

Studi Kelayakan Pemanfaatan Energi Matahari Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Dusun Toalang

Samsurizal¹; Christiono²; Hendrianto Husada³

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknik - PLN, Jakarta Barat, DKI Jakarta.

Informasi Artikel

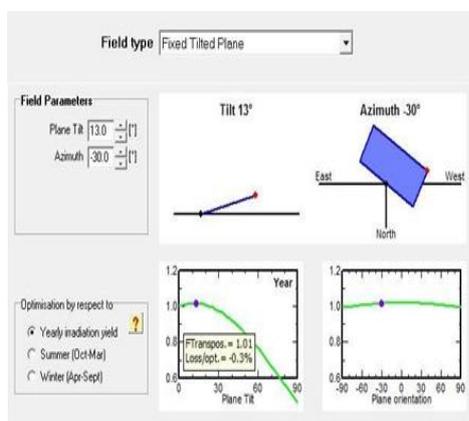
Naskah Diterima : 24 Pebruari 2020

Direvisi : 24 Juni 2020

Disetujui : 27 Juni 2020

*Korespodensi Penulis :
samsurizal@sttpln.ac.id

Graphical abstract



Abstract

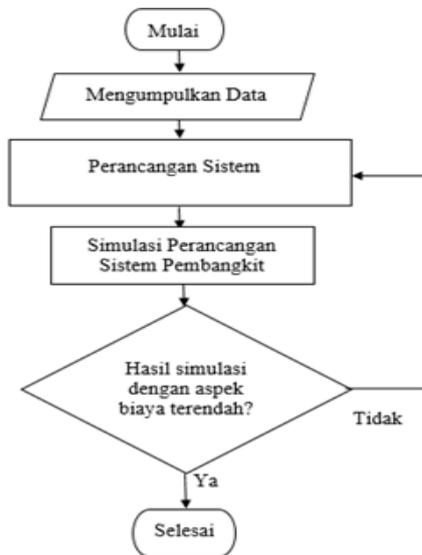
PLTS can be a solution that can be used to provide energy in the area provided far from the electricity network. This study aims to examine the feasibility of PLTS development in Toalang Hamlet is one of the areas in West Kalimantan that has not been electrified, based on analysis in terms of geographical and demographic areas, has the potential to build PLTS. So to examine the feasibility of PLTS development the factors were collected and analyzed using PVsyst software. Of the several factors studied from the average air temperature between 21.0 to 35.4 degrees Celsius and the average humidity between 80% to 90%. Maximum irradiation at 11.00 a.m. and reached a value of 386 kWh / m², and effective irradiation at the same time reached a value of 362 kWh / m². The potential data of solar energy obtained from the measurement results with a pyranometer is 680 Watt / m² at 10:05 WIB using a solar meter measuring instrument. From the results of calculations and analysis using PVsyst software, what is concluded is; PLTS built in the area Centralized PLTS with Off Grid system which has a capacity of 21.84 kWp, load 55.758 Wh / day and Direction of solar panels to the south with a slope angle of 4 (four) degrees.

Keywords: Feasibility Study, Renewable Energy, PLTS, PVsyst

Abstrak

PLTS dapat menjadi solusi yang handal bagi penyediaan energi di daerah perbatasan yang terletak jauh dari jaringan listrik. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kelayakan pembangunan PLTS di Dusun Toalang merupakan salah satu wilayah di Kalimantan barat yang belum teraliri listrik, berdasarkan pengamatan dari segi geografis dan demografi wilayah tersebut, memiliki potensi untuk dibangun PLTS. Maka untuk mengkaji kelayakan pembangunan PLTS tersebut faktor-faktor yang berkaitan akan dikumpulkan dan dianalisis menggunakan software PVsyst. Dari beberapa faktor yang dikaji bahwa suhu udara rata-rata antara 21,0 s/d 35,4 derajat celsius dan kelembaban rata-rata antara 80% s/d 90%. Iradiasi maksimum pada jam 11.00 siang dan mencapai nilai 386 kWh/m², dan iradiasi efektif pada waktu yang sama mencapai nilai 362 kWh/m². Data potensi energi matahari yang diperoleh berdasarkan hasil pengukuran dengan pyranometer adalah 680 Watt/m² pada jam 10:05 WIB menggunakan alat ukur solar meter. Dari hasil perhitungan dan analisis menggunakan software PVsyst, maka yang disimpulkan; PLTS yang dibangun di wilayah tersebut PLTS Terpusat dengan sistem Off Grid yang memiliki kapasitas sebesar 21,84 kWp, beban 55.758 Wh/hari dan arah panel surya ke selatan dengan sudut kemiringan 4 (empat) derajat.

