

Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Hybrid Pada Gedung F Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

Krisna Ramadhan*, Bambang Hari Purwoto

Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta

*d400160013@student.ums.ac.id

Abstrak— Energi merupakan kebutuhan utama sepanjang peradaban umat manusia. Terpenuhinya sebagian besar kebutuhan energi saat ini, berasal dari bahan bakar fosil seperti halnya minyak bumi, gas alam dan batu bara, tetapi saat ini persediaan energi pun semakin berkurang. Kemungkinan jika hal ini tak segera diatasi, akan terjadi krisis energi kedepannya. Pertimbangan lingkungan menjadi faktor pengembangan sistem PLTS Hybrid memanfaatkan atap gedung F Universitas Muhammadiyah Surakarta sebagai lahan PLTS tersebut. sistem PLTS hybrid ini gedung dapat disuplai oleh PLTS dengan batere dan PLN. Area seluas 1464 m², dipasang panel surya sebesar 65,7 kWp dengan 1 modul pv 450 Wp sebanyak 146 buah, inverter 70 kW sebanyak 1 buah dan batere 22 kapasitas 12 V 250 Ah. Daya output yang dihasilkan perbulan sebesar 316,16 kWh setiap tahun sebesar 115.398,4 kWh. Kemiringan sudut 20° merupakan sudut yang baik untuk diterapkan pada panel surya, karena nilai rata-rata output daya tertinggi didapatkan pada sudut 20° dan rata-rata output daya terendah pada sudut 50° sehingga diketahui pada sudut 20° panel surya dapat menerima energi matahari dengan lebih maksimal sehingga outputnya lebih besar. PLTS ini membutuhkan biaya investasi awal sebesar Rp 842.512.120 dan biaya pemeliharaan beserta operasional sebesar Rp 8.425.121 dan terhitung ada Pay Back Period selama 2 tahun 6 bulan dari hasil data perhitungan ROI.

Kata Kunci— Energi Terbarukan, Perencanaan Sistem, Solar Cell, System Hybrid.

DOI: 10.22441/jte.2022.v13i3.004

I. PENDAHULUAN

Peradaban umat manusia membutuhkan energi untuk kebutuhan utama dan dalam pemenuhan kebutuhan energi sekarang ini dipasok oleh energi bahan bakar fosil. Akan tetapi ketersediaannya saat ini semakin menurun. Jika tidak ada tindakan untuk hal tersebut, tidak menutup kemungkinan bahwa akan terjadi krisis energi. Terobosan tentang adanya energi alternatif sangat diperlukan guna menanggulangi kebutuhan energi yang tinggi di masa mendatang.

Seiring perkembangan teknologi terutama inovasi dari sumber energi terbarukan, inovasi pada teknologi solar cell merupakan terobosan yang bagus untuk dikembangkan. [2].

Cahaya matahari termasuk dalam jenis energi terbarukan yang berasal dari alam yang tidak terbatas. Penggunaan energi terbarukan itu sendiri tidak menimbulkan emisi atau sangat ramah terhadap lingkungan [11]. Intensitas radiasi cahaya

matahari akan mempengaruhi banyaknya energi yang dapat dihasilkan oleh PLTS tersebut, sehingga berpengaruh pada hasil daya listrik yang bisa dikatakan tidak stabil. Kasus yang terjadi banyak agar pemanfaatannya lebih optimal maka PLTS menggunakan sistem hybrid. Biaya yang dibayarkan untuk pembelian daya PLN diharapkan dapat dikurangi karena adanya pembangkit listrik sistem hybrid.

Biaya PLTS beberapa tahun kedepan akan semakin terjangkau hal ini memberikan harapan dalam perluasan penggunaan PLTS di Indonesia. Demikian dalam penelitian ini peneliti melakukan kajian perencanaan PLTS hybrid pada gedung kampus baik pada aspek teknis dan juga ekonomis.

Potensi besar untuk dilakukan pengembangan PLTS adalah atap gedung, pengaplikasian PLTS ini juga dapat dilakukan pada daerah perkotaan (urban area), kompleks perumahan (residential), kawasan industri, tempat hiburan dan lain sebagainya. Keunggulan pengaplikasian PLTS pada atap gedung diantaranya yaitu sistem kelistrikan akan lebih simple dan hemat biaya untuk disambungkan pada system kelistrikan yang sudah terinstal, pengurangan biaya yang dikeluarkan untuk investasi lahan.

