



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Otomatis

Sistem otomatis merupakan suatu sistem yang dirancang untuk mengotomatisasi proses atau aktivitas tertentu dengan memanfaatkan perangkat kontrol. Penerapan sistem otomasi dapat ditemukan di berbagai sektor, termasuk pertanian, industri manufaktur, dan sistem pemipaan. Contoh kegiatan yang dapat diotomatisasi mencakup distribusi air bersih, pengolahan air, pengolahan tanah, penanaman, irigasi, pemupukan, serta pengendalian proses produksi. Dalam konteks industri manufaktur, sistem otomasi melibatkan penggunaan mesin cerdas di pabrik, yang memungkinkan proses produksi dilakukan dengan mengurangi keterlibatan manusia. Penerapan sistem otomasi lebih umum di industri manufaktur dibandingkan dengan sektor lainnya, karena industri ini dituntut untuk beroperasi dengan cepat seiring dengan meningkatnya persaingan di pasar global. Beberapa komponen yang umum digunakan dalam sistem otomasi antara lain terminal *block*, *relay*, *heavy-duty connector*, *signal converter*, *Power Supply*, *remote I/O terminal*, *cable marker*, *enclosure*, *tool*, *ethernet switch*, *sensor*, dan *surge protection device*.

Sistem otomasi pengisian bahan bakar genset berbasis *Programmable Logic Controller* (PLC) dan *Internet of Things* (IoT) adalah suatu sistem yang dirancang untuk mengontrol operasi pengisian bahan bakar secara otomatis, dengan PLC berfungsi sebagai otak dari sistem tersebut. Di sisi lain, IoT berperan sebagai perangkat untuk memantau dan mengawasi sistem yang telah dibuat, memungkinkan pengguna untuk mengakses data secara real-time dan melakukan pengendalian jarak jauh. PLC adalah komputer industri yang dirancang khusus untuk mengelola proses otomatisasi dalam industri, termasuk aplikasi seperti pengendalian pengisian bahan bakar. Penerapan sistem otomasi ini dapat memberikan berbagai manfaat, seperti peningkatan efisiensi, pengurangan biaya, dan peningkatan keselamatan. Namun, implementasi sistem otomasi juga dapat memerlukan investasi yang cukup besar dan mungkin memerlukan penyesuaian terhadap proses yang sudah ada. Berdasarkan informasi yang diperoleh dari (Kledo, n.d.) jenis-jenis otomasi industri dibagi menjadi:



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1) Otomasi tetap

Otomasi tetap adalah sistem di mana mesin industri diatur untuk menjalankan serangkaian operasi yang tetap, dengan sedikit kemungkinan perubahan dalam pengoperasiannya. Jenis otomasi ini umumnya digunakan dalam proses aliran yang berkelanjutan, seperti pada mesin surveyor.

2) Otomasi yang bisa di program

Dalam sistem otomasi ini, urutan operasi dan konfigurasi mesin dapat diubah menggunakan perangkat elektronik. Proses ini memerlukan waktu dan usaha untuk memprogram ulang mesin, yang biasanya diterapkan dalam proses batch. Contoh dari otomasi yang bisa diprogram adalah mesin pemasangan sekrup otomatis yang dapat melakukan pemasangan baut sesuai dengan model produk tertentu. Selain contoh tersebut, masih banyak contoh lain yang tersedia.

3) Otomasi Fleksibel

Otomasi fleksibel biasanya dikendalikan oleh komputer dan digunakan untuk produk yang sering mengalami perubahan. Mesin CNC adalah salah satu contoh dari otomasi industri fleksibel.

Otomasi industri merupakan penerapan sistem teknologi untuk mengendalikan proses manufaktur secara otomatis, dengan tujuan meningkatkan efisiensi, presisi, dan keselamatan kerja serta mengurangi keterlibatan manusia secara langsung. Sistem ini dapat diimplementasikan melalui berbagai pendekatan seperti mekanik, elektrik, elektronik, hidrolik, pneumatik, dan teknologi berbasis komputer, baik secara tunggal maupun kombinasi. Contoh penerapan otomasi kompleks dapat ditemukan pada sistem di kapal, pabrik, dan pesawat terbang. Beberapa teknologi utama yang umum digunakan dalam sistem otomasi industri meliputi:

1) *Programmable Logic Control (PLC)*

PLC adalah perangkat kontrol digital yang dirancang untuk mengatur proses otomatis dalam sistem industri. PLC bekerja dengan menerima input dari sensor, memproses data berdasarkan logika terprogram, dan mengaktifkan output yang mengendalikan aktuator atau mesin. Teknologi ini banyak digunakan karena keandalannya dalam lingkungan industri yang keras.

2) *Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA)*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

SCADA merupakan sistem pemantauan dan pengendalian jarak jauh yang berfungsi mengumpulkan dan menganalisis data secara real-time dari berbagai perangkat di lapangan. SCADA memungkinkan operator untuk memonitor kondisi operasional serta mengambil keputusan berbasis data historis dan aktual melalui antarmuka pengguna yang informatif.

3) *Human Machine Interface* (HMI)

HMI adalah antarmuka visual yang memungkinkan interaksi antara operator dan mesin atau sistem produksi. HMI menerjemahkan data teknis yang kompleks menjadi informasi visual yang mudah dipahami, serta menyediakan fungsi kontrol langsung terhadap proses yang sedang berjalan.

4) *Artificial Neural Network* (ANN)

ANN merupakan sistem kecerdasan buatan yang dirancang menyerupai jaringan saraf manusia. Teknologi ini digunakan untuk memproses informasi, mengenali pola, dan membuat keputusan berdasarkan data input yang besar dan kompleks. Dalam konteks industri, ANN dapat meningkatkan akurasi prediksi serta efisiensi dalam pengendalian sistem.

5) Robot Industri

Robot digunakan untuk menggantikan tenaga manusia dalam tugas-tugas yang berisiko tinggi, membutuhkan ketelitian tinggi, atau bersifat repetitif. Penggunaan robot dalam otomasi industri telah terbukti meningkatkan produktivitas, mengurangi kesalahan, dan menjaga keselamatan pekerja.

2.2 *Programmable Logic Controller* (PLC)

Programmable Logic Controller atau lebih sering disebut PLC merupakan suatu *controller* / pengatur / pengendali yang bekerja berdasarkan *logic* / logika tertentu (*if – then*) yang dapat diprogram & diprogram ulang (*programmable/reprogrammable*). Sama seperti *controller* lainnya, dalam sistem kendali, PLC berperan sebagai *controller* yang mengolah informasi-informasi masukan/input dalam rangka menentukan luaran/output yang akan dihasilkan. PLC merupakan perangkat cerdas yang dapat diprogram untuk sistem automasi pada industri. Pada umumnya PLC digunakan di pabrik-pabrik untuk mengendalikan mesin-mesin agar dapat bekerja secara otomatis (Alldino, 2019).



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.2.1 Fungsi PLC

PLC berfungsi sebagai pusat pengendalian dalam sistem otomasi, yang menerima input dari berbagai sensor. Data yang diterima kemudian diproses sesuai dengan program yang telah ditentukan, dan sinyal keluaran dikirimkan ke mesin pengendali serta perangkat lainnya. Dengan kemampuannya untuk menjalankan operasi logika yang kompleks dan berkomunikasi dengan perangkat lain, PLC memungkinkan otomatisasi yang akurat dan andal, yang pada gilirannya dapat meningkatkan produktivitas dan mengurangi biaya. Selain itu, PLC dapat dengan mudah diprogram ulang untuk menyesuaikan dengan perubahan kebutuhan produksi, menjadikannya alat yang fleksibel dan mudah beradaptasi untuk berbagai aplikasi industri (Indra et al., 2020).

2.2.2 Spesifikasi PLC

PLC CP2E adalah salah satu seri dari *Programmable Logic Controller* (PLC) yang diproduksi oleh Omron, dirancang untuk berbagai aplikasi otomatisasi dan kontrol yang memerlukan pengendalian sederhana hingga menengah. Sebagai pusat pengendalian untuk sistem otomasi pengisian tangki BBM, PLC ini dilengkapi dengan prosesor, memori, dan port input/output. PLC CP2E dapat diprogram menggunakan perangkat lunak CX-Programmer yang disediakan oleh Omron, yang menawarkan lingkungan pemrograman yang user-friendly dengan berbagai fitur untuk memudahkan pengembangan program kontrol. Selain itu, PLC ini mendukung berbagai jenis I/O digital dan analog, termasuk input digital (sensor dan tombol), output digital (relai dan perangkat lainnya), input analog (sensor suhu dan tekanan), serta output analog (pengatur suhu dan kecepatan motor), dengan jumlah dan jenis I/O yang bervariasi tergantung pada model yang digunakan. Gambar 2.1 menunjukkan fisik dari PLC Omron CP2E.



Gambar 2. 1 PLC Omron CP2E N20DR-A

Sumber: <https://store.omron.com.au/product/cp2w9410f>



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Modul I/O merupakan komponen penting dari PLC yang berfungsi menghubungkan sensor dan aktuator ke dalam sistem. Modul ini berkomunikasi dengan PLC, meneruskan informasi dari sensor ke PLC, dan mengirimkan perintah dari PLC ke aktuator. Dalam konteks sistem pengisian tangki BBM, modul I/O terhubung dengan sensor-sensor seperti sensor level bahan bakar dan aktuator seperti pompa bahan bakar. Pada rancangan sistem otomatis ini, PLC yang digunakan adalah Omron CP2E N20DR-A dengan spesifikasi yang dirangkum pada Tabel 2.1 di bawah ini.

Tabel 2. 1 Spesifikasi PLC

PARAMETER	TYPICAL VALUES
Product type	CPU Units with 20 points
Rated value	24 VDC
Work Memory	32 kybte
Load Memory	8 kybte
Digital Input	12 DI dengan rated value 24 VDC
Digital Ouput	8 DO Relay dengan resistive load maks 2 A / titik, 4 A / common
Port	1x Ethernet, 1x RS-232C, 1x RS-485, 1x USB (programming port)
Weight	350

2.3 Sensor dan Aktuator

Sensor dan aktuator merupakan dua komponen penting dalam sistem otomasi. Sensor berfungsi untuk mendeteksi perubahan pada besaran fisik seperti suhu, kelembapan, atau intensitas cahaya, lalu mengubahnya menjadi sinyal listrik berupa arus atau tegangan. Perangkat ini bertindak sebagai penghubung antara dunia fisik dan sistem digital, sehingga memungkinkan sistem kendali memperoleh data yang akurat dari lingkungan sekitar. Sementara itu, aktuator adalah komponen yang dikendalikan oleh sistem seperti PLC untuk menghasilkan aksi fisik berdasarkan perintah logika. Aktuator mengubah energi menjadi gerakan mekanis, baik translasi



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

maupun rotasi, guna menjalankan proses secara otomatis. Dalam sistem seperti pengisian atau pengendalian pompa air, aktuator yang umum digunakan antara lain motor pompa sebagai penggerak utama, *solenoid valve* untuk mengatur aliran cairan secara otomatis, serta *relay* sebagai pengendali sirkuit daya atau pelindung sistem. Kombinasi antara sensor sebagai pemberi informasi dan aktuator sebagai pelaksana tindakan memungkinkan sistem otomasi bekerja secara efisien tanpa intervensi manual.

2.3.1 Sensor Ultrasonik HC SR-04

Sensor ultrasonik merupakan alat yang memiliki kemampuan untuk mengubah sejumlah suara menjadi sejumlah listrik dan sebaliknya. Sensor ini menginterpretasikan jarak suatu benda (benda) dengan frekuensi tertentu berdasarkan pantulan gelombang suara. Sensor ini bekerja menggunakan USG. Salah satu jenis sensor ultrasonik adalah HC-SR04. Sensor ultrasonik ini digunakan dalam penelitian ini. Prinsip kerja sensor ini adalah memancarkan sinyal gelombang dengan frekuensi diatas 20 kHz. Sinyal yang dipancarkan merambat sebagai gelombang suara dengan kecepatan sekitar 340 m/s dan mengenai benda didepannya, sinyal tersebut dipantulkan kembali ke sensor dan jarak dari benda.

