

Purwarupa Konveyor Pengisian Air Minum Berbasis PLC

¹Ade Ayu Rahmawati, ²Lisa Fitriani Ishak

¹Pendidikan Teknik Elektronika, Universitas Negeri Jakarta, Jakarta

²Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Makassar, Makassar
e-mail: adeayurahmawati9@gmail.com

Receive: 22 Februari 2025

Accepted: 6 Juni 2025

Abstract

Water is a liquid that has very important properties for the life of all living things in the world. Almost 75% of the human body consists of water and no one can survive for 4-5 days without drinking water. This study was conducted to inspire entrepreneurs to create a prototype for filling this bottled water automatically. This study uses tools such as a 24 volt power supply, laptop, IDEC PLC, conveyor, Proximiti capacitive sensor, acrylic, 5 kg gallon, 12 volt water pump, 40 watt solder, lamp, push switch, dc motor. With the material as the object of research, namely PAM water. Based on input and output testing, all function properly, testing of all components shows that the components have voltage on all components so that all components are indicated as active. The final result for filling a 150 ml bottle takes 3.2 seconds so that the bottle can be filled completely. For inaccuracy when the proximity sensor detects, it can be given an aluminum cross-section so that when the bottle hits the cross-section, the bottle will touch the proximity sensor, then the sensor can work and the problem of the hose distance to the bottle in the future can be solved by replacing the hose with a longer hose so that the hose distance is not too high anymore.

Keywords: PAM Water, conveyor, Programmable Logic Controller, Capacitive Proximity Sensor

Abstrak

Air adalah zat cair yang memiliki sifat yang sangat penting bagi kehidupan seluruh makhluk hidup di dunia. Hampir 75% tubuh manusia terdiri dari air dan tidak ada seorang pun yang dapat bertahan hidup dengan jangka 4-5 hari tanpa meminum air. Penelitian ini dibuat agar menginspirasi wirausahawan untuk membuat purwarupa pengisian air botol ini secara otomatis. Penelitian ini menggunakan alat yaitu pencatu daya 24 volt, laptop, PLC IDEC, konveyor, sesor kapasitif Proximiti, akrilik, Galon 5 kg, pompa air 12 volt, solder 40 watt, lampu, sakelar tekan, motor dc. Dengan bahan sebagai objek penelitian yaitu air PAM. Berdasarkan pengujian input dan output semua berfungsi dengan baik, pengujian seluruh komponen menunjukkan komponen memiliki tegangan pada semua komponen sehingga semua komponen berindikasi aktif. Hasil akhir untuk pengisian botol berukuran 150 ml dibutuhkan waktu 3,2 *second* sehingga botol bisa terisi penuh. Untuk ketidakakuratan pada saat sensor proximiti mendeteksi bisa di beri penampang yang berjenis aluminium agar pada saat botol mengenai penampang itu botol akan menyentuh sensor proximiti nya kemudian sensor dapat bekerja dan masalah jarak selang terhadap botol kedepan nya bisa di selesaikan dengan cara mengganti selang itu ke selang yang lebih panjang dengan begitu jarak selang tidak terlalu tinggi lagi.

Kata kunci: Air PAM, konveyor, *Programmable Logic Controller*, Sensor Kapasitif Proximiti

PENDAHULUAN

Air adalah zat cair yang memiliki sifat yang sangat penting bagi kehidupan seluruh makhluk hidup di dunia. Hampir 75% tubuh manusia terdiri dari air dan tidak ada seorang pun yang dapat bertahan hidup dengan jangka 4-5 hari tanpa meminum air. Selain itu air juga mempunyai peranan penting di bidang kehidupan manusia. Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) sebagai perusahaan air minum belum dapat sepenuhnya menyediakan air bersih bagi masyarakat karena masih banyak mengalami kendala-kendala. Air yang berasal dari PDAM tidak setiap hari mengalir dan terkadang tidak bisa dipakai untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari seperti mandi, mencuci dan memasak bahkan untuk minum. Ditambah lagi dengan banyaknya keluhan masyarakat mengenai air yang berasal dari PDAM mulai dari soal kualitas dan kuantitas seperti halnya air yang mengandung timbal atau *kasinogenik*, air berwarna kecoklat-coklatan atau keruh, air berbau larutan zat kimia.