Gedung F Fakultas Teknik Univeritas Muhammadiyah Surakarta mempunyai luas atap gedung sekitar 1464 m² dengan panjang 122 m dan lebar 12 m dan sebagian besar tempat tidak digunakan. Atap gedung tersebut akan lebih berguna jika dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik yang sumbernya dari sinar cahaya matahari. Maka dari itu, penelitian ini bertujuan membuat perencanaan PLTS-HYBRID dengan memanfaatkan atap gedung F Fakultas Teknik Univeritas Muhammadiyah Surakarta sebagai lahan PLTS tersebut.

PT. PLN Persero menyediakan layanan Net metering yang merupakan sistem layanan dimana saat kelebihan listrik yang dihasilkan PLTS hybrid dapat dikirimkan ke jaringan distribusi PLN import), dan bisa digunakan kembali untuk konsumsi masyarakat menggunakan kWh meter ekspor - impor. [9]

Listrik yang dihasilkan dari panel surya nantinya akan dibeli PLN seharga Rp 1.467 per 1 kWh. Penentuan tersebut disamakan dengan tarif dasar dari listrik PLN. Nilai *Return On Investment* (ROI) dengan menerapkan metode perhitungan *Pay Back Period* dapat menggunakan rumus di bawah ini. [1]

$$\text{payback Period} = \text{Jumlah Investasi} / \text{Aliran Kas Bersih} \quad (1)$$

II. PENELITIAN TERKAIT

Pada penelitian terdahulu [1], penelitian ini berpusat pada rencana pengembangan sistem energi dengan terobosan terbaru. Dimana dengan kemampuan metode baru ini berfokus pada energi terbarukan yaitu cahaya matahari untuk mengantisipasi *supplay* pasokan listrik dimasa mendatang dan juga menghemat biaya yang lebih terjangkau. Presentase penghematan biaya kurang lebih sebesar 33,30% dalam porsi yang ditransfer langsung dari sumber terbarukan menuju beban, sehingga sangat berdampak dengan sistem pemanfaatan energi terbarukan tersebut bagi masyarakat.

Kemudian penelitian [3] membahas mengenai dampak penggunaan solar home system atau Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya dengan memanfaatkan energi terbarukan yang tidak terbatas yaitu cahaya matahari dengan PLN. Dengan menggunakan panel dan kapasitas kWh/m² pada cahaya matahari disetiap bulannya dapat menghasilkan listrik dan dapat memasok kebutuhan energi pada gedung yang telah di desain dengan panel surya tersebut. Hasilnya ialah ketika terjadi kelebihan pasokan listrik dapat dibeli oleh PLN dan dapat di distribusikan ke masyarakat

Penelitian selanjutnya [5] membahas tentang sistem pengaruh variasi beban terhadap efisiensi solar cell dengan penentuan kapasitas 50 Wp. Dalam *riset* ini, efisiensi data diambil dari pergantian waktu per jamnya, dari pukul 08.00 sampai dengan pukul 17.00. Hasil *riset* yang didapat dimana efisiensi solar cell maksimum 100% terjadi pada jam 12.00. Kemudian untuk beban 3 watt menghasilkan 84%, 6 watt menghasilkan 90% dan beban 9 watt menghasilkan 86%. Dari proses tersebut dapat diidentifikasi dimana titik produksi paling besar berada pada pukul 12.00.

Pada penelitian [6] membahas pengaruh arah posisi pemasangan panel surya terhadap output daya keluaran. Dimana penggunaan metode ini telah teruji dalam pemasangan panel surya. Efisiensi pemasangan panel surya terhadap timur sebesar 11,6%, efisiensi pemasangan arah selatan sebesar 3,6% dan pemasangan arah utara sebesar 10,85%. Dimana dapat ditarik kesimpulan efisiensi sangat berpengaruh terhadap pendistribusian daya listrik dengan sistem panel surya.

