

Optimasi Kapasitas Rooftop Pv Off Grid Energi Surya Berakselerasi di Tengah Pandemi Covid-19 untuk Diimplemtasikan pada Rumah Tinggal

Partaonan Harahap^{1*}, Muhammad Adam², Benny Oktrialdi³

^{1,2,3} Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Jalan Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 –EXT. 12

Email: ¹partaonanharahap@umsu.ac.id² muhammadadam@umsu.ac.id ³bennyoktrialdi@umsu.ac.id

ABSTRAK

Pandemi Corona virus Disease 2019 (COVID-19) melemahkan hampir seluruh sektor ekonomi dan industri termasuk pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). maka mencakup kebutuhan energi listrik yang digunakan dalam rumah tangga selama pandemi covid-19 ini yaitu dengan pemasangan PLTS Rooftop Off Grid 400 Wp, sebesar rata-rata untuk pengukuran hari pertama matahari radiasi sebesar 1058 W/m, dengan cuaca berawan dan rata-rata tenggangan 19,13 Volt dan arus sebesar 1,8 A. Hari kedua matahari radiasi sebesar 10574 W/m, dengan cuaca berawan dan rata-rata tenggangan 18,97 Volt dan arus sebesar 1,8 A, Maka rata-rata perhari memerlukan energi listrik sesuai dengan Tarif Dasar Listrik (TDL), dalam 1 kWh adalah Rp. 1.545,-. maka energi listrik yang diperlukan di rumah sebesar 3,35 kWh/harinya atau sebesar 100,5 kWh/bulanya dengan pembayaran sebesar Rp. 155.272,- sedangkan biaya pengadaan perangkat solar cell untuk keperluan rumah tinggal yang sesuai dengan beban yang ada yaitu sebesar Rp. 11.305.000,-. maka biaya tersebut akan kembali modal (break even pint) selama 6 Tahun.

Kata Kunci : PLTS Rooftop Off Grid, Effisiensi Pemakaian Energy, BEF

ABSTRACT

The Corona virus Disease 2019 (COVID-19) pandemic weakened almost all economic and industrial sectors including solar power plants (PLTS). then includes the need for electrical energy used by households during the COVID-19 pandemic, namely the installation of PLTS Rooftop Off Grid 400 Wp on average for the measurement of solar radiation on the first day of 1058 W/m, with cloudy weather and an average voltage of 19.13 Volts and current 1.8 A. The second day of solar radiation is 10574 W/m, with cloudy weather and an average voltage of 18.97 Volts and a current of 1.8 A, so that the average day requires electrical energy according to the Basic Electricity Tariff (TDL) , in 1 kWh is Rp. 1545,-. then the electrical energy needed at home is 3.35 kWh/day or 100.5 kWh/month with a payment of Rp. 155,272, - while the cost of procuring solar cell devices for residential purposes in accordance with the existing load is Rp. 11.305.000,-. then the fee will return the capital (break even pint) for 6 years.

Key words: PLTS Rooftop Off Grid, Energy Use Efficiency, BEF

1 PENDAHULUAN

Pandemi Corona virus Disease 2019 (COVID-19) melemahkan hampir seluruh sektor ekonomi dan industri termasuk pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). Masa pandemi jadi pukulan berat di berbagai sektor termasuk pariwisata, seperti hotel atau penginapan. COVID-19 menurunkan permintaan PLTS rumah tangga dan *commercial and industry*, ketersediaan sumber energi dari fosil dan minyak bumi semakin lama akan semakin berkurang, sedangkan kebutuhan akan energi terus meningkat. Energi terbarukan merupakan salah satu sumber energi alternatif yang digunakan sebagai pengganti sumber energi fosil dan minyak bumi. Salah satu contoh sumber energi terbarukan adalah energi matahari.

Pembangkit listrik tenaga surya adalah ramah lingkungan, dan sangat menjanjikan. Sebagai salah satu alternatif untuk menggantikan pembangkit listrik menggunakan uap (dengan minyak dan batubara). Perkembangan teknologi dalam membuat solar panel yang lebih baik dari tingkat efisiensi, pembuatan aki yang tahan lama, dan pembuatan alat elektronik yang dapat menggunakan Direct Current. Pada saat ini penggunaan tenaga matahari (solar cells panel) masih dirasakan mahal karena tidak adanya subsidi. Listrik yang kita gunakan saat ini sebenarnya adalah listrik bersubsidi. Bayangkan pengusaha/ penambangan minyak tanah, batubara (yang merusak lingkungan), pembuatan pembangkit tenaga listrik uap, distribusi tenaga listrik, yang semuanya dibangun dengan biaya besar [1] [2].

