

2. Spesifikasi Lampu LED

Steet Lightning Multiled Series

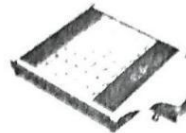


- Menggunakan chip mata led Multi Led, sehingga dapat menghasilkan sinar cahaya sangat terang dengan konsumsi daya yang sangat kecil menjadikannya sangat irit
- Dilengkapi dengan pendingin ekstra besar, membuat daya tahan lampu lebih lama
- Housing terbuat dari aluminium anti karat dan tahan air IP65 sangat cocok diaplikasikan untuk penerangan jalan area kota, penerangan area pabrik, penerangan area pelabuhan, penerangan area gudang serta masih banyak lagi.



LED12W

Power : 12W
Color Temperature :
2700K/3200K/4200K/6400K
Material : Die-casting
Lamp Size : 350x95x65mm
Lumen : 1420 lm / W
Operating Voltage:AC85-265V
Protection : IP65



LED42W

Power : 42W
Color Temperature
2700K/3200K/4200K/6400K
Material : Tempered Glass +
Aluminium Enclosure
Lamp Size : 400x300mm
Lumen : 3570 lm / W
Operating Voltage:AC85-265V
Protection : IP65



LED 24W

Power : 24W
Color Temperature :
2700K/3200K/4200K/6400K
Material : Die-casting
Lamp Size : 500X90X70mm
Lumen : 1620 lm / W
Operating Voltage:AC85-265V
Protection : IP65



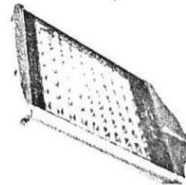
LED56W

Power : 56W
Color Temperature
2700K/3200K/4200K/6400K
Material : Tempered Glass +
Aluminium Enclosure
Lamp Size : 460x300mm
Lumen : 4760 lm / W
Operating Voltage:AC85-265V
Protection : IP65



LED36W

Power : 36W
Color Temperature :
2700K/3200K/4200K/6400K
Material : Tempered Glass +
Aluminium Enclosure
Lamp Size : 370x225mm
Lumen : 2930 lm / W
Operating Voltage:AC85-265V
Protection : IP65



LED70W

Power : 70W
Color Temperature :
2700K/3200K/4200K/6400K
Material : Tempered Glass +
Aluminium Enclosure
Lamp Size : 420x300mm
Lumen : 5950 lm / W
Operating Voltage:AC85-265V
Protection : IP65

ANALISA PERBANDINGAN EKONOMI ANTARA PENERANGAN JALAN MENGGUNAKAN PANEL SURYA DAN PLN DI TAMAN BALAI JAGONG KUDUS

Riyan Arif Wibowo, Agus Adhi Nugroho, dedy Nugroho

Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung Semarang

Email : riyanarifwibowo.ra@gmail.com

Abstrak – Salah satu usaha manusia dalam mengurangi pemanasan global yang disebabkan pemakaian listrik PLN yang digunakan untuk penerangan jalan adalah dengan cara penggunaan Panel Surya pada penerangan jalan. Usaha ini juga telah dilakukan di taman Balai Jagong Kudus, dengan luas tanah kurang lebih 100 X 100 m² ini memiliki sekitar 115. Pemasangan penerangan jalan menggunakan panel surya ini tidak terlepas dari masalah yang sering muncul dilapangan antara lain adalah, cahaya yang tidak merata, pemakaian material yang digunakan tidak sesuai, harga pemasangan panel surya yang cukup mahal, umur panel surya, biaya perawatan panel surya dan lain-lain. Berdasarkan permasalahan tersebut muncul ide untuk menghitung perbandingan nilai ekonomis penggunaan panel surya yang memiliki anggaran yang cukup besar ini dengan penggunaan PLN

Penelitian ini membahas tentang perbandingan investasi antara PJU *Sollar Cells* dengan PJU PLN sebagai lampu penerangan jalan umum dengan metode menganalisa perhitungan nilai investasi awal dan perhitungan biaya oprasional dan perawatan pemasangan sistem PJU *Sollar Cells* dan PJU PLN selama 25 tahun.

Perhitungan aliran kas untuk kedua PJU, baik PLN maupun *Sollar Cells* dibuat selama 25 tahun dimana didapatkan NPV pada PJU *Sollar Cells* mencapai Rp 1.235 milyar sedangkan NPV PJU PLN mencapai Rp 917 juta. Oleh karena NPV PJU *Sollar Cells* > NPV PJU PLN. Dalam hal ini penggunaan PJU PLN lebih efisien daripada penggunaan PJU *Sollar Cells*.

Kata Kunci : *Investsi, Perbandingan, Efisiensi.*

Abstrack – *One of the human efforts in reducing global warming caused by the use of electricity from fossil-fueled PLN that is used for street lighting is by using Solar Panels for street lighting. Solar cells are devices that convert solar radiation into electrical energy, the use of solar panels on street lighting can slightly reduce global warming caused by the use of electricity from fossil-fueled PLN. These street lights can automatically turn on in the afternoon and go out in the morning.*

This study discusses the investment comparison between Sollar Cells PJUs and PLN PJUs as public street lighting by analyzing the installation of Sollar Cells and PLN PJU systems that are more economical for an investment life of 25 years.

The calculation of cash flow for both PJUs, PLN and Sollar Cells, was made over 25 years where the NPV obtained at the Sollar Cells PJU reached Rp 1,939,331,527.00 while the PLN PJU NPV reached Rp 1,383,514,603.00. Therefore NPV PJU Sollar Cells > PLN NPV PJU. In this case the use of PLN PJU is more efficient than the use of PJU Sollar Cells

Keywords: *Investment, Comparison, Efficiency.*

I. PENDAHULUAN

Pemanasan global tentu saja sudah tidak asing lagi di telinga masyarakat saat ini, karena pemanasan global sendiri sering menjadi obyek kajian yang menarik dengan berbagai seluk beluknya. Dalam istilah asing pemanasan global disebut juga dengan *global warming*, *global warming* ini sendiri telah terjadi di berbagai belahan bumi, Terjadinya pemanasan global atau *global warming* sangat tidak baik untuk kelangsungan bumi maupun kehidupan manusia, akan tetapi tidak dapat dipungkiri juga bahwa penyebab terjadinya pemanasan global adalah manusia itu sendiri.

