

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan salah satu hal vital untuk kelangsungan hidup manusia saat ini dan yang akan datang. Kebutuhan energi listrik semakin meningkat seiring berjalannya waktu. Di Indonesia, pembangkit listrik yang bersumber dari fosil masih dominan [1]. Pembangkit listrik dengan bahan bakar fosil tidak ramah lingkungan [2] dan tidak dapat diperbaharui (*unrenewable energy*). Selain itu, energi fosil juga dapat menghasilkan limbah, dan menyebabkan pemanasan global akibat sisa pembakarannya yang berupa gas CO dan CO₂ [1]. Dengan adanya dampak yang kurang baik terhadap lingkungan, menjadi salah satu alasan untuk memanfaatkan energi alternatif lebih banyak di Indonesia.

Negara yang memiliki banyak pulau dan beriklim tropis, menjadi keuntungan tersendiri untuk Indonesia dalam mengembangkan pembangkit listrik yang bersumber dari alam. Potensi Energi Baru Terbarukan (EBT) di Indonesia sangat berlimpah. Pemanfaatan EBT menjadi solusi alternatif untuk menghasilkan energi listrik yang ramah lingkungan [3] dan sebagai upaya meningkatkan kesadaran terhadap isu *climate change*. Pemanfaatan potensi EBT di lingkungan sekitar, dapat dikembangkan dan menjadi sebuah terobosan baru. Salah satu energi yang dapat dikembangkan ialah energi surya dan energi air. Kekayaan sungai di Indonesia sangat berlimpah, sehingga berpotensi menjadi sumber EBT berbasis mikrohidro. Dari potensi energi surya dan energi mikrohidro dapat menjadikan sebuah pembangkit listrik tenaga hibrida yang dapat diaplikasikan di wilayah terpencil.

Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida (PLTH) merupakan gabungan antara sumber energi terbarukan dengan energi konvensional atau keduanya bersumber dari energi terbarukan [4]. Tujuan PLTH adalah mengkombinasikan keunggulan dari setiap pembangkit sekaligus menutupi kelemahan masing-masing pembangkit untuk kondisi-kondisi tertentu, sehingga secara keseluruhan sistem dapat beroperasi lebih ekonomis dan efisien [5]. Konstruksi pembangkit listrik umumnya bersifat permanen. Oleh karena itu, sistem pembangkit hibrida didesain *portable*

untuk menghasilkan listrik, agar dapat dibawa kemanapun dengan mudah, dan lebih ekonomis.

Pemanfaatan hasil dari PLTH salah satunya yakni untuk menyalakan lampu dan pengisian baterai. Kedua hal tersebut yang bersumber dari PLTH ini sangat efektif digunakan, karena memanfaatkan potensi EBT yang ada di lingkungan sekitar dan tidak merusak lingkungan. Sebelumnya, sudah ada penelitian mengenai PLTH *portable* diantaranya PLTH (mikrohidro dan sel surya) sebagai media pembelajaran praktikum teknik elektro [6], dan PLTH *portable* (angin dan sel surya) untuk penerangan jalan raya [7].

Berdasarkan latar belakang diatas, maka akan dirancang dan dibuat prototipe pembangkit listrik *portable* tenaga surya dan tenaga mikrohidro dengan sistem hibrida. Dibuatnya pembangkit dari gabungan kedua energi tersebut, diharapkan dapat menyediakan catu daya yang kontinyu, optimal, dan efisien serta menjadi energi alternatif pembangkit yang tepat di aplikasikan di daerah terpencil.

1.2 State of the Art

State of the Art adalah pernyataan yang menunjukkan posisi penelitian yang akan dilakukan diantara penelitian yang berada di lingkup yang sama. Bagian ini akan diuraikan secara singkat penelitian sebelumnya yang bersesuaian dengan penelitian yang akan dilakukan, sehingga dapat memberikan masukan terhadap penelitian dan dapat memperkuat alasan mengapa penelitian ini akan dilakukan. Adapun tabel referensi terdapat pada Tabel 1.1

Tabel 1.1 Daftar rujukan utama.