Pada permasalahan penelitian ini peneliti mencoba untuk merancang rooftop off grid Solar Photovoltaic, Menentukan total beban harian yang dipakai dan Evaluasi data beban harian (Watt) dan Energi (Wh) per har ini akan digunakan untuk menentukan kapasitas dan jumlah panel surya. Dengan tujuan ikut serta menerapkan ketentuan dalam Peraturan Menteri ESDM No.49 tahun 2018, jo. Permen No.13 tahun 2019, jo. Permen No.16 tahun 2019, PLTS atap adalah proses pembangkitan tenaga listrik yang menggunakan modul fotovoltaik, yang diletakkan di atap, dinding, atau bagian lain dari bangunan milik pelanggan PLN. Dan *Roof top solar panel* adalah panel SPV yang dipasang diatas rumah dengan tujuan untuk menghasilkan energi listrik, sehingga dapat mengurangi pemakaian daya listrik dari PLN bahkan tidak tergantung dari jaringan PLN.

Sistem PLTS untuk keperluan rumah tinggal ini menggunakan konsep Off Grid (independen dari jaringan PLN) dengan baterai sebagai penyimpan energi untuk suplai daya di malam hari. Namun Inverter yang digunakan adalah jenis Bi-directional Inverter sehingga listrik dari jaringan PLN dapat menjadi backup apabila energi dari PLTS yang disimpan di baterai tidak mencukupi kebutuhan listrik rumah. Hal ini bisa terjadi pada saat cuaca sedang berawan selama sehari-hari sehingga tidak ada energi matahari yang terserap ke sistem PLTS. Penggunaan PLTS *Rooftop Off Grid* Energi Surya Berakselerasi Di Tengah Pandemi Covid-19 Untuk Di Implemtasikan Pada Rumah Tinggal. Mengingat Indonesia merupakan daerah tropis, maka sangatlah baik jika PLTS dikembangkan dengan sungguh-sungguh. Karena PLTS adalah bentuk investasi jangka panjang, ditambah dengan biaya perawatan PLTS yang murah, akan menguntungkan bagi konsumen energi listrik.

Dalam penelitian sebelumnya telah di kemukan oleh beberapa peneliti diantaranya :

- Muhammad Naim dalam penelitian yang berjudul Rancangan Sistem Kelistrikan Plts Off Grid 1000 Watt Di Desa Loeha Kecamatan Towuti dalam jurnal Vertex Elektro, Vol. 12, No. 01, Tahun 2020 (Februari) p-ISSN. 1979-9772 e-ISSN. 2714-7487 menghasilkan satu solusi untuk mengatasi permasalahan listrik di desa Loeha wilayah kecamatan Towuti adalah penyediaan sumber energi baru dan terbarukan yang ramah lingkungan sebagai alternatif untuk penambahan suplai listrik yaitu sistem kelistrikan PLTS Off Grid. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang system kelistrikan PLTS Off Grid dengan Kapasitas 1000 Watt di desa Loeha kecamatan Towuti Kabupaten Luwu Timur agar nantinya dapat mengatasi permasalahan

kelistrikan yang terjadi di wilayah ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peralatan yang dibutuhkan untuk mendukung sistem kelistrikan. PLTS Off Grid 1000 Watt adalah Photovoltaic (PV) atau sel Surya berjumlah 4 buah dengan spesifikasi teknis; type cell monocrytalline, efisiensi cell > 15 %, daya maksimum 260 Wp. Solar Charge Controller yang menggunakan teknologi MPPT dengan spesifikasi teknis; tegangan kerja PV max 140 VDC, tegangan kerja baterai 48 VDC, Arus Output max 60 A, efisiensi >97 %, dan kapasitas 1000 Watt. Battery bank Deep cycle dengan spesifikasi teknis; type baterai Deep Cycle OPzV, tegangan nominal 2 V/cell, Cycle life >1200, DOD 80 %, dan kapasitas 160 Ah. Dan Bidirectional inverter dengan Spesifikasi teknis; Tegangan Input DC (nominal) 50,4 V, Tegangan input dengan batas 40-64 V, Arus masukan 131 A, Arus Charging 100 A, Frekuensi tegangan dan arus 50 Hz, Daya keluaran konstan 1 KVA.[3]

- Ditengah semakin berkembangnya industri yang merupakan salah satu akomodasi dengan karakteristik operasional 24 jam, dapat dipastikan kebutuhan pasokan energi akan bertambah, serta dilain kondisi dimana semakin menipisnya persediaan energi fosil (BBM). Agar dapat memberikan pelayanan yang baik, otomatis akan membutuhkan energi listrik yang cukup secara kontinyu dan handal. Pemanfaatan tenaga surya dapat dimulai dari penggunaanya dengan memanfaatkan sistem PLTS *Roof top* ditempat atap hotel maupun di atap gedung-gedung perindustrian lainnya. Pada penelitian ini akan dirancang sistem *Roof top off grid* panel SPV sebagai sumber alternatif energi listrik.[4]

