

**ANALISIS PERANCANGAN PLTS *ON-GRID* KAPASITAS 300 WP  
DAN KONVERSI ENERGI PADA RUMAH TINGGAL**

**SKRIPSI**

**OLEH:**

**AMAN ZIKRI AINUL HAKIM  
17.812.0028**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2023**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 13/10/23

Access From (repository.uma.ac.id)13/10/23

# **ANALISIS PERANCANGAN PLTS *ON-GRID* KAPASITAS 300 WP DAN KONVERSI ENERGI PADA RUMAH TINGGAL**

## **SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Di Fakultas Teknik  
Universitas Medan Area



**OLEH:**

**AMAN ZIKRI AINUL HAKIM**

**17.812.0028**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2023**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 13/10/23

Access From (repository.uma.ac.id)13/10/23

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Analisis Perancangan Plts *On-Grid* Kapasitas 300 Wp  
Dan Konversi Energi Pada Rumah Tinggal

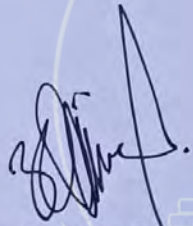
Nama : Aman Zikri Ainul Hakim

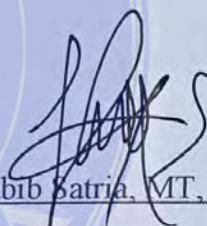
NPM : 17.812.0028

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Elektro

Disetujui Oleh :  
Komisi Pembimbing

  
Moranain Mungkin, ST, M.Si  
Dosen Pembimbing I

  
Ir Habib Satria, MT, IPP  
Dosen Pembimbing II

  
Dr. Rahmadisyah, S.kom, M.kom  
Dekan

  
Ir Habib Satria, MT, IPP  
Ketua Prodi

Tanggal Lulus : 12 September 2023

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam skripsi ini yang saya kutip dari karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 12 September 2023



Aman Zikri Ainul Hakim



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Aman Zikri Ainul Hakim  
NPM : 17.812.0028  
Program Studi : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“Analisis Perancangan Plts *On-Grid* Kapasitas 300 Wp Dan Konversi Energi Pada Rumah Tinggal”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, Mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Medan, 12 September 2023



Aman Zikri Ainul Hakim

17.812.0028

## ABSTRAK

Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) adalah pembangkit listrik yang memanfaatkan sinar radiasi dari matahari untuk menghasilkan daya listrik, umumnya masyarakat diperkenalkan dengan sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) *of grid* yang menggunakan sistem penyimpanan daya menggunakan baterai. Dalam penelitian ini model PLTS *on grid* dibangun dengan model penelitian yang terhubung secara langsung ke jaringan PLN. Dengan kata lain, tanpa menggunakan baterai. Dalam penelitian ini menggunakan inverter kusus yaitu inverter *grid tie* yang akan langsung dihubungkan ke jaringan PLN di rumah tinggal. Modul yang dibangun ialah sebuah PLTS *on grid* berkapasitas 300 Wp dengan menggunakan inverter *grid tie* 600 watt. Untuk proses mendapatkan dan mengambil data penelitian, model PLTS ini terhubung dengan jaringan PLN rumah tangga dengan daya 900 VA, hasil pengukuran PLTS yang sudah dilakukan dapat membangkitkan daya tertinggi sebesar 182,8 watt pada pukul 12.00 WIB dan daya terkecil 9,3 watt pada pukul 08.00 WIB. Hasil akumulasi daya PLTS adalah  $102 \text{ watt} \times 9 \text{ jam} = 918 \text{ watt}$ , dan di hitung biaya penghematan listrik dikalikan 1352/kwh yang mendapatkan hasil penghematan dalam satu bulan yaitu sebesar Rp. 37.234,08 / bulan.

***Kata kunci*** : PLTS *on grid*, analisis penghematan daya listrik, inverter *grid tie*

## ABSTRACT

*A solar power plant (PLTS) is a power plant that utilizes radiation from the sun to produce electric power, generally people are introduced to an off grid solar power generation system (PLTS) which uses a power storage system using batteries. In this study the on grid PLTS model was built with a research model that is connected directly to the PLN network. In other words, without using the battery. In this study, a special inverter is used, namely a grid tie inverter which will be directly connected to the PLN grid at the residence. The module built is a PLTS on grid with a capacity of 300 Wp using a 600 watt grid tie inverter. For the process of obtaining and retrieving research data, this PLTS model is connected to the household PLN network with 900 VA power, the results of PLTS measurements that have been carried out can generate the highest power of 182.8 watts at 12.00 WIB and the smallest power of 9,3 watts at 08.00 a.m. The accumulation PLTS power result is 102 watts x 9 hours = 918 watts, and the cost of saving electricity is calculated multiplied by 1352/kwh which results in savings in one month which is IDR 37.234,08 / month*

*Keywords: PLTS on grid, electricity saving analysis, grid tie inverter*

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillahrirabbil'alamin segala puji syukur selalu kita lafaskan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan kita nikmat iman, ilmu dan ihsan sehingga kita dapat menjalani kehidupan duniawi ini dengan sebaik-baiknya guna mengharap ridha Allah SWT guna di kehidupan ukhrawi yang kekal dan abadi kelak. Dan atas nikmat demikianlah kita masih dapat menjalankan aktivitas dengan sebaik-baiknya.

Adapun judul yang peneliti angkat dalam memenuhi tugas akhir ini yakni "ANALISIS PERANCANGAN PLTS *ON-GRID* KAPASITAS 300 WP DAN KONVERSI ENERGI PADA RUMAH TINGGAL" skripsi ini disusun guna menjadi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Strata 1 Program Studi Teknik Elektro Universitas Medan Area.

Pada kesempatan kali ini juga penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya atas segala bantuan, baik moral maupun matrial yang telah diberikan kepada penulis dalam menyusun dan menyelesaikan penulisan Skripsi ini, terutama kepada :

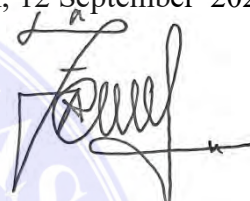
1. Kedua orang tua saya Bapak Alm. Ali Firman dan Ibu Rupawan yang telah mengkuliahkan saya sampai selesai. Yang selalu memberi doa dan dukungan secara moril maupun material untuk saya.
2. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc selaku Rektor Universitas Medan Area.



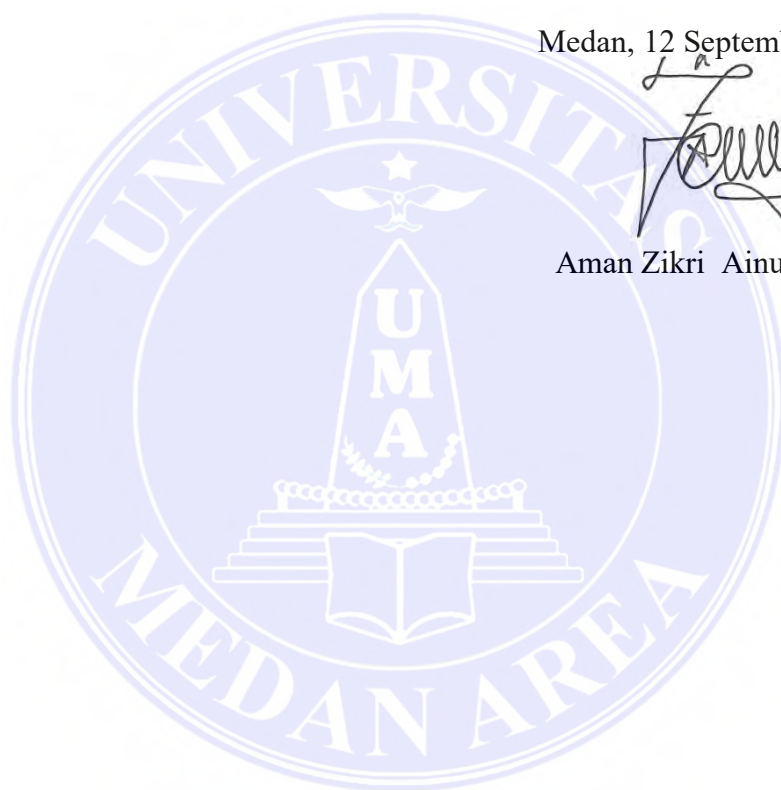
3. Bapak Dr. Rahmad Syah, S.Kom, M.Kom selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
4. Bapak Ir. Habib Satria, MT, IPP selaku ketua program studi Teknik Elektro Universitas Medan Area sekaligus pembimbing 2 saya, yang senantiasa memberi nasehat dan solusi dalam permasalahan akademik kepada saya.
5. Bapak Moranain Mungkin, ST, M.Si selaku Dosen pembimbing 1 untuk Skripsi ini, yang sudah banyak meluangkan waktu, Tenaga dan pikiran dalam penyusunan tugas akhir ini sampai selesai.
6. Seluruh Dosen program studi Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Medan Area yang telah memberikan pengetahuannya ketika mengajar mata kuliah dengan ikhlas kepada penulis dan Seluruh Staff pengajar Universitas Medan Area khususnya Program studi Teknik Elektro.
7. Kepada seluruh saudara kandungku terutama Abangda Muhammad Makmur, Mursyidin dan M. Ali Mursid Alfatoni, S.Kom, M.Sn beserta kakak ipar Miftahul Khoiriah dan Abangda Abwabul Jinan M.Kom yang telah memberi semangat, dukungan, saran serta doa sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
8. Kepada istriku Suci Mau Setia Putri yang selalu memberi semangat dan sabar bersama ku dan putri kami Shofa Waridatul Afwa.
9. Rekan-Rekan kelas saya terkhususnya buat Teknik Elektro angkatan 2017 dan Kepada semua pihak yang membantu penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini.