Sensor HC-SR 04 merupakan sensor yang dapat mengukur jarak dengan menggunakan gelombang ultrasonik 20 kHz-2M1Iz Prinsip kerja dari komponen ini, yaitu dengan mengirim gelombang menggunakan transmitter ke depan objek. Objek akan memantulkan kembali gelombang tersebut ke bagian receiver pada sensor. Receiver akan membaca lebar pulsa dalam bentuk *Pulse Width Modulation* (PWM), serta selisih waktu pemancaran gelombang (Arasada B, 2017). Dari data tersebut, kita dapat mengetahui jarak antara sensor dan objek. Pada alat ini sensor digunakan sebagai pendeteksi ketinggian air yang masuk dari tangki 1 ke tangki 2 yang kemudian akan memberikan perintah untuk membaca hasil ketinggian pengisian bahan bakar di tangki 1 dan tangki 2. Berikut gambar 2. 2 adalah gambar dari sensor ultrasonik HC-SR 04.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 2. 2 Sensor *Ultrasonic* HC-SR 04

Sumber: <https://iptek.its.ac.id/index.php/jfa/article/view/4393/3655>

2.3.2 *Flow switch*

Flow switch merupakan salah satu jenis sensor aliran (*flow sensor*) yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan aliran maupun tidak adanya aliran fluida, seperti udara atau air, baik dalam sistem tertutup maupun terbuka. Prinsip kerja *flow switch* didasarkan pada konfigurasi *Normally Open (NO)* atau *Normally Closed (NC)*, yang memungkinkan pengaturan aliran sesuai kebutuhan sistem. *Flow switch* memiliki beragam fungsi dan diaplikasikan secara luas, antara lain untuk memantau laju aliran, memberikan proteksi terhadap kerusakan pompa, serta mengendalikan perangkat seperti katup dan sistem alarm (Gulo & Irawan, 2025).

Dalam praktiknya, *flow switch* dapat menggunakan sensor elektrik, seperti sensor ultrasonik atau magnetik, untuk mendeteksi perubahan aliran. Namun demikian, tipe mekanis dari *flow switch* memiliki keterbatasan, terutama ketika fluida tidak mengalir tetapi tekanan dalam sistem masih positif, yang menyebabkan sensor tidak merespon secara akurat. Keberadaan *flow switch* sangat penting dalam sistem otomasi pompa air, karena dapat mengatur waktu operasi pompa secara efisien. Hal ini berkontribusi pada penghematan energi serta penurunan biaya operasional dalam proses produksi. Berikut gambar 2. 3 adalah gambar dari *flow switch* yang digunakan.



Gambar 2. 3 *Flow switch* Sensor

Sumber: <https://hpclaser.co.uk/p/water-flow-switch/>



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.3.3 Motor Induksi 3 Fasa

Motor induksi tiga fasa merupakan jenis motor arus bolak-balik (AC) yang paling umum digunakan di sektor industri sebagai aktuator untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik berupa gerak putar. Motor ini banyak diaplikasikan karena memiliki konstruksi yang sederhana, kuat, dan tahan lama, sehingga cocok digunakan dalam berbagai proses produksi. Meskipun demikian, motor induksi tiga fasa juga memiliki beberapa kekurangan, seperti arus awal (*starting current*) yang cukup tinggi serta terjadinya *overshoot* yang dapat memengaruhi kinerja motor, terutama saat bekerja pada jenis beban tertentu. Oleh karena itu, diperlukan upaya perawatan dan pengendalian yang tepat agar motor tetap dapat beroperasi secara optimal dalam berbagai kondisi beban (Fatih Mutamimul Wildan, 2016). Gambar 2. 4 memperlihatkan bentuk fisik dari motor induksi tiga fasa.



Gambar 2. 4 Motor Induksi 3 Fasa

Sumber: <https://www.teknik-listrik.com/2021/04/prinsip-kerja-motor-induksi-3-fasa.html>

Secara prinsip, motor induksi tiga fasa bekerja berdasarkan Hukum Faraday mengenai tegangan induksi serta Hukum Lorentz yang menjelaskan pengaruh medan magnet terhadap arus listrik. Ketika arus listrik mengalir pada kumparan stator, akan terbentuk medan magnet yang memotong konduktor di rotor dan menimbulkan arus induksi. Interaksi antara fluks magnet stator dan arus pada rotor menghasilkan gaya Lorentz yang memicu torsi, sehingga rotor mulai berputar mengikuti arah medan magnet stator. Tegangan induksi terjadi akibat gerakan relatif antara rotor dan medan magnet stator. Motor jenis ini umumnya bekerja pada kecepatan yang mendekati kecepatan sinkron, namun tetap berada di bawahnya, atau dikenal dengan istilah kecepatan slip. Untuk mendukung pembahasan ini, gambar 2.5 menampilkan *nameplate* dari motor induksi tiga fasa yang digunakan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

dalam implementasi tugas akhir ini, sebagai informasi teknis terkait spesifikasi motor yang digunakan.



Gambar 2. 5 Name Plate Motor Induksi

Sumber: Dokumen pribadi, telah diolah kembali

2.4 Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah suatu sistem yang memanfaatkan konektivitas internet secara terus-menerus untuk menghubungkan mesin, peralatan, dan objek fisik lainnya. Dengan menggunakan sensor jaringan, IoT mengumpulkan data dan memantau kinerjanya secara mandiri. Konsep ini memungkinkan objek tertentu untuk mengirimkan data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi antara manusia dengan manusia atau antara manusia dengan perangkat komputer, sehingga berbagai perangkat dapat saling terhubung dan bertukar informasi melalui internet (Ciasaka et al., 2023). Gambar Arsitektur *Internet of Things* dapat dilihat pada Gambar 2.6.

Konsep *Internet of Things* (IoT) melibatkan berbagai perangkat fisik yang kita gunakan sehari-hari yang dapat terhubung ke internet dan saling berkomunikasi. Perangkat ini bisa berupa sensor, kamera, mobil, atau mesin industri. Dengan kemampuan untuk mengontrol, memantau, dan mendapatkan informasi dari perangkat-perangkat ini, kita dapat berbagi data melalui jaringan internet. Berikut adalah cara kerja IoT:

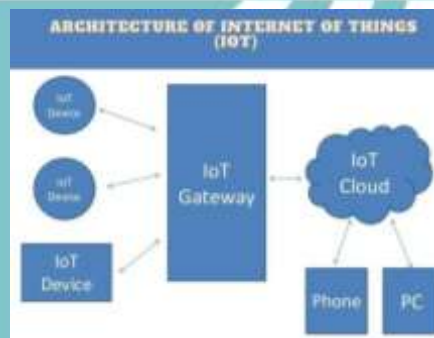
- 1) Sensor dan Perangkat: IoT dimulai dengan perangkat fisik yang dilengkapi dengan sensor dan aktuator yang mengumpulkan data dari lingkungan, seperti posisi, suhu, dan kelembaban.
- 2) Konektivitas: Data yang dikumpulkan oleh sensor kemudian dikirim melalui jaringan internet, yang dapat menggunakan Wi-Fi, Bluetooth, jaringan seluler, atau protokol komunikasi lainnya.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- 3) *Platform Cloud*: Perangkat IoT menyimpan dan memproses data di server atau platform cloud. Di sini, data dapat diolah, dianalisis, dan dimanfaatkan.
- 4) *Pemrosesan Data*: Teknologi analitik dan kecerdasan buatan (AI) digunakan untuk menganalisis data yang tersimpan di cloud, menghasilkan wawasan atau melakukan tindakan tertentu. Contohnya, data suhu dari sensor dapat digunakan untuk secara otomatis menghidupkan atau mematikan AC.
- 5) *Interaksi Pengendalian*: Aplikasi atau dashboard yang terhubung ke platform cloud memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan perangkat IoT, yang dapat digunakan untuk memantau, mengontrol, atau bahkan mengotomatisasi tindakan dari jarak jauh.



Gambar 2. 6 Arsitektur *Internet of Things* (IoT)

Sumber <https://www.ssla.co.uk/internet-of-things/>

2.4.1 Blynk

Blynk adalah sebuah platform aplikasi untuk sistem operasi mobile seperti iOS dan Android yang dirancang untuk memudahkan pengendalian modul seperti Arduino, Raspberry Pi, ESP8266, WEMOS D1, dan berbagai modul lainnya melalui internet. Platform ini berfungsi sebagai dasbor digital yang memungkinkan pengguna untuk menciptakan antarmuka grafis untuk proyek yang akan diimplementasikan dengan cara yang sederhana, yaitu menggunakan metode *drag and drop* (Handi et al., 2019). *Blynk* dirancang untuk mempermudah pembuatan kontrol jarak jauh dan pembacaan data sensor dari perangkat seperti Arduino atau ESP32. Tidak hanya berfungsi sebagai *cloud IoT*, *Blynk* menawarkan solusi menyeluruh (*end-to-end*) yang efisien dalam pengembangan aplikasi terhubung.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Platform ini mengurangi kebutuhan akan pemrograman kompleks dan menyederhanakan proses akses perangkat dari mana saja melalui smartphone, sehingga cocok bagi pengguna yang belum berpengalaman dengan coding dan jaringan. Logo *Blynk* dapat dilihat pada Gambar 2. 7.



Gambar 2. 7 Blynk

Sumber: <https://blynk.io/blynk-iot-low-code-software-platform>

2.4.2 Wifi

Wi-Fi merupakan singkatan dari *Wireless Fidelity* yaitu sebuah media penghantar komunikasi data tanpa kabel yang bisa digunakan untuk komunikasi atau mentransfer program dan data dengan kemampuan yang sangat cepat. Wi-Fi juga dapat diartikan teknologi yang memanfaatkan peralatan elektronik untuk bertukar data dengan menggunakan gelombang radio (nirkabel) melalui sebuah jaringan komputer, termasuk koneksi internet berkecepatan tinggi (Karim et al., 2016).

Sebuah konektivitas WiFi berfungsi untuk menghubungkan perangkat Android dengan subsistem data logger. Koneksi WiFi ini menggunakan modul, misalnya ESP32. Perintah dari aplikasi di Android akan diterima oleh subsistem data logger melalui modul yang terpasang, dan subsistem data logger akan mengirimkan data yang diminta oleh aplikasi Android. Komunikasi akan terjadi apabila subsistem data logger terhubung dengan aplikasi Android melalui modul yang terpasang. Proses pengiriman data dilakukan secara real-time, di mana data dari hasil pembacaan sensor tegangan dan sensor arus akan dikirim ke aplikasi Android. Logo WiFi dapat dilihat pada Gambar 2. 8.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



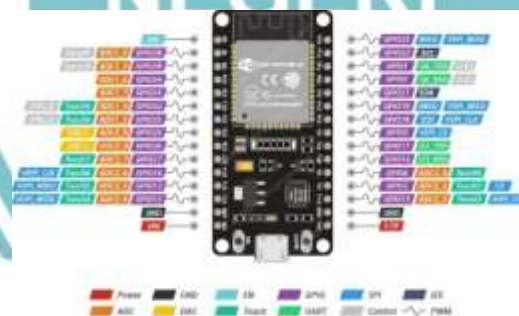
Gambar 2. 8 WiFi

Sumber: <https://www.wifi.id/>

2.4.3 ESP32

Mikrokontroler ESP32 adalah sebuah sistem on chip (SoC) yang terintegrasi dengan fitur WiFi 802.11 b/g/n, Bluetooth versi 4.2, dan berbagai periferal lainnya. ESP32 merupakan chip yang sangat komprehensif, dilengkapi dengan prosesor, penyimpanan, dan akses ke *General Purpose Input Output* (GPIO). Chip ini dapat digunakan sebagai pengganti Arduino, dengan kemampuan untuk terhubung langsung ke WiFi.

