

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang Masalah**

Sekarang ini matahari merupakan sumber energi baru dan terbarukan, dan UHN Medan telah ikut serta dengan membangun PLTS guna memanfaatkan potensi energi matahari yang ada di Indonesia untuk menghasilkan listrik. Selama ini listrik UHN disuplai oleh PLN untuk kebutuhan proses belajar mengajar di UHN, dan sekarang sudah ada PLTS UHN parallel otomatis dengan jaringan PLN, oleh karena itu perlu dilakukan monitoring terhadap daya dan energi yang dihasilkan PLTS UHN Medan.



Gambar 1.1 PLTS UHN Medan (Sumber : dokumen pribadi )

Jumlah PV yang ada terpasang adalah 1146 buah Solar Cell (disebut Photo Voltaic = PV) dengan daya 540 WP, dengan rincian pada gedung I terdapat 580 PV, gedung L terdapat 242 PV dan pada Fakultas Kedokteran terdapat 324 PV, dengan spesifikasi yang dapat menyerap daya sebesar 540 WP sehingga total daya yang dapat dihasilkan adalah 618,8 KWP.

Untuk mengelola daya PLTS tersebut, UHN menggunakan sejumlah 4 unit inverter di Power House 1 (PH-1) dengan kapasitas 100 KW, 100 KW, 100 KW, 60 KW yang bekerja rata-rata 12 jam setiap harinya dari sejak terbit matahari sampai terbenamnya. PLTS menghasilkan daya rata rata sebesar 174,328 KW, dengan besar iradiansi rata rata setiap hari adalah 587,505 W/m<sup>2</sup>. PH-1 tersambung parallel dengan 3 transformator distribusi 197 KVA, masing-masing PLTS memiliki kapasitas 160 KW, 100 KW dan 100 KW.

## **1.2. Perumusan Masalah**

Permasalahan PLTS UHN yang dikaji berdasarkan latar belakang di atas adalah sebagai berikut:

1. Apakah PLTS yang dipasangkan di Universitas HKBP Nommensen bekerja dengan normal atau tidak ? dengan cara membandingkan hasil monitoring manual pada power house 1 dengan monitoring aplikasi Fusion Solar mencapai nilai 90 %
2. Berapakah rata rata energi yang dihasilkan oleh PLTS setiap bulannya untuk dapat dimanfaatkan secara maksimal oleh Universitas HKBP Nommensen ?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk menentukan nilai jumlah energi yang dapat diproduksi PLTS khususnya Bulan Agustus 2023.
2. Untuk Mendapatkan Perkiraan jumlah pemakaian energi yang ideal di Kampus UHN di bulan Agustus 2023.

## **1.4. Batasan Masalah**

Untuk memfokuskan penelitian dan memperjelas penyelesaian sehingga mudah dipahami dan penyusunannya lebih terarah, maka dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut :

1. Penelitian/Riset ini dilakukan di sekitaran area Universitas HKBP Nommensen Medan dari tanggal 1 Agustus hingga 31 Agustus
2. Data Penelitian ini diperoleh dari aplikasi khusus yang disediakan Mitra yaitu PT. SUN
3. Penyajian data diberikan dengan table dan grafik.

### **1.5. Mafaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagi Universitas Nommensen Medan

Sebagai bahan masukan, informasi untuk memerhatikan kemampuan PLTS dalam menghasilkan energi listrik ,yang digunakan untuk menjalankan kegiatan kampus sehari hari nya

- b. Bagi Peneliti

Peneliti dapat mengetahui mengenai PLTS lebih dalam dan baik yang dapat berguna untuk kedepannya dan mendapatkan pengalaman yang dekat dengan dunia kerja

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan Tugas Akhir ini pada garis besarnya dibagi dalam lima bab, tiap bab terdiri dari beberapa sub bab, secara singkat dapat dijelaskan sebagai berikut :

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

#### **BAB II LANDASAN TEORI**

Merupakan pembahasan secara terperinci mengenai metode maupun teori-teori yang digunakan sebagai landasan untuk pemecahan masalah.

#### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi tentang obyek penelitian, metode pengumpulan data, jalannya penelitian, metode pengolahan dan analisa data, kerangka pemecahan masalah.

#### **BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Menyajikan data-data yang diperlukan yang diperoleh dari obyek penelitian dan membahas atau mengerjakan data-data yang diperoleh dari obyek penelitian dan menyajikan hasil-hasil analisa terhadap data data yang diperoleh dari obyek penelitian.

#### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Merupakan kesimpulan yang diperoleh dari hasil analisa data serta mengemukakan saran yang sekiranya dapat dijadikan bahan pertimbangan bagi pekerja.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1. Sel Surya**

Solar cell adalah pembangkit listrik yang mampu mengkonversi sinar matahari menjadi arus listrik. Perubahan bentuk energi ini disebut efek fotovoltaiik. Bidang riset berhubungan dengan sel surya dikenal sebagai fotovoltaiik. Energi matahari pada fakatnya menjadi suatu sumber energi yang paling menjanjikan dibandingkan dengan energi yang lainnya, satu-satunya alasan hal ini diungkapkan karena sampai saat ini sifat energi matahari berkelanjutan (sustainable) serta jumlahnya tidak terbatas. Sel surya memiliki banyak aplikasi. Mereka terutama cocok untuk digunakan bila tenaga listrik dari grid tidak tersedia, seperti di wilayah terpencil, satelit pengorbit bumi, kalkulator genggam, pompa air, dll. Sel surya (dalam bentuk modul atau panel surya) dapat dipasang di atap gedung di mana mereka berhubungan dengan inverter ke grid listrik dalam sebuah pengaturan net metering. Banyak bahan semikonduktor yang dapat dipakai untuk membuat sel surya diantaranya silikon, titanium oksida, germanium, dll.

