

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Energi Terbarukan**

Energi baru terbarukan adalah energi yang berasal dari sumber alam yang dapat diperbaharui secara terus-menerus, seperti matahari, angin, air, panas bumi, dan biomassa. Energi baru terbarukan memiliki beberapa keuntungan, seperti ramah lingkungan, dan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil. Namun, energi baru terbarukan juga memiliki beberapa tantangan, seperti biaya tinggi, ketersediaan tidak merata, dan variabilitas. (Hasan Harun, Ahmad, and Ilham 2023)

Energi panas matahari adalah salah satu contoh energi baru terbarukan yang memanfaatkan panas dari matahari untuk keperluan pemanasan atau produksi listrik. Energi panas matahari dapat dimanfaatkan dengan menggunakan teknologi seperti pemanas surya, fotovoltaik surya, listrik panas surya, dan arsitektur surya. Energi panas matahari memiliki potensi yang besar, karena matahari merupakan sumber energi yang tidak akan habis selama matahari masih bersinar. Energi panas matahari juga dapat membantu mengurangi emisi gas rumah kaca dan meningkatkan keamanan energi. (Hasan Harun, Ahmad, and Ilham 2023).

##### **2.1.1 Radiasi Energi Surya**

Bumi, sebagai planet yang dekat dengan matahari di tata surya, menerima sinar matahari paling banyak. Radiasi matahari dari bumi dipantulkan oleh awan. Radiasi yang menyentuh atmosfer bumi terkena hamburan, pembiasan, dan pemantulan dari molekul, aerosol, dan awan. Matahari merupakan batas antara Bumi dan Bulan yang menempuh jarak 149.680.000 kilometer. Matahari memancarkan

energi radiasi hasil thermonuklir, meliputi semua panjang gelombang hingga gelombang radio. Radiasi gelombang pendek yang mencapai bumi diserap oleh atmosfer, meningkatkan suhu, dan memancarkan radiasi gelombang panjang. Gelombang pendek yang mencapai permukaan bumi meningkatkan suhu dan memancarkan gelombang termal ke luar angkasa. Lapisan terluar atmosfer mengandung komponen radiasi gelombang pendek (Asrori and Yudiyanto 2019).

## **2.2 Sejarah Sel Surya**

Aliran energi listrik tenaga matahari ditemukan pertama kali pada abad ke-19 oleh fisikawan Jerman yaitu Alexander Edmond Becquerel. Keberhasilan ini terjadi saat sinar dari matahari bersinar ke larutan elektron kimia dan secara tidak sengaja meningkatkan muatan elektron. Seabad kemudian, Albert Einstein mengembangkan temuan tersebut, menamainya "Photovoltaic Effect." Dalam pengamatan terhadap lempeng logam yang melepaskan foton ketika terkena energi matahari, Einstein memunculkan konsep Quantum Mechanics pada tahun 1930. Bell Telephone Research Laboratories menggunakan konsep ini menciptakan sel surya padat untuk pertama kali. Perkembangan sel surya pada tahun 1950-1960 memungkinkan aplikasinya pada pesawat ruang angkasa (Asrori and Yudiyanto 2019)

## **2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Surya**

Pembangkit listrik tenaga surya bekerja dengan mengubah energi matahari menjadi energi listrik, dapat dilakukan melalui 2 cara, yaitu fotovoltaik yang secara langsung mengubah energi cahaya matahari menjadi listrik efek fotoelektrik, pemusatan energi surya yang menggunakan lensa untuk memusatkan energi cahaya

atau cermin dengan sistem pelacak agar memfokuskan energi matahari pada satu titik guna menggerakkan mesin kalor(Asrori and Yudiyanto 2019).

### **Pemusatan Energi Surya**

Memanfaatkan lensa atau cermin dengan sistem pelacak, sistem tenaga surya terkonsentrasi (CSP) memfokuskan energi matahari pada satu titik di ruang angkasa. Panas terkendala digunakan sebagai sumber panas bagi pembangkit listrik konvensional yang memanfaatkan panas untuk pengoperasian generator. Teknologi yang umum digunakan termasuk kalkulator parabola, lensa Fresnel, dan jam matahari. Fluida tempat kerja dapat digunakan sebagai media penghilang kotoran atau sebagai generator (dari turbin konvensional hingga mesin Stirling)(Bastomi 2019).