Permasalahan baru muncul, yaitu mahalnya harga air minum dalam kemasan dari berbagai jenis merk membuat konsumen bingung untuk tetap menggunakan air minum dalam kemasan. Air minum dalam kemasan yang cukup mahal tetap memaksa masyarakat untuk mengeluarkan uangnya demi memenuhi kebutuhannya akan air minum, Pendirian usaha depot air minum isi ulang, kemudian muncul sebagai alternatif atau jawaban dari keluhan Masyarakat. Penelitian ini dibuat untuk realisasi suatu sistem pengisian air pada botol secara otomatis yang tujuannya untuk para pedagang/penjual skala kecil sampai menengah di bidang depot air minum isi ulang yang tujuannya untuk membantu mereka dalam memenuhi permintaan konsumen yang ada sehingga mempermudah dan mempercepat pekerjaan dengan cepat dan hasil yang baik.

Programmable Logic Controller (PLC)

Menurut Setiawan (2006) *Programmable Logic Controller (PLC)* adalah suatu alat yang digunakan untuk menggantikan rangkaian *relay* yang dijumpai pada sistem kontrol konvensional. PLC bekerja secara digital memiliki *memory* yang dapat di program untuk melakukan fungsi-fungsi khusus seperti logika, kerja berurutan (*sequencing*), perwaktuan (*timing*), pencacahan (*counting*) dan operasi aritmatik untuk mengontrol mesin atau proses melalui modul I/O digital maupun analog.

Berdasarkan namanya, konsep PLC adalah sebagai berikut :

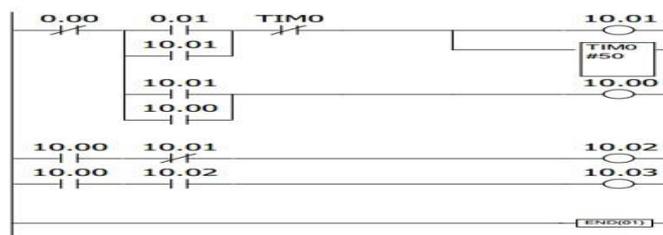
1. *Programmable*
Menunjukkan kemampuan dalam hal *memory* untuk menyimpan program yang telah dibuat yang dengan mudah diubah-ubah fungsi atau kegunaannya.
2. *Logic*
Menunjukkan kemampuan dalam memproses input secara aritmatik dan *logic* yakni dengan melakukan operasi perbandingan, penjumlahan, perkalian, pembagian, pengurangan, negasi, AND, OR, dan sebagainya.
3. *Controller*

Menunjukkan kemampuan dalam mengontrol dan mengatur proses sehingga menghasilkan *output* yang diinginkan. PLC ini dirancang untuk menggantikan suatu rangkaian *relay* sequensial dalam suatu sistem kontrol. Selain itu dapat diprogram, alat ini juga dapat dikendalikan, dan dioperasikan oleh orang yang tidak memiliki pengetahuan di bidang pengoperasian komputer secara khusus. PLC ini memiliki bahasa pemrograman yang mudah dipahami dan dapat dioperasikan bila program yang telah dibuat dengan menggunakan *software* yang sesuai dengan jenis PLC yang digunakan sudah dimasukkan. Alat ini bekerja berdasarkan *input-input* yang ada dan tergantung dari keadaan pada suatu waktu tertentu yang kemudian akan meng-ON atau meng-OFF kan *output-output*. 1 menunjukkan bahwa keadaan yang diharapkan terpenuhi sedangkan 0 berarti keadaan yang diharapkan tidak terpenuhi. PLC ini juga dapat diterapkan untuk pengendalian sistem yang memiliki *output* banyak.

