



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 II

TINJAUAN PUSTASKA

2.1 Rancang Bangun

Rancang bangun merupakan tahapan perencanaan, perancangan, dan pembuatan sebuah sistem, perangkat, atau alat mulai dari awal hingga dapat dioperasikan, baik untuk mewujudkan sesuatu yang sepenuhnya baru maupun menyempurnakan teknologi yang tengah digunakan (Yudi Mulyanto et al., 2020). Dalam proses pembuatan miniatur konveyor untuk *automation filling water*, rancang bangun melibatkan penerapan langkah demi langkah, mulai dari perumusan desain berdasarkan kebutuhan, kemudian diteruskan dengan implementasi dan perakitan komponen menjadi sebuah kesatuan yang dapat berjalan sesuai fungsinya.

2.2 Konveyor

Konveyor merupakan suatu mesin pemindah bahan yang umumnya dipakai dalam industri perakitan maupun industri proses untuk mengangkut bahan produksi setengah jadi maupun hasil produksi dari satu bagian ke bagian yang lain (Arijaya, 2019). Konveyor ini dilengkapi dengan alat atau komponen lainnya seperti belt konveyor yang umumnya terbuat dari PVC atau karet, yang bergerak melingkar.

Rangka utama konveyor umumnya dibuat dari aluminium ekstrusi yang dikenal cukup kuat meskipun berbobot ringan. Untuk menjaga kestabilan alat ini, kaki penyangga dilengkapi dengan alas yang dapat disesuaikan ketinggiannya. Umumnya motor penggerak diletakan disalah satu sisi konveyor dan dihubungkan dengan gear box lalu dihubungkan ke pulley penggerak. Berikut bentuk fisik konveyor pada Gambar 2.1



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 2.1 Konveyor

(Sumber : <https://www.aajjo.com/product/pvc-belt-conveyor-15>)

Pada Gambar 2.1 merupakan belt konveyor yaitu alat mekanik yang berfungsi untuk memindahkan benda secara terus-menerus dari satu titik ketitik lainnya. Dalam penerapan diindustri, konveyor belt seringkali dipadukan dengan sensor, kontrol otomatis seperti *Program Logic Control*, dan sistem berbasis *Internet of Things*.

2.2.1 Komponen Utama Konveyor

Agar sistem konveyor dapat beroperasi dengan baik, diperlukan beberapa komponen pendukung. Bagian-bagian yang bergerak mencakup sabuk (*belt*), *roller*, *bearing*, dan *shaft*. Sementara itu, struktur penopangnya seperti rangka konveyor termasuk ke dalam bagian yang tidak bergerak. Berikut merupakan penjelasan dari komponen yang terpasang pada konveyor.

1. *Belt*

Belt pada sistem konveyor berperan sebagai elemen bergerak yang mengikuti putaran motor penggerak melalui *roller*. Bagian ini berfungsi untuk membawa benda dari satu titik ke titik lainnya. Bahan yang umum digunakan untuk pembuatan belt antara lain karet, kulit, logam, maupun bahan sintesis lainnya. Pemilihan bahan disesuaikan dengan berat benda yang akan dipindahkan agar belt tetap mampu menopang beban saat sistem bekerja. Konveyor ini dapat didesain untuk bergerak secara mendatar, menanjak, atau menurun, tergantung pada kebutuhan penggunaannya. Berikut bentuk fisik *belt* pada Gambar 2.2.



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 kritis 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 .2 Belt

(Sumber : <https://m.eai.com.my/index.php?ws=show>)

Dalam menentukan jenis belt yang tepat, penting untuk memperhatikan karakteristik benda yang akan dipindahkan, seperti jenis material, bobot, dan dimensi benda. Selain itu, sejumlah faktor eksternal seperti tingkat gesekan antara *belt* dan *roller*, adanya debu, serta kualitas sambungan atau jahitan pada belt juga harus diperhitungkan guna menghindari kerusakan selama pengoperasian sistem.

2. *Roller*

Roller merupakan salah satu komponen berbentuk silinder yang memiliki peran sebagai penopang maupun penggerak dalam berbagai sistem mekanik. Pada miniatur konveyor komponen ini sangat berperan dalam proses pengoperasian. Cara kerjanya adalah dengan berputar dan memberikan tekanan terhadap permukaan pelat, sehingga pelat mengalami perubahan bentuk secara plastis dari yang semula datar menjadi melengkung (Herland Pallay Tutang et al., 2021). Berikut bentuk fisik *roller* pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Roller

(Sumber : <https://www.indiamart.com/proddetail/nylon-conveyor-roller-2852157275588.html>)

3. Bearing

Bearing merupakan komponen mekanis yang berfungsi sebagai penyangga poros, sekaligus mengurangi tingkat gesekan antara poros yang berputar dengan rumah atau dudukannya. Dengan adanya bearing, perputaran poros menjadi lebih lancar dan efisien selama sistem beroperasi (Nur Hidayatulloh & Tauviqirrahman, 2023). Berikut bentuk fisik *bearing* pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Bearing

(Sumber : <https://www.hondacengkareng.com/produk/bearing-radial-ball-6204-1f6204/>)

2.3 Motor DC

Motor Dc merupakan salah satu jenis aktuator yang sering digunakan sebagai penggerak. Pada dasarnya, motor DC merupakan sebuah aktuator. Motor listrik dapat diklasifikasikan menjadi motor arus searah (DC), dan motor arus bolak-balik (AC), tergantung pada sumber dayanya (Rangkuti et al., 2023). Motor DC ini juga salah satu jenis motor listrik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik dalam bentuk gerakan putar. Berikut bentuk fisik Motor DC pada Gambar 2.5.



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 mengummikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© 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 2.5 Motor DC

(Sumber : <https://id.ineed-motor.com/new-products/24-v-high-torque-dc-gear-motor-ind-gm2430-001.html>)

Pada Gambar 2.5 merupakan bentuk motor dc yang penulis gunakan pada tugas akhir ini. Motor DC ini memiliki komponen utama seperti stator sebagai magnet tetap, rotor bagian yang mengalir arus melalui komutator. Pada pengoperasiannya motor dc ini menggunakan prinsip elektromagnetik, yang dimana arus listrik mengalir melalui lilitan pada rotor lalu menghasilkan medan magnet yang kemudian berinteraksi dengan medan magnet dari stator, sehingga menghasilkan gaya putar yang memutar poros motor.

Berikut rumus menghitung kecepatan putaran motor DC secara umum adalah:

$$N = \frac{V - I_a R_a}{k\Phi} \quad (2.1)$$

Keterangan :

N = Kecepatan Putaran Motor (RPM)

V = Tegangan Terminal Motor

I_a = Arus Jangkar

R_a = Hambatan Kumparan Jangkar

K = Konstanta Motor

\emptyset = Fluks Medan Magnet

Persamaan diatas menjelaskan bahwa kecepatan putar motor akan meningkat seiring dengan naiknya tegangan pada terminal, namun akan menurun jika arus jangkar atau fluks medan mengalami peningkatan, karena keduanya memiliki hubungan yang berbanding terbalik terhadap kecepatan.

2.4 *Power Supply* (AC to DC)

Power supply merupakan salah satu komponen elektronika yang berfungsi menyediakan energi listrik bagi rangkaian atau perangkat lain. Umumnya, catu daya ini bekerja dengan mengubah arus bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC) yang stabil melalui proses penyearahan dan penyaringan (Reni Listiana et al., 2024). Berikut bentuk fisik *power supply* AC to DC pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 *Power Supply* Ac to DC

(Sumber : <https://www.amazon.com/96V-240V-Converter-Universal-Regulated-Switching/dp/B01HOBX8V0>)

Pada Gambar 2.6 merupakan bentuk fisik *power supply* yang menghasilkan tegangan *output* DC sebesar 12V dari tegangan input AC 220V. Pada prinsip kerjanya *power supply* ini memanfaatkan metode *switching regulator*, yang dimana tegangan AC disearahkan oleh rangkaian dioda, kemudian dikonversi menjadi pulsa frekuensi tinggi menggunakan mosfet. Sinyal tersebut kemudian difilter untuk menghasilkan tegangan DC yang stabil.



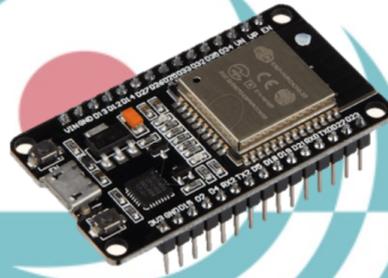


Hak Cipta :

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 ESP32

ESP32 sebuah mikrokontroler yang dikembangkan oleh *Espressif Systems* di Shanghai, Cina. Kemampuan ESP32 dalam menawarkan konektivitas Wi-Fi terintegrasi akan memungkinkan kontrol jarak jauh dan monitoring sistem yang efisien. (Kusumah & Pradana, 2019). ESP32 juga dirancang untuk kebutuhan *Internet of Things* serta aplikasi otomatisasi karena memiliki performa yang tinggi dan konsumsi daya yang rendah. Berikut bentuk fisik ESP32 pada Gambar 2.7



Gambar 2.7 ESP32

(Sumber : <https://ozami.co.id/mengenal-esp32-mikrokontroler-iot/>)

Gambar 2.7 merupakan bentuk fisik ESP32 yang mampu menyediakan fitur hemat energi seperti mode *deep sleep*, menjadikan sesuai untuk sistem berbasis baterai. Selain itu, ESP32 juga mendukung berbagai platform pemrograman seperti *MicroPython* dan *Arduino IDE*, yang mempermudah pengembangan sistem tertanam. Umumnya, mikrokontroler ini digunakan untuk mengendalikan berbagai komponen seperti sensor, motor, dan relay, serta mengirim data secara nirkabel melalui Wi-Fi.

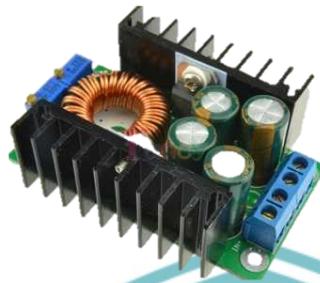
2.6 DC to DC Step Down

Dc to Dc *Step Down* adalah konverter yang berfungsi mengonversi tegangan masukan arus searah menjadi keluaran tegangan searah yang lebih rendah. Regulator penurun tegangan ini menggunakan kapasitor solid dan papan sirkuit (PCB) yang berkualitas, sehingga dapat menjaga kestabilan dan kualitas tegangan *output* yang dihasilkan. Pengaturan besar tegangan dapat disesuaikan secara mudah hanya dengan memutar potensiometer yang tersedia pada rangkaian (Reni Listiana et al., 2024). Berikut bentuk fisik Dc to Dc *Step Down* 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 mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 2.8 Step Down DC to DC

(Sumber : <https://ozami.co.id/mengenal-esp32-mikrokontroler-iot/>)

Pada perancangan sistem konveyor pengisian air otomatis konverter DC-DC berperan vital dalam pengaturan daya. Sebagai alat yang mengubah tegangan DC masukan menjadi tegangan DC keluaran yang diinginkan, konverter DC-DC telah memungkinkan perangkat elektronik berfungsi secara efektif dengan sumber daya yang ringkas.

2.7 Sensor

Sensor merupakan sebuah komponen atau alat yang berguna untuk mendeteksi, mengukur, atau melacak kondisi fisik disekitarnya, kemudian mengubahnya menjadi sinyal yang dapat dibaca, diukur, atau diproses lebih lanjut, baik oleh manusia maupun sebuah sistem kontrol elektronika (Agus Mukhtar et al., 2023). Sensor tidak sebatas sebuah komponen pasif yang hanya menghasilkan sinyal, melainkan juga dapat berupa perangkat pintar yang mampu mengolah sinyal secara langsung, misalnya melalui teknologi mikrokontroler atau node sensor yang diterapkan pada sistem *Internet of Things* (IoT), sehingga dapat mendukung kerja otomatis pada miniatur konveyor pengisian air.

2.7.1 Sensor *Water Flow* YF-S401

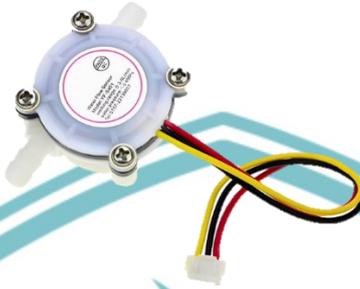
Sensor ini dilengkapi sebuah rotor dan *transduser hall-effect* di dalamnya, sehingga saat air mengalir dan memutar rotor, terjadi sinyal pulsa digital. Jumlah pulsa yang dihasilkan nantinya sebanding dengan volume air yang melewati sensor (Naibaho & Supriyono, 2020). Sehingga pada perancangan minaitur konveyor ini dapat dimanfaatkan untuk mendeteksi aliran air yang mengalir ketika proses



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

pengisian kedalam botol. Berikut bentuk fisik Sensor *Water Flow* YF-S401 pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Sensor Water Flow YF-S401

(Sumber : <https://stemvolt.in/product/1-8-inch-water-flow-sensor-yf-s401/>)

Sensor YF-S401 sering dimanfaatkan dalam sistem pengukuran aliran air otomatis karena mampu menghasilkan sinyal pulsa yang mudah dibaca dan diproses, bahkan dengan mikrokontroler sederhana. Alat ini memiliki kemampuan mengukur laju aliran air mulai dari 0,3 hingga 6 liter per menit, dengan tingkat akurasi sekitar $\pm 5\%$ khususnya pada kisaran 0,3 hingga 3 liter per menit.

2.7.2 Sensor Infrared

Sensor *infrared* (sensor IR) merupakan sebuah komponen *optoelektronik* yang dapat mendeteksi radiasi inframerah, yaitu cahaya yang tidak tampak oleh mata manusia. Sensor ini bekerja pada rentang gelombang sekitar 780 nm hingga 50 μm (Pitriyanti et al., 2022). Dalam perancangan miniatur konveyor, sensor IR digunakan untuk mendeteksi adanya benda (botol) yang melintas pada jalur konveyor untuk proses pengisian secara otomatis. Berikut bentuk fisik sensor *infrared* pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Sensor Infrared



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

(Sumber : <https://www.edukasielektronika.com/2020/09/sensor-infrared-ir-proximity-fc-51.html>)

Sensor *infrared* secara umum terbagi menjadi dua tipe utama, yaitu sensor aktif dan sensor pasif. Pada jenis aktif, sistem terdiri dari pemancar biasanya berupa LED inframerah dan penerima, yang bekerja dengan mengarahkan sinar ke permukaan objek lalu mendeteksi pantulannya untuk mengetahui keberadaan atau jarak objek tersebut.