Perancangan kapasitas *Roof top* off grid panel solar photovoltaic untuk di implemtasikan pada rumah tinggal, permasalahan tersebut, energi surya dipilih sebagai energi alternatif untuk menghasilkan energi listrik. Alat yang digunakan disini adalah sel surya, karena dapat mengkonversikan langsung radiasi sinar matahari menjadi energi listrik (proses photovoltaic). Agar energi surya dapat digunakan pada malam hari, maka pada siang hari energi listrik yang dihasilkan disimpan terlebih dahulu ke baterai yang dikontrol oleh regulator. Keluaran regulator langsung dihubungkan dengan inverter dari arus DC ke AC. Sistem PLTS untuk keperluan rumah tinggal ini menggunakan konsep Off Grid (independen dari jaringan PLN) dengan baterai sebagai penyimpan energi untuk suplai daya di malam hari. [5][6] Namun Inverter yang digunakan adalah jenis Bi-directional Inverter sehingga listrik dari jaringan PLN dapat menjadi backup apabila energi dari PLTS yang

disimpan di baterai tidak mencukupi kebutuhan listrik rumah. Hal ini bisa terjadi pada saat cuaca sedang berawan selama sehari-hari sehingga tidak ada energi matahari yang terserap ke sistem PLTS.[7]

Off-grid memiliki beberapa aplikasi fungsional gratis dan singkatnya itu dianggap penting teknologi untuk mewujudkan keandalan, keberlanjutan dan solusi tekno-ekonomi energi. Di antara berbagai teknik pembangkitan terdesentralisasi, energi terbarukan hibrida source (HRES) adalah salah satu teknik yang menjanjikan dalam hal keberlanjutan, kesederhanaan operasi dan commissioning. Itu sistem hibrida yang paling umum lebih disukai digunakan adalah PV/Angin/Baterai dan PV/Diesel/Baterai menurut kelayakan sumber-sumber ini.

Dalam beberapa tahun terakhir, HRES telah dikembangkan sebagai teknologi zaman baru untuk pertemuan yang lebih cepat permintaan beban untuk daerah terpencil dengan superior kombinasi. Untuk semua investigasi eksperimental yang dilakukan oleh peneliti menggunakan model optimasi hibrida untuk listrik terbarukan (HOMER) yang terlibat (a) karakterisasi wilayah studi (b) penilaian sumber daya (c) beban permintaan untuk domestik, pertanian, masyarakat dan komersial (d) diharapkan kombinasi yang berbeda dari RES dan (e) analisis optimasi di untuk mencapai fungsi tujuan dengan mencoba sejumlah kombinasi RES. Berdasarkan teknik optimasi, hasil telah dievaluasi dengan bantuan parameter yang berbeda sebagai variabel keputusan, variabel sensitivitas. Pengoptimalan tujuan dilakukan dalam kasus yang berbeda mengenai minimalisasi biaya energi per unit (PUEC) dan emisi rumah kaca gas (GRK).[8]

Sistem monitoring PLTS terdiri dari rangkaian sensor Arduino dan rancangan tampilan hasil monitoring dibangun menggunakan pemrograman Visual Basic.Net. Pengujian sistem monitoring diaplikasikan pada PLTS 1,25 kW yang terpasang di atas gedung Jurusan Teknik Elektro, Universitas Andalas. Sistem PLTS rooftop terhubung ke grid PLN menggunakan 5 unit panel surya 250 Wp dan dipasang flat secara seri terhubung ke beban melalui grid tie inverter 2 kW. Proses pengambilan data hasil monitoring berlangsung secara real time dan ditampilkan dalam bentuk data tabel dan grafik. Informasi data sistem PLTS berasal dari sensor-sensor tersambung ke perangkat Arduino yang terhubung ke sebuah PC. Selanjutnya data yang terekam menggunakan software Visual Basic.Net di konversi ke dalam Microsoft Excel sehingga dapat dianalisa lebih lanjut. Analisa performansi PLTS terdiri dari proses sinkronisasi, kurva daya dan energi listrik yang dapat dihasilkan oleh PLTS rooftop. Panel surya rata-rata mulai menghasilkan tenaga

listrik dari jam 7:00 pagi hingga 6:00 sore untuk cuaca cerah, namun untuk cuaca hujan daya listrik PLTS menurun dan terputus lebih awal sebelum matahari terbenam. Hasil yang disajikan menunjukkan bahwa kinerja sistem PLTS terhubung jaringan PLN sangat tergantung dari kondisi cuaca. Data hasil monitoring potensi daya dan energi yang dihasilkan dapat digunakan sebagai parameter pertimbangan kelayakan pemasangan PLTS rooftop pada daerah tropis [9]

Oleh karena itu penggunaan PLTS *Rooftop Off Grid* Energi Surya Berakselerasi Di Tengah Pandemi Covid-19 Untuk Di Implementasikan Pada Rumah Tinggal, dapat dimulai dan dianalisis dari perencanaan rooftop off grid Solar Photovoltaic, menentukan total beban harian yang dipakai, evaluasi data beban harian (Watt) dan Energi (Wh) per hari ini akan digunakan untuk menentukan kapasitas dan jumlah panel surya, menentukan kapasitas baterai, kapasitas panel SPV, jarak antar panel SPV dan kapasitas Inverter dan Charge Controller yang digunakan. Hal ini mengingatkan bahwa Indonesia merupakan daerah tropis, maka sangatlah baik jika PLTS dikembangkan dengan sungguh-sungguh. Karena PLTS adalah bentuk investasi jangka panjang, ditambah dengan biaya perawatan PLTS yang murah, akan menguntungkan bagi konsumen energi listrik.

