

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dibandingkan dengan energi fosil yang sering digunakan seperti minyak bumi, gas, dan batu bara sebagai sumber daya yang tak terbarukan (*non-renewable*) yang banyak menimbulkan pencemaran dan akan menipis, energi terbarukan (*renewable*) banyak memiliki keunggulan, yaitu ramah lingkungan dan tak terbatas [1]. Indonesia juga sangat konsen terhadap pengembangan penggunaan Energi Baru Terbarukan (EBT). Terbukti pada Peraturan Pemerintah No. 79 tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN) dan Peraturan Presiden No. 22 tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) memiliki target penggunaan EBT pada tahun 2025 dan 2050 masing masing sebesar 23% dan 31% dari total kebutuhan energi nasional [2].

Indonesia berada di wilayah dengan iklim tropis, hampir keseluruhan wilayah yang ada di Indonesia mendapatkan sinar matahari dari pagi hari sampai sore hari. Sinar yang dipancarkan oleh matahari dapat diubah menjadi energi listrik dengan menggunakan sel surya atau biasa disebut pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). PLTS memiliki beberapa kelebihan, contohnya energi tidak akan habis karena bersumber dari matahari, ramah lingkungan karna tidak menghasilkan emisi gas atau semacamnya, dan sangat cocok bagi daerah tropis seperti Indonesia, adapun potensi PLTS secara nasional dapat mencapai 4,8 kWh/m<sup>2</sup>/hari atau setara dengan 207.898 MW [3].

Berdasarkan statistik ketenagalistrikan tahun 2022 oleh direktorat jendral ketenagalistrikan, penjualan listrik PLN dalam sektor rumah tangga pada tahun 2022 mencapai 116.095,06 GWh yang menjadi urutan konsumen pertama dalam kebutuhan listrik PLN. Pada urutan kedua adalah sektor industri sebesar 88.483,30 GWh, disusul oleh sektor komersial atau usaha sebesar 50.532,19 GWh, dan sektor publik atau umum sebesar 18.650,93 GWh [4]. Dari data tersebut maka dapat disimpulkan bahwa sektor rumah tangga mencapai presentase 42,42% dalam penggunaan listrik PLN. Sumber energi baru dan terbarukan dapat dijadikan alternatif untuk penggunaan sumber listrik dari PLN khususnya pada sektor rumah

tangga. Dengan penggunaan sumber energi baru dan terbarukan ini dapat meminimalisir penggunaan bahan bakar fosil, sehingga dampak buruk dari penggunaan energi fosil dapat diminimalisir.

Salah satu sistem PLTS yang populer adalah sistem *off-grid* yang merupakan sistem PLTS tanpa terintegrasi dengan PLN, sehingga pada implementasinya pengguna dapat bebas merancang dan membuat sistem PLTS sendiri tanpa harus berkoordinasi dengan PLN. Selain dapat digunakan sebagai langkah penghematan penggunaan listrik dari PLN. Penggunaan PLTS sistem *off-grid* ini dapat menjadi solusi untuk menghemat listrik dari PLN, cadangan saat PLN padam, atau bahkan dapat menggantikan penggunaan listrik PLN secara keseluruhan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka akan dibuat rancang bangun sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) pada beban rumah tangga sebagai langkah pemanfaatan energi terbarukan dan penghematan sumber daya fosil. Penelitian ini akan berfokus pada perancangan sistem, pemilihan komponen, dan implementasi PLTS *off-grid* secara langsung pada beban rumah tinggal: Lampu, *ricecooker*, setrika, mesin cuci, kipas angin, kipas box panel, TV, dan *set top box*. Komponen utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah panel surya/*photovoltaic* (PV), *Inverter*, *solar charge control* (SCC), dan baterai. Untuk beban yang digunakan berupa beban yang ada pada rumah tangga dengan mengklasifikasikannya menjadi beban resistif, induktif, dan kapasitif. Untuk pemantauan kinerja PLTS dari jarak jauh maka dibuat juga sistem *monitoring* untuk memantau kinerja panel surya pengisian baterai.

