

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Dalam upaya pelestarian dan memaksimalkan sumber energi listrik banyak sekali upaya untuk mewujudkan hal tersebut. Bahkan saat ini untuk sumber dalam pembangkitan energi listrik sangat banyak salah satunya adalah melalui energi matahari. Tanpa kita sadari energi terbesar yang dapat dimanfaatkan manusia untuk membangkitkan listrik adalah matahari. Hal ini telah diwujudkan dengan adanya Pembangkit Listrik Tenaga Surya.

Pembangkit Listrik yang menggunakan energi matahari ini menggunakan panel surya sebagai wadah untuk menampung energi matahari. Pada umumnya penempatan panel surya bersifat statis. Untuk itu diberi inovasi dengan penggunaan *solar tracker* yaitu penggunaan panel surya yang diatur, sehingga pergerakannya akan mengikuti arah matahari yang diharapkan bisa menghasilkan energi listrik yang lebih maksimal. *Solar tracker* memiliki prinsip kerja yang diatur melalui *microcontroller* yang bekerja berdasarkan sensor cahaya yang dipasang yang akan membuat motor menggerakkan *solar tracker* mengikuti cahaya matahari dengan mempertimbangkan besar sudut dari panel surya.[1]

Sejarah PLTS tidak terlepas dari penemuan teknologi sel surya berbasis silikon pada tahun 1941. Ketika itu Russell Ohl dari Bell Laboratory mengamati silikon polikristalin akan membentuk *built in junction*, karena adanya efek segregasi pengotor yang terdapat pada leburan silikon. Jika berkas foton mengenai salah satu sisi *junction*, maka akan terbentuk beda potensial di antara *junction*, dimana elektron dapat mengalir bebas. Sejak itu penelitian untuk meningkatkan efisiensi konversi energi foton menjadi energi listrik semakin intensif dilakukan. Berbagai tipe sel surya dengan beraneka bahan dan konfigurasi geometri pun berhasil dibuat.

Pada saat ini lebih dari 80% kebutuhan energi dunia dipenuhi dari sumber energi fosil (minyak bumi, gas alam, dan batu bara). Indonesia merupakan negara beriklim tropis yang mempunyai sumbangsih energi cahaya matahari yang

berpotensi untuk mengembangkan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dalam skala besar. Dalam penggunaan photovoltaic, kinerja yang dihasilkan harus diawasi demi terjaga kondisi keadaan panel untuk mengurangi terjadi kerusakan signifikan pada photovoltaic. Beberapa penelitian telah membahas berbagai aplikasi sistem monitoring energi listrik terutama pada photovoltaic. Sistem monitoring kinerja photovoltaic berbasis iot menggunakan nodemcu pada PLTS memiliki rumusan masalah untuk mengetahui kinerja photovoltaic menggunakan metode internet, demi mempermudah pengawasan dalam jarak jauh.[2]

Beberapa penelitian mendapatkan bahwa daya keluaran pada panel surya dipengaruhi oleh besarnya intensitas cahaya matahari yang diserap oleh panel surya. Namun, sebuah penelitian panel surya mengemukakan kesimpulan bahwa semakin tinggi temperatur lingkungan sekitar panel surya, daya listrik yang dihasilkan akan semakin berkurang. Penelitian tersebut dilakukan dengan melakukan pengujian yang mengukur tiga parameter, yaitu parameter intensitas cahaya matahari, parameter daya keluaran, serta parameter temperatur pada permukaan sel surya di waktu yang sama. Hasil yang didapatkan setelah mengukur parameter tersebut yaitu terdapat penurunan daya keluaran dengan tingkat penurunan $0,7113 \text{ W}/0^\circ\text{C}$. Penurunan tersebut disertai dengan peningkatan temperatur pada permukaan sel surya, sehingga hal ini membuktikan bahwa temperatur juga mempengaruhi daya yang dihasilkan oleh sel surya.[3]

Dalam pemanfaatan energi matahari, letak geografis memberi peran penting dalam mewujudkannya. Letak geografis yang akan dibandingkan yaitu wilayah dengan koordinat nol (*equator*) dan wilayah disekitarnya. Karakteristik energi yang dihasilkan sel Surya sangat dipengaruhi oleh radiasi sinar matahari, temperatur, dan posisi sel surya terhadap sinar datang matahari. Oleh sebab itu jika dalam pemanfaatan panel surya dilakukan pada wilayah *equator* akan mendapatkan sudut yang sangat baik dalam penyerapan sinar matahari. Sel surya akan menghasilkan energi maksimal pada saat posisi matahari tegak lurus terhadap permukaan sel surya. Posisi matahari akan selalu berubah dari timur ke barat setiap harinya, didukung dengan adanya gerak semu matahari. Perubahan posisi matahari tersebut akan mengakibatkan kecilnya energi yang dihasilkan oleh

sel surya, sehingga dibutuhkan sebuah sistem yang dapat menggerakkan sel surya supaya bisa selalu tegak lurus terhadap sinar datang matahari.

Pada penelitian ini akan dilakukan perbandingan serapan energi matahari menggunakan PLTS statis dan *solar tracker*. Tidak hanya melihat perbandingan dari PLTS statis dan *solar tracker* saja, akan tetapi akan dilakukan perbandingan dengan penempatan di dua wilayah berbeda. Wilayah yang akan dijadikan sebagai lokasi dari penelitian ini adalah wilayah dengan koordinat nol (*equator*) yang berada tepat pada wilayah Kabupaten Pasaman Barat dan akan dibandingkan dengan wilayah Kota Padang. Dari perbandingan ini kita akan mengetahui bagaimana peran letak geografis terhadap serapan energi matahari. Dalam penelitian ini kita akan menggunakan IOT (*Internet Of Things*) sebagai input data secara *online* dan *realtime* terhadap perbandingan serapan energi matahari pada geografis Kabupaten Pasaman Barat dengan Kota Padang. Sekilas yang kita pahami, energi akan secara optimal diserap jika ditempatkan di wilayah *equator*, namun panel surya memiliki batasan tertentu untuk radiasi yang bisa diserap. Tidak menutup kemungkinan pada wilayah *equator* akan mendapatkan serapan energi matahari yang lebih kecil dari wilayah Kota Padang.

Maka peneliti akan membahas Perancangan *Solar Tracker* Untuk Membandingkan Serapan Energi Matahari Pada PLTS Statis Dengan Perbedaan Letak Geografis, tepatnya di Kecamatan Kinali, Kabupaten Pasaman Barat sebagai wilayah *equator* dan Kampus 3 Universitas Bung Hatta, Kota Padang.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang *solar tracker* model single Axis
2. Bagaimana menghitung perbandingan serapan energi matahari antara PLTS statis dengan *solar tracker*
3. Bagaimana menghitung perbandingan serapan energi matahari antara PLTS statis dengan *solar tracker* pada geografis Kabupaten Pasaman Barat dan kota Padang?

1.3 Batasan Masalah

1. Merancang *solar tracker* PLTS 120 WP.
2. *Solar tracker single axis* ini di rancang untuk daerah kota Padang dan kabupaten Pasaman Barat.
3. Satu derajat kebebasan *single axis* dari timur-barat.
4. Sensor Photodiode adalah jenis diode yang biasa digunakan sebagai detector cahaya yang resistansinya dapat berubah-ubah jika terdapat intensitas cahaya yang jatuh mengenai dioda tersebut.
5. ESP32 sebuah board elektronik yang berbasis chip dengan kemampuan menjalankan fungsi mikrokontroler dan juga koneksi internet (WiFi). Terdapat beberapa pin I/O sehingga dapat dikembangkan menjadi sebuah aplikasi monitoring maupun controlling pada proyek IOT.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Merancang *solar tracker* single axis dan PLTS statis.
2. Membandingkan serapan energi matahari pada PLTS statis dan *solar tracker single axis*.
3. Membandingkan serapan energi dari PLTS statis dan *solar tracker* serta pengaruh geografis Kabupaten Pasaman Barat dan Kota Padang.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari perencanaan ini adalah :

1. Bagi penulis, dapat menambah wawasan pengetahuan dan pengembangan ilmu. Khususnya dalam merancang *solar tracker* 120 WP.
2. Bagi penulis, dapat mengetahui bagaimana membuat atau merancang sebuah alat *solar tracker* dan mengetahui apa aja langkah-langkah pembuatan alat *solar tracker*. Dan bisa mengetahui bagaimana pengaruh geografis terhadap kerja *solar cell*.
3. Bagi pembaca, dengan penulis membahas judul ini dapat mempermudah pembaca untuk mengimplementasikan *solar tracker* sebagai sumber energi alternatif terutama di daerah yang panas matahari sangat panas.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Penelitian

Dalam penulisan laporan skripsi ini penulis merujuk pada penelitian yang sudah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya sebagai berikut:

Menurut Kho Hie Khwee, Jurnal ELKHA Vol.5, No 2, Teknik Elektro Universitas Tanjungpura, Oktober 2013. Perubahan temperatur sel-sel surya ini diakibatkan oleh temperatur, kondisi awan dan kecepatan angin di lingkungan sekitar daerah penempatan panel surya. Qiang dan Nan dalam penelitiannya menunjukkan adanya pengaruh temperatur terhadap karakteristik arus-tegangan (I-V) pada panel surya. Dengan menurunnya temperatur, arus listrik dalam panel surya sedikit menurun. Bahkan perubahan temperatur yang sangat cepat dan ekstrim dapat menyebabkan terganggunya produksi listrik pada suatu Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan perubahan kapasitas produksi listrik panel surya 1kw akibat perubahan temperatur untuk radiasi matahari di wilayah Kalimantan Barat.

Puteri Kusumaning Tiyas dan Mahendra Widyartono, “Pengaruh Efek Suhu Terhadap Kinerja Panel Surya”, Jurnal Mahasiswa Universitas Negeri Surabaya, Volume 09 Nomor 01, Teknik Elektro Universitas Surabaya, Tahun 2020. Panel surya akan bekerja secara optimal pada suhu 25°C. Semakin besar suhu panel surya akan berdampak pada daya yang dihasilkan oleh panel surya (Iqtimal, Zian, dkk.2018). Panel surya akan semakin optimal ketika berhadapan langsung dengan matahari, dalam artian posisi permukaan panel surya berhadapan langsung dengan iradian yang datang atau tegak lurus menghadap matahari. Dengan menggunakan reflector, maka sinar matahari akan lebih optimal akan tetapi dengan menggunakan reflector suhu yang dihasilkan panel surya akan meningkat (Suwarti dan Wahyono. 2018). Suhu memiliki peranan penting dalam panel surya. Pada saat suhu pada panel surya tinggi terjadi penurunan pada panel surya mencapai 20°C.

Arini Larasati, Chrisna Panca Putra, “Rancang Bangun Solar Tracker Satu Axis Dengan Media Pemberat Air”. Jurnal Academia, Pusat Pengembangan Pendidikan dan Penelitian Indonesia (P4I), 2019. Pada saat ini salah satu jenis energi alternatif yang berkembang pesat adalah energi matahari yang digunakan sebagai pembangkit listrik dalam bentuk sel surya. Teknologi ini dapat mengkonversi energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Namun, saat ini penggunaan solar cell masih bersifat statis, sehingga penyerapan energi matahari belum optimal, untuk pengoptimalan penyerapan energi matahari maka diperlukan alat untuk mengikuti pergerakan cahaya matahari. *Solar tracker* merupakan sebuah alat agar solar cell tetap mengikuti arah cahaya matahari. Media pemberat bisa menjadi salah satu teknologi penggerak baru dari *solar tracker*. Tujuan proyek akhir “Rancang Bangun Solar Tracker Satu Axis dengan Media Pemberat Air” yaitu membuat *solar tracker* yang mampu mengoptimalkan daya keluaran dari sel surya, menciptakan *solar tracker* dengan media penggerak baru, dan mampu bergerak dari timur ke barat dengan pergerakan 11 derajat per jam. Berdasarkan beberapa percobaan yang telah dilakukan, hasil pengujian *solar tracker* pergerakannya mampu mengikuti arah cahaya matahari dari timur ke barat. Solar cell yang menggunakan *tracker* mampu menyerap energi matahari lebih optimal dari pada yang tidak menggunakan *tracker* dan memiliki perbandingan sebesar 10% dan daya yang dikeluarkan untuk menggerakkan *solar tracker* sangat kecil, sehingga alat ini memiliki efisiensi daya yang lebih besar dari teknologi sebelumnya.

Sigit Nurharsanto, Adhy Prayitno, “Sun Tracking Otomatis Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)”. Jurnal Academia, Pusat Pengembangan Pendidikan dan Penelitian Indonesia (P4I), 2017. Listrik telah digunakan oleh industri, perkantoran, maupun untuk masyarakat umum dan perorangan yang sangat peningkatan kebutuhan sumber listrik dapat diperoleh dari energi matahari yang diubah menjadi energi listrik dengan memanfaatkan panel surya. Tenaga surya dapat dimanfaatkan sebagai energi listrik alternatif, dalam memanfaatkan tenaga surya ini energi adalah dengan menggunakan proses fotovoltaiik, yang mengubah langsung energi matahari menjadi energi listrik. Pelacakan matahari otomatis untuk pembangkit listrik tenaga surya dapat

dirancang untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga skala besar dimana orang dapat dengan mudah menggunakan teknologinya, Teknologi ini dapat dirancang menggunakan beberapa instrumen dasar seperti panel surya. LDR (*Light Dependent Resistor*), mikrokontroler Arduino, motor AC dan *Driver Motor*. Beberapa komponen dirakit dan diprogram menjadi alat pelacak matahari yang disebut pelacakan matahari, Dalam hal ini penelitian pelacakan matahari menggunakan gerak otomatis yang mengikuti arah cahaya matahari menggunakan Arduino otak uno. Sinar matahari pada sensor LDR dan driver motor langsung memberikan perintah "On" ke motor DC yang akan menggerakkan panel surya agar selalu tegak lurus terhadap datangnya sinar matahari. Oleh karena itu, panel surya dengan sistem automatic suntracking pada penelitian ini didapatkan sebuah sistem kontrol yang dapat bekerja secara maksimal di proses pengendalian dan mengungkapkan arus maksimum.

Eqwar Saputra, dkk, Jurnal Media Mesin, Vol.23 No.1, Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2021, melalui penelitian dengan metode yang sama, untuk menguji efisiensi dari panel surya dengan membandingkan nilai efisiensi panel surya yang menggunakan sistem pendingin dan tanpa sistem pendingin. Akan tetapi, pada penelitian tersebut sistem pendingin dirancang menggunakan thermoelectric sebagai penyerap panas dan air sebagai bagian dingin thermoelectric tersebut. Setelah dilakukan pengujian dan membandingkan efisiensi dari panel surya yang memakai sistem pendingin dan tanpa sistem pendingin, diperoleh rata-rata daya keluaran panel surya dengan pendingin yaitu sebesar 2,774 W dibandingkan rata-rata daya keluaran panel surya tanpa sistem pendingin sebesar 2,339 W, sehingga presentase peningkatan efisiensi sebesar 18,53% jika dibandingkan dengan panel surya sistem pendingin. Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, terdapat kesimpulan yang saat ini menjadi dasar informasi terkait panel surya. Dalam penjelasan literasi tersebut, dikemukakan bahwa kenaikan dan penurunan temperatur pada permukaan sel surya mempengaruhi daya keluaran yang akan dihasilkan. Kenaikan dan penurunan temperatur akan memberikan gangguan pada elektron yang berada di semikonduktor sehingga efek fotovoltaiik tidak terjadi secara optimal. Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian ini akan dilakukan

analisis pengaruh temperatur permukaan sel surya terhadap kapasitas daya keluaran. Penelitian ini sangat penting untuk dilaksanakan dikarenakan hasil dari penelitian ini dapat menjadi referensi utama dalam pengembangan untuk optimalisasi dan peningkatan efektifitas penggunaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya sehingga dapat digunakan oleh seluruh kalangan masyarakat di Indonesia dan dunia. Selain itu, penelitian ini diharapkan akan membantu untuk pembuatan sistem pembuangan panas pada sel surya serta inovasi lainnya sehingga dapat memberikan efektifitas penggunaan sel surya sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Terbarukan di masa yang akan datang.

Rizqi Andika Prasetyo, dkk, Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan, Universitas Bumi Hijrah Tidore, 2021 “*Optimasi Daya Pada Panel Surya Dengan Solar Tracker System Dual Axis Menggunakan Metode Fuzzy Logic Controller*”. Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan. Salah satu energi alternatif yang hampir memenuhi kriteria karena aman bagi lingkungan adalah energi surya. Logika kabur pemetaan dilakukan pada matlab menggunakan sugeno fuzzy metode dengan sistem yang memiliki 4 input dan 2 output. Kusut logika adalah metode yang digunakan untuk pelacak surya untuk mengoptimalkan daya pada panel surya. Fungsi keanggotaan untuk LDR 1, Nilai LDR 2, LDR 3 dan LDR 4 Rendah (0-400), Sedang (100-900), dan Tinggi (600-1023), masing-masing. Perbandingan antara panel surya statis dan *solar tracker* solar sumbu ganda panel menghasilkan optimasi daya yang diperoleh sebesar 27,75%.

Berdasarkan jurnal-jurnal di atas, maka pada penelitian ini dilakukan perbandingan *solar tracker single axis* dan PLTS statis yang dilaksanakan pada geografis Kabupaten Pasaman Barat dan Kota Padang terhadap serapan energi yang dibedakan oleh letak geografisnya. Hal ini dimaksudkan agar kita mengetahui bagaimana dampak penyerapan energi matahari di daerah garis edar matahari (khatulistiwa) dan bukan sekitar wilayah khatulistiwa.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya Statis

Kondisi bumi semakin mengemaskan karena tercemarnya lingkungan dari efek rumah kaca (*greenhouse effect*) yang menyebabkan global warming, hujan

asam rusaknya lapisan ozon hingga hilangnya hutan tropis. Semua jenis polutan itu rata-rata akibat dari penggunaan bahan bakar fosil seperti minyak bumi, uranium, plutonium, batu bara dan lainnya yang tiada hentinya. Padahal kita tahu bahwa bahan bakar fosil tidak dapat diperbaharui, tidak seperti bahan bakar non fosil.

Dengan kondisi yang sudah sedemikian memperhatikan, gerakan hemat energy sudah merupakan keharusan di seluruh dunia. Salah satunya dengan menghemat bahan bakar dan menggunakan bahan bakar non-fosil yang dapat diperbaharui seperti tenaga angin, tenaga air, energy panas bumi, tenaga matahari, dan lainnya. Duniapun sudah mulai merubah tren produksi dan penggunaan bahan bakarnya, dari bahan bakar fosil beralih ke bahan bakar non-fosil, terutama tenaga surya yang tidak terbatas.

PLTS adalah salah satu pembangkit listrik yang sangat sederhana dan mudah dipasang dirumah, Sehingga PLTS merupakan salah satu sarana untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan listrik yang sangat ramah lingkungan. Mengingat Indonesia merupakan daerah tropis, maka sangatlah baik jika PLTS dikembangkan dengan sungguh-sungguh. Selain terdiri atas modul-modul sel surya, komponen lain dalam sistem PLTS adalah *Balance of System* (BOS) berupa inverter dan kontroller. PLTS sering dilengkapi dengan batere sebagai penyimpan daya, sehingga PLTS dapat tetap memasok daya listrik ketika tidak ada cahaya matahari.

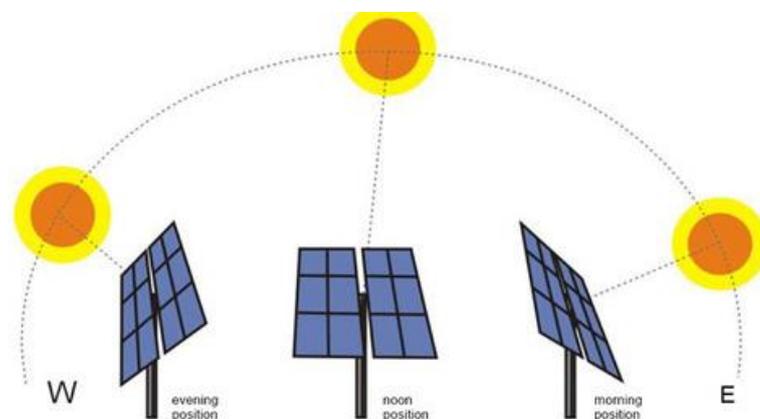
Pembangkitan energi listrik pada sel surya terjadi berdasarkan efek fotolistrik, atau disebut juga efek fotovoltaiik, yaitu efek yang terjadi akibat foton dengan panjang gelombang tertentu yang jika energinya lebih besar daripada energi ambang semikonduktor, maka akan diserap oleh elektron sehingga elektron berpindah dari pita valensi (N) menuju pita konduksi (P) dan meninggalkan *hole* pada pita valensi, selanjutnya dua buah muatan, yaitu pasangan elektron-*hole*, dibangkitkan. Aliran elektron-*hole* yang terjadi apabila dihubungkan ke beban listrik melalui penghantar akan menghasilkan arus listrik.

Dimana energi listrik tenaga surya ini dapat dimanfaatkan sebagai energi listrik alternatif yang dapat diaplikasikan perumahan, perkantoran, di institusi dan di industri. Dalam memanfaatkan energi surya ini Indonesia merupakan negara tropis yang berada di jalur khatulistiwa. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

dapat dirancang sesuai kebutuhan dari skala rumah tangga sampai dari skala besar dengan teknologi yang mudah diadopsi oleh masyarakat. Permasalahan yang ada sekarang ini adalah solar cell yang terpasang kebanyakan masih bersifat statis.

2.2.2 *Solar Tracker*

Solar cell yang terpasang kebanyakan bersifat statis atau ditempatkan melekat pada salah satu bagian bangunan yang memungkinkan menerima cahaya seperti pada atap rumah atau dinding bangunan. Hal ini mengakibatkan penyerapan energi matahari oleh solar cell optimal pada jam tertentu saja. Agar penyerapan energi matahari dapat diterima dari lebih optimal, maka dibutuhkan sistem yang selalu mengikuti arah matahari yang disebut solar tracking system. *Solar tracker* adalah alat penggerak solar cell yang dibuat secara otomatis bergerak pada sudut 0° - 180° dan sebaliknya. Dimana kerja penggerak tersebut dilakukan oleh motor dan sensor yang berfungsi untuk melacak penerimaan energi matahari oleh solar cell. Perancangan *solar tracker* yang dibuat merupakan prototype menggunakan sensor cahaya berupa DT Sense Light Sensor dan untuk modul yang mengeksekusi menggunakan system kerja Arduino. Sebuah sistem photovoltaic (PV) atau sistem tenaga surya adalah sistem energi yang dirancang untuk memasok tenaga surya yang dapat digunakan dengan cara distribusi. Komponen utama sistem PV adalah modul yang merupakan unit rakitan beberapa sel panel surya bertugas mengkonversi sinar matahari menjadi listrik. Modul Photovoltaic (PV) memiliki beberapa solar cell yang terhubung secara seri, Tiap sel umumnya menghasilkan tegangan 0.5 sampai 0.6 volt. Jika 32 sampai 34 buah sel terhubung secara seri, maka output yang dihasilkan kurang lebih 18 Volt.