Penggunaan listrik PLN adalah salah satu penyebab terjadinya pemanasan global yang dilakukan oleh manusia. Pemakaian listrik yang banyak digunakan masyarakat saat ini adalah sebagai sumber penerangan, semakin meningkatnya tingkat mobilitas masyarakat membuat semua kegiatan memerlukan penerangan. Salah satu bagian penting dan memerlukan penerangan adalah jalan raya atau jalan umum,

Salah satu usaha manusia dalam mengurangi pemanasan global yang disebabkan pemakaian listrik PLN yang digunakan untuk penerangan jalan adalah dengan cara penggunaan Panel Surya pada penerangan jalan. *Solar cell* adalah perangkat yang mengkonversi radiasi sinar matahari menjadi energi listrik, penggunaan panel surya pada penerangan lampu jalan dapat sedikit mengurangi pemanasan global yang diakibatkan penggunaan listrik PLN pada lampu jalan

Usaha menggunakan panel surya ini telah diaplikasikan pada penerangan taman Balai Jagong Kudus, di taman seluas kurang lebih 100 x 100 m² ini memiliki sekitar 115 lampu yang menggunakan panel surya dan memiliki jenis lampu LED. Pemasangan panel surya pada penerangan taman balai jagong ini tidak satu arah saja melainkan memiliki berbagai arah entah itu ke arah timur, barat maupun tegak ke atas. Anggaran pembuatan penerangan jalan menggunakan panel surya ini diperkirakan mencapai 2,9 miliar rupiah. Pembangunan ini memiliki beberapa tahap dalam penelitian ini memperhitungkan pada tahap pertama yaitu 32 lampu yang menghabiskan biaya mencapai Rp. 653.000.000,00.

Pemasangan penerangan jalan menggunakan panel surya ini tidak terlepas dari masalah yang sering muncul dilapangan antara lain adalah, cahaya yang tidak merata, pemakaian material yang digunakan tidak sesuai, harga pemasangan panel surya yang cukup mahal, umur panel surya, biaya perawatan panel surya dan lain-lain. Berdasarkan permasalahan tersebut muncul ide untuk menghitung perbandingan nilai ekonomis penggunaan panel surya yang memiliki anggaran yang cukup besar ini dengan penggunaan PLN.

II. LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

Selamet Handi (2015) pada penelitian yang berjudul “Pembangkit Listrik Energi Matahari Sebagai Penggerak Pompa Air Dengan Menggunakan Solar Cell”. Hasil dari penelitian ini adalah untuk memanfaatkan energi surya menjadi penggerak pompa air dengan cara memanfaatkan solar cell yang mengubah energi matahari menjadi energi listrik.

Rusman (2015) pada penelitian yang berjudul “Pengaruh Variasi Beban Terhadap Efisiensi Solar Cell Dengan Kapasitas 50 WP” Hasil dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh beban yang digunakan pada nilai efisiensi solar cell.

Nahdia Rupawanti BR (2017) pada penelitian yang berjudul “analisa Dan Efisiensi Daya Instalasi Penerangan Jalan Umum Menggunakan Solar Cell di Kabupaten Lamongan” Hasil penelitian untuk mengetahui nilai efisiensi daya pada solar cell yang digunakan untuk penerangan jalan di Kabupaten lamongan.

B. Dasar Teori

1. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) merupakan pembangkit listrik yang merubah energi matahari menjadi energi listrik. Sinar matahari adalah contoh energi yang bersumber dari alam. Sumber daya alam ini yang berasal dari sinar matahari cukup banyak dipergunakan untuk memenuhi kebutuhan sumber daya listrik di satelit komunikasi menggunakan sel surya. Sel surya ini mampu memperoleh energi listrik dalam jumlah yang cukup banyak bahkan tidak terbatas dari energi matahari, tidak memerlukan bagian yang dapat berputar serta tidak membutuhkan bahan bakar. Oleh karena itu sel surya sering disebut pembangkit listrik yang ramah lingkungan. Pembangkit listrik tenaga surya tersusun dari beberapa komponen antara lain sebagai berikut:

- a. Modul Surya, berfungsi untuk merubah energi dari matahari menjadi energi listrik arus searah
- b. Batrai, berfungsi sebagai penyimpan energi listrik yang diperoleh dari modul surya
- c. *Solar Charge Controller*, dapat berfungsi sebagai pengatur pengisian batrai.
- d. Inverter, dapat berfungsi untuk merubah listrik arus searah, menjadi arus bolak-balik

2. Sel Surya

Sel surya merupakan peralatan untuk mengkonversi energi surya atau energi surya menjadi energi listrik arus searah atau *Direct Current*. Struktur sel surya yang paling umum didasarkan pada efek *photovoltaic* PV. Jika sel surya diletakan di bawah sinar matahari maka foton-foton yang berasal dari matahari akan menyinari bagian permukaan sel surya tersebut dan terus menerus menembus bagian sambungan p-n. Foton matahari tersebut terus menggerakkan elektron bebas dan lubang hole tersebut. Di daerah p-n inilah terjadinya produksi Elektron dan hole kemudian mengalir melewati kontak-kontak elektris yang dibuat dibagian atas maupun dibagian bawah sel

3. Baterai (*Deep Cycle Battery*)

Deep cycle battery adalah salah satu jenis aki ini didisain untuk dapat menghasilkan energi (arus listrik) yang stabil serta dalam waktu yang cukup lama. Aki fersi *Deep Cycle Battery* ini

memiliki ketahanan terhadap siklus pengisian (charge) - serta terhadap pelepasan (discharge) yang berulang kali dan memiliki siklus yang konstan. Idealnya aki atau baterai jenis ini dapat digunakan mencapai 80 % dari kapasitas nominalnya batari tersebut. Sehingga kapasitas energi yang dipergunakan makin besar, tanpa merusak ataupun mengurangi masa kerja baterai dan kinerja baterai.