Dan pada penelitian [8] membahas kelayakan sistem photovoltaik sebagai pembangkit daya listrik di gedung-gedung besar seperti kampus dan lain sebagainya. Dimana jatuh tegangan terbesar terjadi saat kondisi cuaca mendung dan jatuh tegangan terkecil terjadi saat kondisi cuaca cerah. Hal ini dapat mengurangi pemakaian sumber daya listrik dari PLN dengan sistem hybrid. Namun faktor tersebut dapat terus berjalan dengan baik jika kondisi cuaca selalu dalam kondisi cerah.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Dimulainya penelitian ini dengan studi literatur, kajian awal, pencarian dan pengunduhan data melalui internet baik jurnal nasional/internasional, maupun website yang berkaitan untuk mendapatkan referensi yang diperlukan dalam sebuah masalah yang diteliti.

A. Pengumpulan Data

Rata-Rata Radiasi Matahari per Bulan

Data tabel rata-rata radiasi matahari perbulan di Universitas Muhammadiyah Surakarta di bawah inibersumber dari situs resmi NASA (*National Aeronautics and Space Administration*). Nilai insolasi matahari pada setiap bulannya fluktuatif. Bulan September merupakan nilai insolasi matahari tertinggi, yaitu sebesar 5,40 [kWh/m²/day], sedangkan bulan Januari merupakan nilai insolasi matahari terendah sebesar 4,28 [kWh/m²/day]. Rata-rata nilai insolasi matahari dalam setahunnya adalah sebesar 4,80 [kWh/m²/day].

Tabel 1. Rata-rata Radiasi Matahari

Bulan	Radiasi Matahari (kWh/m ² /day)
Januari	4,28
Februari	4,47
Maret	4,59
April	4,72
Mei	4,73
Juni	4,55
Juli	4,80
Agustus	5,25
September	5,40
Oktober	5,39
November	4,71
Desember	4,57
Rata-rata (kWh/m²/day)	4,80

Daya

Data daya diambil dari *incoming* PLN 3 *phase* sebesar (66000 VA) 3x100A 220/380. Daya tersebut digunakan untuk suplai sistem kelistrikan yang ada di gedung F Universitas Muhammadiyah Surakarta termasuk kedalam golongan tarif listrik P-1/TR dengan batas daya 6.600 VA – 200 kVA dengan biaya pemakaian Rp. 1.444,70 /kWh.

Panel Surya

Sel surya/panel surya adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk pemanenan energi matahari dan dari energi tersebut diubah menjadi tenaga listrik dengan proses efek photovoltaic, atau bisa disebut photovoltaic cell (PV). Sel surya merupakan teknologi energi yang bersifat langsung. (Purwoto, 2000).

Penentuan jumlah total modul yang akan diperlukan harus dipilih berdasarkan jenis dan spesifikasi modul yang akan digunakan sesuai dengan standar pabrik/distributor. Dalam penelitian ini menggunakan panel surya.

Merk	: Trina Solar Grade A (Monocrystalline)
Power Output (W)	: 450
Module efficiency (%)	: 20,6
Voltage at Pmax (V)	: 41,0
Current at Pmax (A)	: 10,98
Open-circuit voltage (V)	: 49,6
Short-circuit current (A)	: 11,53
Ukuran	: 2102 × 1040 × 35 mm\

Sehingga dibutuhkan 146 buah panel disusun secara seri dapat menghasilkan P_{max} sebesar 65.700 W_{peak} untuk suplai beban sebesar 66000 VA.



Sumber Gambar : www.trinasolar.com
Gambar 1. Panel surya Trina Solar Grade A (Monocrystalline) 450 WP

Penentuan Inverter

Inverter difungsikan sebagai alat untuk merubah tegangan DC menjadi AC. Alat ini sangat krusial lantaran sel surya menghasilkan energi listrik DC, sedangkan dalam penggunaan memerlukan konsumsi tegangan AC, diperlukan inverter untuk mengubah atau menyearahkan tegangan DC ke AC (Çetinba et al, 2019)

Dalam perencanaan ini inverter yang digunakan sudah tersertifikasi sehingga memudahkan dalam pemilihan peralatan. Inverter yang dipakai bermerk Growatt Sungrow dengan daya 70 kW, dengan spesifikasi inverter tersebut :