JUDUL	PENELITI	TAHUN
<i>Design and Performance of Archimedes Single Screw Turbine as Micro Hydro Power Plant with Flow Rate Debit Variations (Case study in Air Dingin, Samadua – South Aceh)</i>	Irwansyah, Muhammad Ilham Maulana, Ahmad Syuhada	2019

JUDUL	PENELITI	TAHUN
Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga <i>Microhydro Portable</i> Menggunakan <i>Archimedes Screw</i>	Jefri Teguh Budi Arto, Fachrudin Hunaini, Mohammad Mukhsim	2020
Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid (PV dan Mikrohidro) Terhubung Grid (Studi Kasus: Desa Merden, Kecamatan Padureso, Kebumen)	Ana Nurazizah, Sugeng Purbawanto	2021
<i>Prospect of Hybrid Renewable Energy-Based Power System: A Case Study, Post Analysis of Chipendeke Micro-Hydro, Zimbabwe</i>	GM Shafiullah, Tjedza Masola, Remember Samu, Rajvikram Madurai E, Umashankar S, Mohd Fakhizan R, Moh Chowdury, M.T Arif	2021
Rancang Bangun Sistem Mini Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) <i>Portable</i>	Randis, Syaeful Akbar	2021
Pengaruh Sudut Kemiringan Terhadap Putaran dan Daya Hidrolisis Pada Turbin <i>Archimedes Screw Portable</i>	Gunawan Rudi Cahyono, Apip Amrullah, Pathur Razi Ansyah, Andy Nugraha, Rusdi	2022

Berdasarkan Tabel 1.1 dapat dilacak posisi penelitian yang akan dilakukan di antara penelitian yang sebidang. Penelitian yang telah dilakukan oleh Irwansyah, dkk [8] yaitu mengenai desain dan kinerja turbin *archimedes single screw* sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). Sedangkan, penelitian yang telah dilakukan oleh Jefri Teguh, dkk [9] mengenai rancang bangun PLTMH *portable* menggunakan turbin *archimedes screw*. Perbedaan dari kedua penelitian ini yaitu desain dari PLTMH itu sendiri dan pengujian-pengujian yang dilakukan. Desain PLTMH pada penelitian pertama [8] yaitu turbin *archimedes single screw*

memiliki kemiringan sudut 30° , dengan melakukan pengukuran torsi, kecepatan putaran, daya, dan efisiensi optimal berdasarkan variasi debit air. Sedangkan, desain PLTMH penelitian kedua [9], yaitu *portable* dan menggunakan debit aliran air sungai horizontal untuk menggerakkan turbinnya, dengan melakukan pengujian tingkat rendaman turbin dan variasi sudut kemiringan turbin.