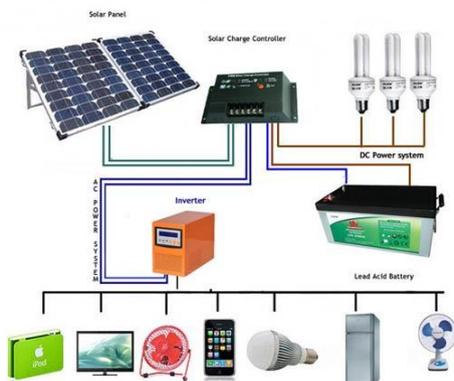
2 METODOLOGI

Dalam penelitian ini rancangan penelitian yang digunakan adalah jenis rancangan kuantitatif, dimana data yang akan dikumpulkan berupa data perhitungan jumlah lampu penerangan yang terpasang dalam rumah sehingga dapat di perhitungkan penggunaan kWh meter terpakai, data investasi perancangan solar cell dan peralatan pendukung yang dipasang untuk keperluan backup tenaga listrik, dan data spesifikasi teknis solar cell untuk keperluan rumah tangga dan listrik PLN. Dalam bab ini dibahas tentang Analisa penggunaan solar cell untuk mem-backup kebutuhan daya listrik rumah tangga untuk keperluan lampu penerangan dan beban yang kecil. Tahapan implementasi metode yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- Perancangan solar cell untuk kebutuhan rumah tinggal.
- Menentukan pemakaian energi listrik untuk total beban harian dan beban kecil dalam rumah rata-rata dalam satu bulan.
- Evaluasi data beban harian (Watt) dan Energi (Wh) per hari ini akan digunakan untuk menentukan kapasitas dan jumlah panel surya.
- Menentukan kapasitas baterai, kapasitas panel SPV, jarak antar panel SPV dan kapasitas Inverter dan Charge Controller yang digunakan.

Perangkat solar cell untuk kebutuhan rumah tinggal dari pengamatan peneliti yang dilakukan maka panel yang digunakan jenis atau tipe polykristaline dengan kapasitas 400 WP, karena panel surya tersebut yang paling efektif untuk digunakan, karena panel jenis ini dapat mengkonversikan energi yang lebih tinggi pada cuaca yang berawan jika dibandingkan dengan tipe panel monokristalin. Untuk pemakaian energi listrik yang diperlukan Lampu penerangan menggunakan lampu (LED), dan beban kecil dalam rumah rata-rata dalam satu hari bervariasi sesuai keperluan atau sesuai dengan ruangan. Dari hasil rata-rata waktu nyala yaitu dalam rentang waktu satu hari penuh dapat di tampilkan pada table penggunaan energi listrik perhari disesuaikan dengan ruangan.

1. Diagram Pemasangan PLTS *Rooftop Off Grid*



Gambar 1. Diagram Pemasangan PLTS *Rooftop Off Grid*

Pemasangan atap genteng dipasang dirancang dengan fleksibilitas yang besar baik untuk sistem tata surya atap komersial dan residensial, memasang modul tanpa bingkai dan tanpa bingkai yang disiram ke atap bernada tinggi. Rel aluminium ekstrusi khusus, klem pra-rakitan dan kait atap atau kurung atap yang bervariasi dengan kemiringan. [10]



Gambar 2. Atap Metal Rangka Surya

Atap Besi Bahan utama, Aluminium 6005-T5
 Max Beban angin: 45 m/s Beban Salju Maks 1,5kn/m², Panel berbingkai atautanpa bingkai
 Sudut kemiringan Sejajar dengan atap
 Kencangkan bahan SUS 304 atau baja galvanispanas Q235 Packing, Kotak karton, palet logam.

2. Pengukuran temperatur panel (T_p) 400 Wp
 PLTS *Rooftop Off Grid* dengan mengukur temperature permukaan panel (T_p) 100 Wp terlihat pada tabel 1 dan 2 dibawah ini
3. Perhitungan keseimbangan energy
 - Keperluan energy listrik untuk lampu penerangan dan beban kecil
 - Dari hasil rata-rata waktu nyala yaitu dalam rentang waktu satu hari penuh dapat di tampilkan pada table 3 dibawah. penggunaan energi listrik perhari disesuaikan dengan ruangan.
 - Produksi energy Panel surya
 - Energi yang diproduksi = Daya x Qty x Tingkat iridiasi x Efisiensi
 - Energy yang disimpan Battery
 Energi yang bisa dipakai = Kapasitas x Tegangan x Qty x DOD

Paket PLTS Offgrid/Ongrid dan Hybrid 400 WP merupakan pembangkit yang tidak hanya terdiri dari sistem konversi dari photon sinar matahari menjadi arus listrik atau yang disebut sebagai modul photovoltaic. Perlu ada sistem pendukung yang berfungsi menyimpan energi listrik yang dibangkitkan agar keluarannya dapat lebih stabil dapat digunakan saat tidak ada sinar matahari atau pada saat malam hari.[11].