Kekuatan utama ESP32 terletak pada kombinasi fitur-fitur unggulannya, seperti prosesor *dual-core*, konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth yang terintegrasi, beragam pin input/output yang serbaguna (GPIO), serta efisiensi konsumsi daya. Semua fitur ini menjadikan ESP32 sebagai pilihan ideal bagi para pengembang yang ingin menciptakan perangkat IoT yang handal dan inovatif (Hercog et al., 2023). Gambar 2. 9 menunjukkan *pinout* yang ada pada modul ESP32 DEV KIT VI.



Gambar 2. 9 ESP32 Peripherals and I/O

Sumber: <https://arduinookitproject.com/esp32-pinout-reference/>

2.4.4 Arduino IDE

Arduino merupakan platform prototipe elektronik *open-source* yang dirancang untuk mempermudah pengembangan sistem berbasis mikrokontroler. Platform ini



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

terdiri dari perangkat keras (hardware) berupa papan mikrokontroler, serta perangkat lunak (software) berupa Arduino IDE yang digunakan untuk menulis, mengompilasi, dan mengunggah program ke papan Arduino. Arduino memiliki keunggulan dalam kemudahan penggunaan dan efisiensi pemrograman, menjadikannya pilihan ideal bagi pemula yang ingin mempelajari mikrokontroler tanpa perlu melalui tahapan pemrograman yang kompleks seperti pada sistem konvensional. Selain itu, Arduino mendukung berbagai modul tambahan, seperti sensor, aktuator, dan tampilan, sehingga sangat fleksibel dalam penerapan (Jauhari Arifin et al., 2016).

Keunggulan utama Arduino terletak pada sifatnya yang *open-source*, baik dari sisi perangkat keras maupun perangkat lunaknya. Skematik dan desain perangkat keras tersedia secara bebas, memungkinkan pengguna untuk mengunduh, memodifikasi, dan merakit sistem sesuai kebutuhan tanpa lisensi. Arduino IDE juga dapat diakses secara gratis dan kompatibel dengan berbagai sistem operasi. Ketersediaan dokumentasi, komunitas yang luas, serta kualitas desain yang baik menjadikan arduino sebagai platform yang sangat populer di kalangan pelajar, pengembang, hingga profesional dalam pengembangan sistem otomasi dan *embedded system*. Gambar 2. 10 menunjukkan tampilan *software* Arduino IDE.



Gambar 2. 10 *Software* Arduino IDE

Sumber: Dokumen pribadi, telah diolah kembali

2.5 Komponen Daya dan Kontrol

Komponen pada rangkaian daya dan kontrol merupakan elemen penting yang digunakan dalam sistem otomasi untuk menjalankan dan memantau proses secara otomatis. Dalam konteks perancangan sistem otomatis pengisian tangki BBM



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

genset berbasis PLC dan IoT, beberapa komponen utama yang umum digunakan dalam rangkaian daya dan kontrol meliputi berbagai perangkat pendukung yang memastikan sistem bekerja secara efisien dan handal.

A. Komponen Rangkaian Daya

- 1) *Power Supply*: Berfungsi menyediakan sumber daya listrik utama bagi sistem. *Power Supply* yang digunakan harus sesuai dengan kebutuhan tegangan dan arus dari komponen seperti PLC dan perangkat lainnya. Umumnya digunakan tegangan DC 12V atau 24V untuk kestabilan operasional.
- 2) *Relay*: Digunakan untuk mengalirkan atau memutuskan arus listrik ke perangkat tertentu berdasarkan sinyal dari PLC, terutama pada beban seperti pompa atau motor listrik.
- 3) *Fuse*: Berperan sebagai pelindung terhadap arus lebih yang bisa merusak komponen penting sistem.
- 4) *Miniature Circuit Breaker (MCB)*: Sebagai pengaman utama jalur listrik dari panel ke peralatan sistem, baik dalam bentuk arus AC maupun DC.

B. Komponen Rangkaian Kontrol

- 1) *Programmable Logic Controller (PLC)*: Bertindak sebagai pusat kendali yang diprogram untuk mengatur proses pengisian tangki secara otomatis berdasarkan logika yang telah dirancang.
- 2) *Sensor*: Digunakan untuk memantau parameter penting seperti level bahan bakar dalam tangki, suhu, atau tekanan. Data dari sensor akan diolah oleh PLC sebagai dasar pengambilan keputusan.
- 3) *Aktuator (seperti motor pompa)*: Komponen yang digerakkan oleh perintah dari PLC untuk menjalankan tindakan fisik, seperti menyalakan atau mematikan pompa bahan bakar sesuai kebutuhan sistem.
- 4) *Timer PLC*: Fitur internal pada PLC yang memungkinkan pengaturan waktu tunda atau durasi tertentu dalam proses pengisian, guna menghindari kesalahan seperti *overflowing*.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.5.1 Power Supply

Dalam merancang sistem otomatis, seperti pada pengisian tangki BBM genset berbasis PLC dan IoT, sering kali diperlukan sumber tegangan dengan karakteristik berbeda untuk setiap komponen. *Power Supply* berperan penting sebagai penyedia tegangan listrik yang sesuai dengan kebutuhan perangkat, baik untuk sistem kontrol maupun aktuator. Umumnya, terdapat dua jenis konversi tegangan dalam *Power Supply*, yaitu dari arus bolak-balik (AC) ke arus searah (DC), serta konversi DC ke DC untuk menyesuaikan level tegangan lebih lanjut sesuai kebutuhan sistem.

Proses konversi dari AC ke DC dimulai dengan penyearahan menggunakan rangkaian dioda *bridge*, yang mengubah gelombang AC menjadi pulsa-pulsa DC. Namun, hasil dari proses ini masih mengandung riak tegangan (*ripple*), sehingga perlu distabilkan dengan menggunakan kapasitor. Kapasitor bertugas menyimpan muatan listrik saat tegangan naik dan melepaskannya saat tegangan turun, guna mengurangi fluktuasi pada output. Setelah itu, tegangan dialirkan ke rangkaian regulator agar diperoleh tegangan DC yang stabil dan konstan, sehingga dapat digunakan dengan aman oleh berbagai komponen dalam sistem otomatisasi. *Power Supply* umumnya dirancang sebagai unit mandiri yang terintegrasi dalam sistem kendali dan berfungsi untuk memberikan suplai tegangan yang stabil ke komponen elektronik, seperti PLC, sensor, dan relay. Karena banyak perangkat kontrol dan monitoring hanya dapat beroperasi dengan arus searah, maka keberadaan *Power Supply* menjadi krusial dalam menjamin keandalan dan kontinuitas kerja sistem secara keseluruhan. Gambar 2. 11 memperlihatkan bentuk dari *Power Supply* (PSU) 24 Vdc 5 A.



Gambar 2. 11 *Power Supply* 24 VDC

Sumber: <https://orbit.co.id/power-supply-24v-5a-psu-24v-5a-switching-power/>



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.5.2 MCB

Miniature Circuit Breaker (MCB) atau pemutus sirkuit mini merupakan perangkat elektromekanis yang digunakan untuk melindungi sistem kelistrikan dari kelebihan arus. Ketika arus listrik yang mengalir melebihi ambang batas yang telah ditentukan, MCB secara otomatis akan memutuskan aliran listrik untuk mencegah kerusakan pada peralatan maupun instalasi. Selain itu, MCB juga dapat dioperasikan secara manual sebagai saklar untuk memutus atau menyambungkan arus dalam kondisi normal, seperti saat proses perawatan. Berikut gambar 2. 12 memperlihatkan bentuk fisik dari MCB.



Gambar 2. 12 *Mini Circuit Breaker*

Sumber: <https://www.se.com/id/en/product-range/883-domae-mcb/#products>

Fungsi utama dari MCB adalah sebagai alat pengaman yang membatasi arus lebih dan mencegah kerusakan akibat gangguan hubung singkat. Umumnya, MCB dilengkapi dengan dua sistem pengaman, yaitu pengaman termal untuk melindungi dari beban lebih, dan pengaman elektromagnetik (*relay*) untuk merespons arus hubung singkat. Dalam kondisi abnormal seperti kelebihan arus, MCB akan secara otomatis membuka kontakannya sehingga hanya bagian yang terganggu dari sistem listrik yang terputus, sementara bagian lainnya tetap dapat beroperasi.

2.5.3 *Module Relay 6 Channel*

Module relay merupakan salah satu perangkat elektronik yang bekerja berdasarkan prinsip elektromagnetik untuk mengaktifkan kontaktor, sehingga dapat mengubah kondisi dari ON ke OFF ataupun sebaliknya dengan bantuan aliran listrik. Proses buka-tutup pada kontaktor ini dipengaruhi oleh medan magnet yang terbentuk akibat arus listrik yang mengalir melalui lilitan kumparan. Perbedaan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

utama antara *relay* dan sakelar terletak pada metode pengoperasiannya: *relay* berpindah posisi secara otomatis melalui aliran listrik, sedangkan sakelar memerlukan pengoperasian secara manual.

Relay board sendiri berfungsi sebagai saklar elektronik otomatis yang dikendalikan oleh logika sinyal listrik. Fungsinya mencakup pengendalian perangkat bertegangan tinggi menggunakan tegangan rendah, mengurangi kemungkinan penurunan tegangan, mendukung fitur penundaan waktu (*delay timer*), memberikan perlindungan terhadap komponen dari kelebihan tegangan yang berpotensi menimbulkan korsleting, serta membantu menyederhanakan rangkaian agar lebih efisien dan terorganisir. Contoh *module relay* 6 channel dapat dilihat pada gambar 2. 13.



Gambar 2. 13 *Module Relay 6 Channel*

Sumber: <https://dientulenguyen.com/module-relay/module-relay-6-kenh.html>

2.6 Analisis Kinerja Sistem Otomatis

Analisis Kinerja Sistem Otomatis Pengisian Tangki BBM Genset Berbasis PLC dan IoT dibuat untuk menganalisis kinerja sistem pengisian bahan bakar pada genset yang menggunakan teknologi PLC dan IoT. Laporan tugas akhir ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja sistem otomatis pengisian tangki BBM pada kondisi aktual dan kondisi ideal, serta memberikan rekomendasi untuk meningkatkan kinerja sistem tersebut. Temuan ini sejalan dengan penelitian (Ali et al., 2020) yang menunjukkan bahwa integrasi IoT dalam kontrol berbasis PLC dapat meningkatkan presisi dan responsivitas sistem, serta didukung oleh (Durga et al., 2018) yang menekankan pentingnya monitoring jarak jauh guna mengurangi risiko kerusakan dan *downtime*. Dengan demikian, laporan ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi strategis dalam pengembangan sistem otomasi pengisian BBM yang lebih efisien, handal, dan adaptif terhadap kondisi lapangan.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

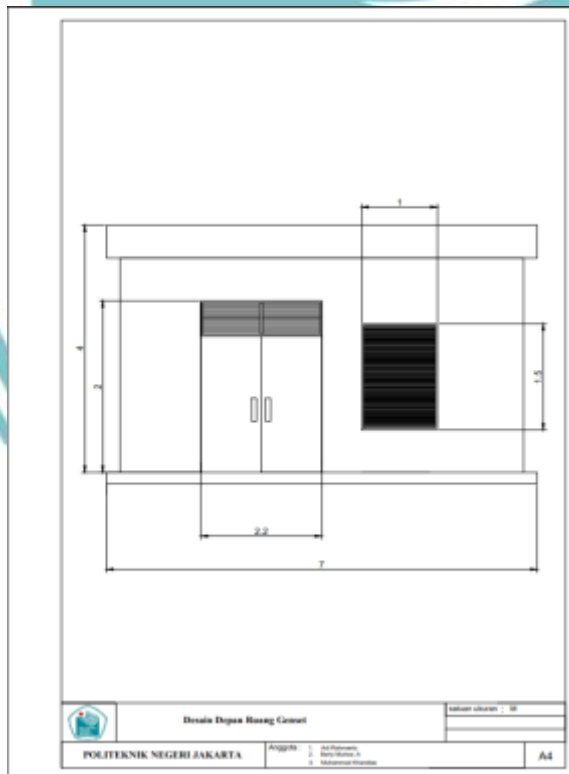
BAB 3

PERANCANGAN DAN REALISASI

3.1 Rancangan Alat

Sistem yang dirancang dalam penelitian ini merupakan alat otomatis pengisian bahan bakar minyak (BBM) pada genset berbasis *Programmable Logic Controller* (PLC) dan terintegrasi dengan teknologi *Internet of Things* (IoT). Tujuan utama perancangan sistem ini adalah menggantikan metode pengisian manual yang bergantung pada operator, serta meningkatkan efisiensi, akurasi, dan keandalan proses pengisian melalui pemantauan secara *real-time* dari jarak jauh.

