pISSN : 0852-0232, eISSN : 2656-582X DOI : 10.14710/gt.v22i3.xxxxx

RANCANG BANGUN *AUTOMATIC VALVE CONTROL* PADA PENYIMPANAN GAS RAWA BERBASIS ESP32

Zahratun Diniyah[1)], Priyo Sasmoko[2)]
Program Studi D – IV Teknik Listrik Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275
**E-mail : psasmoko@gmail.com*

ABSTRACT

This study designs an automatic control system for biogenic shallow gas filling using a PLC based on ESP32, with monitoring via a Telegram Bot. A pressure transmitter sensor measures pressure in real-time, and hysteresis logic controls the compressor operation within a range of 1–3 bar. Pressure values are displayed on the Serial Monitor and sent to Telegram. Test results show that the system operates stably and accurately, with sensor deviation less than ±0.1 bar. The average filling rate is 0.123 bar per minute, and the compressor temperature remains within safe limits. The Telegram Bot responds quickly and provides data that accurately reflects the device's condition. This system is effective for automatic filling and remote monitoring.

Keywords: *Biogenic shallow gas, ESP32, automatic control, Telegram Bot, pressure*

PENDAHULUAN

Biogenic shallow gas merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang dihasilkan dari dekomposisi bahan organik secara anaerobik, terutama di lingkungan rawa. Potensinya sebagai alternatif pengganti LPG telah mulai dimanfaatkan, termasuk di wilayah Desa Losari, Kecamatan Sumowono, Kabupaten Semarang. Pemanfaatan gas ini tidak hanya mendukung kemandirian energi masyarakat, tetapi juga berkontribusi pada pengurangan emisi karbon dan ketergantungan terhadap bahan bakar fosil.[1], [3]

Dalam praktiknya, tantangan yang muncul adalah menjaga efisiensi dan keamanan dalam proses pengisian gas ke tabung penyimpanan. Sistem pengisian manual rentan terhadap kesalahan pengamatan tekanan, risiko kebocoran, serta pemborosan energi akibat pengoperasian kompresor yang tidak efisien. Oleh karena itu, diperlukan sistem kontrol otomatis yang mampu mengatur kerja kompresor berdasarkan pembacaan tekanan aktual dan dapat memberikan informasi kondisi sistem secara real-time kepada pengguna.

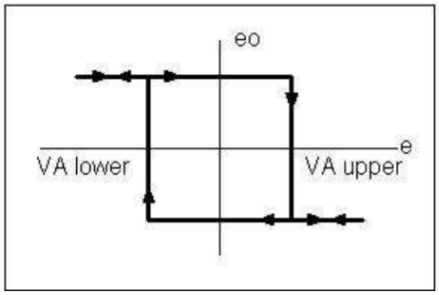
Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem kontrol tekanan menggunakan mikrokontroler sederhana dan metode on-off, namun umumnya belum dilengkapi dengan logika histeresis yang mampu mengurangi frekuensi switching berlebih. Selain itu, belum banyak yang mengintegrasikan sistem kontrol dengan media komunikasi berbasis internet seperti Bot Telegram untuk pemantauan jarak jauh.[2][4]

Penelitian ini menawarkan solusi berupa sistem kontrol otomatis valve untuk pengisian gas rawa menggunakan PLC berbasis ESP32 dengan integrasi logika histeresis dan fitur monitoring tekanan melalui Bot Telegram. Inovasi ini diharapkan mampu menjawab kebutuhan akan sistem yang presisi, responsif, dan mudah dipantau dari jarak jauh, pengembangan teknologi pengelolaan energi alternatif.

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan mengimplementasikan sistem kontrol otomatis pengisian gas rawa menggunakan ESP32 dan logika histeresis, serta mengembangkan fitur pemantauan tekanan gas melalui Bot Telegram.