2.7.3 Sensor Warna TCS34725

Sensor TCS34725 adalah sensor warna digital yang mampu mendeteksi komponen cahaya *Red*, *Green*, dan *Blue* (RGB). Sensor ini memiliki filter pemblokir cahaya inframerah (IR) yang terpasang langsung pada chip dan terintegrasi dengan fotodiode pendeteksi warna. Fungsinya untuk mengurangi pengaruh spektrum inframerah pada cahaya yang diterima, sehingga hasil pembacaan warna menjadi lebih tepat dan akurat (Ria Saptarika et al., 2024). Berikut bentuk fisik Sensor TCS34725 pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11 Sensor Warna TCS34725

(Sumber : <https://www.bastelgarage.ch/rgb-color-sensor-tcs34725-with-ir-filter-and-led>)

Dalam penggunaannya, sensor TCS34725 menghasilkan keluaran berupa nilai warna dalam format RGB dengan rentang antara 0 hingga 255. Nilai-nilai ini dapat diubah ke format warna lain seperti CMY (*Cyan*, *Magenta*, *Yellow*) sesuai dengan kebutuhan aplikasi tertentu. Sensor ini umumnya digunakan bersama mikrokontroler seperti esp32 dalam berbagai sistem otomasi.



2.8 Relay DC

Relay DC merupakan sebuah komponen elektromekanik yang bekerja berdasarkan sinyal listrik, dan fungsinya serupa dengan saklar yang dapat diaktifkan secara otomatis. Komponen ini terdiri dari dua bagian penting, yaitu sebuah kumparan elektromagnetik (*coil*) dan satu set kontak mekanis (*switch*) yang berguna untuk menghubungkan atau memutus aliran arus (Naibaho & Supriyono, 2020). Berikut bentuk fisik Relay DC pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12 Relay DC

(Sumber : <https://www.circuits-diy.com/dc-relay-switch-driver-circuit/>)

Selain itu, relay DC berperan sebagai perangkat pelindung dalam sistem elektronik, dengan fungsi utama memisahkan rangkaian kendali dari rangkaian beban. Hal ini bertujuan untuk mencegah potensi kerusakan akibat arus berlebih maupun gangguan listrik yang dapat mengganggu kinerja sistem secara keseluruhan.

2.9 Miniature Circuit Breaker

Miniature Circuit Breaker merupakan sebuah perangkat pengaman otomatis yang berguna untuk mengontrol dan membatasi aliran arus listrik yang diteruskan ke beban. Selain sebagai pelindung, *Miniature Circuit Breaker* juga dapat dimanfaatkan sebagai saklar pada sebuah instalasi. Dalam penggunaannya, ukuran dan kapasitas MCB disesuaikan terlebih dahulu sesuai kebutuhan daya listrik pada rangkaian (Albert Gifson Hutajulu et al., 2024). Berikut bentuk fisik MCB pada Gambar 2.13.

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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin 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 2.13 Miniature Circuit Breaker

(Sumber : <https://slwlighting.com.my/product/schneider-electric-easy9-mcb-1p-4-5ka/>)

Keandalan MCB (*Miniature Circuit Breaker*) menjadi aspek krusial dalam menjamin keamanan sistem kelistrikan. Untuk memastikan bahwa perangkat ini bekerja sesuai dengan standar keselamatan yang berlaku, pengujian terhadap karakteristik MCB dilakukan berdasarkan ketentuan dalam SNI 60898-1:2009, sehingga spesifikasi teknis dan performanya dapat dipertanggungjawabkan. Berikut rumus perhitungan rating pengaman.

$$I_{\text{rating}} = 115\% \times I_{\text{nominal}}$$

(2.2)

2.10 Kabel Kontrol

Kabel kontrol adalah jenis kabel listrik instrumentasi yang bersifat fleksibel dan dibuat khusus untuk keperluan pengukuran, pengendalian, maupun pengaturan dalam sistem otomasi. Kabel ini berperan penting dalam mendukung kerja perangkat otomatis, termasuk pada miniatur konveyor untuk *automation filling water*. Berikut bentuk fisik kabel kontrol pada gambar 2.14.



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 kritis atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 2.14 Kabel kontrol

(Sumber : <https://trademall.id/product/kabel-awg-24-x-2-merah-hitam/>)

Selain itu, kabel kontrol umumnya memiliki tegangan kerja nominal sebesar 450/750 volt dan tersedia dalam berbagai konfigurasi jumlah inti, mulai dari beberapa inti saja hingga puluhan, tergantung pada kebutuhan sistem yang digunakan.

2.11 Panel Kontrol

Panel kontrol merupakan komponen penting pada sebuah sistem otomasi, yang berguna sebagai pusat pengendali dan pengawas proses kerja secara otomatis. Dalam perancangan miniatur konveyor untuk *automation filling water*, panel kontrol ini berguna untuk memantau kondisi operasional, seperti aliran air, tegangan, arus, dan sensor, secara langsung. Selain itu, panel kontrol juga dapat digunakan untuk menyesuaikan pengoperasian sesuai kebutuhan dan menjaga proses berjalan sesuai parameter yang diharapkan. Berikut bentuk fisik panel kontrol pada Gambar 2.15.



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 2.15 Panel Kontrol

(Sumber : <https://klaten.nale.co.id/produk/box-panel-20-x-30-cream/>)

Dalam penerapannya, panel kontrol umumnya berbentuk kotak seperti pada Gambar 2.15 yang di dalamnya terpasang berbagai komponen kelistrikan dan elektronik, seperti saklar, relay, sensor, serta sistem kendali logika yang saling terintegrasi. Penggunaan panel ini tidak terbatas pada industri manufaktur saja, melainkan juga digunakan dalam instalasi pembangkit listrik, sistem pengolahan air, dan berbagai bidang rekayasa lainnya.

2.12 Pompa Air

Pompa air merupakan perangkat mekanik yang memiliki peran penting dalam sistem sirkulasi cairan. Fungsinya adalah mengalirkan air melalui jalur sirkulasi, seperti pada sistem pendingin mesin menuju radiator, guna mencegah terjadinya panas berlebih atau overheating (Dwi Arniyanto et al., 2021). Secara umum, pompa air bekerja dengan menciptakan selisih tekanan antara bagian hisap dan bagian keluaran. Selisih tekanan inilah yang menyebabkan air tertarik masuk ke dalam pompa, lalu didorong keluar dengan tekanan yang lebih besar. Berikut bentuk fisik pompa air pada Gambar 2.16.



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. 16 Pompa Air

(Sumber : (Dwi Arniyanto et al., 2021))

Selain itu, pompa air juga memiliki Beberapa aspek penting dalam kinerja pompa meliputi tinggi tekan (*head*), yaitu energi yang diberikan untuk mengangkat fluida per satuan berat, debit aliran yang menunjukkan volume fluida yang dipindahkan tiap satuan waktu, kecepatan putar *impeller* (dalam satuan rpm), serta jumlah daya yang dibutuhkan untuk mengoperasikan pompa tersebut.

2.13 *Liquid Crystal Display (LCD)*

Liquid Crystal Display (LCD) merupakan jenis material unik di mana molekul-molekulnya tersusun teratur seperti pada zat padat, namun tetap memiliki kemampuan untuk bergerak bebas layaknya cairan. Dalam pembuatan LCD, digunakan jenis kristal cair tertentu yang dikenal sebagai *twisted nematic*. Sesuai dengan namanya, kristal ini memiliki sifat mampu memutar arah cahaya, dan karakteristik ini sangat berperan dalam mekanisme kerja layar LCD (Fitria et al.,2023). Berikut bentuk fisik LCD pada Gambar 2.17.



Gambar 2 17 LCD

(Sumber : (Fitria et al., 2023.)



© 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 mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Selain itu, kristal cair pada layar LCD tidak menghasilkan cahaya secara langsung, melainkan mengatur cahaya yang berasal dari sumber pencahayaan di belakang layar (*backlight*), seperti LED atau lampu neon, untuk membentuk tampilan visual. Setiap piksel pada layar terdiri atas molekul kristal cair yang orientasinya dapat berubah saat diberikan tegangan listrik, sehingga dapat mengatur jumlah cahaya yang melewati piksel tersebut dan membentuk gambar maupun warna yang ditampilkan.

2.14 Persamaan Daya Arus dan KHA

2.14.1 Persamaan Daya

Daya listrik merupakan jumlah energi listrik yang digunakan atau dihasilkan dalam jangka waktu tertentu. Besarnya daya dalam suatu rangkaian dapat dihitung melalui berbagai rumus, tergantung pada besaran listrik yang diketahui dalam sistem tersebut. Berikut rumus daya listrik yang umum digunakan.

- Rumus Daya DC

$$P = V \times I \quad (2.3)$$

Keterangan :

P = Daya Listrik

V = Tegangan Listrik

I = Arus Listrik

$$P = V \times I \times \cos \phi \quad (2.4)$$

Keterangan :

P = Daya Listrik



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 mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

V = Tegangan Listrik

I = Arus Listrik

\emptyset = Faktor Daya

2.14.2 Persamaan Arus

Arus listrik merupakan kecepatan aliran muatan listrik yang melintasi suatu titik dalam rangkaian selama selang waktu tertentu. Berikut rumus arus listrik yang umum digunakan :

$$I = \frac{V}{R} \quad (2.5)$$

Keterangan :

I = Arus Listrik

V = Tegangan Listrik

R = Hambatan Listrik

2.14.3 Persamaan Kapasitas Hantar Arus (KHA)

Kemampuan Hantar Arus (KHA) merupakan batas arus tertinggi yang dapat dilewatkan oleh sebuah kabel tanpa menimbulkan peningkatan suhu berlebih yang bisa membahayakan sistem. Nilai KHA menjadi acuan penting dalam menentukan ukuran kabel yang tepat agar sesuai dengan kebutuhan arus beban dan tetap menjamin keselamatan instalasi listrik. Berikut rumus perhitungan KHA yang umum digunakan :

$$KHA = 125\% \times \text{Inominal} \quad (2.6)$$

Keterangan :

KHA = Kuat Hantar Arus

Inominal = Arus yang mengalir pada kabel

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 mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB III

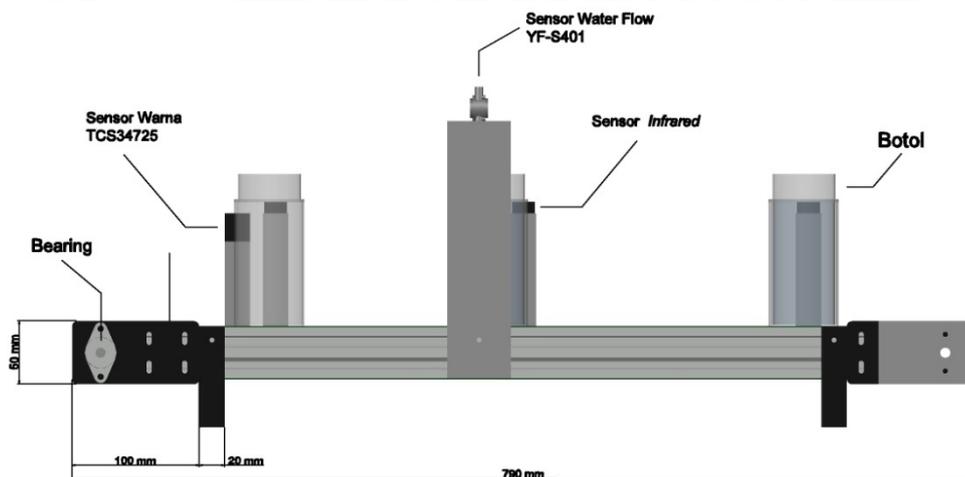
PERENCANAAN DAN REALISASI ALAT

3.1 Rancangan Alat

Berdasarkan tugas akhir yang dirancang yaitu berjudul “Rancang Bangun Pengisian Air Secara Otomatis dengan Volume Variabel pada Miniatur Konveyor.”. Konveyor ini memiliki fungsi sebagai penghantar botol ke tahap pengisian air secara otomatis dengan menggunakan motor dc sebagai penggerak utama pada konveyor dan sensor untuk mendukung proses pengisian secara otomatis, serta komponen pendukung lainnya. Rancangan alat ini meliputi, perancangan desain alat, deskripsi alat, cara kerja alat, spesifikasi alat dan bahan, blok diagram alat, dan *flowchart* pada alat.

3.1.1 Perancangan Desain Alat

Pada perancangan desain alat ini meliputi desain konveyor, panel, dan layout komponen. Berikut perancangan desain alat yang akan direalisasikan.



