dengan melaksanakan penghematan di PJU. Lampu LED adalah lampu yang mempunyai tingkat efisiensi yang tinggi, memiliki umur pemakaian yang panjang, dan dapat diaplikasikan untuk pemakaian di dalam ataupun luar ruangan. Pada penelitian ini, penulis menganalisis tingkat penghematan energi listrik yang dapat dilaksanakan oleh Pemerintah Kota Semarang jika terjadi penggantian lampu eksisting PJU di Lamper Tengah dengan menggunakan LED dan PJU – TS. Penghematan energi listrik yang dapat dihasilkan dengan melaksanakan penggantian lampu eksisting dengan lampu LED di ruas Jalan Lamper Tengah sebesar 2,58 kWh/hari atau 77,4 kWh/bulan dengan penghematan tagihan listrik sebesar Rp 191.197/bulan atau setara dengan penghematan Rp 2.294.364/tahun. Penggantian 6 titik lampu PJU konvensional 40 W dengan PJU-TS dapat menghemat tagihan rekening listrik sebesar Rp 382.394/bulan atau Rp 4.588.728/tahun dengan payback periode sebesar 14 tahun.

Kata kunci : konservasi energi, PJU, LED

Abstract

Public Street Lighting (PJU) is one of the facilities provided by the Regional Government to improve safety, comfort of road users, and can improve road aesthetics. Energy conservation is a Government policy to save electrical energy, where this policy must be implemented by the Central Government, Regional Government, industry, and the community. One of the energy conservation that can be implemented by local governments is to implement savings in PJU. LED lamps are lamps that have a high level of efficiency, have a long service life, and can be applied for indoor or outdoor use. In this study, the author analyzes the level of electrical energy savings that can be implemented by the Semarang City Government if there is a replacement of existing PJU lamps in Central Lamper using LEDs and Solar Light Pole. Saving electrical energy that can be generated by replacing existing lights with LED lights on Lamper Tengah street section of 2,58 kWh / day or 77,4 kWh / month with savings in electricity bills of Rp 191.197 / month or equivalent to savings of Rp 2.294.364 / year. Replacing 6 conventional 40 W PJU light points with Solar Light Pole can save electricity account bills of IDR 382,394 / month or IDR 4,588,728 / year with a payback period of 14 years.

Keywords : energy conservation, PJU, LED

1. Pendahuluan

Penerangan Jalan Umum (PJU) merupakan salah satu fasilitas yang terdapat di jalan dan disediakan oleh Pemerintah Daerah yang berfungsi untuk menghasilkan kontras antara obyek dan permukaan jalan, sebagai alat bantu navigasi pengguna jalan, meningkatkan keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan, meningkatkan keamanan lingkungan, serta dapat meningkatkan keindahan/estetika

lingkungan. Biaya tagihan PJU merupakan salah satu pengeluaran yang cukup besar bagi Pemerintah Daerah. Hal ini disebabkan masih banyaknya sistem PJU yang masih menggunakan sistem lumpsum, dan lampu – lampu yang digunakan masih menggunakan lampu yang tidak hemat energi, seperti lampu pelepas gas (HPLN, SL, dan SON-T).

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional, kebijakan yang dicanangkan oleh

Pemerintah untuk mengatasi terjadinya krisis energi di Indonesia adalah kebijakan konservasi dan diversifikasi energi listrik. Konservasi energi merupakan kebijakan untuk mengurangi energi listrik di sisi *demand* / beban, sedangkan diversifikasi energi listrik adalah kebijakan di sisi *supply* yaitu dengan meningkatkan bauran sumber energi yang dapat digunakan untuk energi listrik. Kebijakan konservasi dan diversifikasi energi merupakan kewajiban semua pihak, tidak terkecuali Pemerintah Daerah.

