

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Energi Baru Terbarukan (EBT) menjadi solusi yang andal untuk memenuhi kebutuhan listrik nasional. Potensi EBT di Indonesia untuk pembangkit listrik cukup besar dengan jenis energi surya, air, dan angin sebagai sumber terbesar. Energi surya merupakan salah satu jenis EBT yang tidak terbatas, energi surya dapat dimanfaatkan sebagai energi alternatif yang dapat diubah menjadi energi listrik [1]. Pemerintah Indonesia telah mengeluarkan kebijakan-kebijakan tentang energi baru dan terbarukan (EBT). Salah satu kebijakan yang dikeluarkan oleh pemerintah adalah Peraturan Pemerintah No. 79 Tahun 2014 Tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN) [2]. Kebijakan itu disebutkan bahwa untuk mencapai energi yang optimal, pemerintah berupaya untuk membatasi penggunaan sumber energi fosil dan menargetkan penggunaan energi baru dan terbarukan paling sedikit sebesar 23% pada tahun 2025 dan paling sedikit sebesar 31% pada tahun 2050 [2]. Indonesia mengalami peningkatan kebutuhan energi yang dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti pertumbuhan jumlah penduduk yang semakin pesat, meningkatnya sektor pembangunan di bidang teknologi, ekonomi dan infrastruktur serta perkembangan sektor industri yang kian meningkat [3]. Tingginya permintaan energi khususnya akan energi listrik di era sekarang tidak sebanding dengan ketersediaan pasokan energi.

SDN Tambun 06 merupakan tempat pendidikan dasar anak-anak yang terletak di Jl. Kebun Kelapa No.60, RT.007/RW.005, Desa Tambun, Kecamatan Tambun Selatan, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat 17510. SDN Tambun 06 ini selain digunakan untuk kegiatan belajar mengajar, SDN Tambun 06 juga digunakan untuk kegiatan rapat guru-guru, kegiatan *input* data, dan kegiatan laboratorium komputer yang menggunakan *server*. Tentunya segala aktifitas tersebut ditunjang berkat adanya sarana dan prasarana yang baik, salah satunya adanya ketersediaan energi listrik yang cukup memadai. Namun, lokasi SDN Tambun 06 ini beberapa kali mengalami banjir ketika musim hujan datang seperti pada tahun 2021 yang lalu.

Hal ini membuat pihak SDN Tambun 06 harus mengantisipasi bilamana sumber daya listrik sedang padam atau gangguan.

Pengembangan energi surya sebagai EBT melalui penggunaan PLTS di Indonesia lebih diprioritaskan dibandingkan jenis EBT lainnya. Selain itu perkembangan teknologi PLTS juga terus mengalami peningkatan, seiring dengan tingkat efisiensi modul *photovoltaic* (PV) yang semakin baik dan biaya investasi awal dari pembangunan PLTS yang semakin murah seharusnya lebih mudah dalam merealisasikan pemanfaatan energi surya di Indonesia.

PLTS memiliki kemampuan untuk mengkonversi energi yang dihasilkan oleh radiasi matahari namun memiliki beberapa kekurangan. Pengoperasian PLTS hanya dapat dilakukan beberapa jam saja yaitu ketika adanya sinar matahari (pagi hari sampai sore hari) [4]. Pemilihan sistem PLTS yang terhubung dengan jaringan listrik PLN dianggap cocok untuk penggunaan pada daerah yang sudah tersedia jaringan listrik (*on-grid*) PLTS terinterkoneksi dengan jaringan listrik merupakan solusi green energi bagi penduduk perkotaan baik perumahan ataupun perkantoran [5].

Berkaitan dengan PLTS, pada saat pemadaman listrik yang dilakukan secara tiba-tiba. Sistem PLTS mengalami *delay* pada saat perpindahan sumber listrik, hal ini dapat menyebabkan peralatan elektronik menjadi cepat rusak dan pekerjaan (data) yang sedang dikerjakan akan hilang. Salah satu cara untuk mengantisipasi hal itu dibutuhkan *Uninterruptible Power Supply* (UPS). UPS adalah perangkat elektronik yang mampu menyediakan cadangan listrik sementara ketika arus listrik utama terputus. UPS mampu memberikan perlindungan hampir seketika saat terjadi pemadaman listrik. Perangkat UPS ini dapat digunakan untuk melindungi segala jenis alat elektronik yang sensitif terhadap ketidakstabilan arus dan tegangan listrik. Namun pada umumnya UPS digunakan untuk melindungi komputer supaya ketika terjadi pemadaman listrik secara tiba-tiba komputer masih menyala dan data yang sedang dikerjakan bisa di simpan terlebih dahulu sebelum mematikan komputer secara benar untuk menghindari kerusakan baik *software* maupun *hardware*. *Uninterruptible Power Supply* (UPS) merupakan perangkat elektronik yang mampu menggabungkan *inverter* dan baterai. UPS juga mampu menyediakan cadangan