## 1.2 Tinjauan Penelitian Terdahulu

Referensi utama yang menjadi dasar penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1.1. di bawah ini.

Tabel 1. 1 Referensi penelitian.

NO	JUDUL	PENELITI	TAHUN
1	<i>Off-grid solar power plant for refrigeration system: A case study in Bandung, Indonesia</i>	A Setyawan dan T Sutandi	2020

NO	JUDUL	PENELITI	TAHUN
2	Analisis Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-grid Untuk Rumah tinggal di Kota Banjarbaru	Renaldy Rahman, Saiful Karim, dan Irfan	2021
3	Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-grid Untuk Supply Charge Station	Andre Setyawan dan Agus Ulinuha	2022
4	Desain dan Penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Instalasi Penerangan Pada Kapal Nelayan Kecamatan Pesaguan Kanan	Erick Radwitya	2022
5	<i>Monitoring of Off-grid Solar Power Plant Prototype for Residential Loads Based on Internet of Things</i>	Firji Agustin Fairuz, Nike Sartika, Lia Kamelia, Aan Eko Setiawan, Siti Bilqis, dan Agus Ramelan	2023

A Setyawan dan T Sutandi [5] melakukan pengujian terhadap penggunaan PLTS sistem *off-grid* untuk sumber energi bagi *freezer* mini dengan daya total 137,16 W. Panel surya yang digunakan sebesar 200 Wp dan baterai dengan kapasitas 60 Ah 12 V dengan menggunakan SCC jenis MPPT. Rata-rata daya pengisian sebesar 130.5 W dengan daya maksimal pengisian 157 W dan daya minimal 83.6 W. Pengambilan data pengisian baterai dimulai dari pukul 09.00 dengan daya baterai tersisa 45%. Setelah 4 jam 20 menit, baterai sudah terisi penuh. Pada kondisi fullnya baterai memiliki kapasitas 720 Wh. Baterai diatur pada minimal kapasitas 40% ketika dilakukan pengujian dengan beban *freezer* didapatkan waktu operasi selama 8,92 jam.

Renaldy Rahman dkk [6] melakukan analisis spesifikasi dan referensi harga komponen peralatan PLTS. Data penelitian didapatkan dari pengumpulan data literatur dan pengukuran yang selanjutnya diperhitungkan dengan rumus. Penelitian

dilakukan dengan subjek rumah tinggal tipe 45 di Kota Banjarbaru, dengan luas 45,5 m<sup>2</sup> dengan total penggunaan daya perhari adalah 4.054 W dengan antisipasi hari tanpa sinar matahari jadi daya yang dibutuhkan adalah 8.108 W. Setelah perhitungan, didapatkan spesifikasi komponen yaitu panel surya 300 Wp sebanyak 7 unit, SCC tipe MPPT, *Inverter* 4000 W sistem 48 V dan baterai dengan kapasitas 200 Ah sebanyak 16 buah, total keseluruhan biaya untuk komponen utama dan pendukung adalah Rp. 139.862.500 dengan total keseluruhan dengan pergantian komponen dan total pemeliharaan selama 25 tahun adalah Rp. 448.248.750.

