

**ANALISIS POTENSI PEMANFAATAN ENERGI TENAGA SURYA
SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) FOTOVOLTAIK
DALAM PENYEDIAAN ENERGI LISTRIK
DI KABUPATEN CILACAP**

Fadhilla Alwi

Department of Electrical Engineering, University of Muhammadiyah Yogyakarta
Integrated Campus of UMY, Lingkar Selatan Street, Kasihan, Bantul Yogyakarta 55183
E-mail: fadhillaalwi83@gmail.com

INTISARI

Sistem PLTS komunal ini dirancang untuk memenuhi kebutuhan energi listrik di RT 07 RW 05 Tambakreja, Cilacap Selatan, Cilacap. Perancangan sistem PLTS komunal ini menggunakan desain umum berdasarkan data iradiasi matahari dan kebutuhan beban. Kebutuhan energi listrik untuk fasilitas umum serta fasilitas sosial.

Dari hasil perhitungan dan analisa yang dilakukan, dibuat perancangan sistem PLTS komunal ini untuk memenuhi kebutuhan listrik fasilitas umum dan fasilitas sosial. Berdasarkan perhitungan, perancangan PLTS komunal ini berkapasitas sebesar 21,6 kWp yang mampu untuk memenuhi kebutuhan energi listrik sebesar 54 kWh/hari. Perancangan sistem PLTS komunal ini menggunakan panel surya berkapasitas 200 Wp sebanyak 108 buah panel surya, dan 96 buah baterai dengan kapasitas sebesar 1000 Ah. Biaya investasi yang dibutuhkan untuk membangun sistem PLTS komunal sebesar Rp 1.679.125.016, biaya operasional dan pemeliharaan setiap tahunnya sebesar Rp 82.500.000. Biaya pemakaian listrik menggunakan sistem PLTS komunal sebesar Rp 16.631.354 per bulan, sedangkan biaya pemakaian listrik PLN sebesar Rp 2.376.993 per bulan. Dengan menggunakan PLTS komunal tersebut dapat mengurangi potensi emisi gas karbondioksida sebesar 14,2 ton CO₂ per tahun.

Kata kunci : Perancangan, PLTS, komunal, Ekonomi, Emisi, Gas CO₂

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini, pemanfaatan energi terbarukan sebagai energi primer masih sangat rendah, namun penyediaan energi terbarukan diperkirakan akan meningkat sebagai hasil dari upaya pengembangan dan peningkatan pemanfaatan yang dilakukan oleh pemerintah maupun swasta. Sasaran pengelolaan energi Indonesia hingga 2050 ditekankan untuk meningkatkan

kontribusi energi terbarukan pada pembaharuan energi primer ditahun 2025 paling sedikit sebesar 23% dan di tahun 2050 paling sedikit sebesar 31%.

Secara geografis, Indonesia berada di kawasan yang dilewati garis khatulistiwa, khususnya Kabupaten Cilacap yang termasuk di dalam Provinsi Jawa Tengah berada di daerah khatulistiwa yang terletak pada 10° LS,

dengan iradiasi penyinaran matahari 3,5 kwh/m²/hari – 4,67 kwh/m²/hari.

Kabupaten Cilacap merupakan daerah di pesisir pantai selatan, oleh karena itu jika di Kabupaten Cilacap memiliki potensi sumber energi matahari yang cukup baik merupakan hal yang wajar. Dan kondisi lingkungan yang sudah cukup tercemar emisi gas karbondioksida dari PLTU yang berada di Cilacap. Oleh karena itu, Pembangkit Listrik Tenaga Surya merupakan salah satu solusi alternatif terbaik untuk penyediaan energi listrik di Kabupaten Cilacap. Dengan memanfaatkan energi matahari yang melimpah, gratis, dan ramah lingkungan untuk melayani kebutuhan listrik di daerah tersebut.

Oleh karena itu, dalam penelitian ini yaitu mengenai potensi pemanfaatan energi tenaga surya sebagai pembangkit listrik tenaga surya fotovoltaik dalam penyediaan energi listrik di Kabupaten Cilacap. Penulis akan mencoba membahas tentang potensi energi matahari di RT 07 RW 05 Tambakreja, Kecamatan Cilacap Selatan, Kabupaten Cilacap untuk dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik.