Dasar Pemrograman PLC

Pemrograman PLC adalah memasukkan instruksi - instruksi dasar PLC yang telah membentuk logika pengendalian suatu sistem kendali yang diinginkan. Bahasa pemrograman biasanya telah disesuaikan dengan ketentuan dari pembuat PLC itu sendiri. Dalam hal ini setiap pembuat PLC memberikan aturan-aturan tertentu yang sudah disesuaikan dengan pemrograman CPU yang digunakan pada PLC tersebut. Program yang akan dimasukkan ke dalam PLC sebagai perintah adalah menggunakan Diagram Tangga (*Ladder Diagram*). Diagram tangga tersebut kemudian dibuat kedalam kode *mnemonic* jika program yang dilakukan dengan menggunakan *programming console*. Setelah itu baru dapat dilakukan pemrograman dengan menggunakan *programming console* atau komputer.

1. *Ladder diagram* terdiri atas sebuah garis vertical disebelah kiri yang disebut *bus bar*, dengan garis bercabang sebelah kanan yang disebut *rung*. Sepanjang garis intruksi, ditempatkan kontak – kontak yang mengendalikan atau mengkondisikan intruksi lain di sebelah kanan. Kombinasi logika kontak – kontak menentukan kapan dan bagaimana intruksi di sebelah kanan di eksekusi. Contoh *diagram ladder* ditunjukkan pada gambar 2.1 berikut.



Gambar 1. Contoh *Ladder Diagram*
(Sumber: Wikipedia)

Terlihat pada gambar 2.1 bahwa garis instruksi dapat bercabang kemudian menyatu kembali. Sepasang garis *vertikal* disebut kontak (kondisi). Ada dua kontak, yaitu kontak NO (*Normally Open*) yang digambar tanpa garis diagonal dan kontak NC (*Normally Closed*) yang digambar dengan garis diagonal. Semua instruksi (perintah program) merupakan instruksi dasar pada PLC. Pada akhir program harus terdapat

instruksi dasar *END* yang oleh PLC dianggap sebagai batas akhir dari program. Instruksi tersebut tidak ditampilkan pada tombol operasional *programming console*, akan tetapi berupa sebuah *fungsi* yaitu *FUN* (01).

2. *LD* (*Load*) dan *LD NOT* (*Load Not*)

Load adalah sambungan langsung dari *line* dengan logika pensakelarnya seperti sakelar NO sedangkan *LD NOT* logika pensakelarnya adalah seperti sakelar NC. Instruksi ini *LD NOT* dibutuhkan jika urutan kerja pada suatu system kendali hanya membutuhkan satu kondisi *logic* saja untuk mengeluarkan satu keluaran.



Gambar 2. Simbol *LD* dan *LD NOT*
(Sumber: Buku PLC dan Teknik Perancangan Sistem Kontrol)

3. *AND* dan *AND NOT*.

Apabila memasukkan logika *AND* maka harus ada rangkaian yang berada di depannya, karena penyambungannya seri. Logika pensakelarnya *AND* seperti sakelar NO dan *AND NOT* seperti sakelar NC. Instruksi tersebut dibutuhkan jika urutan kerja pada suatu sistem kendali membutuhkan lebih dari satu kondisi *logic* yang harus terpenuhi semuanya untuk memperoleh satu keluaran.



Gambar 3. Simbol *AND* dan *AND NOT*
(Sumber : wikipedia)

4. *OR* dan *OR NOT*

OR dan *OR NOT* dimasukkan seperti sakelar yang posisinya parallel dengan rangkaian sebelumnya. Instruksi tersebut dibutuhkan jika *sequence* pada suatu sistem kendali membutuhkan salah satu saja dari beberapa kondisi *logic* yang terpasang parallel untuk mengeluarkan satu keluaran.