Kata kunci: Studi Kelayakan, Energi Terbarukan, PLTS, PVsyst



1. PENDAHULUAN

Sistem tata-kelola energi Indonesia saat ini sedang menghadapi tantangan serius. Setidaknya ada tiga permasalahan besar dalam pengelolaan energi nasional yaitu tingkat elektrifikasi yang masih rendah, ketergantungan pada sumber energi fosil, dan rendahnya pemanfaatan energi baru terbarukan.

Dalam kondisi seperti ini, kebijakan diversifikasi dan konservasi energi yang telah dicanangkan oleh pemerintah merupakan kebijakan yang tepat untuk diterapkan.

Peraturan Pemerintah PP Nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN) [1] memberikan arah tentang pengelolaan energi nasional guna mewujudkan Kemandirian Energi dan Ketahanan Energi Nasional untuk mendukung pembangunan nasional berkelanjutan. Kebijakan utama dalam KEN meliputi ketersediaan energi untuk kebutuhan nasional, prioritas pengembangan energi, pemanfaatan sumber daya energi nasional dan cadangan energi nasional. Selain itu, di dalam KEN mengatur kebijakan pendukung yang meliputi konservasi energi, konservasi sumber daya energi, dan diversifikasi energi. Salah satu sasaran KEN untuk pemenuhan penyediaan energi dan pemanfaatan energi adalah tercapainya peran energi terbarukan sebesar 23% pada bauran Energi Primer di tahun 2025.

Berdasarkan isu besar tentang tata-kelola energi nasional dan arah serta sasaran KEN tersebut di atas, pengembangan Energi Baru Terbarukan (EBT) sebagai energi alternatif utama Indonesia adalah mutlak untuk terus dijalankan. Salah satu jenis energi terbarukan yang sangat potensial untuk dikembangkan adalah energi surya. Keuntungan utama dari pengembangan energi surya di Indonesia adalah tentu saja karena potensinya yang sangat baik, yakni rata-rata 4,8 kWh/m²/hari. Disamping itu, pesatnya perkembangan teknologi konversi energi surya menjadi energi listrik (yaitu: Pembangkit Listrik Tenaga Surya / PLTS) sehingga harganya pun menjadi relatif lebih murah [2].

Keuntungan utama dari pengembangan energi surya di Indonesia adalah tentu saja karena potensinya yang sangat baik, yakni rata-rata 4,8 kWh/m²/hari. Disamping itu, pesatnya perkembangan teknologi konversi energi surya menjadi energi listrik (yaitu: Pembangkit Listrik Tenaga Surya / PLTS) sehingga menyebabkan harga produknya menjadi relatif lebih murah.

Pembangkit listrik tenaga surya atau biasa disebut fotovoltaik (*photovoltaic*-PV) merupakan pembangkit listrik yang memanfaatkan energi sinar matahari secara langsung. Prinsip fotovoltaik adalah mengkonversikan energi foton dari sinar matahari menjadi energi listrik. Konversi ini terjadi pada sel-sel fotovoltaik yang berupa lapisan-lapisan tipis dari silikon (Si) murni dan bahan semikonduktor lainnya. Apabila bahan tersebut mendapat energi foton maka elektron akan terlepas dari ikatan atomnya menjadi elektron yang bergerak bebas dan akhirnya akan mengeluarkan tegangan listrik arus searah. Kumpulan sel-sel fotovoltaik yang dihubungkan secara seri atau paralel atau gabungan seri dan paralel membentuk suatu modul fotovoltaik.