1.2 Batasan Masalah

Dalam pembuatan modul ini penulis membatasi pokok-pokok batasan yang akan dibahas yaitu :

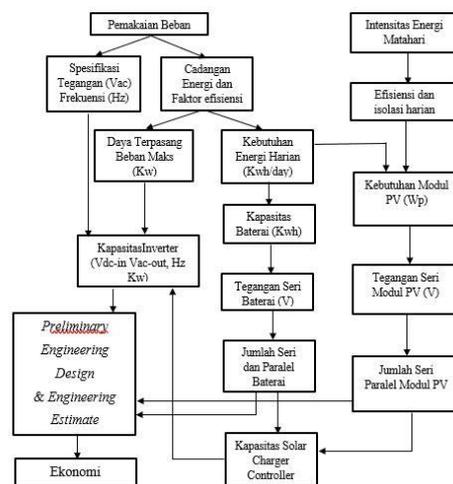
1. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sistem komunal dirancang di RT 07 RW 05 Tambakreja, Cilacap Selatan, Kabupaten Cilacap.
2. Tidak melakukan studi kelayakan pada aspek legal, aspek sosial ekonomi, dan skema pembayaran listrik di lokasi penelitian PLTS ini.

3. Penggunaan aplikasi berbasis web Nassa SSE untuk pengambilan data nilai intensitas pancaran cahaya matahari.
4. Tidak melakukan pembahasan tentang studi pola pembeban listrik pada tempat yang dijadikan contoh.
5. Tidak melakukan perhitungan untuk kebutuhan sistem pelindung petir.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian murni, hasil yang diperoleh tidak dapat diterapkan dan digunakan secara langsung tetapi berkaitan dan membantu dalam pengembangan ilmu murni dan pengembangan keilmuan.

Gambar 2.1 diagram alir penelitian, dengan penjelasan Proses pertama penelitian tentang nilai intensitas matahari di lokasi, kemudian menentukan kebutuhan modul panel surya, dan menentukan jumlah panel surya yang akan digunakan.



Gambar 2.1 Diagram Alir Penelitian

Proses kedua menentukan kebutuhan beban energi harian, cadangan energi. Setelah itu kemudian menentukan kapasitas baterai dan jumlah baterai serta kapasitas inverter yang akan digunakan.

Proses ketiga yaitu menentekun spesifikasi masing-masing komponen yang akan digunakan dalam perancangan PLTS komunal ini. Setelah spesifikasi ditentukan maka dapat menghitung analisis ekonomi dan membuat *preliminary engineering design*. Kemudian membuat kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan.

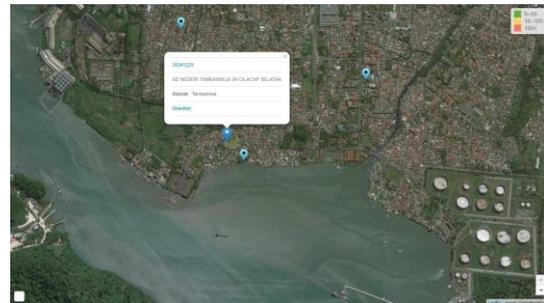
2.1 Metode Pendataan dan Analisis

Untuk melakukan pendataan terlebih dahulu melakukan pencarian data iradiasi matahari di Kabupaten Cilacap melalui website NASA SSE. Kemudian melakukan observasi secara langsung ke lokasi penelitian dan melakukan wawancara dengan pengurus RT setempat. Setelah mendapatkan data yang dibutuhkan maka melakukan langsung merekap data pada Microsoft Excel dan Microsoft Word. Kemudian melakukan perhitungan dan analisis untuk memperoleh spesifikasi sistem PLTS dan perhitungan ekonomi, setelah perhitungan selesai maka membuat desain PLTS atau *preliminary engineering design* dengan menggunakan *software AutoCad*.

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

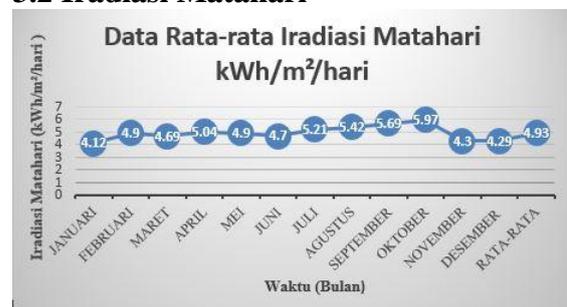
3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di RT 07 RW 05 Tambakreja, Cilacap Selatan, Kabupaten Cilacap.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

3.2 Iradiasi Matahari



Gambar 3.2 Data Rata-rata Iradiasi Matahari di RT 07 RW 10

3.3 Kebutuhan Beban

Beban yang digunakan dalam sistem PLTS ini yakni untuk fasilitas umum dan fasilitas sosial.