Sistem On – Off Dengan Histerisis

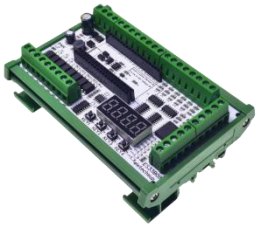
Sistem kendali On – Off dengan histerisis dengan histerisis merupakan sistem kontrol sederhana yang mengoperasikan perangkat dalam dua kondisi saja, aktif (ON) DAN non – aktif (OFF) berdasarkan nilai yang ditetapkan. Perangkat akan aktif saat nilai variabel proses turun melewati set point minimum dan non – aktif saat nilai tersebut melewati set point maksimum. Selama nilai proses berada di antara kedua batas variabel, status perangkat tetap dipertahankan. Mencegah switching yang terlalu sering.



Gambar 1 Kurva Histerisis

Histerisis menciptakan zona netral antara kondisi ON dan OFF, zona ini berfungsi menstabilkan sistem dan mencegah perangkat beralih status yang tidak perluh akibat perubahan kecil. Hal ini penting untuk mengurangi keausan pada komponen mekanik seperti aktuator.[5]

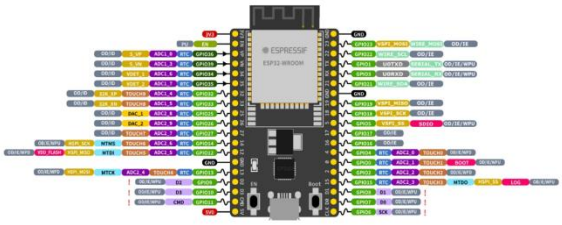
ES33B08 ESP32 8 CH Expansion Board PLC



Gambar 2 ES33B08 ESP32 8 CH Expansion Board PLC

ES33B08 adalah modul ekspansi untuk ESP32 yang dilengkapi 8 channel output transistor Darlington, serta input/output analog dan digital. Modul ini dirancang untuk mendukung aplikasi Internet of Things (IoT), otomasi, dan kontrol industri. Transistor Darlington memungkinkan pengendalian beban tinggi secara efisien, sementara kombinasi I/O analog-digital memberikan fleksibilitas tinggi dalam mengelola sensor dan aktuator.

Mikrokontroler ESP32 Dev Modul



Gambar 3 ESP32 Dev Modul

ESP32 adalah mikrokontroler dual-core 32-bit berbasis Xtensa LX6 yang terintegrasi dengan Wi-Fi dan Bluetooth. Kinerjanya yang tinggi, efisiensi daya, serta dukungan konektivitas nirkabel menjadikannya ideal untuk aplikasi IoT, baik skala rumah tangga maupun industri. Selain itu, dukungan ekosistem software yang luas mempermudah pengembangan dan integrasi sistem, menjadikan ESP32 pilihan populer dalam otomasi modern.

Sensor Pressure Transmitter



Gambar 4 Sensor Pressure Transimiter

Sensor tekanan tipe transmitter transducer dengan konfigurasi tiga kabel merupakan sebuah perangkat instrumentasi yang dirancang khusus untuk mendeteksi dan mengukur tekanan dari berbagai media, baik dalam bentuk gas maupun cairan. Sensor ini berfungsi untuk mengubah tekanan fisik menjadi sinyal listrik analog yang proporsional, sehingga dapat dengan mudah diproses dan dianalisis oleh sistem elektronik seperti mikrokontroler atau perangkat pengendali lainnya.

Jenis sensor ini umumnya digunakan dalam berbagai aplikasi teknis dan industri, antara lain untuk memantau tekanan udara, gas, air, maupun cairan lain seperti minyak. Penggunaan sensor ini sangat luas, mulai dari sistem kontrol hidrolik dan pneumatik, sistem monitoring tekanan dalam tangki, hingga sistem otomasi berbasis Internet of Things (IoT).

Software Telegram



Gambar 5 Software Telegram

Telegram adalah platform pesan instan populer dengan fitur keamanan dan kecepatan tinggi. Salah satu keunggulannya adalah dukungan terhadap bot, yaitu program otomatis yang dapat berinteraksi dengan pengguna atau grup melalui pesan.