Merk	: Growatt MAX 70KTL3
Input	
Max. DC Power	: 91000 W
Max. DC Voltage	: 1100 V
Start Voltage	: 250 V
PV Voltage Range	: 200 V – 1000 V
Nominal Voltage	: 585 V
Max. Input Current per MPPT	: 25 A
Output	
Rated AC output power	: 70000 W
Max. AC apparent power	: 77700 VA
Max. output current	: 112,7 A
AC nominal voltage	: 230 V / 400 V
AC grid frequency	: 50 Hz / 60 Hz
Max. efficiency	: 99%



Sumber Gambar : www.ginverter.com
Gambar 2. Inverter Growatt 70 kW

Penentuan Baterai

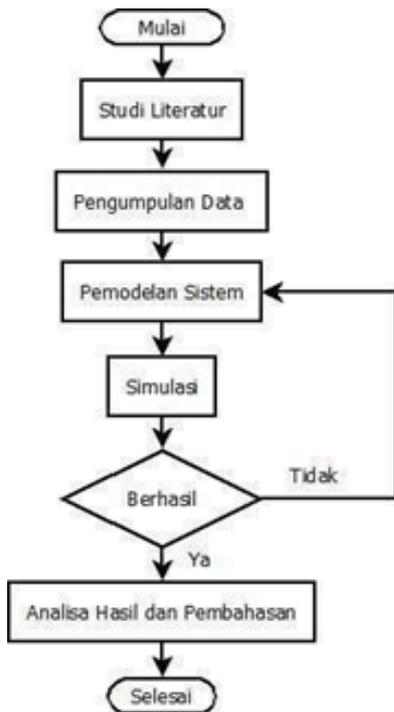
Batere di PLTS berfungsi menyimpan arus listrik yang dihasilkan oleh panel surya sebelum digunakan untuk mengoperasikan sebuah beban. Beban tersebut bisa berupa lampu refrigerator/peralatan elektronik dan peralatan lainnya yang membutuhkan sumber listrik DC (Rusman, 2015). Batere yang digunakan dalam penelitian ini adalah batere *deep cycle* 12 V 250 Ah jenis gel maka untuk suplai beban sebesar 66.000 VA dibutuhkan sebanyak 22 batere.



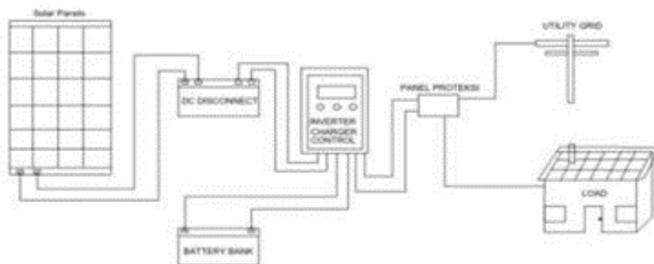
Sumber Gambar : www.leoch.com
Gambar 3. Battery 12 V 250 Ah

B. Flowchart dan Wiring System

Diagram *wiring system* digunakan untuk mengetahui alur dari sistem yaitu dari Panel Surya yang berfungsi untuk menghasilkan energi listrik dc, kemudian sebelum masuk ke inverter terlebih dahulu melewati *DC Disconnect* berfungsi untuk pengamanan inverter, lalu masuk ke dalam inverter terdapat *Charger Control* yang berfungsi untuk kontrol sistem pengecasan pada baterai yang menampung energi dari panel surya, Inverter berfungsi mengubah listrik dc ke ac untuk selanjutnya dapat digunakan oleh pelanggan atau konsumen, sebelumnya harus melewati panel proteksi untuk keamanan proses terlebih dahulu dan untuk switching suplai daya dari *grid* PLN atau panel surya dilakukan oleh inverter.



