

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Sebagai negara kepulauan dengan bentang alam yang kompleks, Indonesia menghadapi kendala besar dalam pemerataan energi terbarukan. Kondisi geografis yang ekstrem dan pola pemukiman yang tersebar menyebabkan banyak wilayah pegunungan masih terisolasi dari jangkauan listrik PLN. Masalah ini diperparah oleh rendahnya tingkat ekonomi masyarakat, di mana mayoritas penduduk di Timor Barat (84,39%) dan Pulau Sumba (94,09%) hidup dengan penghasilan di bawah Rp 200.000,- per bulan [1]. Akibat keterbatasan akses energi modern, masyarakat di daerah terpencil sangat bergantung pada hasil hutan, khususnya kayu kering, sebagai sumber energi primer untuk memasak karena ketersediaannya yang melimpah dan murah dibandingkan bahan bakar fosil.

Kayu bakar yang digunakan sebagai energi tradisional yang di manfaatkan oleh masyarakat terutama di daerah pedesaan [2]. Akibatnya, masyarakat di desa-desa pegunungan ini masih mengandalkan sumber kayu bakar untuk memenuhi kebutuhan memasak yang memiliki risiko kebakaran. Selain itu, untuk kebutuhan memasak sehari-hari, kayu bakar masih menjadi pilihan utama. Penggunaan kayu bakar secara terus-menerus dapat berkontribusi pada masalah deforestasi dan juga berdampak pada kesehatan masyarakat akibat paparan asap pembakaran. Di sisi lain, banyak wilayah pegunungan di Indonesia diberkahi dengan sumber daya alam, salah satunya adalah sumber air yang debitnya relatif stabil sepanjang tahun. Potensi energi air ini belum dimanfaatkan secara maksimal sebagai sumber energi alternatif. Sementara itu, aktivitas memasak dengan tungku tradisional menghasilkan panas yang sebagian besar terbuang percuma ke lingkungan.

Berbagai penelitian mengenai pemanfaatan panas sebagai sumber energi listrik melalui modul termoelektrik telah menunjukkan hasil yang beragam tergantung pada sumber panas, konfigurasi modul, serta variabel uji lainnya. Penelitian oleh Wardoyo (2016) memanfaatkan panas knalpot sepeda motor sport 150 cc dan menunjukkan bahwa daya listrik tertinggi sebesar 36,15 Watt dicapai pada putaran mesin 4000 rpm dan kecepatan angin 7,2 m/s, menekankan dominasi pengaruh putaran mesin terhadap efisiensi termoelektrik [3]. Ginanjar dkk. (2019) menggunakan kompor surya sebagai media pemusat panas dan berhasil menghasilkan daya maksimum sebesar 0,609 Watt dengan enam modul termoelektrik yang dirangkai seri [4]. Lumban Batu dkk. (2020) menggunakan boiler mini

dan dua elemen Peltier, yang menghasilkan arus maksimum 35,7 mA; hasil ini memperkuat pengaruh suhu terhadap keluaran arus listrik dalam konfigurasi paralel [5]. Roziqin dan Rohmah (2022) menunjukkan bahwa penggunaan lima belas modul Peltier dalam kombinasi seri-paralel mampu menghasilkan daya 0,425 Watt dari tungku pembakaran dengan dukungan sistem step-up dan pengisian baterai, memperluas aplikasi pembangkit termoelektrik [6]. Sementara itu, penelitian Sari (2024) lebih berfokus pada pengaruh variasi sudut dan jarak terhadap nilai koefisien Seebeck serta performa keluaran tegangan dan arus, dengan keluaran tertinggi dicapai pada sudut 60° dan jarak 5 cm [7]. Secara umum, dapat disimpulkan bahwa meskipun semua penelitian menggunakan modul termoelektrik, hasil dan efisiensinya sangat dipengaruhi oleh jenis sumber panas, desain pendinginan, serta konfigurasi rangkaian dan orientasi alat terhadap sumber panas.

Pada penelitian ini menciptakan sebuah energi terbarukan di tengah potensi sumber daya alam yang belum dimanfaatkan. Oleh karena itu, diperlukan solusi inovatif dan tepat guna yang akan di manfaatkan sebagai sumber daya lokal untuk memenuhi kebutuhan energi masyarakat di wilayah-wilayah terpencil ini secara berkelanjutan dan ramah lingkungan. Pemanfaatan panas limbah dari tungku pembakaran dan energi air sebagai pendingin dalam sistem pembangkit listrik termoelektrik (Peltier) muncul sebagai sebuah ide yang menjanjikan untuk mengatasi permasalahan ini.

Pemanfaatan panas dari tungku pembakaran sebagai sumber panas pada sisi panas modul Peltier, sementara sisi lainnya dijaga pada suhu yang lebih rendah, membuka peluang untuk menghasilkan energi listrik secara langsung. Potensi aplikasi sistem ini sangat beragam, mulai dari penyediaan listrik skala kecil untuk keperluan rumah tangga di daerah terpencil yang masih mengandalkan tungku tradisional, hingga pemanfaatan panas buangan dari tungku industri untuk meningkatkan efisiensi energi secara keseluruhan. Meskipun tantangan terkait efisiensi konversi energi termoelektrik masih perlu diatasi melalui pengembangan material dan optimasi desain sistem, pemanfaatan panas tungku pembakaran dengan teknologi Peltier menjanjikan sebuah pendekatan yang lebih berkelanjutan dan efisien dalam memanfaatkan sumber energi yang tersedia.

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diberikan, dapat diketahui rumusan masalah pada penelitian ini antara lain:

- a) Adanya kebutuhan akan sumber energi alternatif yang efisien, ramah lingkungan yang diperoleh secara lokal.
- b) Desain menggunakan tungku pembakaran (kayu bakar) sebagai alat untuk memasak dan pemanfaatan aliran air dilokasi sebagai pendingin.

## 1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini, berdasarkan rumusan masalah yang telah disebutkan di atas, antara lain:

Merancang model sistem pembangkit listrik termoelektrik yang terintegrasi dengan tungku pembakaran sebagai pembangkit Listrik dan sistem pendingin air.

## 1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini di tujuan untuk memfokuskan arah penelitian guna mencapai tujuan penelitian, sehingga batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a) Menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai monitoring.
- b) Menggunakan 24 peltier 12 seri x 2.
- c) Parameter penelitian adalah temperatur air dan temperatur panas.
- d) Alat yang dirancang berupa prototype tungku pembakaran sebagai pembangkit listrik dengan peltier.