

BAB IV

PEMBAHASAN

A. Informasi Umum

Studi perencanaan pembangunan PLTS ini dilakukan di pulau Muara Beting, yang terletak sekitar 10 kilometer sebelah utara Kampung Beting, Desa Pantai Bahagia, Kecamatan Muara Gembong, Bekasi. Pulau yang melintang dengan panjang sekitar 7.5 kilometer terbagi menjadi dua wilayah, yaitu wilayah barat dan wilayah timur. Wilayah barat meliputi dermaga, spot memancing, berkemah dan tempat untuk kegiatan rekreasi lainnya. Sedangkan wilayah timur adalah wilayah untuk pelestarian hutan mangrove dan tempat tinggal satwa liar yang hidup di pulau tersebut.



Gambar 4.1 Lokasi Pulau

Muara Beting adalah pulau wisata yang belum berpenghuni. Warga kampung beting memanfaatkannya sebagai tempat wisata, memancing dan bersandar setelah menangkap ikan. Pada saat ini sama sekali belum ada ketersediaan energi listrik dan bila ada aktivitas wisata saat malam hari, seperti hiking/kemah/makrab sekolah, biasanya penduduk sekitar menyediakan genset yang dibawa dari kampung Beting.



Gambar 4.2 Posko Juru Kunci Pulau

Pembangunan PLTS ini diproyeksikan mampu menyediakan listrik untuk seluruh kebutuhan di Muara Beting, warung kuliner dan MCK.



Gambar 4.3 MCK

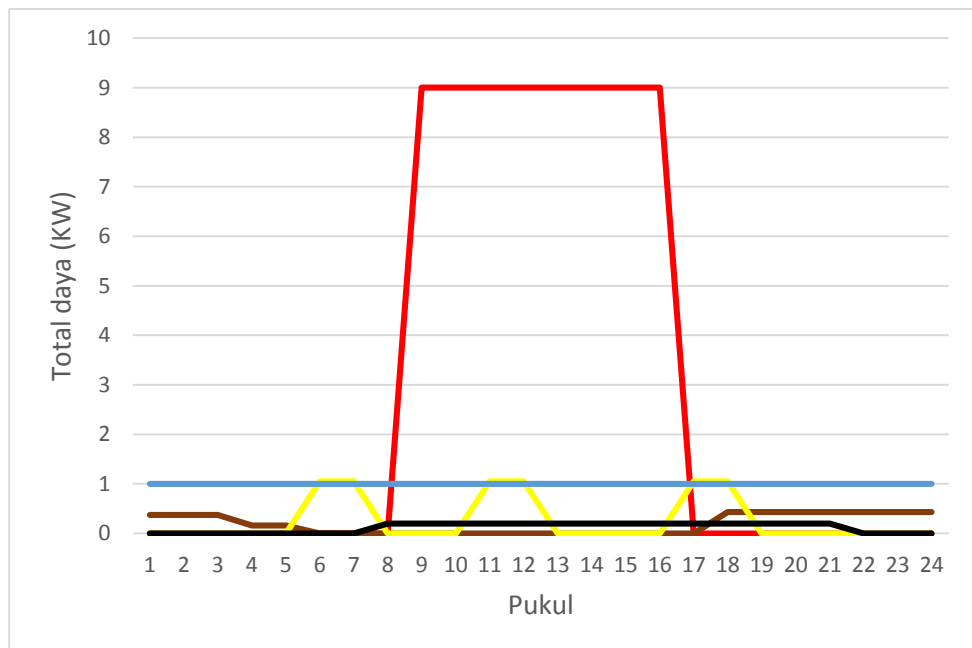
B. Analisis Penyediaan Energi

Berdasarkan survei lokasi, lahan wisata mampu menampung 20 warung kuliner, kantor dan tempat pemasangan panel surya, serta bak penampungan air dan kamar mandi untuk kebutuhan MCK. Tabel di bawah ini adalah prediksi energi yang dibutuhkan.

Tabel 4.1 Prediksi kebutuhan daya

Jenis Beban	Jumlah Beban	Daya Perbeban	Daya Total (KW)
Warung (blender, ricecooker, lampu)	20	450	9
Lampu Philips	5	32	0.16
Komputer Lenovo	1	200	0.2
Kipas angin, TV	3	90	0.27
Pompa Air	3	350	1.05
Freezer	2	500	1
Jumlah Daya			11.68

Setiap warung yang ada di lokasi diberikan jatah listrik 450 W. Pompa air, freezer, lampu Philips, komputer Lenovo, Tv dan kipas angin adalah prediksi beban yang terdapat di kantor PLTS bila PLTS dibangun. Berikut ini adalah diagram prediksi konsumsi energi dan beban puncak tersebut:



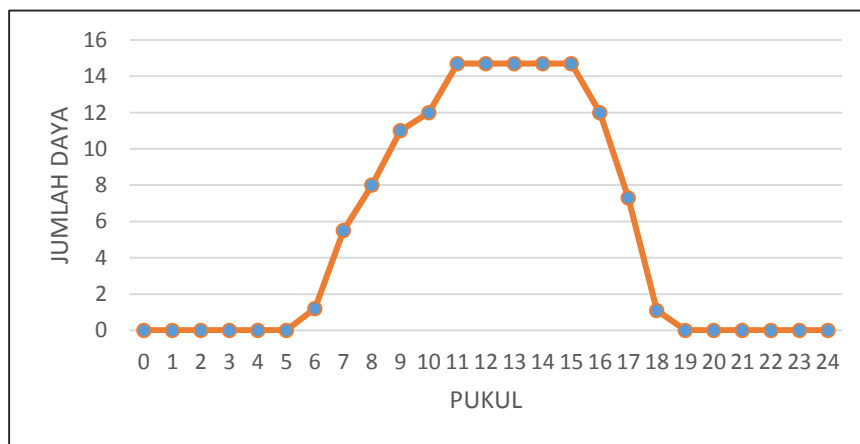
Gambar 4.4 Diagram Perkiraan Beban

Ket: Merah : Warung kuliner Kuning : Pompa air
 Biru : Freezer Hitam : Komputer
 Cokelat : Led Tv, lampu, kipas angin