Dalam penulisan skripsi ini penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritikan dan saran bersifat membangun untuk untuk kesempurnaan skripsi ini agar lebih bermanfaat bagi penulis dan bagi kita semua.

Medan, 12 September 2023



Aman Zikri Ainul Hakim

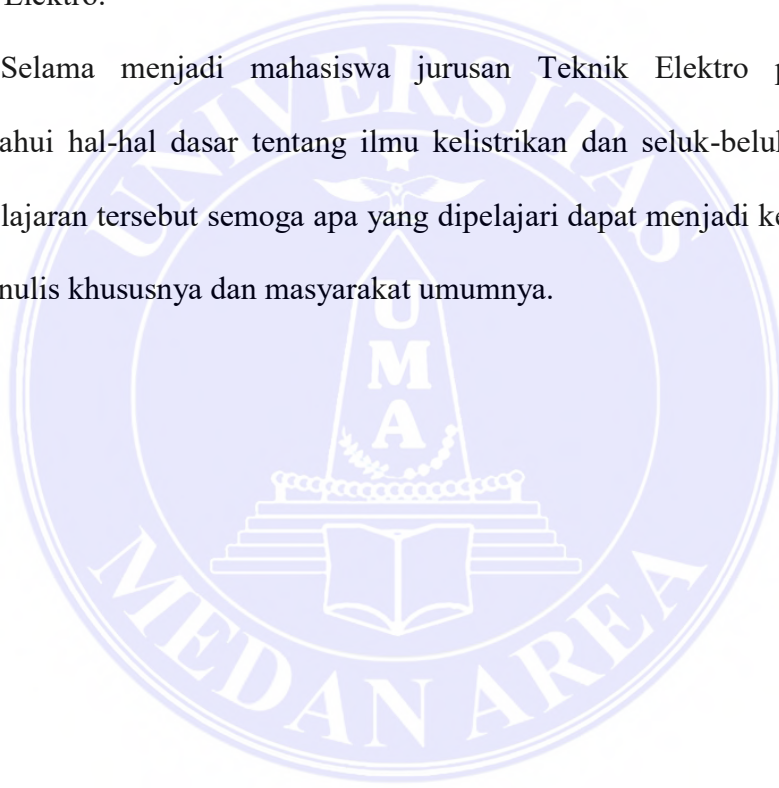


## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Desa Sari Bulan, Kecamatan Air Dikit, Kabupaten Mukomuko, Provinsi Bengkulu pada tanggal 18 Februari 1999 dari ayah Alm. Ali Firman dan ibu Rupawan. Penulis merupakan anak ke 8 dari 8 bersaudara.

Tahun 2017 penulis lulus dari SMK Negeri 01 Mukomuko dan pada tahun 2017 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area Jurusan Teknik Elektro.

Selama menjadi mahasiswa jurusan Teknik Elektro penulis dapat mengetahui hal-hal dasar tentang ilmu kelistrikan dan seluk-beluk didalamnya. Dari pelajaran tersebut semoga apa yang dipelajari dapat menjadi kebermanfaatan bagi penulis khususnya dan masyarakat umumnya.



## DAFTAR ISI

Halaman Pengesahan .....	
Halaman Pernyataan.....	
Abstrak .....	i
<i>Abstract</i> .....	ii
Kata Pengantar .....	iii
Riwayat Hidup.....	vi
Daftar Isi .....	vii
Daftar Tabel.....	ix
Daftar Gambar.....	x
<b>BAB I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	4
1.3. Batasan Masalah.....	4
1.4. Tujuan Penelitian.....	5
1.5. Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).....	6
2.2. Pembangkit Listrik Tenaga Surya <i>On-Grid</i> .....	10
2.3. Komponen - Komponen Sistem PLTS <i>On-Grid</i> .....	12

<b>BAB III. METODELOGI PENELITIAN.....</b>	<b>16</b>
3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	16
3.2. Alat Dan Bahan .....	16
3.3. Diagram Alur Penelitian ( <i>Flow Chart</i> ) .....	17
3.4. Studi Literatur .....	18
3.5. Jadwal Kegiatan Penelitian .....	18
3.6. Skema Perancangan Model PLTS <i>On-Grid</i> .....	19
3.7. Mengidentifikasi Kebutuhan Alat .....	20
3.8. Pembuatan Model Tiang PLTS .....	21
3.9. Pembuatan Model Panel Inverter .....	22
<b>BAB IV. HASIL DA PEMBAHASAN .....</b>	<b>23</b>
4.1. Pengambilan Data PLTS <i>On-Grid</i> .....	23
4.2. Tabel Data PLTS <i>On-Grid</i> .....	24
4.2. Analisa Efisiensi PLTS <i>On Grid</i> .....	32
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>34</b>
5.1. Kesimpulan.....	34
5.2. Saran.....	35
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>36</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>38</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Jadwal Kegiatan Penelitian .....	18
Tabel 3.2. Mengidentifikasi Kebutuhan Alat .....	20
Tabel 4.1. Beban Yang Digunakan Pada Siang Hari .....	24
Tabel 4.2. Perhitungan daya hari ke-1.....	25
Tabel 4.3. Perhitungan daya hari ke-2.....	26
Tabel 4.4. Perhitungan daya hari ke-3.....	27
Tabel 4.5. Perhitungan daya hari ke-4.....	27
Tabel 4.6. Perhitungan daya hari ke-5.....	28
Tabel 4.7. Perhitungan daya hari ke-6.....	28
Tabel 4.8. Perhitungan daya hari ke-7.....	29
Tabel 4.9. Perhitungan akumulasi daya .....	31
Tabel 4.10. Perhitungan akumulasi daya dalam 1 hari .....	32

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Kurva I-V sel surya .....	9
Gambar 2.2. skema PLTS <i>on-grid</i> .....	11
Gambar 2.3. Panel Surya Monokristal Dan Polykristal .....	13
Gambar 2.4. Struktur Dasar Solar Cell .....	14
Gambar 2.5. <i>Grid Tie Inverter</i> (GTI) .....	15
Gambar 3.1. Diagram Alur Penelitian.....	17
Gambar 3.2. Blok Diagram PLTS <i>on-grid</i> .....	19
Gambar 3.3. Rangkaian Perancangan PLTS <i>on-grid</i> .....	20
Gambar 3.4. Model Tiang PLTS <i>on-grid</i> .....	21
Gambar 3.5. Model Panel <i>Inverter</i> PLTS <i>on-grid</i> .....	22
Gambar 4.1. Pengambilan data daya PLTS <i>on-grid</i> .....	23
Gambar 4.2. Grafik pembangkit daya PLTS <i>on-grid</i> selama 7 hari .....	30
Gambar 4.3. Grafik akumulasi pengukuran daya .....	31

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pada masa sekarang ini, energi listrik sangat dibutuhkan dalam kehidupan manusia. Energi listrik merupakan energi yang tidak dapat dimusnahkan dan dilepas untuk menompang kebutuhan sehari-hari. Energi listrik menjadi suatu kebutuhan di dalam berbagai macam aktivitas masyarakat seperti penggunaan peralatan rumah tangga secara terus menerus. Oleh karena itu, kesinambungan energi dan ketersediaan energi listrik yang memadai harus dipertahankan. Jika dilihat dari jumlah populasi perkembangan penduduk dan kemajuan teknologi informasi di Indonesia kebutuhan terhadap listrik semakin bertambah.

Dengan demikian, adanya energi listrik tentu dapat membantu dalam meningkatkan kemakmuran ditengah masyarakat Indonesia. Salah satu cara untuk melihat peningkatan kemakmuran masyarakat adalah dengan meningkatkan penggunaan listrik. Namun, penggunaan listrik yang berlebihan secara terus menerus juga dapat berdampak buruk pada kita sendiri dan masyarakat secara keseluruhan, seperti membengkaknya biaya bulanan untuk penggunaan listrik. (Rahmat Jalaluddin,dkk.2020).

Untuk itu, perlu adanya pemberian informasi perihal konversi energi listrik kepada pengguna. Edukasi masyarakat tentang dalam menghemat energi listrik agar dapat memanilisir tagihan pemakaian listrik yang tinggi pada tiap bulan dikenal sebagai konservasi energi. Berhemat dalam memakai energi listrik tentu dapat mengurangi dampak terhadap pemanasan global yang cukup buruk saat sekarang. (Partaonan Harahap, dkk.2019).