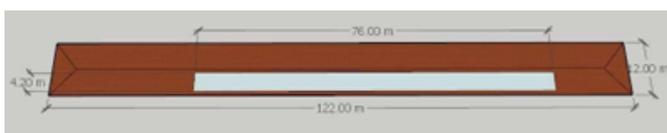
Gambar 4. Flowchart



Gambar 5. Wiring System

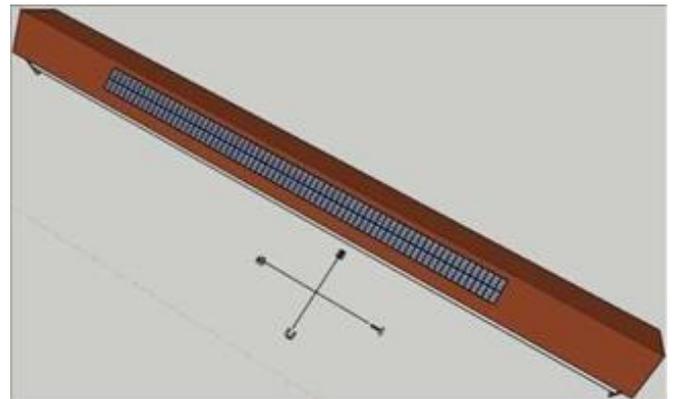
C. Layout Gedung

Gambar 6 adalah *layout* dimensi luas atap dengan area yang akan dibuat perencanaan PLTS hybrid. luas area yang digunakan untuk penempatan panel surya seluas 319,2 m² dengan luas atap gedung seluruhnya seluas 1464 m².



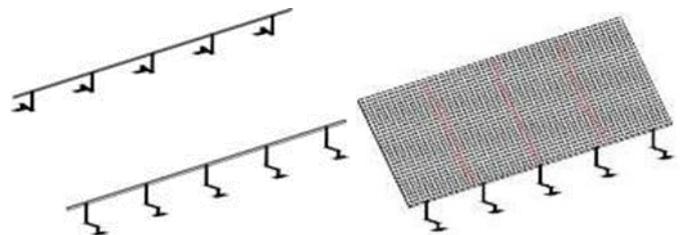
Gambar 6. Layout dimensi atas gedung F

Pada penelitian ini dibuat desain layout atap gedung F fakultas teknik untuk penempatan lokasi panel surya/sel surya dan pv mounting/rangka untuk tata letak panel surya dengan menggunakan software SolidWorks. Berikut ini desain akhir dari rancangan perletakan panel surya dibuat 2 layer atas bawah.



Gambar 7. Rancangan letak panel surya pada atap gedung F

PV Mounting digunakan untuk kerangka peletakan panel surya dengan 584 buah L-Hoock berbahan besi dan rel aluminium dengan panjang total rel 584 meter. Desain dari pv mounting ini nantinya mengikuti dari sudut dari atap yang sudah terinstal jarak antara panel dan genteng tidak terlalu jauh.



Gambar 8. PV Mounting

IV. HASIL DAN ANALISA

A. Posisi Panel Surya

Penentuan arah pemasangan posisi panel surya berpengaruh besar terhadap daya keluaran panel surya (Shalih, 2019). Pengambilan data dilakukan dengan cara menghubungkan panel surya ke SCC sebagai beban dan lalu dihubungkan juga dengan multimeter sebagai alat pengukur tegangan dan arus yang dihasilkan oleh panel surya. Dan untuk tingkat kemiringan panel dimiringkan sedemikian rupa dengan sudut 10° – 50°. Berikut ini adalah data penelitian penentuan posisi panel surya berdasarkan besar sudut kemiringan panel surya.



Gambar 9. Wiring penelitian posisi PV dan Gambar 10. Pengambilan Data

Tabel 2. Data Penelitian Posisi Panel Surya 13 Desember 2021

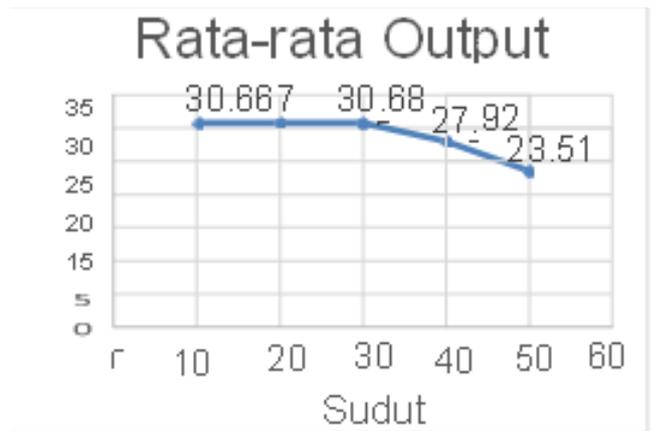
Sudut Kemiringan 10°			
Waktu (jam)	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya (P)
8	19,57	0,58	11,350
9	19,52	1,59	31,036
10	19,48	1,92	37,401
11	20,15	1,88	37,882
12	20,19	2,03	40,985
13	19,8	1,72	34,056
14	20,16	2,1	42,336
15	19,98	0,9	17,982
16	19,15	1,2	22,980