Gambar 4. Simbol *OR* dan *OR NOT*
(Sumber : Wikipedia)

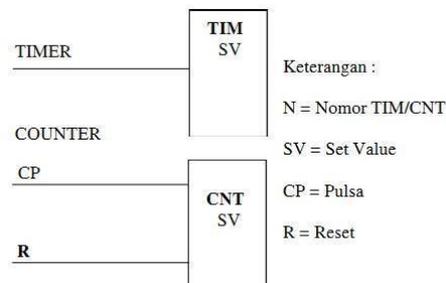
5. *OUT*, digunakan sebagai keluaran dari beberapa instruksi yang terpasang sebelumnya yang telah membentuk suatu logika pengendalian tertentu. Logika pengendalian dari instruksi *OUT* sesuai dengan pemahaman pengendalian system PLC yang telah dibahas diatas dimana instruksi *OUT* ini sebagai koil *relay* yang mempunyai kontak di luar perangkat lunak.



Gambar 5. Simbol *OUT*
(Sumber : Wikipedia)

6. *TIMER (TIM)* dan *COUNTER (CNT)*

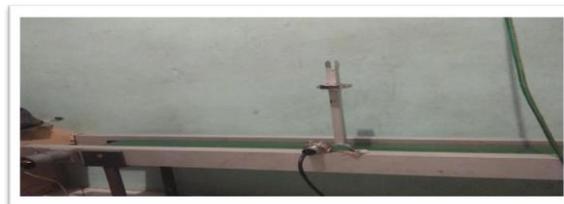
Nilai *Timer* atau *Counter* pada PLC bersifat countdown (menghitung mundur) dari nilai awal yang ditetapkan oleh program. Setelah hitungan mundur tersebut mencapai angka nol, maka kontak NO *Timer* atau *Counter* akan bekerja. *Timer* mempunyai batas antara 0000 sampai dengan 9999 dalam bentuk BCD (*Binary Code Decimal*) dan dalam orde sampai 100 ms. *Counter* mempunyai orde angka BCD dan mempunyai batas antara 0000 sampai dengan 9999. (Yulianto,2006).



Gambar 6. Simbol *Timer* dan *Counter*
(Sumber:wikipedia)

KONVEYOR

Konveyor pada dasarnya merupakan peralatan yang cukup sederhana. Alat tersebut terdiri dari sabuk yang tahan terhadap pengangkutan benda padat. Sabuk yang digunakan pada konveyor ini dapat dibuat dari berbagai jenis bahan. Misalnya dari karet, plastik, kulit maupun logam yang tergantung dari jenis dan sifat bahan yang akan diangkut. Untuk mengangkut bahan-bahan yang panas, sabuk yang digunakan terbuat dari logam yang tahan panas.



Gambar 7. Konveyor
(Sumber : Dokumen Pribadi)

SENSOR KAPASITIF PROXIMITI

Sensor kapasitif proximiti adalah sensor yang dapat mendeteksi keberadaan objek yang ada di dekatnya tanpa melalui kontak fisik dengan objek tersebut. Karakteristik dari sensor ini adalah mendeteksi obyek dengan jarak yang cukup dekat, berkisar antara 1 mm sampai 10 mm sesuai tipe sensor yang digunakan. Proximity

Kapasitif merupakan sensor yang akan mendeteksi semua objek yang ada dalam jangkauan sensor ini baik metal maupun non-metal. (Arief Fadillah, 2017)