Sebelum perancangan dan pemasangan sistem dilakukan, tahap awal yang dilaksanakan adalah observasi lapangan untuk mengetahui kondisi aktual lokasi pemasangan sistem, seperti tata letak ruangan, posisi tangki BBM, serta potensi jalur instalasi perangkat. Informasi ini digunakan untuk menyesuaikan rancangan alat dengan lingkungan fisik di lapangan, sehingga memudahkan proses integrasi sistem serta memastikan pengoperasian alat dapat berjalan secara optimal. Gambar 3.1 memperlihatkan tampilan ruangan dari dalam sebelum instalasi sistem.



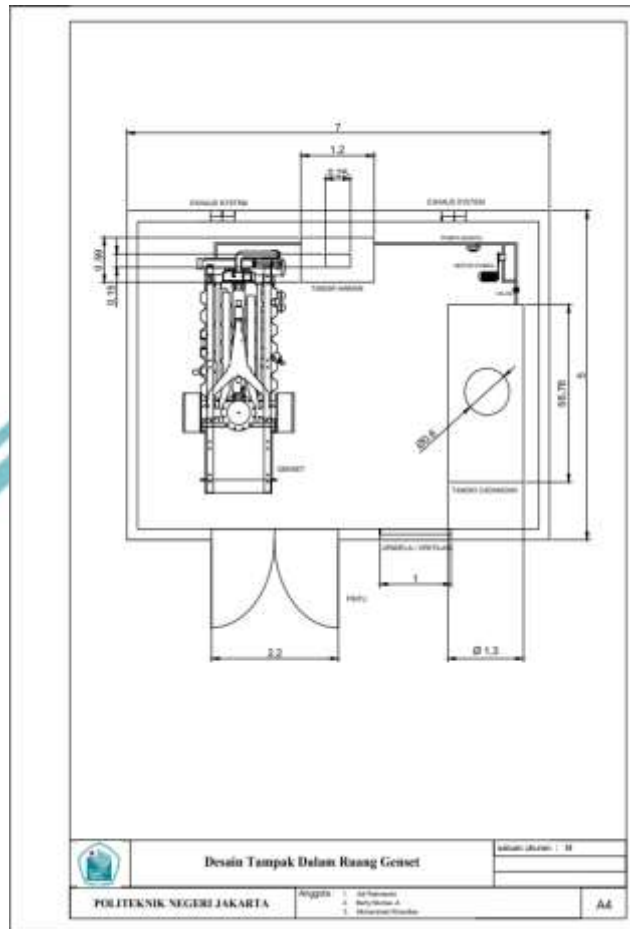
Gambar 3. 1 Desain Depan Ruang Genset



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 3. 2 Desain Tampak Dalam Ruang Genset

Gambar 3.2 menunjukkan kondisi awal ruangan genset sebelum penerapan sistem otomatis. Observasi lapangan dilakukan untuk memetakan tata letak ruangan, posisi tangki BBM, dan jalur instalasi komponen yang memungkinkan. Informasi ini menjadi dasar perancangan agar alat dapat disesuaikan dengan kondisi fisik lapangan, memudahkan pemasangan, serta menjamin efisiensi dan keamanan operasional.

Pengembangan sistem dilakukan secara bertahap, dimulai dari studi literatur dan observasi sistem manual, identifikasi masalah, perumusan tujuan, analisis kebutuhan, penyusunan spesifikasi teknis, pemilihan komponen, perakitan alat, hingga pengujian fungsi dan pengambilan data lapangan sebagai bahan evaluasi kinerja.

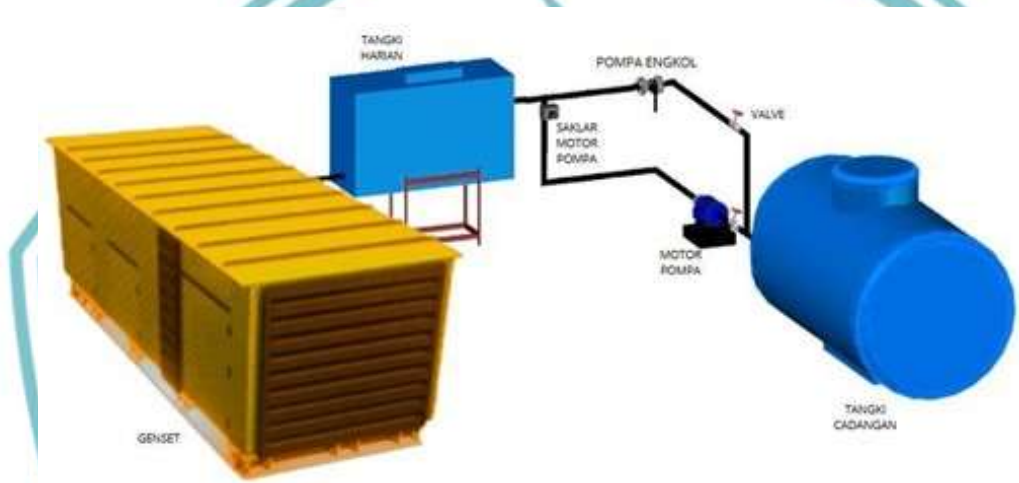


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.1.1 Deskripsi Alat

Sistem pengisian bahan bakar pada genset sebelum penerapan otomatisasi masih bergantung sepenuhnya pada pengoperasian manual. Pengisian dilakukan dengan menggunakan pompa tangan (engkol) atau motor pompa yang diaktifkan melalui sakelar secara manual oleh operator. Untuk menggambarkan struktur sistem manual yang digunakan sebelumnya, Gambar 3.3 memperlihatkan tata letak dan hubungan antar komponen utama seperti motor pompa, tangki cadangan, tangki harian, dan pompa engkol.



Gambar 3. 3 *Layout System Existing*

Dalam sistem ini, posisi antara tangki harian dan tangki cadangan diletakkan terpisah dan tidak terhubung secara langsung dengan sistem kontrol genset. Pemantauan level bahan bakar dilakukan secara visual menggunakan selang indikator transparan yang terpasang pada tangki harian. Pada kondisi tersebut, setiap komponen bekerja secara terpisah dan membutuhkan intervensi langsung dari operator, yang rentan terhadap keterlambatan, pengisian berlebih, atau bahkan kekurangan suplai bahan bakar akibat keterbatasan pemantauan.

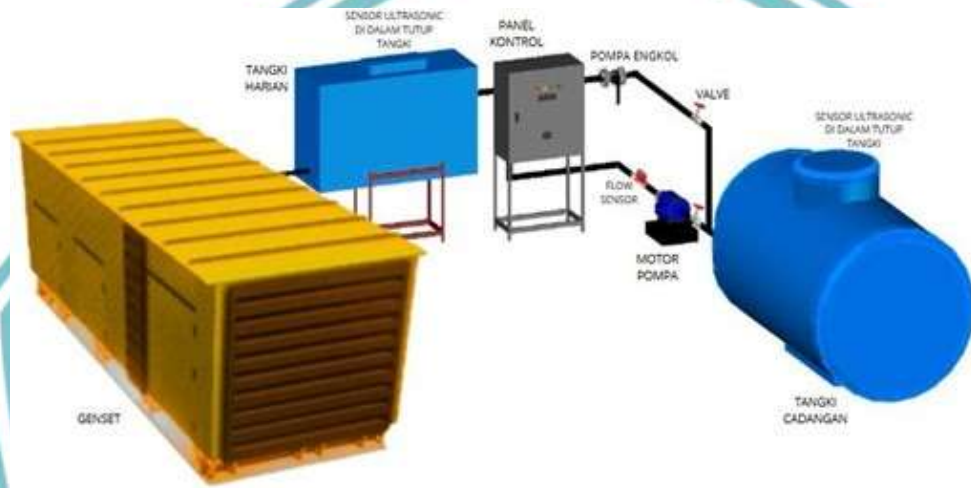
Sebagai solusi terhadap keterbatasan sistem manual tersebut, dirancanglah sistem otomatis pengisian BBM genset berbasis *Programmable Logic Controller* (PLC) dan *Internet of Things* (IoT). Beberapa komponen utama seperti sensor, ESP32, dan panel kontrol diposisikan lebih dekat dengan tangki untuk mengoptimalkan konektivitas dan mempercepat respon sistem. Struktur awal tetap dipertahankan untuk komponen seperti tangki dan motor pompa, namun sistem



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

diperluas dengan integrasi sensor ultrasonik di bagian atas tangki untuk memantau ketinggian bahan bakar serta flow sensor yang dipasang pada jalur keluaran motor pompa guna memastikan adanya aliran saat pengisian berlangsung. Panel kontrol dirancang dengan penempatan yang aman dan mudah dijangkau guna mendukung pengoperasian dan perawatan teknis. Seluruh pengaturan ulang posisi dan integrasi komponen dalam sistem ini divisualisasikan pada Gambar 3.4 sebagai hasil dari penerapan otomatisasi.



Gambar 3. 4 Layout Sistem Otomatis

Sistem otomatis pengisian dan pemantauan BBM pada genset berbasis PLC dan IoT dirancang untuk menyederhanakan proses pengisian bahan bakar sekaligus memungkinkan pemantauan level tangki secara otomatis dan real-time. Sistem ini mengandalkan *Programmable Logic Controller* (PLC) sebagai pusat kendali, serta sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mengukur ketinggian permukaan bahan bakar di dalam tangki. Selain itu, flow sensor turut digunakan untuk mendeteksi adanya gangguan atau anomali aliran selama proses pengisian berlangsung.

3.1.2 Cara Kerja Alat

Sistem ini bekerja secara otomatis dengan memanfaatkan dua sensor utama, yaitu sensor ultrasonik HC-SR04 dan sensor aliran. Sensor ultrasonik berfungsi untuk mengukur level bahan bakar di tangki harian dan tangki cadangan. Sensor ini terhubung dengan mikrokontroler ESP32 yang berfungsi sebagai unit pemrosesan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

awal dalam membaca data level permukaan cairan. Data pengukuran kemudian diteruskan ke PLC melalui modul relai dalam bentuk sinyal logika digital.

Sensor aliran terhubung langsung dengan PLC dan berfungsi sebagai pendeteksi adanya aliran bahan bakar saat proses pengisian. Ketika pompa aktif tetapi tidak ada aliran yang terdeteksi oleh sensor, sistem akan mengidentifikasi kondisi ini sebagai anomali dan secara otomatis menghentikan proses pengisian untuk mencegah kesalahan lebih lanjut.

PLC berperan sebagai pengontrol utama yang memproses semua data input dari ESP32 dan sensor aliran, kemudian menentukan pengendalian motor pompa secara otomatis. Logika kerja ini dirancang untuk memastikan kestabilan proses pengisian bahan bakar sekaligus menghindari keterlambatan atau pengisian berlebih.

Selain fungsi kontrol otomatis, sistem ini juga terintegrasi dengan teknologi *Internet of Things* (IoT) melalui koneksi ESP32. Setelah data diproses oleh PLC, informasi mengenai level bahan bakar dan status operasional pompa dikirim kembali ke ESP32 untuk diteruskan ke server IoT. Dengan demikian, pengguna dapat memantau kondisi tangki dan sistem secara real-time dari lokasi mana pun melalui perangkat yang terhubung internet. Ketika level bahan bakar pada tangki harian terbaca sebesar 10%, PLC akan mengirimkan perintah untuk mengaktifkan motor pompa (ON) dan memulai pengisian bahan bakar. Pada saat yang bersamaan, *flow* sensor harus mendeteksi aliran cairan untuk memastikan bahwa proses pengisian dapat berjalan dengan lancar.

