

Prototype Sistem Pengisian Dus Otomatis dengan Robotik Berbasis PLC (*Programmable Logic Controller*)

Beny Prastiya dan Tatyantoro Andrasto

*Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Indonesia
benyprastiya57@gmail.com*

Abstrak— Penelitian ini bertujuan untuk menciptakan suatu *prototype* yang bisa membantu dalam proses pengepakan khususnya dalam proses pengisian dus yang bekerja secara otomatis dengan menggunakan PLC sebagai kontrol dan motor DC sebagai penggerak robotik sehingga nantinya dapat digunakan dalam dunia industri. Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian pengembangan (*research and development*). Penelitian ini digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut. Prosedur dalam penelitian ini yaitu menentukan potensi dan masalah, mengumpulkan data dan informasi, desain produk, validasi desain, revisi desain, pengujian alat, uji kelayakan alat, analisis data dan terakhir menarik kesimpulan. Hasil penelitian laboratorium menunjukkan bahwa unjuk kerja *prototype* mampu untuk melakukan tugasnya sesuai dengan desain kerja. Penilaian tingkat kelayakan *prototype* dibagi dalam beberapa aspek. Penilaian Ahli, aspek desain dan unjuk kerja memperoleh hasil skor 81,25%. Aspek kemudahan pengoperasian mendapatkan hasil skor 87,5%. Aspek manfaat mendapatkan hasil skor 76,25%.

Kata kunci— *Research and Development, Prototype, Human Error*

I. PENDAHULUAN

Sistem pengepakan terdiri dari beberapa proses, dari pemilahan produk atau barang, pengisian barang atau produk ke dalam dus, dan pembungkusan dus. Pada dasarnya sistem tersebut menggunakan manusia sebagai subyek yang melakukan pengepakan barang. Namun banyak faktor negatif yang dilihat masih mempengaruhi hal tersebut, seperti faktor human error, kurangnya kerapihan, waktu dan tenaga yang dibutuhkan masih banyak sehingga dirasa masih kurang efisien.

Berdasarkan hasil observasi ditemukan beberapa permasalahan dalam dunia industri antara lain kecelakaan kerja yang menyebabkan karyawan terluka, kesalahan dalam proses pengepakan, pemindahan barang dari konveyor ke dus sering menyebabkan kerusakan pada barang dan kesalahan kerja yang menyebabkan kerugian baik secara material maupun finansial. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dibutuhkan sistem kerja otomatis yang menggantikan kerja manusia dalam proses pengepakan.

Dalam perkembangannya, pada saat ini sudah banyak industri yang menggunakan salah satu peralatan kontrol dengan sistem pemrograman yang dapat diperbaharui atau lebih populer disebut dengan nama PLC (*Programmable Logic Controller*). Selain itu faktor human error juga mampu diminimalisir dengan melihat tingkat keunggulan yang ditawarkan dari sistem kontrol otomatis tersebut. Berdasarkan Domino's Theory bahwa manusia cenderung melakukan kesalahan saat melakukan pekerjaan [1]. Selanjutnya disempurnakan oleh Bird dan Germain yang menghubungkan

dengan refleksi manajemen secara langsung akibat human error yang menyebutkan bahwa kelalaian kerja dapat mengakibatkan kerugian pada manusia itu sendiri, harta benda, dan proses produksi [2].

Berdasarkan masalah-masalah dan keadaan di dunia industri tersebut, maka diperlukan pengembangan suatu *prototype* sistem pengisian barang dalam dus otomatis dengan robotik berbasis *Programmable Logic Controller* (PLC). Sistem ini akan mempermudah proses produksi dan hasil produksi lebih optimal. Sistem ini dapat dioperasikan secara otomatis maupun manual, yaitu dengan mengaktifkan tombol selector untuk memilih secara manual ataupun otomatis. Sistem otomatis hanya dengan mengarahkan selector ke posisi otomatis maka sistem akan bekerja, sedangkan sistem manual cukup dengan menekan tombol hijau untuk naik turun sistem otomatis dan tombol merah untuk kanan kiri. Untuk mematakannya tinggal mengarahkan tombol selector pada posisi normal. Sistem otomatis akan menggantikan kerja manusia dalam pemindahan barang logam, dimana terkini di industri sudah menggantikan kerja manusia dengan robot maka sistem ini akan menggunakan kerja robotik dalam proses pengisian barang dalam dus. Dalam penelitian ini, digunakan motor DC sebagai penggerak konveyor dan robotik, PLC Omron CP1L sebagai kontrol dan menggunakan sensor proximity induktif serta ditambahkan sistem magnet otomatis unruk memindahkan barang ke dalam dus. Pengembangan sistem ini diharapkan mampu menciptakan sistem pengepakan barang yang lebih efisien dan bermanfaat.