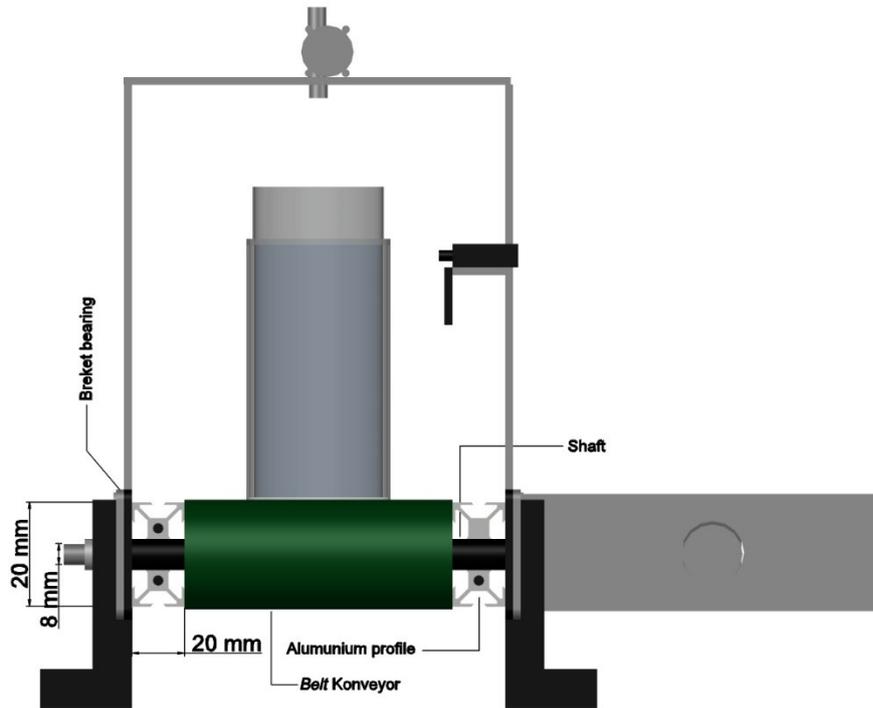
Gambar 3. 1 Desain Konveyor Tampak Depan



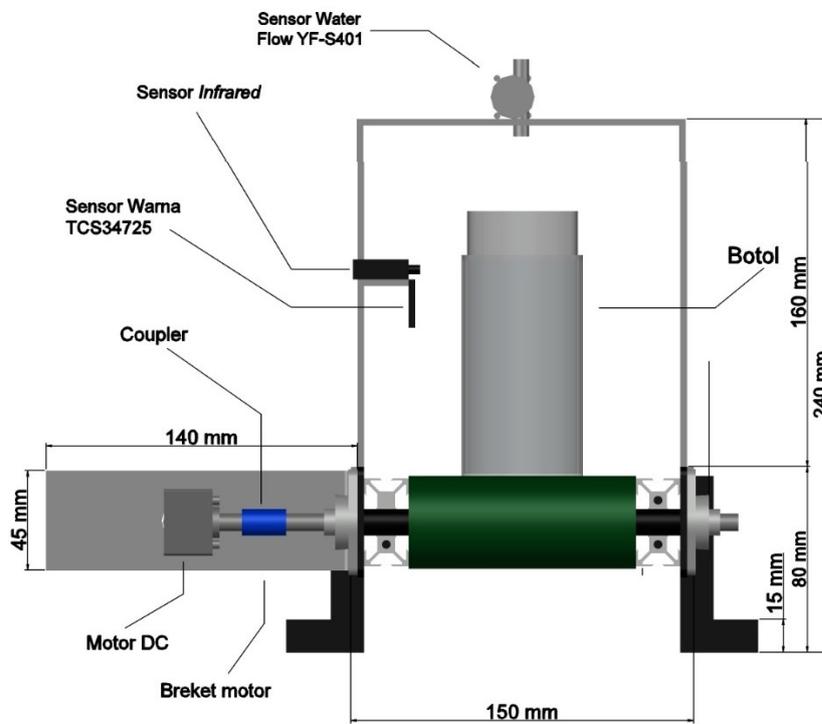
© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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 Konveyor Tampak Kanan



Gambar 3. 3 Desain Konveyor Tampak Kiri



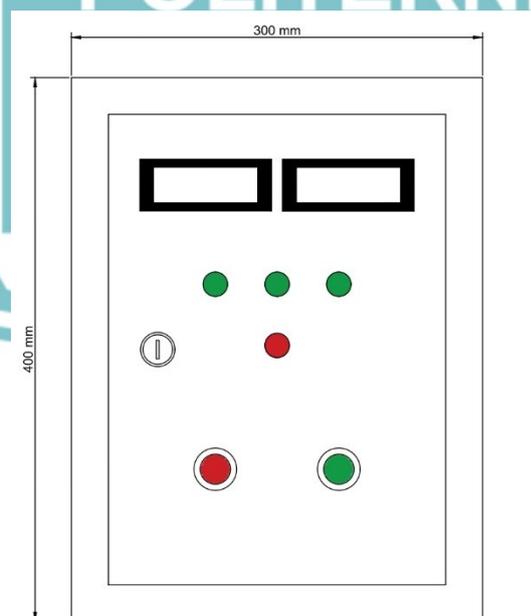
© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

Pada Gambar 3.1, Gambar 3.2, dan Gambar 3.3 adalah rancangan miniatur konveyor untuk proses pengisian air secara otomatis, yang dimana dimensi pada gambar rancangan tersebut mengacu kepada (Alaika et al., 2019) untuk menjaga kinerja dan kestabilan komveyor. Seperti yang terlihat pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2 alat ini dilengkapi beberapa komponen penting, seperti sensor warna TCS34725 dan sensor *infrared*, yang berguna untuk mendeteksi keberadaan botol di atas konveyor. Selain itu, sensor *water flow* YF-S401 untuk mengukur atau membaca debit air yang mengalir, sehingga proses pengisian dapat berjalan sesuai mode pengisian. Selanjutnya terdapat motor DC sebagai penggerak dan bearing sebagai tumpuan, agar konveyor dapat berputar secara terus-menerus dan stabil untuk mengirim botol dari satu tahapan proses ke tahapan selanjutnya.

Selain itu, pada desain miniatur konveyor ini juga didukung oleh rangka dan dudukan yang kokoh demi menjaga kestabilan dan akurasi kerja. Penempatan masing-masing sensor dan motor pada posisi yang sesuai untuk mendukung proses *automation filling water* berjalan secara optimal. Dengan ukuran dan tata letak yang matang, diharapkan rancangan miniatur konveyor ini dapat diterapkan pada proses pengisian air secara otomatis, sesuai kebutuhan dan ukuran yang diinginkan.



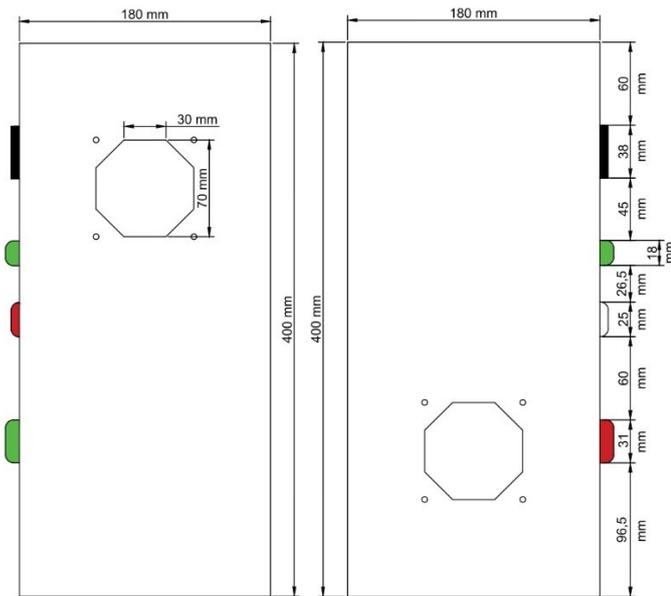
Gambar 3. 4 Desain Panel Tampak Depan



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

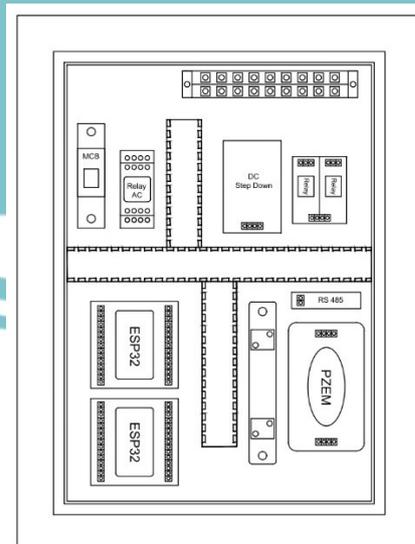
Hak Cipta :

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. 5 Desain Panel Tampak Kanan dan Kiri

Pada Gambar 3.4 dan 3.5 adalah rancangan panel yang akan direalisasikan dan digunakan untuk pusat pengendali. Seperti yang terlihat pada gambar desain panel, pada Gambar 3.4 terlihat dipasang 2 buah LCD yang digunakan untuk pembacaan data secara *real-time*, 4 buah pilot lamp yang berfungsi sebagai indikator pengoperasian sistem, *push button* hijau untuk menyalakan sistem, dan *push button* merah untuk mematikan sistem.

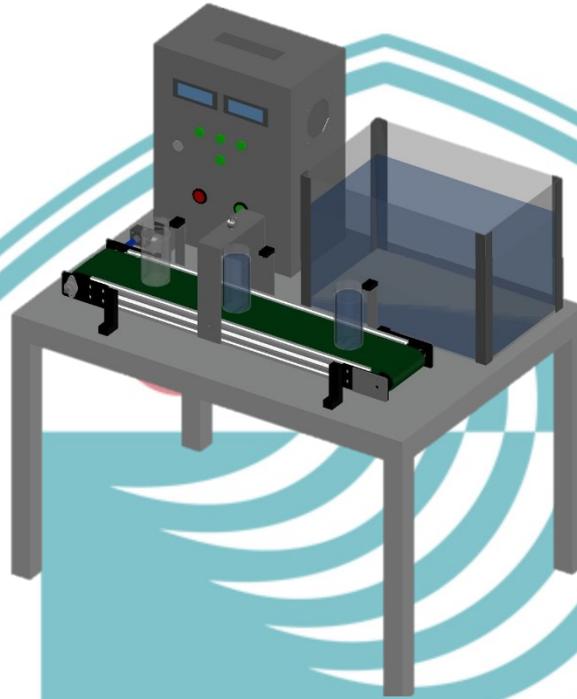


Gambar 3. 6 Desain Layout Komponen dalam Panel



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Pada Gambar 3.6 adalah gambar desain layout komponen, yang dimana untuk memudahkan pemasangan komponen saat proses *wiring*.



Gambar 3. 7 Desain Alat Keseluruhan

Pada Gambar 3.7 merupakan desain alat secara keseluruhan yang akan direalisasikan. Alat ini dirancang dengan beberapa komponen utama, termasuk struktur rangka yang menggunakan material aluminium profil sebagai penopang sistem konveyor, serta unit panel kontrol yang ditempatkan di bagian belakang. Di sisi kanan terdapat wadah penampung air yang berfungsi sebagai sumber utama cairan pengisian. Jalur konveyor didesain untuk menggerakkan botol secara mendatar menuju area pengisian, di mana terpasang sensor warna dan sensor *infrared* yang berfungsi untuk mendeteksi warna botol dan mendeteksi keberadaannya secara tepat. Proses pengisian dilakukan secara otomatis oleh pompa DC yang dikendalikan oleh sistem, dengan volume air disesuaikan berdasarkan klasifikasi warna botol. Panel kendali dilengkapi dengan indikator visual seperti LED dan tampilan digital untuk memudahkan pemantauan kondisi

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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin 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

alat. Secara keseluruhan, desain ini merepresentasikan sebuah sistem otomasi berbasis mikrokontroler dalam bentuk miniatur, yang dapat digunakan sebagai media praktikum dalam bidang teknik otomasi.

3.1.2 Deskripsi Alat

“Rancang Bangun Sistem Pengisian Air Secara Otomatis dengan Volume Variabel pada Miniatur Konveyor. “ merupakan sebuah prototipe yang dibuat untuk mensimulasikan proses pengisian air secara otomatis pada sebuah botol yang berjalan diatas konveyor. Alat ini menggunakan ESP32 sebagai pengontrol utama dan sensor *infrared* sebagai pendeteksi keberadaan botol di atas konveyor. Selain itu, sensor *water flow* juga diterapkan untuk mengukur volume air yang mengalir pada botol, sehingga ukuran pengisian dapat disesuaikan secara tepat sesuai kebutuhan. Pompa DC digunakan sebagai aktuator yang berguna untuk mengalirkan air ke dalam botol apabila sensor *infrared* mendeteksi sebuah botol tengah berada pada posisi pengisian.

Alat ini dapat bekerja secara otomatis sesuai mode yang disesuaikan. Dalam perancangan ini, sensor warna turut dipasang pada konveyor untuk mendeteksi atau menangkap pantulan warna pada botol dan kemudian secara langsung menentukan mode pengisian (Merah 100 ml, Hijau 200 ml, dan Biru 300 ml) berdasarkan hasil pembacaan sensor. Setelah mode pengisian tercapai sesuai volume target, pompa secara otomatis akan berhenti, dan motor DC kemudian kembali bergerak untuk membawa botol selanjutnya ke tempat pengisian. Dengan proses yang terintegrasi ini, pengisian dapat berjalan terus menerus, presisi, dan sesuai mode pengisian yang disesuaikan.

3.1.3 Cara Kerja Alat

Berikut merupakan deskripsi cara kerja alat conveyor otomatis untuk pengisian air ke dalam botol :

1. Sumber Daya dan Distribusi Listrik

Sistem ini menggunakan sumber listrik AC 220V sebagai daya utama untuk menjalankan seluruh perangkat. Dari sumber ini, arus listrik didistribusikan ke berbagai bagian sistem melalui relay AC 220V, yang berfungsi sebagai penghubung



© 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

awal antara suplai utama dengan sistem kontrol. Relay ini memastikan bahwa tegangan hanya disalurkan saat sistem dalam kondisi aman dan siap bekerja. Setelah relay aktif, daya dialirkan ke modul konversi tegangan untuk digunakan oleh berbagai komponen.

2. Pemantauan Arus dan Tegangan

Setelah menerima daya, sistem langsung melakukan pemantauan terhadap arus dan tegangan yang masuk menggunakan sensor arus dan sensor tegangan. Tujuannya adalah memastikan bahwa suplai daya berada dalam batas aman agar tidak merusak perangkat elektronik di dalam sistem.

3. Proses Konversi Tegangan

Daya AC 220V dikonversi menjadi tegangan DC melalui dua tahap. Pertama, modul konversi mengubah AC 220V menjadi DC 12V atau 24V yang digunakan untuk menghidupkan motor conveyor, motor pompa, dan modul relay DC. Selanjutnya, tegangan DC 12V ini diturunkan lagi menjadi DC 3.3V menggunakan step-down converter untuk mensuplai mikrokontroler ESP32, sensor-sensor, dan LCD. Proses ini memastikan tiap komponen bekerja sesuai tegangan operasional masing-masing.

4. Pusat Kendali oleh Mikrokontroler ESP32

Mikrokontroler ESP32 bertindak sebagai otak sistem yang memproses semua input dan mengontrol seluruh output. ESP32 menerima data dari sensor arus, sensor tegangan, sensor infrared, flow meter, serta sensor warna TCS34725. Berdasarkan data ini, ESP32 menentukan tindakan selanjutnya, seperti menghentikan motor conveyor saat botol terdeteksi, memilih mode pengisian, serta mengaktifkan motor pompa sesuai kebutuhan.