### **2.4 Potensi Matahari**

Indonesia merupakan daerah sekitar katulistiwa dan daerah tropis dengan luas daratan hampir 2 juta  $Km^2$ ,dikaruniai penyinaran matahari lebih dari 6 jam sehari atau 2.400 jam dalam setahun. Pada keadaan cuaca cerah permukaan bumi menerima sekitar 1000 Wh/m. Pemanfaatan energi surya sebagai sumber energi listrik di Indonesia ditargetkan akan mencapai 25 MW pada tahun 2020. Selain untuk memenuhi listrik pedesaan, energi surya diharapkan mampu berperan sebagai salah satu sumber energi alternatif di wilayah perkotaan,yang dimanfaatkan untuk lampu penerangan jalan, penyediaan listrik untuk rumah peribadahan, sarana umum, sarana pelayanan kesehatan seperti rumah sakit, puskesmas,posyandu, dan rumah bersalin, kantor pelayanan umum pemerintah(Widodo, Arif, and Royadi 2015).

## 2.5 Power Saver

Power saver adalah tindakan atau teknologi yang bertujuan untuk mengurangi penggunaan energi listrik. Berikut beberapa hal yang berkaitan dengan power saver:

### a. Teknologi penghemat energi

Mempelajari berbagai teknologi yang dirancang untuk mengurangi konsumsi energi pada perangkat atau sistem. Ini bisa termasuk perangkat keras seperti LED yang efisien untuk atau sistem HVAC yang efisien dan perangkat lunak seperti algoritma yang mengoptimalkan penggunaan energi.

### b. Manajemen Energi

Strategi dan sistem untuk mengatur konsumsi energi dalam suatu bangunan, kompleks industri, atau jaringan listrik. Ini bisa termasuk penggunaan sensor dan sistem cerdas untuk menyesuaikan konsumsi energi berdasarkan kebutuhan aktual.

### c. Analisis Efisiensi Energi

Studi yang mengevaluasi bagaimana energi digunakan dan bagaimana penghematan dapat dicapai melalui perubahan dalam desain, operasi, atau perilaku. Ini sering melibatkan pemodelan konsumsi energi dan simulasi dari intervensi penghematan energi.

### d. Perilaku Konsumen

Studi tentang bagaimana perilaku individu dan organisasi mempengaruhi konsumsi energi dan bagaimana intervensi berbasis perilaku dapat mengurangi konsumsi.

#### 2.3.1 Performa Panel Surya

Performa panel surya merujuk pada seberapa efektif panel surya mengubah sinar matahari menjadi energi listrik. Konsep desain di belakangnya adalah agar

energi dapat di simpan sehingga energi dapat di manfaatkan di lain waktu untuk melakukan operasi yang bermanfaat. Desain dan teknologi penyimpanan energi yang paling banyak digunakan adalah sistem penyimpanan energi listrik. Terkadang penggunaan energi terbarukan tidak langsung ketika energi tersedia, tetapi dilain waktu. Sebagai contoh banyak sumber energi terbarukan (seperti angin, energi matahari atau energi matahari pasang surut) tersedia secara berselang seling. Energi surya misalnya siang hari tersedia , namun malam hari tidak ada. Maka kita membutuhkan teknologi penyimpanan energi listrik agar energi listrik dapat digunakan pada malam hari.(Jurnal 2018)

Energi tersedia dalam berbagai bentuk antara lain, radiasi, kimia, mekanis, potensi gravitasi, potensi listrik-listrik, suhu tinggi, matahari, panas, dan kinetik. Ada berbagai metode , perencanaan, teknologi serta sistem untuk menyimpan berbagai bentuk energi. Pilihan teknologi penyimpanan energi biasanya ditentukan oleh aplikasi , aspek ekonomian integrasi dalam sistem, dan ketersediaan sumber daya.(Molle, Poekoel, and Kambey 2020).