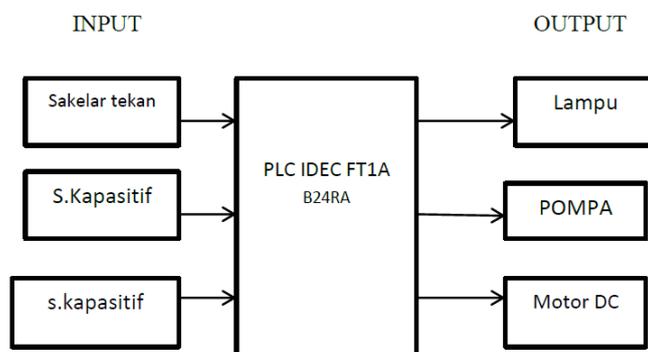


Gambar 8 Sensor Kapasitif Proximiti
(Sumber : Dokumen Pribadi)

METODE PENELITIAN

Prosedur Penelitian

1. Diagram Blok



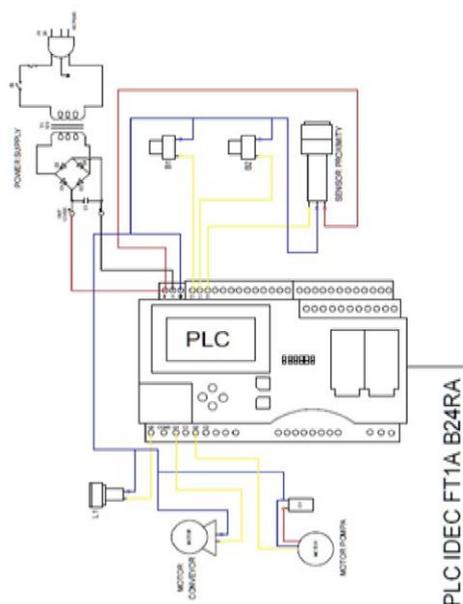
Gambar 9. Diagram Blok Perancangan
(Sumber : Dokumen Pribadi)

Penelitian dimulai dengan tahapan merancang diagram blok perancangan sistem kontrol pengisian air minum ke dalam botol yang meliputi perancangan sistem penempatan PLC, penempatan sensor pada konveyor, penempatan selang air, penempatan pencatu daya, penempatan galon air, dan penempatan perangkat lainnya. Konfigurasi aplikasi, PLC IDEC dengan PC, dan motor konveyor. Membuat program pergerakan untuk sensor kapasitif proximiti, dan *delay* pada waktu pengisian air minum. Melakukan analisa dan pembahasan yang akan disesuaikan dengan hasil pengujian yang diperoleh. Hasil akhir dari penelitian ini adalah purwarupa dengan sistem kontrol pengisian air minum ke dalam botol berbasis PLC IDEC dengan *software* dan ukuran sesuai yang diinginkan.

2. Skematik Rangkaian

Sistem skematik rangkaian pada modul Input dan output PLC berurutan sehingga akan memudahkan pada saat mengidentifikasi jika terjadi kesalahan. Berdasarkan gambar 3. bahwa purwarupa ini mempunyai 3 input dan 3 output yaitu input pertama sakelar tekan, input kedua dan ketiga yaitu sensor kapasitif proximiti, sedangkan untuk output

pertama yaitu lampu indikator, output kedua konveyor, dan output ketiga yaitu pompa air.

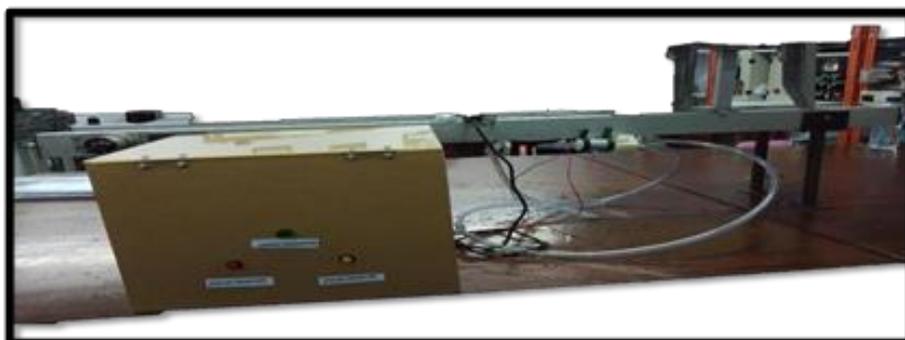


Gambar 10. Skematik Rangkaian
(Sumber : Dokumen Pribadi)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

