

Perencanaan Daya Cadang Menggunakan Panel Surya Di Perumahan Bukit Ranomuut Indah

Indra Wahyuudin A.Karim, Meita Rumbayan, Glanny M.C. Mangindaan

Jurusan Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi Manado, Jl. Kampus Bahu, 95115, Indonesia

Email: indra.wahyu788@gmail.com, meita76@gmail.com mangindaan@gmail.com,

ABSTRACT

Abstract-Electricity is one of the most important needs in the economy because apart from being widely used by the community, especially for lighting purposes, it is also a major resource in the industrial sector. Electricity is a very important need in doing everything, especially in carrying out activities at night, everyone is very dependent on electricity. Therefore, the author is working on this scientific work with the aim of being able to replace lighting when a sudden blackout occurs, using renewable energy or SPP.

As for designing Power Solar Plant in Bukit Ranomuut Indah Housing, the author himself chose the Stand Alone Solar Power Plant System which is designed to operate independently to meet the needs of DC and AC loads, this system can be operated by Array Photovoltaic only, and can use additional energy such as water, wind (Hybrid) as well as diesel.

Keywords: Solar, Renewable Energy, Solar Power Plant, Temperature.

Abstrak-Listrik merupakan salah satu kebutuhan terpenting dalam perekonomian karena selain banyak digunakan oleh masyarakat terutama untuk keperluan penerangan, juga merupakan sumber daya utama disektor industri. Listrik menjadi kebutuhan yang sangat penting dalam melakukan segala hal, terlebih khusus dalam melakukan aktifitas dimalam hari tiap orang sangat bergantung pada listrik. Oleh sebab itu, penulis mengerjakan karya ilmiah ini dengan tujuan dapat mengganti penerangan ketika terjadi pemadaman lampu secara tiba-tiba, dengan menggunakan energi terbarukan atau Solar Power Plant. Adapun untuk merancang Solar Power Plant di Perumahan Bukit Ranomuut Indah penulis sendiri memilih Sistem Solar Power Plant *Stand Alone* yang dirancang beroperasi secara mandiri untuk memenuhi kebutuhan beban DC maupun AC, sistem ini dapat dioperasikan oleh *Array Photovoltaics* saja, serta bisa menggunakan energi tambahan seperti air, angin (*Hybrid*) maupun disel.

Kata kunci : Matahari, Energi Terbarukan, Solar Power Plant, Suhu

I. PENDAHULUAN

Energi surya adalah sumber energi yang tidak akan pernah habis ketersediaannya dan energi ini juga dapat dimanfaatkan sebagai energi alternatif yang akan diubah menjadi energi listrik dengan menggunakan sel surya.

Sel surya juga mampu beroperasi dengan baik di hampir seluruh belahan bumi yang tersinari matahari tanpa menghasilkan polusi yang dapat merusak lingkungan sehingga lebih ramah lingkungan. Cara kerja sel surya adalah dengan memanfaatkan teori cahaya sebagai partikel. Sebagaimana diketahui bahwa cahaya baik yang tampak maupun yang tidak tampak memiliki dua buah sifat yaitu dapat sebagai gelombang dan dapat sebagai partikel yang disebut dengan *photon*. Indonesia beradadi garis khatulistiwa yang membuat kepulauan kita disinari oleh matahari selama 10 sampai 12jam perharinya.

Pemanfaatan sumber energi matahari sangat mendukung di kepulauan tropis ini, hanya saja dalam 10 atau 12 jam tidak semuanya dalam keadaan cerah, terkadang cuaca sering kali tidak stabil dalam arti kondisi mendung, berawan dan hujan.

Berdasarkan beberapa permasalahan tersebut, terbesit ide dari penulis untuk membuat tugas akhir yang berjudul “ Perencanaan Daya Cadang Menggunakan Panel Surya di Perumahan Bukit Rnomuut Indah”. Permasalahan yang sering ditemui yaitu sering terjadi pemadaman lampu secara tiba-tiba dengan adanya” Perencanaan Daya Cadang Menggunakan Panel Surya di Perumahan Bukit Ranomuut Indah” dengan manfaat akan membantu masyarakat ketika pada saat terjadinya pemadaman.

II. LANDASAN TEORI

1. Karakteristik Konsumen Listrik Di Perkotaan

Masyarakat yang tinggal di wilayah perkotaan biasanya adalah kelompok masyarakat yang sudah menggunakan energi listrik sebagai salah satu kebutuhan pokok. Pemanfaatan energi listrik oleh rumah tangga perkotaan antara lain untuk penerangan dan hiburan seperti menghidupkan radio, wifi, dan televisi. Rumah tangga juga sudah semakin banyak menggunakan peralatan pendingin udara seperti kipas angin dan mesin pendingin makanan dan minuman seperti kulkas. Komputer juga sudah merupakan peralatan umum di rumah tangga yang digunakan sebagai alat komunikasi, hiburan, dan sarana pendidikan. Peralatan lainya seperti setrika, mesin cuci, dan pengering juga semakin memasyarakat. Untuk aktifitas didapur, rumah tangga semakin banyak yang menggunakan alat bantu memasak seperti rice cooker, magic jar, mixer, dan blender. Sementara untuk memudahkan sirkulasi air, penggunaan pompa listrik sudah berkembang sejak lama. Disini dapat dilihat bahwa masyarakat perkotaan sudah sangat tergantung pada energi listrik dimana semua aspek kehidupan telah dipermudah dengan menggunakan peralatan bertenaga listrik.

Dari segi tingkatan pendidikan, masyarakat perkotaan merupakan masyarakat dengan tingkat pendidikan yang tinggi dibandingkan dengan masyarakat pedesaan. Lebih 80% dari penduduk yang sudah menyelesaikan pendidikan tingkat universitas berasal dari perkotaan sedangkan untuk pendidikan menengah baik umum maupun kejuruan pendidik 70% berasal dari perkotaan (BPS, 2005). Masyarakat di perkotaan memiliki akses yang luas terhadap hampir semua sumber informasi baik media cetak, televisi, perbukuan dan perpustakaan, dan internet.