### 2.3.2 Indikator Performa

Indikator performa adalah alat yang digunakan untuk menilai tingkat efisiensi,efektivitas dan kinerja suatu entitas , seperti individu, tim, organisasi, atau sistem, dalam mencapai tujuan atau sasaran yang telah ditetapkan. Indikator ini dapat berupa kuantitatif atau kualitatif dan membantu dalam memahami seberapa baik suatu proses atau aktifitas,beberapa contoh indikator performa meliputi:

a. Produktivitas: mengukur output yang dihasilkan relatif terhadap input yang dihasilkan, misalnya jumlah produk yang dihasilkan per jam kerja.

- b. Kualitas: menilai tingkat kesesuaian output dengan standar atau kebutuhan pelanggan, termasuk tingkat kecatatan atau keluhan pelanggan
- c. Efisiensi: mengukur penggunaan sumber daya yang diperlukan untuk menghasilkan sejumlah output tertentu.
- d. Kepuasan pelanggan: mengukur seberapa baik produk atau layanan memenuhi atau melampaui harapan pelanggan.

## **2.6 Efek Photovoltaic**

Photovoltaic adalah cara atau suatu sistem untuk mentransfer atau mengkonversikan energi cahaya atau energi radiasi matahari menjadi energi listrik yang menggunakan prinsip efek photovoltaic. Efek photovoltaic pertama kali ditemukan oleh Henri Becquerel pada tahun 1839 yang berbunyi sebagai berikut, efek photovoltaic adalah fenomena dimana suatu sel photovoltaic dapat menyerap energi cahaya dan merubahnya menjadi energi listrik. Efek photovoltaic didefinisikan sebagai fenomena suatu munculnya voltase listrik akibat kontak dua elektroda yang dihungkan dengan sistem padatan atau cairan saat diexpose dibawah energi cahaya. Radiasi cahaya terdiri dari biasan-biasan foton yang berbeda-beda antara satu dengan yang lain yang dipengaruhi oleh tingkat energi yang dibangkitkan. Pada kondisi tertentu saar foton mengenai permukaan suatu sel surya PV, maka energi foton akan dibiaskan, diserap dan diteruskan menembus sel PV yang kemudian akan memicu timbulnya energi listrik. Photovoltaic menggunakan proses konversi langsung dari cahaya atau energi elektromagnetik menjadi aliran listrik dengan menggunakan sel surya. Energi listrik yang dihasilkan oleh sel surya selain dipengaruhi oleh intensitas surya juga dipengaruhi efisiensinya. Secara teoritis,

efisiensi yang dapat dicapai panel surya berkisar antara 30% – 40% tergantung pada tipe dan konstruksinya, namun umumnya hanya mencapai efisiensi 7%-17%. Atas dasar efisiensi tersebut, pengendalian posisi dari panel PV menjadi penting agar intensitas matahari dapat diserap secara optimal(Hie Khwee 2013)

## **2.7 Panel Surya Polycrystalin**

Panel surya polycrystalin adalah jenis panel surya yang terbuat dari sel surya polikristalin, sel surya polikristalin dibuat dengan melelehkan silikon yang kemudian dikristalkan kembali. Panel surya polycrystalin umumnya lebih ekonomis dibanding dengan panel surya monokristalin meskipun efisiensinya sedikit lebih rendah. Mereka lebih efektif dalam mengubah energi matahari menjadi energi listrik dan sering digunakan dalam sistem tenaga surya rumah tangga atau proyek komersial ( dimas Adi Pratama, 2018). Indonesia memiliki banyak potensi energi baru dan terbarukan (EBT), salah satunya adalah energi surya (matahari) yang bersih dan ramah lingkungan. Indonesia yang berada dilintasan daerah katulistiwa diperkirakan mempunyai intensitas radiasi matahari diseluruh wilayah Indonesia rata-rata 4,8 kWh/m<sup>2</sup>/hari. Dengan demikian karena besarnya sumber energi matahari yang tersebar diseluruh wilayah Indonesia tersebut, maka sangat berpotensi untuk dikembangkan PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) ataupun dimanfaatkan dengan melalui metode pemasangan panel surya atap (solar rooftop) untuk kapasitas rumah tangga di Indonesia(Eko Yudiyanto 2018). cara kerja panel surya diwakili oleh lapisan silikon tipe -n dan tipe-p yang digunakan untuk membentuk suatu medan listrik sehingga elektron bisa di olah untuk menghasilkan listrik. Saat semikonduktor tipe-p dan tipe-n terhubung, maka kelebihan elektron akan bergerak