5. Penggunaan Sensor Warna TCS34725 untuk Pemilihan Mode

Sensor warna TCS34725 digunakan sebagai komponen utama dalam proses pemilihan mode pengisian. Sensor ini mendeteksi warna botol yang lewat pada conveyor, lalu ESP32 mengklasifikasikan warna tersebut ke dalam kategori tertentu, misalnya botol merah untuk mode 100 ml, hijau untuk 200 ml, dan biru



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 kritis atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

untuk 300 ml. Mode ini menentukan seberapa lama motor pompa akan aktif untuk mengalirkan cairan sesuai volume yang diinginkan.

6. Fungsi Relay DC dan Motor Penggerak

Relay DC berperan sebagai saklar elektronik yang dikendalikan oleh ESP32 untuk mengatur arus ke motor conveyor dan motor pompa. Saat sensor infrared mendeteksi kehadiran botol pada posisi pengisian, relay akan memutuskan arus ke motor conveyor (menghentikannya), dan mengaktifkan motor pompa untuk mulai mengisi air sesuai mode yang telah ditentukan oleh warna botol. Setelah pengisian selesai, conveyor kembali dijalankan untuk memindahkan botol ke posisi selanjutnya.

7. Sensor *Infrared* dan Sensor *Water Flow*

Sistem ini menggunakan dua sensor utama, yaitu infrared dan flow meter. Sensor infrared mendeteksi keberadaan botol pada titik tertentu dan memberi sinyal ke ESP32 untuk menghentikan conveyor. Flow meter digunakan untuk mengukur volume air yang mengalir dan memastikan bahwa jumlah air yang diisikan sesuai dengan mode yang dipilih berdasarkan warna botol. Sensor ini membantu meningkatkan akurasi dan presisi dalam pengisian cairan.

8. Tampilan Informasi pada LCD

Semua informasi sistem ditampilkan pada LCD 16x4 karakter, yang berfungsi menampilkan berbagai data penting seperti: status sistem, warna botol terdeteksi, mode pengisian aktif, kecepatan aliran air, serta jumlah volume yang telah diisi. Tampilan ini memberikan feedback real-time kepada pengguna sehingga proses pengoperasian alat menjadi lebih transparan dan mudah dikontrol.

3.1.4 Pemilihan Komponen

Pada pemilihan komponen ini dibagi menjadi dua, yaitu pemilihan komponen elektrik dan pemilihan komponen mekanikal.

A. Pemilihan Komponen Elektrikal

Pemilihan komponen elektrik ini didasarkan pada peran fungsionalnya, kesesuaian karakteristik teknis, efisiensi penggunaan daya, serta kemudahan

dalam proses integrasi dengan mikrokontroler ESP32 yang berperan sebagai pusat pengendali utama. Setiap komponen dipilih dengan memperhatikan stabilitas operasional, tingkat kompatibilitas, dan keandalan untuk mendukung sistem pengisian air otomatis yang dirancang. Berikut pemilihan komponen elektrik.

1. Sensor *Flow* (YF-S401)

Sensor ini dipilih karena kemampuannya dalam mendeteksi aliran air melalui sinyal pulsa yang dihasilkan oleh rotor di dalamnya. Dengan kapasitas pengukuran 0,3 hingga 6 liter per menit serta rentang tegangan operasi yang luas (3,5–24 VDC). Dalam pemilihan sensor *flow* ini juga mengacu pada penelitian (Arfiansyah et al., 2024) yang menyatakan bahwa “sensor *flow* YF-S401 lebih akurat dibandingkan dengan sensor *flow* YF-S201”. Selain itu, sensor ini memiliki keunggulan dalam kemudahan proses kalibrasi serta efisiensi dalam konsumsi daya.

2. Sensor *Infrared*

Sensor ini dimanfaatkan untuk mendeteksi posisi botol secara cepat di beberapa titik sepanjang jalur konveyor. Dengan sinyal keluaran digital serta tegangan operasional 3 hingga 5 volt, perangkat ini mendukung integrasi langsung dengan mikrokontroler ESP32. Selain itu, sensitivitasnya dapat disesuaikan untuk mendeteksi objek hingga jarak 30 cm.

3. Sensor Warna (TCS34725)

Sensor ini dipilih karena kemampuannya dalam membaca warna RGB secara akurat serta dilengkapi dengan filter pemblokir cahaya inframerah (*IR blocking filter*) untuk meningkatkan ketepatan pembacaan. Sensor ini menggunakan antarmuka komunikasi I2C dengan alamat standar 0x29 dan bekerja dalam rentang tegangan 3,3 hingga 5,5 volt, sehingga sangat kompatibel untuk diintegrasikan dengan mikrokontroler ESP32.

4. Sensor PZEM-017

Sensor ini berfungsi untuk memantau parameter listrik pada sistem, meliputi tegangan, arus, dan daya, dengan tingkat akurasi mencapai $\pm 1\%$. Perangkat ini menggunakan protokol komunikasi RS-485 Modbus-RTU,



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

yang dapat dihubungkan ke mikrokontroler ESP32 melalui modul konversi TTL agar integrasi data berjalan optimal.

5. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ini dimanfaatkan untuk mengukur ketinggian permukaan air pada wadah penampung atau sebagai fitur tambahan dalam sistem. Dengan kemampuan deteksi hingga 4 meter serta resolusi sebesar 0,3 cm, sensor ini ideal untuk digunakan dalam aplikasi pemantauan dan otomasi berskala sederhana.

6. *Miniature Circuit Breaker* (MCB)

MCB tipe C4 dengan rating arus 4 A dan tegangan kerja 210/400 VAC dipilih sebagai proteksi terhadap kemungkinan arus berlebih pada sistem. Pemilihan ini didasarkan pada perhitungan total arus beban yang berada di bawah 2 A, sehingga penggunaan MCB 4 A memberikan toleransi yang aman tanpa mengorbankan sensitivitas proteksi.

7. Power Supply AC-DC 12V/20A

Power supply ini dipilih untuk menjamin pasokan tegangan yang stabil ke berbagai komponen seperti motor, pompa, dan sensor dalam sistem. Dengan output sebesar 12 VDC dan kapasitas arus hingga 20 A, perangkat ini mampu memenuhi kebutuhan daya seluruh rangkaian tanpa mengalami kekurangan suplai.

8. DC-DC Step Down

Modul step-down dipilih untuk mengkonversi tegangan dari 12 VDC menjadi 5 V atau 3,3 V, menyesuaikan dengan kebutuhan operasional ESP32 dan berbagai sensor. Dengan kapasitas daya hingga 300 W dan arus maksimum 8 A, modul ini ideal digunakan dalam sistem yang memerlukan beberapa level tegangan secara bersamaan.

9. ESP32

Mikrokontroler ini dipilih sebagai pengendali utama karena dilengkapi dengan fitur konektivitas Wi-Fi dan *Bluetooth Low Energy* (BLE), serta memiliki jumlah pin input-output yang memadai untuk mengelola seluruh sensor dan aktuator dalam sistem. Tegangan kerja sebesar 3,3 V juga sejalan dengan spesifikasi sebagian besar sensor digital 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 mengummikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin 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

10. Relay AC 220V

Relay AC ini dipilih sebagai saklar otomatis yang menghubungkan sumber daya utama ke rangkaian sistem. Dengan tegangan coil sebesar 220 V, perangkat ini dapat dioperasikan langsung melalui jaringan listrik rumah tangga, sementara rating kontak 5 A telah mencukupi untuk menangani arus beban pada sistem secara aman.

11. Relay DC

Relay ini digunakan untuk mengontrol kerja motor DC dan pompa melalui perintah dari ESP32. Dengan tegangan input 3,3 V yang sesuai dengan logika keluaran ESP32, serta kemampuan output hingga 10 A pada 250 VAC atau 30 VDC.

12. Push Button

Push button dipilih untuk mengaktifkan maupun menonaktifkan sistem. Dengan ukuran diameter 25 mm, tombol ini dirancang agar mudah dioperasikan serta sesuai untuk pemasangan pada panel kontrol.

13. Pilot Lamp

Pilot lamp bertegangan 12 VDC digunakan sebagai penanda status sistem, seperti sistem aktif, motor konveyor aktif, serta proses pengisian yang sedang berlangsung. Dengan diameter 16 mm, lampu-lampu ini dirancang agar sesuai dengan ukuran panel kontrol pada sistem miniatur.

14. Panel Kontrol

Panel kontrol berukuran P40×L30×T18 cm dipilih untuk menempatkan seluruh komponen utama seperti MCB, catu daya, mikrokontroler ESP32, dan relay. Dimensi tersebut memberikan ruang yang memadai untuk pengaturan kabel secara teratur dan memastikan instalasi tetap aman serta tertata rapi.

15. Kabel Duck

Kabel duck digunakan untuk mengatur jalur kabel di dalam panel maupun pada bagian luar rangkaian. Penggunaannya membantu menjaga kerapian instalasi, mempermudah proses perawatan, serta meminimalkan risiko terjadinya korsleting listrik.



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

16. Kabel AWG 22 dan NYAF 0,75 mm²

Kabel ini dipilih untuk keperluan transmisi sinyal serta penyaluran daya listrik dalam sistem. Kabel jenis AWG 22 berwarna merah, kuning, dan biru dimanfaatkan untuk menghubungkan sinyal dari sensor dan kontrol, sedangkan kabel tipe NYAF dipilih untuk jalur daya motor karena mampu mengalirkan arus listrik yang lebih besar.

17. Motor DC (MOT-JGY370-12V30)

Motor ini dipilih karena memiliki putaran rendah sebesar 30 RPM dalam kondisi tanpa beban serta mampu menghasilkan torsi tinggi hingga 10 kg, sehingga sangat sesuai untuk aplikasi konveyor miniatur yang memerlukan pergerakan lambat namun stabil dan bertenaga.

18. Pompa DC 12V

Pompa ini memiliki daya 5 watt dengan kapasitas aliran mencapai 280 liter per jam, sehingga mampu mengisi botol berukuran kecil secara akurat.

19. LCD

LCD digunakan untuk menampilkan pembacaan proses pengisian, daya, arus, dan tegangan.

B. Pemilihan Komponen Mekanikal

Pemilihan komponen mekanikal ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem konveyor mampu beroperasi secara stabil dan akurat, khususnya dalam menopang beban botol serta menjaga ketepatan gerak selama proses otomatisasi pengisian air. Setiap elemen mekanikal dipilih dengan mempertimbangkan kekuatan bahan, kestabilan struktur, proporsi dimensi, serta kecocokannya dengan rancangan miniatur yang digunakan. Berikut pemilihan komponen mekanikal.

1. Roller

Roller berbahan nilon dipilih karena menawarkan ketahanan yang baik terhadap gesekan serta memiliki massa yang ringan namun tetap kuat secara struktural. Ukuran panjang 10 cm dan lebar 3,6 cm dirancang agar sesuai dengan lebar konveyor, sehingga mampu menopang belt secara seimbang pada kedua sisinya.



© 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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Bearing (KFL08)

Bearing tipe KFL08 dengan diameter dalam 8 mm dipilih karena kompatibel dengan ukuran poros yang digunakan, serta efektif dalam mengurangi gesekan pada komponen yang berputar. Kombinasi material stainless steel dan karet memberikan ketahanan yang baik terhadap korosi maupun getaran selama pengoperasian sistem.

3. Aluminium Profile

Aluminium Profile digunakan sebagai kerangka utama sistem konveyor karena sifatnya yang ringan, tahan terhadap korosi, serta mudah dalam proses pemotongan dan perakitan.

4. Coupler

Coupler digunakan sebagai penghubung antara poros motor dan shaft konveyor. Pemilihan komponen ini bertujuan untuk memastikan proses transmisi torsi berlangsung secara stabil dan efisien, sehingga menghindari terjadinya slip antara motor dan roller.

5. Breket

Breket digunakan sebagai penopang bearing sekaligus penahan shaft agar tetap berada pada posisinya selama rotasi berlangsung. Dimensi 5 cm × 10 cm dirancang agar sesuai dengan ukuran profil rangka aluminium, sehingga menghasilkan pemasangan yang presisi dan kokoh.

6. Plat PVC

Plat PVC digunakan sebagai dasar untuk pemasangan sensor maupun motor. Material ini dipilih karena memiliki sifat yang ringan, mudah dibentuk, serta bersifat isolator listrik, sehingga memberikan tingkat keamanan yang baik saat dipasang di sekitar komponen elektronik.

7. Belt

Belt berbahan karet digunakan sebagai elemen pemindah botol pada sistem konveyor. Material karet dipilih karena fleksibel, memiliki daya cengkram yang optimal terhadap roller, serta mampu menahan gesekan secara terus-menerus tanpa mengalami kerusakan berarti.



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

8. Shaft

Shaft dari material besi digunakan sebagai poros penggerak yang menghubungkan motor dengan roller. Dimensinya, yakni panjang 23 cm dan diameter 8 mm, disesuaikan dengan ukuran bearing dan coupler yang digunakan, sehingga memastikan transmisi putaran berjalan stabil dan presisi.