GAMBAR 2.1 BATTERY

Untuk menentukan total kapasitas baterai berdasarkan periode penyimpanan yang diinginkan sebagai berikut (BR, 2017) :

Dirumuskan

$$t_{\text{beban}} = \frac{P_{\text{beban}}}{P_{\text{baterai}}} \quad (2.1)$$

dimana

t_{beban} = waktu pemakaian batrai (Ah/Ampere.hour)

P_{beban} = daya lampu (volt)

P_{baterai} = daya baterai

4. Solar Charge Controller

Solar Charge Controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. Peralatan ini digunakan untuk mengatur *overcharging* (kelebihan pengisian karena baterai sudah penuh) dan kelebihan voltase dari panel surya / solar cell. Ukuran atau rating untuk alat pengontrol aliran masuk dan keluar dari aki / baterai ditentukan dalam satuan Ampere, yakni dengan rumus sebagai berikut (BR, 2017) :

5. Inverter

Berfungsi untuk mengubah arus listrik searah (DC) dari panel surya menjadi arus listrik bolak balik (AC). Tegangan DC yang keluar dari panel surya cenderung tidak konstan sesuai dengan kondisi radiasi. Tegangan DC yang tidak konstan akan diubah oleh inverter. Menjadi tegangan AC yang

cenderung konstan yang siap digunakan untuk kebutuhan peralatan listrik yang mengkonsumsi tegangan AC. Hal yang diperhatikan saat pemilihan inverter sebagai berikut :

1. Kapasitas / daya inverter
2. Tegangan masukan inverter
3. Arus masukan inverter
4. Kualitas berdasarkan mutu daya keluaran
5. Menggunakan sistem komutasi
6. Mmiliki sistem pengaturan MPPT
7. Mampu berkerja pada suhu sampai 45°C

6. Panel Surya

Panel surya tersusun dari beberapa sel surya yang tersusun sedemikian rupa sehingga dapat diperoleh output sesuai dengan apa yang diinginkan. Dari kumpulan-kumpulan sel surya ini dapat mengkonversi sinar matahari menjadi listrik arus searah atau arus DC. Dengan cara menambahkan baterai yang disambungkan dengan panel surya, sehingga daya yang dihasilkan dari menkonversi sinar matahari menjadi listrik dapat tersimpan sebagai cadangan energi listrik.

7. Analisa Ekonomi

Analisa ekonomi dari segi investasi, agar dapat mengetahui kelayakan proyek ini antara PLTS dan PLN dengan menggunakan metode *Net Present Value* (NPV). *Net present Value* (NPV) merupakan metode penghitung nilai bersih (netto) pada waktu saat ini atau sekarang (present). Asumsi present yaitu menjelaskan tentang waktu awal perhitungan bertepatan saat evaluasi dilakukan pada periode tahun ke-nol (0) pada perhitungan cash flow investasi. Untuk perhitungan suku bunga dalam perhitungan ekuivalensi, Maka menggunakan persamaan faktor bunga menjadi:

$$F = P (F/P, i, n) \quad (2.8)$$

Untuk cash Flow Annual adalah suatu pembayaran yang sama besarnya setiap periode untuk jangka waktu yang panjang, Untuk mencari nilai ekuivalen present-nya (P), adalah

$$P = A \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right] \quad (2.9)$$

dengan :

i = Interest rate/suku bunga

n = Jumlah periode pembungaan

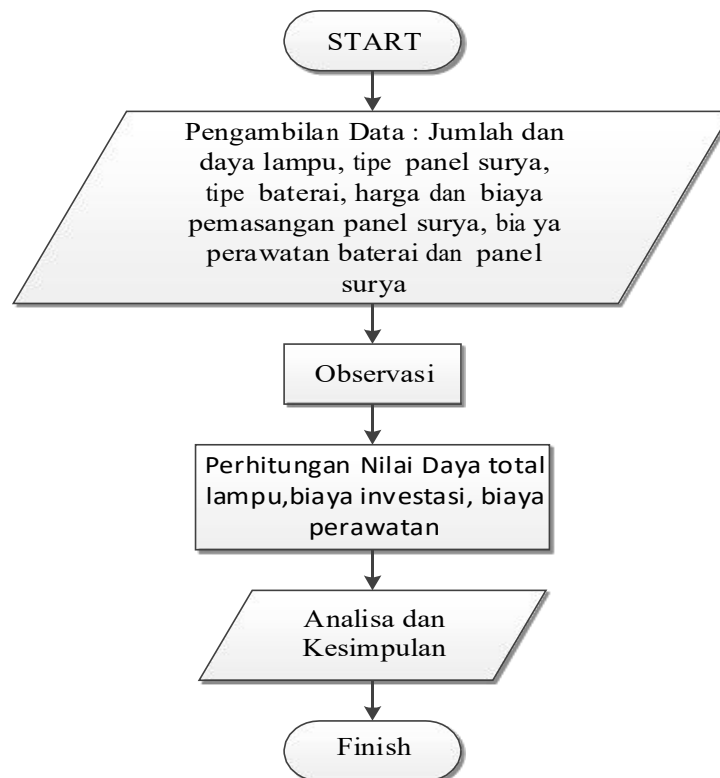
P = Present/Sejumlah nilai uang sekarang

F = Future/Nilai mass depan " n " periode yang akan datang

A = Annual/Pembayaran seri setiap akhir periode

III. METODE PENELITIAN

Pada tugas Akhir ini, penulis melakukan metode penelitian melalui metode analisa. Sehingga proses penelitian menggunakan dua data yaitu data primer dan sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh melalui sumber penelitian secara langsung, penulis menentukan obyek penelitian yaitu pada Taman Balai Jagong Kudus. Kemudian disertai data skunder maupun pengumpulan data-data yang dibutuhkan dari buku, jurnal maupun penelitian yang pernah dilakukan oleh orang lain yang berhubungan dengan perhitungan investasi secara ekonomis Panel Surya dan PLN. Sedangkan tahap penelitian tugas ahir ini dapat dilihat pada gambar 3.1 sebagai berikut.