dari semikonduktor tipe-n ke tipe-p, dari hal tersebut maka akan membentuk kutub positif pada semi konduktor tipe-n dan sebaliknya akan terjadi kutub negatif pada semikonduktor tipe-p , akibat dari aliran elektron dan hole ini terbentuklah medan listrik yang dimana ketika cahaya matahari mengenai susunan lapisan silikon tipe-n dan tipe-p, maka akan mendorong elektron bergerak dari semikonduktor menuju kontak negatif, yang selanjutnya dimanfaatkan sebagai listrik dan sebaliknya hole bergerak menuju kontak positif menunggu elektron datang(Dzulfikar and Broto 2016).



Gambar 2.1 solar cell

(Sumber : <https://images.app.goo.gl/FX1jaNCDTINwxr2o7>)

## 2.8 Solar Charge Controller PWM

*Solar charge controller* adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan di ambil dari baterai ke beban. Solar charge controller mengatur overcharging ( keadaan baterai penuh ) dan kelebihan voltase dari solar module. Kelebihan voltase dan pengisian akan mengurangi umur baterai(Nugroho, Lomi, and Sulistiawati 2021)

Solar charge controller memiliki dua jenis yaitu PMW ( pulse width modulation ) dan MPPT ( maximum power point tracking ). Pada penelitian yang

digunakan adalah solar charge jenis PWM karena jenis ini yang lebih sederhana dan lebih murah, yang mengatur arus listrik dengan cara memotong dan melepas sinyal listrik dari panel surya ke baterai.



Gambar 2.2 SCC PWM

(Sumber :<https://images.app.goo.gl/B9gK7eGUPZLi4RnDA>)

prinsip kerja dari kontroler baterai yaitu untuk mengoptimalkan kinerja dan umur baterai dengan mengatur arus dan tegangan baterai. Kontroler baterai bertanggung jawab untuk mengawasi dan mengatur pengisian dan pengeluaran baterai agar sesuai dengan karakteristik baterai dengan yang digunakan.

Beberapa prinsip kerja kontroler baterai yang umum digunakan yaitu :

1. Memantau tegangan baterai, kontroler baterai memantau tegangan baterai secara terus menerus untuk memastikan bahwa tegangan baterai tidak melebihi atau kurang dari nilai yang ditentukan. Ini membantu mencegah kerusakan pada baterai overcharging atau undercharging.
2. Mengatur arus pengisian dan pengeluaran, kontroler mengatur arus pengisian dan pengeluaran agar sesuai dengan karakteristik baterai. Ini membantu untuk

mencegah overcharging dan undercharging pada baterai yang dapat memperpendek umur baterai.

3. Mengoptimalkan penggunaan energi, kontroler baterai dapat mengoptimalkan penggunaan energi dengan mengatur waktu pengisian dan pengeluaran baterai. Ini membantu menghemat energi dan memperpanjang umur baterai.
4. Menampilkan informasi, kontroler baterai dapat menampilkan informasi tentang kondisi baterai, seperti tegangan, arus dan kapasitas baterai. Ini membantu pengguna memantau kesehatan baterai dan melakukan tindakan yang diperlukan untuk memperpanjang umur baterai.