Andre Setyawan dan Agus Ulinuha [7] melakukan perencanaan dan implementasi PLTS sistem *off-grid* untuk stasiun pengisian daya sepeda listrik. Perancangan dimulai dari pembuatan diagram blok sistem, pemilihan komponen yaitu, panel surya dengan spesifikasi 120 Wp, SCC 20 A, baterai 100 Ah 12 V, dan *Inverter* 200 W 12 V. Analisis data output dilakukan dengan cara pengisian panel surya selama 2 hari pada saat cuaca cerah dan berawan, pada hari pertama saat cerah data diambil pada pukul 10.00 sampai 14.00 didapatkan daya maksimal 140,4 W dan minimal 94,32 W, pada hari kedua berawan didapatkan daya maksimal sebesar 111,35 W dan minimal 79,98 W. Dari perhitungan lama waktu pengisian baterai dengan kapasitas 100 Ah dengan DOD 80% adalah selama 13 jam pada saat cuaca cerah. Lalu untuk pengujian pengisian baterai sepeda (72 W) sampai penuh dengan estimasi waktu 180 menit memerlukan daya sebesar 286,8 Wh sekitar 24% dari baterai yang digunakan sebagai suplai, maka dapat disimpulkan baterai dengan kapasitas 100 Ah dengan sistem 12 V dapat mengisi baterai sepeda (72 W) sebanyak 3 kali.

Erick Radwitya [8] melakukan perancangan dan penerapan PLTS untuk instalasi penerangan pada kapal nelayan di Kecamatan Pesaguan Kanan. Untuk beban instalasi penerangan yang terpasang adalah lampu LED 3 buah dengan daya 10 W. perancangan dimulai dari pembuatan diagram blok instalasi PLTS, lalu pembuatan layout. Komponen yang digunakan adalah PLTS 100 Wp, *Inverter* 500 W, SCC 10 A, dan aki 50 Ah 12 V dengan total anggaran sebesar Rp. 2.240.000. data pengujian diambil selama 5 jam dalam 2 hari, didapatkan pada hari pertama cuaca sedikit mendung rata-rata tegangan yang didapat adalah 15,874 dan arus

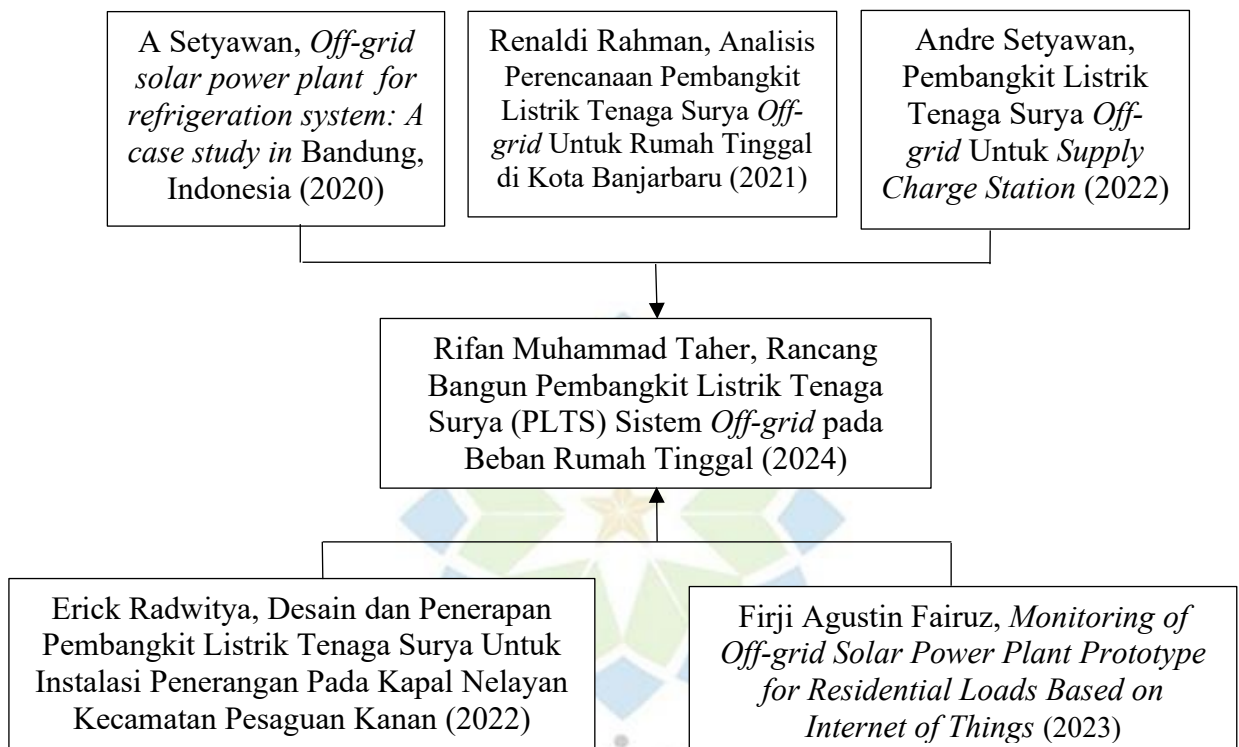
sekitar 2,618 serta pada hari kedua cuaca cerah rata-rata tegangan sekitar 16,378 dan arus sekitar 2,674.