Gambar 3.1 Flowchart Prosedur Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perhitungan biaya pemasangan panel surya

PEKERJAAN PEMASANGAN LAMPU PANEL SURYA

TABEL 4.1 BIAYA PEMASANGAN PJU SOLAR CELLS

URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	ANALISA	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH BIAYA (Rp.)
PEKERJAAN PONDASI BETON				
1 Galian Tanah Keras	5.12 m3		80,080.00	410,009.60
2 Pek. Urugan Pasir	0.26 m3		215,462.50	55,158.40
3 Pek. Lantai Kerja K.100	0.26 m3		1,060,606.03	271,515.14
4 Pek. Peton K 225	6.14 m3		1,282,406.85	7,879,107.66
5 Pek. Pembesian	284.17 kg		15,426.13	4,383,607.57
6 Pek. Begisting	61.44 m2		279,702.50	17,184,921.60
7 Acian	15.36 m2		32,037.50	492,096.00
8 Angkur Dia. 16	128.00 bh		20,000.00	2,560,000.00
SUB JUMLAH				33,236,415.97
PEK. PENGADAAN & PEMASANGAN TIANG, STANG & ARMATUR LAMPU				
1 Armature lampu Tenaga surya Lengkap LED 60 W	32.00 unit		15,637,400.00	500,396,800.00
2 Pengadaan dan pemasangan Tiang Lampu Oktagonal base plate tinggi 7m, 1 cabang	32.00 unit		4,771,000.00	152,672,000.00
SUB JUMLAH				653,068,800.00

Sumber: Dinas Pendidikan dan Olahraga Kabupaten Kudus

B. Perhitungan biaya pemasangan PLN

PEKERJAAN PEMASANGAN LAMPU MENGGUNAKAN PLN

TABEL 4.2 BIAYA PEMASANGAN PJU PLN

URAIAN PEKERJAAN		VOLUME	ANALISA	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH BIAYA (Rp.)
PEKERJAAN PONDASI BETON					
1	Galian Tanah Keras	5.12 m3	A.2.3.1.4	80,080.00	410,009.60
2	Pek. Urugan Pasir	0.26 m3	A.2.3.1.11	215,462.50	56,020.25
3	Pek. Lantai Kerja K.100	0.26 m3	A.4.1.1.4	1,060,606.03	275,757.57
4	Pek. Peton K 225	6.14 m3	A.4.1.1.7	1,282,406.85	7,873,978.03
5	Pek. Pembesian	284.17 kg	A.4.1.1.17	15,426.13	4,383,643.36
6	Pek. Begisting	61.44 m2	A.4.1.1.22"	279,702.50	17,184,921.60
7	Acian	15.36 m2	A.4.4.2.27	32,037.50	492,096.00
8	Angkur Dia. 16	128.00 bh		20,000.00	2,560,000.00
SUB JUMLAH					33,236,426.41
1	Pengadaan dan pemasangan Armature lampu LED 60 W	32.00 unit	P.Lmp 1	4,137,400.00	132,396,800.00
2	Pek. Jaringan Udara (Kabel) - Kabel LVTC 2x10 mm (antar Tiang)	1768.20 m	PKU 10	10,200.00	18,035,640.00
	APP Ke PLN LVTC 2 x 16 mm	100.00 m	PKU 16	11,600.00	1,160,000.00
3	Pengadaan dan pemasangan Tiang Lampu Oktagonal base plate tinggi 7m, 1 cabang	32.00 unit	t.7	4,214,900.00	134,876,800.00
SUB JUMLAH					286,469,240.00

PEK. PENGADAAN, PEMASANGAN BOX APP					
1	1 unit Box APP (komplet Set) uk.60x40x20	3.00 unit	P. BOX 1	2,774,900.00	8,324,700.00
2	Pek. Grounding	3.00 Set	P.grn	328,700.00	986,100.00
3	BP + UJL (App1 Daya 3500 App 2. Daya 2200 App 3 Daya 2200)	7700.00 VA	LS	1,510.00	11,627,000.00
SUB JUMLAH					20,937,800.00
JUMLAH TOTAL					340,643,466.41
PPN 10%					34,064,346.64
Jumlah Keseluruhan					374,707,813.05
Jumlah Pembulatan					374,707,800.00

Sumber: Dinas Pendidikan dan Olahraga Kabupaten Kudus

C. Analisa Penggunaan Bahan

1. Penggunaan Lampu Led 60W

Pada penerangan jaalan menggunakan panel surya di taman balai jagong kudus ini menggunakan lampu jenis LED 60W dari (PT SURENDO) PT. Surya Energy Indonesia dengan spesifikasi sebagai berikut:

TABEL 4.3 SPESIFIKASI LAMPU LED

Spesifikasi	Keterangan
Max. Power (Pmax)	60W
Material	Tempered Glass + Almunium Enclosure
Lamp size	460 X 300 mm
Lumen	4760 lm/w
Operating Voltage	AC85-265V
Protection	IP65

Harga	Rp.3.013.200
-------	--------------

Sumber: Dinas Pendidikan dan Olahraga Kabupaten Kudus

Penggunaan lampu jenis ini pada penerangan jalan di taman balai jagong kudus ini dikarenakan sebagai berikut:

1. Menggunakan chip mata led Multi Led, sehingga dapat menghasilkan sinar cahaya sagat terang dengan konsumsi daya yang sangat kecil menjadikannya sangat irit
2. Dilengkapi dengan pendingin ekstra besar, membuat daya tahan lampu lebih lama
3. Housing terbuat dari almunium anti karat dan tahan air IP65 sangat cocok diaplikasikan untuk penerangan jalan area kota,penerangan area pabrik,penerangan area pelabuhan,penerangan area gudang serta masih banyak lagi.