## **2.9 Baterai 12 volt**

Dari sekian banyak sumber energi, baterai termasuk bagian yang memiliki peranan sangat besar bagi kebutuhan manusia. Baterai merupakan salah satu sumber energi listrik yang sangat diandalkan untuk mengoperasikan peralatan elektronik yang bersifat portabel atau dapat dibawa kemana-mana. Berdasarkan kepraktisan tersebut maka dibuat benda yang dapat menyimpan sumber energi listrik dalam waktu tertentu. Perkembangan teknologi baterai telah mencuri perhatian yang tidak kecil dari kalangan produsen elektronik. Ada beberapa jenis baterai yang sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari yaitu baterai primer dan sekunder. Kedua baterai ini mengubah energi kimia menjadi energi listrik (Nasution 2021).

Baterai atau Aki, atau bisa juga accu adalah sebuah sel listrik dimana di dalamnya berlangsung proses elektrokimia yang reversible dengan efisiensinya yang tinggi. Yang di dalam baterai dapat berlangsung proses perubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan), dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga

kimia, pengisian kembali dengan cara regenerasi dari elektroda-elektroda yang dipakai, yaitu dengan melewatkan arus listrik dalam arah yang berlawanan di dalam sel.

Baterai pada rangkaian panel surya berfungsi untuk menyimpan arus listrik yang dihasilkan oleh panel surya sebelum dimanfaatkan untuk mengoperasikan beban. Beban dapat berupa lampu atau peralatan elektronik dan peralatan lainnya yang membutuhkan listrik DC.

Karena itu baterai tipe ini sering disebut baterai timah, Ruangan didalamnya dibagi menjadi beberapa sel dan didalam masing masing sel terdapat beberapa elemen yang terendam didalam elektrolit.



Gambar 2.3 Baterai 12 volt

(Sumber : <https://images.app.goo.gl/q8MUMmMea2nrK1JP7>)

## 2.10 Lampu DC 12 volt

Lampu DC adalah lampu yang menggunakan arus searah (direct current) sebagai sumber daya listriknya. Lampu DC dapat digunakan sebagai bahan uji panel surya, alat yang mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Dengan

menggunakan lampu DC, kita dapat memvariasikan sudut kemiringan pada permukaan yang berbeda-beda pada permukaan panel surya dan mengukur pengaruhnya terhadap perubahan karakteristik tegangan, arus serta daya yang dihasilkan dari panel surya.

Untuk menguji panel surya dengan lampu DC, kita membutuhkan beberapa alat, seperti multimeter, lampu 12 volt, kabel penghubung, dan panel surya itu sendiri. Dengan cara ini, kita dapat mengetahui perubahan karakteristik tegangan, arus serta daya yang dihasilkan panel surya akibat dari perubahan sudut kemiringan pada permukaan panel surya yang diuji menggunakan lampu DC, lampu ini akan dihubungkan secara langsung pada panel surya.

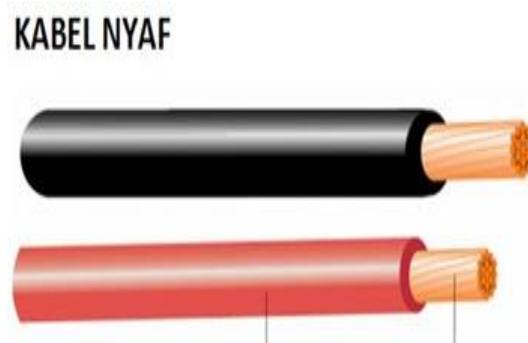


Gambar 2.4 *Lampu DC*  
(Sumber :<https://www.google.com> )

### **2.11 Kabel NYAF**

Kabel NYAF ( Non Shielded Annealed Flexible) adalah jenis kabel listrik yang berpenampang penghantar berupa kawat serabut dan dilapisi isolasi PVC. Kabel ini dirancang untuk aplikasi yang memerlukan fleksibilitas tinggi, kabel ini banyak

digunakan pada panel-panel listrik karena sifatnya yang tahan terhadap panas kabel ini akan digunakan dalam rangkaian pengujian pengaruh Sudut kemiringan pada permukaan panel surya untuk mengetahui perubahan karakteristi tegangan, arus serta daya dari panel surya berdasarkan perubahan sudut kemiringan panel surya (Saputra et al. 2023).