Gambar 2.1 *solar tracker*

Sistem *solar tracker* ada beberapa jenis dan bisa diklasifikasikan berdasarkan beberapa kriteria. Tudorache & Kreindler, (2010) mengklasifikasikan *solar tracker* berdasarkan pada jumlah sumbu putaran. Pada klasifikasi ini, *solar tracker* dibedakan menjadi dua yaitu satu sumbu putaran dan dua sumbu putaran. Pada *solar tracker* satu sumbu putaran memiliki biaya produksi yang murah namun memiliki fungsi tracking yang terbatas dan tidak cocok bila diaplikasikan pada objek yang bergerak, sedangkan *solar tracker* dua sumbu putaran (*dual axis solar tracker*) memiliki biaya produksi yang mahal namun memiliki fungsi tracking yang lebih baik serta bisa diaplikasikan pada sebuah objek bergerak.

2.2.3 Dampak Serapan Energi PLTS Terhadap Letak Geografis

Letak geografis yang berbeda akan menimbulkan dampak yang berbeda terhadap lingkungannya. Dapat kita ketahui dalam penelitian ini kita akan membandingkan daerah garis edar matahari (khatulistiwa) dan bukan daerah garis edar matahari. Hal tersebut akan mempengaruhi system kerja panel surya. Kerja maksimum dan daya keluaran sel surya tidak hanya dipengaruhi oleh temperatur permukaan sel surya. Terdapat beberapa faktor lain yang dapat mempengaruhi daya keluaran sel surya. Faktor-faktor tersebut ada yang berpengaruh cukup besar dan ada juga yang kecil pengaruhnya. Faktor yang mempengaruhi kerja maksimum sel surya adalah sebagai berikut :

1. Radiasi Matahari

Apabila jumlah energi cahaya matahari yang diterima panel surya berkurang atau intensitas cahayanya melemah maka besar tegangan dan arus listrik yang dihasilkan juga akan menurun.

2. Kecepatan Angin Bertiup dan Keadaan Atmosfer Bumi

Kecepatan tiup angin disekitar lokasi panel surya dapat membantu mendinginkan permukaan temperatur kaca-kaca panel surya. Keadaan atmosfer bumi berawan, mendung, jenis partikel debu udara, asap, uap air udara, kabut dan polusi sangat menentukan hasil maksimum arus listrik dari panel surya

3. Sudut Panel Surya dan Arah Matahari

Arah dari panel surya ke arah matahari secara optimum adalah penting agar panel surya dapat menghasilkan energi maksimum. Selain arah orientasi, sudut kemiringan (*tilt angle*) dari panel surya juga sangat mempengaruhi hasil energi maksimum. Untuk lokasi yang terletak di belahan utara latitude, maka panel surya sebaiknya diorientasikan ke selatan, orientasi ke timur-barat walaupun juga dapat menghasilkan sejumlah energi dari panel surya, tetapi tidak akan mendapatkan energi matahari optimum.

2.3 Komponen Utama Perancangan *Solar Tracker* 120 WP

2.3.1 Panel Surya (*Photovoltaic*)

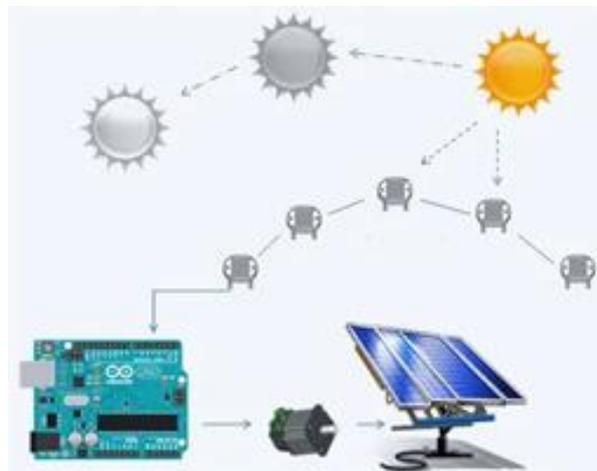
Panel surya terdiri dari susunan sel surya yang dihubungkan secara seri. Sel surya berfungsi mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Sel surya umumnya dibuat dari silikon yang merupakan bahan semikonduktor. Daya yang dihasilkan sebuah panel surya bergantung pada radiasi matahari yang diterima, luas permukaan panel dan suhu panel. Cara kerja panel surya diwakili oleh lapisan silikon tipe-n dan tipe-p yang digunakan untuk membentuk suatu medan listrik sehingga elektron bisa diolah 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 semikonduktor tipe-n, dan sebaliknya akan terjadi kutub negatif pada semikonduktor tipe-p. Akibat dari aliran elektron dan hole ini, terbentuklah medan listrik 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.



Gambar 2.2 Panel Surya

2.3.2 Sensor Photodiode

Sensor photodiode adalah sebuah komponen yang nilai resistansinya berubah karena adanya cahaya yang mengenai sensor tersebut. Dalam perancangan alat ini, terdapat 5 buah sensor photodiode yang terbagi menjadi 5 posisi dan masing-masing posisi akan diberi dinding pembatas. Hal ini bertujuan agar masing-masing sensor akan memberikan sinyal kepada microkontroler secara jelas dan akurat.



Gambar 2.3 Penerapan Sensor Photodiode Pada *Solar Tracker*

2.3.3 ESP32

ESP32 adalah salah satu keluarga mikrokontroler yang dikenalkan dan dikembangkan oleh Espressif System. ESP32 ini merupakan penerus dari

mikrokontroler ESP8266. Mikrokontroler satu ini compatible dengan Arduino IDE. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul WiFi dan ditambah dengan BLE (*Bluetooth Low Energy*) dalam chip sehingga sangat mendukung dan dapat menjadi pilihan bagus untuk membuat sistem aplikasi *Internet of Things*.



Gambar 2.4 ESP32

2.3.4 Motor DC / Aktuator Parabola

Motor DC merupakan actuator dari system pengendalian *solar tracker* yang akan menggerakkan photovoltaic sesuai dengan arah matahari. Penjejak matahari memanfaatkan polaritas dari motor DC. Dimana, apabila menginginkan polaritas kekanan, maka diberikan tegangan positif, sedangkan apabila menginginkan polaritas kekiri, maka diberikan tegangan negative atau sebaliknya.



Gambar 2.5 Motor DC

2.3.5 PZEM-017 DC

PZEM-017 adalah modul sensor dilengkapi dengan protokol komunikasi Modbus digunakan untuk mengukur keluaran DC seperti tegangan, arus, daya aktif, dan energi (KWh) yang dapat dihubungkan melalui kabel atau platform opensource lainnya. Modul PZEM017 dibundel dengan shunt resistor berfungsi membuat jalur resistansi atau hambatan lebih rendah pada suatu aliran arus tinggi pada sirikuit elektronika, penggunaan shunt resistor ada beberapa jenis antaranya 50A, 100A, 200A, 300A dan pada penelitian ini menggunakan shunt

resistor 100A. Selain itu modul PZEM-17 tidak dilengkapi dengan fungsi tampilan pada alat tersebut.

Data dari alat ini dibaca melalui antarmuka Serial RS-485 adalah keluaran pasif, perlu terhubung eksternal catu daya 5V dan catu daya eksternal 100mA, yang berarti ketika berkomunikasi keempat port dari modul ini harus terhubung (5V, RX, TX, GND) jika tidak, maka modul ini tidak dapat berkomunikasi.



Gambar 2.6 PZEM-017 DC

2.3.6 Solar Charge Controller (SCC)

Solar Charge Controller (SCC) atau Pengontrol Pengisian Daya Surya adalah komponen penting dalam setiap instalasi tenaga surya. Meskipun *Solar Charge Controller* (SCC) bukan hal pertama yang dipikirkan ketika berbicara tentang penggunaan tenaga surya, charge controller memastikan sistem tenaga surya berjalan secara efisien dan aman untuk bertahun-tahun kedepan. Ada banyak variabel yang berubah yang memengaruhi seberapa banyak daya yang dihasilkan, seperti tingkat sinar matahari, suhu, dan status pengisian baterai. *Charge controller* memastikan baterai Anda disuplai dengan tingkat daya yang stabil dan optimal.

Pengontrol pengisian daya surya atau *Solar Charge Controller* (SCC) salah satu fungsinya mencegah pengisian energi baterai yang berlebihan dengan membatasi jumlah dan laju pengisian daya ke baterai. *Solar Charge Controller* (SCC) juga mencegah pengurasan baterai dengan mematikan sistem jika daya yang tersimpan turun di bawah kapasitas 50 persen dan mengisi baterai pada level voltase yang benar. Ini membantu menjaga baterai lebih awet dan sehat.

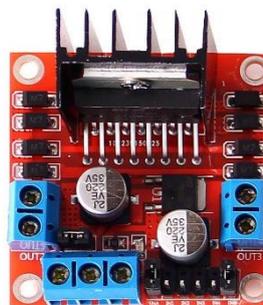


Gambar 2.7 Solar Charge Controller (SCC)

2.3.7 MOTOR DRIVER L298N

Modul Driver Motor L298N ini adalah sebuah H-Bridge Dual Motor Controller 2A yang memungkinkan kita untuk mengatur arah putaran maupun kecepatan dari satu atau dua motor DC. Selain itu, dengan modul driver motor ini kita juga dapat mengontrol sebuah motor stepper bipolar dengan mudah.

Modul *driver* motor ini dapat digunakan untuk motor dengan rentang tegangan DC antara 5 Volt - 35 Volt. Pada modul ini terdapat regulator 5V sehingga jika membutuhkan sumber tegangan 5V kita bisa mendapatkannya dari *board* ini.



Gambar 2.8 Motor Driver L298N

2.3.8 Modul Step Down LM2596

Modul Step Down LM2596 adalah modul penurun tegangan yang outputnya dapat diatur melalui multiturn potensiometer. Keunggulan modul *step down* LM2596 adalah besar tegangan output tidak berubah (stabil) walaupun tegangan input naik turun. Modul *step down* atau penurun tegangan DC LM2596 ini akan menyelesaikan masalah perbedaan tegangan yang dibutuhkan dengan yang tersedia. Seringkali dalam pembuatan rangkaian elektronika atau modul-

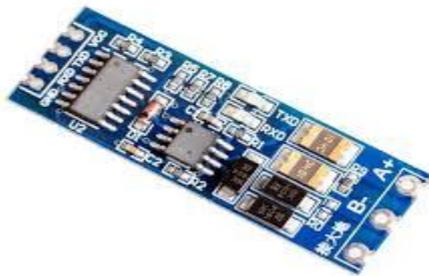
modul mikrokontroler terdapat perbedaan tegangan kerja antar modul sehingga memerlukan sebuah modul regulator untuk menyesuaikan tegangan.



Gambar 2.9 Modul Step Down LM2596

2.3.9 RS-485

RS-485 adalah protokol komunikasi serial asinkron yang tidak memerlukan pulsa clock. Komunikasi ini menggunakan teknik yang disebut sinyal diferensial untuk mentransfer data biner dari satu perangkat ke perangkat lainnya.



Gambar 2.10 RS-485

2.4 Hipotesis

Berdasarkan latar belakang dan beberapa landasan teori mengenai pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dan perancangan *solar tracker* untuk membandingkan serapan energi matahari pada PLTS statis di daerah garis edar matahari (khatulistiwa) dan yang bukan daerah garis edar matahari. Terjadi selisih daya keluaran ketika perbandingan panel surya dilakukan dengan geografis yang berbeda. Temperature yang lebih dominan akan menyebabkan penurunan daya serapan dari panel surya.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan Penelitian

Penerapan panel surya statis masih terlihat lebih dominan dibandingkan *solar tracker*. hal ini dikarenakan perancangan solar statis lebih sederhana. Akan tetapi bagaimana kita membandingkan penerapan panel surya dengan perbedaan geografis. Kita akan mendapatkan sebuah hasil keluaran yang pasti berbeda. Karena salah satu pengaruh penyerapan energi panel surya adalah pengaruh suhu. Agar terdapat perbedaan kita akan melakukan perbandingan terhadap daerah khatulistiwa atau garis edar matahari dan yang bukan garis edar matahari. Dalam perancangan suatu alat dapat dibuat suatu konsep agar lebih terlihat alur dari perancangan tersebut, ada beberapa perancangan yang harus dilakukan antara lain:

1. Perancangan kontruksi

Pada perancangan ini menggunakan besi dan triplek sebagai bahan utama untuk membuat kontruksi.

2. Rancangan perangkat keras (*hardware*)

Antara lain komponen yang akan di gunakan, seperti:

- Solar Cell, sebagai komponen utama.
- Esp-32, sebagai kebutuhan untuk memprogram.
- Sensor photodiode, Pzem-017, Motor Driver, serta beberapa perangkat pendukung lainnya.

3. Rancangan perangkat keras (*software*)

- Sistem Operasi Windows 10
- Arduino IDE Software

3.1.1 Alat Penelitian

Agar penelitian yang dilakukan tercapai sesuai dengan tujuan, dibutuhkan beberapa alat pendukung untuk penelitian, yaitu:

1. Laptop

Laptop adalah sebuah komputer portable yang bisa dibawa kemana saja. Pada penelitian ini laptop yang digunakan berfungsi sebagai media utama

dalam pembuatan laporan dan pengambilan data. Tipe laptop yang digunakan pada penelitian ini adalah Asus ROG GL503GE dengan spesifikasi sebagai berikut:

Operating System	: Windows 11 Pro 64-bit
Language	: English (Regional Setting: English)
System Model	: Strix 15 GL503GE
Processor	: Intel(R) Core (TM)i7-8750H, CPU 2.20GHz (12 CPUs), 2.2GHz
Memory	: 8192MB RAM

2. Multimeter

Multimeter merupakan alat untuk mendeteksi secara dini kondisi yang terjadi pada komponen listrik barang-barang elektronik ataupun aliran listrik di rumah. Hal ini untuk mendeteksi apakah terjadi kerusakan atau gangguan sehingga menghindari kemungkinan timbulnya kebakaran atau konsleting listrik.

3. Set Solder

Solder berfungsi untuk menyambungkan sebuah komponen pada peralatan elektronik. Solder merupakan jenis alat pemanas yang berguna untuk melelehkan timah sehingga nantinya akan mudah menempel pada komponen elektronika.

4. Perkakas (Bor, Grenda, Tang Potong, Mesin Las Dan lain-lain)

Perkakas sebagai alat bantu untuk mengerjakan sesuatu.

3.1.2 Bahan Penelitian

Agar penelitian yang dilakukan sesuai dengan tujuan, dibutuhkan beberapa bahan pendukung untuk penelitian, yaitu:

1. Panel Surya 120 WP

Panel surya adalah kumpulan sel surya yang ditata sedemikian rupa agar efektif dalam menyerap sinar matahari. Sedangkan yang bertugas menyerap sinar matahari adalah sel surya. Sel surya sendiri terdiri dari berbagai komponen *photovoltaic* atau komponen yang dapat mengubah cahaya menjadi listrik. Umumnya sel surya terdiri dari lapisan silikon

yang bersifat semikonduktor, metal, anti reflektif, dan strip konduktor metal.



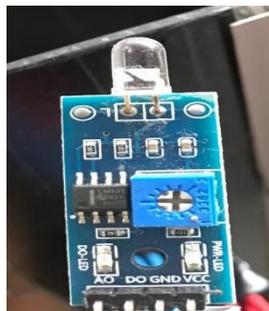
Gambar 3.1 Panel Surya 120 WP

Tabel 3.1 Spesifikasi Panel Surya 120WP

Maximum Power (P_{max})	120W
Maximum Power Current (I_{mp})	5.62A
Maximum Power Voltage (V_{mp})	17.8V
Open Circuit Voltage (V_{oc})	21.8V
Short Circuit Current (I_{sc})	6.05A

2. Sensor Photodiode

Photodiode adalah komponen elektronik dari keluarga dioda yang dapat digunakan untuk mendeteksi cahaya. Photodiode dapat mengubah cahaya menjadi arus listrik. Dalam keadaan gelap (intensitas cahaya rendah) resistansi photodiode menjadi sangat besar sehingga tidak ada arus yang mengalir, sebaliknya semakin banyak cahaya yang jatuh (intensitas cahaya tinggi) mengenai maka arus yang mengalir akan sangat besar.

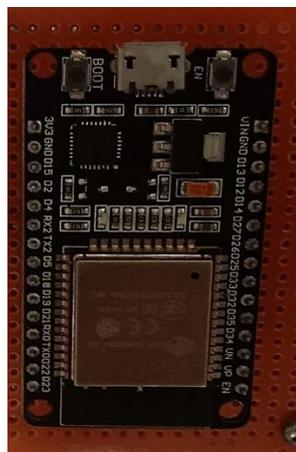


Gambar 3.2 Sensor Photodiode

3. Node MCU ESP-32

Node MCU ESP32 adalah mikrokontroler yang dikenalkan oleh *Espressif System* dan merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul WiFi dan Bluetooth dalam chip sehingga sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi *Internet of Things*. Berikut ini daftar beberapa spesifikasi penting dari ESP32.

- Single or Dual-Core 32-bit LX6 Microprocessor with clock frequency up to 240 MHz.
- 520 KB of SRAM, 448 KB of ROM and 16 KB of RTC SRAM.
- Supports 802.11 b/g/n Wi-Fi connectivity with speeds up to 150 Mbps.
- Support for both Classic Bluetooth v4.2 and BLE specifications.
- 34 Programmable GPIOs.
- Up to 18 channels of 12-bit SAR ADC and 2 channels of 8-bit DAC
- Serial Connectivity include 4 x SPI, 2 x I²C, 2 x I²S, 3 x UART.
- Ethernet MAC for physical LAN Communication (requires external PHY).
- 1 Host controller for SD/SDIO/MMC and 1 Slave controller for SDIO/SPI.
- Motor PWM and up to 16-channels of LED PWM.
- Secure Boot and Flash Encryption.
- Cryptographic Hardware Acceleration for AES, Hash (SHA-2), RSA, ECC and RNG.



Gambar 3.3 Node MCU ESP-32

4. Motor DC/ Aktuator

Aktuator merupakan sebuah peralatan mekanis yang dapat digunakan untuk mengubah tenaga listrik maupun fluida menjadi kuantitas lain seperti kecepatan dan perangkat elektromagnetik sehingga mampu menghasilkan energi kinetik. Aktuator diaktifkan oleh lengan mekanik, digerakkan oleh motor listrik dan dikendalikan oleh pengontrol otomatis yang telah diprogram di antara mikrokontroler. Aktuator dapat melakukan hal-hal tertentu setelah menerima perintah dari controller yang bertugas, jika cahaya terdeteksi, sensor memberikan informasi kepada pengontrol kemudian aktuator bergerak ke arah sumber cahaya.



Gambar 3.4 Motor DC/Aktuator

Tabel 3.2 Spesifikasi Panel Motor DC/Aktuator

Stroke	100mm
Drive Voltage	12V
Speed	20 mm/s
Maximum Thrust	80KG / 800N
Tipe Duty	10%

5. Pzem-017 DC

Modul komunikasi DC PZEM-017, digunakan untuk mengukur tegangan DC, arus, daya aktif, frekuensi dan konsumsi energi, modul tanpa fungsi tampilan, data dibaca melalui antarmuka RS-485.

Tabel 3.3 Spesifikasi Pzem-017

Nomor Model	PZEM-017
Jenis	PZEM-017 Modul + 50A Shunt + RS485 Kabel USB/Hanya PZEM-017
Tegangan kerja	0.05 ~ 300VDC
Tegangan uji	0.05 ~ 300VDC
Nilai daya	0, 02A-300A/0.2-90kW
Akurasi pengukuran	1.0 kelas
Bahan cangkang	Nilon diperkuat
Dimensi	90x60, 5x2 3mm/0,4



Gambar 3.5 Pzem-017 DC

6. RS-485

RS485 adalah teknik komunikasi data serial yang dikembangkan di tahun 1983 dimana dengan teknik ini, komunikasi data dapat dilakukan pada jarak yang cukup jauh yaitu 1,2 Km. Komunikasi RS485 selain dapat digunakan untuk komunikasi *multidrop* yaitu berhubungan secara *one to many* dengan jarak yang jauh teknik ini juga dapat digunakan untuk menghubungkan 32 unit beban sekaligus hanya dengan menggunakan dua buah kabel saja tanpa memerlukan referensi ground yang sama antara unit yang satu dengan unit lainnya. Bus RS485 adalah mode transmisi *balanced differential*. Bus ini hanya mempunyai dua sinyal, A dan B dengan perbedaan tegangan antara keduanya. Karena *line A*

sebagai *referensi* terhadap B maka sinyal akan *high* bila mendapat input *low* demikian pula sebaliknya. Pada komunikasi RS485, semua peralatan elektronik berada pada posisi penerima hingga salah satu memerlukan untuk mengirimkan data, maka peralatan tersebut akan berpindah ke mode pengirim, mengirimkan data dan kembali ke mode penerima.



Gambar 3.6 RS-485

7. Solar Charge Controller (SCC)

Solar Charge Controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke battery dan diambil dari baterai ke beban. Solar charge controller mengatur overcharging dan kelebihan voltase dari panel surya / solar cell. Kelebihan voltase dan pengisian akan mengurangi umur baterai. Solar charge controller menerapkan teknologi Pulse width modulation (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban. Panel surya / solar cell 120 WP umumnya memiliki tegangan output sampai dengan 23 Volt. Jadi tanpa solar charge controller, battery akan rusak oleh over-charging dan ketidakstabilan tegangan.

Tabel 3.4 Spesifikasi Solar Charge Controller (SCC)

Nomor Model	W88-A
Rated Voltage	12V/24V
Rated Current	10A
Max. PV Voltage	50V
Max. PV Input Power	130W(12V)260W(24V)



Gambar 3.7 Solar Charge Controller (SCC)

8. Modul Step Dwon LM2596

Modul step down atau penurun tegangan DC LM2596 ini akan menyelesaikan masalah perbedaan tegangan yang dibutuhkan dengan yang tersedia. Seringkali dalam pembuatan rangkaian elektronika atau modul-modul mikrokontroler terdapat perbedaan tegangan kerja antar modul sehingga memerlukan sebuah modul regulator untuk menyesuaikan tegangan. Modul ini membantu anda untuk menurunkan tegangan ke tegangan yang lebih rendah.