- 1) Pada saat level bahan bakar di tangki harian terdeteksi berada pada nilai $\leq 10\%$, PLC akan mengeluarkan perintah untuk mengaktifkan motor pompa (ON) dan memulai proses pengisian bahan bakar. Pada saat yang sama, sensor aliran harus mendeteksi adanya aliran cairan untuk memastikan kelancaran proses pengisian.
- 2) Ketika level bahan bakar di tangki harian diukur pada nilai $\leq 50\%$, PLC akan tetap mengeluarkan perintah untuk mengoperasikan motor pompa (ON) dan melanjutkan proses pengisian bahan bakar. Proses ini akan berlanjut hingga tangki harian mencapai level maksimum 100%, dengan sensor aliran yang terus menyatukan adanya aliran cairan.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- 3) Setelah level bahan bakar di tangki harian mencapai 90%, PLC akan memberikan instruksi ke motor pompa untuk menghentikan dan mengakhiri proses pengisian. Pada saat yang sama, jika tingkat bahan bakar di tangki cadangan mencapai 10%, PLC akan mengeluarkan perintah untuk mematikan motor pompa (OFF).
- 4) PLC akan kembali aktif untuk melakukan pengisian bahan bakar ketika level bahan bakar di tangki cadangan terdeteksi pada nilai $\leq 50\%$. Seluruh kondisi ini dapat dipantau secara real-time melalui sistem IoT.

3.1.3 Flowchart Sistem

Flowchart ini menggambarkan proses kerja sistem pada mode manual dan otomatis. Pada mode manual, pengisian tangki BBM dilakukan secara langsung tanpa melalui sistem kontrol otomatis. Operator cukup memutar engkol pompa secara manual, maka BBM dari tangki cadangan akan mengalir menuju tangki harian.

Sementara itu, pada mode otomatis, pengisian dilakukan secara otomatis melalui sistem kontrol yang terintegrasi. Untuk mengaktifkan mode otomatis, operator perlu memutar *selector switch* ke posisi otomatis. Setelah mode otomatis aktif, proses pengisian dapat berjalan secara otomatis berdasarkan logika yang telah diprogram pada sistem, tanpa intervensi manual lebih lanjut. Gambar 3.5 merupakan *Flowchart* yang menunjukkan alur kerja sistem mode manual dan mode otomatis.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 3. 5 Flowchart Sistem Pengisian Otomatis dan Manual Tangki BBM



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Flowchart pada Gambar 3.5 menggambarkan alur kerja sistem dalam dua mode operasi, yaitu mode manual (sebelah kiri) dan mode otomatis (sebelah kanan), yang dapat dipilih langsung oleh operator.

Mode Manual:

1. Sistem diawali dengan menyalakan MCB sebagai sumber utama daya, jika tidak ada sumber daya ke MCB dapat langsung ke point 5.
2. PLC dan mikrokontroler (ESP32) akan menyala.
3. Jika koneksi internet tersedia, data level bahan bakar akan dikirim ke aplikasi blynk, dan juga ditampilkan pada LCD I2C.
4. Jika koneksi internet tidak tersedia, data level bahan bakar akan langsung dikirim ke LCD I2C.
5. Pengisian dilakukan tanpa logika otomatis, yaitu operator mengoperasikan pompa secara manual menggunakan engkol.
6. Pengoperasian dapat disesuaikan atau dihentikan kapan saja oleh operator.

Mode Otomatis:

1. Sistem diawali dengan menyalakan MCB, sehingga suplai daya ke PLC dan mikrokontroler ESP32 aktif.
2. Mikrokontroler akan menginisialisasi sistem monitoring dan melakukan pengecekan koneksi internet. Jika koneksi tersedia, data level bahan bakar akan dikirim ke *blynk*, serta ditampilkan pada LCD I2C.
3. Jika koneksi internet tidak tersedia, data level bahan bakar akan langsung dikirim ke LCD I2C.
4. Operator mengatur *selector switch* ke posisi (M) untuk mengaktifkan sistem otomatis.
5. Sistem mulai menjalankan program kontrol otomatis.
6. Sistem membaca level bahan bakar pada tangki harian:
7. Level tangki harian $\leq 10\%$, dan
8. Level tangki cadangan $\geq 10\%$, maka PLC akan menyalakan motor pompa selama 5 detik awal sebagai inisialisasi aliran dilanjutkan ke point 7.

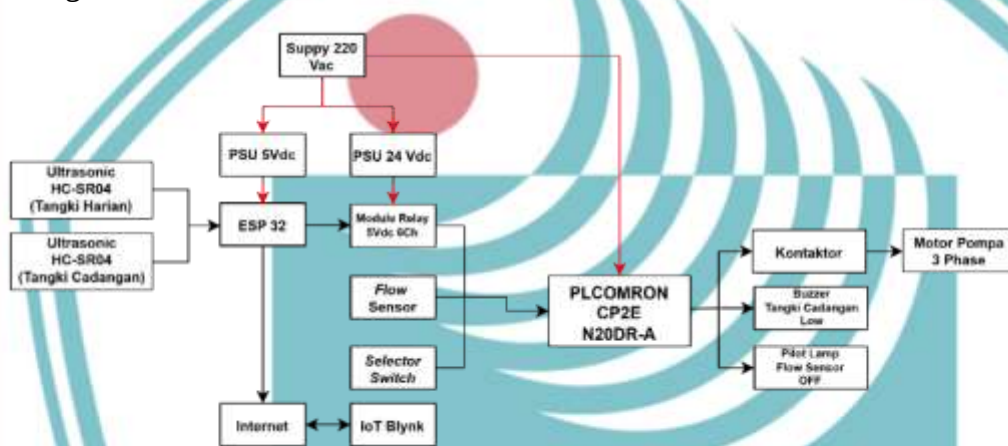


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.1.4 Diagram Blok

Diagram blok pada gambar dibawah menunjukkan struktur sistem pengisian bahan bakar berbasis PLC dan IoT. Diagram ini dibuat untuk menggambarkan alur kerja sistem secara lebih jelas dan sistematis. Dalam penyusunannya, telah dilakukan identifikasi terhadap komponen input, output, dan kontroler yang digunakan. Diagram blok ini juga berfungsi sebagai acuan dalam perancangan sistem, karena memudahkan pemahaman hubungan antar komponen serta integrasi fungsional dalam alat yang dirancang. Diagram Blok ditunjukkan pada gambar 3. 6 sebagai berikut.



Gambar 3. 6 Diagram Blok

3.1.5 Desain Alat

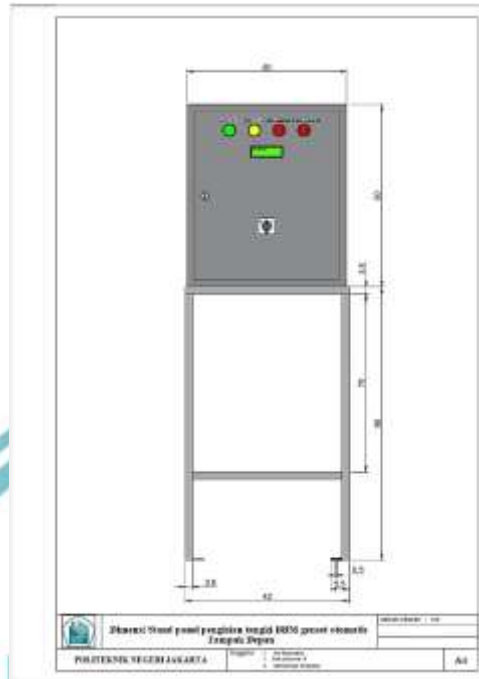
Desain alat dalam sistem otomasi pengisian tangki BBM genset berbasis PLC dan IoT merupakan representasi visual dari tata letak fisik komponen utama yang digunakan. Proses ini bertujuan untuk menggambarkan bagaimana perangkat seperti PLC, sensor ultrasonik, flow sensor, ESP32, serta modul relay disusun secara sistematis untuk mendukung kinerja sistem secara optimal. Gambar 3.7 dan Gambar 3.8 masing-masing menunjukkan tampak depan dan tampak samping dari box panel kontrol yang diletakkan di dekat tangki harian.



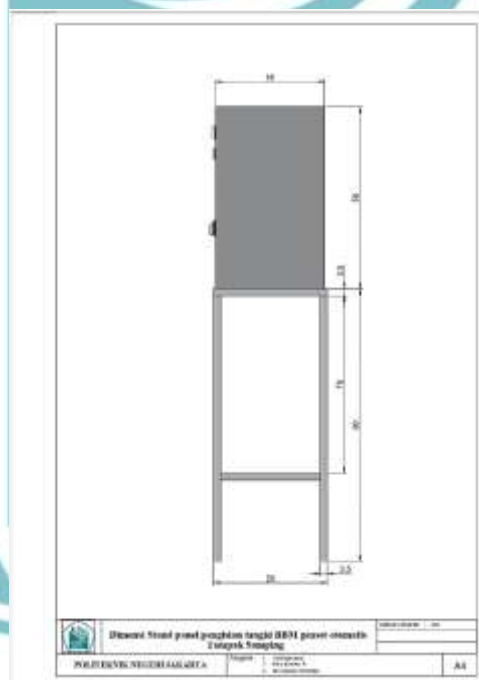
© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 3. 7 Desain Panel Tampak Depan



Gambar 3. 8 Desain Panel Tampak Samping

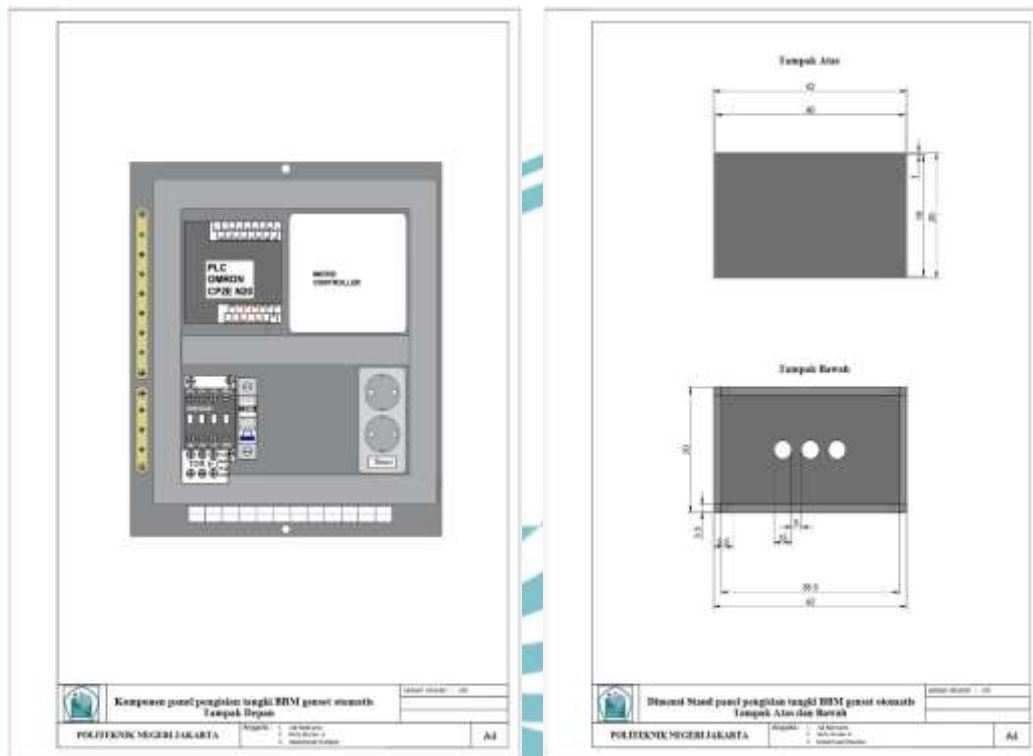
Tampilan ini berfungsi untuk memberikan referensi ukuran serta mempermudah penempatan panel di area instalasi. Selanjutnya, Gambar 3.9 menggambarkan desain letak komponen utama dalam sistem, termasuk posisi MCB, PLC, box mikrokontroller, stop kontak dan letak sensor ultrasonik. Gambar ini memberikan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

gambaran menyeluruh tentang bagaimana sistem akan disusun secara fisik di lapangan.