Ketika dalam menggunakan energi secara boros serta berlebihan tentu akan berdampak terhadap kerusakan lingkungan sekitar. Untuk itu, penting adanya sosialisasi kepada masyarakat agar dapat berhemat dalam menggunakan energi listrik di rumah, kantor, dan lainnya. Energi yang dialirkan dari listrik adalah energi yang dapat dan mudah untuk digunakan pada setiap kegiatan yang dilakukan oleh manusia, seperti untuk menghidupkan atau menjalankan peralatan rumah tangga. Adapun peralatan tersebut dapat berupa televisi, radio, kulkas, tata udara dan lampu ruangan rumah serta ruangan kantor. (Partaonan Harahap, dkk.2019).

Ketika adanya permasalahan yang muncul terkait kebutuhan terhadap energi baik pada industri maupun rumah tempat tinggal atau rumah tangga. Energi yang bersumber dari sinar matahari tentu dapat dijadikan energi pilihan dan dapat dipakai sebagai daya dalam pembangkit listrik. Pada saat sekarang ini, energi tenaga surya yang didapat maupun dihasilkan dari matahari pada saat waktu siang hari tentu bisa digunakan untuk menghemat pemakaian listrik. Hal tersebut tentu berkaitan erat dengan cara cara instalasi panel surya dan inverter yang dipakai pada saat pemasangan yang berfungsi untuk mengalirkan energi dari matahari. Jika merujuk kepada standar instalasi panel surya, dalam proses instalasinya dipasang diposisi atas atap rumah tinggal. Selain itu, dalam pemasangan Panel surya harus searah dengan matahari pada saat pemasangan. Jika pemasangan panel tidak sesuai dengan standar tentu dapat menimbulkan efek pada jumlah energi listrik yang didapat. Dengan demikian, perlu adanya penetapan maksimal kekuatan dari panel tenaga surya sangat penting dilakukan. (Deni Almanda, dkk.2020).

Energi surya yang dihasilkan dari alam dan mudah dalam mendapatkan tentu sangat ramah terhadap lingkungan. Energi surya yang dihasilkan tersebut tidak memiliki emisi CO<sub>2</sub> sehingga dapat menjadi teknologi alternatif yang dapat diandalkan dalam era saat ini. Dalam proses instalasi, operasi, serta perawatan sudah dirancangan dengan mudah untuk dipahami dan diterapkan. Akan tetapi, ketika memilih energi surya tentu pada saat investasi awal sangat membutuhkan modal yang cukup besar dan mahal. Akan tetapi, dalam pemakaian jangka panjang teknologi surya ini patut diperhitungkan baik dalam jenis penggunaan *on-grid* maupun *off-grid* (Rahmat Jalaluddin,dkk.2020).

Oleh karena itu, adanya energi alternatif yang dihasilkan dari sinar matahari sangat perlu diterapkan dalam menunjang kebutuhan energi masyarakat. Energi tersebut bisa dimanfaatkan serta tidak menimbulkan efek maupun pengaruh buruk terhadap lingkungan. Pada saat sekarang ini, sumber energi yang berasal dari matahari atau non konvensional menjadi bagian dari sumber energi alternatif yang cukup baik dalam menghasilkan energi listrik. Memang energi yang dihasilkan tidak cepat dan mudah habis dan sangat ramah lingkungan. Pengembang listrik model tenaga surya menggunakan media penyimpanan seperti baterai agar dapat menghemat energi yang sudah diperoleh oleh panel surya. Namun, pemasangan dan perawatan baterai cukup mahal. (Ryan Rezky, dkk. 2022).



Berdasarkan pemaparan di atas, maka didalam penelitian yang dilakukan menggunakan model PLTS *on grid*, tetapi tidak menggunakan baterai sebagai media penyimpanan. Akan tetapi, langsung dihubungkan ke jaringan PLN agar dapat membagi daya pada beban yang terhubung secara langsung dengan jaringan PLN. Maka peneliti menyimpulkan judul penelitian skripsi dengan judul “Analisis Perancangan PLTS *On-Grid* kapasitas 300 Wp dan konversi Energi Pada Rumah Tinggal”.

## 1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Berapakah besar daya rata-rata yang dihasilkan PLTS *On-Grid*.
2. Bagaimana rangkaian PLTS *On-Grid* yang akan dibangun.
3. Berapakah penghematan daya yang dihasilkan oleh PLTS *On-Grid*.

## 1.3. Batasan Masalah

Batasan untuk masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Panel surya dengan kapasitas 300 WP dan *grid tie inverter* 600 watt digunakan dalam perancangan ini.
2. Data dalam Penelitian ini diambil selama 9 jam dengan interval waktu satu jam setiap hari di mulai pukul 08.00 WIB sampai 16.00 WIB.
3. Kondisi cuaca yang disesuaikan dengan keadaan cuaca selama 7 hari pada saat pengambilan data.
4. Dalam penelitian ini, model pembangkit listrik tenaga surya yang dirancang tidak menggunakan baterai.

#### 1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Melakukan pengukuran dan evaluasi energi yang dihasilkan oleh PLTS *On-Grid*.
2. Membuat model rangkaian PLTS *On-Grid* yang memiliki kapasitas 300 Wp.
3. Melakukan analisis bagaimana penghematan biaya pemakaian daya PLN dengan menerapkan PLTS *On-Grid*.

#### 1.5. Manfaat Penelitian

Adapun yang menjadi manfaat yang diharapkan dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Agar dapat menambah pengetahuan khususnya di bidang teknik elektro mengenai perancangan dan pembuatan PLTS *On-Grid* pada rumah tinggal.
2. Mengetahui rangkaian PLTS *On-Grid* serta daya yang sudah diperoleh dari PLTS *On-Grid* 300 WP pada rumah tinggal.
3. Sebagai referensi selanjutnya bagi yang ingin membuat dengan model dan kapasitas yang sama.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) adalah jenis pembangkit listrik yang menggunakan sinar matahari untuk menghasilkan energi. Dengan potensi radiasi rata-rata 4,8 kilowatt-jam per meter persegi per hari, Indonesia memiliki jumlah energi matahari yang sangat besar sepanjang tahun. Energi listrik yang dihasilkan dari sinar matahari adalah salah satu jenis sumber energi primer yang pada umumnya dapat digunakan untuk menghasilkan energi listrik. (Bambang Winardi, dkk. 2019).

Proses pengubahan energi foton dari radiasi yang dihasilkan matahari akan menjadi energi listrik dikenal sebagai pembangkit listrik tenaga surya. Sel surya mampu mengubah sinar dari matahari yang mengenai permukaan bumi menjadi energi listrik. Semikonduktor merupakan penyusun sel surya. DC (*Direct Current*) energi listrik dihasilkan oleh sel surya dengan memanfaatkan energi matahari. Sebuah panel surya fotovoltaik atau panel surya terdiri dari beberapa sel surya karena satu sel surya menghasilkan energi listrik yang sedikit. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah pembangkit listrik yang berjalan dengan energi matahari. Sebuah dioda dihubungkan secara seri dengan resistansi (RS) dan sumber arus dihubungkan secara paralel membentuk rangkaian sel surya. (Harmini, Titik Nurhayati :2018)

Adapun beberapa rumus – rumus perhitungan pada pembangkit listrik tenaga surya adalah berikut ini :

1. Menghitung *Area Array* ( $PV_{Area}$ )

Area array ( $PV_{Area}$ ) dihitung menggunakan rumus berikut ini :

$$PV_{Area} = \frac{E_L}{G_{av} \times \eta_{PV} \times TCF \times \eta_{out}} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

$E_L$  = pemakaian energi (kWh/hari)

$G_{av}$  = isolasi harian matahari rata-rata (kWh/m<sup>2</sup>/hari)

$\eta_{PV}$  = efisiensi panel surya

$\eta_{out}$  = efisiensi inverter

2.  $I_{sc}$  ( *short circuit current* )

Arus keluaran panel surya maksimum yang dapat dikeluarkan tanpa adanya hambatan atau hubung singkat dikenal sebagai  $I_{sc}$ .  $I_{sc}$  dapat ditentukan dengan menggunakan ampere meter untuk membuat hubungan pendek pada terminal sehingga tegangannya nol.

3.  $V_{oc}$  ( *open circuit voltage* )

$V_{oc}$  merupakan kapasitas dari tegangan tertinggi yang dapat dicapai tanpa arus.

$V_{oc}$  diperoleh dari perkiraan tegangan (v) yang dibuat pada terminal positif dan negatif dari arus pengisi daya bertenaga dari sinar matahari dengan tidak mengaitkan arus pengisi daya berbasis dari sinar matahari dengan bagiang yang berbeda.