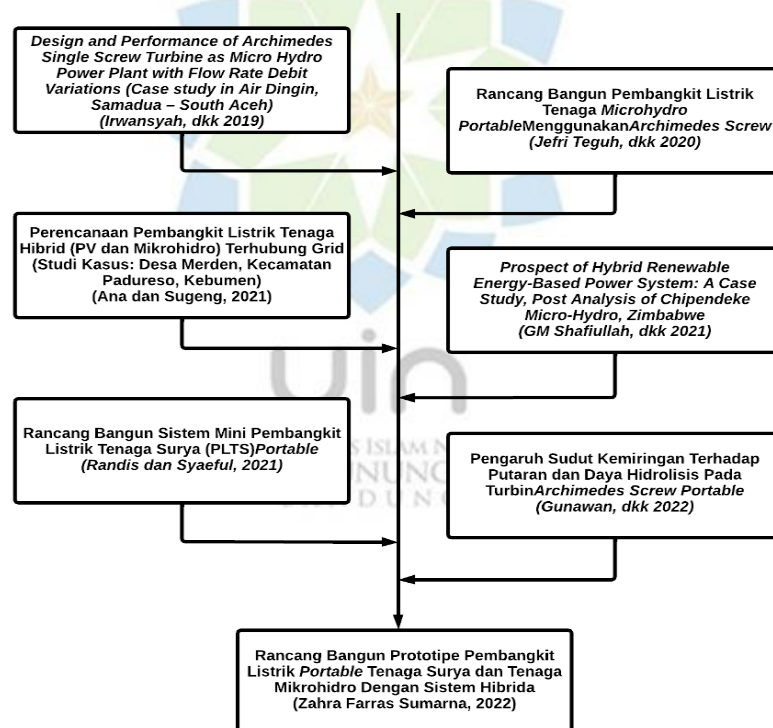
Ana Nurazizah dan Sugeng [10] telah melakukan penelitian mengenai perencanaan pembangkit listrik tenaga hibrid (PV dan mikrohidro) terhubung grid dengan studi kasus di Desa Merden, Kecamatan Padureso, Kebumen. Penelitian ini merencanakan model sistem PLTH menggunakan aplikasi *Hybrid Optimization Model for Electric Renewables* (HOMER). Pemanfaatan air dari waduk Wadaslintang untuk PLTMH, dan energi surya untuk mem-*backup* PLTMH jika tidak dapat beroperasi pada musim kemarau. Hasil simulasi pada HOMER produksi energi listrik didominasi oleh mikrohidro dengan total produksi 1.209.021 kWh pertahun, sedangkan PV 28.807 kWh pertahun.

Penelitian mengenai prospek sistem tenaga berbasis energi baru terbarukan hibrid telah dilakukan oleh GM Shafiullah, dkk [11]. Penelitian ini melakukan studi kasus dari analisis pasca mikrohidro Chipendeke, Zimbabwe, dengan menganalisis prospek dari PLTH menggunakan aplikasi HOMER. Dari 5 opsi gabungan untuk sistem PLTH, ditemukan bahwa sistem PLTH (hidro/PV/DG/baterai) yang paling optimal ketika beban rata-rata lebih dari 310 kWh/hari dengan masa pengembalian modal masyarakat selama 2,33 tahun. Aliran air sungai Chitoro menjadi sumber untuk PLTMH. Randis dan Syaeful Akbar [12] merancang dan membuat sistem mini PLTS *portable* dengan menggunakan *box panel portable* dan 1 panel surya, mikrokontroler arduino uno untuk pengukuran tegangan, dan pemanfaatannya untuk sistem *charging* HP dan menyalakan lampu DC.

Gunawan Rudi Cahyono, dkk [13] telah melakukan penelitian mengenai pengaruh sudut kemiringan terhadap putaran dan daya hidrolisis pada turbin *archimedes screw portable*. Penelitian ini membuat Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH) dengan menggunakan turbin ulir *archimedes* dan sumber air dari bak penampungan. Nilai sudut kemiringan turbin divariasikan yaitu sebesar 20° , 30° , dan 40° . Penelitian ini memperoleh hasil bahwa pada sudut kemiringan

40° menghasilkan *head* dan daya yang lebih besar, tetapi putaran turbin akan melambat dikarenakan level rendaman air berbanding lurus dengan sudut kemiringan turbin.

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya, pada penelitian ini akan dilakukan rancang bangun prototipe pembangkit listrik *portable* tenaga surya dan tenaga mikrohidro dengan sistem hibrida. Perbedaan dari penelitian sebelumnya yaitu desain PLTS dan PLTMH, serta pemanfaatannya untuk menyalakan lampu dan pengisian baterai. Adapun parameter yang akan dianalisis antara lain daya yang dihasilkan dari panel surya, daya hasil generator turbin *archimedes screw*, lama waktu pengisian baterai, efisiensi dari PLTS, PLTMH, dan PLTH. Hubungan penelitian diperlihatkan pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Hubungan penelitian.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, ada beberapa masalah yang perlu dirumuskan:

1. Bagaimana rancang bangun prototipe pembangkit listrik *portable* tenaga surya dan tenaga mikrohidro dengan sistem hibrida?

