

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan meningkatnya aktivitas industri, kebutuhan energi nasional terus mengalami peningkatan. Sayangnya, sebagian besar kebutuhan tersebut masih bergantung pada sumber energi fosil seperti minyak bumi dan gas alam. Padahal, cadangan energi fosil semakin menipis, serta penggunaannya menghasilkan emisi gas rumah kaca yang signifikan dan mempercepat laju perubahan iklim global[1]. Kondisi ini mendorong perlunya pergeseran menuju sumber energi alternatif yang ramah lingkungan, efisien, dan dapat diakses oleh seluruh lapisan masyarakat.

Salah satu sumber energi terbarukan yang memiliki potensi besar namun belum dimanfaatkan secara optimal adalah biogas. Biogas dihasilkan dari proses fermentasi anaerobik terhadap limbah organik seperti kotoran hewan, limbah rumah tangga, dan limbah pertanian. Komponen utama biogas adalah gas metana (CH_4), yang memiliki nilai kalor cukup tinggi sehingga dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti LPG (Liquefied Petroleum Gas) untuk memasak, penerangan, hingga pembangkitan listrik. Selain mengurangi ketergantungan pada energi fosil, pemanfaatan biogas juga berkontribusi dalam pengurangan pencemaran lingkungan akibat penumpukan limbah organik [2].

Namun demikian, implementasi pemanfaatan biogas, terutama di tingkat rumah tangga dan industri kecil, masih menghadapi berbagai kendala teknis.

Salah satu tantangan utama terletak pada aspek penyimpanan dan distribusi gas. Biogas yang dihasilkan melalui proses fermentasi anaerob tidak dapat langsung digunakan secara fleksibel karena sifatnya yang mudah menguap dan tidak stabil. Oleh karena itu, gas ini perlu melalui tahapan kompresi dan pengemasan ke dalam wadah agar dapat disimpan dengan aman serta digunakan sesuai kebutuhan.

Dari permasalahan diatas maka dibuatlah sistem yang mampu mengatur proses kompresi dan pengemasan biogas secara efisien, aman, dan mudah dioperasikan, khususnya untuk skala rumah tangga atau industri kecil. Sistem ini dirancang agar pengguna dapat memilih mode kerja kompresor, baik secara otomatis berdasarkan batas tekanan tetap (40 psi), maupun secara manual dengan memasukkan nilai tekanan maksimum yang diinginkan.

Mikrokontroler ESP32 dipilih sebagai inti pengendali sistem karena memiliki kinerja prosesor yang tinggi, konsumsi daya yang rendah, serta dukungan antarmuka digital dan analog yang fleksibel. Dalam implementasinya, ESP32 dikonfigurasi untuk menerima input dari keypad 3x4, memproses logika kerja berdasarkan mode yang dipilih, serta mengaktifkan atau menonaktifkan kompresor melalui modul relay sesuai kondisi tekanan yang terbaca. *LCD (Liquid Crystal Display)* I2C digunakan sebagai antarmuka tampilan untuk menampilkan informasi tekanan, mode kerja, dan status sistem secara real-time sehingga memudahkan pengguna dalam memantau jalannya proses kompresi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, permasalahan yang muncul adalah;

1. Bagaimana merancang dan membangun sistem kompresi dan pengemasan biogas otomatis berbasis mikrokontroler ESP32?
2. Bagaimana pengaruh tekanan pengisian terhadap massa biogas dan lama pengisian?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini berjalan lebih terarah dan tidak melebar dari fokus utama, maka batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah:

1. Penelitian hanya difokuskan pada proses kompresi dan pengemasan biogas, tidak mencakup proses produksi atau pemurnian biogas.
2. Mikrokontroler yang digunakan adalah ESP32, dengan kendali berbasis pembacaan tekanan dari sensor Wisner P-174.
3. Parameter yang diamati dalam penelitian ini meliputi tekanan pengisian (psi), massa gas yang terisi (gram), waktu pengisian (detik), dan lama nyala api (detik).
4. Evaluasi efisiensi difokuskan pada perbandingan waktu pengisian terhadap durasi nyala api.
5. Prototipe yang dikembangkan berada dalam skala laboratorium atau skala kecil, bukan untuk aplikasi industri berskala besar.
6. Sumber biogas yang digunakan berasal dari biodigester skala kecil, sehingga volume biogas per pengujian terbatas.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah ;

1. Merancang dan membangun sistem otomatis berbasis mikrokontroler ESP32 yang dapat mengatur kerja kompresor untuk proses kompresi dan pengemasan biogas.
2. Mengetahui pengaruh tekanan pengisian terhadap massa biogas dan durasi pengisian.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari pembuatan tugas akhir ini adalah:

1. Mempermudah proses penyimpanan dan distribusi biogas hasil biodigester melalui sistem kompresi dan pengemasan otomatis, sehingga biogas dapat digunakan di lokasi yang jauh dari sumber produksi.
2. Menyediakan alat otomatis berbasis mikrokontroler ESP32 yang mampu mengatur durasi kerja kompresor melalui input keypad dan menghentikan kompresi saat tekanan melebihi batas aman, guna meningkatkan efisiensi dan keselamatan penggunaan.
3. Menjadi solusi teknologi terjangkau yang dapat diterapkan oleh masyarakat dalam mengoptimalkan pemanfaatan energi terbarukan secara lebih fleksibel dan mandiri.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam pembuatan laporan ini adalah sebagai berikut.

1. BAB I Pendahuluan

Bab ini berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat yang diharapkan, dan sistematika penulisan yang digunakan.

2. BAB II Landasan Teori

Bab ini terdiri dari dua bagian utama: Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori. Tinjauan Pustaka membahas penelitian sebelumnya yang relevan untuk memberikan gambaran perkembangan dan kekurangan penelitian terkait. Sementara itu, Dasar Teori menjelaskan konsep dan teori yang mendasari penelitian sebagai landasan untuk memahami masalah serta menganalisis data.

3. BAB III Metodologi Penelitian

Bab III menjelaskan metodologi penelitian yang terdiri dari lima bagian utama: Model Penelitian, Prosedur Penelitian, Teknik Pengumpulan Data, Instrumen Penelitian, dan Tahap Perancangan Alat.

4. BAB IV Pembahasan

Pada bab ini terdiri dari dua subbab: Hasil Penelitian dan Hasil Analisis Penelitian. Pada subbab Hasil Penelitian, disajikan data atau temuan dalam bentuk tabel atau grafik tanpa interpretasi. Sementara itu, pada subbab Hasil Analisis Penelitian, data tersebut dianalisis dan dijelaskan untuk memberikan pemahaman lebih mendalam tentang temuan penelitian.

5. BAB V Penutup

Bab V terdiri dari dua subbab: Kesimpulan dan Saran. Subbab Kesimpulan menyajikan hasil penelitian secara singkat dan jelas berdasarkan tujuan dan

rumusan masalah. Subbab Saran berisi rekomendasi atau langkah-langkah yang dapat dilakukan, baik untuk pengembangan penelitian lebih lanjut maupun untuk aplikasi praktis di lapangan.