Disamping manfaat, masyarakat perkotaan juga lebih merasakan dampak negatif lingkungan akibat pemanfaatan teknologi tersebut. Sebagai contoh masyarakat perkotaan lebih merasakan menurunnya kualitas lingkungan akibat meluasnya penggunaan teknologi seperti polusi suara, pencemaran udara dan sungai, panas udara harian yang meningkat, serta dampak dari munculnya fenomena pemanasan global.

2. Sejarah Solar Power Plant di Indonesia

Indonesia merupakan daerah tropis, dilintasi oleh garis katulistiwa yang memiliki intensitas matahari besar.

Radiasi matahari yang diterima rata-rata sebesar 4,8 kwh/m²/hari.

Di Indonesia sejarah perkembangan Solar Power Plant sudah dimulai sejak 1987, pada tahap awal tersebut BPPT dimulai dengan pemasangan 80 unit Solar Power Plant atau spesifik lagi SHS (Solar Home Sistem, sistem pembangkit listrik tenaga surya untuk lampu penerangan rumah) di desa sukotani Jawa Barat. Setelah itu pada tahun 1991 dilanjutkan dengan proyek bantuan presiden (BanPres listrik tenaga surya masuk daerah) untuk pemasangan 13445 unit SHS di 15 provinsi.

Program BanPres listrik tenaga surya masuk desa juga telah memperoleh sambutan sangat menggembirakan dari masyarakat pedesaan dan telah terbukti dapat berjalan dengan baik akan dijadikan model guna implementasi program listrik tenaga surya untuk sejuta rumah.

3. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (SPP)

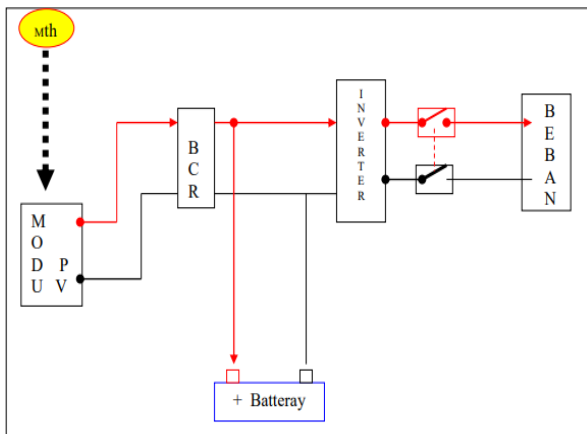
Solar Power Plant adalah salah satu pembangkit tenaga listrik yang sangat sederhana dan mudah dipasang di rumah, sehingga Solar Power Plant merupakan salah satu sarana untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan listrik yang sangat ramah lingkungan karena memanfaatkan sinar matahari. Solar Power Plant sering juga disebut Solar photovoltaik, atau Solar Energi. Cahaya matahari merupakan salah satu sumber energi alternatif yang potensial dan mempunyai prospek cukup besar untuk dikembangkan, karena matahari tidak akan pernah habis dan dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik. Waktu matahari dengan intensitas yang cukup berkisar 12 jam per hari jika cuaca baik. Untuk memanfaatkan energi matahari sebagai sumber energi listrik. Dibutuhkan perangkat untuk mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik yang disebut sel surya (solar sel), berupa semi konduktor.

Pembangkit listrik dengan menggunakan solar cell ini sangatlah efisien karena tidak memerlukan keahlian khusus untuk pemasangan, pengoperasian dan pemeliharaan. Dengan kapasitas yang relatif kecil penggunaan pembangkit ini bisa digunakan untuk beban lampu atau listrik yang dihasilkan dapat dijadikan listrik cadangan misalnya beban penerang (keadaan darurat lampu) sekala kecil pada saat terjadi pemadaman listrik oleh pembangkit konvensional. Namun disamping itu juga diperlukan perencanaan dan perhitungan yang tepat agar listrik yang akan dihasilkan nantinya sesuai dengan kapasitas solar cell yang kita miliki.

Solar Power Plant pada dasarnya adalah pencatu daya (alat yang menyediakan daya), dan dapat dirancang untuk mencatu kebutuhan listrik yang kecil sampai dengan besar, baik secara mandiri, maupun dengan Hybrid (dikombinasikan dengan sumber lain, seperti SPP-genset, SPP microhydro, SPP-Angin), baik dengan metode desentralisasi (satu rumah satu pembangkit) maupun dengan metode sentralisasi (listrik di distribusikan dengan jaringan kabel).

4. Konsep Dasar Solar Power Plant (SPP)

Konsep dasar dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya (SPP) dapat dilihat dari gambar dibawah ini:



Gambar 2.3.1 Konsep Dasar Pembangkit Solar Power Plan (SPP)

(Hariansyah Muhammad, 2009.)

5. Prinsip Kerja Solar Power Plant

Pada siang hari modul surya menerima cahaya matahari yang kemudian diubah menjadi listrik melalui proses fotovoltaik. Listrik yang dihasilkan oleh modul dapat langsung disalurkan ke beban ataupun disimpan didalam baterai sebelum digunakan ke beban: lampu, kulkas, dan lain-lain. Pada malam hari, dimana modul surya tidak menghasilkan listrik, beban sepenuhnya disatu oleh baterai. Demikian pula apabila hari mendung, dimana modul surya menghasilkan listrik lebih rendah dibandingkan pada saat matahari benderang. Modul surya dengan kapasitas tertentu dapat menghasilkan jumlah

listrik yang berbeda-beda apabila ditempatkan pada daerah berlainan.

6. Manfaat Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Manfaat Solar Power Plant dari sudut pandang, Lingkungan, Ekonomi, serta daya jangkau pemenuhan kebutuhan listrik. Dari sudut pandang Lingkungan, SPP merupakan energi terbarukan yang tidak ada batasnya tidak perlu khawatir akan krisis kelangkaan energi. SPP juga merupakan energi yang ramah lingkungan hal ini dikarenakan SPP tidak memancarkan emisi karbon berbahaya yang berkontribusi terhadap perubahan iklim seperti pada bahan bakar fosil. Kemudian SPP juga mampu mengurangi 18 ton emisi gas rumah kaca yang dilingkungan setiap tahunnya.