2. Bagaimana kinerja dari pembangkit listrik *portable* tenaga surya dan tenaga mikrohidro dengan sistem hibrida?

1.4 Tujuan Penelitian

1. Implementasi rancang bangun prototipe pembangkit listrik *portable* tenaga surya dan tenaga mikrohidro dengan sistem hibrida untuk menyalakan lampu dan pengisian baterai.
2. Melakukan analisis hasil kinerja dari pembangkit listrik tenaga hibrida.

1.5 Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini diharapkan ada manfaat yang didapatkan oleh semua kalangan. Berikut manfaat penelitian yang diharapkan:

1.5.1 Manfaat Akademis

Manfaat akademis yang didapatkan dari penelitian ini yaitu dapat berkontribusi dalam memperkaya khasanah di bidang pembangkit listrik khususnya Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH), dan Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida (PLTH).

1.5.2 Manfaat Praktis

Mengimplementasikan sistem PLTH yang telah dibuat sehingga dapat dimanfaatkan sebagai rujukan untuk sumber alternatif bagi lampu dan pengisian baterai.

1.6 Batasan Masalah

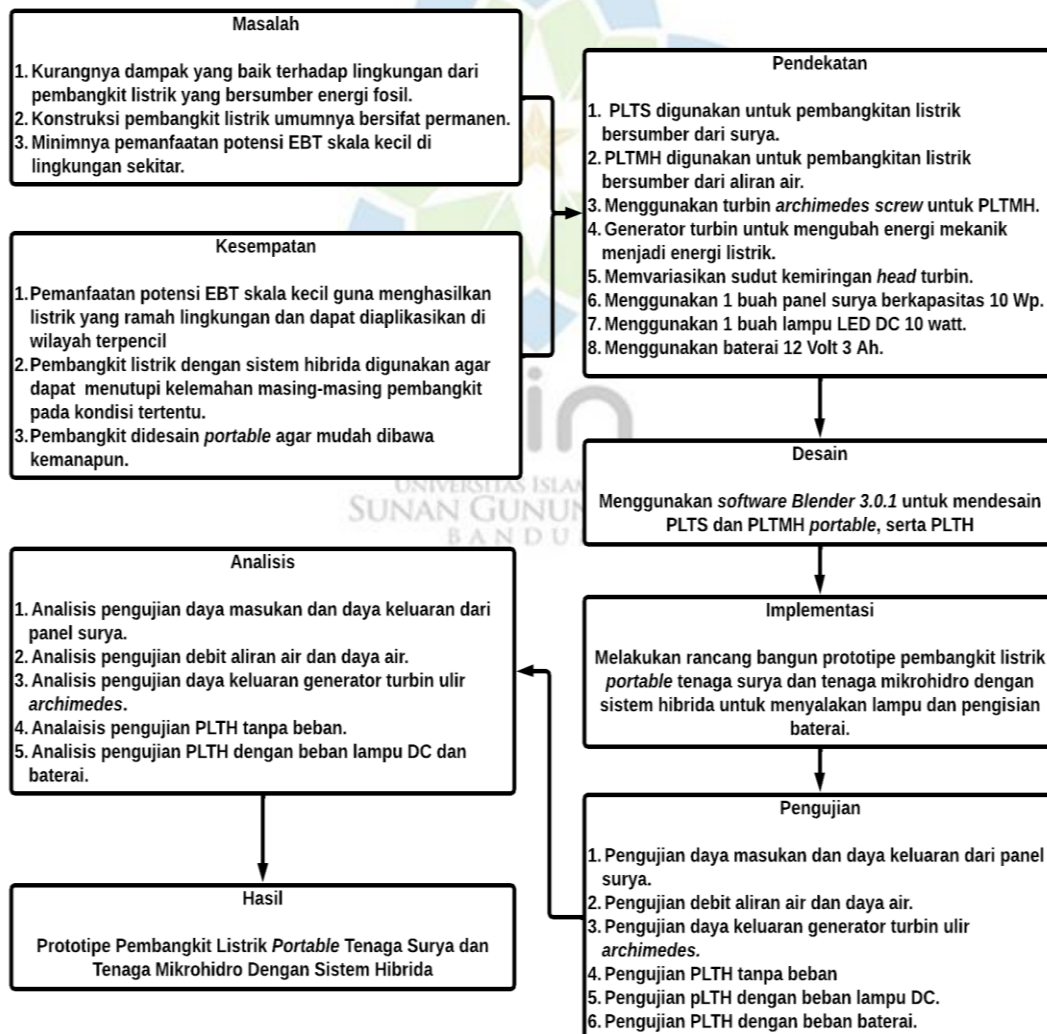
Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Proses desain PLTS dan PLTMH *portable*, serta PLTH menggunakan aplikasi *Blender 3.0.1*.
2. Intensitas cahaya matahari diperoleh dari aplikasi *Lux Light Meter Pro*.
3. Panel surya yang digunakan jenis polikristal kapasitas 10 Wp.
4. Turbin *archimedes screw* dibuat dari bahan PVC.
5. Untuk pengisian baterai menggunakan baterai 12 VDC 3 Ah.
6. Generator DC berkapasitas 300 watt.
7. Pengujian dilakukan di sungai yang berada di Kampung Peuntas RT/RW 11/4, Desa Taringgul Tonggoh, Kecamatan Wanayasa, Kabupaten Purwakarta.