Pemerintah Daerah dapat melaksanakan konservasi dan diversifikasi energi listrik dengan melaksanakan penghematan untuk Penerangan Jalan Umum (PJU). Penghematan PJU dapat dilakukan dengan melaksanakan penggantian lampu eksisting dengan lampu hemat energi, pelaksanaan meterisasi, dan penggantian suplai PLN menjadi suplai PLTS. Diharapkan dengan melaksanakan penggantian lampu eksisting dengan lampu LED dapat menghemat energi listrik. Penggantian suplai dengan suplai PLTS dapat meningkatkan bauran energi terbarukan, dan meningkatkan penggunaan energi yang ramah lingkungan. Diharapkan nantinya konservasi dan diversifikasi energi yang dilaksanakan dapat mengurangi rekening listrik yang dibayarkan oleh Pemerintah Daerah untuk tagihan PJU.

2. Metode Penelitian

Metode pelaksanaan penelitian Analisis Penghematan Energi Listrik pada PJU di Ruas Jalan Lamper Tengah Kota Semarang dengan Menggunakan LED dan PJU – TS adalah sebagai berikut :

a. Studi Literatur

Studi literatur bertujuan untuk menghasilkan data sekunder yang dibutuhkan oleh peneliti dalam pelaksanaan penelitian Penghematan Energi Listrik pada PJU di Ruas Jalan Lamper Tengah dengan Menggunakan Lampu LED dan PJU – TS. Data sekunder yang dibutuhkan diantaranya adalah studi pustaka yang terkait dengan konservasi PJU dan PJU – TS yang sudah

pernah dilaksanakan oleh peneliti sebelumnya, data rekening listrik di lokasi tersebut, serta referensi – referensi yang terkait dengan PJU yang mendukung pelaksanaan penelitian.

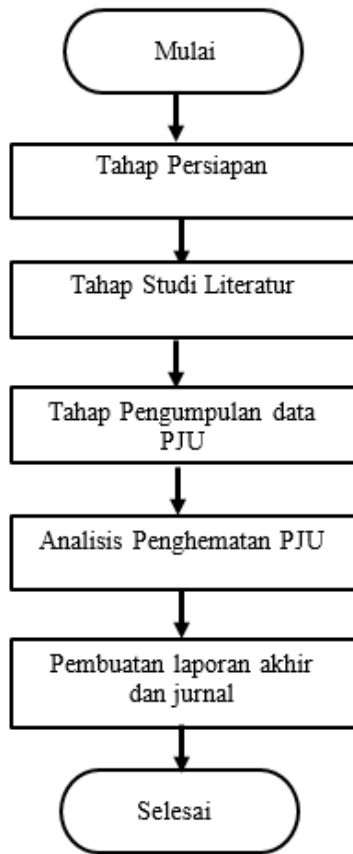
b. Survey Lokasi

Survey yang dilaksanakan adalah untuk mengetahui kondisi PJU eksisting di ruas jalan Lamper Tengah. Data hasil survey yang didapatkan merupakan data primer, yang nantinya dibutuhkan dalam proses analisis. Data primer yang dibutuhkan antara lain letak titik PJU, jenis lampu PJU eksisting. Diharapkan dengan mendapatkan data primer tersebut, dapat dianalisis PJU yang berpotensi untuk diganti dengan PJU – TS dan lampu pijar atau SL yang dapat diganti dengan LED.

c. Analisis

Tahap ini adalah tahap menggabungkan data sekunder dan data primer yang telah dikumpulkan pada tahap selanjutnya, sehingga didapatkan hasil besar penghematan energi yang dapat dihasilkan dengan melaksanakan penggantian lampu eksisting dengan menggunakan lampu LED dan potensi penghematan jika beberapa PJU eksisting diganti dengan PJU – TS.

Diagram alir metode penelitian Analisis Penghematan Energi Listrik pada PJU di Ruas Jalan Lamper Tengah Kota Semarang dengan Menggunakan LED dan PJU – TS, dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3. Hasil dan Analisa

3.1 Survei PJU

Survei dilaksanakan di salah satu ruas di Jalan Lamper Tengah, yang digunakan sebagai data primer pada penelitian Analisis Penghematan Energi Listrik pada PJU di Ruas Jalan Lamper Tengah Kota Semarang dengan Menggunakan Lampu LED dan PJU-TS.