Sudut pandang Ekonomi pun, SPP memberikan manfaat yang dapat memberikan kepuasan bagi penggunaannya, antara lain: energi matahari tidak perlu dibeli. Penggunaannya hanya membutuhkan biaya produksi pada awal saja, selanjutnya akan berjalan dengan sendirinya. Manfaat kedua adalah, bebas dari biaya perawatan. Kemudian, kantong hemat dikarenakan tidak memerlukan bahan bakar. Yang terakhir dari sudut pandang ekonomi adalah energi ini bersifat modular yang artinya kapasitas listrik yang dihasilkan dapat sesuai dengan kebutuhan.

Manfaat selanjutnya dari sudut pandang daya jangkau pemenuhan kebutuhan listrik; manfaat yang diberikan antara lain: memiliki pasokan pasokan yang berlimpah dari energi matahari, terutama di wilayah dengan intensitas matahari yang cukup seperti halnya di perumahan bukit ranomut indah. Yang kedua, energi ini sangat cocok di daerah tropis secara umum di Indonesia dan secara khususnya di perumahan ranomut, dan energi ini dapat dipakai dimana saja. Hal ini juga yang menjadi alasan besar penulis karya ilmiah ini.

Manfaat dari SPP yang penulis uraikan diatas yang diambil dari ketiga sudut pandang, sedikit banyak mewakili manfaat dari daerah dan juga perkotaan. Namun untuk lebih spesifik lagi mengenai manfaat dari SPP, serta manfaat dari sudut pandang daerah dan perkotaan seperti dibawah ini:

1. SPP di daerah pedesaan

Di daerah pedesaan yang belum bersentuh listrik PLN masyarakat sangat membutuhkan penerangan di malam hari, dengan hadirnya teknologi terbaru aplikasi pembangkit tenaga surya yang merupakan solusi terbaik untuk diterapkan di daerah pedesaan. Berikut ini adalah manfaat SPP di daerah terpencil:

- a. Sebagai penerangan rumah kebun
- b. Tersedianya mutu penerangan yang baik masyarakat, dengan jumlah biaya pengeluaran yang terjangkau.
- c. Menunjang usaha untuk mempercepat pemerataan di daerah pedesaan.

2. SPP di daerah perkotaan

Di daerah perkotaan kota yang paraarganya cenderung memakai listrik dari PLN, karena banyaknya permintaan akan listrik di berbagai kota di Indonesia sementara pihak PLN tidak dapat memenuhi kebutuhan listrik masyarakat.

Akibatnya PLN mengadakan pemadaman listrik bergilir. Hal ini tentu akan mengganggu kegiatan masyarakat perkotaan yang memiliki mobilitas tinggi dengan hadirnya teknologi terbaru aplikasi terbaik untuk diterapkan di daerah-daerah yang mengalami kritis listrik. Berikut ini manfaat PLTS di daerah perkotaan:

- a. Berperan serta dalam penghematan energi listrik PLN, yang berarti ikut menghemat pemakaian bahan bakar minyak bumi
- b. Meningkatnya mutu sumber daya manusia, karena proses belajar bisa dilakukan kapan saja tanpa harus terhalang oleh pemadaman listrik dari PLN.
- c. Mutu penerangan yang cukup baik dengan biaya pengeluaran yang terjangkau.

6. Keuntungan dan Kelemahan SPP

Setelah mengurangi sedikit banyak mengenai manfaat dari SPP, seperti halnya juga pengembangan serta penggunaan energi-energi yang lain, SPP tentu memiliki keuntungan pasti juga tak pernah lepas dari kelemahan sebagai energi terbarukan. Keuntungan menggunakan sistem SPP adalah, Pembangkit listrik Tenaga Surya merupakan sistem pembangkit energi listrik yang tidak berpolusi dan menghasilkan listrik dari sinar matahari. Selain itu tenaga matahari juga tersedia melimpah dan gratis. Berikut ini adalah keuntungan menggunakan SPP: sumber energi yang dipakai tidak pernah habis dan sangat ramah lingkungan. Kedua, dapat dipakai dimana saja terutama di daerah yang belum

terjangkau listrik PLN. Ketiga, perawatan hanya seadanya. Keempat, hemat karena tidak memerlukan bahan bakar. Kelima, bersifat moduler artinya kapasitas listrik yang dihasilkan dapat sesuai dengan kebutuhan. Keenam, penggunaannya tanpa suara sehingga tidak mengganggu ketertiban umum. Ketujuh, ramah lingkungan (sebagaimana yang sudah sedikit banyaknya dijelaskan pada poin manfaat SPP). Kedelapan pemasangannya sangat mudah.

7. Pemanfaatan Energi Matahari

Kata Energi berasal dari Bahasa Yunani yaitu *energia*. Kemudian dalam perkembangannya untuk pertama kalinya kemudian terdapat dari seseorang *Thomas Young* mengenai istilah atau penyebutan yang menggunakan kata energi. Ada berbagai pemahaman yang muncul mengenai energi secara umum. Menurut *Mitchell, Campbell, dan Reece*, energi merupakan sebuah kemampuan untuk mengatur ulang materi dengan kata lain merupakan kapasitas agar dapat melaksanakan pekerjaan. *Aip Saripudin*, juga mengemukakan pendapatnya mengenai energi pada umumnya merupakan suatu kemampuan untuk melaksanakan proses bisnis. Definisi yang serupa para ahli juga seperti dalam kamus besar Bahasa Indonesia (KBBI), yang memberikan pengertian energi merupakan kemampuan untuk melakukan kerja (misalnya untuk energi listrik dan mekanika), energi merupakan daya (kekuatan) yang dapat digunakan untuk melakukan berbagai proses kegiatan. Senada dengan keiga definisi di atas, *Encyclopedia Britannica* pun berpendapat bahwa energi dalam fisika ialah kapasitas untuk mengerjakan pekerjaan. Berangkat dari pemahaman-pemahaman di atas maka dapat ditarik kesimpulan dalam hal ini energi menjadi sangat penting bagi kehidupan serta memberikan dampak dalam keberlangsungan hidup manusia. *James Prescott Joule* seorang ilmuwan Inggris yang menaruh minat pada fisika, yang juga dikenal sebagai perumus hukum kekekalan energi mengemukakan pendapatnya bahwa “*Energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan*” namun hanya dapat berpindah dari bentuk satu ke bentuk lain. Energi dibagi dalam beberapa jenisnya, yaitu: *Energi kinetis, energi potensial, energi panas bumi, energi internal, energi surya, tenaga angin, energi kimia, energi otot*. Dari beberapa jenis energi tersebut, yang menjadi pokok permasalahan dan pembahasan oleh penulis yaitu mengenai energi surya.