4. *Fill factor (FF)*

Nilai faktor pengisian sebagian besar berkisar antara 0,7 - 0,85. Rumus berikut dapat digunakan untuk menentukan nilai faktor pengisian panel surya. Semakin tinggi nilainya, semakin bagus proses kerja dari panel surya dan semakin bagus pula efisiensinya.

$$FF = \frac{V_{mp} \times I_{mp}}{V_{sc} \times I_{sc}} \dots\dots\dots(2.2)$$

5. Titik Daya Maksimum ( $V_{mp}$  dan  $I_{mp}$ )

Panel surya menghasilkan daya maksimum pada titik operasi, yaitu perpotongan  $V_{mp}$  dan  $I_{mp}$ . Rumus berikut dapat digunakan untuk menentukan titik daya maksimum:

$$P_{mak} = V_{oc} \cdot I_{sc} \cdot FF \dots\dots\dots(2.3)$$

6. Persamaan berikut dapat digunakan untuk menentukan besarnya dayayang dihasilkan oleh PLTS (*Watt Peak*): Jika luas *array* sudah dihitung, maka daya yang dihasilkan oleh PLTS (*Watt Peak*) dapat ditentukan:

$$P_{watt\ peak} = Area\ array \times PSI \times \eta_{pv} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

$PV_{Area}$  = Besar daya yang dibangkitkan PLTS (*Wattpeak*)

$PSI$  = *Peak Sun Insolation* (PSI) adalah  $1000\ W/m^2$

7. Efisiensi

Rumus berikut dapat digunakan untuk menentukan nilai efisiensi pada panel surya:

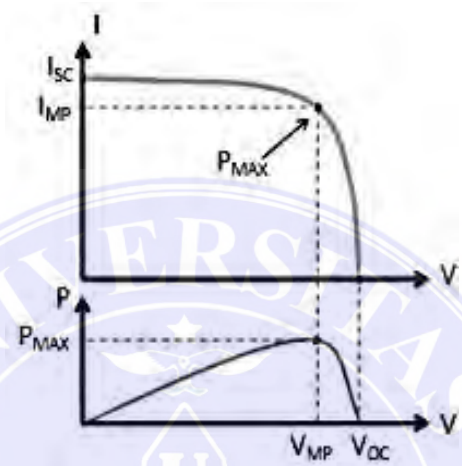


$$\eta_{plts} = \frac{P_{max}}{I \times A} \cdot 100\% \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana :

$I$  = intensitas cahaya matahari ( $1000 \text{ W/m}^2$ )

$A$  = luas area modul ( $\text{m}^2$ )



**Gambar 2.1. Kurva I-V sel Surya**

Sumber : Suryautamaputra.co.id

Gambar 2.1 menunjukkan kurva arus serta tegangan pada sel surya, dimana sumbu vertikal merupakan arus dan sumbu horizontal adalah tegangan, kurva I-V melalui dua titik yaitu titik *short circuit current* ( $I_{sc}$ ) dan titik *open circuit voltage* ( $V_{oc}$ ), *short circuit current* merupakan arus yang dihasilkan Ketika ujung positif dan negatif sel *short circuit* dan tegangan antar ujung adalah nol, sedangkan *open circuit voltage* merupakan tegangan yang melalui ujung positif dan negatif berada dibawah kondisi *open circuit* dan arus bernilai nol. Pada kurva I-V tersebut terlihat bahwa energi maksimum akan terjadi ketika hasil kali arus dan tegangan bernilai maksimum, energi maksimum dihasilkan di daerah antara titik  $I_{sc}$  dan  $V_{oc}$ .

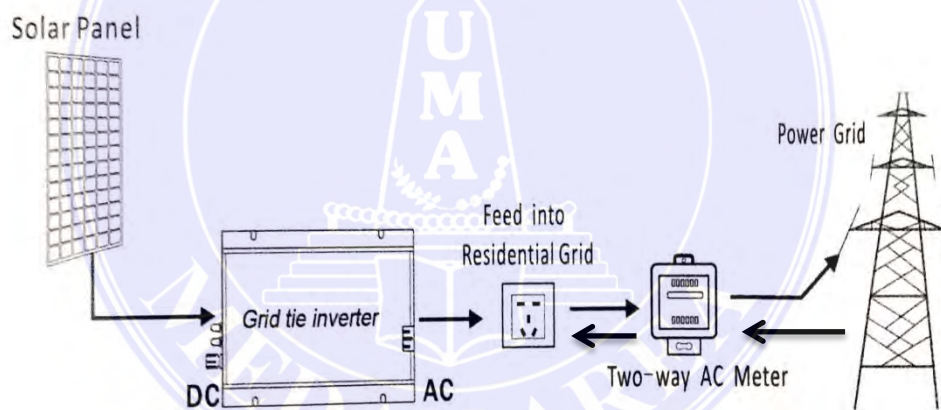
Berdasarkan instalasi PLTS dibedakan menjadi dua sistem yaitu :

1. Sistem PLTS *Off-Grid (Standalone Off-Grid Systems)* ini berdiri sendiri dan tidak terhubung dengan jaringan PLN. Ini berarti bahwa sangat membutuhkan baterai yang tidak menghasilkan, seperti pada malam hari, untuk menyimpan energi yang akan digunakan pada PLTS (H. Kristiawan, dkk. 2019).
2. Sistem PLTS *On-Grid Tanpa Baterai (Batteryless Grid-tie Systems)*: Karena tidak menggunakan baterai, sistem ini adalah yang paling sederhana. Sebagai sumber daya, sistem ini hanya membutuhkan modul fotovoltaik (PV) dan inverter, yang mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC. Inverter *grid tie* kemudian terhubung ke jaringan PLN (Ida Bagus Ketut Sugirianta, 2019).

## 2.2. Pembangkit Listrik Tenaga Surya *On-Grid*

Teknologi sel fotovoltaik mengubah sinar matahari menjadi energi listrik. Teknik ini dikenal sebagai PLTS *on-grid*, juga digunakan untuk mengisi baterai, dan sebagian besar energi akan disalurkan ke dalam jaringan PLN. Sistem *off-grid* membutuhkan bagian pembangkitan listrik yang lebih besar yang bergantung pada beban konsumen, yang membuatnya lebih mahal dibandingkan dengan sistem *on-grid*. Meskipun demikian, karena sistem *on-grid* melakukan switching antara PLN dan PLTS dalam jangka waktu tertentu pada sistem kontrol, sistem *on-grid* dianggap lebih kompleks dan membutuhkan sistem kontrol yang handal (Slamet Hani, dkk. 2020).

Pada penelitian ini, PLTS *on-grid* langsung terhubung ke jaringan listrik PLN dan tidak menggunakan media penyimpanan energi listrik seperti baterai. Pada PLTS *on-grid* ini memiliki sebuah sistem meteran khusus yaitu dengan model *export-import* (EXIM) yang dapat bekerja untuk mencatat jumlah energi atau daya listrik yang tersimpan pada jaringan PLN yang dihasilkan oleh PLTS *on-grid*. Maka dengan demikian di akhir bulan akan dapat menekan biaya pembayaran daya listrik PLN yang digunakan oleh pelanggan jaringan listrik PLN. Pada PLTS *on-grid* ini memiliki fungsi anti-islanding yang terpasang pada *grid tie inverter*, yaitu akan memastikan bahwa PLTS *on-grid* ini tidak akan bekerja jika jaringan listrik PLN mati atau padam. ( P.G.G.Priajana.dkk, 2020).



**Gambar 2.2. Skema PLTS *on-grid***

Gambar 2.2 menunjukkan skema pengoperasian pada PLTS *on-grid*, dimana radiasi matahari yang diserap oleh panel surya diubah menjadi energi listrik, setelah itu arus dan tegangan yang dihasilkan panel surya dikirim langsung ke GTI inverter atau *Grid Tie Inverter*, tegangan dan arus yang dihasilkan oleh PLTS *on-grid* ini yaitu DC (*Direct Current*),

Oleh karena itu, untuk melayani beban AC (*Alternating Current*), arus dan tegangan harus diubah menjadi AC (*Alternating Current*) melalui inverter yang berfungsi. Setelah itu, arus dan tegangan langsung dikirim ke beban rumah tinggal melalui jaringan PLN yang telah di paralelkan.

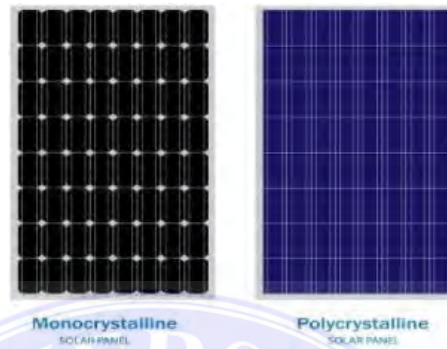
### **2.3. Komponen - Komponen Sistem PLTS *On-Grid***

Pada pembangkit listrik tenaga surya *on-grid* terdapat beberapa komponen yaitu : panel surya/*solar cell*, *Grid Tie Inverter* (GTI).

