

SISTEM KONTROL OTOMATIS PENGISIAN CAIRAN DAN PENUTUP BOTOL MENGGUNAKAN ARDUINO UNO Rev 1.3

Sonny Rumalutur¹, Serli Liling Allo²

¹Politeknik Katolik Saint Paul

²Politeknik Katolik Saint Paul

¹sonny_r@poltekstpaul.ac.id, ²serlililingallo@gmail.com

Abstrak

Pengisian otomatis cairan dan menutup botol dapat dilakukan secara otomatis menggunakan Arduino Uno Rev 1.3, selain itu digunakan Sensor photodiode untuk mendeteksi adanya botol dan penutup botol. Hasil pengujian didapat bahwa sewaktu sensor photodiode mendeteksi sebuah objek dengan jarak tertentu, sensor photodiode akan mengeluarkan sinyal ke Mikrokontroler arduino uno yang kemudian diteruskan ke rangkaian driver pengisian untuk menghidupkan relay. Relay berfungsi sebagai switch atau saklar yang akan mengisi cairan pada botol, saat driver pengisian on maka terjadi proses pengisian cairan pada botol, dan proses pengisian mikrokontroler arduino uno mengeluarkan sinyal pada rangkaian driver motor up aktif. Driver konveyor pun aktif setelah memberikan sinyal dari arduino uno, konveyor akan berhenti setelah sensor photodiode mendeteksi adanya botol lalu berhenti, dan arduino uno mengirimkan sinyal untuk mengaktifkan driver motor down pada penutup botol dan driver untuk menutup botol on. Saat proses penutupan botol selesai driver motor mundur pada penutup botol aktif dan driver motor akan down konveyor pun jalan kembali dan mengulang kembali ke awal. Dari hasil perhitungan didapat bahwa presentase error nilai teori dan pengukuran perbedaan angkanya kecil dan saat mengisi cairan pada botol membutuhkan waktu 17 detik hingga botol terisi penuh dan dengan menggunakan board Arduino Uno R3 yang dilengkapi dengan mikrokontroler ATmega328 sebagai otak, maka pengisian cairan pada botol dan penutup botol dapat diselesaikan dengan baik.

Kata Kunci : arduino uno, motor AC, motor DC, Sensor Photodiode

1. PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin berkembang pesat ini membuat setiap orang berpikir bagaimana membuat pengisian cairan dan menutup botol secara otomatis tanpa memerlukan bantuan mekanik atau manual seperti tenaga manusia. Keadaan seperti ini menimbulkan imbas yang besar pada semua bidang kehidupan manusia terutama pada bidang industri. Di dalam dunia industri, khususnya dalam proses pengisian air dan tutup botol sudah banyak yang menerapkan sistem otomatisasi, sehingga proses produksi akan membutuhkan waktu yang lebih singkat dan lebih akurat, serta keuntungan yang diperoleh perusahaan akan lebih tinggi. Sistem Otomatisasi sangat banyak di pergunakan pada saat ini karena dapat memudahkan dan menghemat waktu pengerjaan.

Sistem otomatisasi ini selalu berkaitan dengan mikrokontroler/komputer yang merupakan salah satu perangkat elektronik yang sangat luas sekali penggunaannya di zaman sekarang. Untuk menyelesaikan tuntutan produksi diatas dapat dilakukan dengan proses produksi yang terkomputasi secara otomatis sehingga menghasilkan kinerja yang lebih efisien.

2. DASAR TEORI

2.1 Arduino Uno ATmega328

Arduino Uno adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik open source yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel. Arduino adalah sebuah board mikrokontroler yang berbasis ATmega328. Arduino memiliki 14 pin input/output yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 6 analog input, crystal osilator 16 MHz, koneksi USB, jack power, kepala ICSP, dan tombol reset. Arduino mampu men-support mikrokontroler ; dapat dikoneksikan dengan komputer menggunakan kabel USB^[1].

2.2 Sensor Photodiode

Photodiode adalah jenis dioda yang berfungsi untuk mendeteksi cahaya. Berbeda dengan dioda biasa. Komponen elektronik ini akan mengubah cahaya menjadi arus listrik. Cahaya yang dapat di deteksi oleh dioda ini mulai dari infrared, sinar ultra violet sampai dengan sinar X^[2].