Energi surya atau energi matahari dalam pemanfaatannya dapat dibedakan tiga cara. Pertama adalah prinsip pemanasan langsung. Dalam hal ini sinar-sinar matahari memanasi langsung benda yang akan dipanaskan, atau memanasi secara langsung medium misalnya menjemur pakaian. Kedua pemanfaatan sinar matahari untuk memanasi suatu medium dengan menggunakan kolektor surya. Dan cara ketiga adalah sinar atau energi matahari dikonversi menjadi energi listrik menggunakan sel surya (*solar cell*) misalnya seperti yang dilakukan penulis untuk memanfaatkan sinar matahari atau energi matahari untuk penarangan perumahan bukit ranomuut indah.

Sel Surya adalah teknologi yang dapat mengubah energi sinar matahari secara langsung menjadi energi listrik. Sel surya ini banyak digunakan untuk penyediaan tenaga listrik bagi penerangan, pompa air, telekomunikasi, dan lain sebagainya.

Pemanfaatan sistem sel surya sebagai pembangkit tenaga listrik telah banyak diterapkan, baik yang menghasilkan daya rendah maupun berdaya tinggi. Sistem pembangkit tenaga sel surya bila tinjau dari daya keluarannya dapat dibagi menjadi 2 yaitu: (Hasan, 2012)

1. Sistem yang berdiri sendiri (*stand alone*)

Pada sistem pembangkit listrik tenaga sel surya yang berinterkoneksi dengan jaringan pengguna, kelebihan beban yang tidak dapat disuplai oleh pembangkit akan disuplai oleh jaringan. Sebaliknya, jika kondisi cuaca sangat baik serta permintaan beban berkurang. Maka kelebihan energi listrik yang dihasilkan oleh pembangkit akan ditampung oleh jaringan pengguna.

2. Sistem yang terinter koneksi dengan jaringan pengguna (*utility grid*)

Disain pembangkit listrik sel surya yang berdiri sendiri tidak memperhatikan sumber energi luar selain energi radiasi matahari dan generator sebagai pembangkit darurat. Sistem yang berdiri sendiri dapat mensuplai beban DC maupun beban AC dengan menggunakan inverter.

8. Komponen-komponen SPP

Secara umum jika kita ingin mendirikan Pembangkit Listrik Solar Power Plant maka kita harus mengetahui terlebih dahulu alat-alat atau komponen yang

akan diperlukan. Alat-alat yang diperlukan untuk mendirikan PLTS yaitu: (Auliya et al., 2019)

a. Panel (Modul Surya)



Gambar 2.5.1 Panel (Modul Surya)

Sel surya atau solar cell adalah suatu perangkat atau komponen yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek photovoltaik. Dimana munculnya tegangan listrik karena adanya hubungan atau kontak dua elektroda yang dihubungkan dengan sistem padatan atau cairan saat mendapatkan energi cahaya, oleh karena itu, Sel Surya atau Solar cell sering disebut juga dengan Sel Photovoltaik (PV). (Rumokoy, 2019)

Arus listrik timbul karena adanya energi foton cahaya matahari yang diterimanya berhasil membebaskan elektron–elektron dalam sambungan semikonduktor tipe N dan tipe P untuk mengalir sama seperti Photo dioda, Sel Surya atau Solar Cell ini juga memiliki kaki positif dan negatif yang terhubung ke rangkaian atau perangkat yang memerlukan sumber listrik

b. Baterai Aki



Gambar 2.5.2 Baterai Aki

a. Pengertian baterai

Baterai (Accu/Aki) adalah sebuah yang dapat menyimpan energi umumnya energi listrik dalam bentuk energi kimia. Baterai merupakan sumber utama energi listrik yang digunakan pada kendaraan dan alat-alat elektronik. Sebagai catatan bahwa baterai tidak menyimpan listrik, tetapi menampung zat kimia yang dapat menghasilkan energi listrik.

b. Kapasitas baterai

Jika pada kotak baterai tertulis 12 Volt 60 AH, berarti baterai tersebut mempunyai tegangan 12 Volt dimana jika baterai tersebut digunakan selama 1 jam dengan arus pemakaian 60 amper, maka kapasitas baterai tersebut setelah 1 jam akan kosong (habis). Kapasitas baterai tersebut juga dapat menjadi kosong setelah 2 jam jika arus pemakaian hanya 30 amper. Disini terlihat bahwa lamanya pengosongan baterai ditentukan oleh besarnya pemakaian arus listrik dari baterai tersebut.

c. Controller Panel Surya



Gambar 2.5.3 Controller Panel Surya

Controller adalah alat elektronik yang mengatur proses pengisian aki. Tegangan DC yang dihasilkan oleh panel sel surya umumnya bervariasi 12 Volt ke atas. Kontroler ini berfungsi sebagai alat pengatur tegangan agar tidak melampaui batas toleransi dayanya. Disamping itu, alat-alat pengontrol juga mencegah pengaliran arus dari aki mengalir balik ke panel sel surya ketika proses pengisian sedang tidak berlangsung (misalnya pada malam hari) sehingga aki yang sudah dicas tidak berkurang tegangannya. Apabila aki sudah terisi, maka aliran DC dari panel surya akan diputuskan agar aki tidak lagi menjalani pengisian sehingga pengerusakan terhadap baterai bisa dicegah dan usia aki bisa diperpanjang. Fungsi dan fitur controller panel surya.

d. Inverter DC ke AC

Inverter adalah suatu rangkaian elektronika yang dapat mengubah arus listrik bolak-balik (AC) pada

tegangan dan frekuensi yang di butuhkan sesuai dengan perancangan rangkaiannya. Sumber-sumber arus listrik sara atau arus DC yang merupakan input dari power tersebut dapat berupa baterai, aki maupun sel surya (Solar Cell). Inverter ini akan sangat bermanfaat apa bila digunakan di daerah-daerah yang memiliki keterbatasan pasokan arus listrik AC. Karena dengan adanya power inverter, kita dapat menggunakan aki maupun sel surya untuk menggerakkan peralatan-peralatan rumah tangga seperti Televisi, Kipas angin, Komputer, atau bahkan Kulkas, dan Mesin cuci yang ada pada umumnya memerlukan sumber listrik AC yang bertegangan 220V ataupun 110V.