1. Purwarupa rancangan diperlihatkan pada gambar 11 di bawah ini. Gambar merupakan tampak depan dari purwarupa setelah melakukan berbagai tahapan perancangan dan pemasangan komponen



Gambar 11. Purwarupa
(Sumber : Dokumen Pribadi)

2. Pengujian. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui deteksi sensor kapasitif proximiti dengan pengaturan lama waktu pengisian air di PLC ke dalam botol berukuran 150 ml dengan waktu 3.2 second. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Tabel Hasil Pengukuran *Input dan Output*

No	Peralatan	Indikator	Teg. Referensi	Tegangan (Volt)
1	Sensor Kapasitif Proximiti	On	12 volt	11.9
2	Motor Konveyor	On	24 volt	23.1
3	Pompa Air	On	24 volt	22.5
4	Lampu Indikator	On	24 volt	23.5

Tabel 2. Hasil Pengujian *Input* pada PLC

No	Alamat <i>Input</i>	Peralatan	Indikator	Keterangan
1	I0000	PB On	ON	Aktif
2	I0001	PB Off	ON	Aktif
3	I0002	Sensor Kapasitif Proximiti	ON	Aktif

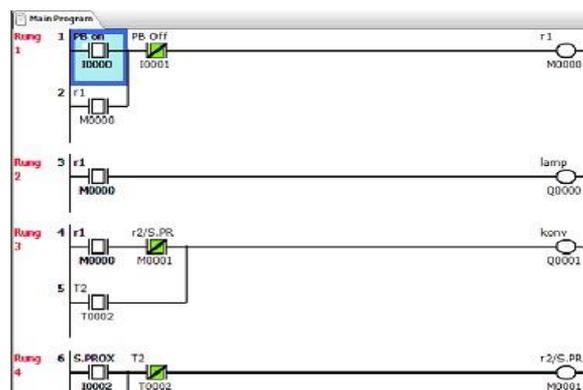
Tabel 3. Tabel Hasil pengujian *Output* pada PLC

No	Alamat <i>Input</i>	Peralatan	Indikator	Keterangan
1	Q0000	Lampu Indikator	ON	Aktif
2	Q0001	Motor Konveyor	ON	Aktif
3	Q0002	Pompa Air	ON	Aktif

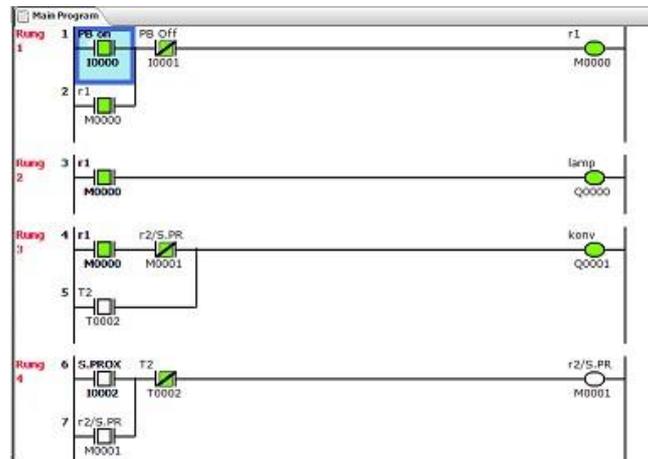
Tabel 3. Tabel Hasil Pengujian Pengisian Air Terhadap Waktu