Tabel 6. Data Penelitian Posisi Panel Surya 17 Desember 2021

Sudut Kemiringan 50°			
Waktu (jam)	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya (P)
8	19,66	0,62	12,189
9	19,67	1,07	21,046
10	19,77	1,56	30,841
11	19,98	1,32	26,373
12	19,98	1,12	22,377
13	20,01	1,89	37,818
14	19,78	1,67	33,032
15	19,77	0,76	15,025
16	19,59	0,66	12,929

Tabel 3. Data Penelitian Posisi Panel Surya 14 Desember 2021

Sudut Kemiringan 20°			
Waktu (jam)	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya (P)
8	19,98	1,5	29,970
9	19,88	0,9	17,892
10	19,52	1,3	25,376
11	20,03	1,72	34,451
12	20,87	2,3	48,001
13	20,54	2,07	42,517
14	20,66	1,9	39,254
15	19,2	1,3	24,960
16	19,87	0,71	14,107



Tabel 4. Data Penelitian Posisi Panel Surya 15 Desember 2021

Sudut Kemiringan 30°			
Waktu (jam)	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya (P)
8	19,32	0,83	16,035
9	19,83	1,72	34,107
10	19,98	1,89	37,762
11	19,45	1,37	26,646
12	20,11	2,21	44,443
13	20,3	2,13	43,239
14	19,88	1,54	30,615
15	19,87	1,3	25,831
16	19,43	0,9	17,487

Gambar 11. Diagram Rata – Rata Output Daya

Berdasarkan data diatas didapatkan nilai rata-rata output daya pada sudut 10° sebesar 30,667, pada sudut 20° sebesar 30,725 , pada sudut 30° sebesar 30,685 , pada sudut 40° sebesar 27,922, pada sudut 50° sebesar 23,514. Nilai rata-rata output daya tertinggi didapatkan pada sudut 20° dan rata- rata output daya terendah pada sudut 50°, dengan demikian pada kemiringan sudut 20° merupakan sudut yang baik untuk diterapkan pada panel surya. Hal ini terjadi karena pada sudut 20° panel suryadapat menerima energi matahari dengan lebih maksimal. Akurasi penambahan jumlah panel surya sejumlah 5 jadi sekali percobaan ada 5 panel dengan sudut yang berbeda akan menghasilkan akurasiyang maksimal. Untuk penerapannya sendiri nanti Pv akan diletakan pada sisi selatan dengan maksud supaya penyerapan sinar matahari lebih maksimal karena sisi sebelah utara gedung terdapat pepohonan yang dapat mengganggu penyerapan panel surya. Posisi kemiringan pv diatur oleh mounting rel yang terpasang sudut kemiringan yang ideal antara 10- 30° tidak telalu miring sehinggamempermudah proses perawatan dan pembersihan.

Tabel 5. Data Penelitian Posisi Panel Surya 16 Desember 2021

Sudut Kemiringan 40°			
Waktu (jam)	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya (P)
8	19,56	0,62	12,127
9	19,71	1,29	25,425
10	19,88	1,93	38,368
11	19,45	1,32	25,674
12	20,45	2,07	42,331
13	20,66	2,04	42,146
14	19,67	1,75	34,422
15	19,33	0,88	17,010
16	19,43	0,71	13,795

B. Analisa Output Panel Surya

Daya output panel surya dapat dihitung berdasarkan data spesifikasi dari panel surya yang kita pakai,rata-rata radiasi matahari dan lama penyinaran dari matahari. Dengan menggunakan persamaan 2 sebagai berikut :

$$P = A \times S \times \eta \dots\dots\dots (2)$$

$$P = 319,74 \text{ m}^2 \times 4,80 \text{ kWh/m}^2/\text{hari} \times$$

$$0,206P = 316,16 \text{ (kWh/hari)}$$

$$P = 115.398,4 \text{ (kWh/tahun)}$$

$P = \text{Daya Output panel Surya (kWh/hari)}$ $\eta = \text{Efisiensi panel surya}$

$A = \text{Luas panel surya (m}^2)$ $S = \text{Rata-rata radiasi matahari (kWh/m}^2/\text{hari)}$

C. Analisa Ekonomi

Data peralatan yang diperlukan untuk membangun PLTS sesuai dengan desain yang telah dibuat beserta nilai harganya. Data harga-harga ini didapatkan melalui situs internet dimana pemasok menjual barang-barang tersebut di internet.