Gambar 2.5.4 Inverter

Bentuk-bentuk gelombang yang dapat dihasilkan oleh Power Inverter diantaranya adalah gelombang persegi (*square wave*), gelombang sinus (*sine wave*), gelombang sinus yang dimodifikasi (*modified sine wave*) dan gelombang modulasi pulsa lebar (*pulse width modulated wave*) tergantung pada desain rangkaian inverter yang bersangkutan. Namun pada saat ini, bentuk-bentuk gelombang yang paling banyak digunakan adalah bentuk gelombang sinus (*sine wave*) dan gelombang sinus yang dimodifikasi (*modified sine wave*). Sedangkan frekuensi arus listrik yang dihasilkan pada umumnya adalah sekitar 50Hz atau 60Hz dengan tegangan output sekitar 120V atau 240V. output daya listrik yang paling umum ditemui untuk produk-produk konsumen adalah sekitar 150 Watt hingga 3000 Watt.

e. Lampu

Lampu listrik adalah suatu perangkat yang dapat menghasilkan cahaya saat dialiri arus listrik. Arus listrik yang dimaksud ini dapat berasal dari tenaga listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik terpusat (Centrally Generated Electric Power) seperti PLN dan Genset

ataupun tenaga listrik yang dihasilkan oleh Baterai dan Aki.



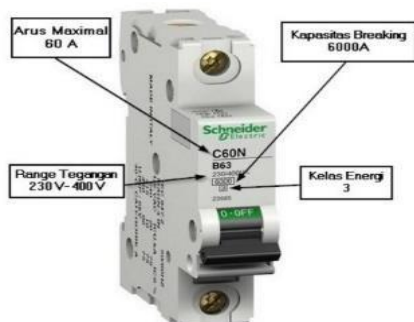
Gambar 2.5.5 Lampu

Jenis-jenis lampu listrik

Seiring dengan perkembangan teknologi, lampu listrik juga telah mengalami berbagai perbaikan dan kemajuan. Teknologi lampu listrik bukan saja lampu pijar yang ditemukan oleh Thomas Alva Edison saja namun sudah terdiri dari berbagai jenis dan teknolog. Pada dasarnya, lampu listrik dapat dikategorikan dalam tiga jenis yaitu Incandescent lamp (lampu lucutan Gas) dan Light Emitting Diode (Lampu LED).

f. MCB (Miniatur Circuit Breaker)

MCB merupakan komponen kelistrikan yang bertugas untuk memutuskan aliran listrik ketika terjadi arus berlebihan atau pun konsleting. Pemutusan arus listrik dilakukan secara otomatis dan ditujukan untuk memberi keamanan terhadap pemakaian listrik dirumah, kantor maupun tempat lainnya.

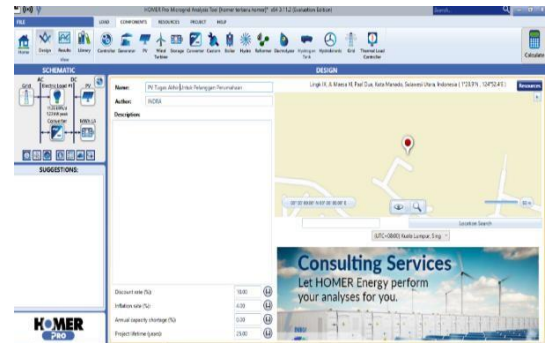


Gambar 2.5.6 MCB (Miniatur Circuit Breaker)

Fungsi MCB Terdapat 3 fungsi utama MCB (Miniatur Cirscuit Breaker) yakni untuk memutuskan arus, proteksi terhadap beban lebih (overload) serta untuk memproteksi adanya hubungan singkat (konsleting).

9. Homer

Perangkat lunak HOMER adalah suatu perangkat lunak yang digunakan untuk optimasi model sistem pembangkit listrik skala kecil (micropower), perangkat lunak ini mempermudah evaluasi desain sistem pembangkit listrik untuk berbagai jenis pembangkit listrik skala kecil baik yang tersambung ke jaringan listrik atau pun tidak. Perangkat lunak ini melakukan perhitungan keseimbangan energi ini dalam setahun untuk setiap konfigurasi yang layak, apakah dapat memenuhi kebutuhan listrik dibawah kondisi yang ditentukan, perkiraan biaya instalasi dan sistem operasi selama masa proyek. Sistem perhitungan biaya seperti biaya modal, pengantian, dan operasi dan pemeliharaan.