Penelitian ini bertujuan untuk menciptakan suatu *prototype* yang bisa membantu dalam proses pengepakan khususnya dalam proses pengisian dus yang bekerja secara otomatis dengan menggunakan PLC sebagai control dan motor DC sebagai penggerak robotic sehingga nantinya dapat digunakan dalam dunia industri.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain Penelitian dan Pengembangan (Research and Development). Pembuatan alat dilakukan di PT Mitra Surya Solusindo dan Fakultas Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang. Pengujian alat dilakukan di PT Mitra Surya Solusindo Tambun Selatan Bekasi.

Prosedur penelitian ini terdiri dari potensi dan masalah, pengumpulan data/informasi, desain produk (persiapan alat dan bahan, membuat rancangan alat, membuat alat), validasi desain oleh pakar/ahli, revisi desain, pengujian *prototype*, uji kelayakan *prototype*, analisis data dan menarik kesimpulan [3]. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah metode observasi, wawancara dan angket. Analisis data menggunakan metode statistik deskriptif. Data kelayakan dianalisis dengan menggunakan teknik perhitungan mean (pengukuran tendensi sentral), median, dan juga modus.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian Laboratorium

1) Uji Komponen

a. Motor DC

Hasil pengujian motor DC menunjukkan bahwa motor DC dalam keadaan baik karena motor tidak panas ketika dibiarkan selama 3 jam dan setelah diberi beban motor tidak mengalami slip, kemudian ketika diamati dengan stopwatch, jumlah putaran sesuai dengan RPM.

b. MCB

Hasil pengujian MCB menunjukkan bahwa MCB dalam kondisi baik yang ditandai dengan adanya gerakan jarum ketika saklar MCB *on* dan jarum menjadi diam ketika saklar MCB *off*.

c. Power suplay

Hasil pengujian menunjukkan bahwa *Power suplay* dalam kondisi baik karena jarum menunjuk ke angka 24 volt ketika *Output power suplay* dihubungkan pada *probe volt meter*.

d. PLC

Hasil pengujian menunjukkan bahwa *PLC* dalam kondisi baik karena *PLC* dapat dimasukan program sehingga komponen bekerja sesuai dengan program dan lampu indikator *PLC* menyala.

e. Relay

Pengujian relay dilakukan dengan menggunakan ohm meter. Hasil pengujian menunjukkan bahwa relay dalam kondisi baik karena pada posisi normal NC jarum tidak bergerak dan jika posisi normal NO jarum bergerak.

f. Sensor/*Proximity*

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor dalam kondisi baik karena ketika sensor diberi tegangan dan didekatkan pada benda (logam) maka *output* sensor memberi sinyal berupa 0vdc.

g. *Push botton*

Hasil pengujian menunjukkan bahwa *push botton* dalam kondisi baik, karena saat diuji dengan ohm meter jarum bergerak saat ditekan jika *push botton* NO, dan diam saat ditekan jika *push botton* NC

h. *Limit switch*

Hasil pengujian menunjukkan bahwa *limit switch* dalam kondisi baik, karena saat diuji dengan ohm meter jarum bergerak saat ditekan jika *Limit switch* NO, dan diam saat ditekan jika *Limit switch* NC.