Tabel 7. Harga Komponen

Komponen	Jumlah	Satuan	Harga	Total
Panel surya	146	Pieces	3.700.000 /Pc	540.200.000
Soalar Inverter	1	Pieces	33.611.120 /Pc	33.611.120
Batere	22	Pieces	3.200.000	70.400.000
Kwh meter exim	1	Pieces	850.000 /Pc	850.000
Baut M8x15mm	2000	Pieces	372 /Pc	744.000
Baut M8x60mm	1000	Pieces	686 /Pc	686.000
Mur M8	3000	Pieces	1000 /Pc	3.000.000
Rel aluminium	292	Meter	190.000 /2 Meter	55.480.000
Sambungan rel	146	Pieces	50.000 /Pc	7.300.000
Penjepit ujung PV	8	Pieces	45.000 /Pc	360.000
Penjepit tengah PV	292	Pieces	45.000 /Pc	13.000.000
L-hook	584	Pieces	15.000 /Pc	8.760.000
Flexible conduit	3	Meter	217.000 /100 meter	651.000
Kabel dc	300	Meter	24.000 /meter	7.200.000
Kabel ground	4	Meter	170.000 /50 meter	680.000
Stik ground	1	Pieces	590.000 /pc	590.000
Biaya Pengerjaan dan Pengiriman	66	kWh	1.500.000 /kWh	99.000.000
Total				842.512.120

Berdasarkan data di atas, perencanaan untuk membuat PLTS total dana yang harus dikeluarkan untuk investasi awal sebesar Rp. 842.512.120.

Perhitungan biaya pemeliharaan dan operasional setiap tahun sebesar 1% - 2% dari total biaya investasi awal (Jais, 2012). Besar persentase yang digunakan PLTS hybrid sebesar 1% mencakup biaya untuk pembersihan, perawatan dan pemeriksaan peralatan dan instalasi. Di Indonesia hanya ada 2 musim, yaitu musim hujan dan kemarau, dan menjadi dasar penentuan presentase 1% sehinggabiaya perawatan tidak sebesar di negara lain yang mengalami 4 musim dalam setahun dan juga upahtenaga kerja di Indonesia lebih kecil jika dibandingkan dengan negara maju. Berikut ini biaya pemeliharaan dan operasional dalam setahun untuk PLTS hybrid :

$$M = 1\% \times \text{Jumlah Biaya Investasi} M = 1\% \times \text{Rp. 842.512.120}$$

$$M = \text{Rp 8.425.121 /tahun}$$

Rata-rata umur panel surya mencapai sekitar 25 tahun, untuk jumlah biaya pemeliharaan dan operasional dalam 25 tahun sejumlah Rp 210.628.030. Total Investasi PLTS dapat

dihitung berdasarkan total biaya yang direncanakan untuk PLTS, yaitu mencakup biaya total investasi awal, dan *maintanance* selama 25 tahun.

$$\text{Total Investasi} = \text{Rp } 842.512.120 + \text{Rp } 210.628.030$$

$$\text{Total Investasi} = \text{Rp } 1.053.140.150$$

Analisa perhitungan ROI (*Retrun on Investment*) mengacu pada Peraturan Menteri ESDM No.17 Tahun 2013 yaitu tentang pembelian listrik oleh PLN dari PLTS/Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik, yang menyatakan untuk pembelian energi listrik dari PLTS akan ditetapkan dengan harga US\$ 25 sen/kWh. Kurs 1 US\$ = Rp 14.000 maka 0,25 US\$ = Rp 3.500 Jumlah daya yang dapat dihasilkan Panel Surya/PLTS pertahunnya adalah 115.398,4 kWh, danpendapatan pertahun yang dihasilkan PLTS sebesar : Rp 3.500 x 115.398,4 kWh =Rp 403.894.400 per Tahun.