Gambar 2.6 HOMER

Homer bekerja berdasarkan 3 hal yaitu, simulasi, optimasi, dan analisis sensitifitas. Ketiga hal tersebut bekerja secara berurutan demi mendapatkan hasil yang optimal. Tahap pertama adalah simulasi, dimana tahap ini menentukan bagaimana konfigurasi dari sistem, kombinasi dari besarnya kapasitas komponen-komponen sistem, dan strategi operasi yang menentukan bagaimana komponen-komponen tersebut dapat bekerja bersama dalam periode waktu tertentu.(Windarta et al., 2019)

10. Sistem Solar Power Plant

Sistem SPP pada umumnya diklasifikasi berdasarkan konfigurasi komponennya.(Purwoto, 2018)

a. SPP Gird Connected

Sistem SPP Grind Connected adalah sistem SPP solusi energi hijau untuk penduduk perkotaan baik perumahan, perkantoran atau fasilitas publik. Sistem ini menggunakan modul surya (Photovoltaik Modul) sebagai

penghasilan listrik yang rama lingkungan dan bebas emisi. Sistem SPP grid-connected dengan menggunakan baterai (Back Up) dan tanpa baterai.

b. SPP Berdiri Sendiri (Stand Alone)

Sistem SPP Stand Alone dirancang beroperasi secara mandiri untuk memenuhi kebutuhan beban DC maupun AC, sistem ini dapat dioperasikan oleh array photovoltaik saja, serta bisa menggunakan energi tambahan seperti air, angin (Hybrid) maupun disel. (Idris and Thaha, 2019)

1. Rumus perhitungan modul surya

$$P_{modulsurya} = \frac{ET}{INSOLASIMATAHARI} \times 1,1$$

Keterangan

$P_{modulsurya}$ = Daya modul surya

ET = Daya rumah

2. Perhitungan Kapasitas Baterai

$$AH = \frac{ET}{VS}$$

Keterangan :

ET = Daya rumah

VS = Tegangan sumber

AH = Pemakaian baterai

3. Rumus charger regulator

$$I_{maks} = \frac{P_{maks}}{12}$$

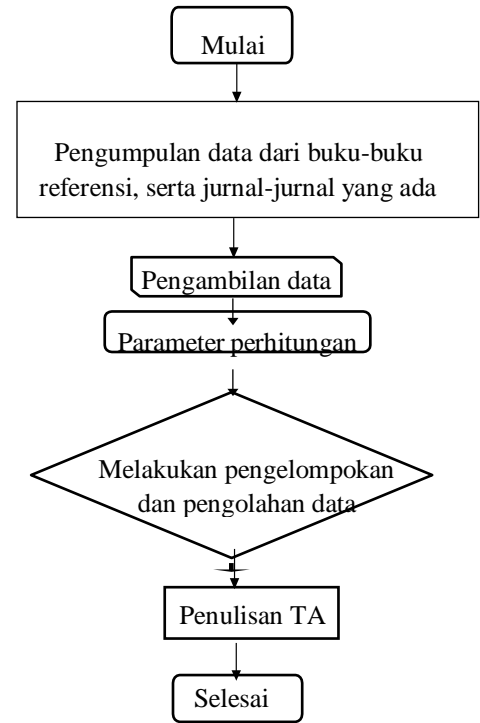
Keterangan :

I_{maks} = Arus yang berjalan

Vs = Tegangan sumber

P_{maks} = Daya maksimal

III. METODE PENELITIAN



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Insolansi Matahari

Berdasarkan Data BMKG Manado 2020-2021 lamanya penyinaran matahari dalam satu hari 5-7 jam. Sehingga besarnya insolansi matahari dapat dihitung dengan mengalikan persentasi insolansi dengan lamanya penyinaran matahari. Data hasil perhitungan insolansi matahari diunjukkan pada table.

Tabel 4.1 data insolansi matahari

Bulan	Lama penyinaran matahari (jam)
APRIL	7,3
MEI	5,1
JUNI	6,3
JULI	5,5
AGUSTUS	6,0

B. Data Penyinaran Matahari

Untuk menentukan perencanaan pemasangan daya cadang menggunakan panel surya pada perumahan diperlukan data rata-rata penyinaran matahari agar daya yang dihasilkan maksimal dan sesuai dengan sistem yang dibutuhkan. Data rata-rata penyinaran matahari untuk daerah Ranomuut adalah seperti dalam table.

Tabel 4.2 data penyinaran matahari

Bulan	Intenstias radiasi (cal/cm ²)
APRIL	370,8
MEI	314,5
JUNI	315,8
JULI	302,3
AGUSTUS	261,0

C. Data Temperatur

Datatemperatur ini merupakan data temperatur dilokasi penelitian dari bulan April-Agustus pada tahun 2020-2021.

Tabel 4.3 data temperatur

Bulan	Temperatur (°C)
APRIL	27,0
MEI	26,9
JUNI	26,8
JULI	26,8
AGUSTUS	26,7

D. Data Parameter Modul Sel Surya 200 Wp

Data parameter modul sel surya 200 Wp ini digunakan sebagai modul yang akan digunakan saat pembuatan PLTS.

Tabel 4.4 parameter modul Sel Surya 200 Wp

Vmp (V)	Imp (A)	Voc (V)	Isc (A)	Panjang modul (mm)	Lebar modul (mm)
28,9	6,93	36,2	7,68	1595	955

E. Data Beban Perumahan Bukit Ranomuut Indah

Data ini merupakan data dari beban perumahan dari 18 rumah yang digunakan sebagai data yang akan digunakan dari perumahan Bukit Ranomuut Indah atau tempat penelitian dilakukan

Tabel 4.6 Data beban perumahan Bukit Ranomuut Indah

Jumlah rumah	Daya perumahan
Rumah pertama	900 W / 4 A
Rumah kedua	1300 W / 6 A
Rumah ketiga	450 W / 2 A
Rumah keempat	450 W / 2 A
Rumah kelima	450 W / 2 A
Rumah keenam	450 W / 2 A
Rumah ketujuh	1300 W / 6 A
Rumah kedelapan	1300 W / 6 A
Rumah kesembilan	1300 W / 6 A
Rumah kesepuluh	1300 W / 6 A
Rumah kesebelas	1300 W / 6 A
Rumah kedua belas	1300 W / 6 A
Rumah ketiga belas	1300 W / 6 A
Rumah keempat belas	1300 W / 6 A
Rumah kelima belas	1300 W / 6 A
Rumah keenam belas	450 W / 2 A
Rumah ketujuh belas	1300 W / 6 A
Rumah kedelapan belas	1300 W / 6 A

F. Menentukan Total Beban Rumah Tangga

Perencanaan panel terpadu hanya untuk kapasitas 18 rumah tangga. Jumlah total kebutuhan energi setelah

dihitung berdasarkan hasil survei untuk total pemakaian energi (ET) perhari adalah 17.450 Wh.