Tabel 3.5 Spesifikasi Modul Step Dwon LM2596

Nomor Model	Modul Step Dwon LM2596
Input voltage	DC 3V - 40V
Output voltage	DC 1.5V - 35V
Arus max	3A
Ukuran board	42 mm x 20 mm x 14 mm



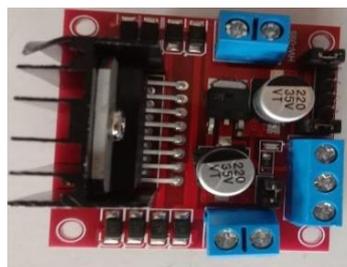
Gambar 3.8 Modul Step Dwon LM2596

9. Modul Driver Motor L298N

Driver motor L298N merupakan module driver motor DC yang paling banyak digunakan atau dipakai di dunia elektronika yang difungsikan untuk mengontrol kecepatan serta arah perputaran motor DC. IC L298 merupakan sebuah IC tipe H-bridge yang mampu mengendalikan beban induktif seperti relay, solenoid, motor DC dan motor stepper. Pada IC L298 terdiri dari transistor-transistor logik (TTL) dengan gerbang NAND yang berfungsi untuk memudahkan dalam menentukan arah putaran suatu motor dc maupun motor stepper. Adapun untuk spesifikasi dari driver motor L298N dapat dijabarkan seperti berikut:

Tabel 3.6 Spesifikasi Motor Driver L298N

Nomor Model	L298N
Tegangan minimal	5V-35V
Tegangan operasional	5V
Arus maksimal	2A
Daya maksimal	25W
Dimensi modul	43 x 43 x 26mm



Gambar 3.9 Modul Driver Motor L298N

3.2 Software Pendukung

Arduino IDE (Integrate Development Enviroment) ialah software yang dipakai untuk membuat, mengedit suatu kode program, memverifikasi, dan mengunggah kode program ke arduino. Arduino IDE terdiri dari teks editor untuk membuat, dan mengedit code program, area pesan, console teks, dan tool bar serta tombol-tombol dengan fungsi umum. Program yang dibuat menggunakan software Arduino

IDE dinamai sketch ditulis dalam teks editor dan disimpan dalam bentuk ekstensi .ino.

Software pendukung yang digunakan di dalam perancangan ini adalah software Arduino versi 1.8.12 berikut tampilan dari Arduino versi 1.8.12.



Gambar 3.10 Tampilan Software Arduino IDE

3.3 Konsep Perancangan Hardware dan Software

Perancangan *solar tracker* untuk membandingkan serapan energy matahari pada PLTS statis dengan perbedaan letak geografis meliputi:

1. Perancangan Hardware

Pada perancangan Hardware meliputi perancangan sebagai berikut:

- a. Menentukan spesifikasi motor yang akan digunakan.
- b. Menentukan spesifikasi motor driver yang akan digunakan.
- c. Menentukan spesifikasi sensor yang akan digunakan.

2. Perancangan Software

Perancangan software meliputi:

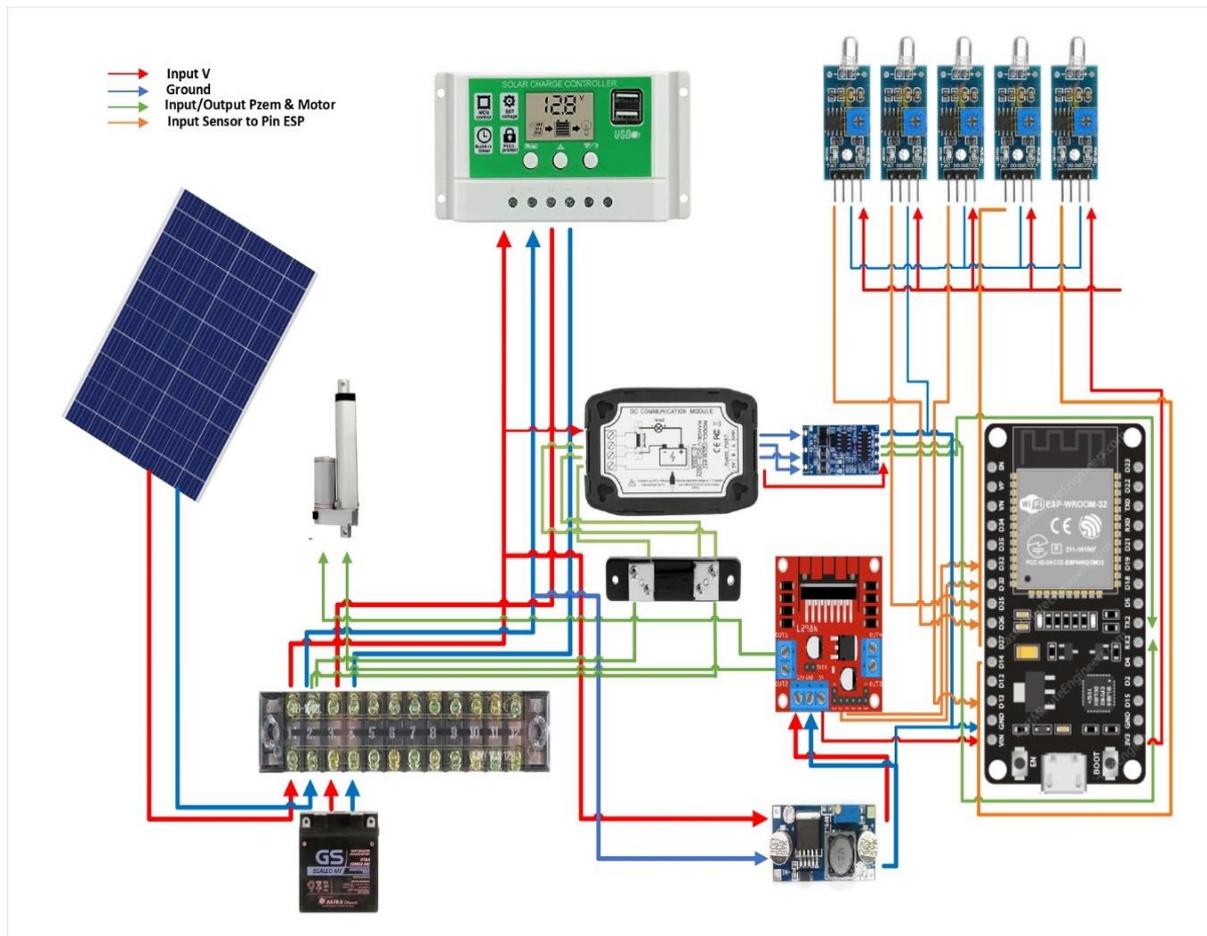
- a. Menentukan sistem control yang akan digunakan.
- b. Menentukan program software yang akan digunakan.
- c. Merancang lisning program pada software yang digunakan.

3. Perancangan Kontruksi

Perancangan kontruksi meliputi:

- Perancangan bentuk kontuksi single axis
- Perancangan tinggi single axis
- Perancangan kemiringan single axis

3.4 Perancangan Sistem Keseluruhan



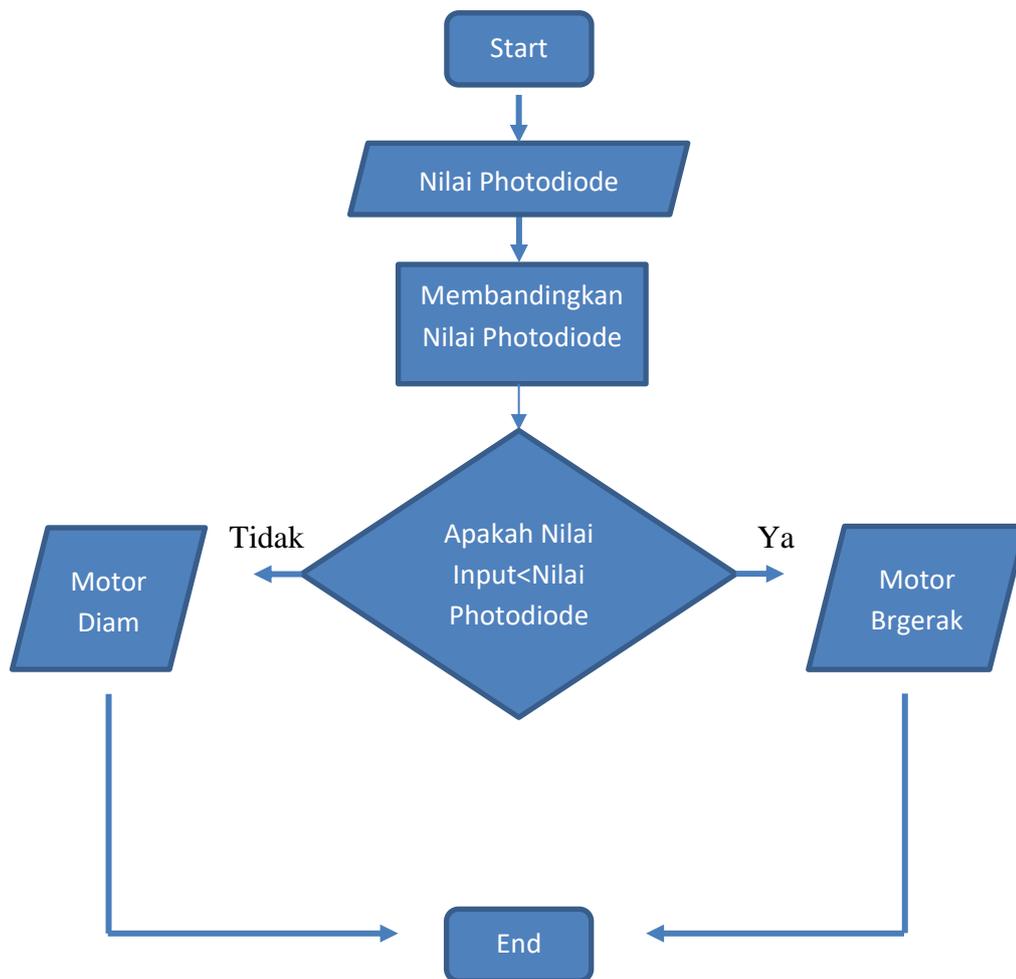
Gambar 3.11 Perancangan Sistem Keseluruhan

3.5 Perancangan Software



Gambar 3.12 Blok Diagram Perancangan Software

Pada perancangan software dalam pembuatan *solar tracker*, sensor photodiode akan mengatur jalannya motor, dimana ESP32 akan membaca nilai dari photodiode tersebut. Dan pada penerapan sensor pzem DC, ESP32 akan mengirimkan hasil yang telah didapat sensor pzem DC dalam penerapan menggunakan panel surya ke monitor (laptop) sehingga kita dapat memantau keberlangsungan pengambilan data terhadap tegangan dan arus yang dihasilkan panel surya. Berikut flowchart dari perancangan software:



Gambar 3.13 Flowchart Kontrol Motor

Untuk control motor, hanya berfokus pada penentuan perbandingan nilai dari sensor photodiode. Nilai tahanan yang menjadi acuan dari perbandingannya. Nilai awal tahanan photodiode adalah 4925 yang dapat dilihat pada serial monitor.

3.6 Perancangan Program Arduino IDE

3.6.1 Program Arduino Tracking Motor

```
#define m1 32

#define m2 33

int ldr[5] = { 26, 25, 13, 27, 14 };

int sensor[5];

int point;

int minvalue = 6000;

void setup() {

    Serial.begin(9600);

    for (int i = 0; i < 5; i++) {

        pinMode(ldr[i], INPUT);

    }

    pinMode(m1, OUTPUT);

    pinMode(m2, OUTPUT);

}

void loop() {

    for (int i = 0; i < 5; i++) {

        sensor[i] = analogRead(ldr[i]);

    }

    for (int i = 0; i < 5; i++) {

        Serial.print(sensor[i]);
```

```
    Serial.print(" ");  
}  
  
point = getmin(sensor, 5);  
  
motor();  
  
Serial.println(point);  
  
delay(1000);  
}  
  
void motor() {  
    if (point == 2) {  
        digitalWrite(m1, LOW);  
        digitalWrite(m2, LOW);  
        Serial.println("STOP");  
    } else if (point > 2) {  
        digitalWrite(m1, LOW);  
        digitalWrite(m2, HIGH);  
        Serial.println("NAIK");  
    } else if (point < 2) {  
        digitalWrite(m1, HIGH);  
        digitalWrite(m2, LOW);  
        Serial.println("TURUN");  
    }  
}
```

```
int getmin(int* array, int size) {  
  
    int minindex = 0;  
  
    int minimum = array[minindex];  
  
    for (int i = 0; i < size; i++) {  
  
        if (array[i] < minimum) {  
  
            minimum = array[i];  
  
            minindex = i;  
  
        }  
  
    }  
  
    return minindex;  
  
}
```

3.6.2 Program Arduino Monitoring Solar Cell

```
// Replace with your network credentials  
  
const char* ssid = "AWABSYAH 8236";  
  
const char* password = "12345678";  
  
AsyncWebServer server(80);  
  
ModbusMaster sensor;  
  
short datainput1[8];  
  
float tegangan = 0.0;  
  
float arus = 0.0;  
  
uint8_t Slave_ID = 1; //Slave ID of the Sensor  
  
void setup() {
```

```
Serial.begin(115200);

Serial2.begin(9600, SERIAL_8N2);

sensor.begin(Serial2);

// Initialize SPIFFS

if (!SPIFFS.begin()) {

    Serial.println("An Error has occurred while mounting SPIFFS");

    return;

}

// Connect to Wi-Fi

WiFi.begin(ssid, password);

while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {

    delay(1000);

    Serial.println("Connecting to WiFi..");

}

// Print ESP32 Local IP Address

Serial.println(WiFi.localIP());

// Route for root / web page

server.on("/", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest * request) {

    request->send(SPIFFS, "/index.html");

});

server.on("/temperature", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest *
```

```
    request->send_P(200, "text/plain", String(tegangan).c_str());

});

server.on("/humidity", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest *
request) {

    request->send_P(200, "text/plain", String(arus).c_str());

});

// Start server

server.begin();

}

void loop() {

    tegangan = sensor.Read_Input(Slave_ID, 0, 1);

    tegangan = tegangan / 100.0;

    delay(100);

    arus = sensor.Read_Input(Slave_ID, 1, 1);

    arus = arus / 100.0;

    Serial.print("Tegangan : ");

    Serial.print(String(tegangan));

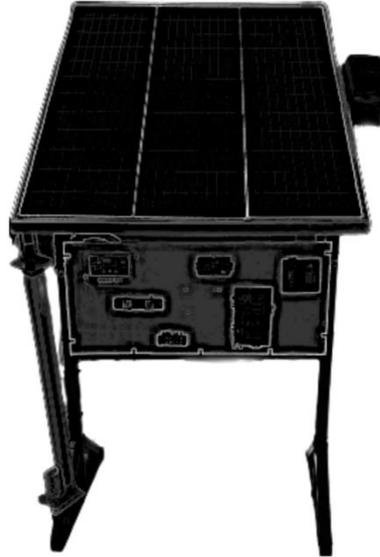
    Serial.print(" Arus : ");

    Serial.println(arus);

    delay(1000);

}
```

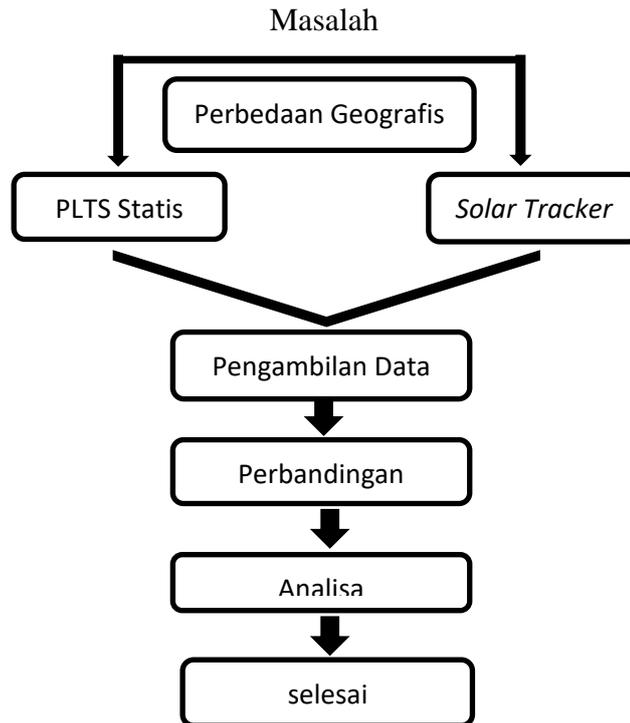
3.7 Rancangan Konstruksi



Gambar 3.14 Kontruksi dari *Single Axis Solar Tracker* 120 WP.

3.8 Alur Penelitian

Dalam penelitian ini penulis melakukan perbandingan daya yang akan dihasilkan *solar tracker* dan PLTS statis serta perbandingan keduanya terhadap geografis yang berbeda. Penulis memilih daerah garis edar matahari (khatulistiwa) yang berada di kabupaten Pasaman Barat, koordinat Latitude $-0,000224^{\circ}$ dan Longitude $99,83539^{\circ}$ dan kota Padang, koordinat Latitude $-0,908338^{\circ}$ dan Longitude $100,364808^{\circ}$. Ini akan memberikan dampak yang berbeda terhadap serapan energi panel surya, sebab penyerapan energi dari panel surya itu sendiri dipengaruhi beberapa factor, dan salah satunya adalah suhu pada panel surya tersebut. Adapun alur dari penelitian ini dapat kita lihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.15 Alur Penelitian

Panel surya bekerja disebabkan adanya pengaruh dari sinar radiasi matahari sehingga panel surya bisa menyerap energi dari matahari. Penulis akan melakukan pengambilan data yang ditujukan untuk mendapat perbedaan keluaran daya dari masing-masing panel surya. Dari sini kita dapat mengetahui mana system yang lebih baik digunakan dan di daerah mana panel surya dapat secara maksimal melakukan penyerapan energi matahari, serta pengaruh beberapa factor tadi terhadap panel surya dengan perbandingan grafik yang akan ditampilkan. Analisa akan dilakukan agar kita dapat memanfaatkan energi yang berlimpah ini dengan penerapan PLTS yang lebih menguntungkan.

3.9 Deskripsi Penelitian dan Analisis

Metode single axis pada *solar tracker* dengan harapan bisa mendapatkan serapan energi matahari lebih dari PLTS statis. Motor DC berperan penting dalam pengontrolan *solar tracker*. Untuk monitoring arus, tegangan, daya, dan posisi panel surya akan dilakukan di laptop, tidak secara langsung melihat ke tempat panel berada, hal ini dikarenakan monitoring dilakukan berbasis IOT (*Internet Of*

Things). Untuk perbandingannya penulis juga menambahkan faktor geografis sebagai dampak yang akan mempengaruhi serapan energi dari panel surya. PLTS statis hanya menggunakan ESP32 sebagai input data ke laptop dengan system IOT melalui sensor pzem DC yang digunakan untuk memberikan informasi tegangan, arus, daya, serta frekuensi dari PLTS statis dan *solar tracker*. Sedangkan untuk *solar tracker* menambahkan fungsi dari photodiode sebagai indikator kemana motor akan bergerak sesuai dengan sudut yang telah diprogram kedalam ESP32, dengan acuan, nilai photodiode terendah. Motor DC (actuator parabola) mendapatkan tegangan dari power supply melalui driver motor, agar pengontrolan motor bisa lebih efisien.

3.10 Rumus yang digunakan

Rumus yang digunakan di penelitian Perancangan *Solar Tracker* Untuk Membandingkan Serapan Energi Matahari pada PLTS Statis dengan Perbedaan Letak Geografis yaitu:

1. Rumus Daya Listrik DC (Watt)

$$P = V \times I \quad (3.1)$$

2. Rumus rata-rata daya (Watt)

$$Prata - rata = \frac{Jumlah\ Daya\ Dalam\ 2\ Hari}{2} \quad (3.2)$$

3. Rumus Energi Listrik (Watt hour)

$$E = P . t \quad (3.3)$$

Pada penelitian ini kita akan membandingkan serapan energi PLTS *solar tracker* dan PLTS statis yang akan ditampilkan dalam bentuk kurva, dimana kita akan melihat perbandingan dari arus, tegangan, dan daya yang dihasilkan oleh masing-masing PLTS dengan mengambil data tersebut setiap 15 menit. Data yang diambil akan dibandingkan juga dengan serapan energi yang dideteksi oleh sensor Pzem DC di kedua PLTS melalui monitoring realtime berbasis IOT.

Diterapkannya PLTS *tracker* dengan dasar mengetahui posisi ketinggian matahari yang tepat akan dapat memperoleh jumlah radiasi maksimal terhadap panel surya.