2.3 Resistor

Resistor merupakan sebuah komponen yang bersifat pasif, berguna untuk mengatur serta menghambat arus listrik. Besarnya nilai tahanan resistor linear ditentukan oleh warna yang tertera pada badan resistor^[6].

2.4 Relay

Relay adalah saklar (*switch*) elektrik yang bekerja berdasarkan medan magnet. Relay terdiri dari suatu lilitan dan *switch* mekanik. *Switch* mekanik akan bergerak jika ada arus listrik yang mengalir melalui lilitan^[6].

2.5 Transistor

Transistor merupakan komponen elektronika yang mempunyai tiga buah kaki, yaitu *Basis (B)*, *Collector (C)*, dan *Emtor (E)*, untuk menentukan kaki-kaki tersebut perlu melihat data sheet transistor karena tipenya ribuan dan bentuknya ratusan. Namun untuk orang yang berpengalaman dibidang elektronika dapat menentukan kaki-kaki tersebut pada beberapa type atau bentuk transistor^[4].

2.6 Catu Daya

Catu daya adalah suatu sistem filter penyearah (rectifier-filter) yang mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC murni^[5].

2.7 Lampu Led

LED (*Light Emitting Diode*) adalah dioda yang dapat memancarkan cahaya pada saat mendapat arus bias maju (*forward bias*). LED (*Light Emitting Diode*) dapat memancarkan cahaya karena menggunakan dopping *galium*, *arsenic* dan *phosphorus*. Jenis doping yang berbeda dioda dapat menghasilkan cahaya dengan warna yang berbeda^[3].

2.8 Motor DC

Motor adalah komponen yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik, dalam kasus perancangan tutup botol, umumnya digunakan motor DC, karena jenis motor tersebut mudah untuk dikendalikan. Kecepatan yang dihasilkan oleh motor DC berbanding lurus dengan potensial yang diberikan. Untuk membalik arah putarnya cukup membalik polaritas yang diberikan^[5].

Motor listrik merupakan perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk, misalnya memutar *impeller* pompa, *fan* atau *blower*, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan,dll. Motor listrik digunakan juga di rumah (*mixer*, bor listrik, *fan* angin) dan di industri. Motor listrik kadangkala disebut “kuda kerja” nya

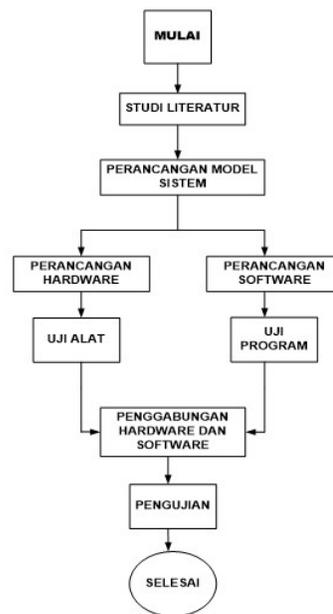
industri sebab diperkirakan bahwa motor-motor menggunakan sekitar 70% beban listrik total di industri^[5].

2.9 Motor AC Arus Bolak-Balik

Motor listrik AC adalah sebuah motor yang mengubah arus listrik menjadi energi gerak maupun mekanik daripada rotor yang ada di dalamnya. Motor listrik AC tidak terpengaruh kutub positif maupun negatif, dan bersumber tenaga listrik^[5].

2.10 Desain Sistem

Desain sistem sederhana untuk rancang bangun modul praktek trainer Generator Induksi digambarkan sebagai berikut :

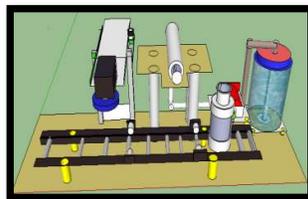


Gambar 1. Diagram blok

2.11 Perancangan Model Sistem

Dalam melakukan perancangan dan pembuatan miniatur sistem pengisian cairan dan penutup botol secara otomatis dengan menggunakan Arduino Uno Rev 1.3 . Diperlukan langkah-langkah perancangan sebagai berikut :

1. Perancangan tata letak pengisi cairan dan tutup botol Menggunakan Arduino yang ada nantinya sebagai berikut :



Gambar 2. Perancangan Tata Letak Pengisi Cairan Dan Tutup Botol

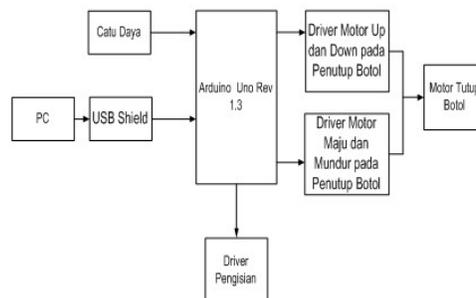
2. Hasil perancangan pembuatan miniatur sistem pengisian cairan dan penutup botol menggunakan arduino uno.