listrik sementara ketika arus listrik utama terputus, maka UPS ini dapat digunakan sebagai inverter serta menjadi cadangan energi ketika sumber listrik dari PV dan PLN padam.

Berdasarkan latar belakang terkait PLTS dan UPS, penelitian ini mengusulkan prototipe pembangkit listrik tenaga surya menggunakan *uninterruptible power supply* pada ruang kantor SDN Tambun 06 yang dinilai memiliki peluang untuk memenuhi kebutuhan energi listrik dengan energi alternatif dan mengatasi konsumsi energi listrik yang bersumber dari PLN serta mengatasi adanya *delay* waktu saat padam listrik.

1.2. *State of the Art*

State of the art adalah pernyataan yang menunjukkan bahwa penyelesaian masalah yang diajukan merupakan hal yang berbeda dengan penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti lain. Dalam bagian ini akan diuraikan secara singkat penelitian sebelumnya yang dapat memperkuat alasan mengapa penelitian ini akan dilakukan. Adapun *state of the art* penelitian lainnya dijabarkan pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1. Tabel referensi.

Judul	Peneliti	Tahun
Ups (<i>Uninterruptible Power Supply</i>) 1000 Watt Berbasis Panel Surya	T. Saputra, dkk	2021
Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) <i>on grid</i> Di Ecopark Ancol	A. Hutajulu, dkk	2020
Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya pada Penggunaan Listrik Rumah Tangga	H. Riafinola, dkk	2022
<i>Design and economic analysis of off-grid solar PV system in Jos-Nigeria</i>	O. Akinsipe, dkk	2021
Modifikasi Sistem Solar Cell On-Grid Menjadi Off-Grid	M. Salahudin, dkk	2022

Tabel 1.1 menunjukkan beberapa penelitian yang digunakan sebagai rujukan utama penelitian. Penelitian pertama diteliti oleh T. Saputra, dkk [6] yang

merancang sebuah UPS (*Uninterruptible Power Supply*) 1000Watt berbasis panel surya. Penelitian tersebut bertujuan untuk membuat alat yang dapat menjaga suplai beban tanpa terputus sehingga dapat menstabilkan energi terhadap peralatan elektronik seperti kipas angin dan lampu ketika saluran beban utama dari tegangan listrik PLN terputus. Penelitian ini dimulai dari mendesain dan merancang UPS dengan menggunakan dua sumber yaitu PLN dan baterai. UPS akan bekerja secara otomatis saat kondisi PLN padam, dimana inverter akan menstabilkan kipas angin dan lampu agar peralatan elektronik tersebut tidak langsung padam saat PLN padam. Fungsi lain dari UPS ini juga dapat melakukan pengecasan pada handphone yang dikendalikan oleh *charger*. Aspek yang membedakan pada penelitian ini yaitu *inverter* dan baterai sudah menjadi satu di dalam UPS dan UPS berfungsi mengubah arus DC ke AC dan menyediakan cadangan energi sementara ketika sumber listrik dari PV dan PLN padam.

Penelitian kedua dilakukan oleh A. Hutajulu, dkk [7] yang merancang PLTS *on grid* di Ecopark Ancol. Penelitian tersebut membahas perancangan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *on grid* dengan membangkitkan 60 % dari kapasitas beban di area *Learning Farm*. Dengan daya keluaran yang dihasilkan pada radiasi terendah 68,17 kWh, radiasi tertinggi 112,37 kWh, dan radiasi rata-rata 87,98 kWh. Hasil dari penelitian ini adalah rancang bangun PLTS *On Grid* ini dapat membangkitkan 60% dari kapasitas beban yaitu pada daya 68,17 kWh menggunakan 100 modul sel surya. PLTS ini dirancang untuk mengurangi pemakaian listrik dari PLN di Ecopark Ancol. Aspek yang membedakan pada penelitian ini yaitu menggunakan UPS sebagai pengubah arus DC ke AC dan skalanya hanya prototipe yang menggunakan panel surya 50Wp.