Jalan Lamper Tengah termasuk dalam klasifikasi kelas jalan kota di Semarang yang termasuk dalam jalan kolektor sekunder menurut Keputusan Walikota Semarang No. 621/97272016 Tentang Penetapan Status Ruas-Ruas Jalan Sebagai Jalan Kota Dan Fungsinya Sebagai Jalan Lokal Dan Jalan Lingkungan Di Wilayah Kota Semarang. Jalan kolektor sekunder merupakan jalur pengumpul dari jalan jalan lingkungan di sekitarnya yang akan bermuara pada jalur jalan kolektor primer, jalan arteri primer maupun sekunder pada jalur jalan ini diperlukan lampu setingkat dibawah lampu untuk kolektor primer. Kuat cahaya (iluminansi) rata – rata untuk jenis kelas ini

sebesar 3 – 7 lux menurut SNI 7391 : 2008 tentang Spesifikasi Penerangan Jalan di Kawasan Perkotaan.

Pada saat pelaksanaan survey, dilaksanakan pengukuran jarak antar tiang dengan menggunakan ordometer, dan pengukuran intensitas lampu dengan menggunakan luxmeter, dan menggunakan GPS untuk membantu mencatat titik lokasi masing – masing PJU.

Berdasarkan hasil survei yang telah dilaksanakan, PJU di ruas Jalan Lamper Tengah terdiri dari PJU yang termeter dan belum termeter atau menggunakan sistem lumpsum.

Suplai PJU yang terpasang seluruhnya menggunakan sumber utama listrik yang berasal dari PT PLN (Persero) ULP Semarang Tengah. Lampu yang digunakan pada PJU di Lamper Tengah bervariasi, terdiri dari lampu LED, SL, dan HPLN sebagai sumber pencahayaannya.

Penempatan lampu PJU di Jalan Lamper Tengah bervariasi, ada yang menggunakan tiang, stang, dan tempat lain seperti pada bangunan di sekitarnya.