Bot Telegram memungkinkan otomasi berbagai fungsi, mulai dari pengingat, moderasi grup, hingga integrasi dengan sistem eksternal seperti IoT, API, atau database. Dengan dukungan API Telegram dan dokumentasi yang lengkap, pengembang dapat

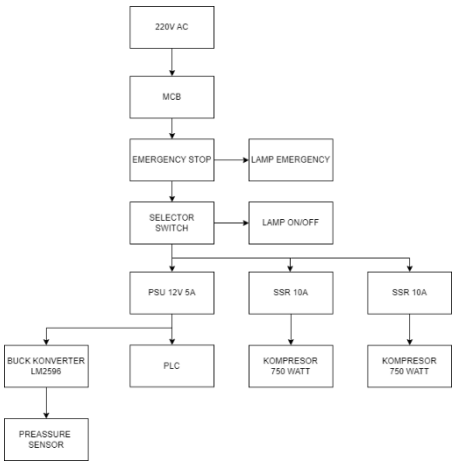
membuat bot yang responsif dan sesuai kebutuhan, menggunakan perintah, pemrosesan pesan, hingga antarmuka tombol dinamis.

METODE PENELITIAN

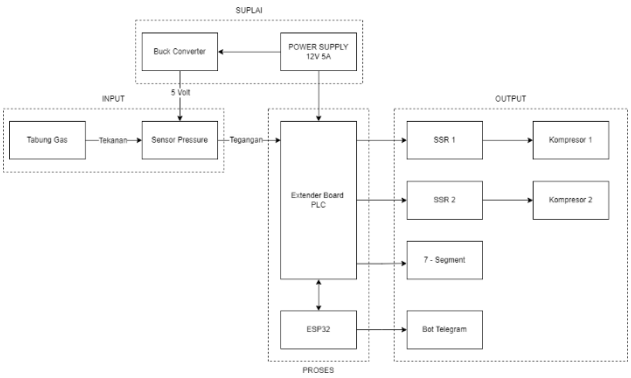
Penelitian ini menggunakan metode rancang bangun yang dilakukan secara bertahap, mulai dari perancangan Hardware, Perancangan Software hingga implementasi dan pengujian sistem secara langsung. Data dikumpulkan melalui dua sumber, yaitu data sekunder dari publikasi Kementerian ESDM, serta data primer melalui wawancara langsung dengan narasumber terkait**.**

Perancangan Hardware

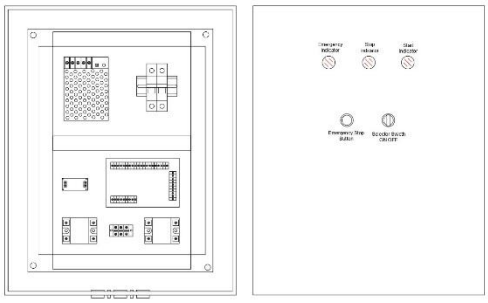
Perangkat keras yang dikenal dengan istilah hardware, mengacu pada komponen fisik yang dapat dilihat dan disentuh secara langsung. Dalam konteks sistem ini, terdapat 2 aspek utama yang harus diperhatikan dalam tahap perancangan, yaitu kebutuhan daya dan Perancangan erancangan sistem utama. Yang nantinya akan diimp untuk box panel kontrol.