2) Uji Mekanik

a. Pengujian Konvenyor

Pengujian konveyor dilakukan dengan cara memberi tegangan 24 vdc pada motor DC yang sudah terhubung dengan *timing pulley* dan *timing belt*. Motor DC dibiarkan bekerja, kemudian diperhatikan apakah *timing belt* bergeser atau tidak, jika *timing belt* bergeser diatur kembali as *timing pulley* hingga *timing belt* diam (berarti baik). Hasil analisis menunjukkan bahwa *Timing pulley* mengalami pergeseran sehingga perlu mengatur as *timing pulley*. Setelah diatur, *timing pulley* diam (tidak bergeser). Artinya konveyor sudah dalam kondisi baik.

b. Pengujian Gerak Robotik Naik Turun

Pengujian dilakukan dengan memberi tegangan 24 vdc pada motor DC, sehingga teflon turun hingga mengenai *limit switch*. Kemudian balik *input* motor antara 24 vdc dan 0 vdc sehingga motor DC berbalik putaran, menaikan teflon ke atas sampai mengenai *limit switch*.

Hasil analisis menunjukkan gerak robotik sudah benar dan sesuai dengan yang diharapkan. Untuk selanjutnya disesuaikan jarak untuk naik dan turun sesuai dengan fungsi robotik.

c. Pengujian Gerak Robotik Kanan Kiri

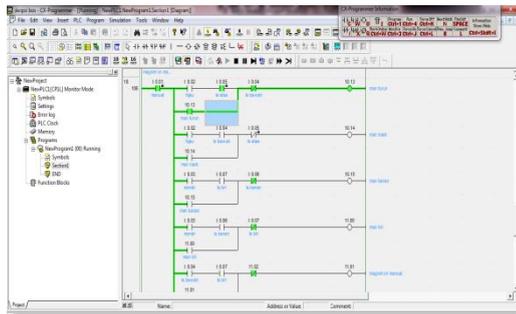
Cara pengujian sama dengan pengujian gerak naik dan turun. Gerak robotik disesuaikan dengan teflon yang sudah terhubung dengan magnet otomatis dan disesuaikan dengan letak konveyor.

Hasil analisis menunjukkan bahwa gerak sesuai dengan yang diharapkan, dan magnet sesuai dengan letak benda (logam).

3) Uji Program

Pengujian program dilakukan setelah seluruh komponen diberi *wiring* dengan baik dan benar. Pemrograman dilakukan secara *online* (terhubung dengan kabel LAN) sehingga dapat membuat program dalam kondisi *prototype* dijalankan. Pemrograman dilakukan sesuai dengan kerja yang diinginkan, kemudian dilakukan secara berurutan dan bertahap. Pemrograman dilakukan dengan tahapan kerja otomatis terlebih dahulu selanjutnya kerja manual. *PLC* yang digunakan yaitu CP1L Omron,

sehingga program juga harus menyesuaikan. Pemrograman dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Program PLC

Hasil analisis menunjukkan bahwa kerja *prototype* sesuai dengan yang diinginkan baik secara manual maupun otomatis. Hasil pemrograman berhasil, meski mengalami beberapa kali kesulitan.

4) Pengujian Keseluruhan *Prototype*

a. Pengujian Sistem Robotik Otomatis

Pengujian sistem ini dapat dijalankan dengan mudah, seperti dengan fungsinya yaitu otomatis, maka *prototype* akan bekerja secara otomatis tanpa perlu melakukan kendali dari *push botton*. *Selector switch* diarahkan pada posisi otomatis maka sistem akan bekerja dengan sendirinya. Langkah-langkah pengujian sistem robotic otomatis secara berurutan adalah sebagai berikut.

- Ketika ON konveyor akan berjalan, benda (logam) diletakkan pada *belt* konveyor.
- Ketika benda mengenai *proximity*, maka konveyor berhenti dan gerak robotik bergerak turun.
- Ketika *limit switch* bawah aktif menghidupkan magnet dan mengangkat benda (logam) ke atas.
- Ketika *limit switch* atas aktif maka gerak robotik ke kanan.
- Ketika *limit switch* kanan aktif maka gerak kembali turun.
- Ketika *limit switch* bawah aktif, mematikan magnet dan benda (logam) terlepas, gerak robotik kembali naik.
- Ketika *limit switch* atas aktif gerak robotik ke kiri.
- Ketika *limit switch* kiri aktif maka konveyor kembali aktif dan konveyor1 kembali berjalan.
- Konveyor2 berjalan jika sudah terhitung dua barang (logam) masuk ke dalam dus.

b. Pengujian Sistem Robotik Manual

Pengujian sistem manual dilakukan dengan menggunakan *push botton* hijau dan *push botton* merah. Sebelum melakukan pengujian terlebih dahulu mengarahkan *selector switch* pada posisi manual sehingga mengaktifkan konveyor. Langkah-langkah pengujian sistem robotic manual secara berurutan adalah sebagai berikut:

- Ketika ON konveyor berjalan.
- Benda (logam) ditaruh pada *belt* konveyor.