Orbit bumi terhadap matahari membentuk bidang elips dalam sekali revolusi bernilai 365,25 hari. Sebenarnya tingkat elips orbit bumi kecil dan bisa dikatakan hampir mendekati bentuk bulat melingkar. Titik terdekat yang antara bumi dan matahari terjadi pada tanggal 2 Januari dengan nilai terdekat 147 juta kilometer. Disisi lainnya titik terjauh terjadi pada tanggal 3 juli dimana jarak saat itu sekitar 152 juta kilomter terhadap matahari. Variasi nilai ini sebagaimana dijelaskan oleh persamaan:

4. Rumus Sudut Deklinasi

$$\delta = 23,45^\circ \sin \left[\frac{360}{365} (N - 81) \right] \quad (3.4)$$

Dimana N merupakan jumlah hari yang dimulai tanggal 1 Januari dan tanggal 31 Desember menjadi hari yang ke 365. Maka karena penelitian dilakukan pada tanggal 18 dan 19 januari, maka nilai sudut deklinasi masing-masingnya $-20,706^\circ$ dan $-20,495^\circ$. Dapat dilihat hasil perhitungan sudut deklinasi kemiringan matahari berada disisi selatan bumi. Jika nilai sudut deklinasi menjadi plus maka kemiringan matahari berada disisi utara bumi.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

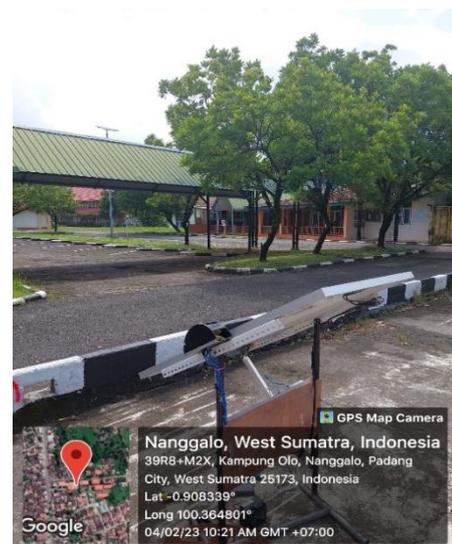
Pada bab ini akan dibahas mengenai hasil dari penelitian yang sudah dilakukan, yaitu kinerja alat single axis pada PLTS *Tracker* menggunakan Arduino IDE. Pengujian ini dibagi menjadi 3 bagian antara lain:

1. Pengujian Hardware
2. Pengujian Software
3. Pengujian Keseluruhan

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa semua peralatan dan perangkat lunak yang digunakan sesuai dengan rancangan serta pengambilan data dilakukan di 2 tempat yang berbeda untuk mengetahui nilai tegangan dan arus selama 2 hari dari tanggal 18 sampai 19 Januari 2023 di Kabupaten Pasaman Barat, koordinat Latitude $-0,000224^{\circ}$ dan Longitude $99,83539^{\circ}$ dan Kota Padang, koordinat Latitude $-0,908338^{\circ}$ dan Longitude $100,364808^{\circ}$. Panel surya diberi kemiringan 20° menghadap matahari ke selatan untuk Kota Padang dan 5° untuk kabupaten Pasaman Barat. Lokasi pengambilan data di Kota Padang dan Kabupaten Pasaman Barat dapat dilihat pada gambar 4.1.



(a) Lokasi Kabupaten Pasaman Barat



(b) Lokasi Kota Padang

Gambar 4.1 Pengambilan Titik Koordinat

Bagian perhitungan berisi informasi perhitungan tentang rata-rata tegangan, arus dan daya yang dihasilkan oleh PLTS *Tracker* dan PLTS Statis serta perbandingannya terhadap pengaruh geografis. Bagian analisis menjelaskan hasil analisis data yang diperoleh pada bagian perhitungan.

4.1 Pengujian Alat

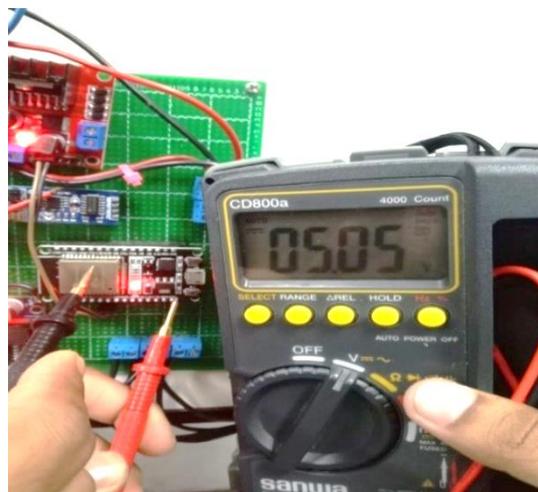
Tahap pengujian alat ini dibagi menjadi tiga bagian yaitu pengujian terhadap ESP 32, motor driver L298N, sensor photodiode dan sensor Pzem-017. Pengujian perangkat lunak yaitu pengujian terhadap program pada Arduino IDE dan upload data pada internet sebagai bentuk IOT pada monitoring PLTS *Tracker* dan PLTS Statis di Kota Padang dan Kabupaten Pasaman Barat.

4.1.1 Pengujian Perangkat Keras (Hardware)

Pengujian hardware ditujukan sebagai kelayakan komponen yang digunakan untuk penelitian PLTS *Tracker* dan PLTS Statis, yang dapat kita lihat sebagai berikut:

1. Pengujian ESP-32

Pengujian ESP 32 dengan melihat tegangan yang sampai pada tiap-tiap pin, dimana nilai tegangan yang sampai adalah sebesar 5v, kecuali pada pin 3,3v yang terdapat pada ESP32.



Gambar 4.2 Pengujian ESP-32

Tabel 4.1 Pengujian Tegangan tiap-tiap pin ESP 32

Pin	Tegangan (Volt)	Tegangan Terukur (Volt)	Pin	Tegangan (Volt)	Tegangan Terukur (Volt)
GPIO 34	5V	5,05V	GPIO 22	5V	5,05V
GPIO 35	5V	5,05V	GPIO 23	5V	5,05V
GPIO 36	5V	5,05V	GPIO 13	5V	5,05V
GPIO 39	5V	5,05V	GPIO 25	5V	5,05V
GPIO 14	5V	5,05V	GPIO 26	5V	5,05V
GPIO 16	5V	5,05V	GPIO 27	5V	5,05V
GPIO 17	5V	5,05V	GPIO 32	5V	5,05V
GPIO 18	5V	5,05V	GPIO 33	5V	5,05V
GPIO 19	5V	5,05V	V _{in}	5V	5,05V
GPIO 21	5V	5,05V	3,3v	3,3V	3,3V

2. Pengujian Motor Driver.

Pengujian driver motor, cukup mengetahui keluaran tegangan pada pin m1 dan m2 yaitu sebesar 12V, dimana supply tegangan yang diberikan oleh aki. Pada pengujian menggunakan multitester tegangan sebesar 12,12V. Untuk pengujiannya dapat kita lihat pada gambar 4.3.

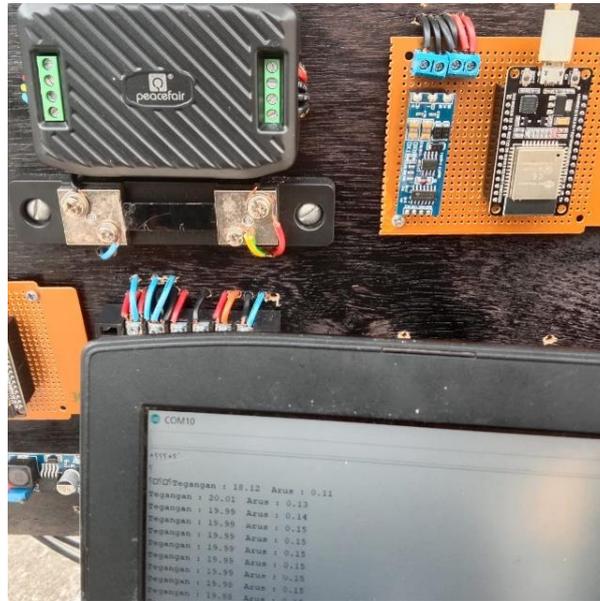


Gambar 4.3 Pengujian Motor Driver

3. Pengujian Pzem-017 DC

Pengujian Pzem-017 dengan melihat keluaran Pzem yang telah diberikan tegangan dan dihubungkan ke shunt pada serial monitor di PC/Laptop melalui aplikasi Arduino IDE. Dalam pengecekan ini kita harus menambah komponen rs485, sebab sensor Pzem-017 memiliki keluaran yang harus

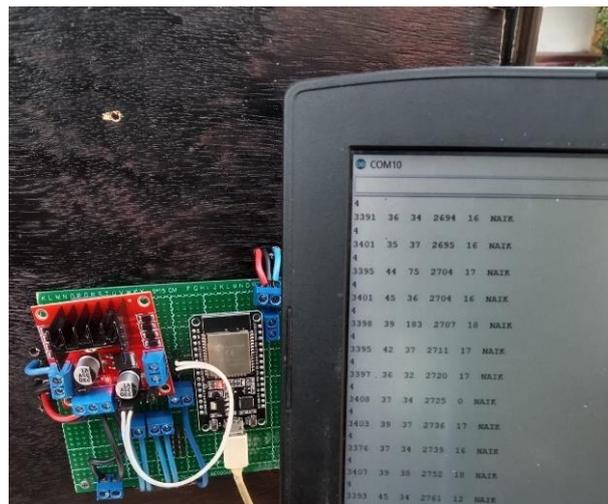
dihubungkan ke rs485 agar data yang dihasilkan sensor bisa dibaca oleh ESP 32.



Gambar 4.4 Pengujian Sensor Pzem-017 DC

4. Pengujian Sensor Photodiode

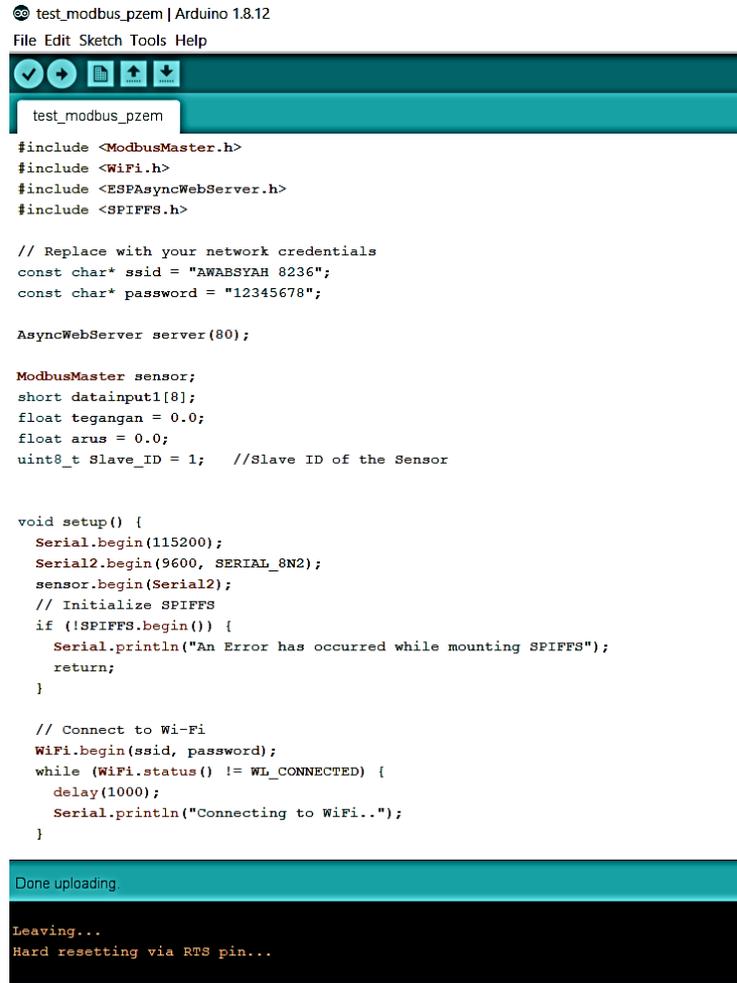
Pengujian sensor photo diode menggunakan serial monitor yang ditampilkan aplikasi Arduino IDE melalui PC/Laptop dimana nilai tahanan masing-masing photodiode akan ditampilkan untuk melihat bekerja atau tidaknya photodiode pada rangkaian.



Gambar 4.5 Pengujian Sensor Photodiode

4.1.2 Pengujian Perangkat Lunak (Software)

Berikut pengujian software menggunakan aplikasi Arduino IDE, dimana program di upload ke ESP 32:



```

test_modbus_pzem | Arduino 1.8.12
File Edit Sketch Tools Help

test_modbus_pzem

#include <ModbusMaster.h>
#include <WiFi.h>
#include <ESPAsyncWebServer.h>
#include <SPIFFS.h>

// Replace with your network credentials
const char* ssid = "AWABSYAH 8236";
const char* password = "12345678";

AsyncWebServer server(80);

ModbusMaster sensor;
short datainput1[8];
float tegangan = 0.0;
float arus = 0.0;
uint8_t Slave_ID = 1; //Slave ID of the Sensor

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  Serial2.begin(9600, SERIAL_8N2);
  sensor.begin(Serial2);
  // Initialize SPIFFS
  if (!SPIFFS.begin()) {
    Serial.println("An Error has occurred while mounting SPIFFS");
    return;
  }

  // Connect to Wi-Fi
  WiFi.begin(ssid, password);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(1000);
    Serial.println("Connecting to WiFi..");
  }
}

Done uploading.
Leaving...
Hard resetting via RTS pin...

```

Gambar 4.6 Pengujian Software Menggunakan Aplikasi Arduino IDE

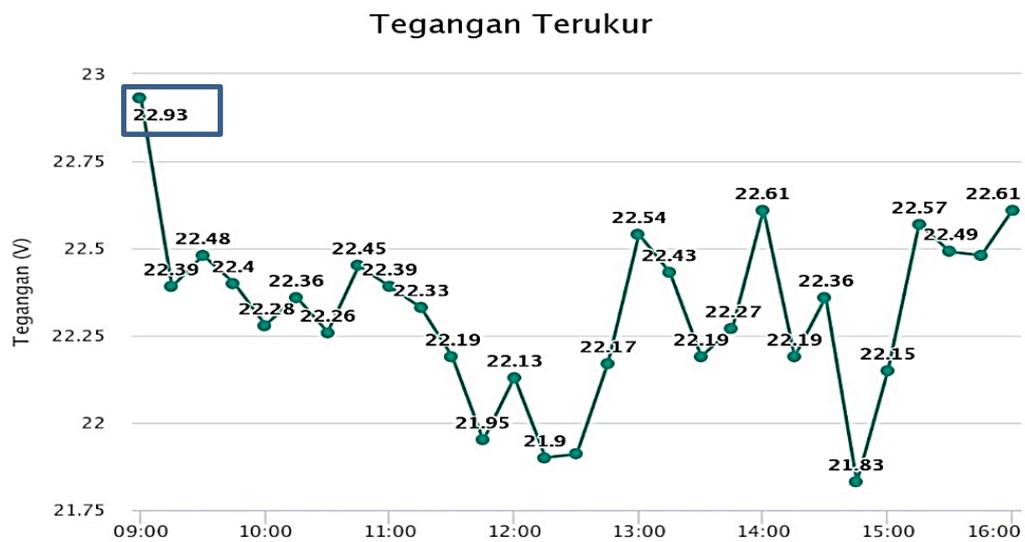
Pada gambar 4.5 merupakan bukti uji coba software pada penelitian PLTS *Tracker* dan PLTS Statis dengan tujuan melihat apakah sketch program berhasil di upload untuk program kendali motor serta monitoring tegangan dan arus terhadap PLTS *Tracker* dan PLTS Statis. Ketika sketch program memberikan tanda *done uploading* pada aplikasi arduino IDE, maka proses pemrograman telah berhasil dilakukan ke ESP 32. Seterusnya kita harus mengujinya pada hardware yang telah dirangkai.

4.1.3 Pengujian Sistem Keseluruhan

Pengujian system keseluruhan meliputi uji coba terhadap hardware dan software. Komponen hardware pengujian PLTS *Tracker* dan PLTS Statis yang telah dirangkai akan di aplikasikan langsung di lapangan. Sedangkan untuk pengujian software dapat kita lihat pada hasil monitoring yang ditampilkan melalui laptop pada gambar 4.7, serta pengukuran secara langsung menggunakan multimeter pada gambar 4.8. Dapat kita ketahui nilai tegangan yang ditampilkan monitor pada pukul 09:00, menunjukkan angka 22,93V, dan bukti pengujian secara langsung menggunakan multimeter juga menunjukkan tegangan sebesar 22,93.



Gambar 4.7 Pengujian keseluruhan Hardware



Gambar 4.8 Pengujian keseluruhan Software.



Gambar 4.9 Pengujian Keseluruhan Dengan Menggunakan Multi.

4.2 Pengambilan Data

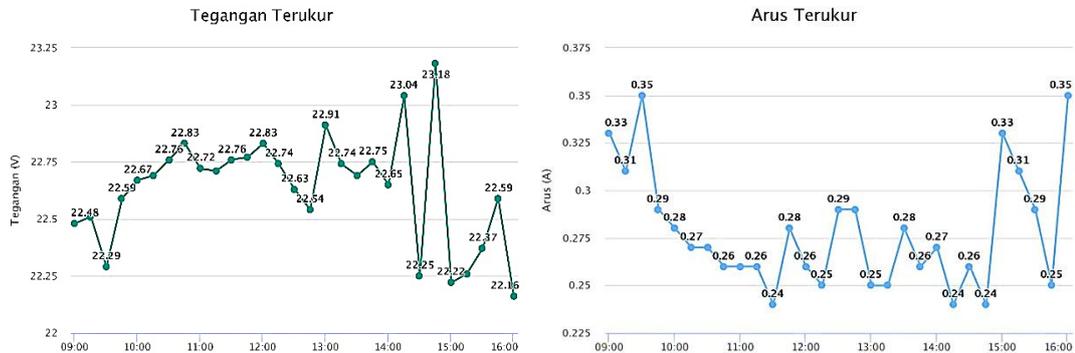
Data yang diambil pada penelitian ini ialah data tegangan, arus dan daya yang di peroleh pada PLTS *Tracker* dan PLTS Statis dengan hari dan jam yang sama. Perbandingan dilakukan terhadap perbedaan letak geografis dimana daerah yang dilakukan penelitian yaitu Padang Rajo, Kecamatan Kinali, Kabupaten Pasaman Barat dengan koordinat Latitude -0.000224° Longitude 99.83539° dengan Kampus 3 Universitas Bung Hatta, Kecamatan Nanggalo, Kota Padang dengan koordinat Latitude $-0,908338^{\circ}$ dan Longitude $100,364808^{\circ}$.

4.2.1 Pengambilan Data Hari Pertama

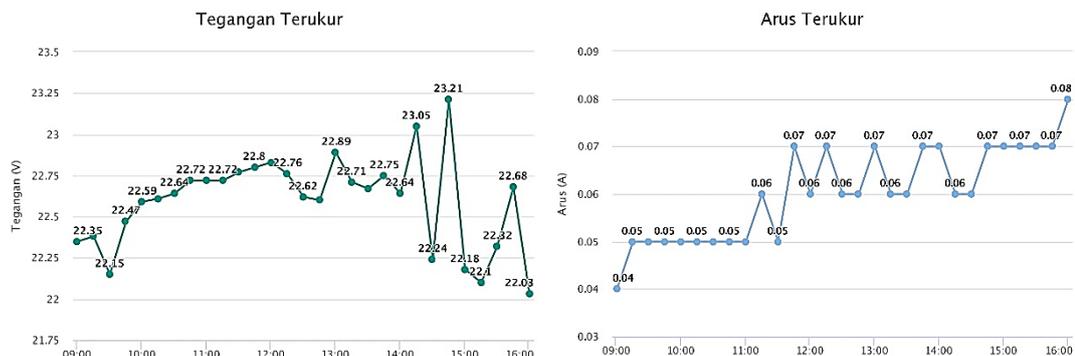
Pada hari pertama, tanggal 18 januari 2023, *start* awal dilakukan pada jam 09.00 sampai jam 16.00 WIB dengan suhu di Kota Padang 28° C dan suhu di Kabupaten Pasaman Barat 29° C. Suhu di ambil berdasarkan rekam data dari weather.com. Data pengujian hari pertama pada PLTS *Tracker* single axis dan PLTS Statis sebagai berikut:

4.2.1.1 Pengambilan Data di Kota Padang H-1

Data hari pertama pengambilan nilai tegangan dan arus yang dapat dilihat pada grafik berikut:



Gambar 4.10 Grafik Data Tegangan dan Arus PLTS *Tracker* di Kota Padang H-1



Gambar 4.11 Grafik Data Tegangan dan Arus PLTS Statis di Kota Padang H-1

Berdasarkan gambar 4.10 dan 4.11 yang merupakan grafik keluaran monitoring PLTS *Tracker* dan PLTS Statis hari pertama di Kota Padang berbasis IOT, dimana kita bisa melihat dengan jelas rincian pembacaan pada grafik pada tabel berikut ini.

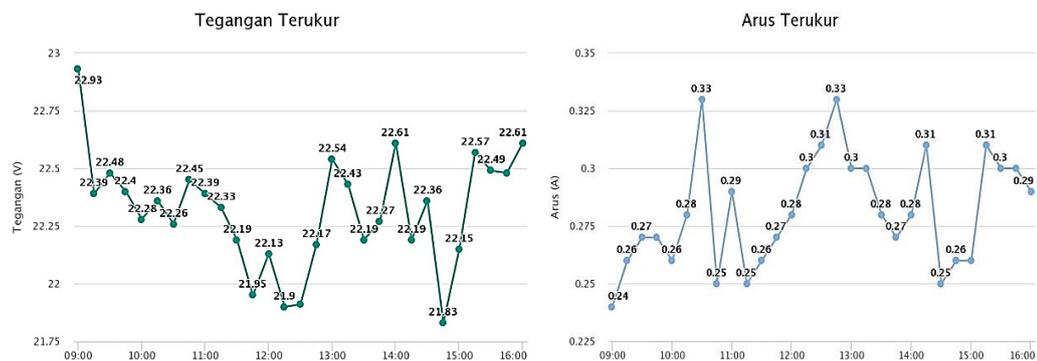
Tabel 4.2 Data Pengujian PLTS *Tracker* dan PLTS Statis di Kota Padang H-1

No.	Jam	PLTS <i>Tracker</i>		PLTS Statis	
		V (Volt)	I (Ampere)	V (Volt)	I (Ampere)
1.	09:00	22,48	0,33	22,35	0,04
2.	09:15	22,51	0,31	22,38	0,05
3.	09:30	22,29	0,35	22,15	0,05
4.	09:45	22,59	0,29	22,47	0,05
5.	10:00	22,67	0,28	22,59	0,05
6.	10:15	22,69	0,27	22,61	0,05
7.	10:30	22,76	0,27	22,64	0,05

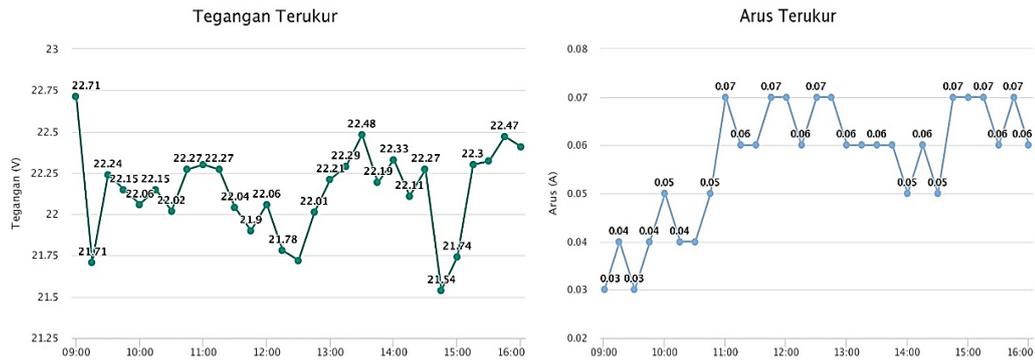
No.	Jam	PLTS Tracker		PLTS Statis	
		V (Volt)	I (Ampere)	V (Volt)	I (Ampere)
8.	10:45	22,83	0,26	22,72	0,05
9.	11:00	22,72	0,26	22,72	0,05
10.	11:15	22,71	0,26	22,72	0,06
11.	11:30	22,76	0,24	22,77	0,05
12.	11:45	22,77	0,28	22,8	0,07
13.	12:00	22,83	0,26	22,83	0,06
14.	12:15	22,74	0,25	22,76	0,07
15.	12:30	22,63	0,29	22,62	0,06
16.	12:45	22,54	0,29	22,6	0,06
17.	13:00	22,91	0,25	22,89	0,07
18.	13:15	22,74	0,25	22,71	0,06
19.	13:30	22,69	0,28	22,67	0,06
20.	13:45	22,75	0,26	22,75	0,07
21.	14:00	22,65	0,27	22,64	0,07
22.	14:15	23,04	0,24	23,05	0,06
23.	14:30	22,25	0,26	22,24	0,06
24.	14:45	23,18	0,24	23,21	0,07
25.	15:00	22,22	0,33	22,18	0,07
26.	15:15	22,26	0,31	22,1	0,07
27.	15:30	22,37	0,29	22,32	0,07
28.	15:45	22,59	0,25	22,68	0,07
29.	16:00	22,16	0,35	22,03	0,08

4.2.1.2 Pengambilan Data di Kabupaten Pasaman Barat H-1

Data hari pertama pengambilan nilai tegangan dan arus yang dapat dilihat pada grafik berikut:



Gambar 4.12 Grafik Data Tegangan dan Arus PLTS Tracker di Kabupaten Pasaman Barat H-1



Gambar 4.13 Grafik Data Tegangan dan Arus PLTS Statis di Kabupaten Pasaman Barat H-1

Berdasarkan gambar 4.12 dan 4.13 yang merupakan grafik keluaran monitoring PLTS Tracker dan PLTS Statis hari pertama di Kabupaten Pasaman Barat berbasis IOT, dimana kita bisa melihat dengan jelas rincian pembacaan pada grafik pada tabel berikut ini.