Energi fotovoltaik telah mengalami pertumbuhan luar biasa dalam hal implementasi di fasilitas untuk pasokan listrik di daerah pedesaan dan untuk pengiriman energi ke jaringan. Posisi relatif dari panel tetap dapat menghadirkan masalah berbagai jumlah bayangan di antara mereka, yang dapat mengurangi energi keseluruhan yang dihasilkan dari susunan panel fotovoltaik pada tanggal dan waktu tertentu, di samping masalah di masing-masing panel itu sendiri. Metode yang ada menghitung jarak antara deretan panel PV menggunakan ketinggian tetap matahari, sehingga sinar selalu menyerang tegak lurus dengan panel, sehingga membatasi durasi penguatan matahari hingga 4 jam. Diperlukan metode yang dapat mengoptimalkan atau meminimalisasi jarak antara deretan panel fotovoltaik. Metode yang diusulkan didasarkan pada perhitungan yang tepat dari bayangan panel untuk posisi yang berbeda dari matahari, yang tergantung pada garis lintang fasilitas, sepanjang hari dan untuk semua jam yang direncanakan dari keuntungan matahari [3]. Setiap daerah di Indonesia memiliki karakteristik pengaruh bayangan pada PV arrays sehingga mempengaruhi output dari sistem, sehingga untuk mendeteksi efek tersebut digunakan metode binary [4].

Teknologi PLTS berkembang pesat tidak hanya dari perkembangan efisiensi konversi (yaitu melalui perkembangan material sel surya), juga perkembangan penempatannya dari yang konvensional di area terbuka ke penempatan di atas atap atau *rooftop*. PLTS terpusat ini dapat menjadi solusi yang handal bagi penyediaan energi di daerah perbatasan yang terletak jauh dari jaringan listrik. Selain itu, keuntungan nyata dari PLTS terpusat di daerah perbatasan antara lain biaya

pengadaan listrik yang lebih murah dibandingkan dari diesel/BBM, mudah dalam perawatan dan pengoperasiannya, dan dalam upaya mengurangi penggunaan energi fosil yang berdampak positif pada pengurangan polusi dan efek rumah kaca.

Pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya [6] yang berjudul Evaluasi Sudut Kemiringan Terhadap Pengaruh *Irradiance* Pada *Array Photovoltaic* Jenis *Monocrystalline*, adapun hasil penelitian yang kami peroleh terbagi atas 2 keluaran perbandingan yakni, data radiasi sinar datang matahari terhadap perubahan sudut selama 8 jam, dan data arus keluaran dari panel sel surya terhadap perubahan sudut selama 8 jam.

Pada penelitian [3] menghitung jarak antara deretan panel PV menggunakan ketinggian tetap matahari, sehingga sinar selalu menyerang tegak lurus dengan panel, sehingga membatasi durasi penguatan matahari hingga 4 jam. Diperlukan metode yang dapat mengoptimalkan atau minimalisasi jarak antara deretan panel fotovoltaik. Metode yang diusulkan didasarkan pada perhitungan yang tepat dari bayangan panel untuk posisi yang berbeda dari matahari, yang tergantung pada garis lintang fasilitas, sepanjang hari dan untuk semua jam yang direncanakan dari keuntungan matahari.

Sedangkan pada penelitian lain [9] pengaruh sudut kemiringan terhadap arus keluaran didapatkan bahwa, peningkatan arus keluaran terhadap perubahan sudut kemiringan pada photovoltaic, dengan menggunakan *regretion quadratic method*. Hasil yang diperoleh pengukuran sudut kemiringan PV menggunakan metode regresi kuadratik sudut optimum peletakan panel sel surya dalam menerima paparan radiasi sinar matahari pada sudut 36.7° , dengan nilai arus keluaran sebesar 1.99 Ampere. Ternyata hasil pengukuran real dibandingkandengan menggunakan metode regresi kuadratik diperoleh hasil nilai RMSE (root mean sequareerror) 0.27476.