2. Penggunaan Baterai Type Gel HTR 100AH 12V

Pada penerangan jaalan menggunakan panel surya di taman balai jagong kudus ini menggunakan baterai type Gel HTR 100AH 12V dengan spesifikasi seperti yang ditunjukkan pada Tabel berikut::

TABEL 4.4 SPESIFIKASI BATERAI

Kategory	Panel Surya	
Spesifikasi		
Voltage		12v
Capacity		100Ah
Dimensions	Length	331mm
	Widht	172mm
	Height	215mm
	Total Heigh	218mm
Weight		29,5 gm
Harga	Rp. 3.200.000	

Sumber: <http://panelsuryajakarta.com/baterai-vrla-storace-12-v-100ah>

Kelebihan penggunaan baterai jenis ini adalah sebagai berikut :

1. Resistensi suhu lebih tingg dari batrai pada umumnya
2. Desain pada batrai ini meningkatkan pencegahan korosi
3. Menggunakan gel elektrolit yang dimodifikasi dan penerimaan daya untuk meningkatkan kinerja batrai saat suhu tinggi
4. Telah lulus uji persaratan pengujian untuk baterai suhu tinggi

5. Tahan air ip65
6. Dengan super charge

3. Penggunaan Modul type 200WP,24V,Grade A

Pada penerangan jalan menggunakan panel surya di taman balai jagong kudus ini menggunakan modul type 200WP,24V dengan spesifikasi sebagai berikut :

TABEL 4.5 SPESIFIKASI MODUL SURYA

Spesifikasi	Keterangan
Max. Power (Pmax)	200W
Max. Power Voltage (Vmp)	38,16V
Max. Power Current (Imp)	5,40A
Open Circuit Voltage (Voc)	45,72V
Short Circuit Current (Isc)	5,77A
Max. System Voltage	1000V
Weight	15,32Kg
Dimension	1580 x 808 x 50 mm

Keuntungan menggunakan modul type ini adalah sebagai berikut :

1. Bersih dan ramah lingkungan
2. Umur pemakaian panel surya panjang
3. Anti karat dan korosi
4. Instalasi mudah dan cepat

D. Biaya Investasi

Biaya investasi pada PJU *solar cell* sebesar Rp 653.068.800 sedangkan biaya investasi pada PJU konvensional sebesar Rp 374.707.800. Jadi untuk biaya PJU solar cell lebih mahal daripada PJU konvensional

E. Biaya Listrik PLN

1. Biaya Listrik PJU PLN

$$\begin{aligned}
 \text{Beban per-hari} &= 23.040 \text{ Wh} \\
 &= 23 \text{ Kwh} \\
 \text{Beban per-bulan} &= 23 \text{ Kwh} \times 30 \\
 &= 690 \text{ Kwh}
 \end{aligned}$$

Biaya pemakaian per-bulan = Jumlah Kwh per-bulan x biaya pemkaian

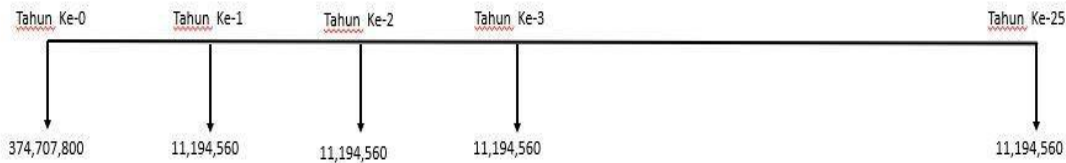
$$= 690 \text{ Kwh} \times 1352$$

$$= \text{Rp. } 932.880,00$$

$$\text{Total biaya pembayaran listrik selama 1 tahun} = \text{Rp. } 932.880 \times 12$$

$$= \text{Rp. } 11.194.560,00.$$

Nilai NPV operasional PJU PLN 25 tahun ditunjukkan pada Gambar 4.1 cash flow



GAMBAR 4.1 NILAI NPV OPERASIONAL PJU PLN 25 TAHUN

Untuk mencari nilai suku bunga selama 25 tahun menggunakan persamaan 2.9 berikut:

$$P = A \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]$$

$$P = 11.194.560 \left[\frac{(1+0,0268)^{25} - 1}{0,0268(1+0,0268)^{25}} \right]$$

$$P = 11.194.560 \left[\frac{0,9370}{0,0519} \right]$$

$$P = 11.194.560 \times 18,050$$

$$P = \text{Rp } 202.069.245,00$$

2. Biaya Perawatan PJU PLN

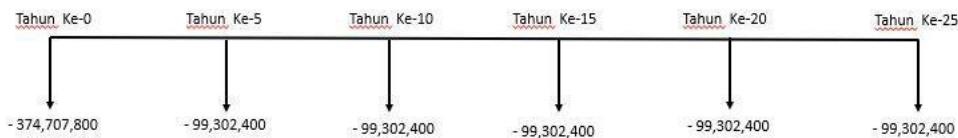
Pada tugas akhir ini biaya pergantian komponen menggunakan angka inflasi bulan januari 2020 yaitu 2,68 % per tahun (Sumber : <https://www.bi.go.id/id/moneter/inflasi/data/Default.aspx>). Untuk harga lampu LED sekarang adalah Rp 3.103.200, dan pergantian setiap 5 tahun sekali. Mencari kenaikan harga komponen setiap 5 tahun.