3.1.5 Spesifikasi Alat

Spesifikasi alat ini merupakan deskripsi teknis dari seluruh komponen yang digunakan dalam proses perancangan dan pembuatan, mencakup aspek elektrikal maupun mekanikal. Penyajian spesifikasi ini bertujuan memberikan pemahaman secara menyeluruh terkait karakteristik tiap komponen, sehingga memudahkan dalam proses perakitan, integrasi sistem, serta perhitungan kebutuhan daya secara menyeluruh. Dengan memahami spesifikasi komponen, analisis terkait kecocokan fungsi, ketahanan, dan kapabilitasnya dalam mendukung performa sistem otomatisasi pengisian air dapat dilakukan dengan lebih tepat. Pada spesifikasi alat ini dibagi menjadi dua, yaitu spesifikasi komponen elektrikal dan spesifikasi komponen mekanikal. Berikut spesifikasi alat :

1. Spesifikasi Komponen Elektrikal

Pada spesifikasi komponen elektrikal ini mencakup semua perangkat yang berperan dalam proses kendali, pengukuran, dan penggerak sistem. Komponen-komponen tersebut terdiri dari sensor, mikrokontroler, aktuator seperti motor dan pompa, relay, lampu indikator, serta *power supply*. Berikut spesifikasi alat elektrikal pada Table 3.1

Tabel 3. 1 Spesifikasi Komponen Elektrikal

Komponen Elektrikal				
No	Nama Komponen	Spesifikasi	Jumlah	Satuan
1	Sensor Flow	Model: YF-S401, Working Range: 0.3–6 L/m, Water Pressure: ≤ 0.8 MPa, Operating Voltage: 3.5–24 VDC	1	Pcs



© 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

Komponen Elektrikal				
No	Nama Komponen	Spesifikasi	Jumlah	Satuan
2	Sensor Infrared	Tegangan Kerja: 3–5 V, Output: Digital, Jarak Deteksi: 2–30 cm, IC: LM393, Ukuran: 3.1 cm × 1.5 cm	3	Pcs
3	Sensor Warna	Model: TCS34725, Operating Voltage: 3.3–5.5 V, Komunikasi: I2C (Alamat: 0x29), Dimensi: 20.44 mm × 20.28 mm, Berat: 5 g	1	Pcs
4	Sensor PZEM-017	Tegangan DC: 0.05–300 V (±1%), Arus DC: 0–50 A (dengan shunt), Daya: 0.2–90 kW (±1%), Komunikasi: RS-485 (Modbus-RTU), Suhu Operasional: –20°C s/d +60°C	1	Pcs
5	Sensor Ultrasonik	Working Voltage: 5 V DC, Working Frequency: 40 kHz, Jarak Deteksi: 2 cm–4 m, Resolusi: 0.3 cm, Output Signal: TTL (Digital)	1	Pcs
6	MCB	C4, Rated Voltage : 210/400 VAC, Arus Nominal : 4 A	1	Pcs
7	Power Supply	Tegangan input : 110/220 V, Tegangan Output : 12 V, Arus Output : 20 A, Daya : 120 W	1	Pcs
8	DC Step Down	Input : 7-32 VDC, Output : 0,8-28 VDC, Arus Out : 8A, Daya Out : 300 W	1	Pcs
9	ESP32	Konektivitas: Wi-Fi 2.4 GHz, Bluetooth Low Energy (BLE) : 5.0, Tegangan Operasional: 3.3V, Dimensi : 63 x 28 mm	2	Pcs
10	Relay AC	Tegangan Coil : 220 V, Kontak Output : 5 A, Standar : IEC255	1	Pcs



© 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 , pennisan karya ilmiah, pennisan laporan, pennisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Komponen Elektrikal				
No	Nama Komponen	Spesifikasi	Jumlah	Satuan
11	Relay DC	Sinyal Input : 3,3 V, Output : 10A/250VAC, 10A/30VDC	1	Pcs
12	Push Button	Momentary Switch, Diameter 25mm	2	Pcs
13	Pilot Lamp	Type : AD22-16DS, Voltage : 12 VDC, Diameter : 16mm	4	Pcs
14	Panel Kontrol	Dimensi : Panjang 30cm, Lebar 18cm, Tinggi 40cm	1	Unit
15	Kabel Duck	Dimensi : 25 x 25 mm PVC	1	Meter
16	Kabel AWG	AWG 22 Merah AWG 22 Kuning AWG 22 Biru NYAF Hitam 0,75 mm ² NYAF Merah 0,75 mm ²	3 3 3 2 2	Meter Meter Meter Meter Meter
17	Motor Dc	Type : MOT-JGY370-12V30 Voltage : 12VDC Speed : 30 RPM (No Load), 24 RPM (Load) Current : 45mA – 230mA Torque : 5,3kg-10kg Power : 1,7 Watt	1	unit
18	Pompa	Voltage : 12VDC Power : 5 Watt Max Flow Rate : 280L/H	1	unit
19	LCD	Dimensi : P60 mm, L90mm Voltage : 5VDC Alamat : i2c 0x27 20 karakter x 4 baris	2	pcs

Pada Tabel 3.1 merupakan spesifikasi dari seluruh komponen elektrikal yang digunakan dalam sistem. Beberapa di antaranya mencakup Sensor *Flow* YF-S401 untuk mengukur laju aliran air, Sensor Infrared dan Sensor Warna yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan serta mengidentifikasi botol, serta Sensor Ultrasonik dan PZEM-017 yang berfungsi untuk pemantauan sistem. Mikrokontroler ESP32 berperan sebagai pusat pengendali utama, sedangkan Motor



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 mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DC dan Pompa DC digunakan sebagai aktuator untuk menggerakkan konveyor dan mengalirkan air. Komponen pendukung lainnya seperti *Power Supply* AC-DC 12V/20A, Relay, LCD, Pilot Lamp, dan *Push Button* digunakan untuk penyediaan daya, pengendalian beban, dan antarmuka pengguna. Seluruh informasi terkait seperti tegangan kerja, arus, jenis komunikasi data, dimensi fisik, serta jumlah unit dicantumkan secara lengkap dalam Tabel 3.1 tersebut.

2. Spesifikasi Komponen Mekanikal

Pada spesifikasi komponen mekanikal ini mencakup seluruh elemen atau bagian fisik yang membentuk kerangka utama sistem serta mendukung fungsi gerak konveyor. Komponen-komponen ini berperan sebagai struktur, penyangga, dan penggerak yang saling terintegrasi untuk memastikan kekuatan, kestabilan, dan ketepatan sistem selama beroperasi. Berikut spesifikasi komponen mekanikal pada Tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Spesifikasi Komponen Mekanikal

No	Nama Material	Spesifikasi	Jumlah	Satuan
1	<i>Roller</i>	Material : Nilon Dimensi : Panjang 10 cm, Lebar 3,6 cm	2	Pcs
2	<i>Bearing</i>	Model : KFL08 Material : Stainless Steel, Rubber Diameter dalem M8mm	2	Pcs
3	<i>Alumunium Profile</i>	Material : <i>High grade alumunium alloy 6063-T5</i> Dimensi : Panjang 60 cm, Lebar 2 cm, Tinggi 4 cm	2	Meter
4	<i>Coupler</i>	Material : : Alumunium Dimensi: Lebar 25mm, M14mm	1	Pcs
5	<i>Breket</i>	Material : besi Dimensi : Panjang 5 cm x Lebar 10 cm	4	Pcs
6	Plat PVC	Dimensi: Tebal 3mm, panjang 22 cm x 30 cm	1	Meter
7	<i>Belt</i>	Material : Karet Dimensi : Tebal 3mm, Panjang 70 cm	1	Meter



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 mengummikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Komponen Mekanikal				
No	Nama Material	Spesifikasi	Jumlah	Satuan
8	Shaft	Material : Besi Dimensi : Panjang 23 cm, M8mm	1	Meter

Pada Tabel 3.2 merupakan spesifikasi komponen mekanikal, seperti *Roller* dan *Bearing* KFL08 yang berfungsi menopang serta memutar sabuk konveyor, kemudian Profil Aluminium 6063-T5 yang digunakan sebagai rangka karena karakteristiknya yang ringan namun kuat. Komponen seperti Coupler dan Shaft digunakan untuk membantu menggsbungksn motor ke *roller*, sementara *Belt* karet berperan sebagai media pemindah botol. Bagian pendukung lainnya, seperti Plat PVC dan Braket, digunakan untuk menopang dan mengunci posisi komponen dengan presisi. Seluruh komponen tersebut dipilih berdasarkan ukuran, ketahanan material, serta kesesuaiannya dengan desain konveyor berskala miniatur. Informasi lengkap terkait jumlah, dimensi, dan bahan masing-masing komponen tercantum dalam Tabel 3.2.

3.1.6 Perhitungan Daya dan Arus

Perhitungan ini bertujuan untuk menentukan kebutuhan daya dan arus total yang diperlukan pada sistem atau alat agar dapat beroperasi dengan aman dan efesien. Pada perhitungan ini dilakukan terhadap setiap komponen elektrikal berdasarkan tegangan dan konsumsi arus yang tercantum dalam spesifikasinya. Hasil perhitungan ini menjadi dasar dalam pemilihan jenis kabel, rating MCB, serta daya minimum catu daya yang sesuai untuk sistem. Berikut perhitungannya.

A. Perhitungan Daya

Perhitungan daya ini dihitung berdasarkan spesifikasi komponen elektrikal pada Tabel 3.1. Daya dapat dihitung menggunakan rumus berikut :

$$P = V \times I \quad (2.1)$$

Keterangan :

P = Daya Listrik

V = Tegangan Listrik

I = Arus Listrik

Berikut perhitungan daya untuk setiap komponen terlihat pada Tabel 3.3 :

Tabel 3.3 Perhitungan Daya

No	Komponen	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya (Watt)
1	Sensor Flow YF-S401	5	0,03	0,15
2	Sensor Infrared (3)	5	$0,02 \times 3 = 0,06$	0,3
3	Sensor Warna TCS34725	3,3	0,015	0,0495
4	Sensor PZEM-017	5	0,05	0,25
5	Sensor Ultrasonik	5	0,015	0,075
6	ESP32 (2)	3,3	$0,2 \times 2 = 0,4$	1,32
7	Motor DC	12	0,5	6
8	Pompa	12	0,417	5
9	Relay DC	5	0,07	0,35
10	LCD (2)	5	$0,02 \times 2 = 0,04$	0,2
11	Pilot Lamp (4)	12	$0,015 \times 4 = 0,06$	0,72

Total Daya :

$P_{total} = 14,41$ Watt

Jadi, kebutuhan daya total dari komponen elektrikal yaitu 14,41 Watt

B. Perhitungan Arus

Perhitungan arus ini untuk mengetahui arus kerja dari komponen elektrikal berdasarkan spesifikasinya. Arus dapat dihitung menggunakan rumus berikut.

$$I = \frac{P}{V}$$

(2.1)

Keterangan :



© 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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

P = Daya Listrik

V = Tegangan Listrik

I = Arus Listrik

Berikut perhitungan arus untuk setiap komponen terlihat pada Tabel 3.4 :

Tabel 3. 4 Perhitungan Arus

No	Komponen	Daya (Watt)	Tegangan (V)	Arus (I)
1	Sensor Flow YF-S401	0,15	5	0,03
2	Sensor Infrared (3)	0,3	5	0,06
3	Sensor Warna TCS34725	0,0495	3,3	0,015
4	Sensor PZEM-017	0,25	5	0,05
5	Sensor Ultrasonik	0,075	5	0,015
6	ESP32 (2)	1,32	3,3	0,4
7	Motor DC	6	12	0,5
8	Pompa	5	12	0,417
9	Relay DC	0,35	5	0,07
10	LCD (2)	0,2	5	0,04
11	Pilot Lamp (4)	0,72	12	0,06

Total Arus :

Untuk menghitung arus total menggunakan rumus berikut :

$$I_{total} = \frac{P_{total}}{V_{utama}}$$

$$= \frac{14,41}{12}$$

$$= 1,2 \text{ A}$$

Jadi, arus total yang mengalir dari power supply menuju komponen sistem yaitu 1,2 A.



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

3.1.7 Perhitungan Kemampuan Hantar Arus (KHA)

Pada perhitungan KHA ini bertujuan untuk menentukan jenis kabel yang digunakan pada sistem. Perhitungan KHA dapat ditentukan menggunakan rumus berikut :

$$\begin{aligned} \text{KHA} &= 125\% \times I_{\text{total}} \\ &= 1,25 \times 1,2 \text{ A} \\ &= 1,5 \text{ A} \end{aligned}$$

Jadi, minimal kabel harus mampu mengalirkan arus $\geq 1,5 \text{ A}$. Maka, digunakan kabel AWG 22 yang memiliki kapasitas arus 1 hingga 6A dan kabel NYAF 0,75 mm² dengan kapasitas arus hingga 7A

3.1.8 Perhitungan Rating Pengaman MCB

Pada perhitungan rating pengaman ini menggunakan rumus berikut :

$$\begin{aligned} I_{\text{rating}} &= 115\% \times I_{\text{total}} \\ &= 1,15 \times 1,2 \text{ A} \\ &= 1,38 \text{ A} \end{aligned}$$

Jadi, MCB yang digunakan yaitu MCB 2A. Namun, pada sistem ini digunakan MCB 4A yang dimana untuk menghindari lonjakan arus berlebih dan guna untuk spare arus jika ada penambahan komponen untuk pengembangan.

3.1.9 Blok Diagram Alat

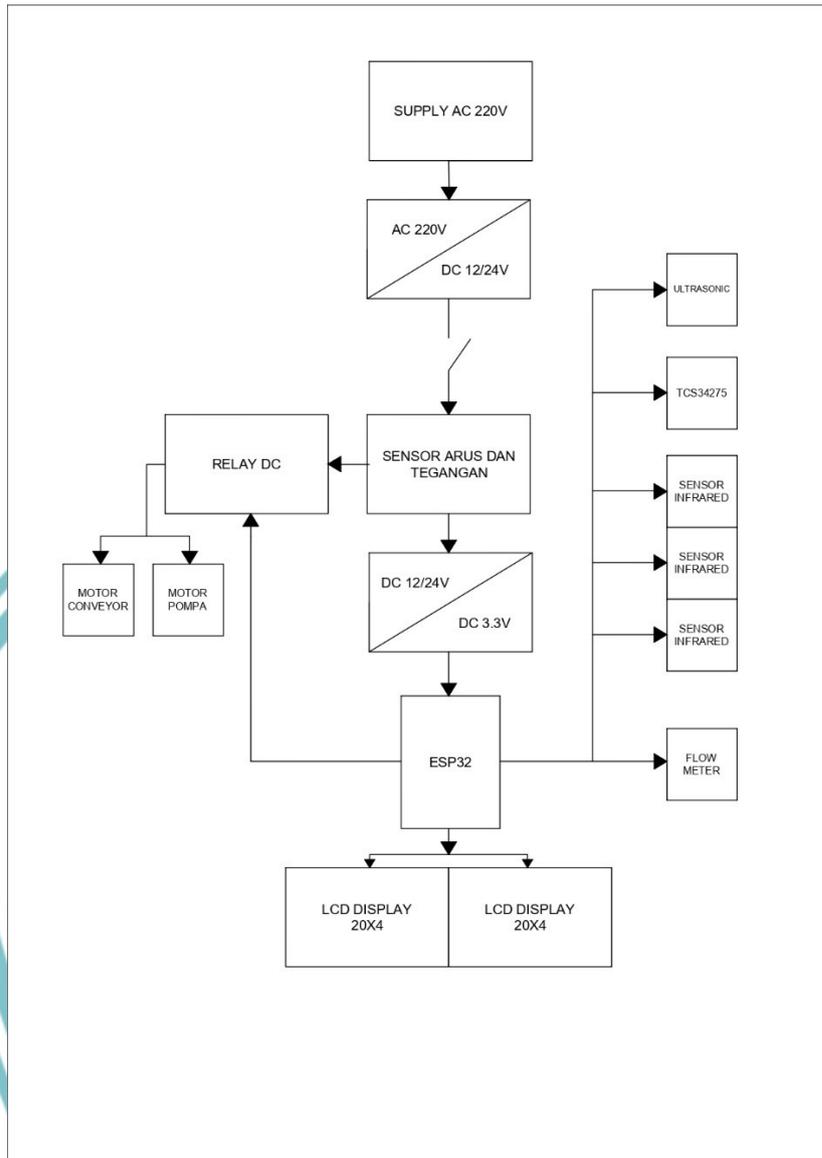
Pada perancangan alat ini blok diagram merepresentasikan susunan sistem pengisian air otomatis yang dikendalikan melalui mikrokontroler. Penyusunan diagram ini bertujuan untuk memperjelas jalannya proses kerja alat secara menyeluruh dan terstruktur. Dalam proses perancangannya, telah ditentukan komponen masukan, keluaran, serta pengendali yang digunakan dalam sistem. Diagram ini juga menjadi pedoman utama dalam tahap implementasi alat, karena mampu memperlihatkan keterkaitan antar bagian serta bagaimana masing-masing fungsi terintegrasi secara keseluruhan. Berikut blok diagram pada Gambar 3.8.