Offgrid atau disebut juga stand alone PV (*photovoltaic*) *system* atau sistem pembangkit listrik yang hanya mengandalkan energi matahari sebagai satu-satunya sumber energi utama dengan menggunakan rangkaian panel surya untuk menghasilkan energi listrik sesuai kebutuhan. Dengan menginstalasi sistem ini tidak perlu lagi menggunakan listrik dari PLN ataupun backup lainnya seperti genset. *Offgrid* bersifat mandiri, adapun tipe solar sistem untuk hunian yang menggunakan baterai hanyalah sebagai media penyimpanan atau bank energy[12].

Berdasarkan peraturan ini bertujuan untuk meningkatkan pemanfaatan energi baru terbarukan dalam bauran energi nasional, dan juga untuk menghemat tagihan listrik konsumen PLN. Berdasarkan peraturan ini, kapasitas sistem PLTS atap dibatasi paling tinggi 100 persen dari daya tersambung konsumen PLN. Jika dalam satu rumah tangga memiliki daya listrik 1.300 kWh, maksimal PLTS atap yang dapat dipasang sebesar 1.300 kWh. Dengan memasang PLTS atap atau panel surya atap

ini, konsumen PLN bisa menghasilkan listrik sendiri di rumahnya. Jika produksi listrik melebihi daya konsumsinya, selisih tersebut bisa digunakan untuk memangkas tagihan listrik bulan berikutnya. Minimal bisa menghemat tagihan listrik per bulannya sebesar 30 persen di tengah-tengah pandemi covid-19 ini.[13] Analisa break even point adalah suatu Teknik Analisa untuk mempelajari hubungan antara biaya tetap, biaya variable, keuntungan, dan volume penjualan. Suatu perusahaan mencapai kondisi keuangan yang break even point ketika hasil penjualannya sama dengan biaya operasinya.[14]

3.3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian ini dilakukan setelah pemasangan PLTS *Rooftop Off Grid* kemudian dilakukan pengukuran temperature permukaan panel (T_p) 400 Wp, tegangan dan arus.

Hal ini sangat perlu dilakukan karena berpengaruh pada beban pemakaian, arus dan tegangan pada pembangkit listrik tenaga surya adalah untuk mengetahui daya keluaran yang dihasilkan oleh sel surya.

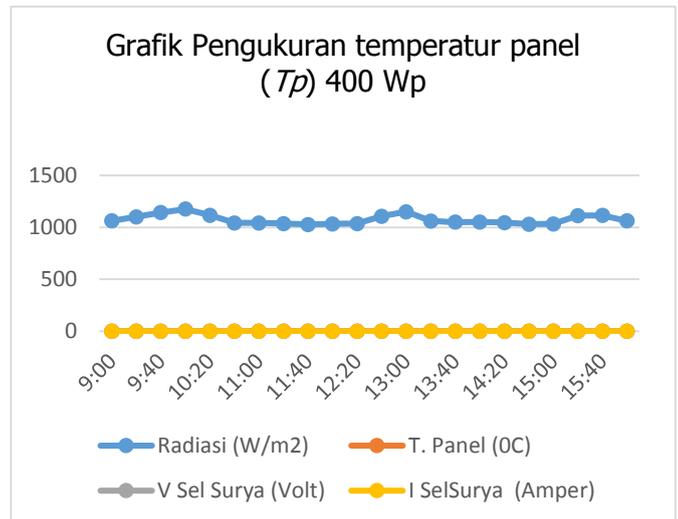
1. Pengukuran temperatur panel (T_p) 400 Wp Pada hari pertama

Pengukuran hari pertama dilakukan untuk mengetahui hasil pemakaian PLTS *Rooftop Off Grid* yang dilakukan selama 7 Jam.

Tabel 1. Pengukuran temperatur panel (T_p) 400 Wp

Waktu (jam:mnt)	Radiasi (W/m ²)	T. Panel (°C)	V Sel Surya (Volt)	I SelSurya (Amper)
09:00	1041	44,2	19,99	1,92
09:20	916	45,9	19,51	1,89
09:40	1014	42,1	17,88	1,85
10:00	1061	41,1	16,85	1,60
10:20	1106	41,6	19,07	1,83
10:40	1142	41,4	19,61	1,88
11:00	1175	44,1	19,14	1,83
11:20	1115	43,2	19,09	1,82
11:40	1041	44,2	19,91	1,87
12:00	1016	40,2	19,99	1,92
12:20	1104	43,2	19,85	1,62
12:40	1155	45,3	18,87	1,84
13:00	1062	45,1	19,99	1,92
13:20	1055	44,3	19,51	1,89
13:40	1051	43,1	17,88	1,85
14:00	1046	42,5	16,85	1,60
14:20	1034	42,4	19,07	1,83
14:40	1027	41,4	19,61	1,88
15:00	1032	41,7	19,14	1,83
15:20	1033	43,3	19,09	1,82
15:40	1028	41,6	19,91	1,87
16:00	1026	38,8	19,99	1,92

Data pengujian panel surya tipe polikristal yang dilakukan selama 7 jam dengan rata-rata matahari radiasi sebesar 1058 W/m², hal ini menunjukkan radiasi cenderung menurun karena cuaca banyak berawan dan terjadi hembusan angin, dengan rata-rata tegangan 19,13 Volt dan arus sebesar 1,8 A.