Firji Agustin Fairuz dkk [9] melakukan perencanaan dan percobaan prototipe PLTS sistem *off-grid* pada beban rumah tinggal yang dapat dipantau dari jauh dengan *monitoring* menggunakan ESP32 melalui web Ubidots. Pada penelitian ini menggunakan beban lampu 15 W, TV 35 W, *receiver* 8 W, dan *router* 4 W. Komponen yang digunakannya adalah panel surya 30 Wp, SCC 30 A, baterai 12 Ah 12 V, dan relai MK3P 220 VAC. Data pada penelitian ini berupa data arus, tegangan dan daya DC yang dihasilkan pada sistem. Perancangan sistem PLTS dilakukan dengan menghitung spesifikasi komponen yang dibutuhkan. Hasil didapatkan pada penelitian ini dengan data percobaan selama 8 hari adalah respon ATS yang memiliki delay 0,93 dalam pergantian sumber PLN dengan sistem PLTS ketika PLN padam. Data daya yang didapatkan selama 8 hari pengambilan data bervariasi sesuai dengan keadaan cuaca yang sangat berpengaruh dengan daya yg dihasilkan dari panel surya untuk pengisian baterai. Pada pengujian dengan *router* 4 W selama 6 jam mengkonsumsi energi baterai sebesar 22 Wh, untuk beban lampu 15 W mengkonsumsi 50,9 Wh.

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya dapat diambil kesimpulan bahwa implementasi PLTS khususnya sistem *off-grid* sudah sangat luas, contohnya sebagai sumber energi penerangan untuk kapal nelayan, sumber energi *freezer* mini, dan *charge station* dan bahkan untuk rumah tinggal juga. Dari penelitian sebelumnya ada yang melakukan perencanaan dan implementasi langsung dan kemudian data yang didapatkan dianalisis, serta ada yang melakukan pengambilan data dari literatur dan kemudian datanya dihitung dengan rumus terkait kebutuhan spesifikasi komponen dan biayanya, serta penelitian lain terkait prototipe sistem PLTS yang kemudian datanya dianalisis.

Perbedaan penelitian ini dibandingkan dengan penelitian terdahulu adalah menggunakan sistem yang sudah utuh dan data yang didapatkan *real time* atau secara langsung dari sistem yang telah dibuat tanpa mengambil data dari literatur lain. Terkait kebutuhan komponen akan dihitung menggunakan rumus agar efektif serta penggunaan beban rumah tangga yang di klasifikasikan pada beban resistif,

induktif, dan kapasitif. Pengambilan data akan dilakukan langsung dari alat ukur yang terpasang pada sistem dan *monitoring* yang terhubung ke aplikasi pada *smartphone*. Gambar 1.1 merupakan tinjauan penelitian terdahulu yang akan dijadikan acuan dalam penelitian ini.



Gambar 1. 1 Tinjauan penelitian terdahulu.

### 1.3 Rumusan Masalah

1. Bagaimana perancangan dan implementasi PLTS sistem *off-grid* pada beban rumah tinggal ?
2. Bagaimana kinerja PLTS sistem *off-grid* pada beban rumah tinggal ?