Gambar 3. Hasil Perancangan Pembuatan Pengisian Dan Tutup Botol

2.11.1. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras untuk pengisi cairan dan tutup botol digambarkan dalam bentuk diagram blok perancangan rangkaian antar muka.



Gambar 4. Blog Diagram Sistem

Blok perancangan rangkaian antar muka adalah sebagai berikut :

Program diberikan pada mikrokontroler arduino uno rev 1.3 melalui PC, kemudian arduino uno akan mengontrol *driver* pengisian on setelah proses pengisian selesai motor dc pada penutup botol up dan maju, lalu motor dc pada penutup botol *down* setelah itu motor dc akan berputar untuk menutup botol tersebut.

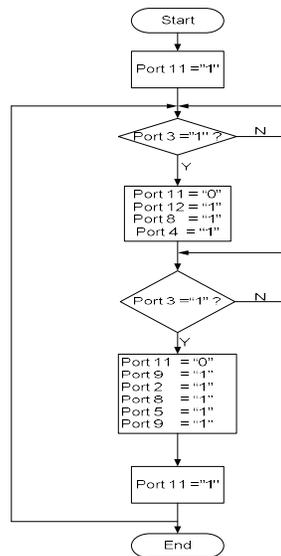
2.11.2. Perancangan Perangkat Lunak

Hasil perancangan perangkat lunak (*Software*) dibagi atas 2 bagian, yaitu :

1. Algoritma

- Konveyor di on kan,
- Ketika sensor photodiode mendeteksi adanya botol maka konveyor dihentikan,
- Motor pompa tersebut hidup dan mengisi cairan pada botol sampai waktu yang telah diprogramkan,
- Motor dc pada penutup botol up dan motor dc pada penutup botol maju,
- Proses pengisian selesai *konveyor* jalan lalu sensor mendeteksi adanya botol maka *konveyor* berhenti,
- Motor dc pada penutup botol down kemudian motor untuk penutup botol berputar untuk menutup botol tersebut,
- Motor dc pada penutup botol *up*, motor dc pada penutup botol mundur dan motor dc pada penutup botol *down* lalu *konveyor* dijalankan, dan
- Kembali ke awal program utama.

2. Bagan alir (*flowchart*)



Gambar 5. Flowchart Kerja Sistem Pengisian dan Tutup Botol

Keterangan Gambar Flowchart kerja diatas adalah sebagai berikut :

- Port 2 = Motor Dc untuk menutup botol
- Port 3 = Sensor Photodiodea untuk Pengisian
- Port 4 = Motor Dc Maju pada penutup botol
- Port 5 = Motor Dc Mundur pada penutup botol
- Port 6 = Sensor Photodiodea untuk Penutup Botol
- Port 8 = Motor Dc *Up* pada penutup botol
- Port 9 = Motor Dc *Down* pada penutup botol
- Port 11 = Motor Ac *Konveor*
- Port 12 = Motor Ac untuk Pengisian

Sistem Pengisi cairan dan penutup botol otomatis menggunakan *software* editor bawaan dari modul arduino uno rev 1.3 , modul ini menggunakan pemrograman bahasa C.



Gambar 6. Tampilan IDE Program Sketc

3. PEMBAHASAN

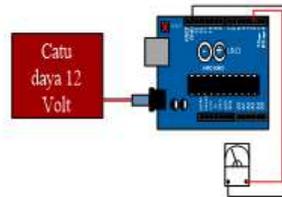
3.1. Pengujian Program Dari Komputer Ke Mikrokontroller Arduino Uno Rev 1.3

Program ini akan berkomunikasi dari komputer ke mikrokontroller dengan berbagai jenis tampilan program yang dapat di *transfer* ke Mikrokontroller