Gambar 3. 9 Layout Komponen

3.1.6 Spesifikasi Alat

Dalam merancang alat ini, pemilihan komponen untuk sistem otomasi harus dilakukan secara cermat. Pertimbangan utama mencakup aspek ekonomis, efektivitas, dan efisiensi guna memastikan bahwa setiap komponen berfungsi optimal. Pemilihan yang tepat akan memaksimalkan kinerja sistem sekaligus meminimalkan potensi kesalahan operasional. Spesifikasi komponen yang digunakan dalam rancang bangun sistem otomasi air multi-tangki berbasis PLC dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Spesifikasi Komponen

No	Nama Komponen	Spesifikasi	Jumlah	Unit
A. Komponen Kontrol				
1	PLC	Omron CP2E N20DR-A 12 digital inputs (PNP/NPN), 8 relay outputs;	1	Unit



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

		220 VAC Power Supply; Program capacity: 20 K steps; Data memory: 16 K words; Communication: Ethernet TCP/IP, optional RS 232C/422/485 ports.		
2	Module Relay 5VDC	Maximum load: AC 250V/10A, DC 30V/10A Jumlah channel: 6 Working voltage: 5V, active LOW atau active HIGH Weight: 33 g - Indication LEDs for Relay output status Selector Man-Off-Auto Type: LW26-20A/1; Voltage: 660VAC; Ampere: 20A	1	Set
3	Selector Switch	Type: LW26-20A/1; Voltage: 660VAC; Ampere: 20A	1	Pcs
4	Kontaktor	ABB Contactor A26-30-10 24V 50Hz / 24V 60Hz	1	Pcs
5	Thermal Overload Relay (TOR)	Schneider Thermal Overload Relay 1 Phase Merk: Schneider Electric; Tipe: LC1D-09/LRD-10; Setting Arus: 4 – 6 A; Current: 4 A at 220-240VAC 50Hz Poles description: 1P / 1 Phase / 1 kutub / 1 Fasa; Network type: AC; Curve code: C;	1	Unit
6	Miniatur Circuit Breaker (MCB)	Breaking capacity: 4500 A at 230 V AC 50 Hz conforming to IEC 60898-1; Network frequency: 50 Hz [Ue]; Rated operational voltage: 220-240 V AC 50 Hz Control type: Toggle;	1	Unit
B. Komponen Monitoring				
1	Sensor Ultrasonik HC - SR04	Operating Voltage: 5V DC; Operating Current: < 2 Ma;	1	Set



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

		<i>Output Signal: Electric frequency signal, high level 5V, low level 0V;</i> <i>Measuring Angle: Max. 15 degrees;</i> <i>Detection Range: 2 cm – 450 cm;</i> <i>Measurement Accuracy: Up to 0.3 cm;</i> <i>Trigger Input Signal: 10 μs TTL pulse;</i> <i>Echo Signal: TTL PWL output signal.</i>		
2	Flow Sensor Switch	<i>Automatic Booster Pump Switch 1 Inch 220V AC (Flow Sensor Switch);</i> <i>Material: Brass;</i> <i>Inlet Size: 1 inch;</i> <i>Outlet Size: 1 inch;</i> <i>Operating Voltage: 220V AC;</i> <i>Compatible Pump Power: 80W – 120W;</i> <i>Operating Temperature: 0 ~ 80°C</i> <i>Working Pressure: $\leq$ 0.6 Mpa;</i> <i>Dimensions: 7 cm $\times$ 7 cm $\times$ 4.3 cm.</i>	1	Unit
3	Lampu Indikator	<i>Pilot Lamp;</i> <i>Type: AD16-22DS;</i> <i>Mounting Diameter: 22 mm;</i> <i>Voltage: AC 220V;</i> <i>Available Colors: Green, Yellow, Red.</i>	3	Pcs
4	Pilot Lamp Buzzer	<i>LED Flash and Beep;</i> <i>Type: AD16-22SM;</i> <i>Mounting Diameter: 22 mm;</i> <i>Voltage Options: AC 220V / AC-DC 24V.</i>	1	Pcs
5	ESP32	<i>DEVKIT V1;</i>	1	Unit



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tegangan input (VIN): 5–12V (disarankan 7- 9V);
 Prosesor: *Dual-core* hingga 120 MHz;
 Memori: 520 KB SRAM dan 4 MB Flash;
 Wi-Fi: 802.11 b/g/n/e/i (2.4 GHz, hingga 150 Mbps);
 Bluetooth: Versi 4.2 BR/EDR dan BLE;
 Jumlah pin digital (GPIO): 25;
Input analog (ADC): 6 kanal, resolusi 12-bit;
Output analog (DAC): 2 kanal.

C. Komponen Beban

1	Motor Induksi 3 Phase	Voltage: 220/380 V; Current: 3.9 A; Frequency: 50 Hz; Speed: 1390 RPM; Insulation Class: B; Protection Class: IP44; Duty Type: S1 (<i>Continuous operation</i>); Manufacturer: Zhejiang People Electric Works, China.	1	Set
---	-----------------------	--	---	-----

D. Komponen Pendukung

1	Power Supply	Power Supply Switching 24V 5A; Sumber tegangan input: 110-240 VAC; Tegangan Output: 24V DC; Daya maksimal: 5A (120W); Dimensi: P 160 x L 98 x T 42 (MM).	1	Unit
2	Box Panel	Box panel listrik indoor W40 x H50 x D18 cm Material: Plat Besi Warna: Abu-Abu	1	Unit



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3	Kabel NYAF	Merek: Eterna; Jenis: Kabel Listrik Serabut / NYAF; Ukuran: 1 X 0.75 MM Material: Serabut, Tembaga / CU; Kulit: PVC; Panjang: 1 Meter Varian Warna: - Biru - Kuning Strip Hijau - Hitam – Merah.	45	Meter
4	Kabel NYA	Merk: Eterna; Warna: Hitam / Merah/Hijau Kuning/Kuning; Ukuran: 1 x 1.5 mm; Jenis Kabel: Kawat (NYA)	25	Meter
5	Skun Kabel Y	Skun Y Garpu Merk SL; Type: SV 1.25-4; Untuk kabel 0.5mm~1.5mm, baut 3mm. 0.5mm~1.5mm.	3	Pack
6	Terminal Block	Merk EWIG; Type: TB2512 12Pole/25A/600V; Lubang baut: M4; Size: 163x30x19mm	1	Set
7	Busbar Nol Arde	Merk EWIG; Busbar 8Baut+5Baut; Type: NAE-850; Panjang Nol: 170mm/17cm; Panjang Arde: 120mm/12cm; Panjang Total: 200mm/20cm.	1	Set
8	Junction Box	Junction box mikrokontroler; Dimensi: P 12,8 x L 12,8 x T 7 Material: Plastik; Warna: Abu-abu	1	Unit
9	Tangki Cadangan	Dimensi: P 243 x L 10 x T 65; Material: Plat Besi; Warna: Biru	1	Unit
10	Tangki Harian	Dimensi: P 120 x L 59 x T 59; Material: Plat Besi; Warna: Biru	1	Unit

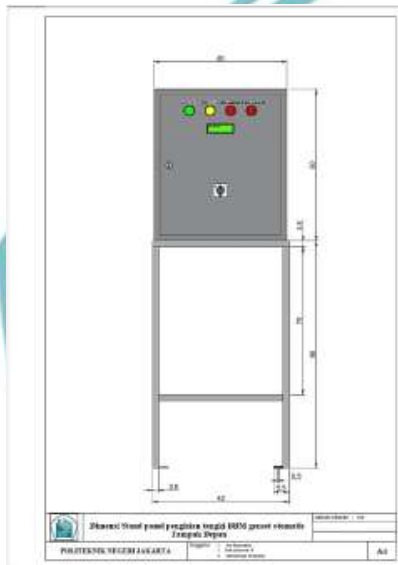


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.2 Realisasi Alat

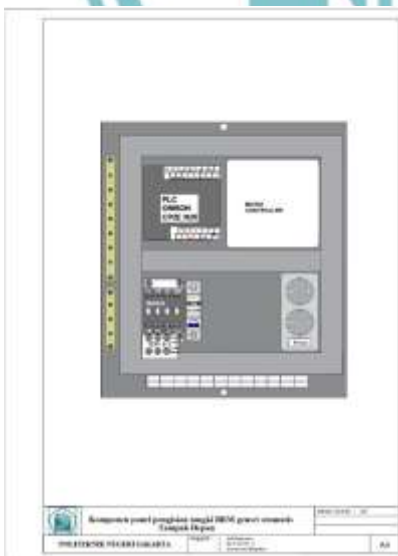
Berdasarkan perencanaan yang telah disusun, tahap selanjutnya adalah merealisasikan sistem otomatisasi pengisian tangki BBM genset dalam bentuk fisik agar dapat berfungsi sesuai dengan tujuan perancangan. Proses realisasi ini terdiri dari beberapa tahapan yang akan lebih mudah dilaksanakan apabila perencanaan sebelumnya telah disusun secara matang dan sesuai. Gambar 3.10 dan Gambar 3.11, menampilkan desain serta hasil realisasi kerangka pintu panel, sedangkan Gambar 3.12 hingga Gambar 3.13 memperlihatkan desain dan realisasi base plate panel.



Gambar 3. 10 Desain Kerangka Pintu Panel



Gambar 3. 11 Realisasi Kerangka Pintu Panel



Gambar 3. 12 Desain Base Plate Panel



Gambar 3. 13 Realisasi Base Plate Panel



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.2.1 Proses Kontruksi Alat

Proses konstruksi dilakukan setelah tahap perancangan sistem dinyatakan selesai. Setelah seluruh komponen yang dibutuhkan tersedia, kegiatan dilanjutkan dengan proses perakitan sistem secara menyeluruh. Dokumentasi proses konstruksi dapat dilihat pada Gambar 3.14.



Gambar 3. 14 Konstruksi Pintu Panel

3.2.2 Proses Pemasangan Komponen

Setelah proses konstruksi selesai, tahap berikutnya adalah pemasangan komponen sesuai dengan desain yang telah dibuat sebelumnya. Proses pemasangan ini dilakukan dengan mengikuti rancangan pekerjaan yang telah direncanakan. Dokumentasi pemasangan komponen dapat dilihat pada Gambar 3.15.



Gambar 3. 15 Pemasangan Layout Komponen



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.2.3 Proses Wiring Rangkaian Daya dan Kontrol

Setelah seluruh komponen terpasang sesuai dengan desain pekerjaan, tahap berikutnya adalah melakukan proses wiring antar komponen berdasarkan wiring diagram yang telah dibuat sebelumnya. Tahapan ini mencakup pemasangan komponen (Gambar 3.16), pemasangan sensor ultrasonik (Gambar 3.17), proses penyambungan dan merapikan kabel secara keseluruhan (Gambar 3.18) hingga pemasangan label yang ditunjukkan pada gambar 3.19.