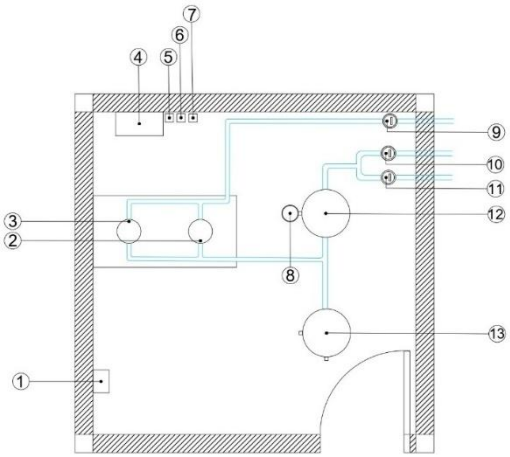
Gambar 6 Blok Diagram Supply Daya



Gambar 7 Blok Diagram Sistem Utama



Gambar 8 Box Panel Kontrol



Gambar 9 Layout Pemasangan Alat

Pada Gambar 9, ditampilkan layout pemasangan alat, di mana box panel kontrol ditunjukkan dengan nomor 4, dan sensor pressure transmitter ditunjukkan dengan nomor 8.

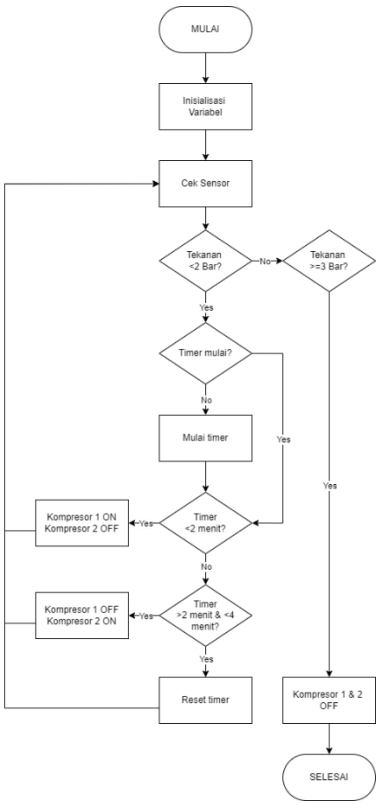


Gambar 10 Diagram Alir Instalasi Gas Rawa

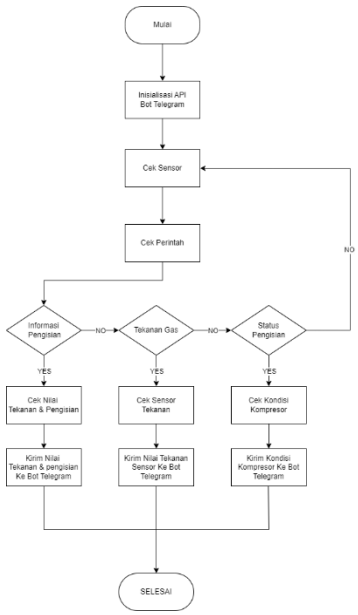
Pada gambar 10, ditampilkan diagram alir instalasi gas rawa dimana panel kontrol bertugas mengatur kerja dua unit kompresor secara bergantian berdasakan kondisi tekanan di dalam sistem penyimpanan gas.

Perancangan Software

Perancangan perangkat lunak pada sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan layanan Bot Telegram untuk memungkinkan informasi dapat dilihat oleh semua pengguna. Dan berperan sebagai kontrol utama dalam sistem kontrol automatic valve berdsarkan pembacaan dari sensor pressure.



Gambar 11 Flowchart Sistem



Gambar 12 Flowchart Sistem Monitoring

HASIL PENGUKURAN

Pengujian dilakukan untuk menilai apakah sensor dan antarmuka dapat berfungsi sebagaimana mestinya.

Pengujian Hardware

Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan nilai tekanan sebenarnya yang ditampilkan oleh alat ukur analog (pressure gauge) dengan nilai digital yang dibaca oleh sensor dan ditampilkan melalui display 7-segment pada PLC ES33B08.

Pengujian sensor tekanan dilakukan dengan membaca sinyal analog dari pressure transmitter, lalu dikonversi ke satuan Bar melalui fungsi pemetaan dari 0,47–4,5 V menjadi 0–10 Bar. Meskipun spesifikasi nol tekanan adalah 0,5 V, pengamatan menunjukkan nilai 0,47 V saat tekanan 0 Bar, sehingga digunakan sebagai acuan konversi.