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



JAKARTA
Gambar 3. 8 Blok Diagram

Pada Gambar 3.8 Blok Diagram diatas, sistem mendapatkan *supply* listrik dari sumber AC 220V yang kemudian diubah menjadi tegangan DC 12/24V. Tegangan ini digunakan untuk mensuplai kebutuhan daya pada berbagai komponen seperti sensor, mikrokontroler ESP32, dan modul relay. Beberapa sensor seperti sensor *infrared*, *water flow* sensor, dan sensor warna TCS34725 dipasang untuk mendeteksi keberadaan botol, aliran air, serta karakteristik warna objek yang berjalan diatas konveyor. Semua sinyal dari sensor tersebut dikirimkan ke ESP32 yang berfungsi sebagai pusat utama dalam pengolah data dan sistem kontrol.



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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Setelah data diterima, ESP32 mengolah data tersebut dan mengontrol kerja relay DC untuk mengaktifkan motor penggerak konveyor serta motor pompa air. Selain itu, ESP32 juga mengirimkan data ke modul LCD 20x4 untuk menampilkan data secara *real-time*. Dengan sistem ini, proses pengisian air pada botol dapat berjalan secara otomatis. Adapun penjelasan berdasarkan sub blok dibawah ini :

A. *Input*

1. *Sensor Infrared*

Sensor ini berfungsi untuk mendeteksi keberadaan botol di titik tertentu sepanjang lintasan konveyor. Saat sensor mendeteksi adanya botol, sinyal akan dikirimkan ke mikrokontroler ESP32 sebagai pemicu untuk menjalankan tahapan proses berikutnya.

2. *Water Flow Sensor*

Water Flow Sensor ini berperan dalam menghitung volume aliran air yang masuk ke dalam botol selama proses pengisian. Data hasil pengukuran ini dikirimkan ke ESP32 untuk memastikan volume air yang dimasukkan sesuai dengan takaran yang telah ditentukan.

3. *Sensor Warna TCS34725*

Sensor ini berfungsi mendeteksi warna pada botol untuk pemilihan mode pengisian

4. *Sensor Arus dan Tegangan*

Digunakan untuk memonitoring arus, tegangan, dan daya sistem. Sensor ini memberikan data ke ESP32 lalu ditampilkan pada LCD secara *real-time*.

5. *Sensor Ultrasonik*

Digunakan untuk memonitoring jumlah air dalam satuan liter pada tangki atau penyimpanan air.

B. *Proses*

Pada proses ini menggunakan ESP32 yang berfungsi sebagai pusat kendali utama dalam sistem kontrol. Mikrokontroler tersebut menerima sinyal dari sejumlah sensor, kemudian menjalankan proses berdasarkan algoritma yang telah diprogram. Selanjutnya, ESP32 mengendalikan perangkat aktuator

seperti relay, menampilkan informasi operasional melalui LCD, serta mengatur komunikasi antar komponen agar sistem bekerja secara terpadu.

C. Output

1. Relay DC

Relay digunakan sebagai saklar elektronik yang mengatur aliran daya menuju motor konveyor dan motor pompa. Ketika ESP32 memberikan sinyal aktif (ON), relay akan menghubungkan arus listrik sehingga motor ataupun pompa dapat beroperasi sesuai dengan tahapan proses pengisian.

2. Motor Konveyor

Motor Konveyor ini berfungsi untuk menggerakkan konveyor dalam memindahkan botol menuju titik pengisian, kemudian melanjutkan pergerakan botol ke posisi akhir setelah proses pengisian selesai dilakukan.

3. Motor Pompa

Motor pompa ini digunakan untuk mengalirkan air ke dalam botol diproses pengisian. pompa ini dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32 dengan mempertimbangkan data yang diperoleh dari sensor *infrared* dan *water flow* sensor.

4. LCD Display 20x4

LCD Display 20x4 ini digunakan sebagai media tampilan untuk pembacaan data dari beberapa sensor. Data dikirim dari pusat sistem kendali yaitu ESP32.

3.1.10 Flowchart Alat

Flowchart ini menjelaskan proses kerja sistem pada pengoperasian pengisian air secara otomatis. Berikut alur kerja sistem dapat dilihat pada Gambar

3.9.



Hak Cipta :

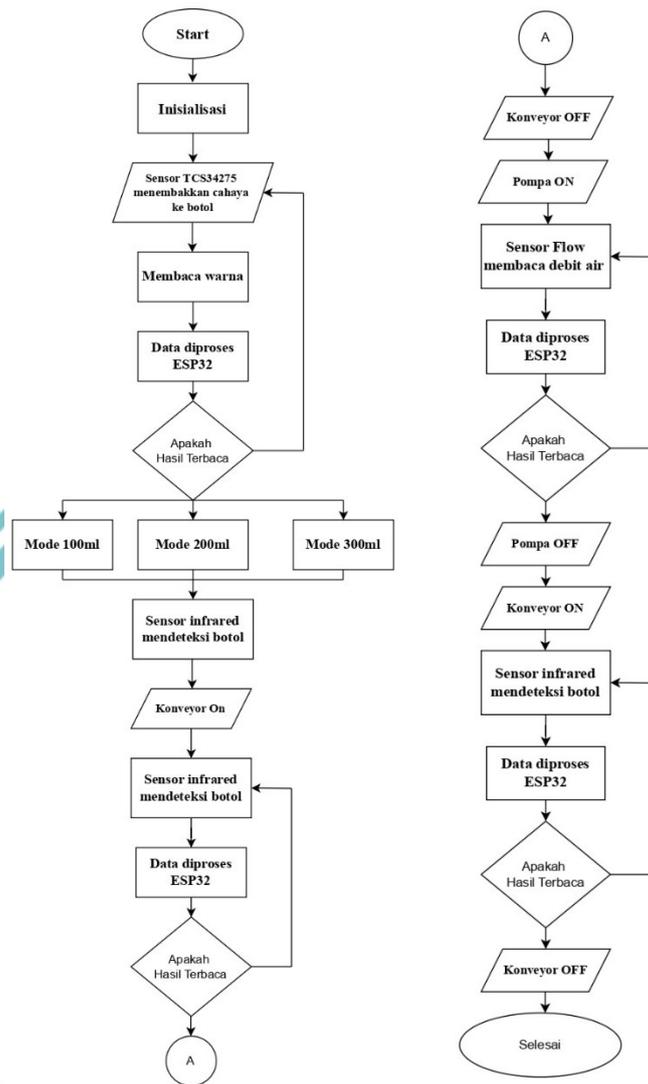
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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



© 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 mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 3. 9 Fowchart

Pada Gambar 3.9 merupakan gambaran proses pengisian air secara otomatis pada botol menggunakan konveyor yang dikendalikan oleh ESP32. Proses diawali dengan tahap inisialisasi, yang dimana semua input dan output pada ESP32 dikonfigurasi agar dapat bekerja sesuai fungsinya. Setelah itu konveyor akan membawa botol kosong menuju sensor warna TCS34725, selanjutnya sensor warna TCS34725 akan aktif dan memancarkan cahaya ke botol untuk mendeteksi warna botol. Warna botol yang terdeteksi akan dibaca dan datanya akan diproses oleh ESP32. Apabila proses pembacaan berjalan sukses, ESP32 secara otomatis akan menentukan mode pengisian berdasarkan warna botol, yaitu merah 100 ml, green 200ml, dan biru 300ml.



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 mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Selanjutnya sensor *infrared* akan mendeteksi botol yang berjalan pada konveyor untuk melakukan penguncian mode yang terbaca oleh sensor warna TCS34725, lalu konveyor melanjutkan pergerakan dan membawa botol menuju area pengisian. Setelah botol sampai di area pengisian sensor *infrared* akan mendeteksi keberadaan botol dan konveyor akan berhenti secara otomatis. Kemudian pompa air aktif dan proses pengisian dimulai. Selama pengisian, sensor *water flow* YF-S401 terus mengirim data debit air yang mengalir, sehingga ESP32 dapat mengontrol volume yang diisikan secara akurat sesuai mode pengisian. Setelah volume air mencapai mode pengisian yang diterapkan , pompa akan mati secara otomatis dan konveyor kembali berjalan membawa botol keluar dari area pengisian.

Proses selanjutnya, setelah botol berada dititik ujung konveyor sensor *infrared* mendeteksi keberadaan botol. Setelah terdeteksi, ESP32 kemudian memastikan proses pengisian berjalan sesuai mode pengisian. Setelah itu, konveyor akan berhenti dan proses selesai.

3.2 Realisasi Alat

Pada realisasi alat ini akan diuraikan secara rinci tahapan dalam proses realisasi miniatur konveyor untuk pengisian air otomatis, yang meliputi perakitan konveyor, perancangan dan perakitan panel kontrol, dan instalasi dan pengkabelan komponen.

3.2.1 Proses Perakitan Konveyor

Pada proses ini mencakup proses pembuatan fisik miniatur konveyor dengan memanfaatkan berbagai komponen mekanik utama. Adapun langkah-langkah perakitannya dijelaskan sebagai berikut :

1. Pembuatan Rangka Konveyor

Rangka utama konveyor dibuat menggunakan aluminium profil yang memiliki ringan namun tetap kuat, memudahkan dalam tahap pemotongan serta perakitan. Material ini juga mempermudah penggabungan dengan komponen tambahan karena sifatnya yang fleksibel. Rangka dibuat



© 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 mengummikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

membentuk kontruksi utama konveyor sesuai ukuran pada perancangan desain alat sebelumnya.

2. Pemasangan Kaki Konveyor

Setelah rangka konveyor dibuat, dilanjut dengan pemasangan kaki konveyor sebagai penopang rangka. Kaki konveyor ini terbuat dari bahan plastik yang dihasilkan oleh 3D printing. Kaki konveyor pasang dengan rangka konveyor menggunakan baut.

3. Pemasangan Roller dan *Belt* Konveyor

Roller atau *pulley* dipasang dikedua sisi ujung rangka konveyor untuk menopang sekaligus menggerakkan *belt* konveyor. Setelah itu, *belt* konveyor dipasangkan secara melingkar mengelilingi roller. *Belt* ini berfungsi sebagai jalur gerak botol selama proses pengisian air otomatis berlangsung.

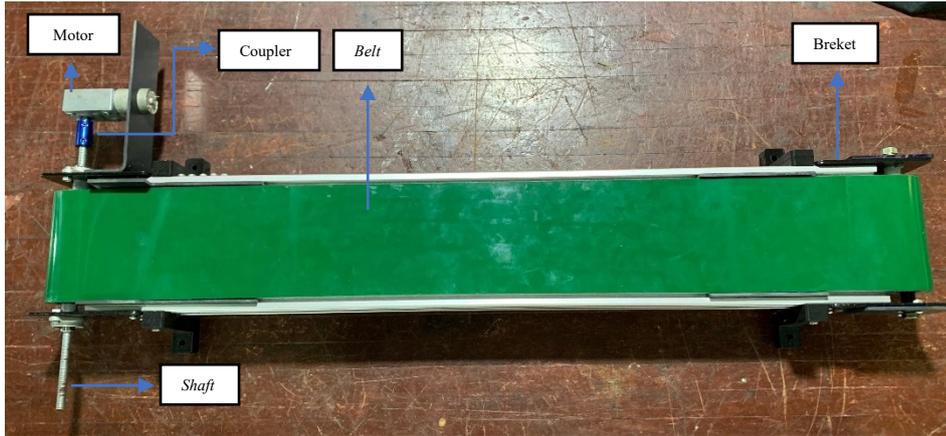
4. Pemasangan Bearing dan Breket

Pemasangan bearing pada breket ini untuk menjaga putaran roller tetap stabil. Kemudian breket dipasang sebagai tempat dudukan bearing sekaligus penopang shuf yang dimana nantinya shuf dihubungkan dengan roller dan breket ini dipasang dengan rangka konveyor.