##### **2.1.1. Prinsip Kerja Sel Surya/Solar Cell**

Pada dasarnya prinsip kerja dari *Solar Cell*/Sel Surya terjadi ketika cahaya matahari mengenai sel, maka sebagian dari cahaya tersebut diserap oleh bahan semikonduktor tersebut. Energi yang diserap tersebut membuat elektron menjadi menjauh dan menyebabkan elektron menjadi bebas bergerak. PV cells juga mempunyai satu atau lebih medan listrik yang memaksa elektron untuk bergerak dengan arah tertentu. Aliran elektron ini merupakan arus listrik. Energi listrik yang dihasilkan oleh satu sel surya sangat kecil, maka beberapa sel surya harus digabungkan sehingga terbentuklah satuan komponen yang disebut *module*. Jika ada elektron bebas yang sifatnya negatif, maka bisa menjadi pendonor elektron atau disebut dengan semikonduktor tipe “n”. Dan untuk semikonduktor dengan hole bermuatan positif akan menjadi penerima elektron atau semikonduktor tipe

“p”. Antara daerah positif dan negatif itulah bisa memunculkan energi yang kemudian mendorong elektron dan hole menjadi berlawanan. Di mana elektron akan jauh dari daerah negatif dan hole akan jauh dari daerah positif.

### **2.1.2. Sejarah**

Efek fotovoltaiik didemonstrasikan pertama kali oleh fisikawan Prancis Edmond Becquerel. Pada tahun 1839, pada usia 19, ia membangun sel fotovoltaiik pertama di dunia di laboratorium ayahnya. Willoughby Smith pertama kali menggambarkan "Effect of Light on Selenium during the passage of an Electric Current" ("Pengaruh Cahaya pada Selenium selama perjalanan Arus Listrik") dalam Nature edisi 20 Februari 1873. Pada tahun 1883 Charles Fritts membangun sel fotovoltaiik padat pertama dengan melapisi selenium semikonduktor dengan lapisan tipis emas untuk membentuk persimpangan; perangkat ini hanya memiliki efisiensi sekitar 1%. Capaian lain termasuk:

1888 - Fisikawan Rusia Aleksandr Stoletov membangun sel pertama berdasarkan efek fotolistrik luar yang ditemukan oleh Heinrich Hertz pada tahun 1887.

1905 - Albert Einstein mengusulkan teori kuantum cahaya yang baru dan menjelaskan efek fotolistrik dalam makalah penting, di mana ia menerima Hadiah Nobel dalam Fisika pada tahun 1921.

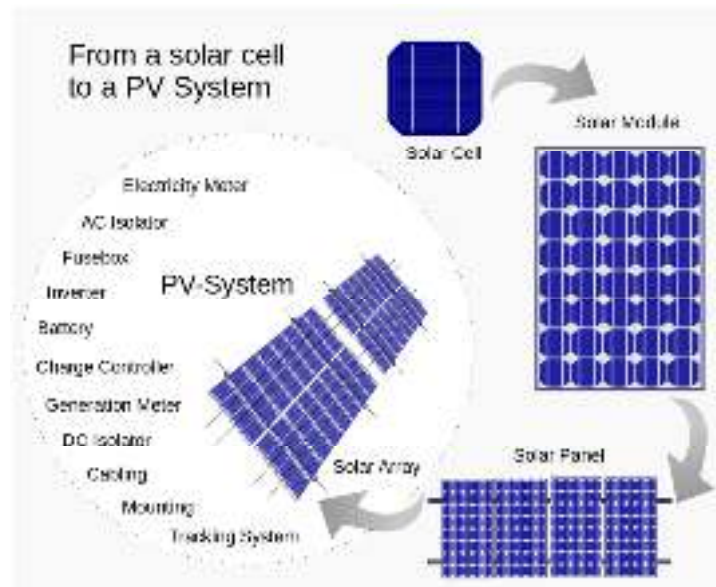
1941 - Vadim Lashkaryov menemukan pertemuan p-n pada sel proto  $\text{Cu}_2\text{O}$  dan  $\text{Ag}_2\text{S}$ .

1946 - Russell Ohl mematenkan sel surya semikonduktor junction modern, sambil mengerjakan serangkaian kemajuan yang akan mengarah pada transistor.

1954 - sel fotovoltaiik praktis pertama didemonstrasikan secara publik di Bell Laboratories. Para penemu adalah Calvin Souther Fuller, Daryl Chapin dan Gerald Pearson.

1958 - sel surya menjadi terkenal dengan penggabungannya ke satelit Vanguard I.

### 2.1.3. Aplikasi Photo Voltaic (PV)



Gambar 2.1 Photo Voltaic

(sumber : Teknologi Elektro- ojs.unud.ac.id)

Rakitan sel surya digunakan untuk membuat modul surya yang menghasilkan daya listrik dari sinar matahari, yang dibedakan dari "modul termal surya" atau "panel air panas surya". Jajaran surya menghasilkan tenaga surya menggunakan energi matahari.

Beberapa sel surya dalam kelompok terpadu, semuanya berorientasi dalam satu bidang, membentuk panel atau modul fotovoltaik surya. Modul fotovoltaik sering kali memiliki selembar kaca di sisi yang menghadap matahari, memungkinkan cahaya untuk lewat dan melindungi wafer semikonduktor. Sel surya biasanya dihubungkan secara seri dan paralel atau seri dalam modul, menciptakan tegangan tambahan. Menghubungkan sel secara paralel menghasilkan arus yang lebih tinggi. Namun, masalah seperti efek bayangan dapat mematikan string paralel (sejumlah sel yang terhubung secara seri) yang lebih lemah (kurang menyala) menyebabkan kehilangan daya yang substansial dan kemungkinan kerusakan karena bias balik diterapkan pada sel-sel yang tertutupi oleh sel lainnya yang disoroti cahaya. String sel seri biasanya ditangani secara independen dan tidak

terhubung secara paralel, meskipun hingga tahun 2014 kotak daya individu telah sering dipasok untuk setiap modul dan terhubung secara paralel. Meskipun modul dapat dihubungkan untuk membuat jajaran surya dengan tegangan DC puncak yang diinginkan dan kapasitas arus pemuatan, MPPT independen lebih disukai (pelacak titik daya maksimum). Jika tidak, dioda shunt dapat mengurangi hilangnya daya bayangan dalam jajaran surya menggunakan sel yang terhubung secara seri/paralel.