Tabel 4.3 Data Pengujian PLTS *Tracker* dan PLTS Statis di Kabupaten Pasaman Barat H-1

No.	Jam	PLTS <i>Tracker</i>		PLTS Statis	
		V (Volt)	I (Ampere)	V (Volt)	I (Ampere)
1.	09:00	22,93	0,24	22,71	0,03
2.	09:15	22,39	0,26	21,71	0,04
3.	09:30	22,48	0,27	22,24	0,03
4.	09:45	22,4	0,27	22,15	0,04
5.	10:00	22,28	0,26	22,06	0,05
6.	10:15	22,36	0,28	22,15	0,04
7.	10:30	22,26	0,33	22,02	0,04
8.	10:45	22,45	0,25	22,27	0,05
9.	11:00	22,39	0,29	22,3	0,07
10.	11:15	22,33	0,25	22,27	0,06
11.	11:30	22,19	0,26	22,04	0,06
12.	11:45	21,95	0,27	21,9	0,07
13.	12:00	22,13	0,28	22,06	0,07
14.	12:15	21,9	0,3	21,78	0,06
15.	12:30	21,91	0,31	21,72	0,07
16.	12:45	22,17	0,33	22,01	0,07
17.	13:00	22,54	0,3	22,21	0,06
18.	13:15	22,43	0,3	22,29	0,06
19.	13:30	22,19	0,28	22,48	0,06
20.	13:45	22,27	0,27	22,19	0,06
21.	14:00	22,61	0,28	22,33	0,05
22.	14:15	22,19	0,31	22,11	0,06
23.	14:30	22,36	0,25	22,27	0,05
24.	14:45	21,83	0,26	21,54	0,07

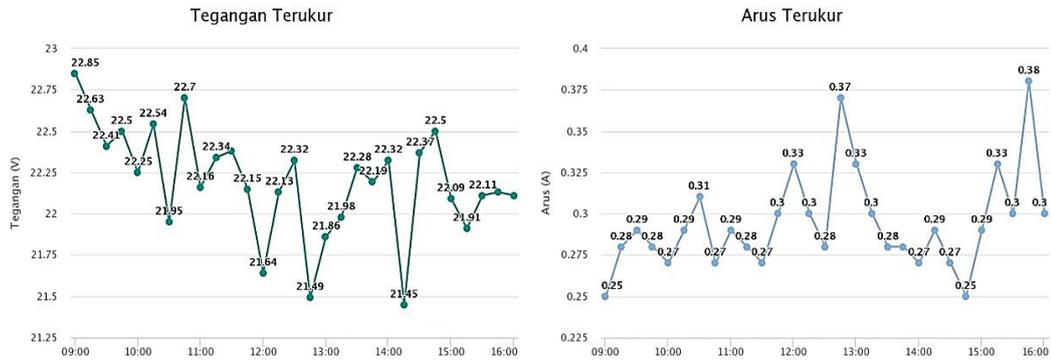
Berdasarkan gambar 4.14 dan 4.15 yang merupakan grafik keluaran monitoring PLTS *Tracker* dan PLTS *Statis* hari kedua di Kota Padang berbasis IOT, dimana kita bisa melihat dengan jelas rincian pembacaan pada grafik pada tabel berikut ini.

Tabel 4.4 Data Pengujian PLTS *Tracker* dan PLTS *Statis* di Kota Padang H-2

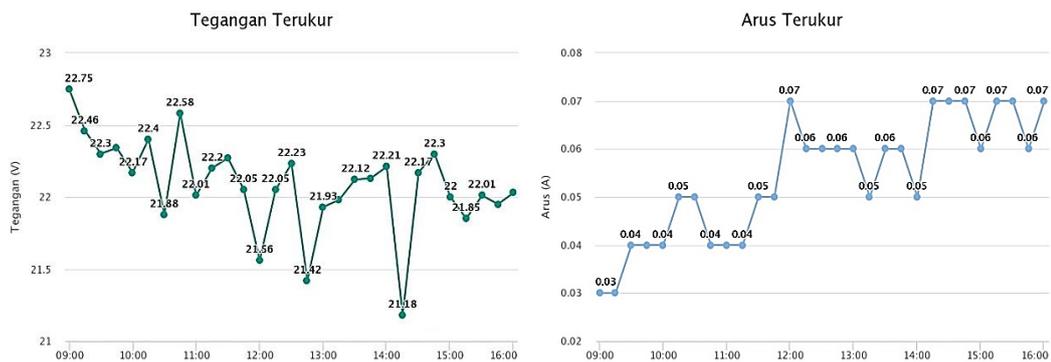
No.	Jam	PLTS <i>Tracker</i>		PLTS <i>Statis</i>	
		V (Volt)	I (Ampere)	V (Volt)	I (Ampere)
1.	09:00	22,73	0,26	22,72	0,06
2.	09:15	22,4	0,31	22,26	0,06
3.	09:30	22,49	0,33	22,34	0,05
4.	09:45	22,66	0,37	22,51	0,05
5.	10:00	22,54	0,38	22,45	0,06
6.	10:15	22,67	0,35	22,62	0,06
7.	10:30	22,83	0,33	22,78	0,06
8.	10:45	22,54	0,31	22,48	0,07
9.	11:00	22,92	0,28	22,89	0,06
10.	11:15	22,61	0,27	22,69	0,07
11.	11:30	22,66	0,25	22,61	0,07
12.	11:45	22,91	0,28	22,81	0,07
13.	12:00	22,83	0,25	22,84	0,08
14.	12:15	22,7	0,27	22,62	0,07
15.	12:30	22,73	0,27	22,69	0,07
16.	12:45	22,99	0,26	22,94	0,08
17.	13:00	22,68	0,24	22,66	0,07
18.	13:15	22,78	0,28	22,83	0,08
19.	13:30	22,9	0,27	22,92	0,08
20.	13:45	23,06	0,28	23,01	0,08
21.	14:00	22,77	0,29	22,73	0,08
22.	14:15	22,31	0,26	22,12	0,08
23.	14:30	23,02	0,28	23,01	0,08
24.	14:45	22,4	0,26	22,53	0,08
25.	15:00	22,78	0,3	22,76	0,08
26.	15:15	23	0,31	22,91	0,08
27.	15:30	22,8	0,38	22,62	0,08
28.	15:45	22,75	0,37	22,61	0,07
29.	16:00	22,79	0,38	22,69	0,07

4.2.1.4 Pengambilan Data di Kabupaten Pasaman Barat H-2

Data hari kedua pengambilan nilai tegangan dan arus yang dapat dilihat pada grafik berikut:



Gambar 4.16 Grafik Data Tegangan dan Arus PLTS *Tracker* di Kabupaten Pasaman Barat H-2



Gambar 4.17 Grafik Tegangan Data Arus PLTS Statis di Kabupaten Pasaman Barat H-2

Tabel 4.5 Data Pengujian PLTS *Tracker* dan PLTS Statis di Kabupaten Pasaman Barat H-2

No.	Jam	PLTS <i>Tracker</i>		PLTS Statis	
		V (Volt)	I (Ampere)	V (Volt)	I (Ampere)
1.	09:00	22,85	0,25	22,75	0,03
2.	09:15	22,63	0,28	22,46	0,03
3.	09:30	22,41	0,29	22,3	0,04
4.	09:45	22,5	0,28	22,34	0,04
5.	10:00	22,25	0,27	22,17	0,04
6.	10:15	22,54	0,29	22,4	0,05
7.	10:30	21,95	0,31	21,88	0,05

No.	Jam	PLTS Tracker		PLTS Statis	
		V (Volt)	I (Ampere)	V (Volt)	I (Ampere)
8.	10:45	22,7	0,27	22,58	0,04
9.	11:00	22,16	0,29	22,01	0,04
10.	11:15	22,34	0,28	22,2	0,04
11.	11:30	22,38	0,27	22,27	0,05
12.	11:45	22,15	0,3	22,05	0,05
13.	12:00	21,64	0,33	21,56	0,07
14.	12:15	22,13	0,3	22,05	0,06
15.	12:30	22,32	0,28	22,23	0,06
16.	12:45	21,49	0,37	21,42	0,06
17.	13:00	21,86	0,33	21,93	0,06
18.	13:15	21,98	0,3	21,98	0,05
19.	13:30	22,28	0,28	22,12	0,06
20.	13:45	22,19	0,28	22,13	0,06
21.	14:00	22,32	0,27	22,21	0,05
22.	14:15	21,45	0,29	21,18	0,07
23.	14:30	22,37	0,27	22,17	0,07
24.	14:45	22,5	0,25	22,3	0,07
25.	15:00	22,09	0,29	22	0,06
26.	15:15	21,91	0,33	21,85	0,07
27.	15:30	22,11	0,3	22,01	0,07
28.	15:45	22,13	0,38	21,95	0,06
29.	16:00	22,11	0,3	22,03	0,07

4.3 Perhitungan Daya PLTS Tracker dan PLTS Statis

Perhitungan daya yang dihasilkan panel surya melalui percobaan menggunakan PLTS Tracker dan PLTS Statis yang dilakukan pada 2 wilayah dengan geografis yang berbeda. Adapun rumus perhitungan daya pada BAB III persamaan 3.1 yaitu:

$$P = V \cdot I$$

Perhitungan daya PLTS Tracker dan PLTS Statis pada wilayah Kota Padang dan Kabupaten Pasaman Barat dapat dilihat sebagai berikut:

4.3.1 Perhitungan Daya PLTS Tracker dan PLTS Statis di Kota Padang

Berdasarkan data tabel 4.2 dapat kita ketahui tegangan dan arus PLTS Tracker pada jam 09.00 hari pertama di Kota Padang sebesar 22,48 Volt dan 0,33 Ampere. Sehingga daya yang dihasilkan sebesar 7,4184 Watt. Pada PLTS Statis tegangan dan arus sebesar 22,35 Volt dan 0,04 Ampere. Sehingga daya yang dihasilkan

sebesar 0,894 Watt. Untuk hasil perhitungan dari jam 09.15 hingga 16.00 dapat kita lihat pada tabel berikut:

Tabel. 4.6 Perhitungan Daya PLTS *Tracker* dan PLTS Statis di Kota Padang H-1

No.	Jam	PLTS <i>Tracker</i>			PLTS Statis		
		V (Volt)	I (Ampere)	P (Watt)	V (Volt)	I (Ampere)	P (Watt)
1.	09:00	22,48	0,33	7,4184	22,35	0,04	0,894
2.	09:15	22,51	0,31	6,9781	22,38	0,05	1,119
3.	09:30	22,29	0,35	7,8015	22,15	0,05	1,1075
4.	09:45	22,59	0,29	6,5511	22,47	0,05	1,1235
5.	10:00	22,67	0,28	6,3476	22,59	0,05	1,1295
6.	10:15	22,69	0,27	6,1263	22,61	0,05	1,1305
7.	10:30	22,76	0,27	6,1452	22,64	0,05	1,132
8.	10:45	22,83	0,26	5,9358	22,72	0,05	1,136
9.	11:00	22,72	0,26	5,9072	22,72	0,05	1,136
10.	11:15	22,71	0,26	5,9046	22,72	0,06	1,3632
11.	11:30	22,76	0,24	5,4624	22,77	0,05	1,1385
12.	11:45	22,77	0,28	6,3756	22,8	0,07	1,596
13.	12:00	22,83	0,26	5,9358	22,83	0,06	1,3698
14.	12:15	22,74	0,25	5,685	22,76	0,07	1,5932
15.	12:30	22,63	0,29	6,5627	22,62	0,06	1,3572
16.	12:45	22,54	0,29	6,5366	22,6	0,06	1,356
17.	13:00	22,91	0,25	5,7275	22,89	0,07	1,6023
18.	13:15	22,74	0,25	5,685	22,71	0,06	1,3626
19.	13:30	22,69	0,28	6,3532	22,67	0,06	1,3602
20.	13:45	22,75	0,26	5,915	22,75	0,07	1,5925
21.	14:00	22,65	0,27	6,1155	22,64	0,07	1,5848
22.	14:15	23,04	0,24	5,5296	23,05	0,06	1,383
23.	14:30	22,25	0,26	5,785	22,24	0,06	1,3344
24.	14:45	23,18	0,24	5,5632	23,21	0,07	1,6247
25.	15:00	22,22	0,33	7,3326	22,18	0,07	1,5526
26.	15:15	22,26	0,31	6,9006	22,1	0,07	1,547
27.	15:30	22,37	0,29	6,4873	22,32	0,07	1,5624
28.	15:45	22,59	0,25	5,6475	22,68	0,07	1,5876
29.	16:00	22,16	0,35	7,756	22,03	0,08	1,7624

Berdasarkan data tabel 4.3 dapat kita ketahui tegangan dan arus PLTS *Tracker* pada jam 09.00 hari kedua di Kota Padang sebesar 22,73 Volt dan 0,26 Ampere. Sehingga daya yang dihasilkan sebesar 5,9098 Watt. Pada PLTS Statis tegangan dan arus sebesar 22,72 Volt dan 0,06 Ampere. Sehingga daya yang dihasilkan

sebesar 1,3632 Watt. Untuk hasil perhitungan dari jam 09.15 hingga 16.00 dapat kita lihat pada tabel berikut:

Tabel. 4.7 Perhitungan Daya PLTS *Tracker* dan PLTS Statis di Kota Padang H-2

No.	Jam	PLTS <i>Tracker</i>			PLTS Statis		
		V (Volt)	I (Ampere)	P (Watt)	V (Volt)	I (Ampere)	P (Watt)
1.	09:00	22,73	0,26	5,9098	22,72	0,06	1,3632
2.	09:15	22,4	0,31	6,944	22,26	0,06	1,3356
3.	09:30	22,49	0,33	7,4217	22,34	0,05	1,117
4.	09:45	22,66	0,37	8,3842	22,51	0,05	1,1255
5.	10:00	22,54	0,38	8,5652	22,45	0,06	1,347
6.	10:15	22,67	0,35	7,9345	22,62	0,06	1,3572
7.	10:30	22,83	0,33	7,5339	22,78	0,06	1,3668
8.	10:45	22,54	0,31	6,9874	22,48	0,07	1,5736
9.	11:00	22,92	0,28	6,4176	22,89	0,06	1,3734
10.	11:15	22,61	0,27	6,1047	22,69	0,07	1,5883
11.	11:30	22,66	0,25	5,665	22,61	0,07	1,5827
12.	11:45	22,91	0,28	6,4148	22,81	0,07	1,5967
13.	12:00	22,83	0,25	5,7075	22,84	0,08	1,8272
14.	12:15	22,7	0,27	6,129	22,62	0,07	1,5834
15.	12:30	22,73	0,27	6,1371	22,69	0,07	1,5883
16.	12:45	22,99	0,26	5,9774	22,94	0,08	1,8352
17.	13:00	22,68	0,24	5,4432	22,66	0,07	1,5862
18.	13:15	22,78	0,28	6,3784	22,83	0,08	1,8264
19.	13:30	22,9	0,27	6,183	22,92	0,08	1,8336
20.	13:45	23,06	0,28	6,4568	23,01	0,08	1,8408
21.	14:00	22,77	0,29	6,6033	22,73	0,08	1,8184
22.	14:15	22,31	0,26	5,8006	22,12	0,08	1,7696
23.	14:30	23,02	0,28	6,4456	23,01	0,08	1,8408
24.	14:45	22,4	0,26	5,824	22,53	0,08	1,8024
25.	15:00	22,78	0,3	6,834	22,76	0,08	1,8208
26.	15:15	23	0,31	7,13	22,91	0,08	1,8328
27.	15:30	22,8	0,38	8,664	22,62	0,08	1,8096
28.	15:45	22,75	0,37	8,4175	22,61	0,07	1,5827
29.	16:00	22,79	0,38	8,6602	22,69	0,07	1,5883

Berdasarkan tabel 4.6 dan 4.7 kita dapat mengetahui nilai daya rata-rata di Kota Padang selama 2 hari penelitian. Adapun rumus perhitungan daya pada BAB III persamaan 3.2 yaitu:

$$Prata - rata = \frac{Jumlah\ Daya\ Dalam\ 2\ Hari}{2}$$

Pada jam 9.00 perhitungan PLTS *Tracker* di Kota Padang kita mendapatkan daya 7,4184 Watt untuk hari pertama dan 5,9098 Watt untuk hari kedua. Sehingga daya rata-rata PLTS *Tracker* di Kota Padang sebesar 6,6641 Watt. Dan untuk PLTS Statis daya pada hari pertama 0,894 Watt dan 1,3632 Watt pada hari kedua. Sehingga daya rata-rata PLTS Statis sebesar 1,1286 Watt. Untuk daya rata-rata pada jam 9.15 sampai 16.00 dapat kita lihat pada tabel berikut:

Tabel 4.8 Rata-rata Tegangan PLTS *Tracker* dan PLTS Statis di Kota Padang Selama Dua Hari

Daya Rata-rata di Kota Padang							
No.	Jam	PLTS <i>Tracker</i>			PLTS Statis		
		P H-1 (Watt)	P H-2 (Watt)	Rata-Rata 2 Hari (Watt)	P H-1 (Watt)	P H-2 (Watt)	Rata-Rata 2 Hari (Watt)
1.	09:00	7,4184	5,9098	6,6641	0,894	1,3632	1,1286
2.	09:15	6,9781	6,944	6,96105	1,119	1,3356	1,2273
3.	09:30	7,8015	7,4217	7,6116	1,1075	1,117	1,11225
4.	09:45	6,5511	8,3842	7,46765	1,1235	1,1255	1,1245
5.	10:00	6,3476	8,5652	7,4564	1,1295	1,347	1,23825
6.	10:15	6,1263	7,9345	7,0304	1,1305	1,3572	1,24385
7.	10:30	6,1452	7,5339	6,83955	1,132	1,3668	1,2494
8.	10:45	5,9358	6,9874	6,4616	1,136	1,5736	1,3548
9.	11:00	5,9072	6,4176	6,1624	1,136	1,3734	1,2547
10.	11:15	5,9046	6,1047	6,00465	1,3632	1,5883	1,47575
11.	11:30	5,4624	5,665	5,5637	1,1385	1,5827	1,3606
12.	11:45	6,3756	6,4148	6,3952	1,596	1,5967	1,59635
13.	12:00	5,9358	5,7075	5,82165	1,3698	1,8272	1,5985
14.	12:15	5,685	6,129	5,907	1,5932	1,5834	1,5883
15.	12:30	6,5627	6,1371	6,3499	1,3572	1,5883	1,47275
16.	12:45	6,5366	5,9774	6,257	1,356	1,8352	1,5956
17.	13:00	5,7275	5,4432	5,58535	1,6023	1,5862	1,59425
18.	13:15	5,685	6,3784	6,0317	1,3626	1,8264	1,5945
19.	13:30	6,3532	6,183	6,2681	1,3602	1,8336	1,5969
20.	13:45	5,915	6,4568	6,1859	1,5925	1,8408	1,71665
21.	14:00	6,1155	6,6033	6,3594	1,5848	1,8184	1,7016
22.	14:15	5,5296	5,8006	5,6651	1,383	1,7696	1,5763
23.	14:30	5,785	6,4456	6,1153	1,3344	1,8408	1,5876
24.	14:45	5,5632	5,824	5,6936	1,6247	1,8024	1,71355
25.	15:00	7,3326	6,834	7,0833	1,5526	1,8208	1,6867
26.	15:15	6,9006	7,13	7,0153	1,547	1,8328	1,6899

27.	15:30	6,4873	8,664	7,57565	1,5624	1,8096	1,686
28.	15:45	5,6475	8,4175	7,0325	1,5876	1,5827	1,58515
29.	16:00	7,756	8,6602	8,2081	1,7624	1,5883	1,67535

4.3.2 Perhitungan Daya PLTS *Tracker* dan PLTS Statis di Kabupaten Pasaman Barat

Berdasarkan data tabel 4.4 dapat kita ketahui tegangan dan arus PLTS *Tracker* pada jam 09.00 hari pertama di Kabupaten Pasaman Barat sebesar 22,93 Volt dan 0,24 Ampere. Sehingga daya yang dihasilkan sebesar 5,5032 Watt. Pada PLTS Statis tegangan dan arus sebesar 22,71 Volt dan 0,03 Ampere. Sehingga daya yang dihasilkan sebesar 0,6813 Watt. Untuk hasil perhitungan dari jam 09.15 hingga 16.00 dapat kita lihat pada tabel berikut:

Tabel. 4.9 Perbandingan Daya PLTS *Tracker* dan PLTS Statis di Kabupaten Pasaman Barat H-1