Gambar 7. Tampilan *Sketch* Arduino Saat Program *Valid*

3.2. Pengujian Port I/O Arduino Uno Rev.1.3



Gambar 8. Rangkaian Pengujian Port Pada Sistem Pengisian Dan Penutup Botol

Untuk melakukan pengujian pada Port I/O arduino uno Rev.1.3 dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Menyambungkan arduino uno Rev.1.3 ke komputer dengan menggunakan Jalur komunikasi USB serial untuk arduino uno Rev.1.3.
2. Memberikan tegangan 7-12 VDC untuk mengaktifkan arduino uno Rev.1.3 atau bisa langsung menghidupkan arduino uno Rev.1.3 dengan cara menyambungkan Jalur komunikasi USB serial untuk arduino uno Rev.1.3.
3. Setelah arduino uno Rev.1.3 aktif, *transfer* program yang telah di buat di *software* arduino, dengan cara klik tanda panah yang ada di kanan atas pada *software* arduino atau bisa langsung menekan Ctrl-U.
4. Ukurlah semua keluaran portnya mulai dari port 0 sampai dengan port 13 dengan menggunakan Avometer. Jika semua port mengeluarkan tegangan sebesar 5 VDC maka Arduino Uno Rev 1.3 itu dalam kondisi baik.

Tabel 1 Pengukuran Tegangan Pada Pengujian Port Arduino Uno Rev 1.

No	Titik Pengujian	Hasil Pengukuran	Hasil Sebenarnya	% Error
1	Port 1	4,95 VDC	5 VDC	1%
2	Port 2	4,95 VDC	5 VDC	1%

$$\% \text{ Error} = \left| \frac{\text{Presentase Kesalahan (\% Error)}}{\sum \text{Hasil Seharusnya} - \sum \text{Hasil Pengukuran}} \right| \times 100\%$$

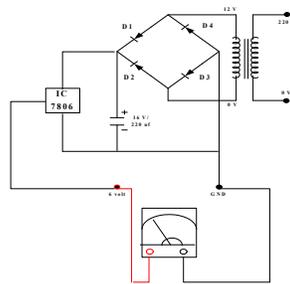


Gambar 9. Hasil Pengukuran Pada Port Arduino

3.3. Pengujian Cara Kerja Catu Daya

Tabel 2. Pengukuran Tegangan Pada Catu Daya.

No	Titik Pengujian	Hasil Pengukuran	Hasil Seharusnya	% Error
1.	Input Trafo (AC)	218 VAC	220 VAC	0,90%
2.	Output 12 Vdc	12 VDC	12 VDC	0%
3.	Output IC 7806	5,90 VDC	6 VDC	1,66%



Gambar 10. Rangkaian Pengujian Catu Daya

Rangkaian catu daya merupakan sumber tegangan untuk menghidupkan Sistem perancangan pengisian cairan dan penutup botol yang kita buat, catu daya merupakan suatu rangkaian *elektronika* yang berfungsi untuk mengubah arus bolak-balik menjadi arus searah.

$$\% \text{ Error} = \left| \frac{\text{Presentase Kesalahan (\% Error)} \quad \text{Hasil Seharusnya} - \text{Hasil Pengukuran}}{\text{Hasil Seharusnya}} \right| \times 100\%$$

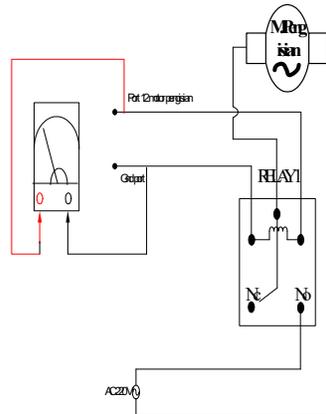


Gambar 11. Pengukuran Tegangan Input Pada Trafo 220 VAC



Gambar 12. Pengukuran Tegangan Pada Output 12VDC

3.4. Pengujian Driver Motor Untuk Pengisian



Gambar 13. Rangkaian Pengujian Untuk Motor Pengisian

Prinsip kerja rangkaian diatas adalah ketika *Port 12 High*, maka kontak *No* pada Relay akan terhubung sehingga membuat motor pengisian pun akan aktif, dan air mengalir ke botol, setelah botol terisi penuh *Port 12* pun akan low sehingga membuat motor pengisian pun berhenti mengisi cairan. Pada Rangkaian *driver* motor diatas untuk pengisian adalah rangkaian Motor 220 VAC untuk menyedot cairan pada penampung air. Rangkaian diatas akan bekerja bila diberi program dari arduino uno. Ketika *signal* tegangan 5 VDC diterima oleh Arduino Uno rangkaian *driver* akan langsung bekerja menghidupkan relay dan relay pun menghidupkan motor untuk pengisian dengan cara menyambungkan kontak *NO* yang terbuka.