Pada penelitian ini dilakukan studi didaerah Dusun Toalang yang terletak di Kecamatan Embaloh Hulu, Kabupaten Kapuas Hulu, Provinsi Kalimantan Barat, memiliki luas daerah sebesar 45 km^2 dengan ketinggian ± 50 meter dari permukaan laut, terletak di bagian Provinsi Kalimantan Barat. Dusun Toalang adalah salah satu daerah tropik dengan suhu udara cukup tinggi serta diiringi kelembaban yang tinggi, yang belum teraliri listrik. Berdasarkan hal tersebut perlu kajian PLTS sebagai salah satu solusi untuk mengaliri listrik di Dusun Toalang. Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui serta mendapatkan gambaran dengan mengkaji kelayakan teknis mengidentifikasi aspek-aspek kritis dan pemilihan lokasi pemasangan PLTS. Mengkaji solar *resource* dengan menggunakan software PVSyst untuk melihat intensitas matahari dan kecepatan angin di suatu tempat. Karakteristik lingkungan (termasuk suhu dan kecepatan angin). Mengkaji potensi *shading* di sekitar area PLTS, menentukan lokasi yang tepat untuk pemasangan PLTS.

2. METODE PENELITIAN

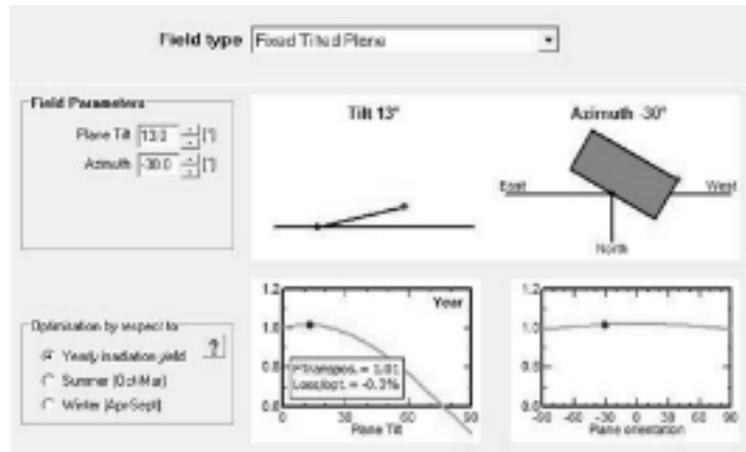
2.1. Metode Penelitian

Pada penelitian yang dilakukan ini, peneliti mengumpulkan data menganalisis menggunakan potensial teknis wilayah yang akan dikaji untuk penerapan PLTS, meliputi pengukuran koordinat, ketinggian, orientasi, dan kemiringan calon lokasi, struktur tanah atau bangunan yang telah ada, serta potensi *shading*. Data sistem kelistrikan, meliputi kebutuhan energi listrik masyarakat setempat, infrastruktur kelistrikan yang ada. Kondisi meteorologi, seperti temperatur, intensitas penyinaran matahari, dan kecepatan angin.

Alat pengukuran yang digunakan oleh peneliti dengan menggunakan software PVSyst. PVSyst merupakan perangkat lunak yang berfungsi untuk mensimulasikan serta menganalisis sistem PLTS yang akan dibangun. PVSyst memiliki keunggulan analisis detail pada komponen/perangkat keras sistem seperti konfigurasi rangkaian PV, *losses* pada sistem, *shading* serta pengaruh orientasi PV terhadap energi yang dihasilkan

Pada umumnya, sudut orientasi panel yang menghasilkan energi tahunan maksimum, akan bergantung pada posisi lintang dari lokasi pemasangan panel. Apabila sebuah lokasi berada di belahan