- Benda (logam) mengenai *proximity* sehingga mematikan konveyor.
- *Push botton* hijau ditekan sehingga menggerakkan robotik ke bawah.
- Ketika *limit switch* bawah aktif magnet aktif dan gerak robotik berhenti.
- *Push botton* hijau ditekan sehingga menggerakkan robotik ke atas.
- Ketika *limit switch* atas aktif gerak robotik berhenti.
- *Push botton* merah ditekan sehingga menggerakkan robotik ke kanan.
- Ketika *limit switch* kanan aktif gerak robotik berhenti.
- *Push botton* hijau ditekan sehingga menggerakkan robotik ke bawah.
- Ketika *limit switch* bawah aktif robotik berhenti dan magnet mati sehingga menjatuhkan benda (logam).
- *Push botton* hijau ditekan sehingga menggerakkan robotik ke atas.
- Ketika *limit switch* atas aktif gerak robotik berhenti.
- *Push botton* merah ditekan sehingga gerak robotik ke kiri.
- Ketika *limit switch* kiri aktif robotik berhenti dan konveyor1 kembali berjalan.
- Konveyor2 berjalan jika sudah terhitung dua barang (logam) masuk ke dalam dus.

Setelah pengujian secara otomatis dan manual, maka dapat diketahui bahwa *prototype* sudah bekerja sesuai dengan fungsi yang diharapkan. Untuk sistem otomatis cukup dengan mengarahkan *limit switch* pada posisi otomatis maka sistem bekerja. Sedangkan, untuk sistem manual perlu menggunakan *push botton* untuk menggerakkan robotik. *Push botton* hijau untuk gerak naik dan turun. *Push botton* merah untuk gerak kanan dan kiri.

B. Hasil Penelitian Laboratorium

Kelayakan *prototype* dianalisis berdasarkan hasil pengisian masing-masing aspek yang diajukan pada kuesioner. Aspek tersebut diantaranya: desain dan unjuk kerja, kemudahan pengoperasian dan manfaat. Penilaian kelayakan *prototype* ditujukan kepada 4 ahli dibidangnya dari 2 perusahaan berbeda yang bekerja dalam bidang yang sama.

Pakar/ahli memiliki wewenang untuk menilai aspek desain dan unjuk kerja, kemudahan penggunaan serta manfaat *prototype*.

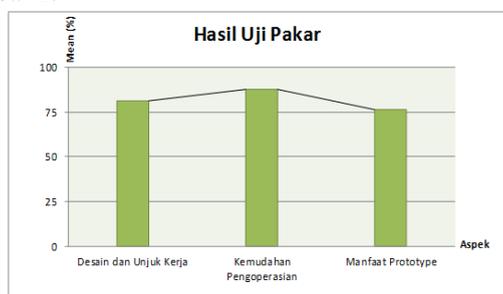
TABEL I. HASIL UJI KELAYAKAN AHLI

No	Ahli/Pakar	Desain dan Unjuk kerja (%)	Kemudahan pengoperasian (%)	Manfaat <i>Prototype</i> (%)
1	Hedy M	91.67	91.67	88.33
2	Anis S	83.33	83.33	66.67
3	Yuskrisna	75	83.33	66.67
4	A.Tarmizi	75	91.67	83.33
	Rata-rata	81.25	87.5	76.25

C. Pembahasan

Berdasarkan pengujian laboratorium, kerja *prototype* sistem bekerja dengan baik dan sesuai dengan yang diinginkan. Dengan memberi tegangan *input* 220 v pada mcb, kemudian terhubung pada *input power suplay* sehingga *output power suplay* dapat mengaktifkan komponen lain maka *prototype* dapat bekerja. Sistem otomatis dapat dijalankan dengan mengubah posisi *selector switch* pada posisi otomatis maka sistem otomatis bekerja. Sistem manual dapat dijalankan dengan mengubah posisi *selector switch* pada posisi manual maka sistem manual bekerja dengan *push botton* hijau sebagai pengendali gerak naik turun dan *push botton* merah sebagai pengendali gerak kanan kiri.