### 1.4 Tujuan Penelitian

1. Merancang dan mengimplementasikan PLTS sistem *off-grid* pada beban rumah tinggal.
2. Melakukan analisis kinerja dari PLTS sistem *off-grid* pada beban rumah tinggal.

## 1.5 Manfaat Penelitian

### 1. Manfaat Akademis

Mengembangkan dan memperkaya ilmu pengetahuan Teknik Elektro khususnya pada Bidang Teknik Tenaga Elektrik, dengan topik Pembangkit Tenaga Listrik.

### 2. Manfaat Praktis

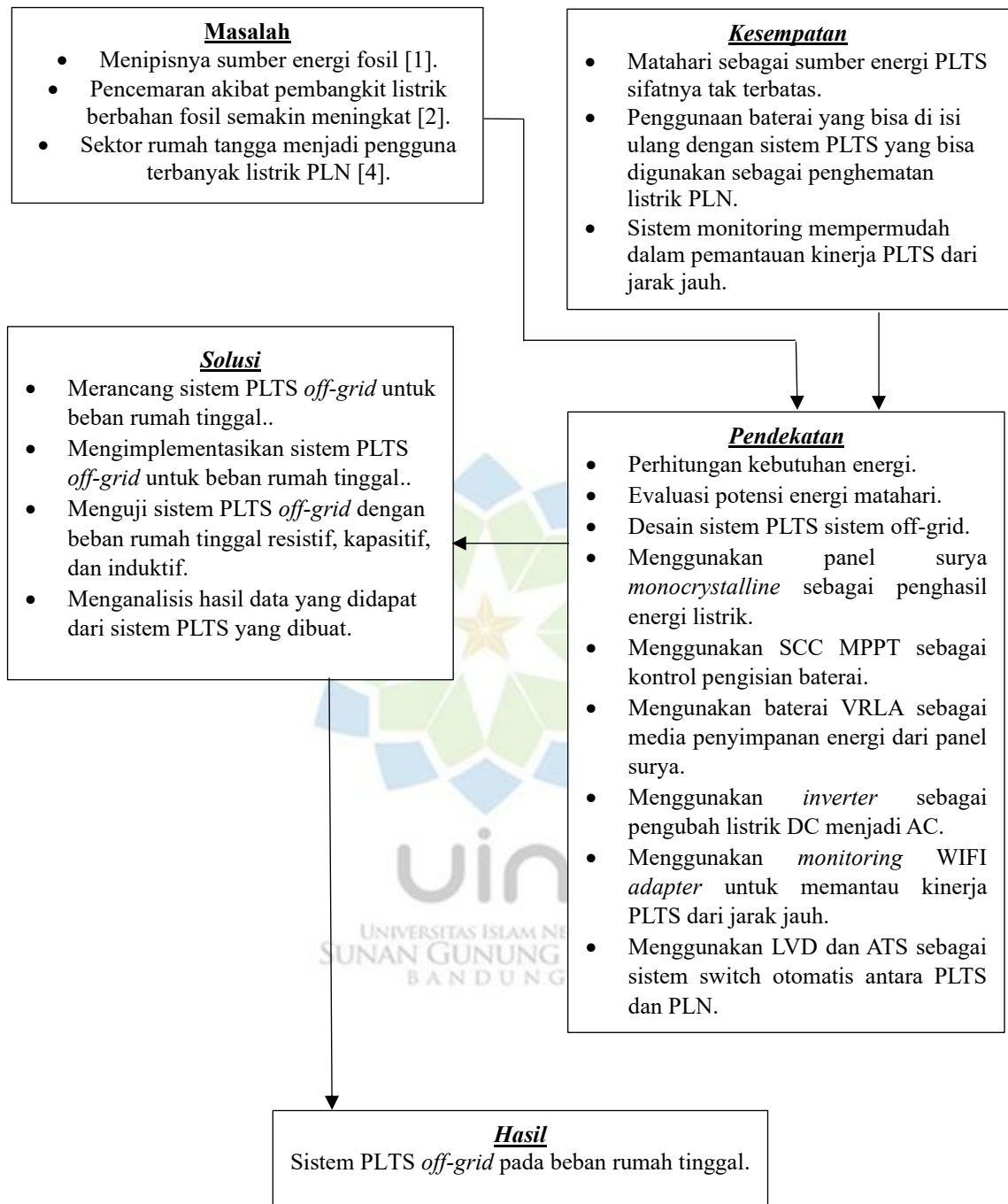
PLTS sistem *off-grid* yang dapat digunakan sebagai salah satu cara penghematan energi tak terbarukan dan pengurangan polusi yang dilakukan dari sektor rumah tangga.

## 1.6 Batasan Masalah

1. Menggunakan beban rumah tangga dengan klasifikasi beban resistif (R), induktif (L), dan kapasitif (C).
2. Alat *monitoring* menggunakan modul *monitoring* WIFI *adapter* yang terhubung pada *solar charge controller* (SCC) sistem PLTS.
3. Aplikasi *monitoring* menggunakan SolarGuardian yang terhubung pada *smartphone*.
4. Penelitian berfokus pada pengumpulan data nilai arus, tegangan, daya, dan faktor daya pada sistem yang berupa listrik searah (DC) dan listrik bolak-balik (AC).
5. Jenis komponen utama yang digunakan adalah panel surya dengan jenis *monocrystalline*, SCC dengan jenis MPPT, *inverter* dengan jenis PSW, dan baterai dengan jenis VRLA,

## 1.7 Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir memuat jalur pemikiran yang dirancang dengan berdasarkan penelitian yang akan dilakukan. Secara umum, kerangka pemikiran dalam penelitian ini digambarkan pada Gambar 1.2.



Gambar 1. 2 Kerangka berpikir.



## **1.8 Sistematika Penulisan**

Penelitian ini disusun dengan sistematika sebagai berikut :

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini merupakan awal dari penulisan tugas akhir ini. Pada bab ini memuat latar belakang dibuatnya penelitian ini, rumusan masalah yang dihadapi, tujuan dari penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, tinjauan penelitian terdahulu, kerangka berpikir, dan sistematika penulisan tugas akhir ini.

### **BAB II DASAR TEORI**

Bab ini menjelaskan hal-hal pokok yang akan menjadi acuan dari penelitian yang akan dilakukan, penguasaan teori yang berhubungan dan menunjang terkait Pembangunan sistem PLTS *off-grid*, seperti teori tentang PLTS *off-grid*, komponen pembangun sistem PLTS *off-grid*, perhitungan kebutuhan spesifikasi komponen, serta klasifikasi beban rumah tinggal.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi diagram alir dan tahapan-tahapan proses dalam pemecahan masalah yang ada pada penelitian dengan sistematis, sehingga hasil yang didapatkan sesuai dengan yang diinginkan sebagai sistem PLTS *off-grid* utuh untuk beban rumah tinggal.

### **BAB IV PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI**

Bab ini menjelaskan tentang realisasi rencana penelitian dengan merancang PLTS sistem *off-grid* untuk perencanaan beban rumah tinggal dan untuk mengimplementasikan PLTS sistem *off-grid* sebagai sumber listrik rumah tinggal.

### **BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS**

Bab ini berisi tentang pengujian dan analisis dari PLTS sistem *off-grid* yang sudah dirancang dan diimplementasikan dari mulai komponen-komponen, PLTS sistem *off-grid*, dan pengaruh jenis beban rumah tinggal.

### **BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini menjelaskan tentang hasil dari analisis yang dilakukan mengenai kinerja PLTS *off-grid*. Selain itu hal-hal batasan yang tidak bisa dilakukan di penelitian ini kedepannya bisa dilakukan oleh peneliti lain untuk disempurnakan dikemudian hari.