G. Perhitungan Kapasitas Daya Modul Surya

Untuk menentukan kapasitas daya modul surya diambil berdasarkan harga minimum insolasi matahari. Untuk kondisi penyinaran matahari di Ranomuut untuk insolasi matahari terrendah yaitu 5,1h.

Rumus perhitungan modul surya

$$P_{modulsurya} = \frac{ET}{INSOLASIMATAHARI} \times 1,1$$

$$P_{modulsurya} = \frac{17.450}{5,1} \times 1,1 = 3763,7Watt$$

Keterangan

- $P_{modulsurya}$ = Daya modul surya
- ET = Daya rumah

Jadi jumlah Panel yang akan diperlukan (berdasarkan kebutuhan)

$$\frac{17.450}{1000} = 17,45$$

Keterangan

17.450 = Daya rumah

1000 = Daya watt pada panel 200Wp dalam peyinaran perhari

Jadi panel yang akan digunakan yaitu 17,45 atau dibulatkan menjadi 18 buah panel

Dari total jumlah rumah dan beban yang telah direncanakan diatas jumlah panel yang akan digunakan berjumlah 18 buah

H. Perhitungan Kapasitas Baterai

$$AH = \frac{ET}{VS}$$

$$AH = \frac{17.450}{12} = 1.454,16Ah$$

Dikarenakan besarnya deep of discharge (DOD) pada baterai 80% makakapasitas baterai yang digunakan adalah:

$$Cb = \frac{AH \times 1}{DOD}$$

$$Cb = \frac{1.454,16 \times 1}{0,8} = 1.817,7Ah$$

Jadi jumlah Aki yang akan diperlukan (berdasarkan kebutuhan)

$$\frac{1.817,7}{100} = 18,71$$

18,717 Dibulatkan menjadi 20 buah baterai dengan kapasitas 12 V 100 Ah.

Keterangan :

- ET = Daya rumah
- Vs = Tegangan sumber
- AH = Pemakaian Baterai

I. Perhitungan Besar Arus Baterai Charger Regulator (BCR)

Rumus charger regulator

$$I_{maks} = \frac{P_{maks}}{12}$$

$$I_{maks} = \frac{3763,7}{12} = 313,64A$$

Keterangan :

- I_{maks} = Arus yang berjalan
- Vs = Tegangan sumber
- P_{maks} = Daya maksimum

J. Perhitungan Kapasitas Inverter

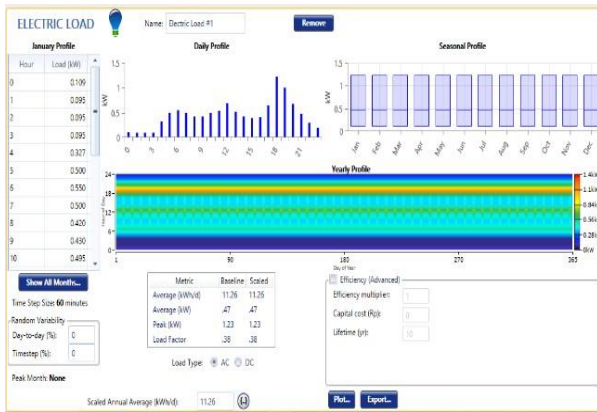
Inverter yang dipakai adalah inverter yang kapasitasnya sama dengan daya maksimal modul surya. Daya maksimal modul surya berdasarkan perhitungan adalah 3763,7 Watt.

K. Hasil Simulasi Menggunakan HOMER

Proses simulasi dilakukan agar mendapatkan konfigurasi sistem terbaik melalui proses optimasi setelah yang dilakukan HOMER. Proses simulasi memodelkan dan merancang konfigurasi sistem secara khusus, maka proses optimasi dilakukan untuk menentukan kemungkinan terbaik dalam konfigurasi sistem.

L. Electric Load Setting

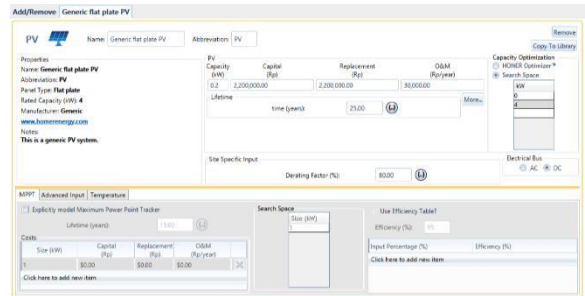
Berdasarkan beban listrik yang telah ditentukan sebelumnya, diperoleh asumsi pemakaian beban listrik perjamnya yang menjadi profil beban data tahunan untuk masukan pada HOMER.



Gambar 4.8.1

M. Perhitungan Panel Menggunakan Homer

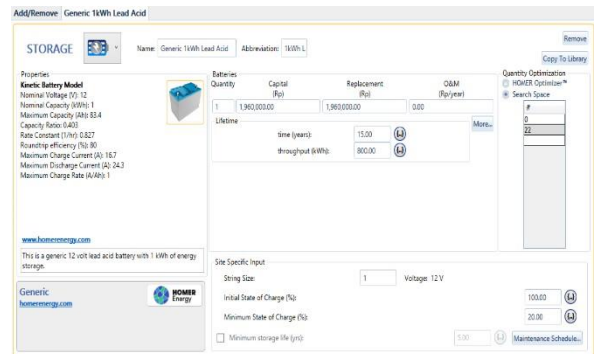
Pada gambar dibawah ini merupakan yang berfungsi untuk mengatur panel surya yang akan digunakan baik dari sisi kelistrikan dan ke ekonomian dalam perencanaan daya cadang menggunakan panel surya.