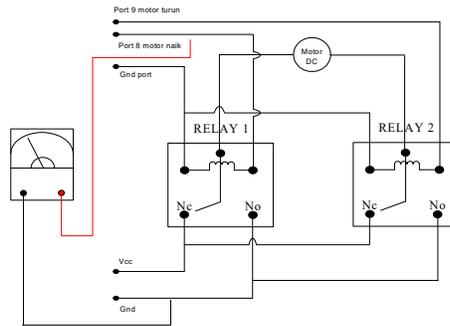
Cara menguji rangkaian *driver* motor untuk pengisian adalah dengan cara kabel merah (+) pada avometer ke relay kaki coil kemudian kabel hitam (-) pada avometer ke kaki relay coil *ground*. Dan amati hasil yang akan terjadi apabila rangkaian *driver* aktif lalu motor akan mengisi cairan maka rangkaian dalam kondisi baik. Pengujian rangkaian *driver* pengisian tidak hanya dengan mengamati hasil yang terjadi, namun pengukuran pun dilakukan agar dapat memastikan apakah tegangan *input* dan *output* keluaran sudah sesuai dengan hasil yang seharusnya.

Tabel 3. Pengukuran Tegangan Pada Rangkaian *Driver Pengisian*

No	Titik Pengujian	Hasil Pengukuran	Hasil Sebenarnya	% Error
1.	Pada saat tidak pengisian	0	0	0%
2.	Pada saat pengisian	3,51 VDC	5 VDC	29,8%
3.	Motor AC Pengisian	218 VAC	220 VAC	0,90%

$$\% \text{ Error} = \left| \frac{\text{Presentase Kesalahan (\% Error)} \times \text{Hasil Seharusnya} - \text{Hasil Pengukuran}}{\text{Hasil Seharusnya}} \right| \times 100\%$$

3.5. Pengujian Rangkaian *Driver Motor Up dan Down* Pada Penutup Botol



Gambar 14. Rangkaian Penguji *Driver Motor Up Dan Down* Pada Penutup Botol

Prinsip kerja rangkaian diatas adalah ketika *Port 8 high*, maka kontak No pada relay akan terhubung sehingga membuat motor pun bergerak kearah atas/*up*, dan ketika port 8 *low* maka kontak No pada relay pun akan terbuka sehingga membuat motor *Up* pun berhenti dan ketika *Port 9 high*, maka kontak No pada relay akan terhubung sehingga membuat motor pun bergerak kearah bawah/*down*, dan ketika port 9 *low* maka kontak No pada relay pun akan terbuka sehingga membuat motor *down* pun berhenti.

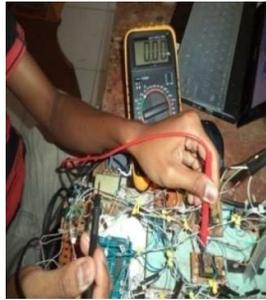
Rangkaian *driver* diatas adalah rangkaian penggerak motor *up dan down* 5 vdc pada penutup botol, rangkaian ini berfungsi sebagai penggerak pada penutup botol naik dan turun. Rangkaian ini terdiri dari dua buah relay 5 vdc dimana relay ini akan bekerja dan menghidupkan motor untuk naik dan turun pada proses penutup botol apa apabila mendapat tegangan dari port arduino uno Rev.1.3.

Cara menguji rangkaian *driver* motor penutup pada botol ini adalah dengan cara memberikan tegangan 5 vdc dari port arduino, dan mengamati hasil yang terjadi. Apabila relay bekerja dan menggerakkan motor 5 vdc, maka relay dalam kondisi baik. Pengujian rangkaian *driver* motor pada proses penutup botol ini tidak hanya dengan mengamati hasil yang terjadi, namun pengukuran pun dilakukan agar dapat memastikan apakah tegangan *output* keluaran sudah sesuai dengan hasil yang seharusnya.