#### 1. Panel surya/*solar cell*

Modul panel surya terdiri dari bahan semikonduktor, terutama bahan silikon, dilapisi dengan aditif atau bahan khusus dan digunakan untuk mengubah energi adalah alat yang di gunakan untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Saat sinar matahari memasuki sel, elektron keluar dan mengalir melalui atom silikon, membentuk sirkuit listrik. Dengan cara ini energi dapat dihasilkan. Fungsional sel surya sangat bergantung pada sinar matahari, modul surya terdiri dari sistem fotovoltaik yang menghasilkan listrik dari intensitas cahaya. Oleh karena itu, ketika jumlah cahaya berkurang karena hujan, mendung, kabut maka daya yang dihasilkan panel surya juga berkurang.(Mukhamad Khumaidi Usman,2020).

ada beberapa jenis panel surya diantaranya adalah sel surya monokristal dan sel surya polykristal. Jenis sel surya monokristal dan polykristal dapat dilihat pada gambar 2.4 sebagai berikut :



**Gambar 2.3. Panel Surya Monokristal Dan Polykristal**

Sumber : <https://www.sankelux.co.id>

Adapun Sel surya/solar cell terdapat beberapa jenis diantaranya yaitu :

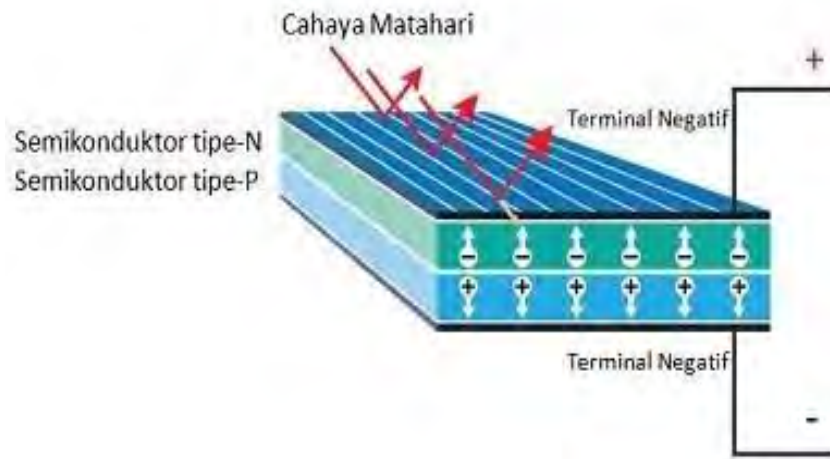
a) Solar cell silikon monokristal

Solar cell silikon monokristal adalah yang paling efisien dan menghasilkan daya listrik paling banyak per satuan luas. Efisiensi monokristal antara 15 dan 20 persen, yang cukup untuk teknologi saat ini.

b) Solar cell silikon polykristal

Kristal silikon polikristalin kurang murni dari pada kristal monokristali, tetapi karena memiliki potongan persegi, mereka dapat diatur lebih rapat dari pada kristal monokristali, mengurangi jumlah ruang di antara sel surya. Efisiensinya berkisar antara 13 hingga 16 persen. Karena harganya lebih murah dari pada monokristal, jenis ini paling banyak digunakan saat ini.





**Gambar 2.4. Sistem Kerja Solar Panel**

Sumber : <https://bumienergisurya.com/sel-surya-solar-cell-pengertian-dan-prinsip-kerja/>

Ketika foton dari partikel cahaya mengenai atom semikonduktor silikon, maka elektron dalam sel surya dipisahkan dari struktur atom. Dan elektron bermuatan negatif bebas bergerak didalam daerah pita konduksi bahan semikonduktor. Semikonduktor tipe-N adalah semikonduktor negatif dengan elektron bebas yang bertindak sebagai pemberi elektron. Kemudian di mana daerah positif dan negatif berpotongan, melepaskan energi yang menyebabkan elektron dan "hole" bergerak ke arah berlawanan. Di sana, elektron menjauh dari area negatif dan hole akan menjauhi daerah positif dan menghasilkan arus listrik.

## 2. *Inverter Grid Tie ( GTI )*

Inverter adalah suatu peralatan rangkaian elektronika daya yang berfungsi untuk mengkonversi tegangan listrik searah (DC) menjadi arus listrik bolak balik (AC). *grid tie inverter* mengkonversi arus DC 12-24 V, dari perangkat seperti baterai, panel surya/solar cell, yang kemudian menjadi arus AC 220 V. (Mukhamad Khumaidi Usman, 2020)



**Gambar 2.5. *Grid Tie Inverter (GTI)***

Sumber : [https://nanopowerbd.com/index.php?route=product/product&product\\_id=264](https://nanopowerbd.com/index.php?route=product/product&product_id=264)

inverter *on-grid* dilengkapi dengan metode MPPT (*Maximum Power Point Tracking*) sehingga energi dari panel surya dapat diubah menjadi energi listrik secara maksimal, ada beberapa metode MPPT yang dapat digunakan untuk mendapatkan tegangan kerja yang sesuai dengan titik MPP agar didapatkan daya maksimum, (Sapto Prayogo, 2019).

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

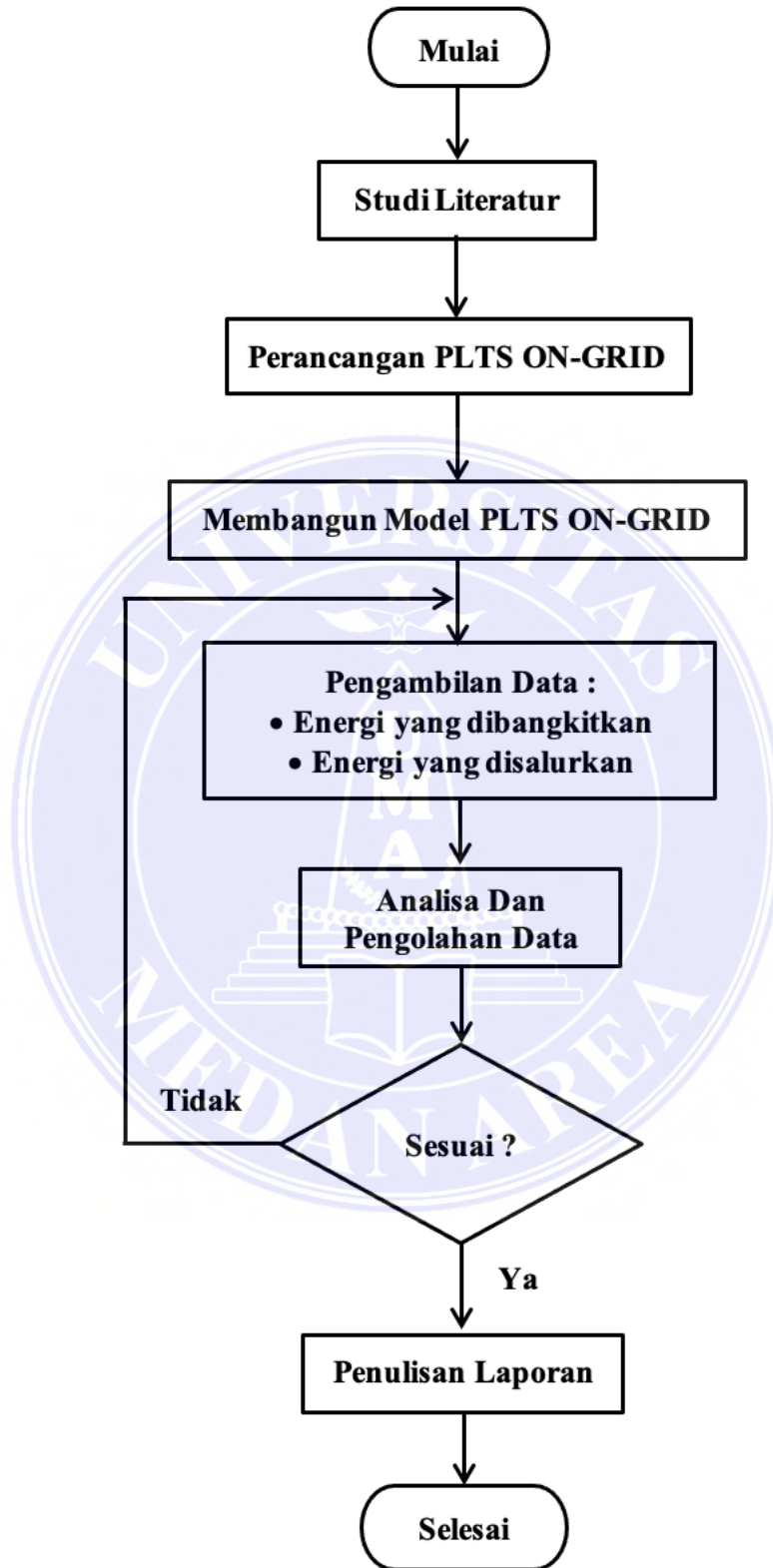
Lokasi penelitian dilakukan di rumah saudara sendiri dengan alamat di Jl. Cendana Baru, Tanah Enam Ratus, Marelan. Adapun rencana waktu penelitian dilakukan dari Januari – Maret 2023.

#### 3.2. Alat Dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Hardware
  - a. Watt meter dan Volt meter untuk mengukur daya PLTS *On-Grid* dan PLN.
  - b. MCB
  - c. Panel surya.
  - d. *Inverter Grid Tie (GTI)*.
  