Gambar 3. Grafik Pengukuran temperatur panel (T_p) 400 Wp

2. Pengukuran temperatur panel (T_p) 400 Wp Pada hari kedua

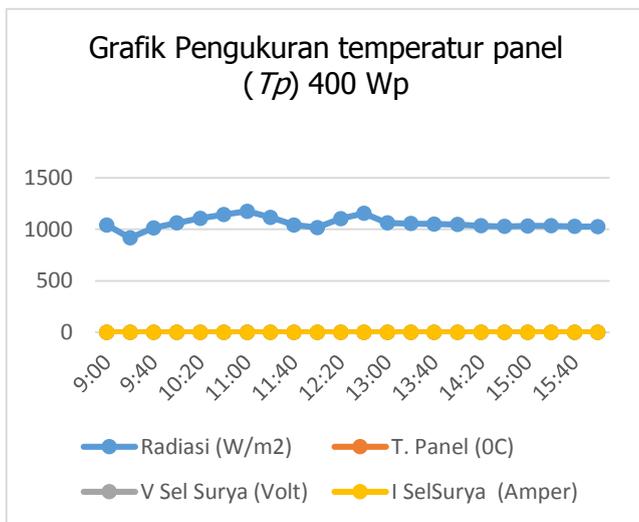
Pengukuran hari kedua dilakukan untuk mengetahui hasil pemakaian PLTS *Rooftop Off Grid* yang dilakukan selama 7 Jam.

Tabel 2. Pengukuran temperatur panel (T_p) 400 Wp

Waktu (jam:mnt)	Radiasi (W/m ²)	T. Panel (°C)	V Sel Surya (Volt)	I SelSurya (Amper)
09:00	1063	41,1	16,85	1,60
09:20	1101	41,6	19,07	1,83
09:40	1143	41,4	19,61	1,88
10:00	1176	44,1	19,14	1,83
10:20	1117	43,2	19,09	1,82
10:40	1042	44,2	19,91	1,87
11:00	1042	42,5	16,85	1,60
11:20	1037	42,4	19,07	1,83
11:40	1027	41,4	19,61	1,88
12:00	1034	41,7	19,14	1,83
12:20	1036	43,3	19,09	1,82
12:40	1107	43,2	19,85	1,62
13:00	1150	45,3	18,87	1,84
13:20	1061	45,1	19,99	1,92
13:40	1051	44,3	19,51	1,89
14:00	1052	43,1	17,88	1,85
14:20	1046	42,5	16,85	1,60
14:40	1031	41,7	19,14	1,83

Waktu (jam:mnt)	Radiasi (W/m ²)	T. Panel (°C)	V Sel Surya (Volt)	I SelSurya (Amper)
15:00	1034	38,3	19,09	1,82
15:20	1114	38,2	19,85	1,62
15:40	1115	38,3	18,87	1,84
16:00	1062	39,1	19,99	1,92

Data pengujian panel surya tipe polikristal yang dilakukan selama 7 jam dengan rata-rata matahari radiasi sebesar 1074 W/m, hal ini menunjukkan radiasi cenderung menurun karena cuaca banyak berawan dan terjadi hembusan angin, dengan rata-rata teggangan 18,97 Volt dan arus sebesar 1,8 A.



Gambar 4. Grafik Pengukuran temperatur panel (Tp) 400 Wp

3. Perhitungan keseimbangan energy
 - Keperluan energy listrik untuk lamu penerangan dan beban kecil penggunaan energi listrik perhari disesuaikan dengan ruangan.

Tabel. 3 Energi yang tersedia pada Rumah Tinggal dengan daya 1.300 VA.

Ruangan	Kapasitas Lampu (Watt)	Waktu Nyala (Jam/hari)	Daya yang terpakai (kWh)
Tamu	25	4	0,1
Kamar tidur 1	15	6	0,135
Kamar tidur 2	15	6	0,135
Dapur	10	5	0,075
Kamar Mandi	10	5	0,05
Teras	10	5	0,05
Televisi	65	3	0,195
Pompa Air	89	5	0,445
Kulkas	90	24	2,16
Total Beban	334		3,35

Dari table tersebut bisa dihitung berapa keperluan energi listrik untuk lampu penerangan dan beban kecil di rumah tersebut. Penentuan kapasitas inverter disesuaikan dengan total beban yang ada untuk kestabilan tersedianya daya listrik. Adapun tarif Dasar Listrik PLN sebesar Rp 1.545 per kWh untuk Golongan R-1/ TR daya 1.300 VA. Sesuai dengan hasil perhitungan yang dilakukan, dan ditampilkan dalam table di atas, maka untuk kebutuhan energi listrik yang digunakan untuk keperluan menyalakan lampu penerangan dan beban kecil dalam rumah rata-rata perhari menggunakan energi sebesar 3,35 kWh.