Beban diperkirakan mulai aktif digunakan pada pukul 09.00 sampai dengan pukul 17.00 wib sebesar 10Kwh. Di mana pada saat itu adalah waktu sibuk saat semua warung aktif menggunakan energi listrik. Kemudian beban puncak pada pukul 11.00 wib hingga pukul 13.00 wib sebesar 11.05Kwh, saat pompa air juga menyala karena persediaan air di penampungan mulai kosong. Sementara untuk beban rendah akan terjadi mulai pukul 19.00 wib sampai dengan pukul 06.00 wib.

Penyediaan energi pada beban puncak akan disuplay langsung oleh tenaga dari panel surya, karena panel surya optimal mulai pukul 10.00 wib sampai dengan pukul 15.00 wib. Setelah pukul 15.00 wib baterai akan membantu panel surya untuk memenuhi kebutuhan energi. Baterai akan sepenuhnya menyuplai persediaan energi saat panel surya benar-benar berhenti menyuplai energi sekitar pukul 18.00 wib sampai dengan pukul 06.00 wib.

Berikut ini adalah data perkiraan jumlah daya yang dihasilkan PLTS tiap jam dalam sehari bila hari cerah.



Gambar 4.5 Diagram Perkiraan Daya

Untuk memprediksi berapa energi yang perlu dihasilkan oleh PLTS perlu dilakukan perhitungan jumlah energi perhari. Data energi yang dibutuhkan dalam sehari ada dalam tabel berikut:

Tabel 4.2 Perhitungan jumlah energi yang dibutuhkan dalam sehari:

Nama	Jumlah Daya	Lama Pemakaian	Jumlah Energi
Warung (blender, ricecooker, lampu)	9 KW	8 jam	72 Kwh
Freezer	1 KW	24 jam	24 Kwh
Pompa Air	1.05 KW	6 jam	6.3 Kwh
Komputer	0.2 KW	12 jam	2.4 Kwh
Kipas angin, TV	0.27 KW	6 jam	1.62 Kwh
Lampu	0.16 KW	12 jam	1.92 Kwh
Total Energi Perhari			108.24 Kwh/d

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan atas prediksi beban yang memerlukan energi listrik, rancangan PLTS harus mampu memenuhi kebutuhan energi listrik sebesar 108.24 Kwh/day.

C. Studi Potensi PLTS

Potensi adalah suatu kemampuan, kesanggupan, kekuatan ataupun daya yang mempunyai kemungkinan untuk bisa dikembangkan lagi menjadi bentuk yang lebih besar. Untuk melakukan perancangan PLTS, diperlukan analisis potensi tenaga surya di lokasi tersebut. Beberapa data yang diperlukan di antaranya adalah lama penyinaran matahari dan radiasi matahari. Berikut ini adalah data yang ada di sekitar wilayah Muara Beting:

Tabel 4.3 Penyinaran matahari dan suhu dilokasi menurut penelitian yang dilakukan (26-28 oktober 2018)

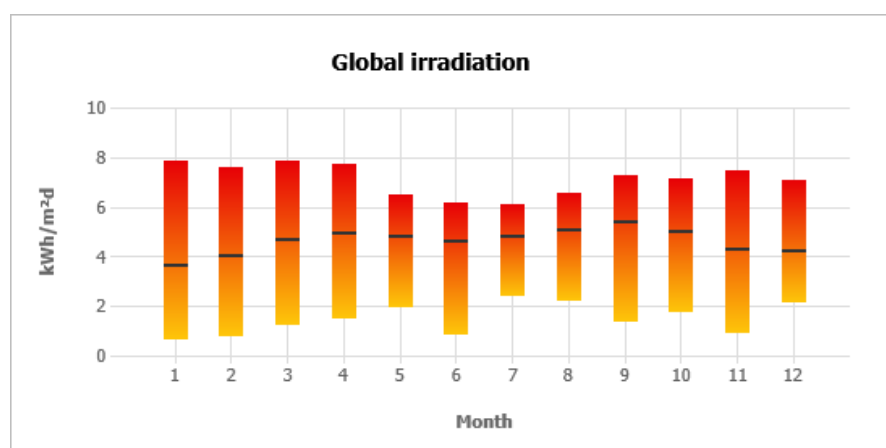
PUKUL	26-10-18	27-10-18	28-10-18
07.00	Matahari tertutup awan/26°C	Matahari mulai bersinar/28°C	Matahari mulai bersinar/28°C
08.00	Tertutup awan/26°C	Bersinar/28°C	Bersinar/28°C
09.00	Tertutup awan/28°C	Bersinar/29°C	Bersinar/29°C
10.00	Tertutup awan/28°C	Bersinar/29°C	Bersinar/29°C
11.00	Bersinar/30°C	Terik/32°C	Terik/32°C
12.00	Terik/30°C	Terik/33°C	Terik/33°C
13.00	Terik/30°C	Terik/33°C	Terik/33°C
14.00	Terik/30°C	Terik/33°C	Terik/33°C
15.00	Terik/30°C	Terik/32°C	Terik/33°C
16.00	Bersinar condong ke barat/30°C	Bersinar condong ke barat/32°C	Bersinar condong ke barat/32°C
17.00	---	Bersinar condong ke barat/30°C	---

Penelitian untuk pengambilan data sinar matahari dilakukan selama tiga hari berturut-turut. Di mana pada hari pertama matahari tertutup awan pada pagi hari saat awal bersinar. Namun pada siang hari matahari tetap bersinar terik. Pada pengambilan data hari kedua matahari mulai bersinar cerah sejak pukul 07.00 dan berlangsung sampai dengan pukul 17.00. Hal itu disebabkan karena pada hari tersebut ada beberapa wisatawan dan mahasiswa yang berada di lokasi sehingga masih diizinkan dilokasi hingga pukul 17.30. pada hari ketiga matahari bersinar cerah sejak pukul 07.00 dan datanya hampir dengan hari kedua.