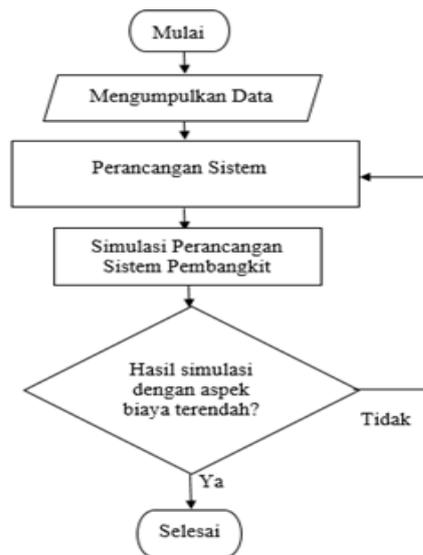
selatan, maka energi maksimum tahunan akan didapatkan dengan sudut orientasi (azimuth) panel 0° (menghadap utara sejati). Hal yang sama juga berlaku sebaliknya (180° untuk belahan bumi utara). tampilan mengenai konfigurasi perancangan sudut kemiringan dan orientasi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Konfigurasi sudut kemiringan dan orientasi panel pada PVsyst

2.2. Diagram Alir Penelitian

Secara sederhana proses penelitian ini dapat dijelaskan melalui diagram alir pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Keadaan Geografis

Dusun Toalang, Kecamatan Embaloh Hulu, Kabupaten Kapuas Hulu, Provinsi Kalimantan Barat, memiliki luas daerah sebesar 45 km^2 dengan ketinggian ± 50 meter dari permukaan laut, terletak di bagian Provinsi Kalimantan Barat. Dusun Toalang adalah salah satu daerah tropik dengan suhu udara cukup tinggi serta diiringi kelembaban yang tinggi.

3.2 Iklim

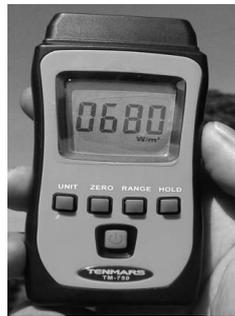
Dari hasil kajian yang kami lakukan, secara umum wilayah tersebut beriklim tropik basah dengan curah hujan merata sepanjang tahun dengan puncak hujan terjadi pada bulan Januari dan

Oktober. Suhu udara rata-rata antara 21,0 s/d 35,4 derajat celcius dan kelembaban rata-rata antara 80% s/d 90%.

Keadaan iklim di Dusun Toalang dipengaruhi oleh besar kecilnya tekanan angin yang berasal dari Selat Malaka dan Laut Jawa. Kecepatan angin yang terjadi pada bulan Agustus dan bulan September rata-rata 1,2 m/s dengan kecepatan terbesar 3 m/s sedangkan curah hujan yang terjadi rata-rata 3.300-5.000 mm/tahun dengan jumlah hari hujan 29-124 hari. Besarnya curah hujan tersebut menurut klasifikasi Schmidt F.H. dan J.H.A. Ferguson menunjukkan bahwa Dusun Toalang tergolong dalam klasifikasi Tipe Iklim A (Iklim A, $Q < 14,3$, daerah sangat basah, hutan hujan tropis).

3.3 Iradiasi Matahari

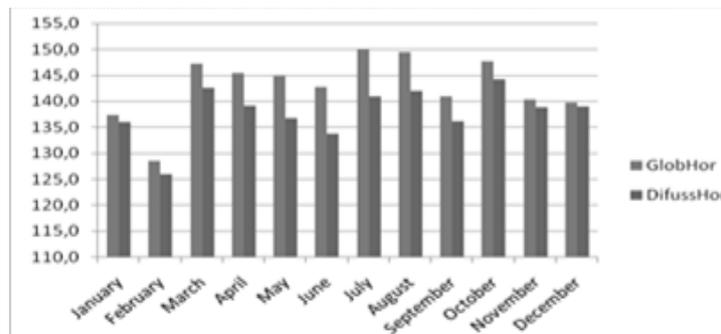
Koordinat lokasi pengambilan data potensi energi matahari berapada pada N 01°05.072, E 112°24.461. Potensi energi matahari yang diperoleh saat pengukuran untuk koordinat tersebut adalah sebesar 680 Watt/m², jam 10.05 WIB menggunakan alat ukur solar meter.