#### **2.1.4. Aplikasi di Kendaraan**

Penggunaan sel surya sebagai sumber energi alternatif dalam kendaraan semakin berkembang. Kendaraan listrik yang menggunakan energi surya dan/atau sinar matahari disebut mobil surya. Mobil ini menggunakan panel surya untuk mengubah cahaya menjadi energi listrik yang disimpan dalam baterai. Beberapa faktor seperti suhu, sifat material, kondisi cuaca, sinar matahari, dan lainnya mempengaruhi daya yang dihasilkan oleh sel surya.

Penggunaan sel surya dalam kendaraan mulai muncul sekitar pertengahan abad ke-20. Untuk meningkatkan publisitas dan kesadaran tentang transportasi berenergi surya, pada tahun 1987 Hans Tholstrup mengadakan World Solar Challenge, sebuah perlombaan sejauh 3000 km melintasi belantara Australia, yang diikuti oleh peserta dari industri dan universitas terkemuka di seluruh dunia. General Motors berhasil memenangkan acara tersebut dengan mobil mereka, Sunraycer, yang mencapai kecepatan lebih dari 40 mph dan memiliki keunggulan yang signifikan. Sebenarnya, mobil tenaga surya adalah salah satu jenis kendaraan energi alternatif tertua

#### **2.1.5. Aplikasi luar angkasa**

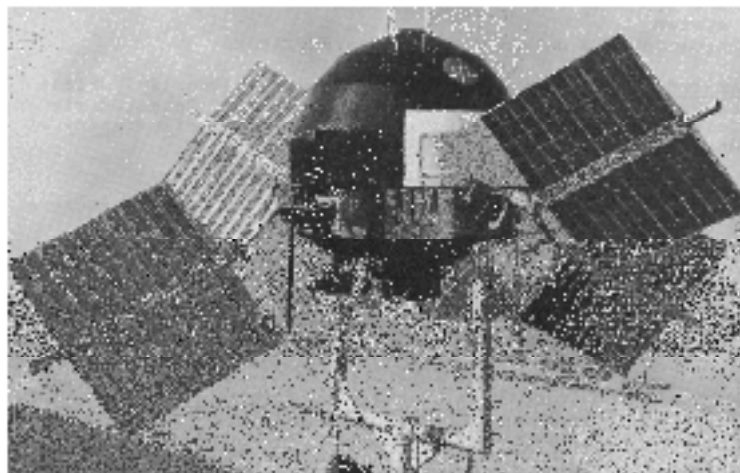
Sel surya pertama kali digunakan dalam aplikasi yang menonjol ketika mereka diusulkan dan diterbangkan pada satelit Vanguard pada tahun 1958, sebagai sumber daya alternatif ke sumber daya baterai utama. Dengan menambahkan sel ke bagian satelit, waktu misi dapat diperpanjang tanpa perubahan besar pada pesawat ruang angkasa atau sistem dayanya. Pada tahun 1959 Amerika Serikat meluncurkan Explorer 6, menampilkan jajaran surya besar berbentuk sayap, yang



menjadi fitur umum pada satelit tersebut. Jajaran ini terdiri dari 9600 sel surya Hoffman.

Pada 1960-an, sel surya adalah sumber daya utama untuk sebagian besar satelit yang mengorbit Bumi dan sejumlah wahana antariksa di tata surya, karena menawarkan rasio daya-terhadap-berat yang terbaik. Namun, keberhasilan ini dimungkinkan karena dalam aplikasi luar angkasa, biaya sistem daya bisa begitu tinggi, karena pengguna ruang memiliki sedikit opsi daya lain, dan kesediaan membayar untuk sel surya terbaik. Pasar tenaga luar angkasa mendorong pengembangan efisiensi yang lebih tinggi dalam sel surya hingga program Yayasan Sains Nasional "Penelitian yang Diterapkan untuk Kebutuhan Nasional" mulai mendorong pengembangan sel surya untuk aplikasi terestrial.

Pada awal 1990-an teknologi yang digunakan untuk sel surya luar angkasa membelok dari teknologi silikon yang digunakan untuk panel terestrial, dengan aplikasi pesawat ruang angkasa bergeser ke bahan semikonduktor III-V berbasis galium arsenida, yang kemudian berkembang menjadi sel fotovoltaik multipertemuan III-V modern yang digunakan di pesawat luar angkasa.



Gambar 2.2 Aplikasi Luar Angkasa ( sumber : <https://www.wikipedia.org/>)

#### **2.1.6. Material**

Sel surya biasanya dinamai dengan bahan semikonduktor pembuatnya. Bahan-bahan ini harus memiliki karakteristik tertentu untuk menyerap sinar matahari. Beberapa sel dirancang untuk menangani sinar matahari yang mencapai

permukaan bumi, sementara yang lain dioptimalkan untuk digunakan di luar angkasa. Sel surya dapat dibuat hanya dari satu lapisan tunggal bahan penyerap cahaya (pertemuan tunggal) atau menggunakan beberapa konfigurasi fisik (multipertemuan) untuk memanfaatkan berbagai mekanisme penyerapan dan pemisahan muatan. Sel surya dapat diklasifikasikan menjadi sel generasi pertama, kedua dan ketiga. Sel generasi pertama — juga disebut sel konvensional, tradisional, atau berbasis wafer — terbuat dari silikon kristal, teknologi PV yang dominan secara komersial, yang mencakup bahan-bahan seperti polisilikon dan silikon monokristalin. Sel generasi kedua adalah sel surya film tipis, yang meliputi silikon amorf, CdTe dan sel CIGS dan secara komersial signifikan dalam skala pembangkit listrik fotovoltaik, membangun fotovoltaik terintegrasi atau dalam sistem daya kecil yang berdiri sendiri. Generasi ketiga dari sel surya mencakup sejumlah teknologi film tipis yang sering digambarkan sebagai fotovoltaik pegari (emerging) — kebanyakan dari teknologi generasi ini belum diterapkan secara komersial dan masih dalam tahap penelitian atau pengembangan. Banyak yang menggunakan bahan organik, sering kali senyawa organologam serta zat anorganik. Terlepas dari kenyataan bahwa efisiensinya rendah dan stabilitas bahan penyerap sering kali terlalu rendah untuk aplikasi komersial, ada banyak penelitian yang diinvestasikan ke dalam teknologi ini karena mereka menjanjikan untuk mencapai tujuan menghasilkan biaya rendah, efisiensi tinggi sel surya. Materi lain yang digunakan pada PV adalah sebagai berikut