Sesuai dengan Tarif Dasar Listrik (TDL) yang di tentukan oleh PLN, dalam 1 kWh adalah Rp. 1.545,-. Jadi untuk keperluan energi listrik yang diperlukan di rumah sebesar 3,35 kWh setiap harinya. Maka kWh sebulannya = Kwh sehari X (satu bulan) dengan Biaya 1 bulan jika 1 Kwh

$$= 3,35 \text{ kWh} \times 30 \text{ Hari} = 100,5 \text{ kWh}$$

Maka Biaya Tarif Dasar Listrik (TDL) 1 Kwh

$$= \text{Rp } 1.545,- \\ = \text{Kwh sebulan} \times \text{Rp}1.545,- \\ = 100,5 \text{ kWh} \times \text{Rp } 1.545,- \\ = \text{Rp. } 155.272,-$$

- Produksi energy Panel surya

PLTS Offgrid/Ongrid dan Hybrid 400 WP merupakan pembangkit yang tidak hanya terdiri dari sistem konversi dari photon sinar matahari menjadi arus listrik atau yang disebut sebagai modul photovoltaic.

$$\text{Energi yang diproduksi} = \text{Daya} \times \text{Qty} \times \text{Tingkat iridiasi} \times \text{Efisiensi}$$

$$= 200 \times 2 \times 8 \times 0,8 \\ = 2,560 \text{ Watt Jam} \\ = 2,56 \text{ kWh}$$

Jadi Energi yang diproduksi \geq Energi beban/hari maka dari itu energi cukup untuk keperluan menyalakan lampu dan beban kecil di dalam rumah.

- Energy yang disimpan Battery
 - Kapasitas = 200 Ah
 - Tegangan = 12 V
 - Qty = 2 Pce
 - DOD = 80 %
- Energi yang bisa dipakai = Kapasitas x Tegangan x Qty x DOD
 - = 200 Ah x 12 V
 - x 2 Pce x 80 %
 - = 3,840 Watt Jam
 - = 3,84 kWh

Jadi bila battery penuh tersedia energi sebesar 3,840 Watt Jam, Maka bila digunakan dengan beban sebesar 2,560 Watt Jam, maka battery hanya mampu melayani beban selama $3,840 / 2,560 = 1,5$ hari.

Maka untuk investasi untuk pengadaan perangkat Pembangkit listrik tenaga surya yang digunakan pada rumah tangga peralatan dapat meminimalisir pemakaian beban dengan menggunakan system solar panel dengan system penghematannya. Disini fungsi solar panel membantu pemakaian, yang tadinya beban yang digunakan dibantu dengan PLN maka ini dibantu dengan Solar Panel. Untuk system penghematan ini solar panel hanya membatu PLN bukan berarti menggantikan. Biaya investasi untuk pengadaan perangkat Pembangkit listrik tenaga surya yang digunakan pada rumah tangga peralatan yang diperlukan berupa :

Tabel 4. Biaya investasi untuk pengadaan perangkat Pembangkit listrik tenaga surya

URAIAN PERATAN	BANYAK	HARGA SATUAN @ (Rp)	TOTAL (Rp)
Panel surya dengan kapasitas 400 WP	1 Pcs	2.955.000,-	2.955.000,-
Solar Charge Controller (SCC)	1 Pcs	450.000,-	450.000,-
BATTERY AKI LEAD ACID LEOCH VRLA12V 200Ah	2 Pcs	2.825.000,-	5.650.000,-
Power Inverter 3000 Watt	1 Pcs	2.250.000,-	2.250.000,-
Jumlah Keseluruhan			11.305.000,-

Jadi total harga untuk biaya investasi pembelian 1 (satu) unit PLTS Pembangkit Listrik Tenaga Surya sebesar Rp. 11.303.000,-

Setelah diketahui keperluan harian energi listrik sesuai dengan hasil penelitian yaitu sebesar 3,35 kWh dan harga per kWh sesuai dengan Tarif Dasar Listrik (TDL) yang berlaku di Indonesia adalah Rp. 1.545,- maka keperluan biaya listrik per bulan adalah sebesar Rp. 155.272,-

Dalam 1 tahun terdiri dari 12 bulan, maka biaya listrik yang digunakan dalam kurun waktu 1 tahun adalah sebesar Rp. 155.272,- x 12 bulan = Rp. 1.863.264,-

Dengan biaya pengadaan perangkat solar cell untuk keperluan rumah tinggal yang sesuai dengan beban yang ada yaitu sebesar Rp. 11.305.000,- maka biaya tersebut akan kembali modal (*break even pint*) dengan menggunakan persamaan :

Waktu BEP = Biaya Pengadaan PLTS / Biaya Listrik dalam satu tahun

Waktu BEP = Rp. 11.305.000,- / Rp. 1.863.264,-

Waktu BEP = 6 Tahun

4 KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan perhitungan yang telah dilakukan, maka kebutuhan energi listrik yang digunakan untuk keperluan menyalakan lampu penerangan dan beban kecil dalam rumah tangga selama pandemi covid-19 ini, pemasangan PLTS *Rooftop Off Grid* dengan mengukur temperature permukaan panel (*Tp*) 400 Wp, sebesar :