No	Waktu Uji	Kapasitas	Keterangan
1	2.5 sec	20 ml	Belum Akurat
2	3 sec	105 ml	Belum Akurat
3	3.2 sec	150 ml	Akurat
4	3.3 sec	150.5 ml	Belum Akurat
5	4 sec	160 ml	Belum Akurat

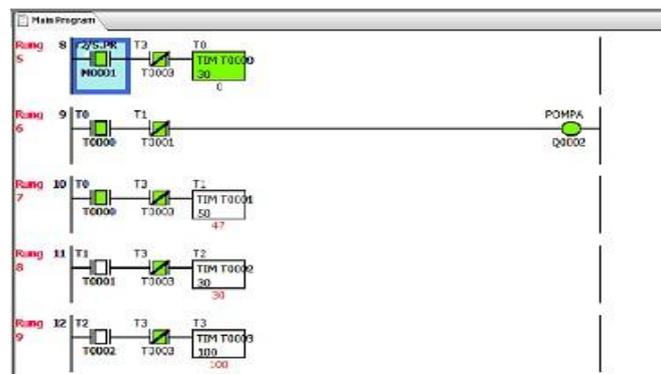
3. Simulasi pada Win Ldr



Gambar 11. Kondisi Saklar Belum Ditekan
(Sumber : Dokumen Pribadi)



Gambar 12. Kondisi Saklar Setelah Ditekan
(Sumber : Dokumen Pribadi)



Gambar 13. Kondisi Setelah Sensor Mengenai Objek
(Sumber : Dokumen Pribadi)

Berdasarkan gambar yang ditampilkan, sebelum saklar ditekan, seluruh komponen seperti lampu indikator, konveyor, dan motor pompa berada dalam kondisi tidak aktif. Pada gambar 12 ditunjukkan bahwa ketika saklar ditekan sesaat, sistem akan mengaktifkan *internal relay*, lampu pilot menyala, dan motor konveyor mulai bergerak.

Selanjutnya, pada gambar 13, ketika sensor kapasitif (*capacitive proximity sensor*) mendeteksi adanya objek (dalam hal ini botol kosong), maka *timer* akan aktif. *Timer* ini berfungsi untuk menghentikan konveyor dan mengaktifkan pompa air. Proses pengisian air berlangsung selama 3,2 detik hingga botol terisi sebanyak 150 ml. Setelah pengisian selesai, konveyor kembali bergerak untuk mengantarkan botol ke sensor *proximity* kedua. Sensor ini mendeteksi botol yang telah terisi, kemudian menghentikan konveyor, sehingga botol berhenti di posisi akhir dan siap untuk diambil. Proses ini berlangsung secara berulang untuk setiap botol yang masuk ke dalam sistem, sehingga memungkinkan pengisian botol dilakukan secara otomatis dan berkelanjutan.

Pembahasan

Pengujian awal sistem dilakukan menggunakan laptop yang telah diinstal perangkat lunak WindLDR. Berdasarkan Gambar 4.2, sebelum saklar ditekan, sistem berada dalam kondisi tidak aktif. Komponen seperti konveyor, lampu, dan pompa air belum menyala, yang ditandai dengan tidak munculnya indikator hijau pada program.

Saat saklar ditekan sesaat, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.2, sistem mulai bekerja. Internal relay yang disimbolkan dengan R1 aktif dan berfungsi sebagai *self-holding* (penguncian rangkaian). Akibatnya, lampu hijau menyala dan konveyor mulai bergerak. Selanjutnya, ketika sensor kapasitif (*proximity capacitive sensor*) mendeteksi keberadaan objek, seperti ditampilkan pada Gambar 4.4, maka pompa air akan menyala dan konveyor berhenti. Pada saat tersebut, timer yang disimbolkan dengan T1 mulai menghitung waktu pengisian air. Durasi pengisian dapat diatur sesuai volume botol yang digunakan, dalam hal ini sebesar 3,2 detik untuk mengisi botol 150 ml. Setelah proses pengisian selesai, sistem siap untuk mendeteksi botol berikutnya. Apabila saklar *off* ditekan, maka seluruh sistem akan berhenti secara otomatis.