1. Silikon kristal
2. Silikon monokristalin
3. silikon epitaksial
4. Silikon polikristalin
5. Silikon pita
6. Silikon mono-seperti-multi (MLM)
7. Film tipis
8. Kadmium telurida
9. Tembaga indium galium selenida
10. Film tipis silikon

## 11. Film tipis galium arsenida

### 2.1.7. Jenis-Jenis Panel Surya

Panel surya/ solar panel merupakan salah satu teknologi penghasil listrik yang sangat populer belakangan ini. Bagi yang tertarik menggunakannya teknologi solar panel perlu mengetahui jenis-jenis panel surya yang bisa anda dapatkan di pasaran.

Hal ini disebabkan karena solar panel memiliki beberapa dengan kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Bagi Anda yang ingin mengetahui lebih dalam mengenai jenis-jenis panel surya beserta kelebihan dan kekurangannya, berikut ini adalah ulasannya.

#### 2.1.7.1. *Monocrystalline Silicon*



Gambar 2.3 *Monocrystalline Silicon* ( sumber : <https://www.sankelux.co.id/> )

Jenis panel surya pertama yang akan kami bahas adalah solar panel monocrystalline silicon. Jenis komponen sel surya yang satu ini merupakan jenis yang paling banyak digunakan karena kelebihan yang dimilikinya. Sel surya ini terbuat dari silikon yang diiris tipis-tipis dengan menggunakan mesin. Irisan bisa menjadi lebih tipis dan juga karakteristiknya identik karena penggunaan mesin potong ini. Untuk kelebihannya, jenis sel surya satu ini ini bisa disebut sebagai salah satu sel surya yang paling efisien digunakan. Hal ini disebabkan karena penampangannya dapat menyerap cahaya matahari dengan lebih efisien dibandingkan dengan bahan sel surya yang lainnya.

Efisiensi konversi cahaya matahari menjadi listrik yang dimiliki oleh bahan sel surya ini adalah sekitar 15%. Jumlah ini merupakan salah satu jumlah yang cukup besar jika dibandingkan dengan bahan penyusun sel surya yang lain meski dengan ukuran penampang yang sama. Panel surya yang satu ini juga menjadi salah satu yang paling banyak digunakan karena paling cocok untuk kebutuhan sehari-hari. Anda bisa menggunakan berbagai peralatan listrik termasuk Pompa Submersible dengan panel surya ini. Sayangnya jenis solar panel yang satu ini akan membutuhkan cahaya yang sangat terang ketika beroperasi. Ia akan mengalami pengurangan efisiensi jika berada pada cuaca yang berawan dan mendung. Untuk ciri-ciri panel surya monocrystalline silicon ini memiliki warna hitam dan juga bentuk yang tipis seperti yang telah disebutkan sebelumnya.

#### ***2.1.7.2. Polycrystalline Silikon***



Gambar 2.4 *Polycrystalline Silikon* ( sumber : <https://www.sankelux.co.id/> )

Jenis solar panel selanjutnya yang bisa digunakan adalah *polycrystalline silicon*. Teknologi panel surya ini merupakan teknologi panel yang terbuat dari batang silikon yang kemudian dicairkan. Teknologi panel ini memiliki kelebihan dari segi susunannya yang lebih rapi dan lebih rapat. Untuk cirinya, biasanya solar panel ini memiliki penampilan yang unik karena terkesan seperti ada retakan-retakan di dalam sel surya yang dimilikinya. Teknologi panel surya yang satu ini juga memiliki kekurangan yang cukup mirip dengan *monocrystalline silicon* yang telah disebutkan sebelumnya. Panel surya *polycrystalline* memiliki kekurangan ketika digunakan pada daerah yang rawan dan sering mendung. Ketika diletakkan atau digunakan pada area seperti ini, maka efisiensi yang dimilikinya akan turun. Jika dibandingkan dengan efisiensi *monocrystalline*, polikristalin silikon ini memiliki efisiensi yang lebih rendah.

### 2.1.7.3. *Thin Film Solar Cel*



Gambar 2.5 *Thin Film Solar Cel* ( sumber : <https://pasangpanelsurya.com/> )

Teknologi Panel surya yang akan dibahas selanjutnya adalah teknologi thin film solar cell. Ini merupakan sebuah teknologi panel solar yang dibuat dengan menggunakan sel surya yang tipis yang kemudian dipasangkan pada sebuah lapisan dasar. Dengan begitu jika dilihat secara fisik, solar panel ini merupakan film solar sel yang memiliki dua lapisan. Kelebihan yang dimiliki oleh teknologi solar panel yang satu ini bisa dilihat dari kondisi fisiknya. Sesuai dengan nama yang dimilikinya teknologi solar panel yang satu ini memiliki ukuran yang sangat tipis, hal ini menyebabkan solar panel yang satu ini memiliki bobot yang lebih ringan dan memiliki sifat yang lebih fleksibel. Selain itu teknologi solar panel yang satu ini merupakan teknologi yang dapat bekerja dengan sangat baik ketika berada pada cahaya fluorescent. Untuk kekurangannya, efisiensi yang dimiliki oleh panel surya yang satu ini memang cukup rendah. Anda hanya bisa mendapatkan penangkapan sebesar 8,5% untuk penampang yang sama luasnya dengan monocrystalline yang sudah disebutkan sebelumnya. Untuk penggunaannya, jenis panel yang satu ini memang lebih cocok digunakan untuk kebutuhan komersil.

#### ***2.1.7.4. Compound Thin Film Triple Junction Photovoltaic***



Gambar 2.6 *Compound Thin Film Triple Junction Photovoltaic*

( <https://pasangpanelsurya.com/> )

Panel surya yang disebutkan sebelumnya merupakan jenis panel yang memiliki dua lapisan, maka sesuai dengan namanya teknologi solar panel yang satu ini memiliki tiga lapisan. Untuk teknologi solar panel yang satu ini anda tidak bisa menggunakannya untuk kebutuhan sehari-hari seperti untuk menyalakan alat elektronik, memasak, memanaskan air, dan juga untuk Pompa Air Tenaga Surya yang anda miliki. Sesungguhnya jenis panel ini merupakan jenis panel yang digunakan untuk perangkat yang diterbangkan ke angkasa luar. Oleh karena itu, kemampuan dan efisiensi yang dimilikinya sangat tinggi. Perangkat ini merupakan perangkat yang mampu menghasilkan daya listrik hingga 45%, lebih besar dibandingkan dengan jenis-jenis tenaga surya yang lainnya. Akan tetapi

biasanya jenis solar panel yang satu ini memiliki bobot yang sangat berat dan juga sangat rapuh jika dibandingkan dengan teknologi solar panel yang lainnya.

### **2.1.8. Kelebihan dan Kelemahan Sel surya**

#### Kelebihan Sel Surya

Berkikut ini adalah kelebihan *solar cell* ataupun sel surya;

1. Modal solar langsung mengkonversi sinar matahari menjadi energi listrik searah tanpa bahan bakar
2. Proses konversi tidak menimbulkan kebisingan, gas buang, dan limbah
3. Pemeliharaan sederhana dibanding sistem konvensional. Karena dalam proses tidak ada bagian yang bergerak
4. Untuk beban yang kecil mempunyai kecenderungan makin ekonomis
5. listrik searah tanpa bahan bakar
6. Dapat diaplikasikan langsung pada alat-alat praktis
7. Instalasi sistem lebih aman karena tegangan rendah dan (DC)

#### Kelemahan Sel Surya

Kelemahan yang didapatkan dari penggunaan solar cell ataupun sel surya, antara lain;

1. Biaya investasi awal tinggi
2. Memerlukan arti baterai sebagai media penyimpan listrik
3. Pemeliharaan baterai harus rutin karena keandalan sistem ditentukan oleh kondisi batere
4. Alat-alat yang dipersiapkan pada tegangan rendah terbatas



5. Teknisi yang terlatih untuk perencanaan dan pemasangan sistem konversi energi surya masih sangat sedikit

Spesifikasi Sel Surya yang digunakan di Power House adalah

<i>Maksimum Power (<math>P_{max}/W</math>)</i>	: 540/411.1
<i>Open Circuit Voltage (<math>V_{dc}/v</math>)</i>	: 48.8/45.5
<i>Short Circuit Current (<math>I_{sc}/A</math>)</i>	: 11.04/8.9
<i>Voltage at Max Power (<math>V_{mp}/v</math>)</i>	: 40.2/37.1
<i>Current at Max Power (<math>I_{mp}/A</math>)</i>	: 10.45/8.38
<i>Efficiency (%)</i>	: 18.9

## 2.2. Inverter

Inverter adalah salah satu komponen terpenting dan paling kompleks dari sistem independen. Meski Anda tidak harus selalu memahami cara kerja bagian dalam inverter, namun Anda harus memahami beberapa fungsi, kemampuan, dan batasan dasar dari komponen ini. Sistem tenaga listrik independen adalah sistem yang terlepas dari jaringan utilitas listrik. Sistem seperti itu bervariasi ukurannya dari lampu halaman kecil hingga rumah-rumah di lokasi terpencil, desa, taman nasional, fasilitas medis, dan militer. Mereka juga mencakup sistem cadangan seluler, portabel, dan darurat.

Komponen umum dari sistem tersebut adalah baterai penyimpanan, yang menyerap dan melepaskan daya dalam bentuk arus searah (DC). Sebaliknya, jaringan utilitas menyuplai konsumen dengan daya arus bolak-balik (AC). AC adalah bentuk standar kelistrikan untuk segala sesuatu yang "dihubungkan" ke sumber listrik (lebih praktis untuk transmisi jarak jauh). Inverter mengubah DC ke AC, dan juga mengubah tegangan. Dengan kata lain, ini adalah adaptor daya. Ini dapat memungkinkan sistem daya independen berbasis baterai untuk menjalankan peralatan konvensional melalui kabel rumah konvensional.

Fungsi utama inverter adalah untuk mengubah daya Arus Searah (DC) menjadi arus bolak-balik standar (AC) seperti yang dilansir dari SF Gate. Ini dikarenakan AC adalah daya yang dipasok ke industri dan rumah oleh jaringan listrik utama atau utilitas publik, baterai sistem tenaga bolak-balik hanya menyimpan daya DC. Selain itu, hampir semua peralatan rumah tangga dan perlengkapan serta peralatan listrik lainnya hanya bergantung pada daya AC untuk bekerja. Ukuran inverter berkisar dari serendah 100w, hingga lebih dari 5000w. Peringkat ini merupakan indikasi kapasitas inverter dapat secara bersamaan dan terus menerus memberi daya pada peralatan atau perkakas dengan watt tinggi atau kombinasi dari beberapa unit item semacam itu.