TABEL 4.6 BIAYA PERAWATAN PJU PLN

Jenis Komponen	Harga Satuan	Jumlah Kebutuhan	Total
Lampu LED	Rp. 3.103.200	32	Rp 99.302.400
Jumlah			Rp 99.302.400

Dengan demikian maka diketahui biaya investasi awal untuk pemasangan , biaya operasional, biaya pergantian komponen selama umur investasi selama 25 dengan menggunakan metode perhitungan NPV sebagai berikut

Nilai NPV perawatan PJU PLN 25 tahun ditunjukkan pada Gambar 4.2 cash flow



GAMBAR 4.2 CASH FLOW PERAWATAAN PJU PLN

Sedangkan biaya perawatan PJU *Solar Cells* dapat dihitung dengan dengan persamaan 2.8 berikut:

$$\frac{P}{F} = \frac{F}{(1 + i)^n}$$

$$F_5 = - 87.002.242$$

$$F_{10} = - 76.225.651$$

$$F_{15} = - 66.783.910$$

$$F_{20} = - 58.511.677$$

$$F_{25} = -51.264.089$$

$$F \text{ total selama 25 tahun} = -339.787.570$$

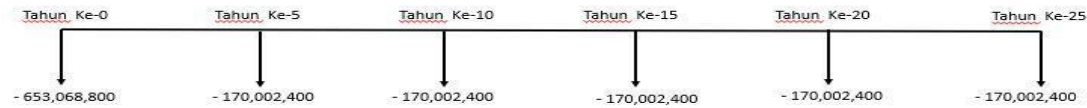
$$\begin{aligned} \text{NPV PJU Konvensional} &= -576.777.044 + (-339.787.570) \\ &= -916.564.614 \end{aligned}$$

F. Biaya Perawatan PJU *Solar Cells*

Pada tugas akhir ini biaya pergantian komponen PJU *Sollar Cells* menggunakan angka inflasi bulan januari 2020 yaitu 2,68% pertahun (Sumber : <https://www.bi.go.id/id/moneter/inflasi/data/Default.aspx>).

Adapun komponen yang diganti adalah lampu LED dan Baterai dengan harga. Baterai + Lampu LED = Rp 170.022.400, 00

Nilai NPV perawatan PLTS selama 25 tahun ditunjukkan pada Gambar 4.3 cash flow



GAMBAR 4.3 CASH FLOW PJU SOLAR CELLS

Dengan persamaan 2.8 berikut:

$$\frac{P}{F} = \frac{F}{(1+i)^n}$$

$$F_5 = - 148.962.462$$

$$F_{10} = - 130.511.128$$

$$F_{15} = - 114.345.280$$

$$F_{20} = - 100.181.826$$

$$F_{25} = - 87.772.737$$

$$F \text{ total selama 25 tahun} = - 599.773.432$$

$$NPV \text{ PJU Sollar Cells} = - 653.068.800 + (-599.773.432)$$

$$= -1.234.842.232$$

G. Total Keseluruhan Biaya Penggunaan Sistem PJU PLN dan PJU Solar Cells

Dari perhitungan biaya pemasangan PJU Konvensioanl dan PJU Sollar Cells, kebutuhan komponen, dan biaya perawatan selama 25 tahun dapat dilihat pada table 4.8.

TABEL 4.7 BIAYA INVESTASI PJU SOLAR CELLS DAN PJU PLN

No	Jenis Kebutuhan	PJU <i>Solar Cells</i>	PJU Konvensional
1	Biaya Investasi	Rp 653.068.800	Rp 374.707.800
2	NVP	-1.234.842.232	-916.564.614

Dari hasil analisis yang dilakukan untuk membandingkan investasi PJU *Solar Cells* dan PJU PLN untuk lampu penerangan taman Balai Kota Jagong Kudus selama 25 tahun, maka didapatkan bahwa untuk biaya investasi pemasangan awal PJU *Solar Cells* lebih mahal dibandingkan PJU PLN dimana biaya yang dihabiskan mencapai Rp 653.068.800,00 untuk PJU *Solar Cells* dan Rp 374.77.800,00 untuk PJU PLN. Pada biaya perawatan dan operasional PJU *Sollar Cells* memerlukan biaya lebih besar dari pada PJU PLN.

Perhitungan aliran kas untuk kedua PJU, baik PLN maupun *Sollar Cells* dibuat selama 25 tahun dimana didapatkan NPV pada PJU *Sollar Cells* mencapai -1.234.842.232 sedangkan NPV PJU PLN mencapai Rp -916.564.614.

Oleh karena NPV PJU *Sollar Cells* memiliki nilai minus yang lebih banyak dari pada NPV PJU PLN yang artinya jika diterapkan akan mempunyai konsekuensi anggaran yang lebih banyak.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil analisa pada bab sebelumnya maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari segi nilai ekonomis dari pemasangan energi listrik di area Taman Balai Jagong Kudus dengan menggunakan *Solar Cell* maupun PLN diketahui bahwa PJU PLN lebih ekonomis dibandingkan dengan PJU *Solar Cell*. Dikarenakan NPV PJU PLN lebih kecil dari NPV PJU *Solar Cell* yaitu $\text{Rp } -916.564.614 < \text{Rp } -1.234.842.232$
2. Dari segi biaya oprasional dan pemeliharaan dalam jangka waktu 25 tahun PJU PLN juga lebih ekonomis dibandingkan dengan PJU *Solar Cell* yaitu $\text{Rp. } 202.069.245 + \text{Rp. } 339.787.570 < \text{Rp. } 599.773.432$ tapi tidak begitu jauh perbedaannya
3. Dari hasil perhitungan nilai ekonomis yang telah dilakukan, PJU PLN lebih efisien di gunakan untuk penerangan di taman balai jagong kudus karena lebih ekonomis di bandingkan dengan PJU *Solar Cell*

4. Dari segi sudut pandang lingkungan PJU *Solar Cell* merupakan energi terbarukan yang ramah terhadap lingkungan dan bahan bakarnya akan selalu ada karena dari sinar matahari dan sangat memungkinkan untuk di kembangkan di Taman Balai Kota Jagong Kudus yang lokasinya di daerah pesisir Indonesia yang mempunyai potensi energi matahari melimpah.
5. Dari kelebihan dan kekurangan PJU *Solar Cell* dan PJU Konvensional diharapkan energi terbarukan terus dikembangkan oleh pemerintah sehingga dimasa yang akan datang PJU Konvensional menjadi pemasok kebutuhan energi listrik di Indonesia tanpa merusak lingkungan.