Kemudian penelitian ketiga dilakukan H. Riafinola, Dkk [8] yang merancang PLTS untuk kebutuhan rumah tinggal. Penelitian tersebut menggunakan sistem PLTS *off-grid* dengan penyambungan DC atau *DC coupling* karena sistem ini tidak bergantung dengan energi listrik PLN dan tetap dapat menghasilkan energi listrik jika sedang terjadi pemadaman listrik yang mana pada sistem jenis *off-grid* ini bekerja secara mandiri dan memiliki baterai yang berfungsi untuk menyimpan daya. Rancang bangun PLTS ini terdiri dari panel surya yang terhubung pada *Solar*

charge controller (SCC), *inverter* dan baterai. Pengujian sistem dilakukan dengan menggunakan beban berupa lampu dan kipas angin. Hasil penelitian ini didapat data dari nilai rata-rata tegangan terbuka (Voc) adalah sebesar 20,40 V dengan arus hubung singkat (Isc) sebesar 6,54 A dan intensitas sinar matahari sebesar 323.09 W/m². Hasil yang diperoleh dari rancang bangun PLTS ini mampu menahan beban 570 Wh selama 11 jam. Aspek yang membedakan pada penelitian ini adalah tidak menggunakan sistem *off-grid* tetapi menggunakan PLN, PLTS dan UPS sebagai *input* daya. UPS disini hanya sebagai cadangan sementara bila mana PLN dan PLTS padam, listrik tetap menyala.

Berikutnya penelitian keempat yang diteliti oleh O. Akinsipe, D. Moya, P. Kaparaju [9], melakukan perancangan sistem PLTS *off-grid* untuk perumahan di Jos-Nigeria. Parameter teknisnya yaitu evaluasi terhadap daya puncak PV, kapasitas baterai, ukuran inverter, pengontrol muatan dan solar penyinaran daerah. Hasil perhitungan teknis memperoleh 8,58 kWh per hari untuk perumahan yang konsumsi listrik rumah dimungkinkan mencangkup area PV, daya puncak PV, kapasitas baterai, kapasitas charge controller dan ukuran sistem inverter dengan nilai 16.56 m², 2566.80 Wp, 24 V, 440.00 Ah, 120 A dan 2500 W masing-masing. Analisis ekonomi, biaya siklus hidup (LCC), biaya siklus hidup tahunan (ALCC) dan biaya unit energi listrik dianalisis dan dihitung masing-masing menjadi US\$10.110,85, US\$593,73 dan US\$0,18/kWh. Aspek yang membedakan pada penelitian ini adalah penelitian dilakukan di negara yang berbeda dimana potensi daya puncak PV nya berbeda dan penelitian tidak sebatas perancangan namun sebuah prototipe yang menggunakan sistem PLTS sebagai sumber prioritas energi dan UPS sebagai cadangan sumber energi tersebut.

Selanjutnya penelitian kelima yang diteliti oleh M. Salahudin, Dkk [10] merancang PLTS dengan memodifikasi sistem *solar cell on-grid* menjadi *off-grid* pada PT. Solusi Bangun Indonesia Tbk yang memiliki solar cell dengan sistem on-grid dengan kapasitas sebesar 24.000Wp. Penelitian tersebut dilakukan karena tidak beroperasinya sistem PLTS *on-grid* yang disebabkan kendala biaya kapasitas tiap bulannya. Pada proses modifikasi *solar cell* menjadi *off-grid* dilakukan observasi alat yang sudah terpasang. Alat utama dalam modifikasi ini adalah inverter dan ATS

yang berfungsi sebagai pengontrol daya disuplai oleh *solar cell* atau PLN, serta UPS yang berfungsi untuk membuat perpindahan daya dari PLN ke *solar cell* atau sebaliknya tanpa kedip, dan dihasilkan bahwa *solar cell* dibebankan oleh *building Changehouse maintenance workshop* sebesar 6,2 kw dapat dikerjakan oleh *solar cell* dalam sistem *off-grid*. Aspek yang membedakan yaitu tidak menggunakan inverter dan trafo, namun hanya menggunakan baterai dikarenakan skalanya yang kecil.