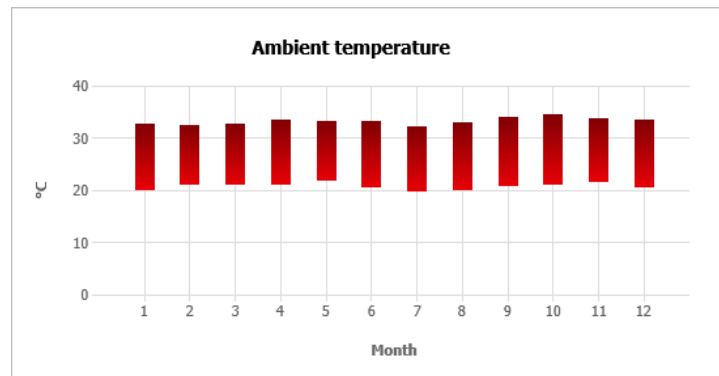
Tabel 4.4 Rata-rata lama penyinaran terik daerah Jakarta Utara dan Sekitar, Tahun 2017 menurut BMKG.

Nama Stasiun	Bulan	Lama Penyinaran (Jam)
Meteorologi Maritim Tanjung Priok	Januari	4
	Februari	4.01
	Maret	6.18
	April	5.15
	Mei	5.17
	Juni	4.8
	Juli	4.38
	Agustus	5.35
	September	8.02
	Oktober	6.05
	November	4.5
	Desember	4.21
RATA-RATA		5.15

Data dari BMKG Tanjung Priok digunakan sebagai pendukung data dari Homer, karena data ini adalah data terbaru untuk daerah Jakarta bagian utara dan sekitarnya.



Gambar 4.6 Radiasi matahari di Jakarta dan sekitar menurut SMA-Sunny design.



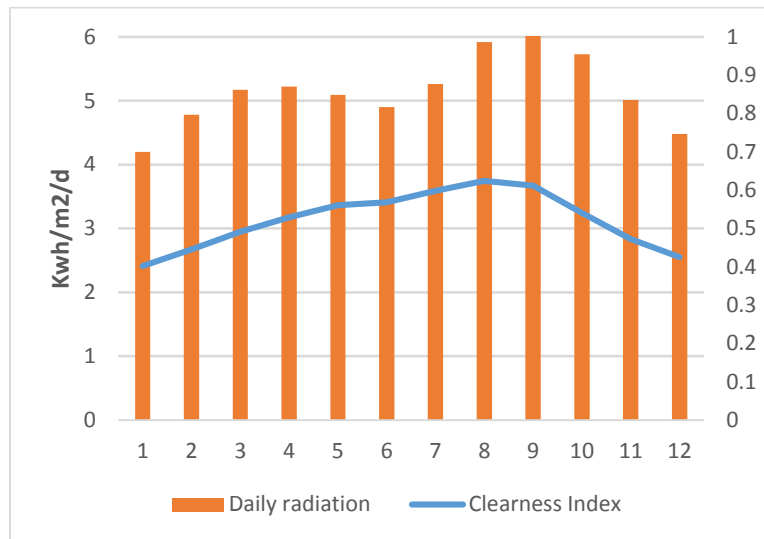
Gambar 4.5 Suhu di sekitar Jakarta menurut SMA-Sunny Design

Tabel 4.5 Radiasi harian matahari di sekitar Jakarta menurut SMA-Sunny design

Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Radiation	3.9	4	4.8	5	4.9	4.8	4.6	4.8	5	5.3	4.8	4.2
Average	4.65 Kwh/m2/d											

Tabel 4.6 Rata-rata radiasi matahari di Muara Gembong menurut HOMER (NASA Surface meteorology and Solar Energy database periode juli 1983-juni 2005)

Month	Clearness Index	Daily Radiation
Januari	0.402	4.28 Kwh/m2/d
Februari	0.445	4.78 Kwh/m2/d
Maret	0.491	5.17 Kwh/m2/d
April	0.529	5.22 Kwh/m2/d
Mei	0.561	5.09 Kwh/m2/d
Juni	0.568	4.90 Kwh/m2/d
Juli	0.598	5.26 Kwh/m2/d
Agustus	0.624	5.92 Kwh/m2/d
September	0.612	6.25 Kwh/m2/d
Oktober	0.541	5.73 Kwh/m2/d
November	0.472	5.01 Kwh/m2/d
Desember	0.425	4.48 Kwh/m2/d
Average		5.15 Kwh/m2/d