No.	Jam	PLTS <i>Tracker</i>			PLTS Statis		
		V (Volt)	I (Ampere)	P (Watt)	V (Volt)	I (Ampere)	P (Watt)
1.	09:00	22,93	0,24	5,5032	22,71	0,03	0,6813
2.	09:15	22,39	0,26	5,8214	21,71	0,04	0,8684
3.	09:30	22,48	0,27	6,0696	22,24	0,03	0,6672
4.	09:45	22,4	0,27	6,048	22,15	0,04	0,886
5.	10:00	22,28	0,26	5,7928	22,06	0,05	1,103
6.	10:15	22,36	0,28	6,2608	22,15	0,04	0,886
7.	10:30	22,26	0,33	7,3458	22,02	0,04	0,8808
8.	10:45	22,45	0,25	5,6125	22,27	0,05	1,1135
9.	11:00	22,39	0,29	6,4931	22,3	0,07	1,561
10.	11:15	22,33	0,25	5,5825	22,27	0,06	1,3362
11.	11:30	22,19	0,26	5,7694	22,04	0,06	1,3224
12.	11:45	21,95	0,27	5,9265	21,9	0,07	1,533
13.	12:00	22,13	0,28	6,1964	22,06	0,07	1,5442
14.	12:15	21,9	0,3	6,57	21,78	0,06	1,3068
15.	12:30	21,91	0,31	6,7921	21,72	0,07	1,5204
16.	12:45	22,17	0,33	7,3161	22,01	0,07	1,5407
17.	13:00	22,54	0,3	6,762	22,21	0,06	1,3326
18.	13:15	22,43	0,3	6,729	22,29	0,06	1,3374
19.	13:30	22,19	0,28	6,2132	22,48	0,06	1,3488
20.	13:45	22,27	0,27	6,0129	22,19	0,06	1,3314
21.	14:00	22,61	0,28	6,3308	22,33	0,05	1,1165
22.	14:15	22,19	0,31	6,8789	22,11	0,06	1,3266
23.	14:30	22,36	0,25	5,59	22,27	0,05	1,1135

No.	Jam	PLTS Tracker			PLTS Statis		
		V (Volt)	I (Ampere)	P (Watt)	V (Volt)	I (Ampere)	P (Watt)
24.	14:45	21,83	0,26	5,6758	21,54	0,07	1,5078
25.	15:00	22,15	0,26	5,759	21,74	0,07	1,5218
26.	15:15	22,57	0,31	6,9967	22,3	0,07	1,561
27.	15:30	22,49	0,3	6,747	22,32	0,06	1,3392
28.	15:45	22,48	0,3	6,744	22,47	0,07	1,5729
29.	16:00	22,61	0,29	6,5569	22,41	0,06	1,3446

Berdasarkan data tabel 4.5 dapat kita ketahui tegangan dan arus PLTS *Tracker* pada jam 09.00 hari kedua di Kabupaten Pasaman Barat sebesar 22,85 Volt dan 0,25 Ampere. Sehingga daya yang dihasilkan sebesar 5,7125 Watt. Pada PLTS Statis tegangan dan arus sebesar 22,75 Volt dan 0,03 Ampere. Sehingga daya yang dihasilkan sebesar 0,6825 Watt. Untuk hasil perhitungan dari jam 09.15 hingga 16.00 dapat kita lihat pada tabel berikut:

Tabel. 4.10 Perbandingan Daya PLTS *Tracker* dan PLTS Statis di Kabupaten Pasaman Barat H-2

No.	Jam	PLTS Tracker			PLTS Statis		
		V (Volt)	I (Ampere)	P (Watt)	V (Volt)	I (Ampere)	P (Watt)
1.	09:00	22,85	0,25	5,7125	22,75	0,03	0,6825
2.	09:15	22,63	0,28	6,3364	22,46	0,03	0,6738
3.	09:30	22,41	0,29	6,4989	22,3	0,04	0,892
4.	09:45	22,5	0,28	6,3	22,34	0,04	0,8936
5.	10:00	22,25	0,27	6,0075	22,17	0,04	0,8868
6.	10:15	22,54	0,29	6,5366	22,4	0,05	1,12
7.	10:30	21,95	0,31	6,8045	21,88	0,05	1,094
8.	10:45	22,7	0,27	6,129	22,58	0,04	0,9032
9.	11:00	22,16	0,29	6,4264	22,01	0,04	0,8804
10.	11:15	22,34	0,28	6,2552	22,2	0,04	0,888
11.	11:30	22,38	0,27	6,0426	22,27	0,05	1,1135
12.	11:45	22,15	0,3	6,645	22,05	0,05	1,1025
13.	12:00	21,64	0,33	7,1412	21,56	0,07	1,5092
14.	12:15	22,13	0,3	6,639	22,05	0,06	1,323
15.	12:30	22,32	0,28	6,2496	22,23	0,06	1,3338
16.	12:45	21,49	0,37	7,9513	21,42	0,06	1,2852
17.	13:00	21,86	0,33	7,2138	21,93	0,06	1,3158
18.	13:15	21,98	0,3	6,594	21,98	0,05	1,099
19.	13:30	22,28	0,28	6,2384	22,12	0,06	1,3272
20.	13:45	22,19	0,28	6,2132	22,13	0,06	1,3278
21.	14:00	22,32	0,27	6,0264	22,21	0,05	1,1105

No.	Jam	PLTS Tracker			PLTS Statis		
		V (Volt)	I (Ampere)	P (Watt)	V (Volt)	I (Ampere)	P (Watt)
22.	14:15	21,45	0,29	6,2205	21,18	0,07	1,4826
23.	14:30	22,37	0,27	6,0399	22,17	0,07	1,5519
24.	14:45	22,5	0,25	5,625	22,3	0,07	1,561
25.	15:00	22,09	0,29	6,4061	22	0,06	1,32
26.	15:15	21,91	0,33	7,2303	21,85	0,07	1,5295
27.	15:30	22,11	0,3	6,633	22,01	0,07	1,5407
28.	15:45	22,13	0,38	8,4094	21,95	0,06	1,317
29.	16:00	22,11	0,3	6,633	22,03	0,07	1,5421

Berdasarkan tabel 4.9 dan 4.10 kita dapat mengetahui nilai daya rata-rata di Kota Padang selama 2 hari penelitian. Adapun rumus perhitungan daya pada BAB III persamaan 3.2 yaitu:

$$Prata - rata = \frac{Jumlah\ Daya\ Dalam\ 2\ Hari}{2}$$

Pada jam 9.00 perhitungan PLTS *Tracker* di Kota Padang kita mendapatkan daya 5,5032 Watt untuk hari pertama dan 5,7125 Watt untuk hari kedua. Sehingga daya rata-rata PLTS *Tracker* di Kota Padang sebesar 5,60785 Watt. Dan untuk PLTS Statis daya pada hari pertama 0,6813 Watt dan 0,6825 Watt pada hari kedua. Sehingga daya rata-rata PLTS Statis sebesar 0,6819 Watt. Untuk daya rata-rata pada jam 9.15 sampai 16.00 dapat kita lihat pada tabel berikut:

Tabel 4.11 Daya Rata-rata PLTS *Tracker* dan PLTS Statis di Kabupaten Pasaman Barat Selama Dua Hari

Daya Rata-rata di Kabupaten Pasaman Barat							
No.	Jam	PLTS Tracker			PLTS Statis		
		P H-1 (Watt)	P H-2 (Watt)	Rata-Rata 2 Hari (Watt)	P H-1 (Watt)	P H-2 (Watt)	Rata-Rata 2 Hari (Watt)
1.	09:00	5,5032	5,7125	5,60785	0,6813	0,6825	0,6819
2.	09:15	5,8214	6,3364	6,0789	0,8684	0,6738	0,7711
3.	09:30	6,0696	6,4989	6,28425	0,6672	0,892	0,7796
4.	09:45	6,048	6,3	6,174	0,886	0,8936	0,8898
5.	10:00	5,7928	6,0075	5,90015	1,103	0,8868	0,9949
6.	10:15	6,2608	6,5366	6,3987	0,886	1,12	1,003
7.	10:30	7,3458	6,8045	7,07515	0,8808	1,094	0,9874
8.	10:45	5,6125	6,129	5,87075	1,1135	0,9032	1,00835
9.	11:00	6,4931	6,4264	6,45975	1,561	0,8804	1,2207
10.	11:15	5,5825	6,2552	5,91885	1,3362	0,888	1,1121

Daya Rata-rata di Kabupaten Pasaman Barat							
No.	Jam	PLTS Tracker			PLTS Statis		
		P H-1 (Watt)	P H-2 (Watt)	Rata-Rata 2 Hari (Watt)	P H-1 (Watt)	P H-2 (Watt)	Rata-Rata 2 Hari (Watt)
11.	11:30	5,7694	6,0426	5,906	1,3224	1,1135	1,21795
12.	11:45	5,9265	6,645	6,28575	1,533	1,1025	1,31775
13.	12:00	6,1964	7,1412	6,6688	1,5442	1,5092	1,5267
14.	12:15	6,57	6,639	6,6045	1,3068	1,323	1,3149
15.	12:30	6,7921	6,2496	6,52085	1,5204	1,3338	1,4271
16.	12:45	7,3161	7,9513	7,6337	1,5407	1,2852	1,41295
17.	13:00	6,762	7,2138	6,9879	1,3326	1,3158	1,3242
18.	13:15	6,729	6,594	6,6615	1,3374	1,099	1,2182
19.	13:30	6,2132	6,2384	6,2258	1,3488	1,3272	1,338
20.	13:45	6,0129	6,2132	6,11305	1,3314	1,3278	1,3296
21.	14:00	6,3308	6,0264	6,1786	1,1165	1,1105	1,1135
22.	14:15	6,8789	6,2205	6,5497	1,3266	1,4826	1,4046
23.	14:30	5,59	6,0399	5,81495	1,1135	1,5519	1,3327
24.	14:45	5,6758	5,625	5,6504	1,5078	1,561	1,5344
25.	15:00	5,759	6,4061	6,08255	1,5218	1,32	1,4209
26.	15:15	6,9967	7,2303	7,1135	1,561	1,5295	1,54525
27.	15:30	6,747	6,633	6,69	1,3392	1,5407	1,43995
28.	15:45	6,744	8,4094	7,5767	1,5729	1,317	1,44495
29.	16:00	6,5569	6,633	6,59495	1,3446	1,5421	1,44335

4.3.3 Perhitungan Daya PLTS Tracker di Kota Padang Dan Kabupaten Pasaman Barat

Setelah mendapatkan daya rata-rata PLTS Tracker dan PLTS Statis di Kota Padang dan Kabupaten Pasaman Barat. Kita dapat mengetahui perhitungan daya rata-rata PLTS Tracker di Kota Padang dan Kabupaten Pasaman Barat. Berdasarkan tabel 4.8 dan tabel 4.11 kita dapat mengetahui daya rata-rata pada jam 09.00 di Kota Padang pada hari pertama sebesar 7,4184 Watt dan 5,9098 Watt pada hari kedua. Sehingga rata daya dalam 2 hari sebesar 6,6641 Watt. Untuk di kabupaten Pasaman Barat daya rata-rata hari pertama 5,5032 Watt dan 5,7125 Watt untuk hari kedua. Sehingga daya rata-rata dalam 2 hari sebesar 5,60785 Watt. Untuk jam 09.15 sampai 16.00 dapat kita lihat pada tabel berikut:

Tabel. 4.12 Perhitungan Daya PLTS *Tracker* di Kota Padang dan Kabupaten Pasaman Barat

Daya Rata-rata PLTS <i>Tracker</i> Padang dan Pasaman Barat							
No.	Jam	PST H-1 Padang (Watt)	PST H-2 Padang (Watt)	Rata-rata 2 Hari (Watt)	PST H-1 Pasaman Barat (Watt)	PST H-2 Pasaman Barat (Watt)	Rata-rata 2 Hari (Watt)
1.	09:00	7,4184	5,9098	6,6641	5,5032	5,7125	5,60785
2.	09:15	6,9781	6,944	6,96105	5,8214	6,3364	6,0789
3.	09:30	7,8015	7,4217	7,6116	6,0696	6,4989	6,28425
4.	09:45	6,5511	8,3842	7,46765	6,048	6,3	6,174
5.	10:00	6,3476	8,5652	7,4564	5,7928	6,0075	5,90015
6.	10:15	6,1263	7,9345	7,0304	6,2608	6,5366	6,3987
7.	10:30	6,1452	7,5339	6,83955	7,3458	6,8045	7,07515
8.	10:45	5,9358	6,9874	6,4616	5,6125	6,129	5,87075
9.	11:00	5,9072	6,4176	6,1624	6,4931	6,4264	6,45975
10.	11:15	5,9046	6,1047	6,00465	5,5825	6,2552	5,91885
11.	11:30	5,4624	5,665	5,5637	5,7694	6,0426	5,906
12.	11:45	6,3756	6,4148	6,3952	5,9265	6,645	6,28575
13.	12:00	5,9358	5,7075	5,82165	6,1964	7,1412	6,6688
14.	12:15	5,685	6,129	5,907	6,57	6,639	6,6045
15.	12:30	6,5627	6,1371	6,3499	6,7921	6,2496	6,52085
16.	12:45	6,5366	5,9774	6,257	7,3161	7,9513	7,6337
17.	13:00	5,7275	5,4432	5,58535	6,762	7,2138	6,9879
18.	13:15	5,685	6,3784	6,0317	6,729	6,594	6,6615
19.	13:30	6,3532	6,183	6,2681	6,2132	6,2384	6,2258
20.	13:45	5,915	6,4568	6,1859	6,0129	6,2132	6,11305
21.	14:00	6,1155	6,6033	6,3594	6,3308	6,0264	6,1786
22.	14:15	5,5296	5,8006	5,6651	6,8789	6,2205	6,5497
23.	14:30	5,785	6,4456	6,1153	5,59	6,0399	5,81495
24.	14:45	5,5632	5,824	5,6936	5,6758	5,625	5,6504
25.	15:00	7,3326	6,834	7,0833	5,759	6,4061	6,08255
26.	15:15	6,9006	7,13	7,0153	6,9967	7,2303	7,1135
27.	15:30	6,4873	8,664	7,57565	6,747	6,633	6,69
28.	15:45	5,6475	8,4175	7,0325	6,744	8,4094	7,5767
29.	16:00	7,756	8,6602	8,2081	6,5569	6,633	6,59495

4.3.4 Perbandingan Daya PLTS Statis di Kota Padang Dan Kabupaten Pasaman Barat

Setelah mendapatkan daya rata-rata PLTS *Tracker* dan PLTS Statis di Kota Padang dan Kabupaten Pasaman Barat. Kita dapat mengetahui perhitungan daya rata-rata PLTS Statis di Kota Padang dan Kabupaten Pasaman Barat. Berdasarkan tabel 4.8 dan tabel 4.11 kita dapat mengetahui daya rata-rata pada jam 09.00 di Kota Padang pada hari pertama sebesar 0,894 Watt dan 1,3632 Watt pada hari kedua. Sehingga rata daya dalam 2 hari sebesar 1,1286 Watt. Untuk di kabupaten Pasaman Barat daya rata-rata hari pertama 0,6813 Watt dan 0,6825 Watt untuk hari kedua. Sehingga daya rata-rata dalam 2 hari sebesar 0,6819 Watt. Untuk jam 09.15 sampai 16.00 dapat kita lihat pada tabel berikut:

Tabel. 4.13 Perbandingan Daya PLTS Statis di Kota Padang dan Kabupaten Pasaman Barat H-1

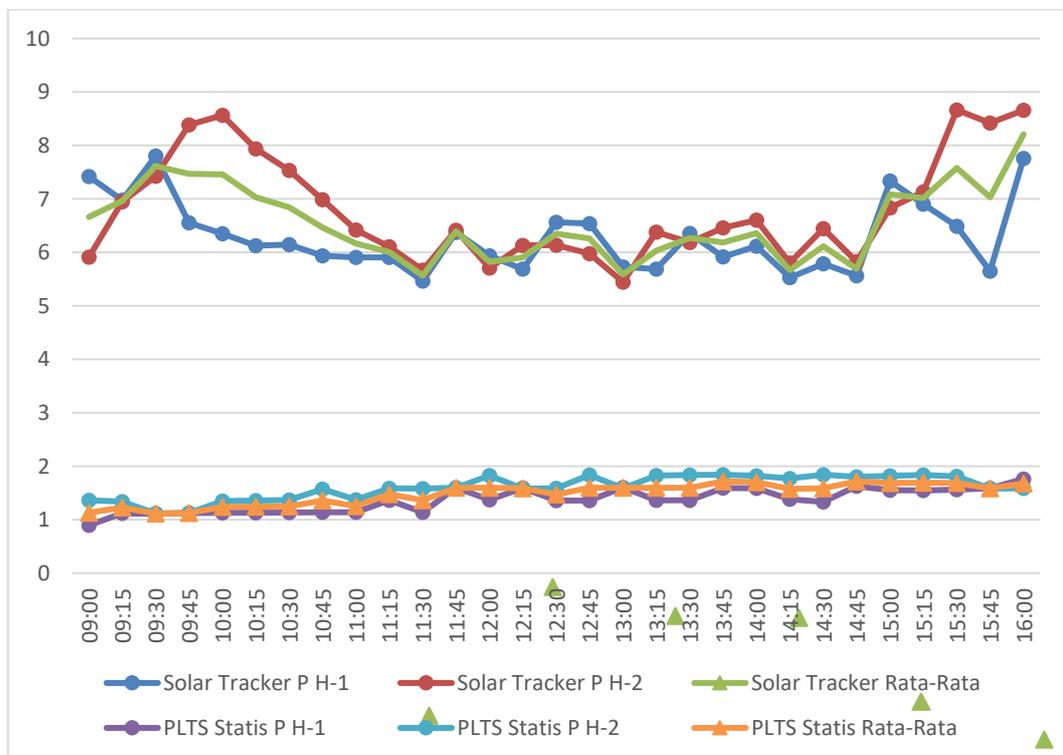
Daya Rata-rata PLTS Statis Padang dan Pasaman Barat							
No.	Jam	PS H-1 Padang (Watt)	PS H-2 Padang (Watt)	Rata-rata 2 Hari (Watt)	PS H-1 Pasaman Barat (Watt)	PS H-2 Pasaman Barat (Watt)	Rata-rata 2 Hari (Watt)
1.	09:00	0,894	1,3632	1,1286	0,6813	0,6825	0,6819
2.	09:15	1,119	1,3356	1,2273	0,8684	0,6738	0,7711
3.	09:30	1,1075	1,117	1,11225	0,6672	0,892	0,7796
4.	09:45	1,1235	1,1255	1,1245	0,886	0,8936	0,8898
5.	10:00	1,1295	1,347	1,23825	1,103	0,8868	0,9949
6.	10:15	1,1305	1,3572	1,24385	0,886	1,12	1,003
7.	10:30	1,132	1,3668	1,2494	0,8808	1,094	0,9874
8.	10:45	1,136	1,5736	1,3548	1,1135	0,9032	1,00835
9.	11:00	1,136	1,3734	1,2547	1,561	0,8804	1,2207
10.	11:15	1,3632	1,5883	1,47575	1,3362	0,888	1,1121
11.	11:30	1,1385	1,5827	1,3606	1,3224	1,1135	1,21795
12.	11:45	1,596	1,5967	1,59635	1,533	1,1025	1,31775
13.	12:00	1,3698	1,8272	1,5985	1,5442	1,5092	1,5267
14.	12:15	1,5932	1,5834	1,5883	1,3068	1,323	1,3149
15.	12:30	1,3572	1,5883	1,47275	1,5204	1,3338	1,4271
16.	12:45	1,356	1,8352	1,5956	1,5407	1,2852	1,41295
17.	13:00	1,6023	1,5862	1,59425	1,3326	1,3158	1,3242
18.	13:15	1,3626	1,8264	1,5945	1,3374	1,099	1,2182
19.	13:30	1,3602	1,8336	1,5969	1,3488	1,3272	1,338
20.	13:45	1,5925	1,8408	1,71665	1,3314	1,3278	1,3296

Daya Rata-rata PLTS Statis Padang dan Pasaman Barat							
No.	Jam	PS H-1 Padang (Watt)	PS H-2 Padang (Watt)	Rata-rata 2 Hari (Watt)	PS H-1 Pasaman Barat (Watt)	PS H-2 Pasaman Barat (Watt)	Rata-rata 2 Hari (Watt)
21.	14:00	1,5848	1,8184	1,7016	1,1165	1,1105	1,1135
22.	14:15	1,383	1,7696	1,5763	1,3266	1,4826	1,4046
23.	14:30	1,3344	1,8408	1,5876	1,1135	1,5519	1,3327
24.	14:45	1,6247	1,8024	1,71355	1,5078	1,561	1,5344
25.	15:00	1,5526	1,8208	1,6867	1,5218	1,32	1,4209
26.	15:15	1,547	1,8328	1,6899	1,561	1,5295	1,54525
27.	15:30	1,5624	1,8096	1,686	1,3392	1,5407	1,43995
28.	15:45	1,5876	1,5827	1,58515	1,5729	1,317	1,44495
29.	16:00	1,7624	1,5883	1,67535	1,3446	1,5421	1,44335

4.4 Analisa

4.4.1 Analisa Daya PLTS Tracker dan PLTS Statis di Kota Padang

Berdasarkan tabel 4.8 kita dapat mengetahui nilai daya rata-rata PLTS Tracker dan PLTS statis pada hari pertama dan kedua di Kota Padang. Untuk perbandingannya dapat kita lihat pada grafik berikut:



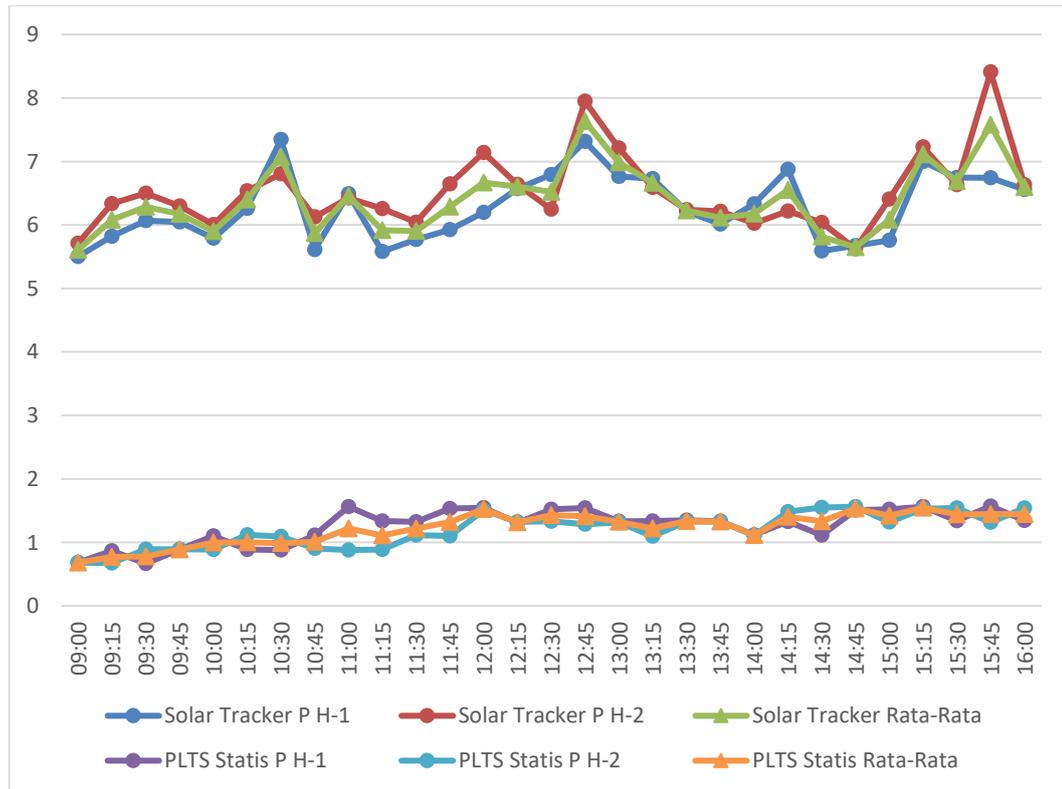
Gambar 4.18 Grafik Data Perbandingan PLTS Tracker dan PLTS Statis di Kota Padang

Berdasarkan grafik diatas dan tabel 4.8 kita bisa melihat perbandingan PLTS *Tracker* dan PLTS Statis cukup signifikan. Pada jam 9.00 daya rata-rata PLTS *Tracker* 6,6641 Watt dan PLTS Statis 1,1286 Watt daya rata-rata dari keduanya memiliki selisih sebesar 5,5355 Watt. Pada jam 16.00 daya rata-rata PLTS *Tracker* 8,2081 Watt dan PLTS Statis 1,67535 Watt daya rata-rata dari keduanya memiliki selisih sebesar 6,53275 Watt. Jika semua daya rata-rata di Kota Padang di rata-ratakan maka didapat 6,543 Watt untuk PLTS *Tracker* dan 1,483 untuk PLTS Statis. Dalam 100% total daya rata-rata PLTS *tracker* dan PLTS statis di Kota Padang dalam 2 hari pengambilan data, perbandingan persentase PLTS *Tracker* dan PLTS Statis masing-masingnya 81,522%:18,478%. Perbedaan ini terjadi karena penyerapan dari PLTS *Tracker* yang bersifat dinamis membuat PLTS *Tracker* bisa secara maksimal menyerap radiasi matahari. Sedangkan PLTS Statis hanya tetap pada posisi awalnya yang membuat serapannya hanya difokuskan pada jam puncak saja.