Spesifikasi Inverter yang digunakan di Power House adalah

Inverter 100 KTL

<i>d.c. Max Input Voltage</i>	: 1100 Vdc
<i>d.c Max Input Current</i>	: 10×26A
<i>isc</i>	: 10 x 40 A
<i>d.c. MPPT Range</i>	: 200-1000 Vdc
<i>d.c Output Nominal Voltage</i>	: 380 / 400 Vac ; 3(N) 480 Vac ; 3
<i>a.c Nominal Operating Frequency</i>	: 50/60 Hz
<i>a.c Output Rated power</i>	: 100 kw
<i>a.c Output Max Apparent power</i>	: 110 k.VA
<i>a.c Output Max. Current</i>	: 168.8A ; 380 Vac 160.4 A ; 400 Vac 133.7A ; 400 Vac
<i>Operating Temperature range</i>	: -25 - +60°c

*Inverter 60 KTL*

<i>d.c. Max Input Voltage</i>	: 1100 Vdc
<i>d.c Max Input Current</i>	: 22A/22A/22A/22A/22A/22A
<i>isc</i>	: 30A/30A/30A/30A/30A/30A
<i>d.c. MPPT Range</i>	: 200-1000 Vdc
<i>d.c Output Nominal Voltage</i>	: 380 / 400 Vac ; 3(N) 480 Vac ; 3
<i>a.c Nominal Operating Frequency</i>	: 50/60 Hz
<i>a.c Output Rated power</i>	: 60 kw
<i>a.c Output Max Apparent power</i>	: 66 k.VA
<i>a.c Output Max. Current</i>	: 100A ; 380Vac/ 95.3A ; 400Vac/ 79.4A ; 480Vac
<i>Operating Temperature range</i>	: -25 - +60°c

**2.3. AC Combiner**

Combiner Box adalah komponen yang penting pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) karena Combiner Box melindungi PLTS dari gangguan-gangguan yang dapat merusak komponen lainnya di dalam sistem PLTS. Fungsi utama dari *Combiner Box* adalah untuk menggabungkan beberapa string panel surya menjadi satu output yang lalu dihubungkan ke Inverter.

**2.4. Solar Power Meter**

Solar power meter adalah sebuah alat untuk menguji, mengukur intensitas energi surya. Energi surya sendiri merupakan energi yang didapat dengan mengubah energi panas surya (matahari) melalui perangkat lain menjadi sumber daya energi

dalam bentuk lain. Energi surya sendiri menjadi salah satu sumber daya energi selain air, uap, angin, biogas, batu bara, dan minyak bumi. Teknik pemanfaatan energi matahari mulai muncul pada tahun 1839, ditemukan oleh A.C. Becquerel. Dimana beliau menggunakan kristal silikon untuk mengkonversi radiasi matahari, namun sampai tahun 1955 metode itu belum banyak dikembangkan. Selama kurun waktu lebih dari satu abad itu, sumber energi yang banyak digunakan adalah minyak bumi dan batu bara, seiring waktu kebutuhan akan sumber daya energi makin meningkat maka dibutuhkan alternatif sumber energi selain yang sudah ada. Perangkat alat uji Solar Power meter adalah inovasi dalam industri test & measurement sebagai alat ukur untuk tenaga matahari ini atau perangkat *solar cell*. Pada tahun 1958 Upaya untuk pengembangan kembali cara memanfaatkan energi matahari muncul Kembali. Sel silikon yang dipergunakan untuk mengubah energi surya menjadi sumber daya mulai diperhitungkan sebagai metode baru, karena dapat digunakan sebagai sumber daya bagi satelit angkasa luar, dan alternatif yang bisa di kembangkan untuk peralatan yang lain. Namun Saat ini penggunaan Solar Power Meter sudah sangat dibutuhkan mengingat sudah sangat pentingnya mencari alternatif sumber daya energi lain yaitu sumber daya tenaga matahari (*solar cell*) seperti sumber daya tenaga matahari milik Jerman ini *Solar Power* meter atau perangkat yang menguji tenaga surya, dimana sumber tenaga matahari ini dikonversi dari sinar matahari menjadi listrik, baik secara langsung dengan menggunakan photovoltaic (PV), atau langsung menggunakan concentrated solar power (CSP) atau tenaga surya terkonsentrasi.

Solar Power meter dapat di aplikasikan untuk berbagai kebutuhan terkait dengan aplikasi solar cell yang dimiliki seperti mengukur tingkat radiasi matahari, untuk penelitian tenaga surya, aplikasi pada bidang fisika maupun laboratorium, dan masih banyak yang lainnya.

## **2.5. Aplikasi Fusion Solar**

Fusion Solar adalah aplikasi yang dirancang untuk membantu pengguna memantau dan mengontrol panel PV surya secara mudah dan efisien. Dengan antarmuka intuitif, aplikasi ini menawarkan solusi lengkap untuk mengelola panel dengan sistem fotovoltaiik surya.

FusionSolar memiliki berbagai fitur, termasuk visualisasi produksi energi secara real-time, pengelolaan semua perangkat yang terhubung, dan pemantauan data cuaca dan lingkungan. Berkat informasi yang tersedia di aplikasi ini, kita dapat memeriksa apakah panel bekerja dengan baik dan menghasilkan energi sebanyak mungkin.

FusionSolar juga menyertakan fitur analisis data yang memungkinkan untuk menganalisis dan membandingkan kinerja panel dengan sistem serupa lainnya. Dengan fitur ini, dapat dengan mudah mengidentifikasi dan memecahkan masalah yang memengaruhi kinerja panel surya sehingga mengoptimalkan produksi energi dan meningkatkan efisiensinya. Selain itu, aplikasi ini mengirimkan pemberitahuan untuk memperingatkan Anda tentang masalah atau anomali apa pun sehingga Anda dapat menemukan solusi cepat dan memperbaiki kinerja panel. FusionSolar bahkan membuat laporan mingguan dan bulanan tentang riwayat produksi energi untuk menganalisis kinerja panel surya dari waktu ke waktu.

Sistem Fusion Solar terdiri dari bagian-bagian berikut:

- Pusat daya pintar: Inverter efisiensi tinggi, dengan efisiensi 98,6%. Antarmuka penyimpanan energi terintegrasi dapat segera digunakan.
- Pengoptimal baterai fotovoltaik pintar: efisiensi 99,5%. Tinggalkan lebih banyak panel di setiap langit-langit untuk kinerja sistem yang lebih tinggi. Pasang rak dengan cepat di gudang dan waktu pemasangan di langit-langit akan lebih singkat. Pemantauan jarak jauh.
- Sistem manajemen: dengan mudah mengakses data dari perangkat seluler. Laporan proaktif tentang peristiwa dan alarm. Manajemen terpusat dari sistem sel fotovoltaik.
- Keamanan sel fotovoltaik pintar: berkomunikasi dengan pengoptimal melalui MBUS. Mendukung modul pemantauan dan manajemen waktu nyata.



## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Penelitian dilakukan di daerah sekitar Kampus Universitas HKBP Nommensen Medan terutama difokuskan di daerah lapangan bendera, atap gedung I dan L dan ruang Power House 1 PLTS

#### **3.1. Tahap Persiapan**

- A. mempersiapkan studi pustaka untuk mencari teori pendukung dan mengambil sumber informasi atau referensi dalam buku Jurnal dan internet
- B. meninjau lapangan yang digunakan sebagai tempat penelitian
- C. men-survey Iridiansi matahari dan AC Combiner selama 7 hari.
- D. men-survey data daya dan energi yang di pakaidan dihasilkan perhari nya melalui aplikasi selama 1 bulan
- E. merekapitulas Data hasil Survey ke dalam Excel dgn membuat tabel dan grafik nya

#### **3.2. Metode Pengumpulan Data**

Adapun data yang digunakan pada penelitian adalah data primer yang diperoleh dari pengamatan secara langsung yang dilakukan oleh peneliti. Pengumpulan data dilakukan dengan beberapa metode yaitu :

##### **a. Studi Pustaka**

Langkah pertama yang dilakukan yaitu Studi pustaka salah satu metode yang dilakukan dengan cara mengambil bahanbahan dari kajian literatur untuk mendapatkan informasi yang mendukung dengan permasalahan yang dibahas. Dari studi pustaka ini peneliti memperoleh data apa saja yang diperlukan dalam penelitian yang dilakukan

b. Observasi

Selanjutnya melakukan Observasi terhadap lingkungan kerja dan daerah sekitaran PLTS untuk mengetahui letak alat dan komponen PLTS pada power house 1 yang akan digunakan untuk tahap berikutnya juga untuk memastikan kelengkapan bagian /komponen komponen PLTS di power house 1 yang akan diamati dan dilakukan pengambilan data nantinya

c. Survey dan Pengambilan Data

Berikutnya adalah melakukan survey dan mengambil data dari komponen PLTS terutama data daya yang dihasilkan oleh inverter ,data tersebut dapat diamati dan didapatkan dari AC Combiner atau panel distribusi setiap 30 menit sekali selain data daya dari power house 1 secara bersamaan pengambilan data energi diambil dari aplikasi Fusion Solar

d. Pentabulasi hasil survey dan Dokumentasi

Setelah itu data data tersebut akan ditabulasi dalam bentuk table dan grafik supaya mempermudah untuk dimengerti dan dapat dipisahkan supaya data tidak tercampur dan mulai mengukur data daya menjadi energy yang kemudian akan dibandingkan antara data monitoring manual pada power house 1 dengan data monitoring pada aplikasi fusion solar ,selain itu data energy selama bulan Agustus dan beberapa bulan sebelumnya sebagai data sekunder/penguat dari aplikasi fusion solar juga akan ditabulasi untuk dicari rata rata pemakaiannya guna mencari pemakaian energi yang ideal di UHN Medan

Berikut dokumentasi alat dan komponen PLTS yang dipakai selama penelitian

- PhotoVoltage (540W)





Gambar 3.1. PV 540W (Sumber : dokumen pribadi)

- Inverter ( 100 KW 3unit, 60KW I unit)



Gambar 3.2. Inverter (sumber : dokumen pribadi)

- Aplikasi Fusion Solar



Gambar 3.3. Aplikasi Fusion Solar (sumber : dokumen pribadi)

- AC Combiner (Panel Distribusi)



Gambar 3.4. AC Combiner (sumber : dokumen pribadi)

- e. Menganalisa Hasil Data Survey

Data yang telah ditabulasi akan dianalisis lebih lanjut untuk mengetahui apakah PLTS di UHN Medan bekerja dengan normal atau tidak serta berapa rata rata energi ideal yang dapat digunakan setiap bulannya

- f. Pengambilan Kesimpulan dari Hasil Analisa

Terakhir setelah selesai menganalisa hasil data survey ,Peneliti dapat mengambil kesimpulan dan memberikan saran untuk pengembangan lebih lanjut terhadap hasil yang ditelitinya