Setelah pengujian melalui perangkat lunak berhasil dilakukan, pengujian dilanjutkan pada purwarupa secara langsung. Program *ladder diagram* yang telah diuji sebelumnya dimasukkan ke dalam unit PLC. Selanjutnya, skematik rangkaian diperiksa dan pencatu daya dihubungkan ke sumber listrik. Ketika saklar *on* ditekan, konveyor dan lampu mulai aktif. Botol uji berkapasitas 150 ml kemudian diletakkan pada jalur konveyor. Sensor kapasitif mendeteksi keberadaan botol, menyebabkan konveyor berhenti dan pompa air menyala. Air mengalir melalui selang, dan timer mulai menghitung waktu pengisian. Setelah proses pengisian selesai, konveyor kembali bergerak dan membawa botol menuju sensor kapasitif kedua. Sensor ini berfungsi sebagai penanda bahwa botol telah terisi penuh dan siap diambil.

SIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Sistem otomatis bekerja sesuai dengan rancangan, di mana proses dimulai ketika saklar ditekan. Internal relay berfungsi sebagai pengunci (*self-holding*), yang kemudian mengaktifkan lampu indikator dan menggerakkan konveyor.
2. Sensor kapasitif mampu mendeteksi keberadaan botol secara akurat, sehingga dapat menghentikan konveyor dan mengaktifkan pompa air pada waktu yang tepat. Timer yang digunakan berhasil mengatur durasi pengisian air sesuai dengan volume botol, yaitu 150 ml dalam waktu 3,2 detik.
3. Seluruh tegangan pada komponen utama seperti motor DC, sensor, dan pompa air masih berada dalam batas toleransi yang dapat diterima, sehingga sistem dapat beroperasi secara aman dan stabil. Penggunaan *step-down converter* pada pompa air efektif menyesuaikan tegangan dengan kebutuhan alat.

Saran

1. Penambahan sensor level air pada botol, untuk memastikan volume pengisian lebih akurat dan menyesuaikan jika terjadi perubahan tekanan atau aliran pada pompa.

2. Perlu dilakukan pengujian jangka panjang terhadap daya tahan komponen seperti pompa air, motor konveyor, dan sensor, untuk memastikan keandalan sistem dalam penggunaan terus-menerus.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, A. (2007). *Media pembelajaran*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Bishop, O. (2004). *Dasar-dasar elektronika*. Jakarta: Erlangga.
- Bolton. (2004). *Programmable logic controller (PLC)*. Jakarta: Erlangga.
- Fadillah, A. (2017). *Aplikasi penggunaan programmable logic controller pada alat pengisian botol air mineral* (Skripsi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Padang).
- Imron, S. (2006). *Perancangan dan pembuatan mesin pengisian air minum untuk Reso dengan menggunakan PLC sebagai kontrolnya* (Skripsi, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Panca Marga, Probolinggo).
- Malvino, A. P. (1994). *Prinsip-prinsip elektronika*. Jakarta: Erlangga.
- Rohman, F. (2016). *Rancang bangun aplikasi kontrol motor DC pada prototipe konveyor* (Skripsi, tidak dipublikasikan).
- Setiawan, I. (2006). *Programmable logic control (PLC) dan teknik perancangan sistem kontrol*. Yogyakarta: CV Andi Offset.
- Suyono. (1996). *Air dalam kehidupan lingkungan yang sehat*. Bandung.
- Widiastuti, O. (2014). *Perancangan dan implementasi sistem pengisian air berbasis Programmable Logic Control (PLC) Omron CPM2A*. Jurnal Tugas Akhir, Universitas Diponegoro.
- Wikipedia. (2019, Agustus 14). *Pengertian pompa air simbol beserta gambar komponen*. <https://id.m.wikipedia.org>