Dalam penggunaan panel surya terdapat jam puncak matahari (*peak sun hours*) yaitu pada 4 jam di tengah hari. Berarti berkisaran dari jam 11.00 sampai dengan jam 14.00. Wam ini menjadi tolak ukur dalam menilai produksi panel surya. Adapun berdasarkan tabel 4.8 daya rata-rata yang di rata-ratakan dari jam 11.00 sampai 14.00 untuk PLTS *Tracker* adalah 6,068612 Watt dan untuk PLTS Statis 1,5497 Watt. Selisih daya adalah sebesar 4,51888 Watt. Dalam 100% total daya rata-rata PLTS *tracker* dan PLTS statis di Kota Padang pada jam puncak matahari, perbandingan persentase PLTS *Tracker* dan PLTS Statis masing-masingnya 79,6579%:20,342%.

4.4.2 Analisa Daya PLTS *Tracker* dan PLTS Statis di Kabupaten Pasaman Barat

Berdasarkan tabel 4.8 kita dapat mengetahui nilai daya rata-rata PLTS *Tracker* dan PLTS statis pada hari pertama dan kedua di Kabupaten Pasaman Barat. Untuk perbandingannya dapat kita lihat pada grafik berikut:



Gambar 4.19 Grafik Data Perbandingan PLTS *Tracker* dan PLTS Statis di Kabupaten Pasaman Barat

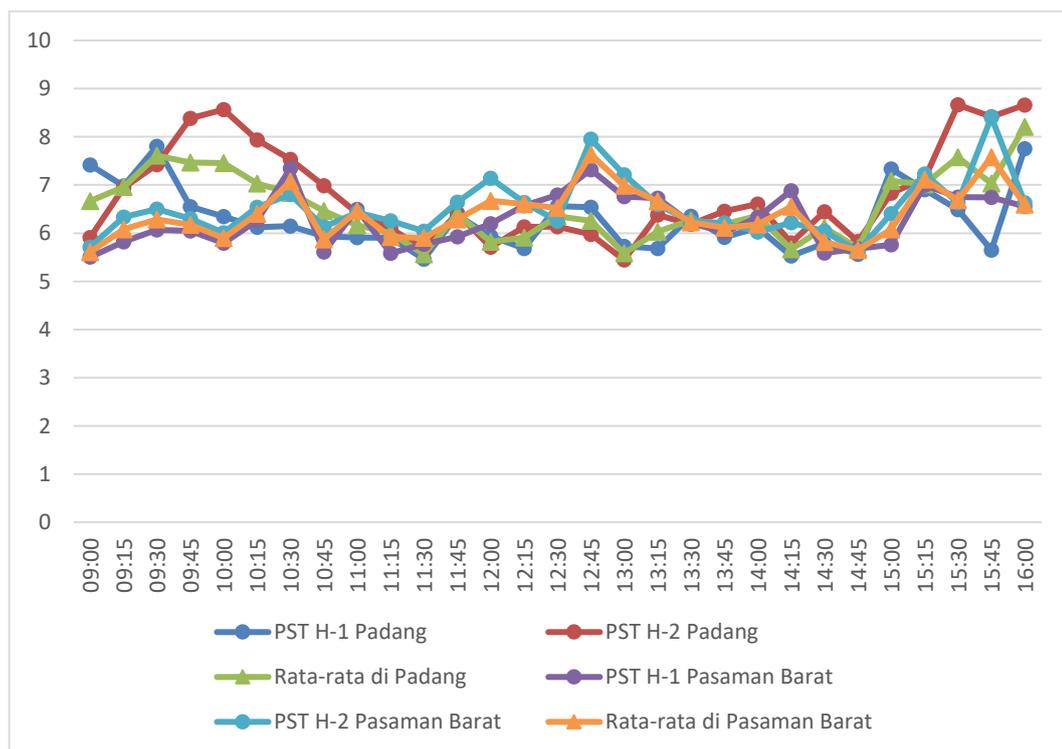
Berdasarkan grafik diatas dan tabel 4.8 kita bisa melihat perbandingan PLTS *Tracker* dan PLTS Statis cukup signifikan. Pada jam 9.00 daya rata-rata PLTS *Tracker* 5,60785 Watt dan PLTS Statis 0,6819 Watt daya rata-rata dari keduanya memiliki selisih sebesar 4,92595 Watt. Pada jam 16.00 daya rata-rata PLTS *Tracker* 6,59495 Watt dan PLTS Statis 1,44335 Watt daya rata-rata dari keduanya memiliki selisih sebesar 5,1516 Watt. Jika semua daya rata-rata di Kabupaten Pasaman Barat di rata-ratakan maka didapat 6,40095 Watt untuk PLTS *Tracker* dan 1,226062 untuk PLTS Statis. Dalam 100% total daya rata-rata PLTS *tracker* dan PLTS statis di Kabupaten Pasaman Barat dalam 2 hari pengambilan data, perbandingan persentase PLTS *Tracker* dan PLTS Statis masing-masingnya 83,924%:16,076%.

Dalam penggunaan panel surya terdapat jam puncak matahari (*peak sun hours*) yaitu pada 4 jam di tengah hari. Berarti berkisaran dari jam 11.00 sampai dengan jam 14.00. jam ini menjadi tolak ukur dalam menilai produksi panel surya.

Adapun berdasarkan tabel 4.8 daya rata-rata yang di rata-ratakan dari jam 11.00 sampai 14.00 untuk PLTS *Tracker* adalah 6,474234615 Watt dan untuk PLTS Statis 1,297973077 Watt. Selisih daya adalah sebesar 5,176262 Watt. Dalam 100% total daya rata-rata PLTS *tracker* dan PLTS statis di Kabupaten Pasaman Barat pada jam puncak matahari, perbandingan persentase PLTS *Tracker* dan PLTS Statis masing-masingnya 83,31%:16,69%.

4.4.3 Analisa Daya PLTS *Tracker* di Kota Padang dan Kabupaten Pasaman Barat

Berdasarkan tabel 4.12 kita dapat mengetahui nilai daya rata-rata PLTS *Tracker* di Kota Padang dan Kabupaten Pasaman Barat pada hari pertama dan kedua. Untuk perbandingannya dapat kita lihat pada grafik berikut:



Gambar 4.20 Grafik Data Perbandingan PLTS *Tracker* di Kota Padang dan Kabupaten Pasaman Barat

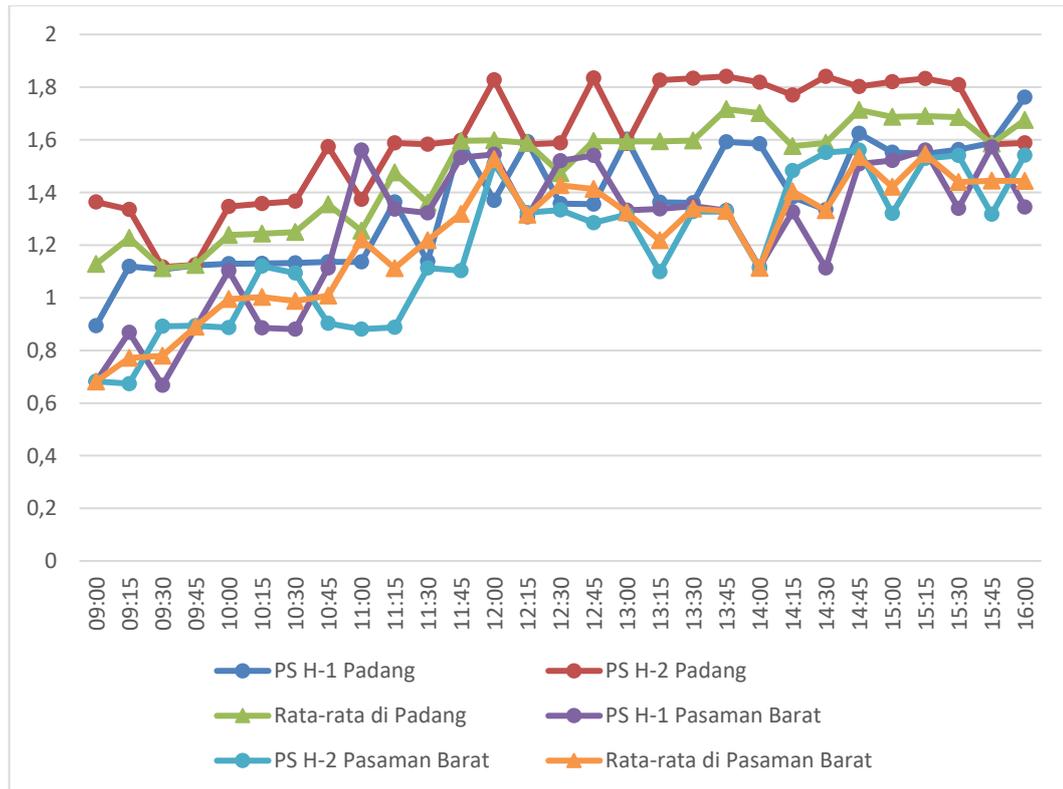
Berdasarkan grafik diatas dan tabel 4.12 kita bisa melihat perbandingan PLTS *Tracker* di Kota Padang dan Kabupaten Pasaman Barat. Pada jam 9.00 daya rata-

rata PLTS *Tracker* Kota Padang 6,6641 Watt dan PLTS *tracker* di Kabupaten Pasaman Barat 5,60785 Watt daya rata-rata dari keduanya memiliki selisih sebesar 1,05625 Watt. Pada jam 16.00 daya rata-rata PLTS *Tracker* di Kota Padang 8,2081 Watt dan PLTS *Tracker* di Kabupaten Pasaman Barat 6,59495 Watt daya rata-rata dari keduanya memiliki selisih sebesar 1,61315 Watt. Jika semua daya rata-rata di Kota Padang dan Pasaman Barat di rata-ratakan maka didapat 6,543901724 Watt untuk PLTS *Tracker* di Kota Padang dan 6,40095 untuk PLTS *Tracker* di Pasaman Barat. Dalam 100% total daya rata-rata PLTS *tracker* di Kota Padang dan Kabupaten Pasaman Barat dalam 2 hari pengambilan data, perbandingan persentase PLTS *Tracker* di Kota Padang dan Kabupaten Pasaman Barat masing-masingnya 50,552%:49,448%.

Dalam penggunaan panel surya terdapat jam puncak matahari (*peak sun hours*) yaitu pada 4 jam di tengah hari. Berarti berkisaran dari jam 11.00 sampai dengan jam 14.00. jam ini menjadi tolak ukur dalam menilai produksi panel surya. Adapun berdasarkan tabel 4.8 daya rata-rata yang di rata-ratakan dari jam 11.00 sampai 14.00 untuk PLTS *Tracker* di Kota Padang adalah 6,068611538 Watt dan untuk PLTS *Tracker* di Kabupaten Pasaman Barat 6,474234615 Watt. Selisih daya adalah sebesar 0,405623077 Watt. Dalam 100% total daya rata-rata PLTS *tracker* di Kota Padang dan Kabupaten Pasaman Barat pada jam puncak matahari, perbandingan persentase PLTS *Tracker* di Kota Padang dan PLTS *Tracker* di Kabupaten Pasaman Barat masing-masingnya 48,383 %: 51,617%.

4.4.4 Analisa Daya PLTS Statis di Kota Padang dan Kabupaten Pasaman Barat

Berdasarkan tabel 4.13 kita dapat mengetahui nilai daya rata-rata PLTS Statis di Kota Padang dan Kabupaten Pasaman Barat pada hari pertama dan kedua. Untuk perbandingannya dapat kita lihat pada grafik berikut:



Gambar 4.21 Grafik Data Perbandingan PLTS T Statis di Kota Padang dan Kabupaten Pasaman Barat

Berdasarkan grafik diatas dan tabel 4.13 kita bisa melihat perbandingan PLTS Statis di Kota Padang dan Kabupaten Pasaman Barat. Pada jam 9.00 daya rata-rata PLTS Statis Kota Padang 1,1286 Watt dan PLTS Statis di Kabupaten Pasaman Barat 0,6819 Watt daya rata-rata dari keduanya memiliki selisih sebesar 0,4467 Watt. Pada jam 16.00 daya rata-rata PLTS Statis di Kota Padang 1,67535 Watt dan PLTS Statis di Kabupaten Pasaman Barat 1,44335 Watt daya rata-rata dari keduanya memiliki selisih sebesar 0,232 Watt. Jika semua daya rata-rata di Kota Padang dan Pasaman Barat di rata-ratakan maka didapat 1,483653448 Watt untuk PLTS Statis di Kota Padang dan 1,226062069 untuk PLTS Statis di Pasaman Barat. Dalam 100% total daya rata-rata PLTS statis di Kota Padang dan Kabupaten Pasaman Barat dalam 2 hari pengambilan data, perbandingan persentase PLTS Statis di Kota Padang dan Kabupaten Pasaman Barat masing-masingnya 50,552%:49,448%.

Dalam penggunaan panel surya terdapat jam puncak matahari (*peak sun hours*) yaitu pada 4 jam di tengah hari. Berarti berkisaran dari jam 11.00 sampai dengan jam 14.00. jam ini menjadi tolak ukur dalam menilai produksi panel surya. Adapun berdasarkan tabel 4.8 daya rata-rata yang di rata-ratakan dari jam 11.00 sampai 14.00 untuk PLTS Statis di Kota Padang adalah 1,549726923 Watt dan untuk PLTS Statis di Kabupaten Pasaman Barat 1,297973077 Watt. Selisih daya adalah sebesar 0,251753846 Watt. Dalam 100% total daya rata-rata PLTS statis di Kota Padang dan Kabupaten Pasaman Barat pada jam puncak matahari, perbandingan persentase PLTS Statis di Kota Padang dan PLTS Statis di Pasaman Barat masing-masingnya 54,42% : 45,58%.

4.4.5 Analisa Energi Listrik PLTS *Tracker* dan PLTS Statis

4.4.5.1 Analisa Energi Listrik PLTS *Tracker* dan PLTS Statis di Kota Padang dan Kabupaten Pasaman Barat H-1

Pada analisa energi listrik kita akan menggunakan rumus pada BAB III persamaan 3.3 dengan rumus:

$$E = P \cdot t$$

Dalam menentukan energi listrik kita akan mengambil data berdasarkan daya perhari dari tabel 4.8. Pada jam 09.00 hari pertama di Kota Padang daya PLTS *tracker* 7,4184 Watt dan PLTS statis 0,894 Watt. Selisih waktu dalam perhitungan ini adalah 15 menit atau 0,25 jam. Jadi dapat kita ketahui energi yang dihasilkan PLTS *tracker* pada jam 09.00 adalah 1,8546 Wh dan PLTS statis 0,2235 Wh. Selisih energi sebesar 1,6311 Wh. Untuk mengetahui energi yang dihasilkan PLTS *tracker* dan PLTS statis di Kota Padang pada hari pertama, dapat kita lihat pada tabel berikut:

Tabel 4.14 Serapan Energi PLTS *Tracker* dan PLTS Statis di Kota Padang H-1

Energi PLTS <i>Tracker</i> dan PLTS Statis di Kota Padang H-1							
No.	Jam	Daya <i>Tracker</i> H-1 (Watt)	Waktu (hour)	Energi PLTS <i>Tracker</i> (Wh)	Daya Statis H-1 (Watt)	Waktu (hour)	Energi PLTS Statis (Wh)
1.	08:45-09:00	7,4184	0,25	1,8546	0,894	0,25	0,2235
2.	09:00-09:15	6,9781	0,25	1,744525	1,119	0,25	0,27975
3.	09:15-09:30	7,8015	0,25	1,950375	1,1075	0,25	0,276875

Energi PLTS Tracker dan PLTS Statis di Kota Padang H-1							
No.	Jam	Daya Tracker H-1 (Watt)	Waktu (hour)	Energi PLTS Tracker (Wh)	Daya Statis H-1 (Watt)	Waktu (hour)	Energi PLTS Statis (Wh)
4.	09:30-09:45	6,5511	0,25	1,637775	1,1235	0,25	0,280875
5.	09:45-10:00	6,3476	0,25	1,5869	1,1295	0,25	0,282375
6.	10:00-10:15	6,1263	0,25	1,531575	1,1305	0,25	0,282625
7.	10:15-10:30	6,1452	0,25	1,5363	1,132	0,25	0,283
8.	10:30-10:45	5,9358	0,25	1,48395	1,136	0,25	0,284
9.	10:45-11:00	5,9072	0,25	1,4768	1,136	0,25	0,284
10.	11:00-11:15	5,9046	0,25	1,47615	1,3632	0,25	0,3408
11.	11:15-11:30	5,4624	0,25	1,3656	1,1385	0,25	0,284625
12.	11:30-11:45	6,3756	0,25	1,5939	1,596	0,25	0,399
13.	11:45-12:00	5,9358	0,25	1,48395	1,3698	0,25	0,34245
14.	12:00-12:15	5,685	0,25	1,42125	1,5932	0,25	0,3983
15.	12:15-12:30	6,5627	0,25	1,640675	1,3572	0,25	0,3393
16.	12:30-12:45	6,5366	0,25	1,63415	1,356	0,25	0,339
17.	12:45-13:00	5,7275	0,25	1,431875	1,6023	0,25	0,400575
18.	13:00-13:15	5,685	0,25	1,42125	1,3626	0,25	0,34065
19.	13:15-13:30	6,3532	0,25	1,5883	1,3602	0,25	0,34005
20.	13:30-13:45	5,915	0,25	1,47875	1,5925	0,25	0,398125
21.	13:45-14:00	6,1155	0,25	1,528875	1,5848	0,25	0,3962
22.	14:00-14:15	5,5296	0,25	1,3824	1,383	0,25	0,34575
23.	14:15-14:30	5,785	0,25	1,44625	1,3344	0,25	0,3336
24.	14:30-14:45	5,5632	0,25	1,3908	1,6247	0,25	0,406175
25.	14:45-15:00	7,3326	0,25	1,83315	1,5526	0,25	0,38815
26.	15:00-15:15	6,9006	0,25	1,72515	1,547	0,25	0,38675
27.	15:15-15:30	6,4873	0,25	1,621825	1,5624	0,25	0,3906
28.	15:30-15:45	5,6475	0,25	1,411875	1,5876	0,25	0,3969
29.	15:45-16:00	7,756	0,25	1,939	1,7624	0,25	0,4406
Jumlah Energi				45,617975			9,8846

Dalam menentukan energi listrik kita akan mengambil data berdasarkan daya perhari dari tabel 4.11. Pada jam 09.00 hari pertama di Kabupaten Pasaman Barat daya PLTS *tracker* 5,5032 Watt dan PLTS statis 0,6813 Watt. Selisih waktu dalam perhitungan ini adalah 15 menit atau 0,25 jam. Jadi dapat kita ketahui energi yang dihasilkan PLTS *tracker* pada jam 09.00 adalah 1,3758 Wh dan PLTS statis 0,170325 Wh. Selisih energi sebesar 1,205475 Wh Untuk mengetahui energi yang dihasilkan PLTS *tracker* dan PLTS statis di Kabupaten Pasaman Barat pada hari pertama, dapat kita lihat pada tabel berikut:

Tabel 4.15 Serapan Energi PLTS *Tracker* dan PLTS Statis di Kabupaten Pasaman Barat H-1