Gambar 3. Pengukuran iradiasi matahari

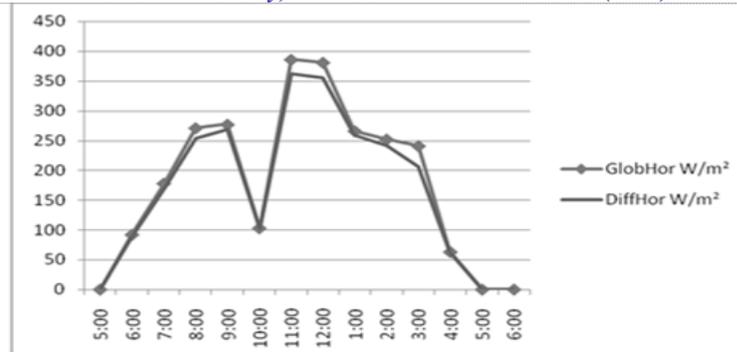
3.4 Analisis Dengan Menggunakan Pvsyst

Berdasarkan pada hasil simulasi *software* PVsyst (dengan data dari NASA), intensitas iradiasi global matahari (kWh/m²/bulan) disajikan pada gambar 4 dibawah ini.



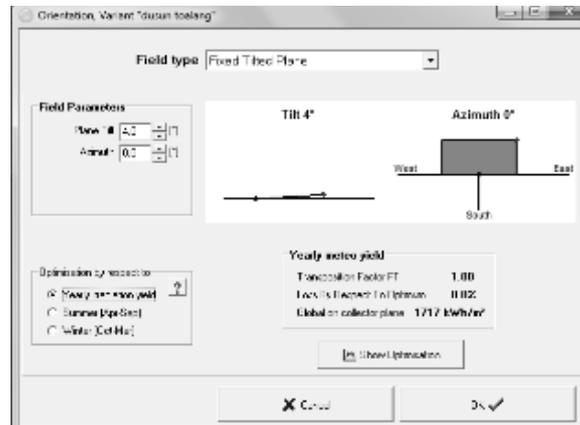
Gambar 4 Intensitas iradiasi matahari bulanan di Dusun Toalang

Pada Gambar 5 dapat dilihat iradiasi global matahari (kWh/m²) dimana terlihat iradiasi pada jam 11.00 siang dan mencapai nilai 386 kWh/m², dan iradiasi efektif pada waktu yang sama mencapai nilai 362 kWh/m².



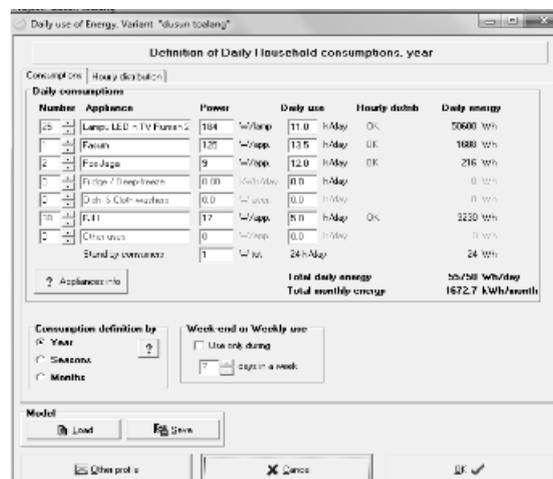
Gambar 5. Intensitas iradiasi matahari harian

Kemudian simulasi "Stand alone" sistem dilakukan, dengan memasukkan lokasi desa yang akan di analisis melalui menu "Site and Meteo". Selanjutnya arah dan kemiringan panel surya ditentukan melalui menu "Orientation". Pada menu "Orientation" harga optimal kemiringan panel dicari dengan cara *trial-and-error*, yaitu kemiringan panel dicari dengan menukar-nukarkan sudut kemiringan (dari tinggi ke rendah) tertinggi pada harga *global on collector plane* maksimum seperti ditunjukkan pada Gambar 6.