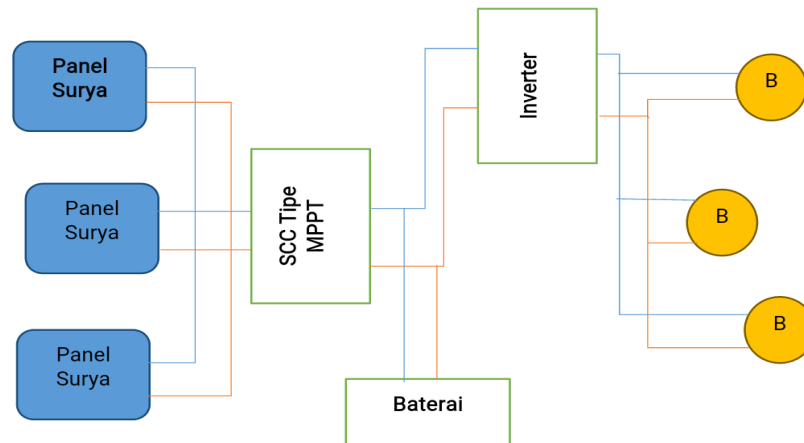
Gambar 4.7 Clearness Menurut Homer

Data yang digunakan untuk menganalisis perancangan pembangkit adalah berdasarkan data dari HOMER, sementara data yang lain digunakan sebagai sampel pembandingan. Hal ini dikarenakan data dari HOMER adalah data dengan lokasi paling akurat. Akan tetapi data tersebut adalah data periode juli 1983-juni 2005, maka diperlukan data lain sebagai sampel pembandingan dan pendukung.

Radiasi harian matahari adalah total potensi daya dari penyinaran optimal matahari dalam sehari. Hasil ini didapat dari besar radiasi matahari, sebesar 1Kwh/m² dikalikan dengan lama rata-rata penyinaran optimal. Kemudian, berdasarkan data pada tabel 4.5 rata-rata radiasi matahari dalam satu tahun di sekitar Pantai Muara Beting sebesar 5.15 kWh/m²/d. Dengan radiasi seperti ini, Pantai Muara Beting memiliki potensi dan cukup layak di bangun PLTS.

D. Perancangan PLTS

Untuk menyediakan kebutuhan energi listrik di Muara Beting dirancang PLTS off grid berkapasitas 40 Kwp dengan sistem 48 V. Rancangan ini memiliki tegangan keluaran dari panel surya sebesar 48 V dan baterai akan tetap mengisi pada tegangan rendah.



Gambar 4.8 Skema PLTS

Perancangan PLTS ini memerlukan peralatan utama yaitu, 199 panel surya berkapasitas 200 Wp. 60 baterai 200Ah/12V, 8 SCC tipe MPPT 60 A/48 V dan 2 Inverter 15 KW/48 V. Panel surya dirancang menjadi 3 bagian menghadap utara dengan sudut kemiringan 5-10 derajat dan ketinggian sekitar 5-7 meter untuk mendapatkan sinar matahari yang optimal karena lokasi terletak di sekitar 6° LS. Baterai dihubungkan secara seri-paralel, SCC dihubungkan menjadi satu bagian secara paralel dan inverter juga dihubungkan paralel.

1. Panel Surya

Perancangan PLTS ini memerlukan peralatan utama yaitu, panel surya *polycrystalline* berkapasitas 200 Wp. Jumlah wattpeak adalah energi yang dihasilkan dari panel surya dikali lama penyinaran optimal. Namun berdasarkan kondisi di lapangan, terjadi penyusutan jumlah produksi energi pada panel surya. Penyusutan ini terjadi di antaranya karena rata-rata toleransi pabrikasi panel surya sekitar 80%, rugi-rugi daya pada inverter dan pengawatan, faktor bayangan, debu dan usia pemakaian. Menurut I. K. Agus Setiawan, dkk (Jurnal Teknologi Unud, 2014:32) produksi energi PLTS Kayubih hanya sekitar 53% dari total kapasitas panel surya.

Jadi untuk menentukan jumlah panel surya yang dibutuhkan dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{jumlah panel} = \frac{\text{kebutuhan energi}}{\text{kapasitas Ps x radiasi matahari}} \div \text{asumsi kapasitas produksi}$$

$$\text{jumlah panel} = \frac{108.240}{200 \times 5.15} \div 53\%$$

$$\text{jumlah panel} = 198.28 \text{ (199 panel)}$$

Ket: Asumsi kapasitas produksi = 53 %

$$\text{Kebutuhan energi} = 108.24 \text{ Kwh}$$

Tabel 4.7 Datasheet panel surya *polycrystallne* 200 Wp yang ada di pasaran

Merk	My solar	Shinyoku	Luminos	Sunlite
Pmax	200 W	200 W	200 W	200 W
Vmp	35.4 V	26.9 V	29 V	32.6 V
Imp	5.66 A	7.43 A	7.55 A	6.15 A
Voc	44.2 V	32.3 V	32.8 V	40.5 V
Isc	6.05 A	8.33 A	8.05 A	6.58 A
Berat	14.6 Kg	15.5 Kg	15.2 Kg	14.1 Kg
Derating factor	80%	80%	80%	80%
Dimensi	135x99x35cm	149x99x35cm	132x99x35cm	135x99x35cm
Efisiensi	15%	15.3%	14.2%	15%
Harga (Rp)	2.200.000	2.600.000	2.300.000	2.360.000

Efisiensi panel surya bukanlah satu-satunya hal yang perlu dipertimbangkan. Sebab, bila luas area PLTS memadai, efisiensi yang kecil pun tidak banyak menimbulkan kerugian. Namun berdasarkan

rujukan peraturan menteri ESDM dan persyaratan pengadaan barang barang yang lazim dilakukan oleh pemerintah, efisiensi yang sering digunakan adalah panel surya minimal 16% untuk 200Wp dan 12% untuk 20Wp (Janaloka). Akan tetapi, mengingat lahan yang digunakan cukup luas maka beberapa panel surya tersebut cukup cocok, sebab panel surya yang memiliki efisiensi 16% memiliki harga yang jauh lebih tinggi.