Tabel 4 Pengukuran Tegangan Motor *Up Dan Down*

No	Titik Pengujian	Hasil Pengukuran	Hasil Sebenarnya	% Error
1	Saat motor <i>up dan down</i> belum bergerak	0 VDC	0 VDC	0%
2	Saat motor <i>up dan down</i> bergerak	2,70 VDC	6 VDC	55%

$$\% \text{ Error} = \left| \frac{\text{Presentase Kesalahan (\% Error)} \times \text{Hasil Seharusnya} - \text{Hasil Pengukuran}}{\text{Hasil Seharusnya}} \right| \times 100\%$$

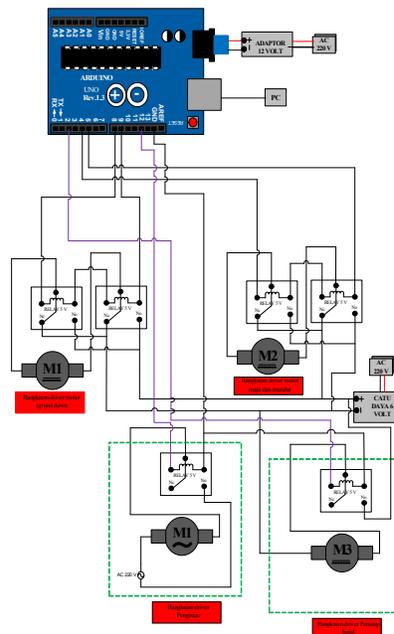


Gambar 15. Pengukuran Motor *Up* Dan *Down* Pada Saat Belum Bergerak



Gambar 16 Pengukuran Motor *Up* Dan *Down* Sudah Bergerak

3.6. Pengujian Keseluruhan Rangkaian Pengisi Cairan dan Penutup Botol Secara otomatis



Gambar 17. *Wiring* Diagram Keseluruhan Rangkaian

Pada pengujian ini dilakukan dengan cara menjalankan semua sistem keseluruhan mulai dari catu daya, mikrokontroller Arduino Uno, *driver* motor untuk pengisian, *driver* motor *up* dan *down* pada penutup botol, *driver* motor maju dan mundur pada penutup botol serta rangkaian *driver* motor untuk

menutup botol. Komponen-komponen tersebut kemudian dirangkai sedemikian rupa sehingga menjadi suatu rangkaian pengendali yang dapat mengendalikan sistem pengisian cairan dan penutup botol secara otomatis, rangkaian-rangkaian tersebut kemudian diukur tegangan input atau *outputnya* mulai dari catu daya, modul Mikrokontroler Arduino Uno Rev 1.3, rangkaian *driver* untuk pengisian, rangkaian *driver* motor *up* dan *down* pada penutup botol, *driver* motor maju dan mundur pada penutup botol serta rangkaian *driver* motor untuk menutup botol.

3.7. Pembahasan Keseluruhan Rangkaian Pengisi Cairan dan Penutup Botol Secara Otomatis

Pada dasarnya alat yang dibuat merupakan sebuah pengisi cairan dan penutup botol secara otomatis dengan menggunakan arduino uno sebagai mikrokontrollernya.

Sensor photodiode yang dipasang pada tiap sebelum pengisian dan penutup botol, ini untuk mendeteksi adanya botol, apabila cahaya photodiode terhalang maka botol pun berhenti, namun kita belum mengetahui apakah sudah mengisi cairan pada botol. Untuk itu sensor photodiode akan mengirim sinyal ke rangkaian driver pengisian dalam hal ini menggunakan motor ac pompa air untuk biasa mengisi cairan pada botol dan menutup botol secara otomatis.

Rangkaian *driver* pengisian merupakan suatu rangkaian *driver* motor yang berfungsi untuk menghisap cairan pada tempat penampungan air lalu di masukan cairan tersebut ke dalam botol secara otomatis.

Terdapat pula rangkaian *driver* motor *up* dan *down* pada penutup botol tersebut rangkaian ini berfungsi untuk menaikkan motor dan menurunkan motor pada saat proses penutupan botol dan terdapat 2 buah relay 5 volt untuk menggerakkan *driver* motor tersebut, ada pula rangkaian *driver* motor maju mundurnya motor rangkaian ini berfungsi untuk memajukan dan memundurkan motor untuk proses penutupan botol menggunakan relay 5 volt 2 buah dan ada pula rangkaian *driver* motor untuk menutup botol rangkaian ini berfungsi untuk memutar motor lalu menutup botol dengan rangkaian *driver* motor untuk menutup botol.

