

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Matahari sebagai sumber energi terbarukan dan terbesar yang ada di jagad raya memiliki potensi yang sangat besar untuk mengatasi permasalahan energi global maupun permasalahan *global warming* akibat polusi bahan bakar minyak (*fossilfuel*). Energi surya merupakan bentuk radiasi yang dihasilkan dari reaksi fusi nuklir dalam inti matahari. Radiasi ini selanjutnya merambat ke bumi melalui angkasa dalam bentuk energi yang disebut foton. Total energi yang dihasilkan matahari sebesar $3,8 \times 10^{20}$ MW yang berarti sama dengan 63 MW/m^2 energi yang dihasilkan oleh permukaan matahari. Energi tersebut diradiasikan ke semua arah dan total radiasi energi matahari yang sampai ke bumi tersebut sekitar $1,7 \times 10^{14}$ kW [1]. Meskipun energi matahari ini hanya 30% yang mencapai bumi, energi yang terpancar selama 30 menit saja mampu memenuhi kebutuhan energi di bumi selama setahun [2].

Dengan terletaknya Indonesia di daerah khatulistiwa, menyebabkan Indonesia memiliki sumber energi yang banyak dengan pancaran radiasi matahari dengan rata-rata sebesar $4,8 \text{ kWh/m}^2$ per harinya. Indonesia memiliki kondisi cuaca yang cerah pertahun adalah pada kisaran 124 hari atau 2975 jam dengan rata-rata lama penyinarannya sebesar 8,2 jam per hari [2]. Sehingga didapati terdapat sekitar $0,58 \text{ kW/m}^2$ potensi daya yang dapat diperoleh berdasarkan kondisi diatas.

Indonesia memiliki begitu banyak pulau kecil dan terpencil yang sangat membutuhkan listrik. Selain itu, distribusi listrik ke daerah tersebut membutuhkan transportasi yang memadai dan biaya tinggi. Pemanfaatan panas matahari adalah salah satu solusi untuk memenuhi kebutuhan listrik termasuk penerangan untuk unit layanan umum dan sarana ibadah, serta pemenuhan kebutuhan energi listrik bagi wilayah terpencil di Indonesia [3, 4].

Teknik dari pemanfaatan panas matahari dan pembangkit listrik tenaga panas matahari secara teknis dapat diterapkan dan hemat biaya, dan beberapa

perencanaan yang tersedia secara komersial dapat menghasilkan hingga 350MW. Sistem ini sangat bergantung pada iklim lokal dan kebutuhan energi; hal ini adalah batasan besar karena hanya di daerah-daerah tertentu sistem ini dapat cukup efisien untuk diimplementasikan [4].

Sistem ini memiliki dampak lingkungan yang kecil, dan salah satu manfaat terpentingnya adalah ia tidak memiliki emisi seperti CO² atau gas beracun lainnya atau bahan radioaktif, seperti yang dihasilkan oleh sistem sekarang yang digunakan untuk menghasilkan energi. Biaya sistem energi ini hanya terdiri dari pembangunan dan pemeliharaan, sumber energi bebas dan dalam teori tidak terbatas. Dampak lingkungan dari sistem ini praktis nol.

Ada beberapa sistem yang digunakan untuk mengumpulkan energi panas matahari. Sebagian besar sistem untuk pemanasan surya bersuhu rendah bergantung pada penggunaan kaca, khususnya kemampuannya untuk mentransmisikan cahaya tampak tetapi untuk memblokir radiasi infra merah. Pengumpulan solar temperatur tinggi lebih cenderung menggunakan cermin. Salah satunya adalah sistem konsentrasi parabola memanjang [4].

Sistem ini menggunakan bidang-bidang besar dari cermin berbentuk parabola dengan tabung yang berjalan melintasi panjangnya pada titik fokus. Kolektor memanaskan minyak sintetis hingga 390 °C yang menghasilkan uap suhu tinggi melalui penukar panas. Sistem ini memiliki efisiensi konversi tenaga surya ke listrik antara 14 dan 22% dan efisiensi termal berkisar 60 hingga 80%. Tanpa sinar matahari, sistem ini menggunakan pembangkit listrik konvensional. Sistem hibrida ini membutuhkan komponen lain seperti kondensor dan akumulator. Dengan parabola memanjang normal dapat menghasilkan antara 14 dan 80 MW [4].

Parabola memanjang menerima pemantulan cahaya matahari pada kolektor parabola dengan dua kondisi, yaitu sudut datangnya sinar yang sejajar sumbu utama dan sudut datangnya sinar yang tidak sejajar sumbu utama. Oleh karenanya dalam penerimaan intensitas cahaya masih adanya perbedaan intensitas

pengumpulan cahaya yang sangat tajam antara cahaya yang datang sejajar sumbu utama dengan cahaya yang datang tidak tegak lurus sumbu utama [5].

Alternatif yang dapat digunakan adalah dengan menggunakan kolektor lensa Fresnel, yang pada dasarnya adalah rantai prisma yang menggandakan kemiringan bagian dari lensa *aspheric*. Tujuan utama dari lensa Fresnel adalah untuk membiaskan sinar matahari dan mengkonsentrasikannya dalam fokus garis atau titik. Tidak seperti konsentrator cermin, pembengkokan cahaya pada lensa Fresnel mengikuti hukum Snell, yang terjadi ketika pancaran bergerak dari media dengan indeks refraksi yang diberikan ke yang lain dengan indeks yang berbeda. Keuntungan utama dari lensa Fresnel adalah bahwa mereka dibuat menggunakan bahan yang relatif murah, biasanya *polymethylmethacrylate* (PMMA) dan *polyvinil chloride* (PVC) [6].

Lensa Fresnel adalah komponen optik yang hemat biaya dan ringan, menjadi alternatif untuk permukaan optik yang konvensional. Prinsip operasinya cukup mudah, mengingat bahwa kekuatan refraksi lensa hanya ada pada antarmuka optik (yaitu permukaan lensa), dengan keluaran sebanyak mungkin dari bahan optik sambil tetap menjaga kelengkungan permukaan [7]. Pada awalnya lensa Fresnel didesain berdasarkan panjang gelombang yang sama dilambangkan [8].

Penggunaan lensa Fresnel pada teknologi konsentrasi energi termal surya adalah sebuah cara yang efektif untuk menyerap seluruh energi matahari. Lensa Fresnel saat ini banyak digunakan sebagai konsentrator surya dikarenakan volume kecil, jernih, ringan, efisiensi optikal tinggi dan dalam skala besar biaya produksi murah serta efektif menaikkan densitas energi. Pada lensa Fresnel mekanisme konsentrasi yang digunakan adalah pemantulan serta pembiasan radiasi matahari dengan menggunakan lensa. Cahaya yang terpantul atau terbiaskan berkonsentrasi ke daerah fokus, sehingga akan menaikkan flux energi ke penerima (*receiver/absorber*) [9].

Parabola memanjang memusatkan 10x radiasi matahari dalam satu garis. Karena sistem linier memiliki konsentrasi fluks energi yang rendah. Dengan

pemasangan lensa Fresnel di dekat area fokus akan mengubah garis sinar datang menjadi satu tempat, meningkatkan rasio konsentrasi hingga 100x. Dalam hal ini ukuran lensa Fresnel menjadi berkurang, karena tetap dekat dengan fokus linier [6].

Pada penelitian ini dirancang sebuah sistem pembangkit energi listrik menggunakan pembangkit listrik panas matahari terkonsentrasi lensa Fresnel, dimana pada penelitian kali ini digunakan parabola memanjang yang tetap difungsikan sebagai kolektor panas dan dipasang lensa Fresnel dekat dengan area focus/ penerima panas untuk tambahan panas dari atas, diharapkan dengan pemasangan lensa Fresnel ini akan meningkatkan penerimaan intensitas cahaya matahari disebabkan karena efisiensi optik lensa yang tinggi serta dapat meningkatkan flux energi pada penerima.

1.2 Perumusan Masalah

Dari pendahuluan tersebut, didapatkan sebuah perumusan masalah, yaitu:

1. Bagaimana desain lensa Fresnel yang dapat menghasilkan energi listrik dari panas matahari dengan potensi daya 1 kW/m^2 ?
2. Dalam sebuah sistem pembangkit listrik berbasis lensa Fresnel, seberapa besar penyerapan panas matahari dibandingkan parabola memanjang?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Memperoleh desain lensa Fresnel yang cocok untuk menghasilkan energi listrik dari panas matahari.
2. Memperoleh data hasil pengujian dari seberapa besar efisien dan penyerapan panas yang diperoleh jika lensa Fresnel digunakan

1.4 Manfaat Penelitian

Harapan dari penelitian ini adalah didapatkannya teknologi alternatif penghasil energi listrik yang ramah lingkungan, dengan penelitian ini pemanfaatan panas yang selama ini terbuang percuma dapat dimanfaatkan secara

maksimal oleh masyarakat menjadi energi listrik alternatif, sehingga panas matahari dapat dimanfaatkan dengan baik.

1.5 Batasan Masalah

Pembahasan tugas akhir ini dibatasi pada hal-hal sebagai berikut:

- Uji coba pembangkitan energi listrik dilakukan dengan pembangkit listrik terkonsentrasi Lensa Fresnel.
- Sistem penjejak matahari bukan merupakan fokus dari penelitian ini,
- Faktor dari lingkungan seperti kelembapan dan kecepatan angin diabaikan pada tugas akhir ini.

1.6 Sistematika Penulisan

1. **BAB I : Pendahuluan**, berisi latar belakang, perumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah, dan sistematika penulisan.
2. **BAB II : Tinjauan Pustaka**, berisi teori dasar *Penyulang cerdas* dan sistem pembangkit listrik termal atap rumah.
3. **BAB III : Bahan dan Metode**, berisi mengenai peralatan yang digunakan, metode pengolahan serta uji sampel.
4. **Bab IV : Hasil dan Pembahasan**, berisi tentang penjelasan mengenai rancangan dan hasil dari rancangan sistem yang telah dibuat serta analisa dari hasil pengujian tersebut.
5. **Bab V : Kesimpulan dan Saran**, berisi kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini beserta saran dari penulis atas hasil analisa dan pembahasan dari penelitian.