Gambar 3. 16 Wiring Komponen



Gambar 3. 17 Pemasangan Sensor Ultrasonik



Gambar 3. 18 Penyambungan dan Merapikan Kabel Keseluruhan





Hak Cipta :

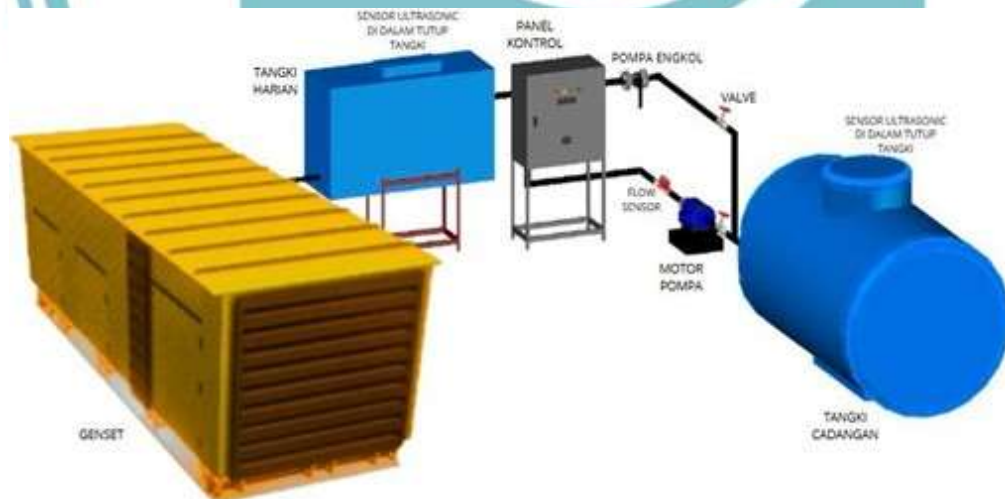
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 3. 19 Pemasangan Label

3.2.4 Hasil Realisasi Alat

Setelah seluruh proses perancangan dan perakitan selesai dilakukan, hasil akhir dari sistem ditampilkan pada Gambar 3.20 dan Gambar 3.21. Gambar 3.22 menunjukkan *layout* dari sistem yang dibuat sebagai acuan desain, sedangkan Gambar 3.23 memperlihatkan realisasi fisik sistem sesuai rancangan.



Gambar 3. 20 *Layout* Ruang Genset Terkini



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 3. 21 Realisasi Alat

3.2.5 Cara Pengambilan Data

Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan melalui dua metode, yaitu secara manual dan otomatis. Metode ini bertujuan untuk memperoleh data pembandingan antara sistem pengisian BBM genset secara manual dan sistem otomatis berbasis PLC dan IoT.

A. Langkah-langkah Pengambilan Data Secara Manual

- 1) Siapkan alat ukur berupa penggaris untuk mengukur tinggi permukaan BBM dalam tangki sebelum dan sesudah pengisian.
- 2) Catat volume awal dan volume akhir BBM berdasarkan perubahan tinggi permukaan menggunakan rumus volume tangki.
- 3) Gunakan stopwatch untuk mencatat waktu pengisian dari awal hingga akhir proses.
- 4) Lakukan pengisian BBM secara manual dengan mengoperasikan pompa dan menghentikan pengisian secara manual saat level BBM mendekati penuh.
- 5) Catat seluruh data hasil pengukuran pada tabel pengujian.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

B. Langkah-langkah Pengambilan Data Secara Otomatis

- 1) Pastikan seluruh sistem otomatis (PLC, sensor ultrasonik HC-SR04, *flow switch*, ESP32, dan aplikasi Blynk) telah terpasang dan terhubung dengan baik.
- 2) Aktifkan sistem dengan mengatur selector switch pada posisi M.
- 3) Sensor ultrasonik dan *flow switch* akan membaca data tinggi permukaan dan aliran BBM secara real-time, lalu mengirimkan data ke PLC dan ESP32.
- 4) Data level BBM dan status pengisian akan otomatis tercatat dan ditampilkan pada aplikasi Blynk.
- 5) Catat volume BBM yang dipindahkan dan waktu pengisian yang tertera pada aplikasi monitoring.
- 6) Lakukan verifikasi hasil sensor dengan pengukuran manual secara berkala untuk menguji akurasi.

C. Pengolahan Data

Pengolahan data hasil pengukuran dilakukan untuk menganalisis dan membandingkan kinerja sistem manual dan otomatis, serta mengevaluasi akurasi sensor, efisiensi energi, dan responsivitas sistem monitoring IoT. Langkah-langkah Pengolahan Data:

- 1) Hitung volume BBM yang dipindahkan pada setiap mode pengujian menggunakan rumus volume tangki:

$$V = p \times l \times t \quad (3.1)$$

Keterangan = P (panjang tangki), l (lebar tangki), t (kenaikan tinggi BBM)

- 2) Bandingkan volume BBM, waktu pengisian, dan efisiensi antara mode manual dan otomatis dibandingkan untuk mengetahui performa masing-masing mode.
- 3) Hitung akurasi sensor ultrasonik dengan membandingkan hasil pembacaan sensor dan pengukuran manual, serta hitung persentase error dan deviasi.
- 4) Analisis konsumsi energi sistem dengan menghitung daya listrik yang digunakan motor pompa dan ESP32 selama pengoperasian, kemudian konversi ke satuan kilowatt-hour (kWh) untuk mendapatkan nilai konsumsi energi yang sebenarnya.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Daya listrik motor pompa tiga fasa dihitung dengan rumus:

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos(\phi) \quad (3.2)$$

- Modul ESP32, daya listrik dihitung menggunakan rumus:

$$P = V \times I \times \cos(\phi) \quad (3.3)$$

- Energi listrik yang dikonsumsi motor pompa dan ESP32 selama 1 jam pengoperasian adalah:

$$E = P \times t = P \times 1 \text{ jam} = 1000P \text{ (kWh)} \quad (3.4)$$

- 5) Evaluasi responsivitas sistem IoT dengan mengukur jeda waktu antara perubahan level BBM dan data yang muncul di aplikasi Blynk.
- 6) Sajikan seluruh data dalam bentuk tabel dan grafik untuk memudahkan analisis perbandingan dan penarikan kesimpulan.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB 4

PEMBAHASAN

4.1 Pengujian dan Analisis Sistem Manual dan Otomatis

4.1.1 Deskripsi Pengujian

Pengujian sistem ini dilaksanakan untuk menilai kinerja sistem pengisian bahan bakar minyak (BBM) pada genset dalam dua kondisi operasional berbeda, yakni sistem manual dan sistem otomatis berbasis teknologi *Programmable Logic Controller* (PLC) yang terintegrasi dengan *Internet of Things* (IoT). Sistem ini dirancang untuk menggantikan proses manual yang sering kali memiliki kelemahan seperti keterlambatan penghentian pengisian, pengisian yang berlebihan (*overflowing*), serta tidak tersedianya sistem pemantauan level tangki secara real-time.

Sistem otomatis yang diuji melibatkan penggunaan sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai pendeteksi level bahan bakar dan *flow switch* sebagai pendeteksi keberadaan aliran. Keduanya menjadi input penting bagi PLC yang kemudian mengatur kerja pompa pengisian berdasarkan logika ladder diagram. Selain itu, sistem dilengkapi dengan mikrokontroler ESP32 yang berfungsi menghubungkan sistem dengan jaringan internet, sehingga data level BBM dapat diakses secara langsung oleh pengguna melalui aplikasi pemantauan seperti Blynk.

Proses pengujian dilaksanakan di ruang genset milik Politeknik Negeri Jakarta, dengan tujuan utama mengevaluasi efektivitas dan efisiensi sistem otomatis dalam menangani tugas pengisian BBM secara mandiri dan akurat, serta membandingkannya dengan metode konvensional yang masih melibatkan operator manusia. Beberapa parameter yang diamati mencakup kecepatan pengisian, volume BBM yang berhasil ditransfer, keakuratan sensor, efisiensi energi, dan stabilitas pemantauan berbasis IoT.

4.1.2 Prosedur Pengujian

Pengujian dilakukan melalui dua skenario: pengisian secara manual dan pengisian otomatis. Kedua mode tersebut diuji dalam kondisi sistem yang telah terpasang lengkap, dengan seluruh komponen listrik, kontrol, dan monitoring yang terintegrasi.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

A. Mode Manual

Pada metode ini, sistem tidak melibatkan logika otomatis dari PLC. Operator menyalakan sistem secara keseluruhan dengan mengaktifkan MCB, lalu membuka *valve* dari tangki cadangan menuju pompa manual. Proses pengisian dilakukan secara mekanis, dengan operator memutar tuas pompa (mengengkol) agar BBM dapat dialirkan ke tangki harian. Sensor ultrasonik tetap aktif dan mengirimkan data ketinggian cairan ke aplikasi Blynk, namun tidak ada intervensi otomatis dalam proses kontrol. Operator harus menghentikan pengisian secara manual dengan menutup *valve* atau menghentikan engkol ketika tangki terlihat hampir penuh.

B. Mode Otomatis

Sistem dijalankan dengan mengaktifkan MCB dan mengatur *selector switch* ke posisi AUTO. Sensor ultrasonik HC-SR04 membaca level BBM secara terus-menerus dan mengirimkan datanya ke mikrokontroler ESP32. Ketika level tangki harian turun hingga mencapai 10%, PLC akan menerima sinyal untuk mengaktifkan motor pompa secara otomatis. Pompa akan mengalirkan bahan bakar dari tangki cadangan ke tangki harian hingga level BBM mencapai batas maksimum yang telah diprogram, kemudian sistem secara otomatis akan mematikan pompa. *Flow switch* digunakan untuk memastikan adanya aliran selama motor bekerja. Seluruh proses ini dipantau secara real-time melalui aplikasi *Blynk*.

4.1.3 Data Hasil Pengujian

Data hasil pengujian dikumpulkan berdasarkan observasi dan pengukuran selama proses pengisian berlangsung, baik secara manual maupun otomatis.

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Mode Manual dan Otomatis

Mode Pengisian	Volume Awal (cm)	Tinggi Akhir (cm)	Selisih Tinggi (cm)	Volume BBM (L)/Menit	Waktu (menit)	Efisiensi
Manual	21,3	24,4	3,1	21,95	1	Rendah
Otomatis	28,9	35,3	6,4	45,31	1	Tinggi



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Rumus Volume BBM:

$$V = p \times l \times t = 120 \times 59 \times 59$$

Keterangan:

p= panjang tangki (120 cm),

l = lebar tangki (59 cm), dan

t= kenaikan tinggi BBM.

Perhitungan menunjukkan bahwa dalam waktu 1 menit, sistem otomatis mampu memindahkan hampir dua kali volume bahan bakar dibandingkan metode manual. Hal ini menunjukkan efisiensi aliran yang lebih tinggi, serta kontrol pengisian yang lebih akurat.

Berdasarkan pengamatan dan data kuantitatif yang diperoleh, terdapat perbedaan yang signifikan antara sistem manual dan sistem otomatis. Mode manual, meskipun lebih sederhana, memiliki keterbatasan pada akurasi dan kecepatan respons. Operator cenderung terlambat menghentikan pengisian, terutama jika perhatian teralihkan. Hal ini menyebabkan kemungkinan overfilling, yang berisiko terhadap keamanan sistem dan pemborosan BBM.

Sebaliknya, sistem otomatis menunjukkan hasil yang lebih unggul dalam berbagai aspek. Proses pengisian dikontrol penuh oleh logika PLC, yang akan segera merespon data dari sensor ultrasonik ketika batas minimum tercapai, serta menghentikan pengisian saat batas maksimum terpenuhi. Tidak ditemukan kesalahan logika atau keterlambatan selama proses berlangsung. *Flow switch* juga bekerja baik dalam mendeteksi keberadaan aliran, mencegah terjadinya kondisi dry running.