Penilaian tingkat kelayakan *prototype* dibagi dalam aspek-aspek yang dinilai untuk kemudian dianalisis secara statistik kuantitatif. Untuk perhitungan secara lengkap mengenai penilaian pakar/ahli dapat dilihat pada lampiran. Hasil pengujian jika dibuat dalam diagram ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Penilaian Kelayakan oleh Ahli

Ahli menilai aspek desain dan unjuk kerja dinyatakan sangat setuju dengan penilaian 81.25%, aspek kemudahan pengoperasian dinyatakan sangat setuju dengan penilaian 87.5% dan aspek manfaat dinyatakan sangat setuju dengan penilaian 76.25%.

Di dalam koesioner juga terdapat pertanyaan penunjang terkait dengan kekurangan dari *prototype*, kinerja *prototype* dan kelayakan *prototype*. Berdasarkan jawaban dari pertanyaan penunjang tersebut dilakukan revisi atau perbaikan guna mendapatkan *prototype* yang jauh lebih baik dan efisien.

a) Kekurangan *Prototype*

Menurut pakar/ahli kekurangan *prototype* meliputi *safety*, *speed*, desain, dan penyesuaian lanjutan jika digunakan dalam keadaan aslinya.

Dari penilaian oleh pakar/ahli dilakukan penelitian lanjutan diantaranya yaitu :

- 1) *Safety* atau keamanan kerja *prototype* yaitu dengan mengganti *emergency stop* dengan *selector switch* yang juga dapat digunakan sebagai pemutus atau menghentikan kerja *prototype* jika terjadi gangguan.
- 2) *Speed* atau kecepatan *prototype* yaitu dengan mengganti motor dc sebagai penggerak robotik dengan torsi yang lebih besar sehingga dapat bekerja lebih cepat dan dapat memperbaiki tingkat presisi menjadi lebih baik.

- 3) Desain *prototype* yaitu dengan memberi pelindung kabel atau spiral pada *prototype*, membuat box panel dari akrilik, dan menambahkan satu konveyor sebagai penggeser dus.
- 4) Penyesuaian lanjutan. Jika *prototype* ingin digunakan dalam dunia industri maka harus disesuaikan dengan SOP yang terdapat pada masing-masing industri. Sesuai dengan pernyataan pada koesioner pakar/ahli menyatakan jika sebagai miniature konsepnya sudah sangat bagus.

b) Kinerja *Prototype*

Menurut pakar/ahli sesuai dengan hasil dari koesioner secara umum untuk kinerja sudah dianggap layak, baik, menarik dan penting dalam dunia industri. Kekurangan dari kinerja bisa ditutupi dengan memperbaiki kekurangan seperti pada point 4.2.3 dan menambahkan satu buah konveyor sebagai penggeser dus yang sudah terisi.

c) Kelayakan *Prototype*

Berdasarkan hasil kuisioner dapat diketahui bahwa menurut pakar/ahli, *prototype* sudah layak digunakan dalam dunia industri karena dari segi kemudahan, pengoperasian *prototype* dianggap mudah, dari segi kecepatan pekerjaan, *prototype* dapat membantu karyawan, dan dari segi konsep, *prototype* sudah sangat layak namun dengan memperbaiki desain dan juga menambahkan body safety. Dari pernyataan tersebut, dilakukan penelitian lanjutan dengan menambahkan *safety* pada konveyor.