### 3.3. Diagram Alir

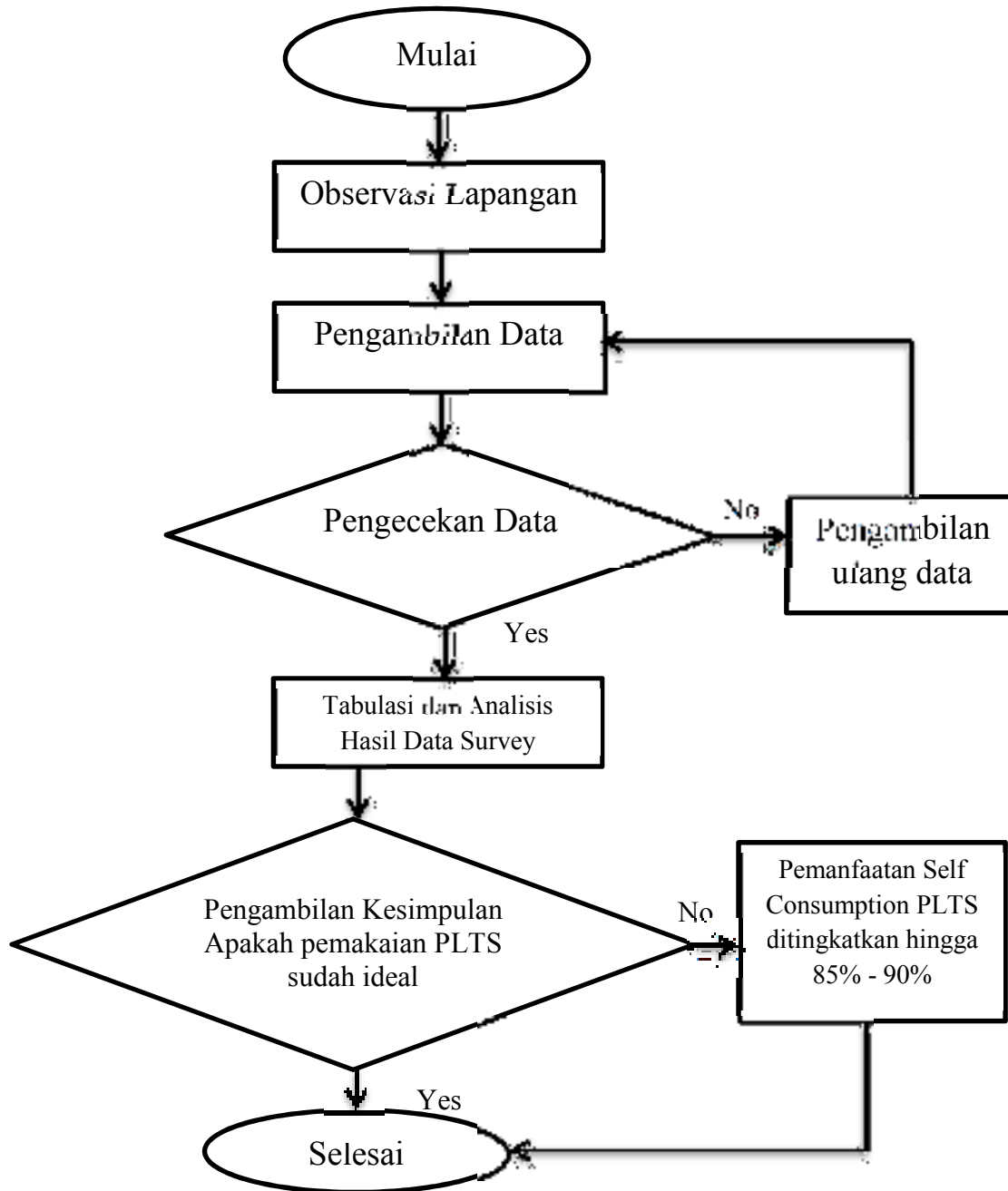


Diagram 3.1. Metode Pengambilan Data

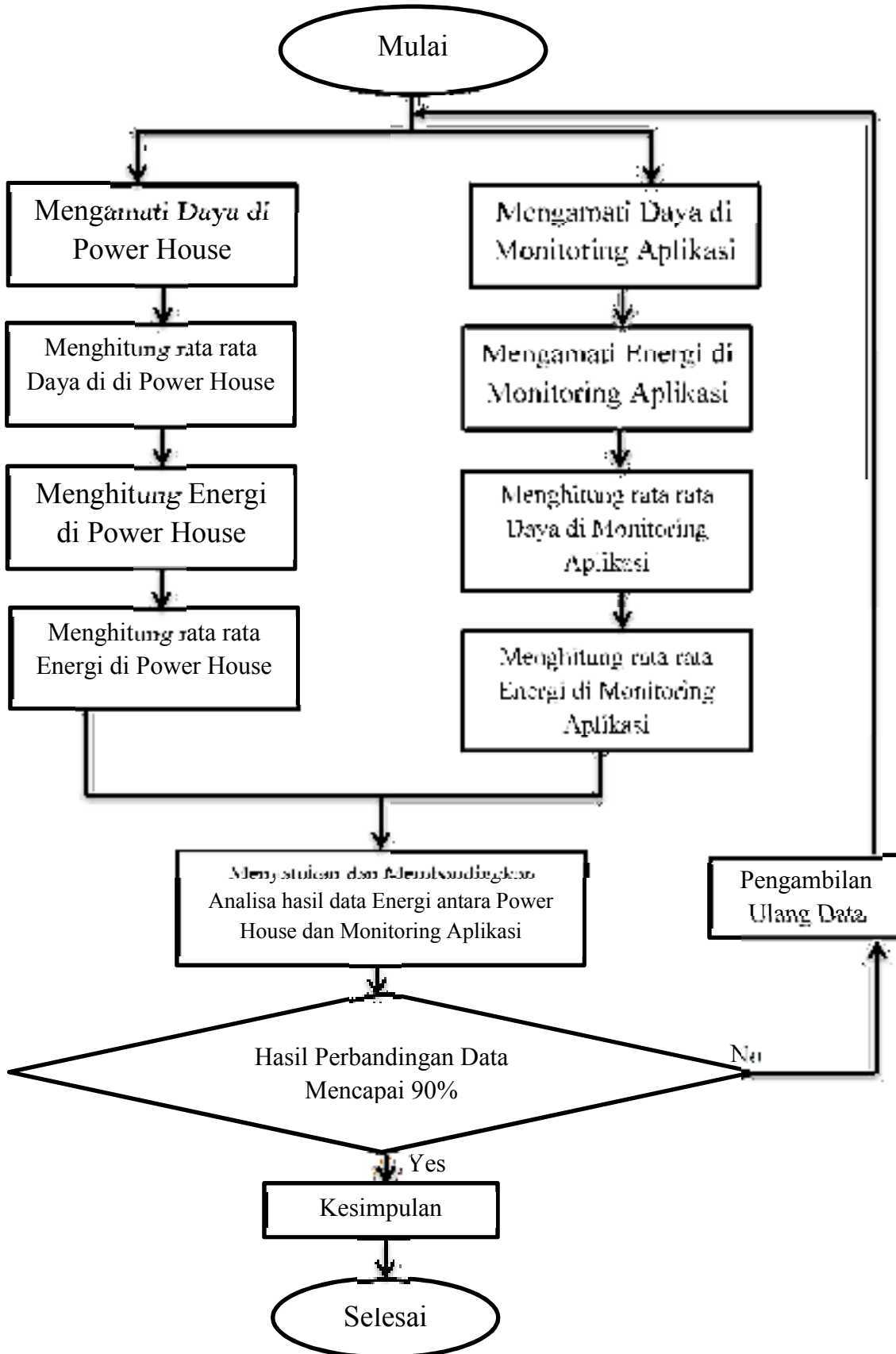


Diagram 3.2 Tata cara/urutan