Energi PLTS <i>Tracker</i> dan PLTS Statis di Kabupaten Pasaman Barat H-1							
No.	Jam	Daya <i>Tracker</i> H-1 (Watt)	Waktu (hour)	Energi PLTS <i>Tracker</i> (Wh)	Daya Statis H-1 (Watt)	Waktu (hour)	Energi PLTS Statis (Wh)
1.	08:45-09:00	5,5032	0,25	1,3758	0,6813	0,25	0,170325
2.	09:00-09:15	5,8214	0,25	1,45535	0,8684	0,25	0,2171
3.	09:15-09:30	6,0696	0,25	1,5174	0,6672	0,25	0,1668
4.	09:30-09:45	6,048	0,25	1,512	0,886	0,25	0,2215
5.	09:45-10:00	5,7928	0,25	1,4482	1,103	0,25	0,27575
6.	10:00-10:15	6,2608	0,25	1,5652	0,886	0,25	0,2215
7.	10:15-10:30	7,3458	0,25	1,83645	0,8808	0,25	0,2202
8.	10:30-10:45	5,6125	0,25	1,403125	1,1135	0,25	0,278375
9.	10:45-11:00	6,4931	0,25	1,623275	1,561	0,25	0,39025
10.	11:00-11:15	5,5825	0,25	1,395625	1,3362	0,25	0,33405
11.	11:15-11:30	5,7694	0,25	1,44235	1,3224	0,25	0,3306
12.	11:30-11:45	5,9265	0,25	1,481625	1,533	0,25	0,38325
13.	11:45-12:00	6,1964	0,25	1,5491	1,5442	0,25	0,38605
14.	12:00-12:15	6,57	0,25	1,6425	1,3068	0,25	0,3267
15.	12:15-12:30	6,7921	0,25	1,698025	1,5204	0,25	0,3801
16.	12:30-12:45	7,3161	0,25	1,829025	1,5407	0,25	0,385175
17.	12:45-13:00	6,762	0,25	1,6905	1,3326	0,25	0,33315
18.	13:00-13:15	6,729	0,25	1,68225	1,3374	0,25	0,33435
19.	13:15-13:30	6,2132	0,25	1,5533	1,3488	0,25	0,3372
20.	13:30-13:45	6,0129	0,25	1,503225	1,3314	0,25	0,33285
21.	13:45-14:00	6,3308	0,25	1,5827	1,1165	0,25	0,279125
22.	14:00-14:15	6,8789	0,25	1,719725	1,3266	0,25	0,33165
23.	14:15-14:30	5,59	0,25	1,3975	1,1135	0,25	0,278375
24.	14:30-14:45	5,6758	0,25	1,41895	1,5078	0,25	0,37695
25.	14:45-15:00	5,759	0,25	1,43975	1,5218	0,25	0,38045
26.	15:00-15:15	6,9967	0,25	1,749175	1,561	0,25	0,39025
27.	15:15-15:30	6,747	0,25	1,68675	1,3392	0,25	0,3348
28.	15:30-15:45	6,744	0,25	1,686	1,5729	0,25	0,393225
29.	15:45-16:00	6,5569	0,25	1,639225	1,3446	0,25	0,33615
Jumlah Energi				45,5241			9,12625

4.4.5.2 Analisa Energi Listrik PLTS *Tracker* dan PLTS Statis di Kota Padang dan Kabupaten Pasaman Barat H-2

Dalam menentukan energi listrik kita akan mengambil data berdasarkan daya dari tabel 4.8. Pada jam 09.00 hari kedua di Kota Padang daya PLTS *tracker* 5,9098 Watt dan PLTS statis 1,3632 Watt. Selisih waktu dalam perhitungan ini adalah 15

menit atau 0,25 jam. Jadi dapat kita ketahui energi yang dihasilkan PLTS *tracker* pada jam 09.00 adalah 1,3632 Wh dan PLTS statis 0,3408 Wh. Selisih energi sebesar 1,0224 Wh. Untuk mengetahui energi yang dihasilkan PLTS *tracker* dan PLTS statis di Kota Padang pada hari kedua, dapat kita lihat pada tabel berikut:

Tabel 4.16 Serapan Energi PLTS *Tracker* dan PLTS Statis di Kota Padang H-2

Energi PLTS <i>Tracker</i> dan PLTS Statis di Kota Padang H-2							
No.	Jam	Daya <i>Tracker</i> H-2 (Watt)	Waktu (hour)	Energi PLTS <i>Tracker</i> (Wh)	Daya Statis H-2 (Watt)	Waktu (hour)	Energi PLTS Statis (Wh)
1.	08:45-09:00	5,9098	0,25	1,3632	1,3632	0,25	0,3408
2.	09:00-09:15	6,944	0,25	1,736	1,3356	0,25	0,3339
3.	09:15-09:30	7,4217	0,25	1,855425	1,117	0,25	0,27925
4.	09:30-09:45	8,3842	0,25	2,09605	1,1255	0,25	0,281375
5.	09:45-10:00	8,5652	0,25	2,1413	1,347	0,25	0,33675
6.	10:00-10:15	7,9345	0,25	1,983625	1,3572	0,25	0,3393
7.	10:15-10:30	7,5339	0,25	1,883475	1,3668	0,25	0,3417
8.	10:30-10:45	6,9874	0,25	1,74685	1,5736	0,25	0,3934
9.	10:45-11:00	6,4176	0,25	1,6044	1,3734	0,25	0,34335
10.	11:00-11:15	6,1047	0,25	1,526175	1,5883	0,25	0,397075
11.	11:15-11:30	5,665	0,25	1,41625	1,5827	0,25	0,395675
12.	11:30-11:45	6,4148	0,25	1,6037	1,5967	0,25	0,399175
13.	11:45-12:00	5,7075	0,25	1,426875	1,8272	0,25	0,4568
14.	12:00-12:15	6,129	0,25	1,53225	1,5834	0,25	0,39585
15.	12:15-12:30	6,1371	0,25	1,534275	1,5883	0,25	0,397075
16.	12:30-12:45	5,9774	0,25	1,49435	1,8352	0,25	0,4588
17.	12:45-13:00	5,4432	0,25	1,3608	1,5862	0,25	0,39655
18.	13:00-13:15	6,3784	0,25	1,5946	1,8264	0,25	0,4566
19.	13:15-13:30	6,183	0,25	1,54575	1,8336	0,25	0,4584
20.	13:30-13:45	6,4568	0,25	1,6142	1,8408	0,25	0,4602
21.	13:45-14:00	6,6033	0,25	1,650825	1,8184	0,25	0,4546
22.	14:00-14:15	5,8006	0,25	1,45015	1,7696	0,25	0,4424
23.	14:15-14:30	6,4456	0,25	1,6114	1,8408	0,25	0,4602
24.	14:30-14:45	5,824	0,25	1,456	1,8024	0,25	0,4506
25.	14:45-15:00	6,834	0,25	1,7085	1,8208	0,25	0,4552
26.	15:00-15:15	7,13	0,25	1,7825	1,8328	0,25	0,4582
27.	15:15-15:30	8,664	0,25	2,166	1,8096	0,25	0,4524

Energi PLTS <i>Tracker</i> dan PLTS Statis di Kota Padang H-2							
No.	Jam	Daya <i>Tracker</i> H-2 (Watt)	Waktu (hour)	Energi PLTS <i>Tracker</i> (Wh)	Daya Statis H-2 (Watt)	Waktu (hour)	Energi PLTS Statis (Wh)
28.	15:30-15:45	8,4175	0,25	2,104375	1,5827	0,25	0,395675
29.	15:45-16:00	8,6602	0,25	2,16505	1,5883	0,25	0,397075
Jumlah Energi				49,15435			11,62838

Pada jam 09.00 hari kedua di Kabupaten Pasaman Barat daya PLTS *tracker* 5,7125 Watt dan PLTS statis 0,6825 Watt. Selisih waktu dalam perhitungan ini adalah 15 menit atau 0,25 jam. Jadi dapat kita ketahui energi yang dihasilkan PLTS *tracker* pada jam 09.00 adalah 1,428125 Wh dan PLTS statis 0,170625 Wh. Untuk mengetahui energi yang dihasilkan PLTS *tracker* dan PLTS statis di Kabupaten Pasaman Barat pada hari kedua, dapat kita lihat pada tabel berikut:

Tabel 4.17 Serapan Energi PLTS *Tracker* dan PLTS Statis di Kabupaten Pasaman Barat H-2

Energi PLTS <i>Tracker</i> dan PLTS Statis di Kabupaten Pasaman Barat H-2							
No.	Jam	Daya <i>Tracker</i> H-2 (Watt)	Waktu (hour)	Energi PLTS <i>Tracker</i> (Wh)	Daya Statis H-2 (Watt)	Waktu (hour)	Energi PLTS Statis (Wh)
1.	08:45-09:00	5,7125	0,25	1,428125	0,6825	0,25	0,170625
2.	09:00-09:15	6,3364	0,25	1,5841	0,6738	0,25	0,16845
3.	09:15-09:30	6,4989	0,25	1,624725	0,892	0,25	0,223
4.	09:30-09:45	6,3	0,25	1,575	0,8936	0,25	0,2234
5.	09:45-10:00	6,0075	0,25	1,501875	0,8868	0,25	0,2217
6.	10:00-10:15	6,5366	0,25	1,63415	1,12	0,25	0,28
7.	10:15-10:30	6,8045	0,25	1,701125	1,094	0,25	0,2735
8.	10:30-10:45	6,129	0,25	1,53225	0,9032	0,25	0,2258
9.	10:45-11:00	6,4264	0,25	1,6066	0,8804	0,25	0,2201
10.	11:00-11:15	6,2552	0,25	1,5638	0,888	0,25	0,222
11.	11:15-11:30	6,0426	0,25	1,51065	1,1135	0,25	0,278375
12.	11:30-11:45	6,645	0,25	1,66125	1,1025	0,25	0,275625
13.	11:45-12:00	7,1412	0,25	1,7853	1,5092	0,25	0,3773
14.	12:00-12:15	6,639	0,25	1,65975	1,323	0,25	0,33075
15.	12:15-12:30	6,2496	0,25	1,5624	1,3338	0,25	0,33345
16.	12:30-12:45	7,9513	0,25	1,987825	1,2852	0,25	0,3213
17.	12:45-13:00	7,2138	0,25	1,80345	1,3158	0,25	0,32895
18.	13:00-13:15	6,594	0,25	1,6485	1,099	0,25	0,27475
19.	13:15-13:30	6,2384	0,25	1,5596	1,3272	0,25	0,3318
20.	13:30-13:45	6,2132	0,25	1,5533	1,3278	0,25	0,33195

Energi PLTS <i>Tracker</i> dan PLTS Statis di Kabupaten Pasaman Barat H-2							
No.	Jam	Daya <i>Tracker</i> H-2 (Watt)	Waktu (hour)	Energi PLTS <i>Tracker</i> (Wh)	Daya Statis H-2 (Watt)	Waktu (hour)	Energi PLTS Statis (Wh)
21.	13:45-14:00	6,0264	0,25	1,5066	1,1105	0,25	0,277625
22.	14:00-14:15	6,2205	0,25	1,55125	1,4826	0,25	0,37065
23.	14:15-14:30	6,0399	0,25	1,509975	1,5519	0,25	0,387975
24.	14:30-14:45	5,625	0,25	1,40625	1,561	0,25	0,39025
25.	14:45-15:00	6,4061	0,25	1,601525	1,32	0,25	0,33
26.	15:00-15:15	7,2303	0,25	1,807575	1,5295	0,25	0,382375
27.	15:15-15:30	6,633	0,25	1,65825	1,5407	0,25	0,385175
28.	15:30-15:45	8,4094	0,25	2,10235	1,317	0,25	0,32925
29.	15:45-16:00	6,633	0,25	1,65825	1,5421	0,25	0,385525
Jumlah Energi				47,28968			8,65165

4.4.5.3 Analisa Energi Keseluruhan Dari Rata-rata Daya

Berdasarkan tabel 4.8 dan 4.11, kita telah mengetahui rata-rata daya perhari di Kota Padang dan Kabupaten Pasaman Barat. Setelah mendapatkan daya perhari kita akan mencari daya rata-rata dari pengambilan data selama 2 hari yang mana daya di rata-ratakan pada setiap 15 menit pengambilan data. Pada jam 09.00 untuk PLTS *tracker* dan PLTS statis di Kota Padang masing-masingnya adalah 6,6641 Watt dan 1,1286 Watt. Sedangkan di Kabupaten Pasaman Barat untuk daya rata-rata PLTS *tracker* dan PLTS statis masing-masingnya 5,60785 Watt dan 0,6819 Watt. Untuk daya rata-rata PLTS *tracker* dan PLTS statis di Kota Padang dan Kabupaten Pasaman Barat pada jam 09.15 sampai 16.00 dapat dilihat pada tabel berikut:

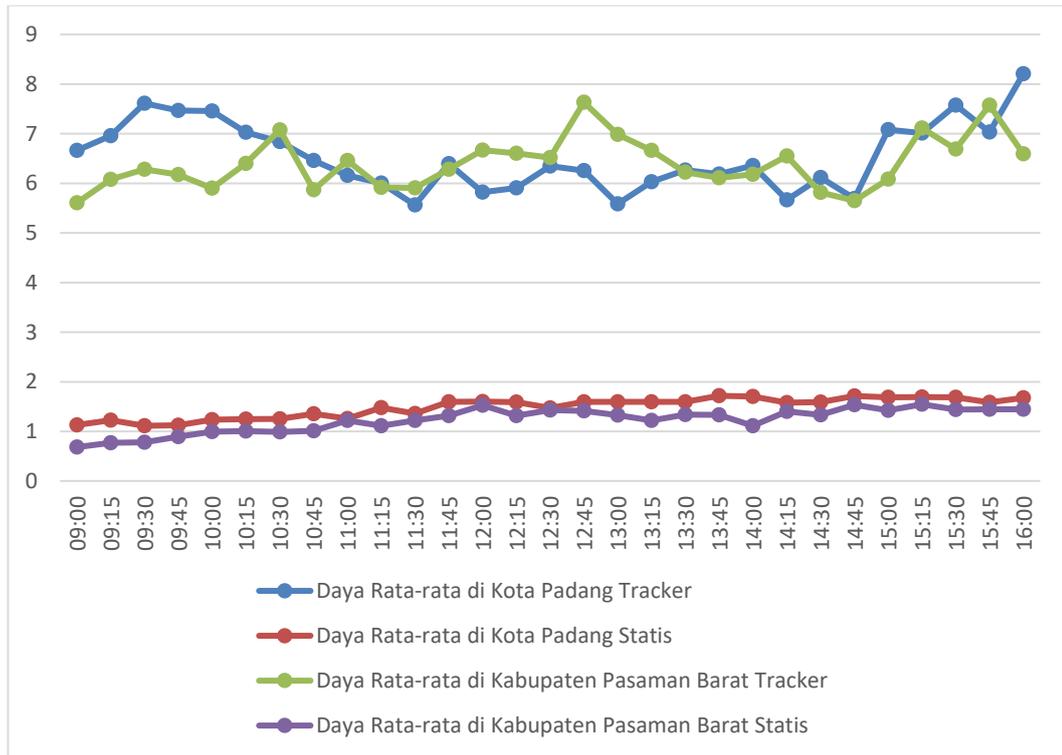
Tabel 4.18 Analisa Daya Rata-rata di Kota Padang dan Kabupaten Pasaman Barat

No.	Jam	Daya Rata-rata 2 Hari di Kota Padang		Daya Rata-rata 2 Hari di Kabupaten Pasaman Barat	
		<i>Tracker</i> (Watt)	Statis (Watt)	<i>Tracker</i> (Watt)	Statis (Watt)
1.	09:00	6,6641	1,1286	5,60785	0,6819
2.	09:15	6,96105	1,2273	6,0789	0,7711
3.	09:30	7,6116	1,11225	6,28425	0,7796
4.	09:45	7,46765	1,1245	6,174	0,8898
5.	10:00	7,4564	1,23825	5,90015	0,9949
6.	10:15	7,0304	1,24385	6,3987	1,003
7.	10:30	6,83955	1,2494	7,07515	0,9874
8.	10:45	6,4616	1,3548	5,87075	1,00835
9.	11:00	6,1624	1,2547	6,45975	1,2207

10.	11:15	6,00465	1,47575	5,91885	1,1121
11.	11:30	5,5637	1,3606	5,906	1,21795
12.	11:45	6,3952	1,59635	6,28575	1,31775
13.	12:00	5,82165	1,5985	6,6688	1,5267
14.	12:15	5,907	1,5883	6,6045	1,3149
15.	12:30	6,3499	1,47275	6,52085	1,4271
16.	12:45	6,257	1,5956	7,6337	1,41295
17.	13:00	5,58535	1,59425	6,9879	1,3242
18.	13:15	6,0317	1,5945	6,6615	1,2182
19.	13:30	6,2681	1,5969	6,2258	1,338
20.	13:45	6,1859	1,71665	6,11305	1,3296
21.	14:00	6,3594	1,7016	6,1786	1,1135
22.	14:15	5,6651	1,5763	6,5497	1,4046
23.	14:30	6,1153	1,5876	5,81495	1,3327
24.	14:45	5,6936	1,71355	5,6504	1,5344
25.	15:00	7,0833	1,6867	6,08255	1,4209
26.	15:15	7,0153	1,6899	7,1135	1,54525
27.	15:30	7,57565	1,686	6,69	1,43995
28.	15:45	7,0325	1,58515	7,5767	1,44495
29.	16:00	8,2081	1,67535	6,59495	1,44335
Jumlah		189,77315	43,02595	185,62755	35,5558

Dari tabel 4.18 jumlah daya rata-rata selama 2 hari untuk PLTS *tracker* di Kota Padang sebesar 189,77315 Watt dan PLTS statis di Kota Padang menghasilkan daya rata-rata selama 2 hari sebesar 43,02595 Watt. Hasil ini menunjukkan bahwa PLTS *tracker* lebih baik penyerapannya daripada PLTS statis dan memiliki selisih sebesar 146,7472 Watt. Sedangkan pada PLTS *tracker* di Pasaman Barat menghasilkan jumlah daya rata-rata selama 2 hari sebesar 185,62755 Watt dan PLTS statis di Pasaman Barat menghasilkan daya rata-rata selama 2 hari sebesar 35,5558 Watt. Hasil ini juga menunjukkan bahwa PLTS *tracker* lebih baik penyerapannya daripada PLTS statis dan memiliki selisih sebesar 150,06955 Watt.

Untuk PLTS *tracker* di Kota Padang dan Kabupaten Pasaman Barat memiliki selisih rata-rata daya selama 2 hari sebesar 4,1456 Watt. Dan untuk PLTS statis di Kota Padang dan Kabupaten Pasaman Barat meliki selisih daya rata-rata selama 2 hari sebesar 7,47015 Watt. Perbandingan daya rata-rata selama 2 hari di Kota Padang dan Kabupaten Pasaman Barat pada tiap 15 menit dapat dilihat pada grafik berikut:



Gambar 4.22 Grafik Analisa Daya Rata-rata di Kota Padang dan Kabupaten Pasaman Barat

Setelah mengetahui daya rata-rata selama 2 hari di Kota Padang dan Kabupaten Pasaman Barat, kita akan mencari berapa besar serapan energi yang dihasilkan oleh PLTS *tracker* dan PLTS statis selama 2 hari tersebut. Dimana jumlah energi yang dihasilkan panel surya perhari dapat kita lihat pada tabel berikut.

Tabel 4.19 Analisa Energi di Kota Padang dan Kabupaten Pasaman Barat

Tanggal Pengambilan Data	Energi di Kota Padang		Energi di Kabupaten Pasaman Barat	
	<i>Tracker</i> (Wh)	Statis (Wh)	<i>Tracker</i> (Wh)	Statis (Wh)
18 Januari 2023 (H-1)	45,61798	9,8846	45,5241	9,12625
19 Januari 2023 (H-2)	49,15435	11,628375	47,28968	8,65165
Jumlah	94,77233	21,512975	92,81378	17,7779

Energi yang dihasilkan PLTS *tracker* dan PLTS statis di Kota Padang selama 2 hari masing-masingnya sebesar 94,77233 Wh dan 21,512975 Wh. Selisih dari keduanya adalah 73,259 Wh. Dalam 100% total energi PLTS *tracker* dan PLTS

statis di Kota Padang, perbandingan persentase PLTS *Tracker* dan PLTS Statis masing-masingnya 81,499%:18,501%. Sedangkan untuk di Pasaman Barat PLTS *tracker* dan PLTS statis menghasilkan energi selama 2 hari masing-masingnya sebesar 92,81378 Wh dan 17,7779 Wh. Selisih dari keduanya adalah 75,035 Wh. Dalam 100% total energi PLTS *tracker* dan PLTS statis di Kabupaten Pasaman Barat, perbandingan persentase PLTS *Tracker* dan PLTS Statis masing-masingnya 83,925%:16,075%. Pada perbandingan ini terlihat PLTS *tracker* menghasilkan energi yang lebih besar dibandingkan PLTS statis. Hal ini dikarenakan PLTS *tracker* yang dirancang untuk memaksimalkan penyerapan energi matahari dengan adanya proses tracking yang dibantu sensor yang mendeteksi dimana posisi matahari dan pergerakan dibantu oleh motor.

Energi yang dihasilkan PLTS *tracker* di Kota Padang dan Kabupaten Pasaman Barat masing-masingnya sebesar 94,77233 Wh dan 92,81378 Wh. PLTS *tracker* pada 2 wilayah berbeda ini memiliki selisih 1,9585 Wh. Dalam 100% total energi PLTS *tracker* di Kota Padang dan Kabupaten Pasaman Barat, perbandingan persentase PLTS *Tracker* di Kota Padang dan Kabupaten Pasaman Barat masing-masingnya 50,522%:49,473%. Sedangkan energi yang dihasilkan oleh PLTS statis di Kota Padang dan Kabupaten Pasaman Barat masing-masingnya sebesar 21,512975 Wh dan 17,7779 Wh. PLTS statis pada 2 wilayah berbeda ini memiliki selisih 3,735 Wh. Dalam 100% total energi PLTS statis di Kota Padang dan Kabupaten Pasaman Barat, perbandingan persentase PLTS statis di Kota Padang dan Kabupaten Pasaman Barat masing-masingnya 54,753%:45,247%.

Faktor yang sangat mempengaruhi serapan energi panel surya radiasi matahari ke panel surya. Untuk itu kita akan mengasumsikan bahwa penggunaan PLTS akan lebih baik pada wilayah ekuator, dimana pada penelitian kali ini bertempat di Kabupaten Pasaman Barat. Namun dikarekan suhu yang terlalu tinggi di wilayah ekuator, hal tersebut akan menurunkan serapan energi dari PLTS. Dikarenakan suhu juga berpengaruh terhadap PLTS. Jadi kita dapat melihat serapan energi lebih besar dihasilkan di Kota Padang dibandingkan Kabupaten Pasaman Barat.