Gambar 4.8.2

N. Baterai

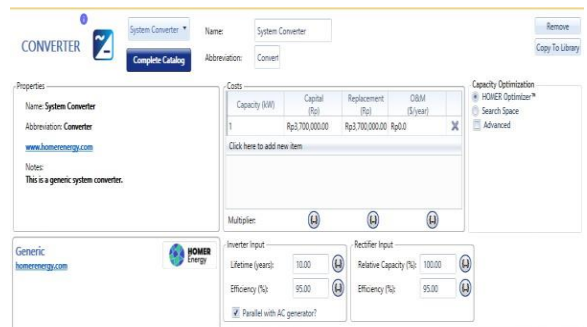
Untuk baterai yang digunakan pada solar sistem umumnya baterai berjenis lead acid, dan untuk masukan aplikasi HOMER digunakan baterai jenis lead acid bertegangan 12 V berarus 83,4 Ah dengan kapasitas 1kWh, seperti pada gambar di bawah ini



Gambar 4.8.3

O. Konverter

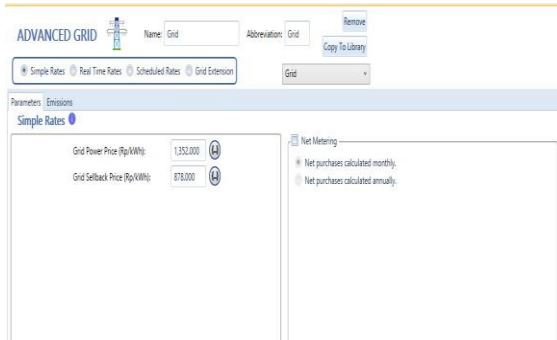
Pada perencanaan daya cadang menggunakan panel surya, penggunaan konverter ditentukan berdasarkan total pemakaian beban listrik. Sesuai dengan perhitungan sebelumnya konverter yang digunakan.



Gambar 4.8.4

P. Grid

Pengaturan sistem jaringan yang akan digunakan pada perencanaan daya cadang menggunakan panel surya ini menggunakan jaringan PLN dikarenakan perencanaan ini menggunakan dua sumber tenaga listrik salah satunya diambil dari jaringan PLN. Untuk harga beli energi listrik dari jaringan PLN sebesar RP.1.352 per kWh-nya ditunjukkan pada lampiran 1 sedangkan untuk harga jual kembali ke jaringan PLN sebesar RP.878 per kWh-nya.



Gambar 4.8.5

Q. Hasil Perbandingan

Hasil perbandingan harga dan kualitas penggunaan dari HOMER Pro

Gambar 4.8.6

V. KESIMPULAN DAN SARAN

a. Kesimpulan

Dalam perencanaan daya cadang menggunakan panel surya pada perumahan Bukit Ranomuut Indah, digunakan data insolansi matahari terendah. Berdasarkan data BMKG Manado 2020-2021.

Sistem PLTS yang digunakan adalah sistem PLTS yang berdiri sendiri (stand alone) dengan kebutuhan daya per hari sebesar 17.450 W. dibutuhkan 18 modul surya dan 20 unit baterai, dengan kapasitas baterai masing-masing 12 V dan arus 100 Ah. Dan total kapasitas baterai yang dibutuhkan yaitu 1.871,7 Ah.

b. Saran

Tugas akhir ini masih perlu dikembangkan sampai mencapai daya yang lebih besar lagi.

DAFTAR PUSTAKA

Afwan, M.A., n.d. Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya 23.

Akhmad, K., 2005. Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dan Penerapannya Untuk Daerah Terpencil 7.

Auliya, H., Widyowati, N., Haqiqi, A.K., 2019. Potensi Keping DVD Bekas Sebagai Panel Surya Alternatif Konstan - J. Fis. Dan Pendidik. Fis. 4, 131–138. <https://doi.org/10.20414/konstan.v4i2.44>

Bachtiar, M., n.d. Prosedur Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Perumahan (SOLAR HOME SYSTEM) 4,7.

Hasan, H., 2012. Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Pulau Saugi 10, 12.

Hariansyah Muhammad, 2009. Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Rumah Tangga Kapasitas 500 W, 220 V.

<https://www.kbbi.web.id/>

Idris, A.R., Thaha, S., 2019. Desain Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Tambak Udang sebagai

Kurniawan Aris, 2020. Pengertian Energi Menurut Para Ahli.

Kumara, N.S., 2010. Pembangkit Listrik Tenaga Surya Skala Rumah Tangga Urban Dan Ketersediaannya Di Indonesia⁹, 9.

Mahdi Syukri Suriadi, 2010. Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpadu Menggunakan Software PVSYST Pada Komplek Perumahan Di Banda Aceh. Jurnal Rekayasa Elektrika; vol. 9; no. 2

Penggerak Aerator. INTEK J. Penelit. 6, 36.
<https://doi.org/10.31963/intek.v6i1.1012>

Purwoto, B.H., 2018. Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif. Emit. J. Tek. Elektro 18, 10–14.
<https://doi.org/10.23917/emit.v18i01.6251>

Rumokoy, S.N., 2019. Jurnal Ilmiah Setrum Article In Press 11.

Sahori, M., n.d. Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai Catu Daya Lampu Lalu Lintas di Pekanbaru 82.

Salman, R., n.d. Analisis Perencanaan Penggunaan Sistem Pembangkit Tenaga Surya (PLTS) Untuk Perumahan 6.

Windarta, J., Sinuraya, E.W., Abidin, A.Z., 2019. Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Berbasis Homer di SMA Negeri 6 Surakarta Sebagai Sekolah Hemat Energi Dan Ramah Lingkungan 16.



Indra Wahyudin A. Karim lahir di Desa Sahu pada tanggal 30 Maret 1999. Penulis menempuh pendidikan pertama di SD Negeri Sahu, pada tahun 2004 sampai 2010, setelah itu masuk ke SMP Negeri 2 Taliabu Utara pada tahun 2010 sampai 2013, kemudian melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 4 Manado pada tahun 2013 hingga lulus di tahun 2016. Sekarang penulis telah menyelesaikan pendidikan di Universitas Sam Ratulangi Manado. Setelah menempuh perkuliahan di Universitas Sam Ratulangi penulis pernah melaksanakan kegiatan non-akademik kerja praktek di PT. PLN (Persero) Wilayah Sulut-tenggo, AP2B Sistem Minahasa, Gardu Induk Ranomuut selama 2 bulan saat masih menjadi mahasiswa.