Tabel 1. Hasil Survey PJU

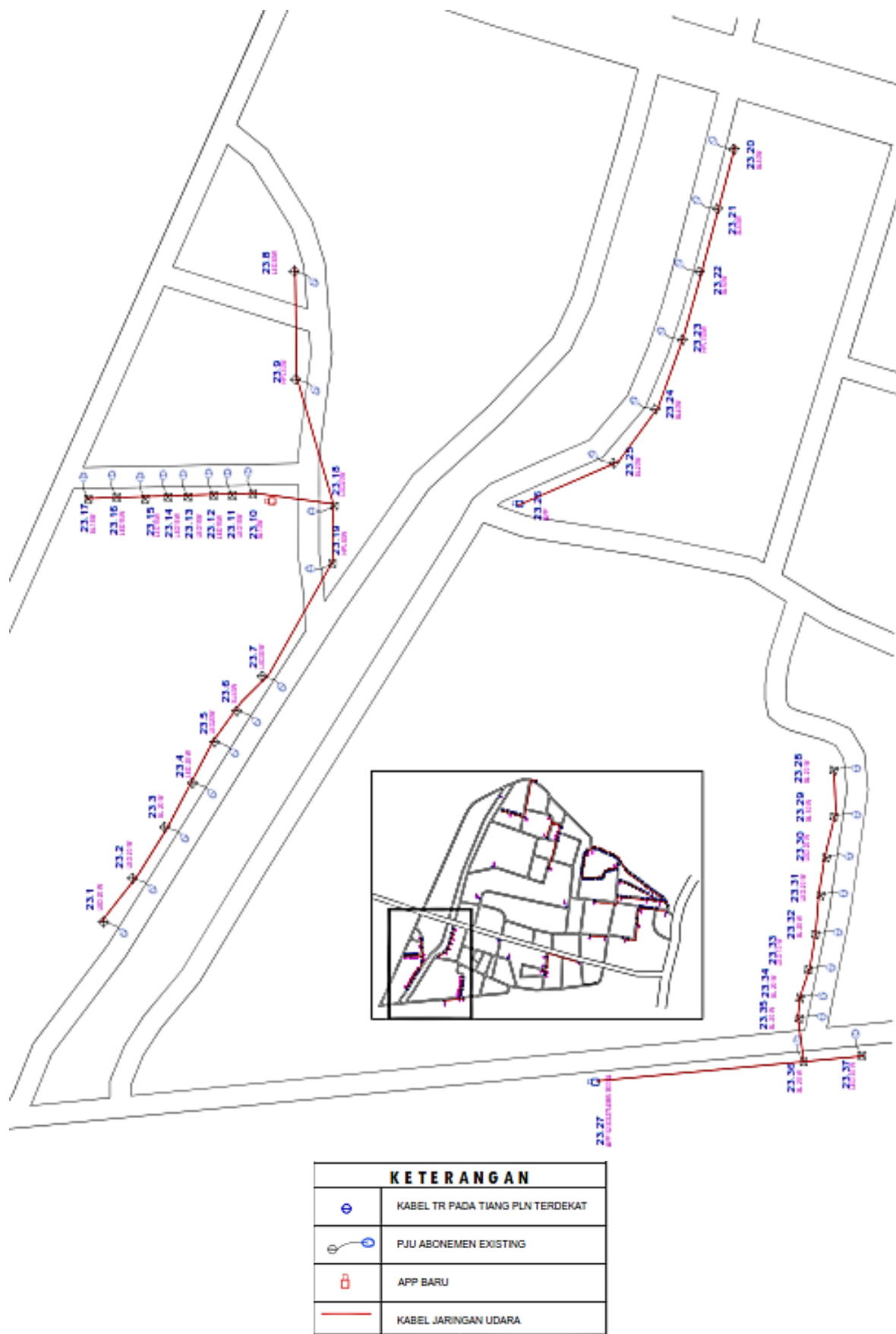
No	No	Gps	Tiang	Stang	Lain	Lampu	Daya
23.1	269	√				LED	20
23.2	270	√				LED	20
23.3	271	√				SL	20
23.4	272		√			LED	20
23.5	273	√				LED	20
23.6	274		√			SL	40
23.7	275	√				LED	30
23.8	276		√			LED	30
23.9	277		√			HPLN	50
23.10	278			√		SL	11
23.11	279			√		LED	15
23.12	280			√		LED	15
23.13	281			√		LED	15
23.14	282			√		LED	15
23.15	283			√		LED	15
23.16	284			√		LED	15
23.17	285			√		SL	15
23.18	286	√				LED	20

23	No	Tiang	Stang	Lain	Lampu	Daya
No	Gps					
23.19	287		√		HPLN	50
23.20	288		√		SL	40
23.21	289	√			SL	40
23.22	290		√		SL	40
23.23	291		√		HPLN	125
23.24	292	√			SL	40
23.25	293		√		SL	20
23.26	294			APP		
23.27	295			APP		
23.28	296	√			SL	20
23.29	297		√		SL	40
23.30	298		√		LED	20
23.31	299		√		LED	20
23.32	300	√			SL	20
23.33	301	√			LED	10
23.34	302		√		SL	20
23.35	303		√		SL	20
23.36	304		√		SL	20
23.37	305	√			LED	30
23.38	306			APP		

Pada penelitian ini penulis menggunakan data PJU tidak termeter sebagai data primer penelitian untuk penggantian lampu eksisting. Dengan membandingkan lampu eksisting dengan penggantian lampu LED dengan menggunakan sistem lumpsum/tidak termeter.

Analisis PJU- TS sebagai usaha konservasi energi pada PJU konvensional yang dibahas pada penelitian ini, hanya dilaksanakan di 6 (enam) titik lokasi di Jalan Lamper Tengah Kota Semarang. Titik PJU yang dianalisis untuk penggantian PJU konvensional dengan PJU – TS pada nomor 23.6; 23.20; 23.21; 23.22; 23.24; dan 23.29.

Titik lokasi survey yang dilaksanakan pada ruas Jalan Lamper Tengah Kota Semarang untuk penelitian Analisis Penghematan Energi Listrik pada PJU di Ruas Jalan Lamper Tengah Kota Semarang dengan Menggunakan LED dan PJU - TS dapat dilihat pada Gambar di bawah ini.