Tabel 3.1 Kebutuhan Beban Fasilitas Umum

Perangkat	Jumlah	Daya (Watt)	Waktu Pemakaian (Jam)	Total Daya (Watt)	Energi (Wh)
PJU Jalan Raya	2	20	12	40	480
PJU Perkampungan	50	10	12	500	6.000
Lampu Pos Ronda	2	20	5	40	200
TV	1	75	5	75	375
Total				655	7.055

Tabel 3.2 Kebutuhan Beban Fasilitas Sosial

Perangkat	Jumlah	Daya (Watt)	Waktu Pemakaian (Jam)	Total Daya (Watt)	Energi (Wh)
AC	3	840	7	2.520	17.640
LAPTOP	2	50	5	100	500
Lampu Ruangan	28	25	7	700	4.900
Lampu Teras	4	25	12	100	1.200
Magic Com	1	Cooking mode: 465	1	465	465
	1	Warmingmode: 65	3	65	195
Total				3.950	24.900

Tabel 3.3 Estimasi Kebutuhan Energi Listrik RT 07 RW 05 Tambakreja

No	Jenis Beban	Total Energi (Wh)
1	Fasilitas Umum	7.055
2	Fasilitas Sosial	24.900
Subtotal 1		31.955
Cadangan Energi = 30% x Subtotal 1		9.586,5
Subtotal 2		41.541,5
Rugi-rugi sistem + JTR = 30% x Subtotal 2		12.462,45
Jumlah Total = Subtotal 2 + Rugi-rugi sistem		54.003,95

Jadi kebutuhan beban energi listrik untuk fasilitas umum dan fasilitas sosial sebesar 54 kWh/hari.

3.4 Desain Teknis PLTS dan Spesifikasi Komponen.

Berikut pada Tabel 3.4 hasil perhitungan desain teknis PLTS.

Tabel 3.4 Desain Teknis PLTS

Komponen	Kapasitas	Jumlah	Keterangan
Panel Surya	200 Wp	108	4 Seri, 27 Paralel
SCC	3.500 W	4	
Baterai	1.000 Ah	96	24 Seri, 4 Paralel
Inverter	5.500 W	6	

Berikut merupakan spesifikasi komponen panel surya yang akan digunakan.

Tabel 3.5 Merk dan Jenis Komponen Utama PLTS

Komponen	Penjelasan Merk dan Jenis
Panel Surya	Len 200Wp-24 V Monocrystalline
Solar Charge Controller (SCC)	Conext™ MPPT 60 150
Inverter Baterai	Conext-XW-120-240V
Baterai	QPzV 2V/1000AH

Tabel 3.6 Spesifikasi Panel Surya

Item	Teknikal Data
Manufaktur	PT Len Industri (Persero)
Tipe Modul	Len 200Wp -24 V Monocrystalline
Tegangan Daya Maksimal (Vmp)	37.44 V
Arus Daya Maksimal (Imp)	5.35 A
Open-Circuit Voltage (Voc)	44.5 V
Short-Circuit Current (Isc)	5.80 A
Daya Maksimal (Pmax)	200Watt
Efisiensi Modul	16%
Temperatur Operasi Modul	-40° C to 85° C
Tegangan Maksimal Sistem	1000V DC
Koefisien Temperatur Voc	-0.32 %/°C
Koefisien Temperatur Isc	0.04 %/°C
Ukuran	158 x 80.8 x 4.5 cm
Berat	16.5 kg

Tabel 3.7 Spesifikasi SCC

Item	Teknikal Data
Manufaktur	Schneider Electric
Tipe	Conext MPPT 60 150
Tegangan Operasi PV array	140 V
Maksimal Tegangan Masukan	150 V
Maksimal Arus Masukan	60 A
Maksimal Daya Keluaran	3500 W
Temperatur Operasi	-40° C to 85° C
Ukuran	36.8 x 14.6 x 13.8 cm
Berat	4.8 kg

Tabel 3.8 Spesifikasi Baterai

Item	Teknikal Data
Manufaktur	Nipres Industrial Baterai
Tipe	OpzV 2-1000A
Tegangan	2 V
Kapasitas	1000 Ah
Berat	77 kg
Temperatur Operasi Optimal	25
Ukuran	23.3 x 21 x 68.1 cm
Pengisian Daya Maksimum	25° C +/- 5° C
Siklus Penggunaan	DOD 80% 4500 cycle

Tabel 3.9 Spesifikasi Inverter

Item	Teknikal Data
Manufaktur	Schneider Electric
Tipe	Conext-XW+ 5548 NA120-240V
Daya Keluaran pada 25° C	5500 W
Daya Keluaran pada 40° C	4500 W
Frekuensi	50/60 Hz
Tegangan Output	L-N :120V +/- 3%; L-L : 240V +/- 3%
Arus input DC	150 A
Tegangan input DC	42-60 V (48V)
Efisiensi	95.7 %
Kapasitas Baterai	440-10000 Ah
Ukuran	58 x 41 x 23 cm
Berat	53.5 kg

3.4 Perhitungan Proteksi

Pada tabel 3.10 merupakan hasil perhitungan proteksi PLTS.