2. Baterai

Pada perancangan PLTS sistem 48 V, baterai yang digunakan adalah 200Ah/12V tipe VRLA (aki kering). Dalam penggunaannya, tipe baterai ini memiliki batas ideal penggunaan sampai 80% (janaloka.com). Jadi, perhitungan jumlah baterai yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

Total beban : 108.24Kwh/d

Kapasitas baterai : 12v/200ah

Depth of Discharge (batas ideal penggunaan): 80%

Days of Autonomy (suplai energi dari baterai tanpa pengisian) : 1 hari

Kapasitas baterai yang dibutuhkan:

$$= (\text{total beban} \times \text{DoA}) \div (\text{DoD} \times V_{\text{sistem}})$$

$$= (108.24 \text{ Kwh} \times 1) \div (80\% \times 48)$$

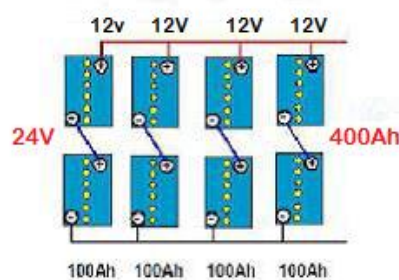
$$= 2818.75 \text{ Ah}$$

Jumlah baterai yang dibutuhkan:

Voltase : $48 \div 12 = 4$ baterai secara paralel

Kapasitas : $2818.75 \div 200 = 14.1$ (15 baterai)

Total : $4 \times 15 = 60$ baterai



Gambar 4.9 Contoh rangkaian Seri-paralel.

Jadi total baterai yang dibutuhkan adalah 60 buah baterai dengan skema pemasangan secara seri-paralel, 4 baterai disusun secara paralel dan 15 baterai disusun secara seri. Berikut ini adalah baterai yang biasa digunakan:

Tabel 4.8 Data sheet baterai 200 Ah yang biasa digunakan

Merk	Luminos	Vision	Uplus	Storage
Nominal Voltage	12 V	12 V	12 V	12 V
Rated Capacity	200 Ah	200 Ah	200 Ah	200 Ah
Model	VRLA	VRLA	VRLA	VRLA
Dimensi	50x24x23.5 cm	52x24x22.5 cm	52x24x22 cm	52x24x22 cm
Berat	62.5 Kg	65.5 Kg	62.5 Kg	59 Kg
Batas Ideal	80%	80%	80%	80%
Harga (Rp)	4.300.000	4.680.000	4.900.000	4.412.000

3. Solar Charger Controller

Solar charger controller yang cocok digunakan adalah tipe MPPT dengan spesifikasi 60 A/48 V sebanyak 8 buah. SCC tipe MPPT itu kemudian dihubungkan secara seri. Berikut ini adalah spesifikasi SCC tipe MPPT yang biasa digunakan:

Tabel 4.9 Data sheet SCC tipe MPPT yang biasa digunakan:

Merk	Schneider	Tristar	Luminos
Model	XW MPPT 60 150	TS-MMPT- 60M	MPPT 60A
Max PV (opeating)	140 V	69.2 V	150 V
Max Pv open circuit voltage	150V	150 V	150 V
Max pv short circuit current	60 A	60 A	60 A
Max battery charge current	60 A	60 A	60 A
Max battery charge voltage	72 V	72 V	60 V
Nominal battery voltage	12-60 V	12-48 V	12-60 V
Range operating PV voltage	12-150 V	12-48 V	12-150 V
Max output fault current	60 A	60 A	60 A
Harga (Rp)	8.500.000	9.300.000	6.750.000

Perhitungan kapasitas arus MPPT:

$$= \text{Kapasitas panel surya} \div \text{Voltage} \times 53 \%$$

$$= 40.000 \text{ Wp} \div 48 \text{ V} \times 53 \%$$

$$= 441.6 \text{ A}$$

53% adalah asumsi kapasitas energi dari panel surya di lapangan.

4. Inverter

Untuk mendapatkan inverter dengan kebutuhan PLTS 40 Kw/48 V dapat dengan cara menghubungkan 2 inverter 15 Kw/48 secara paralel. Berikut ini adalah beberapa spesifikasi power inverter yang biasa digunakan untuk PLTS:

Tabel 4.10 Data sheet Inverter 15 KW/48 V

Merk	Deming	Panpower	Eyen/YIY
Model	NB28-15KDZ	SSI3-15KW	HP-15KW
Rated Capacity	15 KW	15 KW	15 KW
Power Factor	0.8	0.8	0.9
Type	Off Grid	Off Grid	Off Grid
Vout	AC 220V	AC 200-380V	AC 110-240 V
Input Voltage	48 VDC	48 VDC	48 VDC
Efficiency	90%	85%	88%
Dimension	65x40x120cm	76x35x90cm	76x54x41cm
Weight	160 Kg	145 Kg	95Kg
Harga (Rp)	20.720.000	19.600.000	21.180.000