Gambar 2. Denah Lokasi Survey PJU

3.2 Analisis Penghematan Energi dengan Penggantian Lampu LED

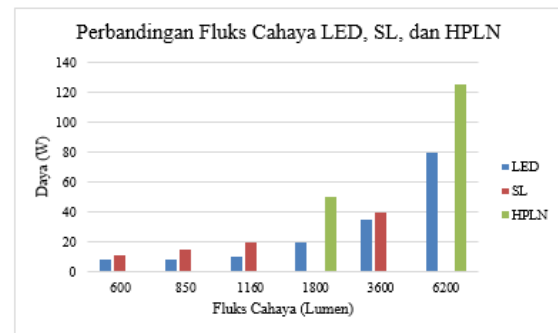
Berdasarkan hasil survey yang telah dilaksanakan total daya lampu yang belum dilaksanakn total daya lampu yang belum termeter atau masih menggunakan lumpsum di sepanjang ruas Jalan Lamper Tengah sebesar 961 Watt. Jenis lampu yang digunakan dengan menggunakan sistem lumpsum terdiri dari lampu SL, HPLN, dan LED.

Penghematan dapat dilaksanakan dengan melakukan lampu pelepas gas eksisting dengan menggunakan lampu LED. Hal ini dikarenakan lampu LED mempunyai efikasi yang lebih tinggi dibandingkan jenis lampu lainnya. Semakin tinggi nilai efikasi lampu (lm/W) maka semakin rendah daya yang dikonsumsi lampu tersebut. Dengan daya yang lebih rendah, lampu LED dapat menghasilkan fluks cahaya (lumen) yang lebih besar dibandingkan dengan lampu lainnya. Berikut ini perbandingan daya lampu LED dengan lampu SL dan HPLN yang digunakan sebagai acuan penelitian ini.

Tabel 2. Perbandingan Daya dan Fluks Cahaya Lampu Eksisting

Fluks Cahaya (lumen)	Lampu LED	Lampu SL	Lampu HPLN
600	8 W	11 W	
850	8 W	15 W	
1160	10 W	20 W	
1800	20 W		50 W
3600	35 W	40 W	
6200	80 W		125 W

Perbandingan daya dan fluks lampu eksisting PJU yang terdapat di Jalan Lamper Tengah dapat dilihat pada Grafik di bawah ini.



Gambar 3 Perbandingan daya dan fluks cahaya lampu eksisting

Berdasarkan Tabel 2 dan Gambar 3 dapat dilihat bahwa daya lampu yang dibutuhkan oleh lampu LED untuk menghasilkan fluks cahaya yang sama dengan lampu pelepas gas (SL dan HPLN) lebih rendah. Hal ini disebabkan lampu LED mempunyai teknologi pencahayaan yang berbeda dengan lampu pelepas gas. Lampu LED bekerja seperti peralatan dioda, dimana lampu LED tidak membutuhkan media pemanasan gas untuk menghasilkan cahaya, tetapi lampu LED dapat segera menyala bila terdapat forward bias atau saat anoda pada LED dihubungkan dengan kutub positif sedangkan katoda dihubungkan dengan kutub negatif dari suplai.

Pada sistem pencahayaan, panas pada lampu merupakan salah satu rugi – rugi dan dapat mengurangi efisiensi dari instalasi pencahayaan. Karena tidak memerlukan proses pemanasan gas untuk menghasilkan cahaya, maka LED merupakan jenis lampu yang mempunyai efisiensi yang tinggi, dan mempunyai umur yang lebih panjang dibandingkan dengan jenis lampu lainnya. Lampu LED mempunyai umur ekonomis sebesar 36.000 (tiga puluh enam ribu) jam operasi, hal ini lebih besar dibandingkan dengan umur ekonomis lampu gas tekanan tinggi yaitu sebesar 25.000 (dua puluh lima ribu) jam operasi dan lampu gas tekanan rendah sebesar 20.000 (dua puluh ribu) jam operasi.