$$\text{Payback Period} = \text{Jumlah Investasi} / \text{Aliran Kas Bersih} \text{ Payback Period} = \text{Rp } 1.053.140.150 / \text{Rp } 403.4894.400$$

$$\text{Payback Period} = 2,6 \text{ Tahun (2 Tahun 6 Bulan)}$$

V. KESIMPULAN

Berdasarkan data yang sudah diperoleh dan dianalisa diatas, dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa: Dari sistem PLTS hybrid ini gedung dapat disuplai oleh PLTS dengan batere dan PLN. Dengan area seluas 1464 m², untuk mencukupi kebutuhan listrik gedung dipasang 146 buah PV berkapasitas 450 WP, 1 inverter 70 kW dan 22 batere berkapasitas 12 V 250 Ah. Besar daya output yang dihasilkan per bulannya sebesar 316,16 kWh, sedangkan pada setiap tahunnya sebesar 115.398,4 kWh. Pada kemiringan sudut 20° panel surya dapat menerima energi matahari dengan lebih maksimal sehingga output daya yang dihasilkan menjadi lebih besar. Biaya investasi awal PLTS hybrid ini sebesar Rp 842.512.120, serta biaya pemeliharaan dan operasionalnya sebesar Rp 8.425.121. Hasil dari data perhitungan Return On Investment untuk Pay Back Period atau balik modal akan terjadi setelah 2 tahun 6 bulan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada bagian ini saya ucapan terima kasih terhadap pihak-pihak yang membantu terselesaikannya penelitian ini serta ucapan terima kasih terhadap tim editorial Jurnal Teknologi Elektro atas dipublikasikannya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Afandi and D. Mukodim, "Analisis Studi Kelayakan Investasi Pengembangan Usaha PT. Aneka Andalan Karya - UG Repository," *Gunadarma.ac.id*, Oct. 2009.
- [2] M. Bachtiar, "Prosedur Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Perumahan (Solar Home System)," *SMARTek*, vol. 4, no. 3, 2006.
- [3] İ. Çetinbaş, B. Tamyürek, and M. Dermitas, "Design, Analysis and Optimization of a Hybrid Microgrid System Using HOMER Software: Eskişehir Osmangazi University Example," *International Journal of Renewable Energy Development*, vol. 8, no. 1, p. 65, Feb. 2019, doi: 10.14710/ijred.8.1.65-79.
- [4] J. W. Agung, M. Irwan, I. Muallim and S. Supartio. "Perencanaan PLTS untuk Wilayah Kabupaten Gowa Dusun PAKKULOMPO Provinsi Sul-

- Sel”, Makassar, 2012.
- [5] R. Rusman, “Pengaruh Variasi Beban Terhadap Efisiensi Solar Cell Dengan Kapasitas 50 WP,” *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, vol. 4, no. 2, Sep. 2017, doi: 10.24127/trb.v4i2.75.
- [6] Y. Shalih and S. Suratno, “Pengaruh Arah Posisi Pemasangan Panel Surya Terhadap Output Daya Keluaran,” *Just TI (Jurnal Sains Terapan Teknologi Informasi)*, vol. 11, no. 2, p. 12, Jul. 2019, doi: 10.46964/justti.v11i2.145.
- [7] V. Khare, S. Nema, and P. Baredar, “Solar–wind hybrid renewable energy system: A review,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 58, pp. 23–33, May 2016, doi: 10.1016/j.rser.2015.12.223.
- [8] T. Utomo, “Kajian Kelayakan Sistem Photovoltaik Sebagai Pembangkit Daya Listrik Skala Rumah Tangga (Studi Kasus di Gedung Veda Malang),” *Jurnal EECCIS*, vol. 3, no. 1, pp. 13–17, 2022.
- [9] Y. Perdana and I. Wardiah, “Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Ongrid 5500 Watt Di Rumah Kost Akademi - Repository of Politeknik Negeri Banjarmasin,” *Poliban.ac.id*, Dec. 2018.
- [10] B. H. Purwoto, J. Jatmiko, M. A. Fadilah, and I. F. Huda, “Efisiensi Penggunaan Panel Surya sebagai Sumber Energi Alternatif,” *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, vol. 18, no. 1, pp. 10–14, 2014, doi: 10.23917/emitor.v18i01.6251.
- [11] V. K. Tangirala, “Solar wind, hybrid renewable energy systems.” *IEEE India Info IEEE Newsl India Counc*, vol. 12, no. 2, pp. 44-53, 2017.