8. Parameter yang divariasikan nilainya untuk PLTMH adalah sudut kemiringan *head* turbin.
9. Parameter yang dianalisis adalah daya yang terbangkitkan dari panel surya, daya yang terbangkitkan dari generator turbin dengan variasi sudut kemiringan *head*, efisiensi PLTS, PLTMH, dan PLTH.
10. Satu buah lampu LED DC 12 V 10 Watt.

1.7 Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir memuat uraian sistematis mengenai alur pemikiran hasil perumusan masalah penelitian yang dirancang. Secara umum, kerangka pemikiran penelitian ini digambarkan pada Gambar 1.2.



Gambar 1.2 Kerangka berpikir.

1.8 Sistematika Penulisan

Untuk selanjutnya, penelitian ini disusun dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi latar belakang, *state of the art*, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, kerangka berpikir, dan sistematika penulisan.

BAB II TEORI DASAR

Pada bab ini berisi tinjauan pustaka atau penjelasan tentang seluruh aspek yang terkait dengan sistem, yaitu teori tentang PLTS, komponen-komponen dari PLTS, teori PLTMH, turbin *archimedes screw*, perancangan dari turbin *archimedes screw*, dan teori mengenai PLTH dan sistem operasi PLTH.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi diagram alir serta tahapan-tahapan proses untuk pemecahan masalah yang terdapat pada penelitian dengan sistematis, agar mendapatkan hasil yang diinginkan.

BAB IV PERANCANGAN DAN IMPELEMENTASI

Bab ini menjelaskan tentang realisasi rencana penelitian dengan merancang sistem PLTS, sistem PLTMH untuk perencanaan PLTH *portable* dan untuk mengetahui pengujian performa dari alat yang dibuat di lapangan.

BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini berisi tentang hasil pengujian dan analisis kinerja alat yang telah dibuat. Pengujiannya meliputi, pengujian daya masukan dan daya keluaran dari panel surya, pengujian debit aliran air dan daya air, pengujian daya keluaran generator turbin ulir archimedes, pengujian PLTH tanpa beban, pengujian PLTH dengan beban lampu DC dan beban baterai.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menjelaskan bagian penutup dari penelitian. Bagian penutup tersebut terdiri dari kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan, serta saran untuk penelitian-penelitian selanjutnya.