2. Software
  - a. Microsoft Excel.

### 3.3. Diagram Alur Penelitian (Flow Chart)



Gambar 3.1. Diagram Alur Penelitian

### 3.4. Studi Literatur

Dalam penelitian ini, penulis melakukan proses mencari sumber studi literatur dan mengumpulkan data yang diperlukan. Baik dari jurnal, skripsi, tesis, artikel, atau sumber lain yang dapat dipertanggung jawabkan, serta dari segi metode perhitungan yang digunakan dan diterapkan, teori terkait, dan data primer dan sekunder untuk mendukung relevansi dan kelancaran penelitian ini. Selain itu, proses pengumpulan data dilakukan dengan menghubungi pihak-pihak yang bersangkutan.

### 3.5. Jadwal Kegiatan Penelitian

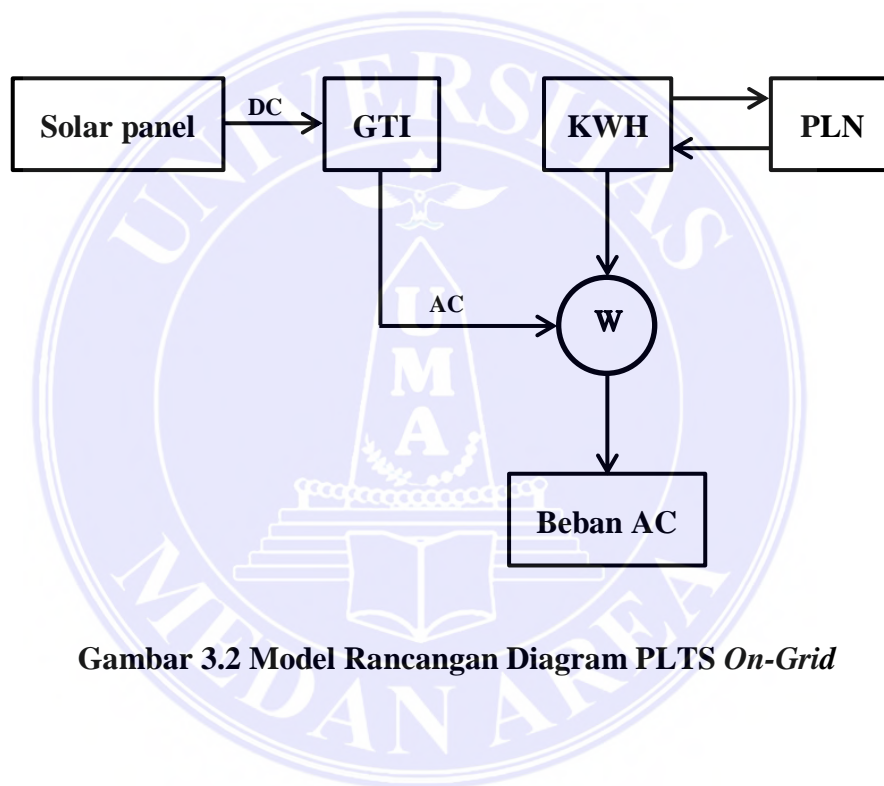
**Tabel 3.1. Jadwal Kegiatan Penelitian**

NO	Kegiatan	Bulan											
		Januari				februari				Maret			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi literatur	■	■										
2	Proposal			■	■								
3	Menyiapkan alat dan bahan					■							
4	Perancangan dan pembuatan alat						■	■					
5	Pengumpulan data							■	■	■			
6	Analisa data									■	■		
7	Penulisan laporan										■	■	■

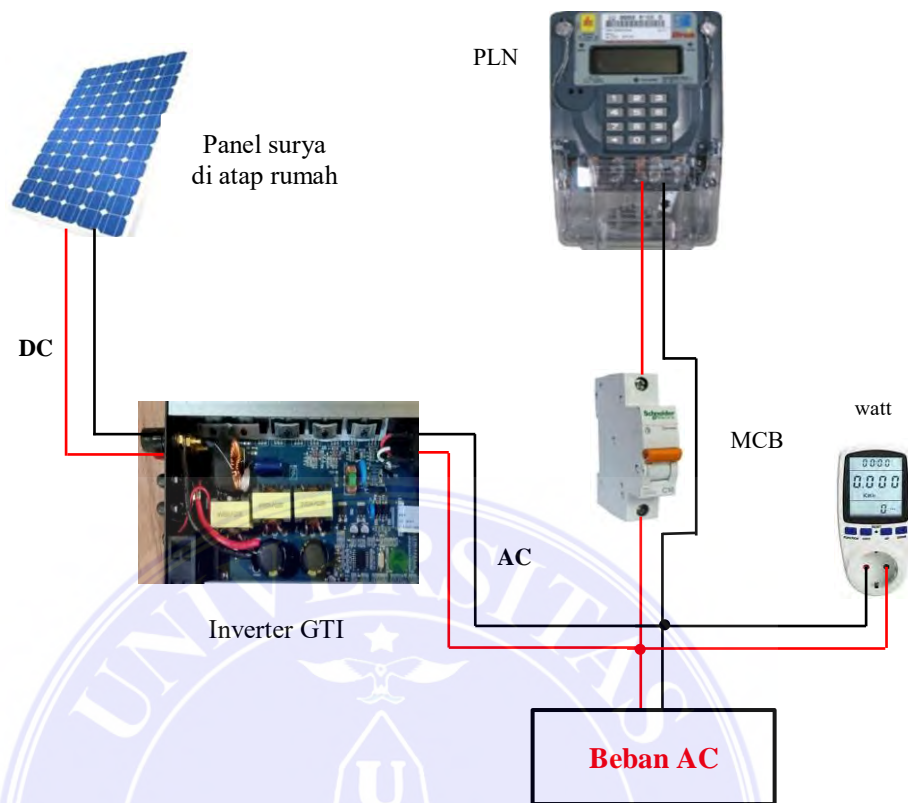


### 3.6. Skema Perancangan Model PLTS *On-Grid*

Faktor-faktor seperti cuaca dan kendala lainnya mencegah model pembangkit listrik tenaga surya *on-grid* untuk beroperasi sepenuhnya atau menghasilkan jumlah daya yang maksimal. PLTS ini hanya dapat bekerja dengan baik jika terhubung ke jaringan PLN. Jika jaringan PLN dipadamkan, model PLTS ini tidak akan dapat menghasilkan listrik. Berikut adalah gambar blok diagram dan sekema perancangan PLTS *on-grid*.



**Gambar 3.2 Model Rancangan Diagram PLTS *On-Grid***



### 3.3 Model Bentuk Rancangan PLTS ON-GRID

#### 3.7. Mengidentifikasi Kebutuhan Alat

Tabel 3.2. Mengidentifikasi Kebutuhan Alat

No	Nama	Spesifikasi	Jumlah
1	Panel surya	300 wp	1
2	Inverter GTI	600 watt	1
3	Watt meter	AC 220 Volt	1
3	Kabel	2.5 meter	1
4	MCB	2 ampere	1
5	Kayu ( kerangka panel surya )	4 meter	3

### 3.8. Pembuatan Model Tiang PLTS

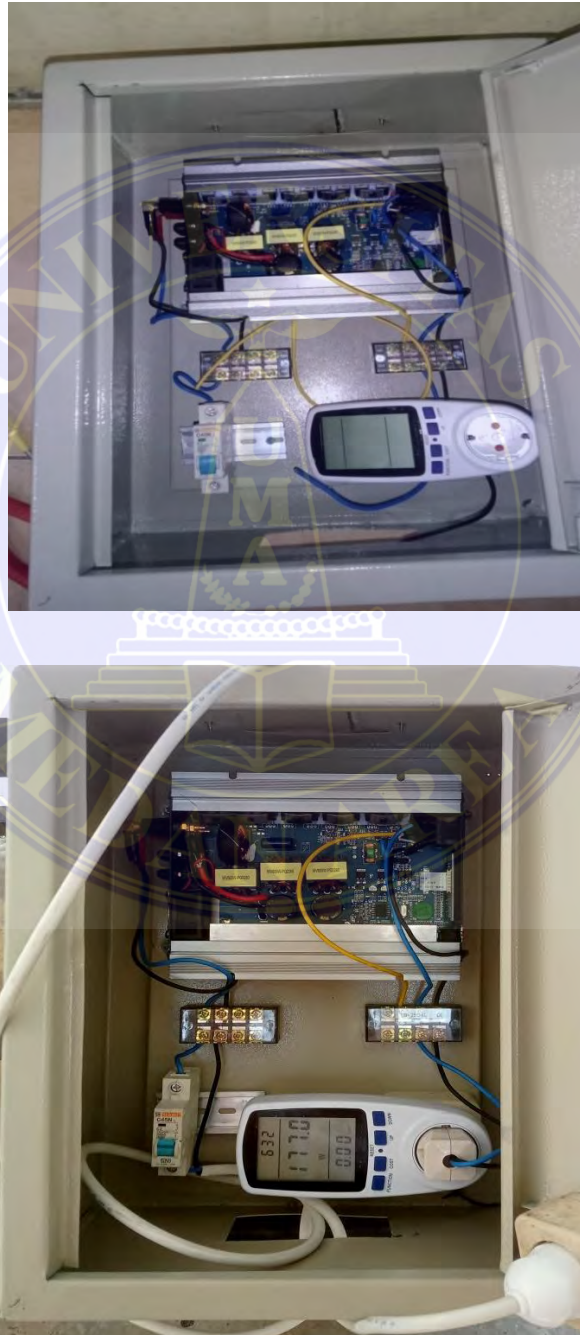
Adapun model dalam rancangan pembuatan model tiang PLTS ini menggunakan kayu dengan ukuran 1x5 yang dibentuk sesuai dengan kebutuhan. Setelah itu, dirangkai menjadi tiang dan dipasang roda pada bagian bawah untuk PLTS. Dengan demikian, kerangka tiang yang sudah jadi akan dapat memudahkan dalam memindahkan PLTS yang dirancangan. Setelah kerangka tiang selesai, akan dilakukan pemasangan panel surya 300 wp dibagian atas kerangka tersebut.