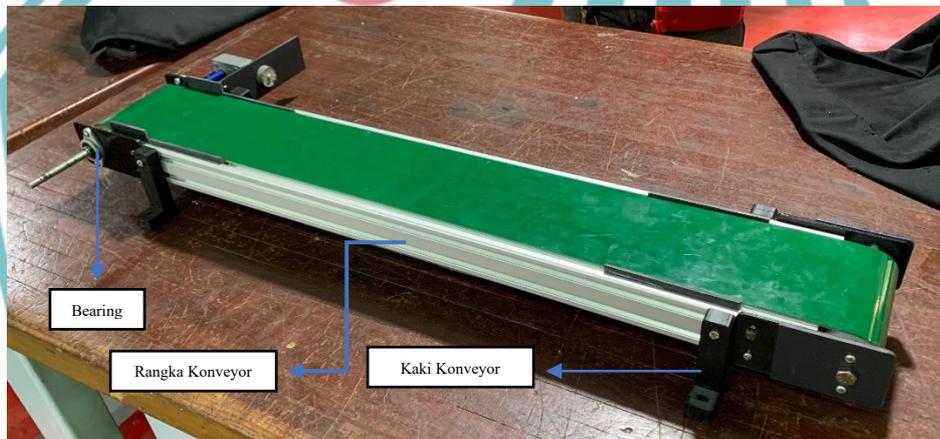
5. Penghubungan Motor dan Roller

Penggerak utama yaitu motor disambungkan dengan roller melalui komponen tambahan yaitu shaft sebagai poros. Untuk memperoleh sambungan yang akurat antara poros motor dan shaft, digunakan *coupler* sebagai penghubung poros motor dengan poros penggerak roller.

Setelah melakukan langkah-langkah proses kontruksi alat diatas. Berikut hasil pembuatan fisik miniatur konveyor pada Gambar 3.10 dan 3.11.



Gambar 3. 10 Bentuk Fisik Konveyor Tampak Atas



Gambar 3. 11 Fisik Konveyor Tampak Samping

3.2.2 Perancangan dan perakitan panel kontrol

Perancangan panel kontrol ini merupakan bagian penting dalam sistem otomatisasi miniatur konveyor ini. Panel kontrol digunakan sebagai pusat pengendali seluruh proses kerja alat, mulai dari mengatur operasi motor konveyor dan pompa pengisi air, hingga menerima sinyal berbagai sensor yang terpasang pada sistem. Tahap ini dimulai dengan perancangan skematik *wiring* diagram. Berikut skematik *wiring* diagram pada Gambar 3.12



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

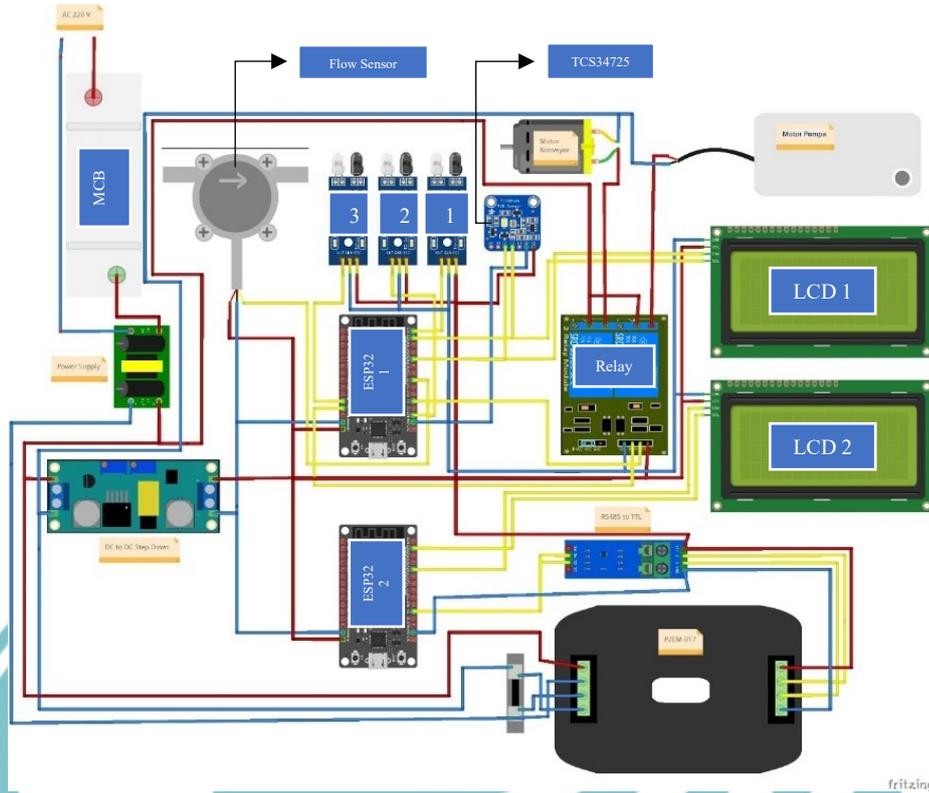
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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



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 mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 3. 12 Skenatik Wiring Diagram

Pada Gambar 3.12 yaitu skemattik *wiring* diagram, terdapat komponen yang berada didalam panel yaitu MCB, *power supply*, *dc-dc step down*, *pzem-017*, *rs485 to TTL*, *ESP32*, *relay DC*, dan *LCD I2C*. Kemudian yang berada diluar panel yaitu *sensor TCS34725*, *sensor infrared*, *water flow sensor*, *motor konveyor*, dan *pompa*. Berikut tabel pin *ESP32* menjelaskan penempatan pin *output*, *input*, *communication*, dan *power* yang ditampilkan pada Tabel 3.5

Tabel 3. 5 Pin *ESP32*

No	Nama Komponen	Pin Komponen	Pin ESP32 1	Pin ESP32 2	Keterangan
1	Sensor <i>Infrared</i> 1	Vcc	Vcc		Power
		Gnd	Gnd		Power
		Out	D23		Input
2	Sensor <i>Infrared</i> 2	Vcc	Vcc		Power
		Gnd	Gnd		Power
		Out	D15		Input
3	Sensor <i>Infrared</i> 3	Vcc	Vcc		Power
		Gnd	Gnd		Power
		Out	D14		Input
4	Sensor <i>TC34725</i>	VIN	Vcc		Power
		Gnd	Gnd		Power



© 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 mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

No	Nama Komponen	Pin Komponen	Pin ESP32 1	Pin ESP32 2	Keterangan
5	Water Flow Sensor	SDA	D21		Output
		SCL	D22		Output
		Vcc	Vcc		Power
7	RS485 to TTL	Gnd	Gnd		Power
		Data/Signal	D5		Output
8	LCD 1	DE&RE		D2	Commutication
9	LCD 2	Vcc		Vcc	Power
		Gnd		Gnd	Power
		SDA	D21		Output
10	Relay DC	SCL	D22		Output
		Vcc		Vcc	Power
		Gnd		Gnd	Power
		IN1	D12		Output
		IN2	D4		Output

Setelah skematik *wiring* diagram disiapkan, tahap selanjutnya pembuatan lobang pada panel untuk akses pengkabelan komponen diluar panel. Berikut proses pelubangan panel pada Gambar 3.13.



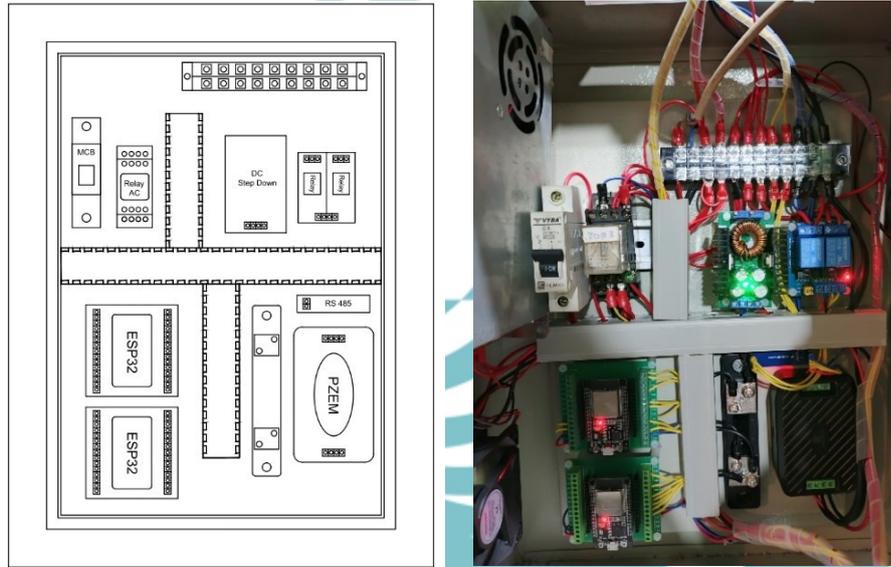
Gambar 3. 13 Pelubangan Panel kontrol



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 mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Pada Gambar 3.13 panel yang digunakan sesuai dengan pada perancangan desain alat. Setelah melakukan pelubangan, tahap selanjutnya melakukan pemasangan komponen terlebih dahulu, sesuai layout komponen pada perancangan desain alat. Setelah pemasangan komponen, kemudian tahap pengkabel yaitu *wiring* rangkain daya dan kontrol sesuai dengan skema perancangan. Berikut tampilan dalam panel kontrol pada Gambar 3.14.



Gambar 3. 14 Tampilan Dalam Panel Kontrol

Setelah *wiring* daya dan kontrol selesai, tahap selanjutnya adalah pengujian kontinuitas sambungan komponen. Berikut pengujian kontinuitas pada Tabel 3.6.

Tabel 3. 6 Pengujian Kontinuitas

Nama Komponen	Terhubung ke	Hasil Tahanan (Ω)	Keterangan
PLN	MCB	0,2	Baik
MCB	Power Supply	0,2	Baik
MCB	Relay AC	0,2	Baik
Relay AC	Star Lamp	0,1	Baik
Relay AC	Stop Lamp	0,1	Baik
Power Supply	Dc-Dc Step Down	0,2	Baik
Power Supply	PZEM-017	0,2	Baik
PZEM-017	RS485 to TTL	0,1	Baik
Dc-Dc Step Down	Relay DC	0,1	Baik
Relay DC	Motor Konveyor	0,2	Baik
Relay DC	Pompa	0,2	Baik



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

Nama Komponen		Terhubung ke		Hasil Tahanan	Keterangan
Nama Komponen	Pin Komponen	Pin ESP32 1	Pin ESP32 2	(Ω)	
Sensor <i>Infrared</i> 1	Vcc	Vcc		0,1	Baik
	Gnd	Gnd		0,1	Baik
	Out	D23		0,1	Baik
Sensor <i>Infrared</i> 2	Vcc	Vcc		0,1	Baik
	Gnd	Gnd		0,1	Baik
	Out	D15		0,1	Baik
Sensor <i>Infrared</i> 3	Vcc	Vcc		0,1	Baik
	Gnd	Gnd		0,1	Baik
	Out	D14		0,1	Baik
Sensor TC34725	VIN	Vcc		0,1	Baik
	Gnd	Gnd		0,1	Baik
	SDA	D21		0,1	Baik
<i>Water Flow</i> Sensor	SCL	D22		0,1	Baik
	Vcc	Vcc		0,1	Baik
	Gnd	Gnd		0,1	Baik
RS485 to TTL	Data/Signal	D5		0,1	Baik
	DE&RE		D2	0,2	Baik
LCD 1	Vcc	Vcc		0,1	Baik
	Gnd	Gnd		0,1	Baik
	SDA	D21		0,1	Baik
LCD 2	SCL	D22		0,1	Baik
	Vcc		Vcc	0,1	Baik
	Gnd		Gnd	0,1	Baik
Relay DC	SDA		D21	0,1	Baik
	SCL		D22	0,1	Baik
	Vcc	Vcc		0,1	Baik
	Gnd	Gnd		0,1	Baik
	IN1	D12		0,1	Baik
	IN2	D4		0,1	Baik

3.2.3 Instalasi dan pengkabelan komponen

Setelah panel kontrol berhasil dirakit, tahap berikutnya adalah melakukan instalasi dan penarikan kabel untuk seluruh komponen inti dalam sistem. Langkah

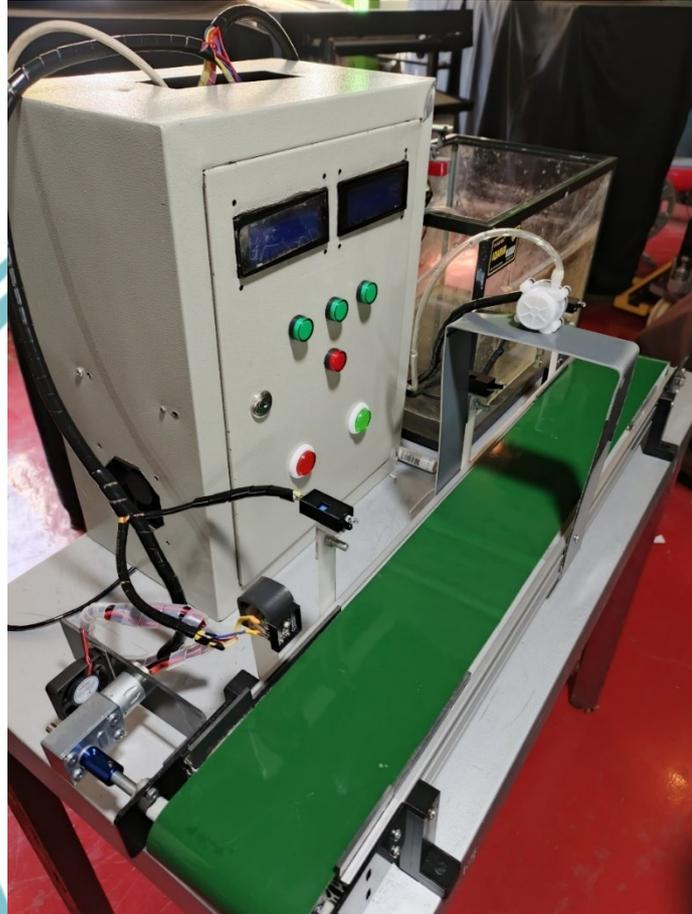


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

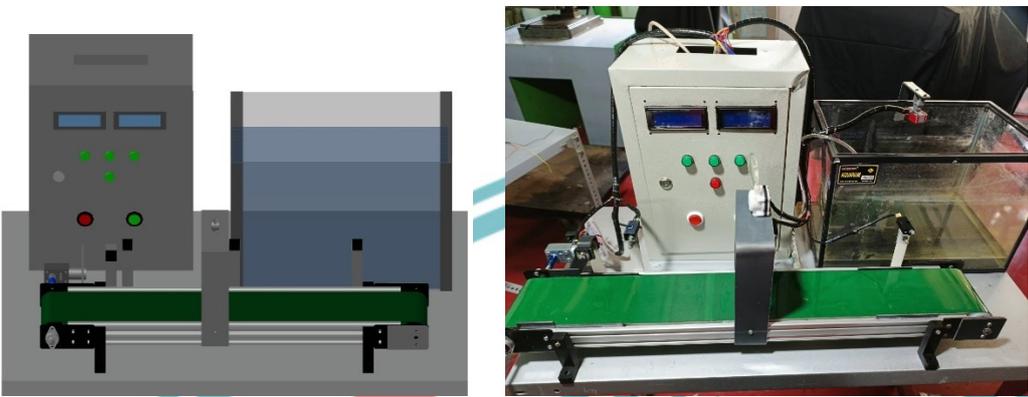
ini bertujuan untuk memastikan tiap komponen saling terhubung sehingga keseluruhan sistem dapat beroperasi secara terintegrasi sesuai dengan logika kontrol yang telah diprogram ke dalam mikrokontroler ESP32. Berikut hasil instalasi dan pengkabelan komponen pada Gambar 3.15.