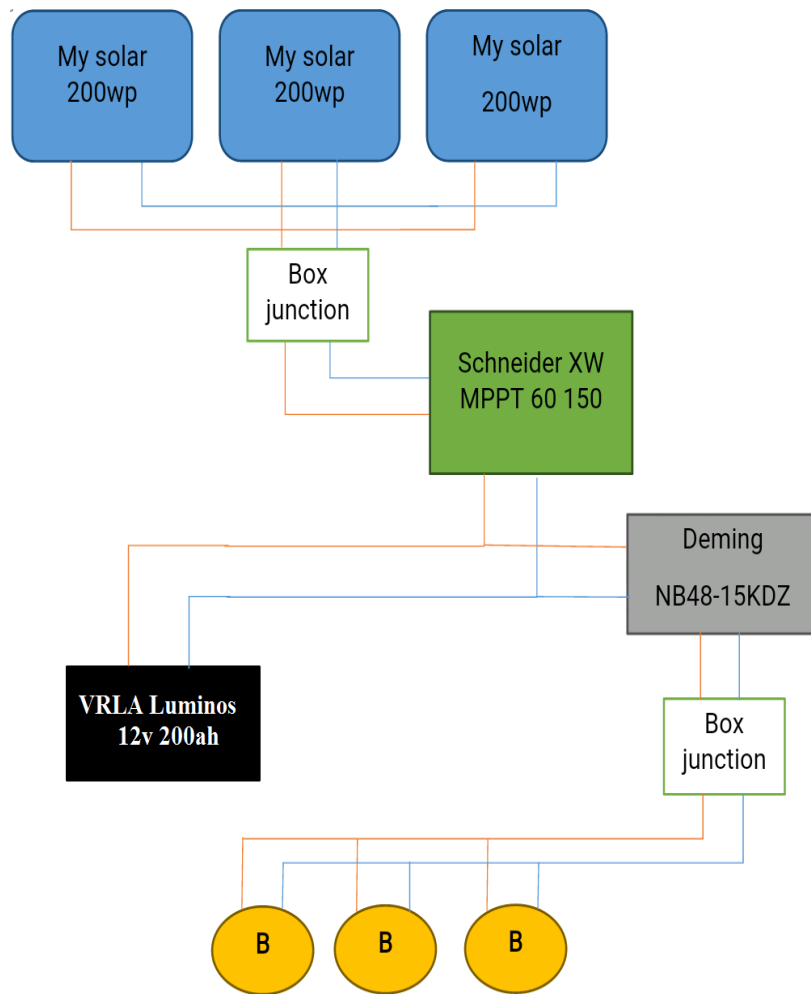
Perhitungan kapasitas inverter yang dibutuhkan:

$$\text{Inv} = \text{Kapasitas panel surya} \times 53\%$$

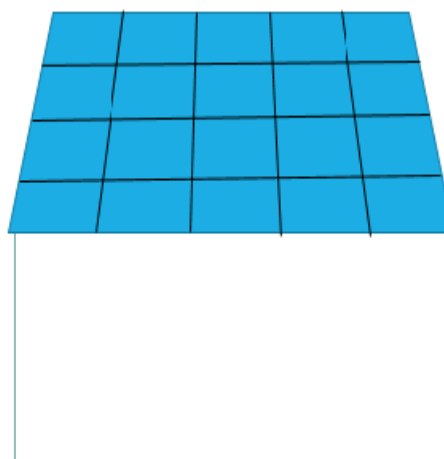
$$\text{Inv} = 40.000 \times 53\%$$

$$\text{Inv} = 21.2 \text{ KW}$$

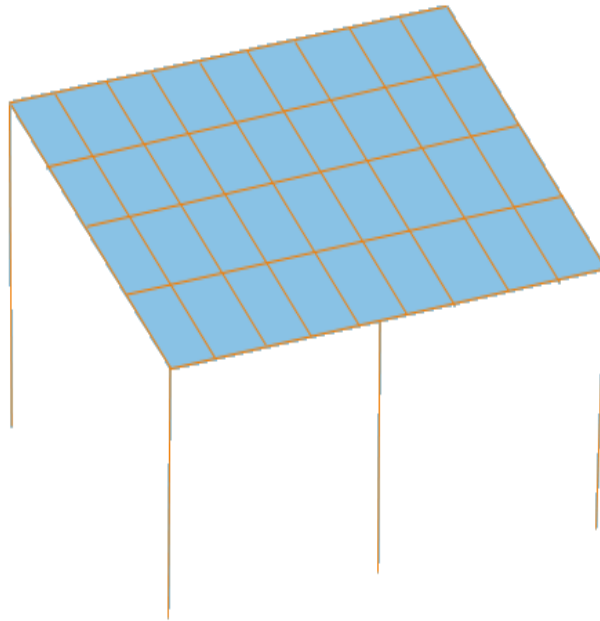
53% persen adalah asumsi kapasitas energi dari panel surya di lapangan.



Gambar 4.10 Perancangan PLTS



Gambar 4.11 Panel Atap Kantor: 6.75m x 4m



Gambar 4.12 Rangkaian Panel Surya: 9m x 5.4m

Panel surya dipasang menjadi 3 bagian. Kantor, Blok 1 dan Blok 2. Atap kantor dipasang 20 panel surya. Blok 1 dipasang 2 rangkaian panel surya dengan jarak 1.2 meter dan luas area yang dibutuhkan 108m^2 . Blok 2 dipasang 3 rangkaian panel surya dengan jarak 90cm dan luas area yang dibutuhkan 162m^2 . Rangkaian panel terdiri dari 36 panel dengan luas $9\text{m} \times 5.4\text{m}$. Total area yang dibutuhkan untuk PLTS sekitar 300m^2 . Blok 1 108m^2 , Blok 2 162m^2 dan kantor 30m^2 .