Tabel 3.10 Proteksi PLTS

Proteksi	Fuse/CB/MCB	Keterangan	Kabel
Combiner Box	Fuse 10A 1000VDC	Fuse per string panel	Kabel NYFGbY 4 mm ²
	Fuse 40A 1000VDC	Fuse panel array	
Panel Distribusi Dc	Fuse 60A	Fuse SCC ke Baterai	Kabel NYAF 16 mm ²
	MCB 75A	MCB SCC ke Baterai	
	Fuse 200A	Fuse Inverter ke Baterai	
Panel Distribusi AC	CB 125A	Keluaran Inverter	Kabel NYY 25 mm ²
	CB 400A	Keluaran 3 Phase	

3.5 Engineering Estimate

Berikut ini merupakan hasil perhitungan *engineering estimate* untuk sistem PLTS komunal ini.

Tabel 3.11 Rencana Anggaran Biaya Investasi Komponen Utama

Komponen	Jumlah	Satuan	Harga Per Unit (Rp)	Harga Total (Rp)
Panel Surya	108	Pcs	2.799.300	302.324.400
Solar Charge Controller (SCC)	4	Pcs	8.369.429	33.477.716
Baterai	96	Pcs	6.900.000	662.400.000
Inverter Baterai	6	Pcs	50.779.375	304.676.250
Total				1.302.878.366

Tabel 3.12 Rencana Anggaran Biaya Investasi Komponen Pendukung

Komponen	Jumlah	Satuan	Harga Per Unit (Rp)	Harga Total (Rp)
Panel Distribusi AC	1	Set	5.5825.000	55.825.000
Rak Baterai	4	Set	4.675.000	18.700.000
Support Mounting	4	Set	18.139.000	72.556.000
Combiner Box	4	Set	3.960.000	15.840.000
Monitoring Baterai	1	Pcs	9.089.600	9.089.600
Conext PDP	1	Pcs	18.116.250	18.116.250
Conext ComBox	3	Pcs	11.853.000	35.559.000
Conext SCP	2	Pcs	4.403.900	8.807.800
Kabel NYAF 2x4 mm ²	100	Meter	703.000/100m	703.000
Kabel NYAF 2x16 mm ²	50	Meter	34.000	1.700.000
Kabel NYAF 2x95 mm ²	150	Meter	124.000	18.600.000
Kabel NYY 4x10 mm ²	250	Meter	67.000	16.750.000
Kabel NYFGbY 2x4 mm ²	200	Meter	210.000	42.000.000
Total				314.246.650

Tabel 3.13 Rencana Anggaran Biaya Jasa Pengiriman

Jenis	Hari	Harga (Rp)	Harga Total (Rp)
Truck Container 20 feet	2	4.000.000	8.000.000

Tabel 3.14 Rencana Anggaran Biaya Jasa Instalasi

Jenis	Qty (kWp)	Harga (Rp)	Harga Total (Rp)
Instalasi PLTS	21.6	2.500.000	54.000.000

Tabel 3.15 Total Rencana Anggaran Biaya Investasi

No	Jenis	Harga (Rp)
1	Komponen Utama	1.302.878.366
2	Komponen Pendukung	314.246.650
3	Jasa Pengiriman	8.000.000
4	Jasa Instalasi	54.000.000
	Total	1.679.125.016

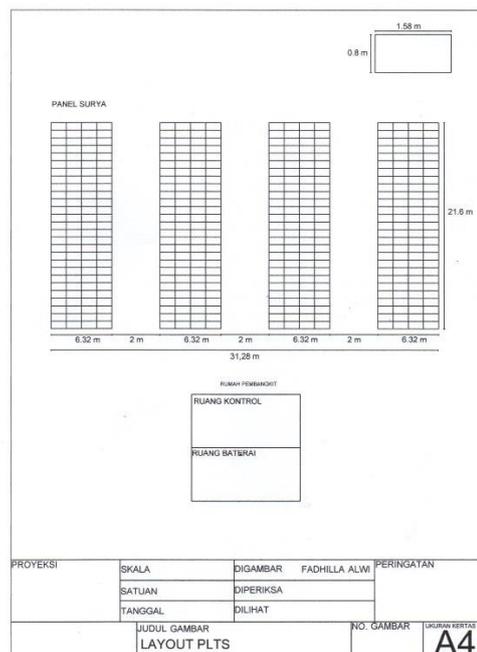
Tabel 3.16 Biaya Operasional

Deskripsi	Waktu	Harga (Rp)	Harga Total (Rp)
Gaji teknisi 2 orang	12 bulan	2.500.000	60.000.000
Perawatan	1 tahun	15.000.000	15.000.000
Subtotal 1			75.000.000
Cadangan 10%			7.500.000
Total			82.500.000