1. Rata-rata untuk pengukuran hari pertama matahari radiasi sebesar 1058 W/m, dengan cuaca berawan dan rata-rata teggangan 19,13 Volt dan arus sebesar 1,8 A. Hari kedua matahari radiasi sebesar 10574 W/m, dengan cuaca berawan dan rata-rata teggangan 18,97 Volt dan arus sebesar 1,8 A.
2. Jika produksi listrik melebihi daya konsumsinya, selisih tersebut bisa digunakan untuk memangkas tagihan listrik bulan berikutnya. Minimal bisa menghemat tagihan listrik per bulannya sebesar 30 persen di tengah-tengah pendemi covid-19 ini, maka rata-rata perhari memerlukan energi listrik sesuai dengan Tarif Dasar Listrik (TDL) yang di tentukan oleh PLN, dalam 1 kWh adalah Rp. 1.545,-. maka untuk keperluan energi listrik yang diperlukan di rumah sebesar 3,35 kWh/harinya atau sebesar 100,5 kWh/bulanya dengan pembayaran sebesar Rp. 155.272,-
3. Dengan biaya pengadaan perangkat solar cell untuk keperluan rumah tinggal yang sesuai dengan beban yang ada yaitu sebesar Rp. 11.305.000,-. maka biaya tersebut akan kembali modal (*break even pint*) selama 6 Tahun.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada penyelenggara kegiatan SNTT IX semoga SNTT X dapat berlanjut seperti sediakala dan terus menjadi yang terbaik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. A. N. Biodisel and D. Isi, "PLTS & Biodiesel," p. 61, 2020.
- [2] P. Harahap, "Implementasi Karakteristik Arus Dan Tegangan Plts Terhadap Peralatan Trainer Energi Baru Terbaru," *Semin. Nas. Tek. SEMNASTEK UISU*, vol. 2, no. 1, pp. 152–157, 2019.
- [3] M. Naim, "Rancangan Sistem Kelistrikan Plts Off Grid 1000 Watt Di Desa Mahalona Kecamatan Towuti," *Din. – J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 9, no. 1, pp. 27–32, 2017.
- [4] H. Harmini and T. Nurhayati, "Desain Sistem Rooftop Off Grid Panel Solar Photovoltaic," *J. Pengemb. Rekayasa Dan Teknol.*, vol. 13, no. 2, p. 47, 2018, doi: 10.26623/jprt.v13i2.931.
- [5] N. Evalina, A. Azis H, Rimbawati, and Cholish, "Efficiency analysis on the inverter using the energy-saving lamp," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 674, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1757-899X/674/1/012034.
- [6] Rimbawati, N. Ardiansyah, and Noorly Evalina, "Perancangan Sistem Pengontrolan Tegangan," *Semnastek Uisu*, vol. 1, pp. 14–20, 2019.
- [7] R. A. Nugroho, M. Facta, and Y. Yuningtyastuti, "Memaksimalkan Daya Keluaran Sel Surya Dengan Menggunakan Cermin Pemantul Sinar Matahari (Reflector)," *Transient*, vol. 3, no. 3, pp. 408–414, 2014.
- [8] R. Ranjan, A. Kumar, R. Ranjan, and S. Shrivastava, "Off-Grid and On-Grid Connected Power Generation: A Review," *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 164, no. 9, pp. 12–16, 2017, doi: 10.5120/ijca2017913716.
- [9] H. Satria and S. Syafii, "Sistem Monitoring Online dan Analisa Performansi PLTS Rooftop Terhubung ke Grid PLN," *J. Rekayasa Elektr.*, vol. 14, no. 2, 2018, doi: 10.17529/jre.v14i2.11141.
- [10] T. Kami, H. Kami, U. Balik, and O. Sekarang, "Rumah > Produk > Gunung Solar atap logam > Solar Panel atap logam Gunung Kategori Produk Surya tanah Gunung Solar atap logam Surya genteng atap Gunung Datar surya Klem Solar atap logam Tile Hook Mount Detail produk Hubungi kami," pp. 1–5, 2021.
- [11] Rosalina and E. Sinduningrum, "Penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Lahan Pertanian Terpadu Ciseeng Parung-Bogor," *Semin. Nas. Teknoka*, vol. 4, no. 2502, pp. 99–109, 2019, doi: 10.22236/teknoka.v.
- [12] L. Berita, "I (K u a t a r u s p e r j a m a t a u A h) V (T e g a n g a n b a t e r a i a t a u V) P (d a y a p e r j a m a t a u W h) , " pp. 1–8, 2021.
- [13] P. 49 T. 2018, "Jonan : Permen Nomor 49 Tahun 2018 " Listrik Atap ", " pp. 1–2, 2021.
- [14] M. Your and M. Match, "Pengertian Break Even Point Menurut Para Ahli Ternama [LENGKAP] >>> DOWNLOAD SOFTWARE APLIKASI GRATIS <<< Pengertian Break Even Point Menurut Para Ahli Manfaat Break Even Point," pp. 1–5, 2021.