E. Rincian Biaya

Untuk membangun PLTS dengan daya 40 Kwp memerlukan biaya awal yang cukup mahal. Namun biaya setelah berdirinya PLTS biaya yang dikeluarkan untuk kebutuhan operasional relatif murah. Berikut adalah Perkiraan rincian biaya pembangunan PLTS 40 Kwp:

Tabel 4.11 Rincian biaya

Nama Barang	Harga Satuan (Rp)	Jumlah	Harga Total (Rp)
Panel surya 200wp	2.200.000	199	435.800.000
Baterai 200Ah/12V	4.300.000	60	258.000.000
MPPT 60A	8.500.000	8	68.000.000
Ineverter 15KW/48V	20.720.000	2	41.440.000
Besi hollow 40x60x600mm	235.000	36	8.460.000
Besi siku 3000x60x3mm	90.500	150	13.575.000
Baut stainless M8 60mm	1.300	812	1.055.600
Konetor MC4	24.000	21	504.000
Kabel Solar Panel 10m	160.000	6	960.000
Kabel Twisted 3x35x25	17.300/m	1000	17.300.000
Kabel NYA 1.5mm/100m	200.000	1	200.000

Skun	17.000/pcs	1	17.000
Kwh Meter	850.000	1	850.000
Kantor ukuran 6x4m	2.000.000/m2	24	48.000.000
Biaya angkutan dan pemasangan			5.000.000
Baut Stainless M8 15mm	650	1.664	1.081.600
Junction Box 40x30x18cm	1.665.000	2	3.330.000
Mcb 1P 100A	538.000	5	2.690.000
Total Biaya Pembangunan			906.263.200

Total biaya pembangunan ini dihitung berdasarkan pengecekan harga-harga komponen PLTS di beberapa penyedia peralatan PLTS di toko daring di Indonesia. Sementara itu, Greentek sebagai perusahaan penyedia PLTS menawarkan harga sekitar Rp. 375.000.000/8Kwp untuk pembangunan PLTS off grid. Jika dijumlahkan secara keseluruhan biaya ini tentu hampir dua kali lipat lebih mahal dibandingkan perhitungan biaya di atas.

Biaya perawatan, pemeliharaan dan operasional per tahun untuk PLTS, umumnya diperhitungkan sebesar 1-2% dari total biaya investasi awal (Jais, 2012). Berdasarkan acuan tersebut ditetapkan biaya operasional PLTS adalah 1% dari total biaya pembangunan. Hal ini juga memperhitungkan kondisi geografis, di mana Indonesia hanya memiliki dua musim sehingga perawatan, pembersihan dan pemeliharaan PLTS lebih mudah dan murah daripada negara

yang memiliki empat musim setahun. Berikut adalah perhitungan biaya perawatan PLTS setahun:

$$X = 1\% \times \text{Biaya pembangunan}$$

$$X = 1\% \times 906.263.200$$

$$X = \text{Rp. } 9.062.632$$

Dari perhitungan biaya operasional tersebut diperkirakan jika usia prima PLTS adalah selama 25 tahun, maka dapat dihitung total biaya pembangunan dan perawatan PLTS selama masa kerjanya dengan asumsi penggantian baterai setiap 5 tahun. Berikut adalah rincian biaya PLTS selama masa kerja:

$$P = \text{Rp. } 906.263.200$$

$$X_t = X \times 25 \text{ tahun}$$

$$X_t = 9.062.632 \times 25$$

$$X_t = \text{Rp. } 226.565.800$$

$$\text{Ganti baterai} = 258.000.000 \times 4$$

$$\text{Ganti baterai} = \text{Rp } 1.032.000.000$$

$$\text{Total} = P + X_t + \text{GB}$$

$$\text{Total} = 906.263.200 + 226.565.800 + 1.032.000.000$$

$$\text{Total} = \text{Rp } 2.164.829.000$$

Perbandingan biaya penyediaan listrik dengan genset Perkins Silent 404D-22TG (harga berdasarkan data dari PT. Hargen Nusantara):

$$\begin{aligned} \text{Berat bahan bakar} &= \text{SFC} \times \text{energi perhari} \\ &= 194 \text{ g/kwh/d} \times 108.24 \text{ Kwh/d} \\ &= 21 \text{ Kg/Kwh/d} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total penggunaan} &= \text{berat bahan bakar} \div \text{massa jenis solar} \\ &= 21 \text{ Kg/Kwh/d} \div 0.832 \\ &= 25.24 \text{ liter perhari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Biaya bahan bakar} &= \text{harga solar} \times T_p \times 365 \times 25 \\
&= 9.800 \times 25.24 \times 365 \times 25 \\
&= \text{Rp. } 2.257.087.000
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Pemasangan genset 30 Kva:} \\
&= \text{Harga genset} + \text{estimasi biaya pasang dan tempat} \\
&= 190.000.000 + 70.000.000 \\
&= 260.000.000
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Biaya maintenance} &= \text{servis} + \text{ganti oli (Mobil Devlac MX 15w-40)} \\
&= 1.300.000 + 645.000 \\
&= \text{Rp. } 1.945.000 \text{ per duabulan}
\end{aligned}$$