### 3.4. Bentuk Rancangan Tiang

### 3.9. Pembuatan Rancangan Panel Box

Untuk membuat model rancangan panel inverter disini menggunakan panel box dengan ukuran 30x40 cm. Didalam panel box tersebut dipasang beberapa komponen yang terdiri dari *inverter grid tie*, mcb, watt meter digital dan stop kontak.



**Gambar 3.5. Bentuk Rancangan Panel *inverter* PLTS on grid**



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. KESIMPULAN

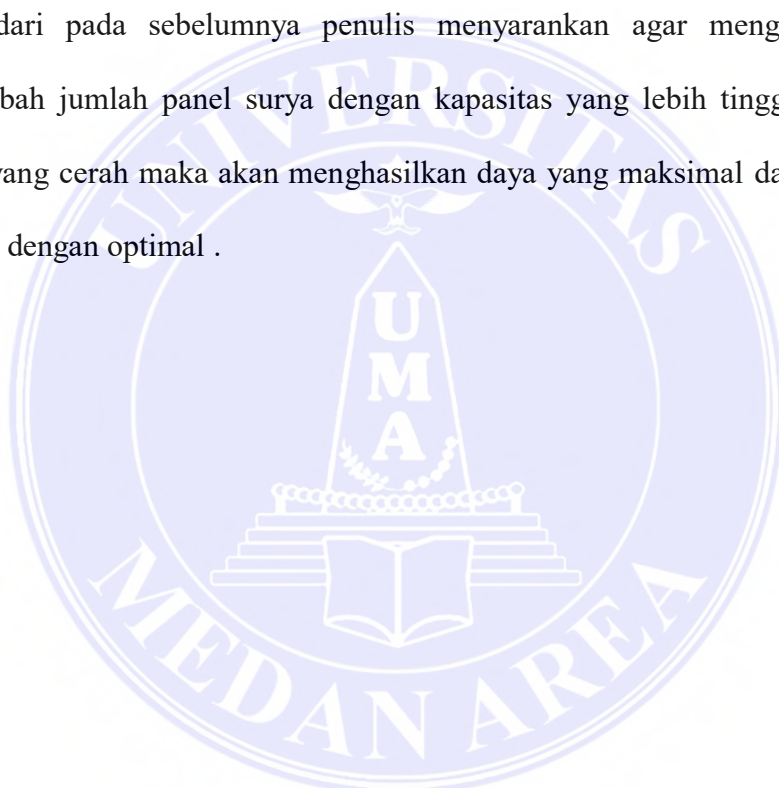
Berikut ini beberapa kesimpulan dari penelitian dan pembahasan yang sudah dilakukan:

1. Pembangkit listrik tenaga surya *on grid* ini berfungsi dengan baik dan memiliki kemampuan untuk menghasilkan listrik dan kemudian menyalurkan listrik tersebut ke beban rumah tangga. Hasil perhitungan yang dilakukan selama tujuh hari menunjukkan bahwa data dikumpulkan setiap interval 1 jam sebanyak 9 jam, dan daya listrik dihasilkan secara keseluruhan sebesar 918 watt. Nilai tertinggi dari PLTS *on grid* adalah 182,8 watt pada pukul 12.00 WIB dengan intensitas cahaya matahari sebesar 145600 lux, dan nilai terkecil adalah 12,1 watt pada pukul 08.00 WIB dengan intensitas cahaya matahari terkecil yaitu 21485 lux.
2. Dalam sistem PLTS *on-grid* ini, rangkaian PLTS *on-grid* dibuat secara hardware, seperti yang ditunjukkan dalam skripsi. PLTS *on-grid* yang dibuat telah menunjukkan kinerja yang cukup baik dalam menghasilkan tenaga listrik.
3. Untuk satu hari, pembangkit listrik PLTS *on grid* dapat menghasilkan akumulasi daya dengan interval waktu 1 jam yaitu  $102 \text{ watt} \times 9 \text{ jam} = 918 \text{ watt}$ . Karena hal ini sangat dipengaruhi oleh cuaca yang cerah, dalam penelitian ini terlihat bahwa adanya penghematan biaya pemakaian sebanyak Rp. 1.241,136 per hari dan Rp. 37.234,08 per bulan.



## 5.2. SARAN

Untuk proses pengembangan lebih lanjut dari penelitian ini, maka penulis memberikan saran kepada peneliti selanjutnya. Pada penelitian ini penulis menggunakan panel surya kapasitas 300 wp dan *inverter grid tie* yang menghasilkan daya tertinggi 182,8 Watt pada pukul 12.00 WIB dan akumulasi daya rata-rata untuk satu hari sebesar 918 Watt selama 9 jam dengan interval waktu 1 jam pengambilan data. Maka jika ingin menghasilkan daya yang lebih besar dari pada sebelumnya penulis menyarankan agar menggunakan atau menambah jumlah panel surya dengan kapasitas yang lebih tinggi dan kondisi cuaca yang cerah maka akan menghasilkan daya yang maksimal dan PLTS dapat bekerja dengan optimal .



## DAFTAR PUSTAKA

- Harahap, P., Nofri, I., Arifin, F., & Nasution, M. Z. (2019, October). Sosialisasi Penghematan dan Penggunaan Energi Listrik Pada Desa Kelambir Pantai Labu. In *Prosiding Seminar Nasional Kewirausahaan* (Vol. 1, No. 1, pp. 235-242).
- Ahadi, K., Al Irsyad, M. I., & Anggono, T. (2018). Simulasi Potensi Penghematan Energi Listrik pada Penerangan Jalan Umum dengan menggunakan Teknologi Lampu LED. *Ketenagalistrikan dan Energi Terbarukan*, 17(1), 31-42.
- Jalaluddin, R., & Safarudin, Y. M. (2020, December). Perbandingan Biaya Perancangan Plts On-Grid dan Off-Grid pada Laboratorium Listrik PPSDM MIGAS. In *Prosiding Seminar Nasional NCIET* (Vol.1, No. 1, pp. 162-169).
- Winardi, B., Nugroho, A., & Dolphina, E. (2019). Perencanaan Dan Analisis Ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpusat Untuk Desa Mandiri. *Jurnal Tekno*, 16(2), 1-11.
- Almanda, D., & Muttaqin, M. A. Z. (2020). Analisa dan Perbandingan PLTS on Grid yang Terpasang di Atap Gedung Utama PT Subur Semesta dengan Plts On Grid yang Bergerak Mengikuti Arah Matahari. *RESISTOR (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer)*, 3(2), 57-60.
- Hani, S., Santoso, G., Subandi., & Arifin., N (2020). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) On-Grid Dengan Sistem DC Coupling Berkapasitas 17 kWP Pada Gedung. Seminar Nasional TEKNOKA, (ke -5, Vol. 5)

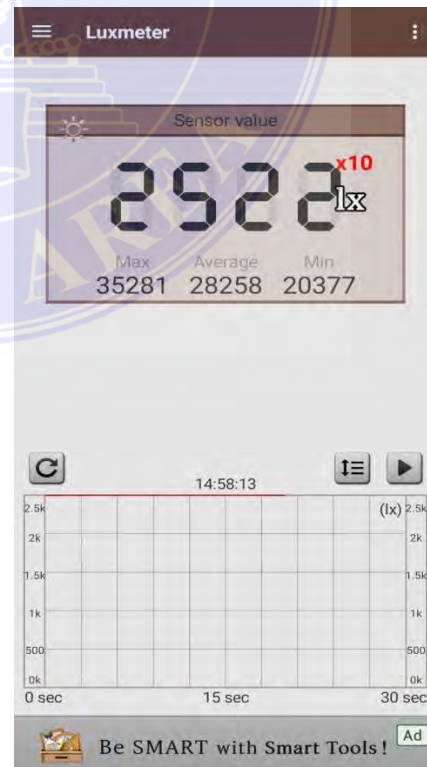
- Kristiawan, H., Kumara, I. N. S., & Giriantari, I. A. D. (2019). Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap Gedung Sekolah di Kota Denpasar. *Jurnal Spektrum*, 6(2).
- Sugirianta, I. B. K., Saputra, I. G. N. A. D., & Sunaya, I. G. A. M. (2019). Modul praktek PLTS on-grid berbasis micro inverter. *Matrix: Jurnal Manajemen Teknologi dan Informatika*, 9(1), 19-26.
- Saodah, S., & Utami, S. R. I. (2019). Perancangan Sistem grid tie inverter pada pembangkit listrik tenaga surya. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 7(2), 339.
- Usman, M. K. (2020). Analisis intensitas cahaya terhadap energi listrik yang dihasilkan panel surya. *Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro*, 9(2), 52-57.
- Priajana, P. G. G., Kumara, I. N. S., & Setiawan, I. N. (2020). Grid Tie Inverter Untuk PLTS Atap Di Indonesia: Review Standar Dan Inverter Yang Compliance Di Pasar Domestik. *Jurnal SPEKTRUM Vol*, 7(2).