Dengan melaksanakan penggantian lampu eksisting PJU yang terdapat di Jalan Lamper Tengah dengan lampu LED secara keseluruhan, didapatkan penghematan daya listrik sebesar 215 Watt per hari. Jika masing

– masing PJU menyala 12 jam/hari, maka besarnya energi yang dapat dihemat sebesar 2,58 kWh/hari atau 77,4 kWh/bulan.

3.3 Analisis Penghematan Ekonomi dengan Penggantian Lampu LED

Pada penelitian ini tidak melakukan penggantian sistem pembayaran PJU terhadap PLN. Perhitungan penghematan menggunakan sistem lumpsum, dengan menggunakan TDL (Tarif Dasar Listrik) tarif P3 pada bulan Oktober – Desember 2023 yaitu sebesar Rp 1.699,53/kWh. Perhitungan lumpsum/tidak termeter pada PJU menggunakan persamaan berikut ini.

Tagihan lumpsum :
 = kelas daya lampu x 375 jam x TDL (1)

PLN menetapkan klasifikasi daya lampu dalam beberapa kelas untuk jenis teknologi lampu pijar dan lampu pelepas gas untuk sistem kontrak lumpsum sebagai berikut :

- A. Klasifikasi daya untuk Lampu Pijar :
 - a) 25 – 50 W per titik lampu
 - b) 51 – 100 W per titik lampu
 - c) 101 – 200 W per titik lampu
 - d) 201 – 300 W per titik lampu
 - e) 301 – 400 W per titik Impu
 - f) 401 – 500 W per titik lampu
 - g) 501 – 600 W per titik lampu
 - h) 601 – 700 W per titik lampu
 - i) 701 – 800 W per titik lampu
 - j) 801 – 900 W per titik lampu
 - k) 901 – 1000 W per titik lampu
- B. Klasifikasi daya untuk Lampu Pelepas Gas :
 - a) 10 – 50 W per titik lampu
 - b) 51 – 100 W per titik lampu
 - c) 101 – 250 W per titik lampu
 - d) > 500 W per titik lampu

Untuk Penentuan Daya yang digunakan dalam penghitungan biaya tenaga listrik terpakai, PLN menggunakan acuan sebagai berikut :

- a. Daya untuk lampu pijar digunakan daya terbesar di kelas – nya

- b. Daya untuk lampu pelepas gas yang digunakan dua kali (2x) daya terbesar di kelasnya

Pada peraturan PLN penggunaan lampu LED untuk sistem lumpsum belum ditentukan dan diterbitkan peraturannya. Pada penelitian ini, perhitungan tarif PJU lumpsum untuk jenis lampu LED mengikuti kelas daya lampu pelepas gas. Maka perhitungan tarif PJU eksisting dan penggantian lampu LED adalah sebagai berikut.

Tabel 3. Perhitungan Daya Lumpsum Eksisting

Jenis Lampu	Daya (W)	Jumlah (titik)	Kelas daya lampu (W)	Daya Lumpsum (2x Kelas Daya) W
LED	10	1	50	100
	15	6	50	600
	20	7	50	700
	30	3	50	300
SL	11	1	50	100
	15	1	50	100
	20	7	50	700
	40	6	50	600
HPLN	50	2	50	200
	125	1	250	500
Total daya Lumpsum				3900

Perhitungan tarif lampu PJU eksisting
 = 3900 W/1000 x 375 jam x Rp Rp 1699,53
 = Rp 2.485.563,00/bulan
 = Rp 29.826.752,00/tahun

Tabel 4. Perhitungan Daya Lumpsum Penggantian Lampu LED

Jenis Lampu	Daya (W)	Jumlah (titik)	Kelas daya lampu (W)	Daya Lumpsum (2x Kelas Daya) W
LED	8	2	50	200
	10	8	50	800
	15	6	50	600
	20	9	50	900
	30	3	50	300
	35	6	50	600
	80	1	100	200
Total daya lumpsum				3600

Perhitungan tarif Penggantian lampu PJU eksisting dengan lampu LED

= 3600 W/1000 x 375 jam x Rp Rp 1699,53
= Rp 2.294.366,00/bulan
= Rp 27.532.386,00/tahun

Pada perhitungan di atas dapat dilihat bahwa dengan melakukan penggantian lampu eksisting dengan lampu LED secara keseluruhan, didapatkan penghematan tagihan rekening listrik sebesar Rp 191.197,00/bulan atau setara dengan Rp 2.294.366,00/tahun.