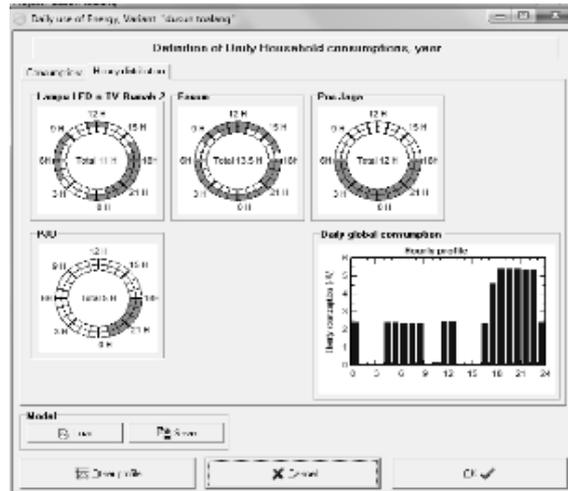


Gambar 6. Penentuan sudut kemiringan dengan PVsyst

Selanjutnya beban didefinisikan melalui menu "user needs" dengan mengambil beban kebutuhan daya energi pada desa yang dikonversikan untuk mengakomodasi cadangan energi dan rugi-rugi Gambar 7 dan Gambar 8.



Gambar 7. Jenis dan jumlah beban listrik

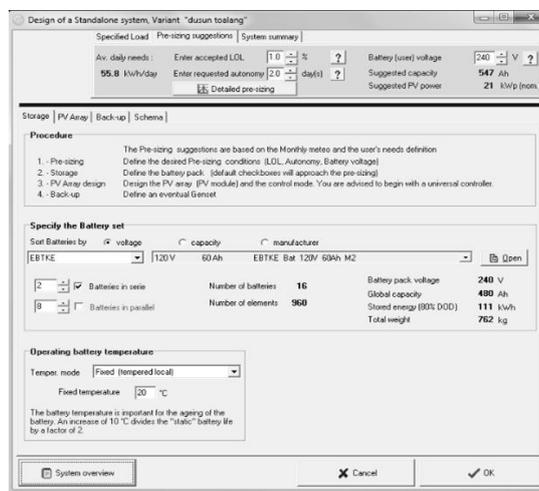


Gambar 8. Waktu operasi beban dan curva beban harian

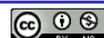
Selanjutnya komponen seperti Panel Surya, MPPT *Controller* dan Baterai, dipilih pada menu sistem dengan mengambil data dari yang telah terlebih dahulu dimasukkan melalui menu "Database". Pilihan komponen PLTS dilakukan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 9 dan Gambar 10.



Gambar 9. Jumlah panel surya dan MPPT controller

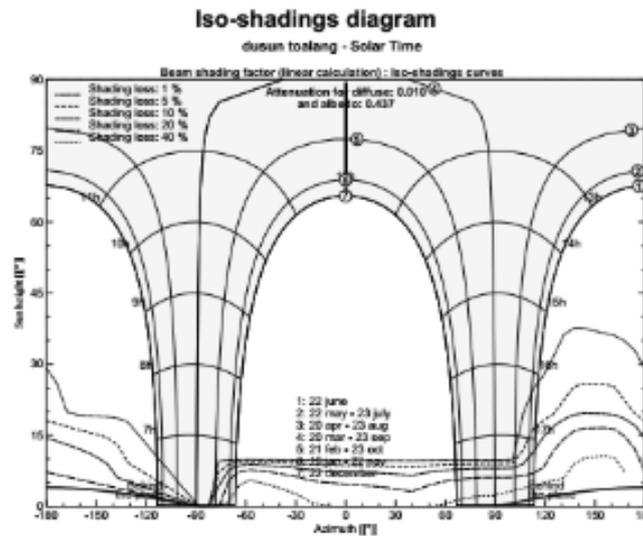


Gambar 10. Susunan dan kapasitas baterai



Latitude Dusun Toalang adalah 0,98 derajat LU. Sementara diketahui bahwa sudut deklinasi matahari belahan bumi selatan terbesar terjadi pada bulan Desember adalah 23,5 derajat LS, sehingga pada saat itu sudut bayangan adalah 24,48 derajat. Hasil simulasi dengan PVSyst diketahui bahwa untuk jarak antar baris panel surya (pitch) sebesar 2.7m, bayangan antar baris tidak pernah terjadi sepanjang tahun.