Tabel 1 Pengujian Tekanan Gas

No	Jam	Pressure Gauge (Bar)	7 Segment (Bar)	Error
1	14.18	0.4	0.4	0
2	14.20	0.7	0.7	0
3	14.24	1.1	1.1	0
4	14.30	2.1	2	0.1
5	14.37	2.5	2.5	0

6	14.39	3	3	0
Pengisian Rata – Rata 0,123 Bar/menit				

Pengujian Software

Pengujian software ini bertujuan untuk mengevaluasi kecepatan serta akurasi respon sistem monitoring tekanna gas berbasis Bot Telegram yang terintegritas dengan PLC ES33B08 berbasis ESP32.

Tabel 2 Waktu Respon Bot Telegram

No	Perintah Bot	Waktu Dikirim	Waktu Respon	Selisih Waktu	Pesan Terbaca
1	/botinfo	13.52	13.52	0	Daftar Perintah
2	/cektekanan	13.54	13.54	0	Tekanan : 1.58Bar
3	/cektekanan	14.12	14.12	0	Tekanan : 2.70Bar
4	/cektekanan	14.46	14.46	0	Tekanan : 299Bar
5	/cekstatus	14.13	14.13	0	Status Pengisian : aktif Kapasitas Tabung : 90.30% Kompresor Aktif : Kompresor 1
6	/cekstatus	14.57	14.57	0	Status Pengisian : Non Aktif Kapasitas Tabung : 99.60% Kompresor Aktif : Tidak Ada

Pengujian melalui bot Telegram menunjukkan tekanan 2.99 Bar dan status pengisian berhenti, meskipun seharusnya berhenti di 3 Bar. Hal ini disebabkan kondisi tabung gas yang kurang optimal, sehingga tekanan terukur tidak mencerminkan tekanan sebenarnya. Respon bot akurat terhadap perintah pengguna, namun terkadang terlambat akibat gangguan jaringan.

Tabel 3 Pengukuran Suhu Komponen

No	Alat	Suhu Terukur
1	ESP32	29,9 °C
2	SSR	28,1 °C
3	Pengukuran Kompresor Awal (Jam 14.20)	39,2 °C
4	Pengukuran Kompresor Akhir (Jam 14.24)	50,5 °C

Pengukuran suhu menunjukkan ESP32 dan SSR tetap stabil, namun suhu kompresor naik dari 39,2 °C ke 50,5 °C dalam 6 menit akibat menyala terus-menerus. Untuk mencegah overheat, sistem diubah menjadi kerja bergantian antar kompresor setiap 2 menit hingga tekanan mencapai 3 Bar.

ANALISIS

1. Pengujian Hardware

Pada sisi hardware nilai yang terbaca oleh sensor yaitu Nilai 0,47 V sebagai titik nol tekanan. Meskipun menurut spesifikasi sensor seharusnya tegangan nol tekanan adalah 0,5 V, namun berdasarkan pengamatan langsung pada kondisi nyata (real condition), sensor menunjukkan tegangan 0,47 V saat tekanan 0 Bar. Oleh karena itu, nilai 0,47 V digunakan sebagai referensi dasar dalam proses konversi.

Pengujian dilakukan dari tekanan 0,4 hingga 3 Bar. Perbandingan antara pressure gauge analog dan pembacaan display 7-segment menunjukkan deviasi maksimal ±0,1 Bar, masih dalam batas toleransi dan menunjukkan akurasi sensor cukup baik.

Pengisian tekanan dari 0,4 ke 3 Bar memakan waktu 21 menit, dengan laju rata-rata 0,123 Bar/menit. Suhu kompresor naik dari 39,2 °C menjadi 50,5 °C dalam 4 menit, sementara suhu ESP32 dan SSR tetap aman di bawah 30 °C.

Untuk mencegah overheat, sistem mengatur kerja kompresor 1 dan 2 secara bergantian setiap 2 menit hingga tekanan mencapai 3 Bar. Pola ini efektif menjaga suhu kompresor tetap dalam batas aman.