Gambar 3. 15 Breket Sensor pada Konveyor

3.2.4 Hasil Realisasi Alat Keseluruhan

Setelah seluruh tahapan perakitan, instalasi, hingga pengkabelan diselesaikan, perangkat miniatur konveyor otomatis untuk proses pengisian air berhasil direalisasikan sesuai rancangan. Alat ini mengintegrasikan sistem mekanik, elektrik, serta kendali otomatis berbasis mikrokontroler ESP32, yang mampu melakukan pengisian air ke botol secara otomatis. Berikut hasil realisasi alat keseluruhan pada Gambar 3.16.



Gambar 3. 16 Hasil Alat Keseluruhan

© 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 mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin 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 kritis 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 IV

PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Stabilitas Penggerak Konveyor

Pengujian pada sistem penggerak miniatur konveyor ini dilakukan untuk menilai sejauh mana kestabilan kerja motor serta komponen mekanik yang terlibat selama alat beroperasi. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa penggerak dapat bekerja secara berkelanjutan tanpa adanya perubahan kecepatan secara tiba-tiba, getaran yang mengganggu, atau kendala teknis lainnya. Diharapkan dari proses ini, sistem konveyor mampu bergerak dengan kecepatan tetap, dapat membawa botol selama proses pengisian air berlangsung, dan berfungsi sesuai rancangan yang telah ditetapkan.

4.1.1 Deskripsi Pengujian

Pengujian ini bertujuan untuk menilai kemampuan sistem penggerak konveyor dalam menjaga kestabilan saat membawa beban botol secara berkelanjutan. Parameter yang diamati meliputi kestabilan putaran motor (RPM), konsistensi tegangan serta arus listrik selama pengoperasian, dan aspek mekanis seperti munculnya getaran atau selip pada sabuk konveyor.

Metode pengujian dilakukan dengan memberikan beban bertingkat pada sabuk konveyor, mulai dari tanpa beban hingga memuat tiga botol dengan berat yang beragam. Pada tiap kondisi beban, dilakukan pencatatan terhadap putaran motor, tegangan dan arus listrik, serta pengamatan visual terhadap performa mekanik sistem, seperti kelancaran gerak sabuk, kemungkinan getaran, dan stabilitas posisi sabuk saat konveyor bergerak.

Pengujian kestabilan ini penting untuk memastikan bahwa sistem penggerak mampu bekerja secara optimal dalam kondisi operasional sesungguhnya, tanpa menyebabkan gangguan pada proses otomatisasi pengisian air. Temuan dari pengujian ini akan menjadi dasar pertimbangan dalam mengevaluasi kesesuaian



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

motor dan sistem transmisi yang digunakan, serta menentukan apakah perlu dilakukan penyempurnaan pada rancangan.

4.1.2 Prosedur Pengujian

Pada pengujian ini terdapat beberapa prosedur yang harus diperhatikan.

Berikut tata cara dalam melakukan pengujian:

1. Persiapan Alat dan bahan
 - a. Botol kosong berukuran 300ml
 - b. Multimeter digital
 - c. Tachometer digital
 - d. Miniatur konveyor yang telah dibuat
2. Pengujian Tanpa Beban
 - a. Miniatur konveyor dioperasikan tanpa beban botol
 - b. Ukur dan catat kecepatan putaran motor (RPM), arus, dan tegangan saat konveyor berjalan
 - c. Amati kondisi sabuk konveyor (apakah terjadi getaran dan selip)
 - d. Pengujian dilakukan sebanyak 6 kali untuk mendapatkan hasil data yang sesuai
3. Pengujian dengan Beban
 - a. Tambahkan satu botol pada sabuk konveyor dan jalankan alat
 - b. Ulangi pengamatan dan pengukuran seperti pada langkah sebelumnya
 - c. Tambahkan beban hingga maksimal 3 botol, kemudian catat seluruh data setiap kondisi berbeban
 - d. Pengujian dilakukan sebanyak 6 kali untuk mendapatkan hasil data yang sesuai
4. Pencatatan Hasil
 - a. Semua data pengukuran dimasukkan kedalam tabel pengujian
 - b. Pencatatan data pada pengujian tanpa beban diambil setiap 1 menit dalam satu kali pengujian.
 - c. Lakukan pengamatan visual terhadap sabuk konveyor untuk mendeteksi gangguan mekanis seperti getaran dan selip



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

4.1.3 Data Hasil Pengujian

Setelah melakukan prosedur pengujian, maka didapatkan data hasil pengujian sebagai berikut. Data pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Tanpa Beban

Kecepatan (RPM)	Arus (A)	Tegangan (V)	Ketahanan <i>belt</i>
24,5	0,47	11,6	Stabil
24,3	0,48	11,6	Stabil
24,2	0,49	11,6	Stabil
23,6	0,51	11,6	Stabil
23,4	0,54	11,6	Stabil
23,5	0,45	11,6	Stabil

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Berbeban

Beban (botol)	Volume (ml)	Kecepatan (RPM)	Arus (A)	Tegangan (V)	Ketahanan <i>belt</i>
1	100	24,4	0,48	11,6	Stabil
1	100	24,2	0,45	11,6	Stabil
1	200	24,3	0,47	11,6	Stabil
1	200	23,6	0,51	11,6	Stabil
1	300	23,4	0,54	11,6	Stabil
1	300	23,3	0,52	11,6	Stabil

4.1.4 Analisa Data

Berdasarkan pada data yang terdapat pada Tabel 4.1, performa konveyor saat pengujian tanpa beban tergolong stabil. Kecepatan motor tercatat berada dalam rentang 23,4 hingga 24,5 RPM, dengan konsumsi arus yang rendah antara 0,45 hingga 0,54 ampere dan tegangan tetap berada di angka 11,6 volt. Kondisi ini menunjukkan bahwa sistem penggerak mampu beroperasi dengan efisien dan konsisten tanpa mengalami lonjakan daya yang tidak wajar. Selain itu, kestabilan *belt* selama uji coba turut menunjukkan bahwa aspek mekanik dari konveyor, termasuk perakitan *roller* dan *belt*, telah dirancang secara presisi tanpa mengalami masalah seperti lepas atau tergelincir.

Sedangkan berdasarkan hasil pada Tabel 4.2, ketika dilakukan pengujian dalam kondisi berbeban, terlihat adanya penurunan kecepatan motor saat volume



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

botol dinaikkan dari 200 ml menjadi 300 ml, dengan pergeseran nilai RPM dari 24,3 menjadi 23,3. Meskipun terjadi penurunan tersebut, sistem tetap menunjukkan kestabilan secara umum, baik dari sisi kecepatan motor, konsumsi arus dalam kisaran 0,45 hingga 0,54 ampere, maupun daya tahan mekanik dari *belt*. Adanya peningkatan arus pada kondisi tertentu masih tergolong wajar dan menunjukkan bahwa sistem mampu menyesuaikan diri terhadap beban tambahan tanpa mengganggu kinerja utamanya. Hal ini membuktikan bahwa perancangan sistem konveyor sudah cukup baik untuk menghadapi variasi kondisi beban botol saat digunakan.

4.2 Pengujian Kontinuitas dan Akurasi pada Tahap Pengisian

Pengujian ini dilakukan untuk menilai kinerja sistem selama proses pengisian air, khususnya dalam hal kelancaran operasional yang berkesinambungan tanpa adanya hambatan selama alat bekerja.

4.2.1 Deskripsi Pengujian

Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana sistem konveyor mampu mengarahkan botol menuju titik pengisian air secara konsisten dan presisi. Keberhasilan proses otomatisasi pengisian sangat bergantung pada dua aspek krusial, yakni:

1. Konsistensi Pergerakan Konveyor
Sistem konveyor harus dapat mengalirkan botol satu per satu secara teratur, tanpa mengalami hambatan seperti berhenti mendadak, kemacetan, atau benturan antar botol.
2. Ketepatan Posisi Botol
Botol yang dibawa konveyor harus berhenti tepat di bawah kepala *nozzle* pengisi, sehingga proses pengisian air berlangsung akurat dan tidak menyebabkan tumpahan.

4.2.2 Prosedur Pengujian

Pada pengujian ini terdapat beberapa prosedur yang harus diperhatikan. Berikut tata cara dalam melakukan pengujian:

1. Persiapan Alat dan 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

- a. Botol berukuran 300ml
- b. Pastikan seluruh komponen sistem berfungsi dengan baik
2. Pengujian Kontinuitas Pergerakan Botol
 - a. Nyalakan sistem otomatis pengisian
 - b. Letakan botol pada konveyor
 - c. Gunakan stopwatch untuk mengukur jarak tempuh setiap botol dari titik awal ke titik pengisian
3. Pengujian Akurasi Posisi Botol
 - a. Setelah botol berhenti dititik pengisian, ukur posisi aktual botol terhadap titik ideal *nozzle* menggunakan penggaris
 - b. Hitung selisih posisi aktual dengan titik ideal (*error* posisi)
4. Kriteria Keberhasilan
 - a. Kontinuitas dianggap baik jika waktu tempuh antar botol relatif konstan
 - b. Akurasi posisi dianggap baik jika *error* posisi $\leq \pm 0,5$ cm dari titik ideal.
 - c. Jika sistem memenuhi kriteria tersebut, maka konveyor dianggap mampu bekerja secara optimal
5. Pencatatan Data
 - a. Semua data dicatat dalam tabel pengujian yang mencakup nomor percobaan, waktu tempuh, posisi aktual, dan *error* posisi.
 - b. Nilai rata-rata waktu tempuh dan *error* akan digunakan untuk analisi data.

4.2.3 Data Hasil Pengujian

Setelah melakukan prosedur pengujian, maka didapatkan data hasil pengujian sebagai berikut. Data pengujian dapat pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Kontinuitas dan Akurasi pada Tahap Pengisian

Posisi Ideal (cm)	Posisi Aktual (Cm)	<i>Error</i> Posisi (%)	Waktu Tempuh (<i>second</i>)	Ketepatan Berhenti (%)
6,5	6,4	1,54%	7,99	98,46%



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 mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Posisi Ideal (cm)	Posisi Aktual (Cm)	Error Posisi (%)	Waktu Tempuh (second)	Ketepatan Berhenti (%)
6,5	6,4	1,54%	8,21	98,46%
6,5	6,5	0%	7,54	100%
6,5	6,4	1,54%	7,69	98,46%
6,5	6,3	3,08%	8,09	96,92%
6,5	6,4	1,54%	8,08	98,46%
6,5	6,5	0%	7,81	100%
6,5	6,3	3,08%	8,02	96,92%
6,5	6,4	1,54%	7,64	98,46%
6,5	6,2	4,62%	8,05	95,38%
<i>Error Posisi (%) Rata - rata</i>		1,85%		
<i>Waktu Tempuh (second) Rata - rata</i>			7,91	
<i>Ketepatan Berhenti (%) Rata - rata</i>				98,10%

4.2.4 Analisa Data

Pada pengujian ini miniatur konveyor dalam kondisi dioperasikan. Dilakukan pengujian sebanyak sepuluh kali untuk mendapatkan persentase ketepatan berhenti yang baik. Berikut merupakan rumus yang dapat menghitung persentase *error*

$$\text{error} (\%) = \frac{\text{Posisi ideal} - \text{Posisi aktual}}{\text{Posisi ideal}} \times 100\% \quad (4.1)$$

Sedangkan untuk menghitung persentase akurasi ketepatan berhenti pada konveyor adalah menggunakan rumus berikut.

$$\text{Ketepatan Berhenti} (\%) = 100\% - \text{Persentase error}(\%) \quad (4.2)$$

Berdasarkan Tabel 4.3 diperoleh data bahwa rata-rata waktu yang dibutuhkan botol untuk mencapai titik pengisian adalah sekitar 7,91 detik, dengan tingkat keberhasilan berhenti pada posisi yang ditentukan mencapai 98,10%, Hasil



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

ini mencerminkan bahwa sistem konveyor yang telah dibuat mampu menggerakkan botol secara konsisten menuju area pengisian dengan variasi waktu yang sangat kecil antar percobaan. Hal ini menunjukkan kinerja motor dan mekanisme penggerak yang stabil dan berkelanjutan. Konsistensi waktu tempuh sangat penting dalam sistem otomatis, karena fluktuasi yang signifikan dapat menyebabkan ketidaksesuaian antara gerakan konveyor dan timing sistem pengisian, yang pada akhirnya dapat menurunkan akurasi pengisian cairan ke dalam botol.

Dilihat dari sisi presisi posisi, rata-rata kesalahan pengantaran botol ke titik ideal yaitu 1,85%. Pada percobaan tertentu, seperti uji ke-3 dan ke-7, posisi botol benar-benar sesuai dengan target (6,5 cm), menghasilkan nilai kesalahan 0% serta akurasi pemberhentian sempurna. Tingkat *error* yang rendah tersebut memperlihatkan bahwa sistem konveyor mampu mengatur posisi berhenti botol dengan sangat tepat, yang merupakan hal krusial dalam sistem otomatisasi agar cairan terisi sesuai volume dan tidak terjadi tumpahan. Secara keseluruhan, pengujian menunjukkan bahwa prototipe konveyor yang dibangun berfungsi dengan baik dalam menjaga kontinuitas pergerakan serta ketepatan posisi pada proses pengisian otomatis.

**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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta