

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemanfaatan energi terbarukan yang ramah lingkungan serta bersih dapat menekan ketergantungan terhadap sumber energi tak terbarukan dengan energi terbarukan yang memiliki kelebihan dapat dihasilkan terus-menerus tanpa khawatir kehabisan sumber, mengurangi dampak negatif terhadap polusi lingkungan, serta mampu memenuhi kebutuhan energi global yang terus meningkat. (Benitez-Lara, et al., 2025; Maghraby, et al., 2025). Situasi ini tercermin dalam laporan Perusahaan Listrik Negara Indonesia (PLN) yang menjelaskan bahwa kebutuhan listrik nasional pada periode 2018 sebesar 232,296 TWh dan meningkat 5,1% setiap tahunnya dengan dominasi sumber energi dari batubara dan bahan bakar fosil sebesar 59,6%. Indonesia sendiri memiliki distribusi radiasi matahari yang cukup stabil dikarenakan posisinya yang berada di garis kalkulistiwa. Potensi energi surya diprediksi sebesar 207,8 GWp, dengan realisasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) pada tahun 2020 sudah mencapai 0,15 GWp (Afif & Martin, 2022).

Untuk merealisasikan potensi besar energi surya, penggunaan teknologi panel surya dan fotovoltaik diperlukan. Teknologi ini telah banyak dipasang di perumahan dan di lokasi-lokasi terpencil. Hal ini juga berperan dalam peningkatan signifikan dalam pengembangan Sistem Fovoltaik Terintegrasi Bangunan (BIPV). Namun demikian, meskipun telah banyak inisiatif yang dilaksanakan oleh pemerintah dan sektor swasta, energi surya masih menyumbang kurang dari 1% dari total permintaan energi global. Beberapa kelemahan utama teknologi surya disebabkan oleh tingginya biaya investasi dan waktu pengembalian yang lama. Sebagai contoh, untuk pemasangan sistem PV surya yang sederhana, sekitar 55% dari total biaya berasal dari modul PV dan hanya 15% hingga 30% sinar matahari yang dapat diubah menjadi energi listrik, bergantung pada jenis semikonduktor yang digunakan dalam PV. Oleh karena itu, penggunaan konsentrator surya (*solar concentrator*) merupakan solusi yang paling potensial untuk mengatasi masalah ini (Sukki, et al., 2010).

Umumnya posisi panel surya dibuat tandem (tidak bergerak) sehingga tidak ada pergerakan yang mengikuti arah datangnya sinar matahari. Ini membuat panel surya kurang efisien dalam menangkap radiasi matahari dan membuat daya keluaran lebih sedikit. Beberapa faktor juga mempengaruhi daya keluaran panel surya seperti pergerakan semu harian matahari yang mengakibatkan arah cahaya matahari berubah-ubah posisinya, bayangan awan, dan kondisi cuaca sekitar (Prasetyo, et al., 2022). Jumlah *output* panel surya bergantung pada sudut kosinus insiden yang dikenal sebagai sudut antara sinar matahari dan permukaan horizontal sudut insiden minimum memberikan output daya maksimum. Namun, sudut ini hanya dapat digunakan pada panel surya tandem dan hanya maksimum pada waktu tengah hari, sehingga penggunaan *solar tracker* diperlukan untuk meningkatkan efisiensi dari panel surya (Racharla & Rajan, 2016). *Solar tracker* merupakan sistem yang bekerja untuk mendeteksi arah dan posisi matahari dengan menggunakan sensor dan aktuator agar panel surya tetap pada posisi 90° terhadap matahari. Penggunaan sistem ini meningkatkan efisiensi panel surya secara signifikan yang tentunya dikarenakan selalu terpapar radiasi matahari diintensitas tertingginya (Prasetyo, et al., 2022).

Solar tracker juga memiliki beberapa opsi sistem seperti sistem *single axis* dan *dual axis*. Sistem *solar tracker single axis* mampu menggerakkan panel surya dari arah timur ke dan barat atau hanya menggunakan sumbu horizontal panel surya (Prasetyo, et al., 2022). Panel surya dengan *tracking single axis* bertujuan untuk meningkatkan efisiensi energi secara dinamis dengan mekanisme sistem yang berfungsi mengikuti pergerakan matahari sepanjang satu sumbu, umumnya diaplikasikan di daerah tropis, karena posisi matahari relatif stabil. Sistem *tracking dual axis* dirancang untuk meningkatkan efisiensi panel surya dengan menyesuaikan sudut sesuai pergerakan semu harian serta tahunan matahari. *Dual axis* memiliki dua derajat kebebasan, yaitu sumbu elevasi dan azimuth yang direalisasikan menggunakan komponen seperti LDR, motor servo atau stepper, dan mikrokontroler (Efendi, et al., 2025).

Sebagai upaya optimalisasi dan efisiensi sistem panel surya, penelitian ini menggunakan sistem *single axis* dikarenakan lokasi tropis dengan sudut matahari

stabil di ekuator, memungkinkan untuk mengikuti arah gerak matahari dari timur ke barat dengan stabil. Penggunaan konsentrator berbahan dasar lembar *acrylic mirror* yang memiliki keunggulan tahan terhadap korosi, ringan, ekonomis, dan mudah untuk diintegrasikan dengan panel surya. Lembar *acrylic mirror* memiliki reflektivitas sebesar 85-90% pada spektrum cahaya tampak sebesar 400-700 nm dan dapat menahan suhu 71,1-87,78 °C (Arsalan, et al., 2017). *Solar tracker* terpasang pada *solar concentrator* sehingga panel surya tetap pada posisi tandem dan *solar concentrator* bergerak sesuai dengan arah sinar matahari menggunakan sensor cahaya BH1750 dan LDR serta aktuator berupa servo.

Pada penelitian sebelumnya, (Al-Hamadany, et al., 2016) menggunakan *solar concentrator* berbasis *flat mirror* yang berfokus pada kemiringan sudut *solar concentrator* terhadap panel surya dan mendapatkan hasil tertinggi pada sudut 60°. Sementara itu, (Nurpatricia, et al., 2023), merancang *solar tracker single axis* pada panel surya menggunakan metode *blind setting* yang memungkinkan mengikuti gerak matahari dengan RTC (*Real Time Clock*). Berdasar pada kedua penelitian ini, rancangan pembuatan sistem *solar concentrator-solar tracker single axis* menggunakan ESP32 dan sensor BH1750 serta LDR sehingga dapat memperoleh hasil yang lebih baik.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu merancang prototipe *single axis solar concentrator-solar tracker* menggunakan BH1750 dan sensor LDR sehingga *solar concentrator* dapat mengikuti arah gerak matahari.

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini, yaitu:

1. Melatih keterampilan dalam perancangan sistem elektronik.
2. Sistem *solar concentrator-solar tracker* yang dikembangkan pada panel surya dapat membantu meningkatkan output daya panel surya.
3. Penelitian ini dapat dijadikan referensi bagi mahasiswa yang tertarik pada energi terbarukan, mikrokontroler, dan sistem kontrol elektronik.