Dari sisi efisiensi, sistem otomatis mencatat volume pengisian sebesar 45,31 liter dalam 1 menit, sedangkan sistem manual hanya mencapai 21,95 liter. Ini membuktikan bahwa kontrol otomatis mampu menggandakan kapasitas aliran dalam durasi yang sama. Efisiensi rendah pada sistem manual disebabkan oleh ketergantungan penuh terhadap intervensi manusia, seperti proses pengendalian secara manual dan pengawasan visual tanpa bantuan sensor. Hal ini menyebabkan waktu reaksi lebih lambat, akurasi pengisian yang tidak konsisten, serta konsumsi

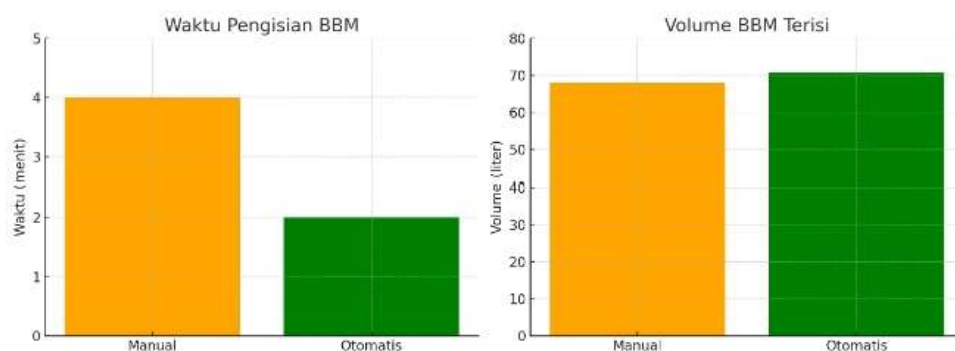


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

energi yang lebih tinggi karena pompa dapat terus berjalan meskipun tidak diperlukan. Sebaliknya, efisiensi tinggi pada sistem otomatis dicapai karena seluruh proses dikendalikan sepenuhnya oleh program yang terintegrasi pada PLC. Sensor HC-SR04 dan *flow switch* bekerja secara real-time untuk mendeteksi level cairan dan mengatur kapan pompa harus aktif atau berhenti, sehingga menghindari pemborosan energi dan memaksimalkan kapasitas aliran dalam waktu singkat. Sistem otomatis tidak hanya cepat dan akurat, tetapi juga hemat energi dan mengurangi beban kerja operator.

Pemanfaatan IoT dalam sistem ini juga memperkuat kemudahan monitoring. Seluruh proses dapat diawasi melalui aplikasi Blynk dari jarak jauh, dengan jeda data rata-rata di bawah 1 detik. Dengan tingkat akurasi sistem mencapai lebih dari 98,3%, dapat disimpulkan bahwa sistem ini tidak hanya efisien, tetapi juga sangat andal dan dapat dioperasikan dengan minim kesalahan. Data yang diperoleh kemudian divisualisasikan dalam Gambar grafik 4.1 berikut untuk memperjelas hubungan antara durasi pengisian dan volume cairan yang ditransfer.



Gambar 4. 1 Grafik Perbandingan Waktu dan Volume Pengisian

Waktu Pengambilan Data:

Mode Manual: Pengambilan data dilakukan pada pukul 11.58 WIB

Mode Otomatis: Pengambilan data dilakukan pada pukul 12.00 WIB

Grafik menunjukkan bahwa sistem otomatis tidak hanya lebih cepat (± 2 menit lebih singkat), tetapi juga menghasilkan volume pengisian yang lebih akurat, dengan selisih error yang lebih kecil dibandingkan metode manual.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.2 Pengujian Kinerja Sensor, IoT, dan Efisiensi Energi Sistem

4.2.1 Deskripsi Pengujian

Pengujian tahap kedua ini difokuskan pada pengujian performa perangkat pendukung sistem otomatisasi, khususnya sensor ultrasonik HC-SR04, *flow switch*, mikrokontroler ESP32, dan platform IoT (Blynk). Tujuannya adalah untuk mengevaluasi keakuratan pengukuran level bahan bakar, kecepatan komunikasi data ke sistem monitoring, kestabilan koneksi jaringan, serta konsumsi daya dari setiap komponen sistem.

Sistem otomatis pengisian tangki BBM tidak hanya bergantung pada kendali logika PLC, tetapi juga memerlukan kemampuan sensor dalam mendeteksi kondisi fisik aktual di lapangan. Di sisi lain, sistem juga dituntut untuk memberikan akses data secara real-time kepada pengguna yang mungkin tidak berada di lokasi fisik tangki. Oleh karena itu, keberhasilan sistem ini sangat ditentukan oleh kualitas akuisisi data dan pengiriman informasi ke aplikasi pemantauan.

4.2.2 Prosedur Pengujian

Langkah-langkah dalam pengujian ini mencakup:

1) Kalibrasi Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor diatur untuk mendeteksi ketinggian BBM mulai dari posisi minimum hingga maksimum. Data dari sensor dibandingkan dengan hasil pengukuran manual menggunakan penggaris dan dihitung volumenya menggunakan rumus geometri tangki.

2) Monitoring IoT dengan ESP32 dan Blynk

Mikrokontroler ESP32 dikoneksikan ke Wi-Fi dan dikodekan untuk mengirimkan data sensor ke dashboard aplikasi Blynk. Setiap perubahan level cairan diamati dari aplikasi secara langsung dan dicocokkan dengan kondisi fisik.

3) Uji Respons Waktu dan Akurasi

Diukur jeda antara perubahan level dan munculnya data baru di aplikasi. Juga dihitung persentase error antara data manual dan yang ditampilkan oleh sistem IoT.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4) Pengukuran Konsumsi Daya

Komponen ESP32 dan motor pompa diuji untuk mengetahui besaran daya dan energi yang dikonsumsi selama pengoperasian selama 1 jam.

5) Pengujian *Flow Switch*

Sistem diuji dengan mensimulasikan gangguan aliran dan memantau sensor selama 5 detik setelah pompa diaktifkan. Jika tidak terdeteksi aliran, pompa akan dimatikan dan indikator LED berkedip akan diaktifkan.

4.2.3 Data Hasil Pengujian

A. Evaluasi Akurasi Sensor Ultrasonik dan Aplikasi IoT

- Jarak aktual (cm) dari permukaan tangki ke permukaan BBM untuk hasil pengukuran manual.
- Jarak terbaca oleh sensor (cm) ditampilkan pada sistem
- Selisih/error = |Jarak sensor – Jarak manual|
- Toleransi error yang masih dapat diterima dalam sistem, ± 1 cm

Tabel 4. 2 Hasil Akurasi Sensor dan IoT

Volume Aktual (L)	Aplikasi Blynk (L)	Konversi Jarak Aktual (cm)	Pembacaan Sensor (cm)	Nilai Error (cm)	Persentase Error (%)	Persentase Akurasi (%)
150,804	155	37,7	37	0,7	1,86	98,1
172,808	177	34,6	34	0,6	1,73	98,3
204,612	205	30,1	30	0,1	0,33	99,7
249,924	254	23,7	23	0,7	2,95	97,1

Rata-rata persentase **error**: 1,71% | Rata-rata **akurasi sistem**: 98,3%

• **Rata-rata persentase error keseluruhan:**

$$1,86+1,73+0,33+2,95=1,7175\%$$

• **Rata-rata akurasi sistem:**

$$\approx 98,3\%$$

Sensor HC-SR04 menunjukkan akurasi tinggi dengan nilai deviasi hanya $\pm 1,7\%$ dibandingkan pengukuran manual. Hal ini menunjukkan keandalan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

sensor dalam mendeteksi permukaan cairan. Sistem IoT berbasis ESP32 dan Blynk menunjukkan delay waktu pengiriman data kurang dari 1 detik selama pengujian 24 jam non-stop, membuktikan kestabilan dan reliabilitas konektivitas sistem untuk pemantauan jarak jauh secara *real-time*.

B. Konsumsi Energi Komponen Sistem

1) Motor Pompa

- Tegangan: 380 V
- Arus: 1,28 A
- Faktor daya ($\cos\theta$): 0,85
- Rumus daya:

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos(\phi)$$

$$P = \sqrt{3} \times 380 \times 1,28 \times 0,85 = 744,41 \text{ W}$$

- Energi selama 1 jam:

$$E = 0,74441 \times 1 \text{ jam} = 0,74441 \text{ kWh}$$

2) ESP32 (IoT)

- Tegangan: 220 V (via PSU)
- Arus: 0,04 A
- Faktor Daya ($\cos\theta$): 0,85

$$P = V \times I \times \cos(\phi) = 220 \times 0,04 \times 0,85 = 7,48 \text{ W}$$

- Energi selama 1 jam:

$$E = 7,48 \text{ W} \times 1 \text{ jam} = 0,00748 \text{ kWh}$$

Total Konsumsi Energi Sistem: 0,75189 kWh

Sistem ini sangat efisien secara energi dan dapat dioperasikan berkelanjutan tanpa membebani daya utama. Kalimat “efisien secara energi” mengacu pada perbandingan konsumsi daya sistem otomatis dibandingkan sistem sebelumnya (manual/existing). Pada sistem manual, operator mengengkol pompa tanpa adanya kontrol terhadap aliran BBM dan tanpa sensor, sehingga pompa bisa berjalan lebih lama atau kurang efisien. Sistem otomatis mematikan pompa segera setelah aliran berhenti atau tangki penuh, menghemat energi listrik secara signifikan.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

C. Pengujian *Flow switch*

Tabel 4. 3 Pengujian *Flow switch*

No	Kondisi Aliran	Motor Pompa	Sensor Flow	Respon Sistem	Indikator Flow
1	Normal	Aktif	Aktif	Tetap aktif	Mati
2	Gangguan	Aktif	Tidak Aktif	Pompa mati setelah 5 detik	Buzzer Hidup

Berdasarkan tabel 4.3 hasil pengujian pada *flow switch*, terlihat bahwa sistem otomatis menunjukkan performa yang lebih efisien secara energi dibandingkan sistem manual existing. Sistem existing sebelumnya menggunakan metode pengisian dengan engkol, di mana motor pompa tidak terhubung langsung dengan sistem kontrol. Ini menyebabkan pompa dapat terus beroperasi tanpa adanya sensor pengendali, sehingga lebih boros energi.

Sebaliknya, sistem otomatis berbasis PLC dan IoT menggunakan logika kendali dan sensor yang hanya mengaktifkan pompa ketika diperlukan. *Flow switch* memastikan hanya ada aliran saat benar-benar dibutuhkan. Hal inilah yang membuat sistem otomatis lebih hemat energi, dengan konsumsi hanya $\pm 0,75189$ kWh, dan efisiensinya meningkat signifikan.

4.2.4 Evaluasi dan Analisis

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem sensor dan IoT bekerja sangat andal dan efisien. Sensor ultrasonik HC-SR04 memiliki deviasi kurang dari ± 1 cm dalam pengukuran tinggi permukaan BBM. Ini menghasilkan akurasi di atas 98%, yang sangat tinggi untuk sistem monitoring cairan secara digital. Selain itu, pengujian *flow switch* menunjukkan bahwa sistem dapat beroperasi dengan baik dalam kondisi normal, di mana motor pompa dan sensor flow berfungsi secara optimal. Namun, saat terjadi gangguan aliran, sistem secara otomatis mematikan pompa setelah 5 detik jika tidak terdeteksi aliran, dan mengaktifkan indikator flow dalam mode berkedip. Tindakan ini memberikan sinyal visual yang jelas kepada operator mengenai adanya kegagalan dalam proses, mencerminkan keandalan dan



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

efisiensi sistem dalam menjaga keselamatan operasional serta mencegah potensi kerusakan.

Platform IoT yang digunakan, yaitu Blynk, mampu menampilkan data secara real-time dengan waktu jeda rata-rata kurang dari 1 detik. Ini menunjukkan bahwa sistem sangat responsif dan layak digunakan untuk pemantauan jarak jauh, baik melalui smartphone maupun komputer.

Stabilitas jaringan diuji selama 24 jam operasional nonstop, dan sistem tidak menunjukkan gangguan atau pemutusan koneksi. Data tetap sinkron dan konsisten. Hal ini menegaskan bahwa ESP32 dan jaringan Wi-Fi mampu menjaga integritas sistem IoT dalam skenario operasional jangka panjang.

Selain itu, konsumsi daya dari sistem secara keseluruhan sangat rendah, menjadikannya solusi yang hemat energi dan ramah lingkungan. Bahkan jika sistem digunakan secara kontinyu selama 24 jam, konsumsi energinya tidak akan menyebabkan pemakaian listrik berlebih.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**