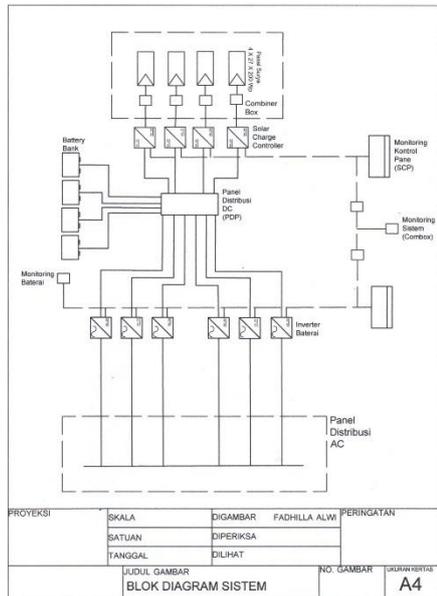
Tabel 3.16 Perbandingan Biaya Pemakaian Listrik PLTS dengan Listrik PLN

Listrik	Biaya per bulan
PLTS	Rp 16.631.354
PLN	Rp 2.376.993

3.5 Preliminary Engineering Design



Gambar 3.3 Layout PLTS



Gambar 3.3 Blok Diagram Sistem

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tugas akhir yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Diketahui bahwa rata-rata nilai iradiasi matahari di Kabupaten Cilacap selama periode tahun 2018 sebesar 4,93 kWh/m²/hari.
2. Dari hasil perhitungan dan perancangan PLTS sistem komunal di RT 07 RW 05 Tambakreja, Cilacap Selatan, Cilacap berkapasitas 21,6 kWp dan dapat memenuhi kebutuhan energi listrik sebesar 54 kWh/hari, dan setiap tahunnya dapat memenuhi kebutuhan energi listrik sebesar 19.440 kWh.
3. Menggunakan 108 buah panel surya dengan kapasitas 200 Wp, 96 buah baterai dengan kapasitas 2V 1000Ah, 4 buah Solar Charge

Controller 60 A, dan 6 buah inverter 5500 Watt.

4. Biaya investasi awal pada perencanaan PLTS komunal ini menurut estimasi perhitungan yang dibutuhkan sebesar Rp 1.679.125.016, dan biaya operasional sebesar Rp 82.500.000 untuk setiap tahunnya.
5. Menurut hasil perhitungan analisis ekonomi, biaya yang dibutuhkan untuk penggunaan listrik dari PLTS sebesar Rp 16.631.254/bulan, sedangkan jika menggunakan listrik dari PLN membutuhkan biaya Rp 2.376.993/bulan.
6. Dengan menggunakan PLTS yang memenuhi kebutuhan energi listrik 54 kWh/hari dapat mengurangi emisi gas karbondioksida sebesar 14.191,2 kgCO₂/tahun

DAFTAR PUSTAKA

1. Energi Sumber Daya Mineral (2015). *Content Indonesia Energi Outlook 2015*. Jakarta: Kementrian ESDM
2. Rahayuningtas, Ari (2014). *Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Skala Sederhana*.
3. Ramadhan S.G, dan Rangkuti (2016). *Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Atap Gedung Harry Hartanto Universitas Trisakti*. Seminar Nasional Cendekiawan 2016.
4. Ismail, Gusnur (2018). *Perancangan Sistem PLTS Fotovoltaik Terpusat Untuk Memenuhi Kebutuhan Tenaga Listrik Di Desa Terpencil*. Yogyakarta. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
5. Afrianto, Febi (2018). *Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-grid Ditap Parkiran Motor Gedung Admisi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*. Yogyakarta. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
6. *Peraturan Menteri ESDM Republik Indonesia Nomor 03 Tahun 2017 tentang Petunjuk Operasional Pelaksanaan Dana Alokasi Khusus Fisik Penugasan Bidang Energi Skala Kecil*. (2017) Jakarta: Kementrian ESDM Republik Indonesia.