Berdasarkan hasil penelitian lanjutan maka kekurangan-kekurangan pada *prototype* dapat diperbaiki, sehingga menghasilkan *prototype* yang jauh lebih baik dan efisien sesuai dengan apa yang diharapkan. Adapun penambahan signifikan pada *prototype* yaitu penambahan satu konveyor sebagai penggeser dus yang sudah terisi barang. Penggantian motor DC sebagai penggerak robotik dengan torsi yang lebih cepat. Pembuatan box panel dari akrilik dilengkapi dengan *banana socket*. Juga ditambahkan pelindung pada *belt* konveyor sebagai pengaman atau *safety*.

TABEL II. PERSAMAAN SISTEM

No	Parameter	Pengepakan Plastik	Pengisian dus otomatis
1	Membantu sistem pengepakan	√	√
2	Menggunakan panel control	√	√
3	Digunakan dalam dunia industri	√	√
4	Berupa <i>Prototype</i>	√	√

TABEL III. PERBEDAAN SISTEM

No	Parameter	Pengepakan plastic	Pengisian dus otomatis
1	PLC	Omron CPM2A	Omron CP1L
2	Sensor	Photo sensor	<i>Proximity induktif</i>
3	Sistem	Manual	Sistem manual dan otomatis serta dilengkapi robotic
4	Motor Penggerak	12 Vdc	24 Vdc

Pada suatu penelitian PLC digunakan juga pada sistem pengepakan yaitu pengepakan barang plastik otomatis [4]. Dalam penelitian ini metode tersebut dikembangkan pada sistem pengepakan untuk mengepak barang plastik. Berikut persamaan dan perbedaan sistem pengepakan barang plastik dan sistem pengisian dus otomatis dengan sistem robotik.

Dari keseluruhan hasil *prototype* terdapat beberapa kekurangan dari *prototype*, dan dapat terjadi karena keterbatasan dari peneliti baik secara konsep maupun material. Keterbatasan tersebut sudah ditutupi sebagaimana dengan fungsi sesuai tujuan dari penelitian. Untuk keterbatasan tersebut akan dijabarkan sebagai berikut :

a. Kecepatan Robotik

Pada *prototype* untuk menggerakkan robotik menggunakan motor 24 Vdc. Untuk gerak naik/turun menggunakan torsi 100 rpm dan untuk gerak kanan/kiri menggunakan torsi 50 rpm. Hal ini mengakibatkan gerak kanan/kiri menjadi lebih lambat, karena jika menggunakan motor dengan torsi 100 rpm jauh lebih berat dan dapat mengakibatkan kerusakan pada mekanik. Keterbatasan tersebut sudah ditutupi dengan menggunakan torsi lebih cepat pada gerak naik/turun. Sehingga waktu yang dibutuhkan untuk satu kali kerja relatif cukup cepat dan tidak terlalu lama.

b. Kekuatan Mekanik

Konstruksi *prototype* dibuat dengan konsep yang sederhana sehingga mudah dalam pembuatan dan pengoprasian. Untuk bahan yang digunakan terbuat dari

stainless sehingga lebih ringan, anti karat dan lebih kuat. Akan tetapi masih mengalami kendala pada kekuatan dari *prototype*, seperti ukuran dan daya beban. Hal ini terjadi karena keterbatasan pada material, peneliti kurang memiliki dana yang cukup untuk membeli bahan dengan kualitas lebih baik. Keterbatasan tersebut sudah ditutupi dengan menggunakan material yang cukup sesuai dengan standar industri.

IV. PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa *Prototype* sistem pengisian dus otomatis dengan robotik dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan dan hasil penilaian oleh ahli/pakar menunjukkan bahwa *prototype* sudah baik dan layak.

REFERENSI

- [1] Heinrich, 1972. A Worker's Education Manual. Diakses pada hari kamis, tanggal 9 April 2015 pukul 20.12 WIB dari <http://jurnalk3.com>
- [2] Bird, F. E., Germain. & L. George. 1986. Practical Loss Kontrol Leadership. Diakses pada hari kamis, tanggal 9 April 2015 pukul 20.10 WIB dari <http://jurnalk3.com>
- [3] Sugiyono, 2013. Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R & D. Bandung: Alfabeta
- [4] Erlambang, Y. D. 2014. Rancang Bangun System Pengepakan Barang Plastic Berbasis Programmable Logic Kontroller (PLC). Skripsi. Semarang: Universitas Diponegoro.