3.4 Analisis Penghematan dengan Menggunakan PJU – TS

PJU dengan menggunakan tenaga surya sebagai suplai utamanya, sehingga PJU jenis ini tidak bergantung pada suplai PLN. Kelebihan dari PJU – TS adalah bisa dipasang dimana saja, mudah dalam hal pembangunannya, supplainya tidak menggunakan suplai PLN sehingga supplainya tidak tergantung dengan ketersediaan listrik PLN serta tidak ada tagihan rekening setiap bulannya . PJU – TS juga memiliki kelemahan diantaranya adalah daya yang dihasilkan sangat bergantung pada besarnya radiasi yang diterima oleh panel surya, biaya investasi yang relatif mahal, membutuhkan biaya pemeliharaan yang cukup besar terutama untuk komponen baterainya.

Pada penelitian ini, peluang penghematan energi yang dapat dihasilkan dengan melaksanakan penggantian PJU konvensional menjadi PJU-TS tidak dilaksanakan di 35 buah titik PJU yang terdapat di Jalan Lamper Tengah, tetapi hanya 6 buah titik PJU. Hal ini disebabkan penggantian lampu PJU eksisting dengan PJU – TS akan membutuhkan biaya investasi yang cukup besar.

Pada penelitian ini peluang penghematan dengan melaksanakan penggantian PJU adalah mengganti lampu PJU eksisting dengan menggunakan lampu SL 40 Watt menjadi lampu PJU-TS 40 Watt. PJU – TS 40 Watt mempunyai spesifikasi menggunakan lampu LED 40 W dengan

suplai menggunakan panel surya 120 Wp dengan baterai jenis VRLA 12 V 120 Ah dengan menggunakan tiang 7 meter.

Keuntungan penggunaan PJU-TS dibandingkan dengan PJU konvensional adalah dengan menggunakan PJU-TS Pemerintah Daerah tidak perlu untuk membayar tagihan rekening listrik per bulannya, hanya saja Pemerintah Daerah perlu melakukan pemeliharaan yang rutin terutama untuk komponen baterai pada PJU – TS. Kelemahan dari pembangunan PJU – TS adalah membutuhkan investasi yang besar dibandingkan dengan PJU konvensional, tetapi hal tersebut dapat tertutup dengan keuntungan dari tidak adanya pembiayaan rekening listrik setiap bulannya. Berikut ini perhitungan *pay back period* yang dapat dihasilkan dengan adanya penggantian PJU – TS pada 6 titik di Jalan Lamper Tengah. Pada perhitungan ini, tidak memperhitungkan biaya pemeliharaan dan nilai inflasi.

Penghematan tagihan per bulan :

= jumlah lampu x kelas daya lampu x 375 jam x TDL
= (6 ttk x (2x50 W)/1000) x 375 jam x Rp 1699,53
= Rp 382.394,00/bulan
= Rp 4.588.728,00/tahun

Payback period

= biaya investasi / biaya penghematan
= Rp 62.700.000,00 / 4.588.728,00
= 13,6 tahun ≈ 14 tahun

Besarnya *payback period* untuk penggantian PJU – TS di 6 titik di Jalan Lamper Tengah sebesar ± 14 tahun. Hal ini masih sesuai dengan umur ekonomis PJU – TS sesuai dengan Permen Perhubungan No. 27 tahun 2018 tentang alat penerangan jalan, yaitu panel surya mempunyai umur ekonomis selama 15 tahun.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, maka dapat disimpulkan dengan melaksanakan penggantian lampu eksisting dengan lampu LED secara keseluruhan di ruas Jalan Lamper Tengah dapat menghemat energi sebesar 2,58 kWh/hari atau 77,4 kWh/bulan. Hal ini dapat sangat bermanfaat jika sistem yang digunakan pada PJU adalah meterisasi, tetapi karena sistem eksisting PJU masih berupa lumpsum, maka besar Penghematan tagihan rekening listrik yang dapat dihasilkan dengan melaksanakan penggantian lampu eksisting dengan LED di ruas Jalan Lamper Tengah dengan tetap menggunakan metode lumpsum sebesar Rp 191.197/bulan atau setara dengan penghematan Rp 2.294.364/tahun.