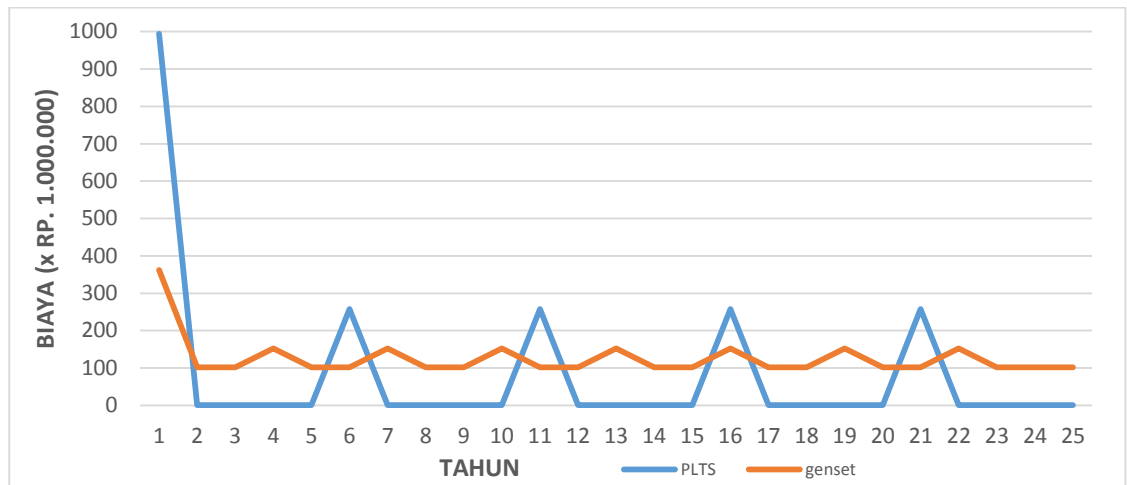
$$\begin{aligned}
\text{Total} &= 1.945.000 \times 6 \times 25 \\
&= \text{Rp. } 291.750.000
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{General oper haul (estimasi harga menurut PT. Hargen Nusantara):} \\
&= 50.000.000 / 3 \text{ tahun} \\
\text{Total} &= 50.000.000 \times 7 \\
&= \text{Rp. } 350.000.000
\end{aligned}$$

Total penggunaan genset selama 25 tahun:

$$\begin{aligned}
X_t &= \text{biaya solar} + \text{pemasangan genset} + \text{maintenance} + \text{oper haul} \\
&= 2.257.087.000 + 260.000.000 + 291.750.000 + 350.000.000 \\
&= \text{Rp. } 3.158.837.000 \text{ atau sekitar } 3.16 \text{ milyar}
\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, total biaya kerja PLTS selama 25 tahun masih lebih kecil dibandingkan penggunaan genset yang mencapai angka Rp. 3.16 milyar selama 25 tahun. Estimasi biaya tersebut juga tanpa mempertimbangkan net present value (NPV) dan kenaikan harga solar serta biaya pengiriman solar. Di samping itu, penggunaan genset juga dikhawatirkan mencemari lingkungan dan ekosistem di sekitar Pulau tersebut. Selain dari penggunaan genset, PLTS lebih memungkinkan dibandingkan membuat instalasi jaringan bawah laut untuk terhubung ke PLN. Berikut adalah diagram perbandingan biaya PLTS dan genset selama 25 tahun:



Gambar 4.13 Diagram perbandingan biaya PLTS dan genset

Perhitungan ini diambil berdasarkan penggunaan solar pertahun dan harga solar saat ini dan belum mencakup biaya kirim pembelian solar dan kenaikan harga solar pertahun. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, PLTS *off-grid* terpusat adalah solusi yang tepat untuk memenuhi kebutuhan listrik di pantai Muara Beting.

F. Analisis Ekonomi PLTS

Return On Investment dijalankan menurut Peraturan Menteri ESDM No.17 Tahun 2013 yang berisi tentang pembelian energi listrik Pembangkit Listrik Tenaga Surya yang dibeli oleh PLN, menjelaskan bahwa harga US\$ 25 sen/kWh. Harga tersebut adalah harga pembelian energi tenaga listrik dari PLTS (Ramadhan S.G., & Rangkuti Ch., 2016).

Berdasarkan asumsi di atas dan dengan menghiraukan NPV, dapat dihitung prediksi income yang didapatkan dari hasil penjualan listrik ke PLN sebagai berikut:

Harga jual: 1kwh = 0.25 USD (USD 1 = Rp. 14.200)

Total produksi perhari: 108.24 Kwh

$$\begin{aligned}
 \text{Income pertahun} &= \text{total produksi} \times \text{harga jual} \times 14.200 \times 365 \text{ hari} \\
 &= 108.24 \times 0.25 \times 14.200 \times 365 \\
 &= 141.239.670
 \end{aligned}$$

Tabel 4. 12 Jangka waktu pengembalian modal

Tahun	Costs (Rp)	Income (Rp)	Saldo (Rp)
1	906.263.200	141.239.670	-764.996530
2	9.939.276	141.239.670	-633.696.136
3	9.939.276	141.239.670	-503.395.742
4	9.939.276	141.239.670	-371.095.348
5	9.939.276	141.239.670	-239.794.954
6	258.000.000	141.239.670	-356.555.284
7	9.939.276	141.239.670	-225.254.890
8	9.939.276	141.239.670	-93.954.496
9	9.939.276	141.239.670	37.345.898
10	9.939.276	141.239.670	168.646.292
11	258.000.000	141.239.670	51.885.962
12	9.939.276	141.239.670	183.186.356
13	9.939.276	141.239.670	314.486.750
14	9.939.276	141.239.670	445.787.144
15	9.939.276	141.239.670	577.087.538
16	258.000.000	141.239.670	460.327.208
20	39.757.104	564.958.680	985.528.784
21	258.000.000	141.239.670	868.768.454
22	9.939.276	141.239.670	1.000.068.848
23	9.939.276	141.239.670	1.131.369.242
24	9.939.276	141.239.670	1.262.669.636
25	9.939.276	141.239.670	1.393.970.030

Berdasarkan data dari tabel 4.12 dapat diketahui bahwa uang investasi yang dikeluarkan untuk pembangunan dan perawatan akan kembali pada tahun kesembilan. Selain itu, dengan dibangunnya PLTS ini maka sarana penyediaan energi listrik terpenuhi dan akan lebih banyak menarik wisatawan untuk datang.