Gambar dari keseluruhan rangkaian yang digunakan untuk sistem pengisi cairan dan penutup botol secara otomatis :



Gambar 18. Rangkaian Percobaan Sistem Pengisi Cairan Dan Penutup Botol Otomatis

Prinsip kerja dari rangkaian pengisi cairan dan penutup botol otomatis adalah ketika tegangan 220 VAC di hubungkan ke catu daya akan mengeluarkan tegangan 12 VDC untuk menghidupkan mikrokontroler Arduino Uno, dan ketika mikrokontroler aktif mikrokontroler akan mengeluarkan tegangan 5 VDC ke *driver conveyor* dalam hal ini motor yang menggerakkan *konveyor* belum langsung hidup, karena *driver* pengisian dan sensor cahaya masih *stand by*.

Pengujian ini didapat sewaktu sensor photodiode mendeteksi sebuah objek dengan jarak tertentu, sensor photodiode akan mengeluarkan sinyal ke Mikrokontroler arduino uno yang kemudian diteruskan ke rangkaian *driver* pengisian untuk menghidupkan relay. Dan relay berfungsi sebagai *switch* atau saklar yang akan mengisi cairan pada botol. Disaat itu juga ketika *driver* pengisian on maka terjadi proses pengisian cairan pada botol.

Pada saat proses pengisian, mikrokontroler arduino uno mengeluarkan sinyal pada rangkaian *driver* motor *up* aktif dan rangkaian *driver* motor maju aktif dikarenakan sudah di program. *Driver conveyor* pun aktif setelah memberikan sinyal dari arduino uno, *konveyor* akan berhenti setelah sensor photodiode mendeteksi adanya botol lalu berhenti. Disaat itulah arduino uno mengirimkan sinyal

untuk mengaktifkan *driver* motor *down* pada penutup botol dan *driver* untuk menutup botol *on*. Ketika proses penutupan botol selesai *driver* motor mundur pada penutup botol aktif dan *driver* motor akan *down conveyor* pun jalan kembali dan mengulang kembali ke awal.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

1. Hasil perhitungan Presentase Error nilai teori dan pengukuran perbedaan angkanya kecil.
2. Waktu yang dibutuhkan untuk mengisi cairan pada botol dengan waktu 17 detik hingga botol terisi penuh.
3. Dengan menggunakan *board* Arduino Uno R3 yang dilengkapi dengan mikrokontrol ATmega 328 sebagai otak, maka pengisi cairan pada botol dan penutup botol dapat diselesaikan dengan baik.
4. Dalam pemrogramannya dibutuhkan ketelitian dalam penggunaan fungsi main, perintah, komentar dll. Ini dimaksudkan agar dalam pengembangan Sistem pengisi cairan dan penutup botol kedepannya tidak mengalami kesulitan dalam proses pemrogramannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A.Kadir, Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemograman Menggunakan Arduino, Yogyakarta: Penerbit Andi, 2013
- [2] A. Kadir, Buku Pintar Pemograman Arduino, Yogyakarta: penerbit MediaKom, 2014.
- [3] A. Kadir, Panduan Mempelajari Aneka Proyek Berbasis Mikrokontroler Arduino,
- [4] Sugiri, A.Md.,S.pd. 2004. Elektronika Dasar Dan Peripheral Komputer .ANDI Yogyakarta
- [5] Sunyoto (1993). Mesin Listrik Arus Searah. Yogyakarta:IKIP Yogyakarta
- [6] Tobi, M.D., 2015. RANCANG BANGUN ROBOT BERODA PEMADAM API MENGGUNAKAN ARDUINO UNO REV. 1.3. Electro Luceat, 1(1).
- [7] Tobi, M.D., 2018. DESAIN SISTEM PENGONTROLAN PINTU AIR OTOMATIS BERDASARKAN LEVEL KETINGGIAN AIR PADA KALI REMU SORONG PAPUA BARAT. Electro Luceat, 4(1), pp.43-51.
- [8] Widodo,Sri (2002). Dasar Elektronika, jakarta Salemba Teknika