Berdasarkan Tabel 1.1 disimpulkan bahwa sistem PLTS memiliki peluang yang baik untuk diterapkan sebagai pilihan energi alternatif untuk mengurangi penggunaan sumber daya dan lebih efisien dalam penggunaan sinar matahari. Berdasarkan kelima kajian di atas, ada beberapa kesamaan penelitian yang cukup mendasar, terutama dalam hal pengembangan penggunaan sistem PLTS, perancangan PLTS, pemanfaatan UPS pada sistem PLTS. Kemudian perbedaannya juga terletak pada lokasi penelitiannya, ada yang terletak di Nigeria dan Indonesia. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yaitu menggunakan UPS pada prototipe PLTS sebagai pengubah arus DC ke AC dan menyediakan cadangan energi sementara ketika sumber listrik dari PV dan PLN padam namun listrik tetap menyala sampai sumber listrik dari PV atau PLN mengalir kembali.

1.3. Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah diuraikan maka terdapat beberapa rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana rancang bangun prototipe PLTS menggunakan *Uninterruptible Power Supply* pada beban ruang kantor SDN Tambun 06?
2. Bagaimana kinerja prototipe PLTS menggunakan *Uninterruptible Power Supply* pada ruang kantor SDN Tambun 06?

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Merancang dan membuat prototipe PLTS menggunakan *Uninterruptible Power Supply* pada ruang kantor SDN Tambun 06.
2. Menganalisis kinerja sistem PLTS menggunakan *Uninterruptible Power Supply* pada ruang kantor SDN Tambun 06.

1.5. Manfaat Penelitian

Dengan melakukan penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh manfaat dari sisi akademis maupun sisi praktis, manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Manfaat Akademis

Penelitian ini diharapkan dapat menambahkan referensi untuk pihak akademisi dalam mengembangkan penelitian tentang pengembangan penggunaan energi alternatif khususnya pengembangan penggunaan pembangkit listrik tenaga surya.

2. Manfaat Praktis

Manfaat praktis yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah PLTS yang akan digunakan dapat memberikan kontribusi terhadap pengguna ruang kantor SDN Tambun 06 dengan memanfaatkan energi matahari sebagai sumbernya agar berkurangnya penggunaan listrik PLN dan mengantisipasi adanya pemadaman listrik secara tiba-tiba.

1.6. Batasan Masalah

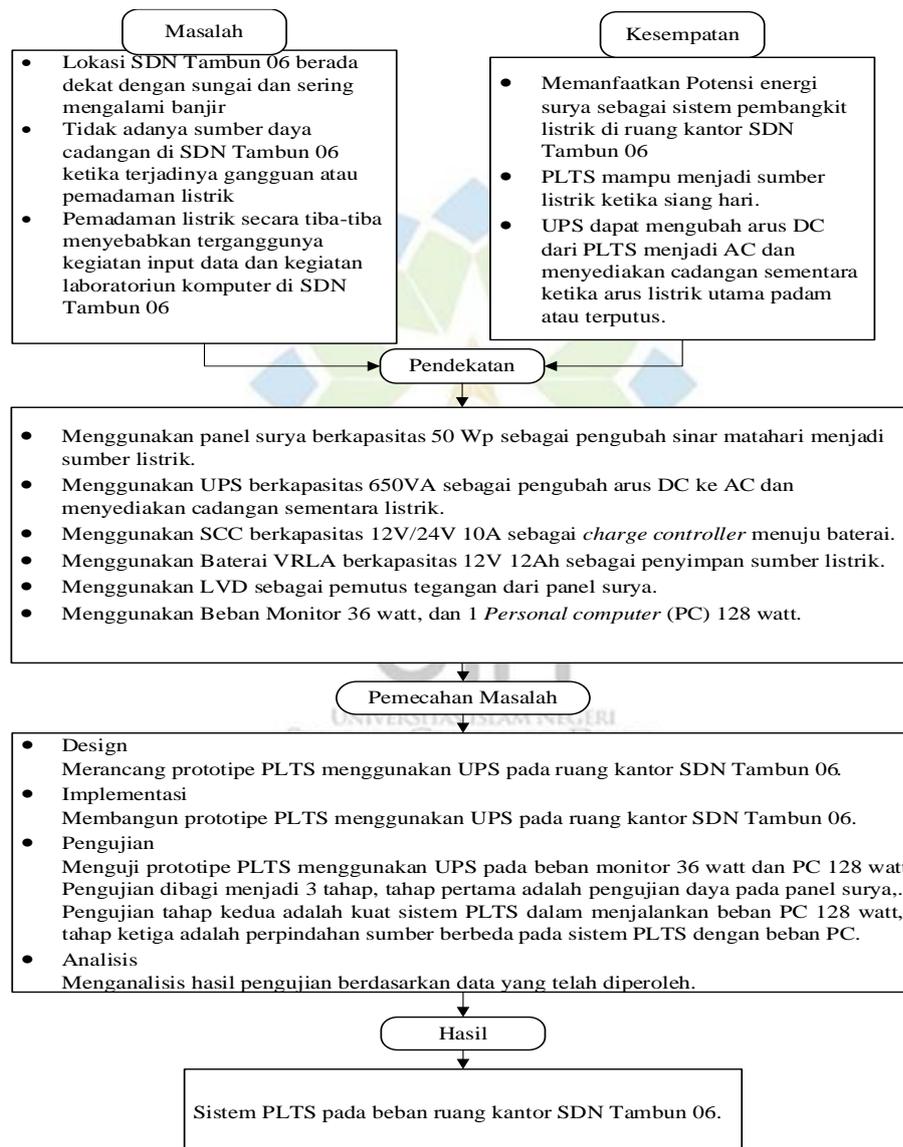
Untuk membatasi masalah dalam penelitian ini maka perlu adanya batasan masalah. Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Studi kasus pada penelitian ini terfokus kepada beban ruang kantor SDN Tambun 06 sebagai objek penelitian diantaranya monitor 36 watt dan *Personal Computer* (PC) 128 watt.
2. Panel surya yang digunakan berkapasitas 50 Wp.
3. *Uninterruptible Power Supply* (UPS) yang digunakan berkapasitas 650VA.
4. *Solar Charge Control* (SCC) yang digunakan berkapasitas 10A.
5. Relai yang digunakan adalah MK3P-1 24VDC.
6. *Low Voltage Disconnect* (LVD) yang digunakan adalah HCW-M635 12-36VDC.
7. Baterai yang digunakan adalah baterai VRLA 12V 12Ah

8. Pengujian berfokus pada kuat sistem PLTS menggunakan UPS dalam menjalankan beban dan perpindahan sumber daya utama antara sumber dari PLTS, PLN dan UPS.

1.7. Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir yang dilakukan dalam penelitian ini adalah seperti pada Gambar 1.1. dibawah ini



Gambar 1.1. Kerangka berpikir.

1.8. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan merupakan aturan penyusunan data dan penulisan agar dapat menghasilkan penulisan yang baik. Sistematika penulisan tugas akhir ini terdiri dari:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini merupakan awal dari penulisan tugas akhir. Dalam bab ini berisikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah, *state of the art*, kerangka berpikir serta sistematika penulisan.

BAB II TEORI DASAR

Bab ini merupakan tinjauan pustaka yang didalamnya dijelaskan tentang teori yang menjadi landasan dalam melakukan penelitian yang berhubungan dan menunjang dalam rancang bangun prototipe PLTS menggunakan UPS, seperti teori tentang PLTS dan UPS, komponen utama PLTS, perhitungan kapasitas PLTS, dan perhitungan kapasitas baterai.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi diagram alur atau langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian. Metodologi dan rencana penelitian tersebut terdiri dari studi literatur, rumusan masalah, analisis kebutuhan, perancangan, implementasi sistem, pengujian sistem, analisis hasil dan rencana penelitian.

BAB IV PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Bab ini menjelaskan alur tahap-tahap perancangan, mulai dari analisis kebutuhan, hingga implementasi baik *hardware* maupun *software* untuk rancang bangun prototipe pembangkit listrik tenaga surya menggunakan *uninterruptible power supply* pada ruang kantor sdn tambun 06.

BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini berisi tentang hasil pengujian yang telah dilakukan, serta menganalisis data yang diperoleh pada saat pengujian guna mengetahui kinerja alat yang telah dibuat.

BAB VI PENUTUP

Bab ini menjelaskan tentang bagian penutup dari penelitian. Bagian penutup terbagi menjadi kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan, serta saran untuk penelitian-penelitian selanjutnya.