B.Saran

Berdasarkan hasil pengujian dan kesimpulan terdapat beberapa saran dari penulis yaitu :

1. Perlu dilakukan sebuah penelitian lebih lanjut tentang upaya yang bisa dilakukan supaya untuk biaya penggunaan sistem PJU *Solar Cells* sehingga dapat lebih murah supaya masyarakat tertarik untuk mengembangkan dan memanfaatkan listrik yang dari energi matahari (PJU *Solar Cells*)

UCAPAN TERIMAKASIH

Syukur Alhamdulillah senantiasa penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. yang memiliki keistimewaan dan pemberian segala kenikmatan besar, baik nikmat iman, kesehatan dan kekuatan didalam penyusunan Tugas Akhir ini. Salawat serta salam senantiasa turunkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW, keluarga, dan para sahabatnya, serta penegak sunnah-Nya sampai kelak akhir zaman. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Bapak Ir. Agus Adhi Nugroho, MT. dan Bapak Dedy Nugroho, ST, MT. selaku Dosen Pembimbing, disela-sela rutinitasnya namun tetap meluangkan waktunya untuk memberikan petunjuk, dorongan, saran dan arahan sejak rencana penelitian hingga selesainya penulisan Tugas Akhir ini. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Seluruh Jajaran Dekan Fakultas Teknologi Industri serta Staf Karyawan/Karyawati Fakultas Teknologi Industri yang telah memberikan pelayanan terbaik selama penulis mengikuti proses pendidikan. Tak lupa juga sahabat-sahabat Prodi Teknik Elektro (Angkatan 2015) serta orang-orang terdekan penulis yang telah mendukung hingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Dan ucapan terimakasih tiadatar kepada Bapak, mamah, dengan penuh kasih sayang dan kesabaran telah mendidik kami hingga dapat menempuh pendidikan yang layak. Akhir kata dari penulis mengucapkan terimakasih, senantiasa penulis berharap semua pengorbanan dan segala sesuatu yang tulus dan ikhlas diberikan limpahan rahmat dan hidayah-Nya, Aamiin.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Arvin Rama, R. (2019) 'Analisa Pengaruh Sudut Kemiringan Pada Panel Surya 100 Wp', *UNISSULA*, p. 104.
- [2]. BR, N. R. (2017) 'Analisis Dan Efisiensi Daya Instalasi Penerangan Jalan Umum Menggunakan Solar Cell di Kabupaten Lamongan', *Universitas Islam Lamongan*, 2(2), p. 7. doi: 10.30736/je.v2i2.80.
- [3]. Iqtimal, Z., Devi, I. and Syahrizal (2018) 'Aplikasi Sistem Tenaga Surya Sebagai Sumber Tenaga Listrik Pompa Air', *Universitas Syiah Kuala*, 3(1), pp. 1–8.
- [4]. Pahlevi, R. (2014) 'Pengujian Karakteristik Panel Surya Berdasarkan Intensitas Tenaga Surya', *Universitas Muhammadiyah Surakarta*, (1). doi: 10.4324/9781315853178.
- [5]. Shodiq, J. (2017) 'SIMULASI PERFORMA PHOTOVOLTAICS BERBAHAN NANOKRISTALIN SnO₂', *UIN Malang*.
- [6]. Sunaryo, J. S. (2014) 'Analisis Daya Listrik Yang Dihasilkan Panel Surya Ukuran 216cm x 121cm Berdasarkan Intensitas Cahaya', *Simposium Nasional Teknologi Terapan*, pp. 29–37.
- [7]. Yuwono, B. (2005) 'Optimalisasi Panel Sel Surya Dengan Menggunakan Sistem Pelacak Berbasis Mikrokontroller AT89C51', *Universitas Sebelas Maret*, (March), pp. 25–27.



LEMBAR REVISI SEMINAR TUGAS AKHIR


Berdasarkan Rapat Tim Penilai Seminar Tugas Akhir :

Hari : **Senin**
Tanggal : **31 Agustus 2020**
Tempat : **Online**

Memutuskan bahwa mahasiswa :

Nama : **Riyan Arif Wibowo**
NIM : **30601501748**
Konsentrasi : **Teknik Sistem Tenaga**
Judul TA : **Analisa Perbandingan Ekonomi antara Penerangan Jalan Menggunakan Panel Surya dan PLN diTaman Balai Jagong Kudus**

wajib melakukan perbaikan seperti tercantum dibawah ini:

NO.	REVISI	BATAS REVISI
	Kesimpulan 3 dan 2 sama yang no 3 dihilangkan saja Yg no 5 tekankan kelebihan pju solar sel, terutama dari sisi lingkungan.	

Semarang, 31 Agustus 2020

Penilai



Ir. Agus Adhi Nugroho, MT

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA)
Jl. Raya Kaligawe Km.4 Telp. 024-6583584 Psw. 340 Faks. 024-6582455
Semarang 50112 <http://www.unissula.ac.id>





LEMBAR REVISI SEMINAR TUGAS AKHIR

Berdasarkan Rapat Tim Penilai Seminar Tugas Akhir :

Hari : Senin
Tanggal : 31 Agustus 2020
Tempat : Online

Memutuskan bahwa mahasiswa :

Nama : **Riyan Arif Wibowo**
NIM : **30601501748**
Konsentrasi : **Teknik Sistem Tenaga**
Judul TA : **Analisa Perbandingan Ekonomi antara Penerangan Jalan Menggunakan Panel Surya dan PLN diTaman Balai Jagong Kudus**

wajib melakukan perbaikan seperti tercantum dibawah ini:

NO.	REVISI	BATAS REVISI
1	Judul : redaksionalnya. Tinjauan Pustaka Hasil penelitiannya ? (a) diskripsi (b) efisiensinya bagaimana ? demikian juga (c). Berdasarkan penelitian (ketiga penelitian kontradiktif, atau peneliti punya hipotesis) tersebut ada keinginan penetili untuk	
2	membuat penelitian Komponen biaya Investasi ? Perbandinagn Investasi solar cel & PLN	
3	Pada Flow Chat Data yang diambil hanya solar cel ? analisa Komparasi maka ada 2 data yg akan dibandingkan ? Observasi dilakukan saat akan melakukan penelitian bukan di metode penelitian.	
4.	Bab 4 : focus perhitungan biaya investasi & operasional saja (keuntungan pakai baterai jadi bias). Sehingga 4.4 data biaya investasi kurang jelas didapat dari mana analisisnya ? Biaya operasional belum tampak ? (Investasi, perawatan & operasional 25 tahun) .	

Semarang, 31 Agustus 2020

Penilai

Ir. Ida Widiastuti, MT

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA)
Jl. Raya Kaligawe Km.4 Telp. 024-6583584 Psw. 340 Faks. 024-6582455
Semarang 50112 <http://www.unissula.ac.id>





**YAYASAN BADAN WAKAF SULTAN AGUNG
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG (UNISSULA)**

Jl. Raya Kaligawe Km.4 Semarang 50112 Telp.(024) 6583584 (8 Sal) Fax.(024) 6582455
email: informasi@unissula.ac.id web : www.unissula.ac.id

Fakultas Teknologi Industri

Bismillah Membangun Generasi Khaira Ummah

LEMBAR REVISI dan TUGAS UJIAN SARJANA


Berdasarkan Rapat Tim Penguji Ujian Sarjana

Hari : Kamis
Tanggal : 1 Oktober 2020
Tempat : Online

Memutuskan bahwa mahasiswa :

Nama : Riyan Arif Wibowo
NIM : 30601501748
Judul TA : Analisa Perbandingan Ekonomi antara Penerangan Jalan Menggunakan Panel Surya dan PLN di Taman Balai Jagong Kudus

wajib melakukan perbaikan dan membuat tugas seperti tercantum dibawah ini:

NO	REVISI	BATAS REVISI
1.	Perhitungan Biaya arti (-)...?	
2.	Kesimpulan 1 & 2 menurut garis bilangan Kesimplan 1 tidak sesuai. Kesimpulan ke 2 Salah / sehingga arti (-).	
3.	Flow Chat ? membandingkan 2 hal maka data yg dianalisa 2 hal.	

NO	TUGAS

Mengetahui,
Ketua Tim Penguji



Ir. Ida Widiastuti, MT
NIDN. 0005036501

Semarang, 1 Oktober 2020
Penguji, I



Ir. Ida Widiastuti, MT
NIDN. 0005036501



**YAYASAN BADAN WAKAF SULTAN AGUNG
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG (UNISSULA)**

Jl. Raya Kaligawe Km.4 Semarang 50112 Telp.(024) 6583584 (8 Sal) Fax.(024) 6582455
email: informasi@unissula.ac.id web : www.unissula.ac.id

Fakultas Teknologi Industri

Bismillah Membangun Generasi Khaira Ummah

LEMBAR REVISI dan TUGAS UJIAN SARJANA

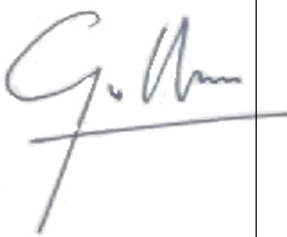
Berdasarkan Rapat Tim Penguji Ujian Sarjana

Hari : Kamis
Tanggal : 1 Oktober 2020
Tempat : Online

Memutuskan bahwa mahasiswa :

Nama : Riyan Arif Wibowo
NIM : 30601501748
Judul TA : Analisa Perbandingan Ekonomi antara Penerangan Jalan Menggunakan Panel Surya dan PLN di Taman Balai Jagong Kudus

wajib melakukan perbaikan dan membuat tugas seperti tercantum dibawah ini:

NO	REVISI	BATAS REVISI
	REvisi ada pada catatan di laporan file PDF yg disertakan	Max 2 minggu 

NO	TUGAS

Mengetahui,
Ketua Tim Penguji



Ir. Ida Widiastuti, MT
NIDN. 0005036501

Semarang, 1 Oktober 2020
Penguji, II



Gunawan, ST, MT
NIDN. 0607117101



**YAYASAN BADAN WAKAF SULTAN AGUNG
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG (UNISSULA)**

Jl. Raya Kaligawe Km.4 Semarang 50112 Telp.(024) 6583584 (8 Sal) Fax.(024) 6582455
email: informasi@unissula.ac.id web : www.unissula.ac.id

Fakultas Teknologi Industri

Bismillah Membangun Generasi Khaira Ummah

**LEMBAR REVISI dan TUGAS UJIAN
SARJANA**


Berdasarkan Rapat Tim Penguji Ujian Sarjana

Hari : Kamis
Tanggal : 1 Oktober 2020
Tempat : Online

Memutuskan bahwa mahasiswa :

Nama : Riyan Arif Wibowo
NIM : 30601501748
Judul TA : Analisa Perbandingan Ekonomi antara Penerangan Jalan
Menggunakan Panel Surya dan PLN di Taman Balai
Jagong Kudus

wajib melakukan perbaikan dan membuat tugas seperti tercantum dibawah ini:

NO	REVISI	BATAS REVISI
	Pendahuluan Tujuan, rumusan masalah, kesimpulan sinkron Tanda (-) dalam perhitungan Flowchart	Segera! ACC 8 Oktober 2020 

NO	TUGAS

Mengetahui,
Ketua Tim Penguji

Ir. Ida Widiastuti, MT
NIDN. 0005036501

Semarang, 1 Oktober 2020
Penguji, III

Jenny Putri Hapsari, ST, MT
NIDN. 0607018501