## LAMPIRAN

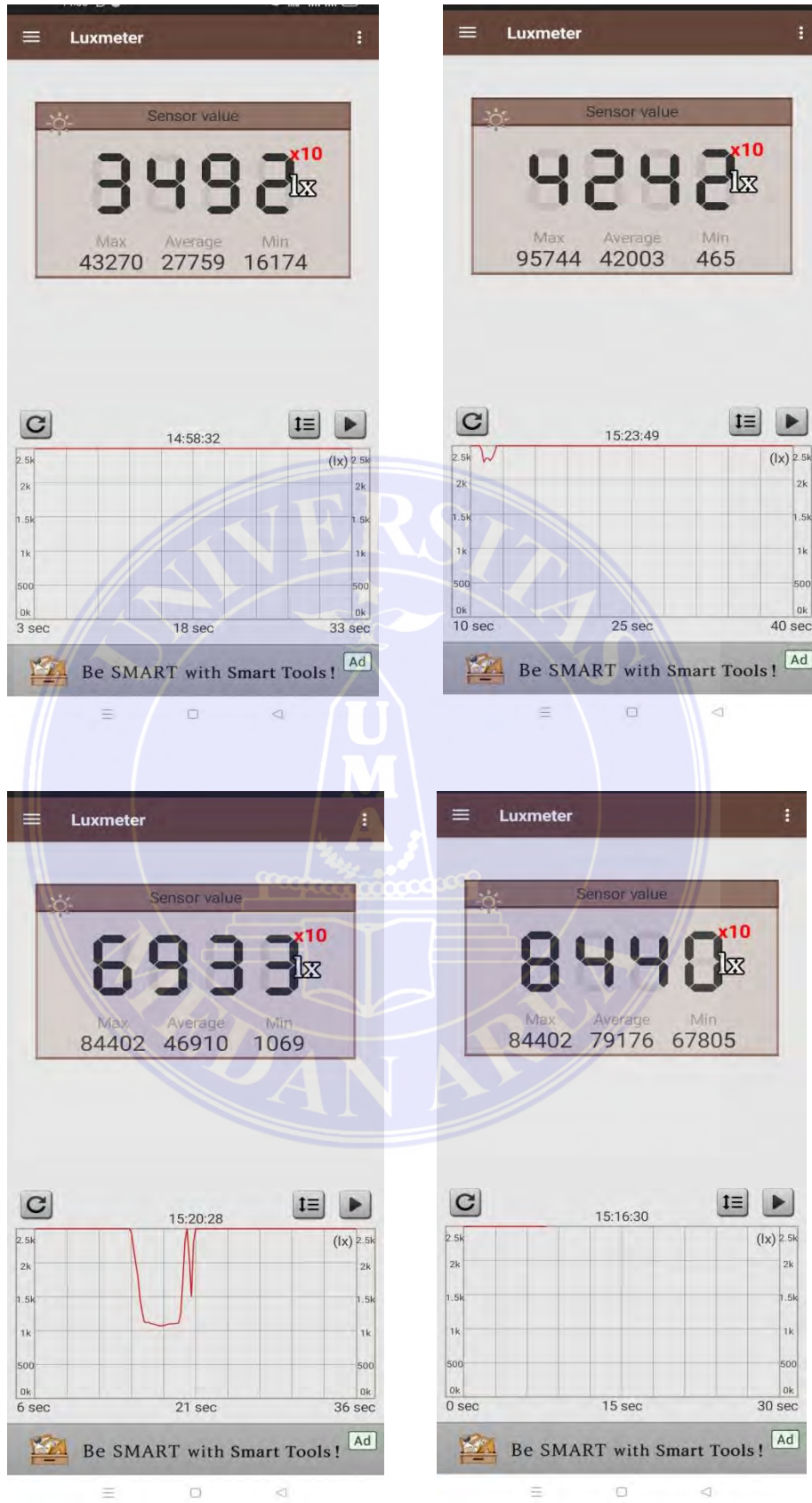
### 1. Spesifikasi panel surya *monocrystalline* dan *grid tie inverter*



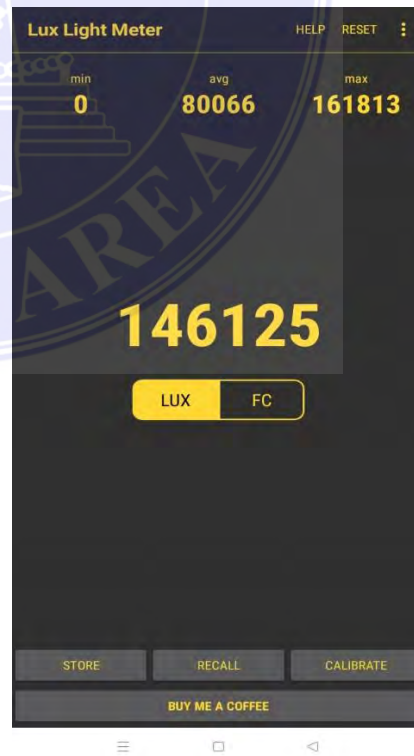
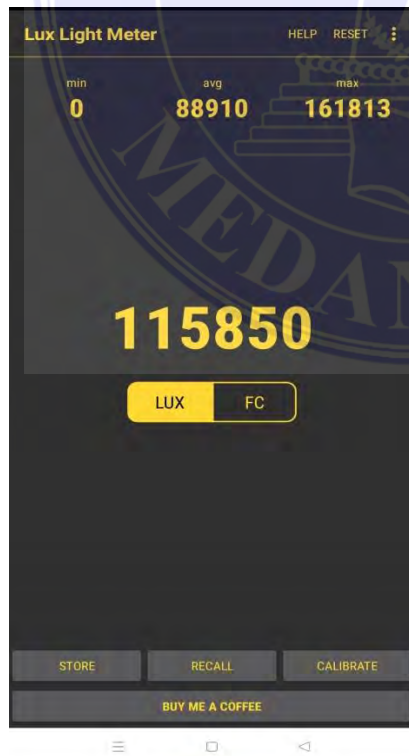
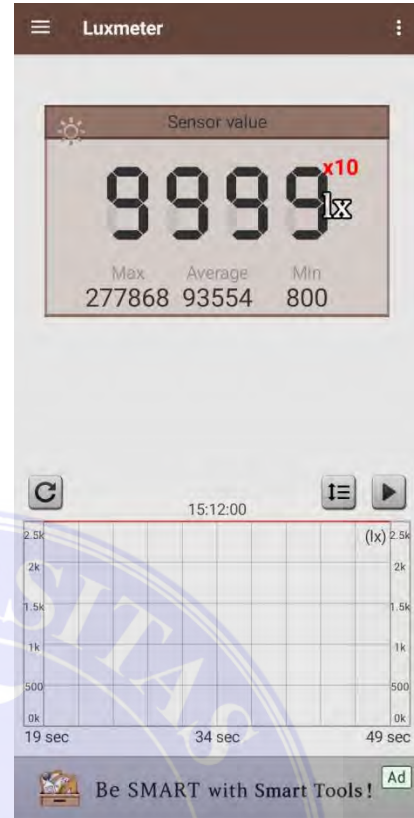
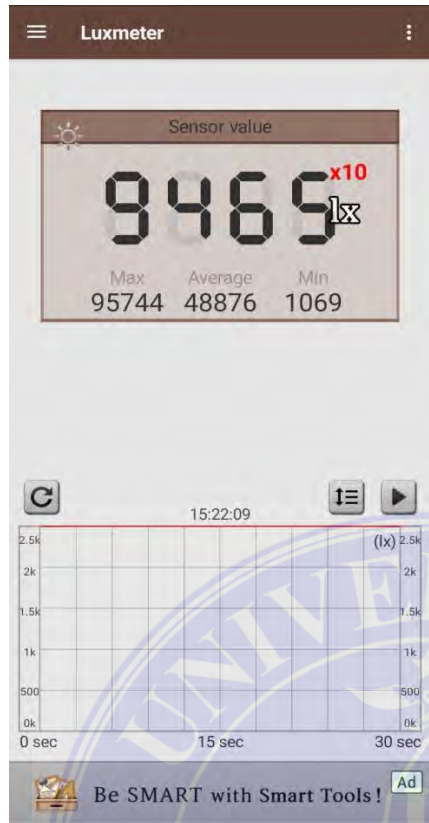
### 2. Hasil pengukuran intensitas cahaya matahari menggunakan Lux Meter











### 3. Proses pengambilan data PLTS *on-grid*





#### 4. Data hasil yang bangkitkan oleh PLTS *on-grid*