*Gambar 2.5 Kabel NYAF*

Sumber: <https://www.google.com>

## **2.12 Lux Meter**

Lux meter adalah alat yang digunakan untuk mengukur intensitas cahaya atau luminansi dari suatu sumber cahaya. Lux meter biasanya terdiri dari sensor cahaya yang dapat mengubah energi cahaya menjadi besaran listrik, seperti arus atau tegangan yang kemudian disatukan dalam besaran lux. Lux adalah satuan SI untuk luminansi, yang didefinisikan sebagai fluks cahaya per satuan luas. Satu lux sama dengan satu lumen per meter persegi. Lux meter dapat digunakan untuk berbagai keperluan, seperti mengukur penerangan di ruang kerja, laboratorium, sekolah, rumah atau di tempat umum lainnya. Lux meter juga dapat digunakan untuk melakukan percobaan fisika yang berkaitan dengan sifat cahaya.



Gambar 2.6 Lux Meter

Sumber: <https://images.app.goo.gl/n3HRwXczDAITUPNK7>

## 2.12 Penelitian Terkait

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

<b>N O</b>	<b>PENELITI</b>	<b>JUDUL</b>	<b>TAHUN</b>	<b>PARAMETER UKUR</b>	<b>HASIL PENELITIAN</b>
<b>1</b>	Mugi satriyo utomo, Indrawan nugrahanto, Sungkono	Sistem penyimpanan energi menggunakan baterai sel sekunder pada	2023	Monitoring nilai kapasitas baterai pada saat pengosongan dengan memantau arus dan nilai SOC	Dapat disimpulkan bahwa prinsip kerja dari alat ini adalah memonitoring nilai kapasitas

		fotovoltaic			dari baterai pada saat pengisian dan pengosongan dengan memantau nilai tegangan beserta arus dan menghitung nilai SOC akan berkurang mencapai 20% apabila baterai di operasikan dibawa SOC 20% akan memiliki nilai tegangan yang rendah sehingga akan mempengaruhi kinerja baterai
--	--	-------------	--	--	--

2	Retno Aita Diantari, Erlina, Christine Widyastuti	Studi penyimpanan energi pada baterai PLTS	2017	Menghitung pengisian baterai berdasarkan waktu per jam dalam sehari	Pengisian baterai berdasarkan waktu per jam dalam sehari tidaklah sama setiap waktunya berdasarkan energi yang dihasilkan oleh sel surya karena pengisian tergantung dari intensitas matahari/ penyinaran matahari. Panel surya yang terpasang dapat menghasilkan energi 1553,82 Wh selama 9 jam penyinaran matahari selama 1 hari dan dapat mensuplay listrik selama 4 jam 45 menit.
3	Nyoman S. Kumara	Pembangkit listrik tenaga surya skala rumah tangga urban dan ketersediaan di Indonesia	2010	Menganalisis perkembangan pembangkitan listrik tenaga surya nasional	Dalam tulisan ini telah dipaparkan tentang perkembangan pembangkitan listrik tenaga surya nasional. Bahwa untuk meningkatkan kontribusi listrik surya dalam bauran energi nasional perlu melakukan upaya-upaya untuk memperluas penggunaan