Plot rugi-rugi karena shading antar baris dan bangunan sepanjang tahun dapat dilihat pada plot iso-shading diagram seperti yang ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Plot iso-shading diagram

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Dari studi awal kami menarik sebuah dugaan sementara bahwa. Kondisi iklim dan geografis di wilayah tersebut layak untuk pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Dengan wilayah yang berada di daerah khatulistiwa memiliki puncak radiasi matahari yang memenuhi standar yang diperlukan yaitu 4 jam/hari. Suhu tidak terlalu panas berkisar antara 21°C sampai dengan 35,4°C dan kecepatan angin antara 1,2 m/s – 3 m/s sehingga aman untuk pembangunan PLTS.

Wilayah tersebut memiliki luas daerah sebesar 45 km² dengan ketinggian 50 m dari permukaan laut. Pada umumnya letak geografis wilayah tersebut di daerah dataran rendah. Dari sifat permukaan dan kemiringan tanah dengan jenis kelerengan datar - landai (0 - 2°), maka secara topografi aman dibangun PLTS. Data potensi energi matahari yang diperoleh di Berdasarkan hasil pengukuran dengan pyranometer adalah 680 Watt/m² pada jam 10:05 WIB menggunakan alat ukur solar meter.

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis, maka PLTS yang dibangun di Dusun Toalang adalah PLTS Terpusat adalah sistem *Off Grid* dengan kapasitas 21,84 kWp, beban 55.758 Wh/hari dan arah panel surya ke selatan dengan sudut kemiringan 4 (empat) derajat.

Dari tulisan ini kami membutuhkan pembandingan dengan menggunakan software lain, dengan demikian kami bisa mengukur apakah ada *gap* antara dugaan penelitian yang kami tetapkan dengan hasil data riil di lapangan.

4.2 Saran

Dari tulisan ini kami menyarankan untuk penelitian selanjutnya dibutuhkan pembandingan dengan menggunakan software lain, dengan demikian kami bisa mengukur apakah ada *gap* antara dugaan penelitian yang kami tetapkan dengan hasil data riil di lapangan.

REFERENSI

- [1] PP Nomor 79 Tahun 2014, "www.esdm.go.id," esdm, 2014. [Online]. Available: www.prokum.esdm.go.id. [Accessed 2 8 2018].
- [2] Permen esdm No.19 Tahun 2016, "www.esdm.go.id," esdm, 2016. [Online]. Available: www.jdih.esdm.go.id. [Accessed 10 11 2018].
- [3] N. N. Castellano, J. A. Gazquez and J. V. Guirado, "Optimal displacement of photovoltaic array's rows using a novel shading model," *Elsevier*, vol. 144, pp. 1-9, 2015.
- [4] H. Ziar, S. Mansourpour and E. Afjei, "Detecting harmful overcurrents in PV arrays at shadow condition through binary coding method," *IEEE*, vol. 3rd, pp. 251-254, 2012.
- [5] K. Husein, M. I, H. T and O. M, "An algorithm for rapidly changing atmospheric conditions," *IEEE*, vol. 141, 1995.
- [6] Samsurizal, Christiono, Andi Makkulau, "Evaluasi Sudut Kemiringan Terhadap Pengaruh *Irradiance* Pada Array *Photovoltaic* Jenis *Monocrystalline*", Jurnal Setrum, Vol.8, pp 28-23, 2019.
- [7] A. W. Duffe and W. A. Beckman, Solar engineering of thermal processes.
- [8] P. Denholm and M. R, "Very Large-Scale Deployment of Grid-Connected Solar Photovoltaics in the United States: Challenges and Opportunities," NREL/CP-620-39683, 2006.
- [9] Samsurizal, Andi Makkulau, Christiono, "Analisis Pengaruh Sudut Kemiringan Terhadap Arus Keluaran Pada *Photovoltaic* Dengan Menggunakan *Regretion Quadratic Method*", Jurnal Energi & Kelistrikan, Vol.10, No.2 pp 137-144, 2018.