Penghematan penggantian 6 titik PJU konvensional di ruas Jalan Lamper Tengah dengan PJU –TS dapat menghasilkan fluks cahaya yang lebih besar dibandingkan lampu eksisting, karena PJU – TS menggunakan lampu LED dan dapat menghemat energi listrik sebesar 240 W dengan besar tagihan rekening yang dapat dihemat sebesar Rp 382.394/bulan atau Rp 4.588.728/tahun. *Payback period* untuk pembangunan 6 titik PJU – TS tersebut adalah 14 tahun.

Kelebihan dari penggunaan PJU –TS dibandingkan dengan PJU konvensional adalah menggunakan lampu LED yang mempunyai intensitas pencahayaan yang lebih besar dibandingkan dengan SL serta memanfaatkan suplai sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi and Mineral, K.E. dan S.D. (2014) *Buku Pedoman : Efisiensi Pencahayaan Jalan Umum Buku 1: Pengelolaan Sistem PJU Efisiensi Energi, 1*.

Djufri, I.A. and Muhammad, M. (2021) ‘Analisis Efisiensi Daya Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya di Kecamatan Pulau Ternate’, *Journal of Science and Engineering*, 4(1), pp. 53–

58. Available at: www.ElitesJournal.ir.

Effendi, A., Yuana Dewi, A. and Elvira, L. (2018) ‘Peluang Penghematan Energi Pada Penerangan Jalan Umum Kabupaten Padang Pariaman di Wilayah Kerja PT. PLN (Persero) Rayon Pariaman Feeder Kampung Dalam’, *Jurnal Teknik Elektro ITP*, 7(1), pp. 51–60. Available at: <https://doi.org/10.21063/jte.2018.31337>

08.Gusriadi, C.P., Susanti, L. and Afrinaldi, F. (2022) ‘Model Efisiensi Biaya Tagihan PJU (Penerangan Jalan Umum) Non Meteran dengan Menggunakan Metode Benefit Cost Ratio Kasus di Kabupaten Solok’, *Syntax Literate*, 72(5).

Menteri Perhubungan Republik Indonesia (2018) ‘Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 27 Tahun 2018 tentang alat penerangan jalan’, *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 27Tahun 2018 Tentang Alat Penerangan Jalan*, pp. 1–95.

Nasional, B.S. (2008) ‘SNI 7391:2008 Tentang Spesifikasi Penerangan Jalan Di Kawasan Perkotaan’, pp. 1–49.

Pemerintah RI (2007) ‘UU No 30 Tahun 2007 Tentang Energi’, *10 Agustus*, pp. 1–27. Available at: <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.

Presiden Republik Indonesia (2014) ‘Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 79/2014 tentang Kebijakan Energi Nasional’, *Kebijakan Energi Nasional* [Preprint]. Available at: http://prokum.esdm.go.id/pp/2014/PP_Nomor_79_2014.pdf.

Sanaha, D., Irzaman, I. and Mulatsih, S. (2020) ‘Analisis Teknis dan Ekonomis Penerapan Lampu Penerangan Jalan Umum Panel Surya di Kota Sukabumi’, *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 10(1), pp. 77–88. Available at: <https://doi.org/10.29244/jpsl.10.1.77->

88.

Setiawan, R.A., Kholistianingsih and Darmawan, N. (2021) 'Analisis Efisiensi Sistem Meterisasi Lampu Penerangan Jalan Umum Underpass Purwokerto', *Jurnal Ilmu - Ilmu Teknik*, 22(1), pp. 66–74