					<p>pembangkit listrik tenaga surya di masyarakat khususnya masyarakat urban dan tetap menjalankan program kelistrikan wilayah terpencil dengan <i>SHS</i>. Salah satu kendala lambatnya kemajuan PLTS adalah panel surya yang masih di impor. Sementara komponen-komponen PLTS yang lain sudah tersedia secara luas di tana air.</p>
4	<p>Anto Nugroho, Abraham Lonni, Rusilawati</p>	<p>Analisis charging baterai menggunakan bidirectional converter pada PLTS skala kec</p>	2019	<p>Menghitung tegangan energi dengan menggunakan bidirectional converter sebagai konverter energi</p>	<p>Pada bidirectional Converter yang telah dirancang dan digunakan sebagai konverter penyimpan energi, pada saat tegangan PV lebih dari setting point yaitu 14,9V maka baterai mengalami pengisian dibuktikan dengan adanya kenaikan tegangan pada baterai. Pada saat baterai sudah terisi penuh</p>

					mencapai tegangan 13.1V maka tidak ada arus charging dan daya dari PV akan langsung disalurkan ke beban. Disisi lain apabila tegangan PV lebih rendah dari 14,9V maka bidirectional converter akan bekerja dalam mode discharging.
5	Dafi Dzulfikar, Wisnu Broto	Optimasi pemanfaatan energi listrik tenaga surya skala rumah tangga	2016	Menghitung pendapatan energi surya selama 12 jam dari timur ke barat ( 180 derajat )	Sehari diasumsikan sel surya mendapatkan energi selama 12 jam, dari timur ke barat ( 180 derajat ) jika sel surya digerakkan untuk menjaga sudut datang selalu dibawah atau sama 10 derajat , maka sel surya perlu digerakkan setiap 1 jam 20 menit.
6	M. Syaiful Alim, Suyono Thamrin	Pemanfaatan pembangkit listrik tenaga surya sebagai alternatif ketahanan energi nasional masa depan	2022	Pemanfaatan pembangkit listrik tenaga surya	Pemanfaatan sumber energi baru terbarukan seperti matahari, air, pasang surut, angin, biomassa, panas bumi dan biogas cukup mudah di Indonesia. Jika ditangani dengan baik, ketahanan energi Indonesia

					ke depan tampaknya cukup menjanjikan
7	Meita Rumbayan, Stenly Tangkuman	Penerapan pembangkit listrik tenaga surya skala rumah sederhana di desa lahopang kabupaten sitaro provinsi sulawesi utara	2018	Parameter ukur dari judul ini yaitu efisiensi panel surya, kapasitas penyimpanan energi	Pelaksanaan kegiatan IbM di desa Lahopang yang terletak di kepulauan Siau sudah dilakukan introduksi dan sosialisasi teknologi tepat guna berupa PLTS di rumah contoh yang dapat menjadi salah satu solusi terhadap permasalahan krisis energi listrik. Juga bersamaan dengan instalasi pemasangan di rumah contoh, tim IbM melakukan pelatihan tentang pemasangan PLTS di desa mitra terhadap masyarakat setempat dan perangkat desa.
8	Zuraidah Taro, Hamdani	Analisis biaya pembangkit listrik tenaga surya ( PLTS) atap skala rumah tangga	2020	Pada judul ini yang diukur yaitu biasa pembangkitan listrik tenaga surya atap	penghematan biaya beban listrik selama pengamatan tiga bulan, dan terlihat penghematan tidak konstant, hal ini dipengaruhi oleh

					<p>pemakaian beban yang tidak konstant dan kondisi matahari / cuaca pada saat itu. Jika diperhitungkan rata-rata biaya beban listrik perbulan setelah memanfaatkan PLTS Atap adalah : Biaya Beban Listrik = <math>\sum</math> Biaya bulan ke / 3 = <math>822.000/3 =</math> Rp.274.000,- /bulan</p>
9	Charlos Simamora, Jumari	Studi perencanaan pembangkit tenaga listrik tenaga surya ( PLTS) skala kecil rumah tangga	2023	Parameter ukur pada judul ini yaitu kapasitas pembangkit dan lokasi yang geografis	<p>Dari pengolahan data kelayakan investasi PLTS sistem off grid, menunjukkan nilai NPV pada PLTS ini bernilai positif sebesar Rp78.391.062, nilai IRR sebesar 8,77% dan nilai BCR sebesar 1,12, sehingga proyek PLTS ini dikatakan layak secara ekonomi. Untuk pengembalian modal investasi terjadi pada tahun ke 9 bulan ke 4 umur proyek</p>