2. Pengujian software

Pengujian melalui Bot Telegram menunjukkan tekanan 2,99 Bar dan status pengisian berhenti, meskipun seharusnya berhenti di 3 Bar. Hal ini disebabkan kondisi tabung gas yang kurang baik, sehingga tekanan tidak terbaca sempurna.

Bot Telegram merespons perintah pengguna dengan akurat dan instan dalam kondisi jaringan baik. Namun, pada koneksi Wi-Fi yang tidak stabil, respons bisa terlambat atau terputus, sehingga kestabilan jaringan menjadi faktor penting dalam pemantauan.

KESIMPULAN

1. Sistem berhasil melakukan pembacaan tekanan gas menggunkan sensor pressure transmiter dan PLC berbasis ESP32 dan mengendalikan proses pengisian secara otomatis menggunakan logika kontrol histeresis dalam rentang tekanan 1–3 bar..
2. Sistem kontrol mampu menyalakan dan mematikan kompresor secara tepat waktu, namun pada praktik di lapangan ditemukan bahwa kondisi tabung gas yang kurang baik menyebabkan tekanan tidak tersimpan sempurna, sehingga pembacaan sensor menunjukkan nilai yang sedikit lebih rendah dari seharusnya.
3. Sistem monitoring berbasis Bot Telegram terbukti berfungsi dengan baik dalam memberikan informasi tekanan dan status pengisian secara secara responsif. Tetapi kualitas jaringan Wi – Fi yang tidak stabil menyebabkan beberapa kali respon bot mengalami keterlambatan atau bahkan terputus.

SARAN

1. Lakukan pergantian atau perawatan tabung gas secara berkala untuk memastikan tekanan dapat disimpan dengan stabil sesuai batas yang ditentukan.
2. Untuk Penelitian selanjutnya gunakan perangkat Wi – Fi eksternal untuk memperkuat sinyal di lokasi pemasangan alat, guna menghindari keterlambatan atau kegagalan komunikasi dengan Bot Telegram.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Kementrian ESDM, “Menengok Pemanfaatan Gas Rawa di Jawa Tengah,” 2022. https://esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/menengok-pemanfaatan-gas-rawa-di-jawa-tengah

[2] O. Saputra, F. I. Khalil, and I. A. Widhiantari, “Rancang Bangun Sistem Kontrol dan Monitoring Tekanan Gas Pada Biodigester Berbasis IoT: Analisis Waktu dan Stabilitas Koneksi ESP32 dan ESP32-S3 (Lilygo T Display S3),” *J. Sains Teknol. Lingkung.*, vol. 10, no. 4, pp. 608–616, 2024, doi: 10.29303/jstl.v10i4.706.

[3] P. I. Indonesia, “Gas Rawa Untuk Keperluan Rumah Tangga,” 2022. https://indonesia.go.id/kategori/editorial/5226/gas-rawa-untuk-keperluan-rumah-tangga?lang=1

[4] D. Hidayat, M. Rahmatika, N. S. Syafei, and B. Y. Tumbelaka, “Simulasi Pengontrol On/Off pada Sistem Kendali Umpan Balik dengan Model Fisis Elektronik,” *TELKA - Telekomun. Elektron. Komputasi dan Kontrol*, vol. 4, no. 1, pp. 43–53, 2018, doi: 10.15575/telka.v4i1.80.

[5] K. SaThierbach *et al.*, “Modul Sistem Kendali On-Off,” *Proc. Natl. Acad. Sci.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–15, 2015, [Online]. Available: http://dx.doi.org/10.1016/j.bpj.2015.06.056%0Ahttps://academic.oup.com/bioinformatics/article-abstract/34/13/2201/4852827%0Ainternal-pdf://semisupervised-3254828305/semisupervised.ppt%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.str.2013.02.005%0Ahttp://dx.doi.org/10.10