

RANCANG BANGUN PEMISAH BENDA LOGAM DAN NON LOGAM MENGGUNAKAN ELEKTRO PNEUMATIC

Turhamun¹, Azhar², Aidi Finawan³

^{1,2,3}Prodi Instrumentasi dan Otomasi Industri Jurusan Teknik Elektro

Politeknik Negeri Lhokseumawe

Jl. Banda Aceh-Medan km 280,3. Buket rata,Lhokseumawe

e-mail : slammetrahardjo@gmail.com

Abstrak— Di dunia industri pemanfaatan teknologi kendali elektro-pneumatik merupakan sistem kontrol yang diarahkan untuk mengendalikan sistem produksi. Salah satu contoh industri yang memerlukan efisiensi waktu dan tenaga adalah industri yang memerlukan pemilahan produk berbahan logam dan produk berbahan non logam. seperti pada pemilahan produk minuman kaleng (bahan logam) dan minuman kotak (bahan non logam). Dalam pemilihan segmen untuk pemasaran pada produk yang tidak sejenis memerlukan banyak sarana belt konveyor untuk membawa produk tersebut dari unit produksi ke unit pengemasan. Dalam penelitian ini dirancang alat yang dapat memisahkan benda logam dan benda non logam pada sebuah belt konveyor dengan pemanfaatan sistem pneumatik sebagai pemisah benda berbasis PLC. Tujuan dari penelitian adalah menghasilkan suatu metode pengendalian pemisahan benda logam dan non logam sistem pada belt conveyor dengan sistem pneumatik. Sistem terdiri dari sensor inductive proximity, capacitive proximity dan tombol ON/OFF sebagai input serta katup dengan operasi solenoid ganda dan relay untuk pengendalian output motor DC. Prinsip kerjanya PLC akan membaca input dengan sensor dan mengatur output sesuai program yang dibuat yaitu memisahkan benda logam dan non logam dengan pneumatik. Hasil pengamatan didapat bahwa prototype bekerja dengan baik jika diberi debit angin 2,623 Liter/Menit dan tekanan angin 6 bar pada sistem pneumatik.

Kata Kunci: Logam, Non Logam, PLC, Inductive Proximity, Capacitive Proximity

I. PENDAHULUAN

Pemanfaatan teknologi adalah cara yang tepat untuk meningkatkan efisiensi. Suatu teknologi dikatakan unggul apabila teknologi tersebut mempunyai efisiensi yang tinggi. Keberadaan teknologi sebagai sarana untuk membantu proses kehidupan seakan menjadi keharusan untuk mempercepat menyelesaikan berbagai jenis pekerjaan yang juga membantu dalam meningkatkan perkembangan Sumber Daya Manusia (SDM). Industri merupakan salah satu bentuk kemajuan teknologi yang berkembang pesat. Implementasi inovasi teknologi di industri dapat berguna untuk memudahkan hasil produksi dan meningkatkan pendapatan suatu industri.

Selain hal di atas, pemanfaatan teknologi dapat menghemat waktu pekerjaan dengan produktifitas yang tinggi. Di dunia industri sering dikenal dengan istilah kontrol. Pada saat ini sudah banyak industri yang menggunakan peralatan kontrol dengan menggunakan sistem pemrograman yang dapat diperbarui. Penggunaan peralatan kontrol seperti ini akan menjadikan suatu otomasi produksi menjadi mudah dengan waktu yang cepat dan dapat mengurangi penggunaan tenaga manusia sehingga *human error* pun tidak akan terjadi. Salah satu contoh industri yang memerlukan efisiensi waktu dan tenaga adalah industri yang memerlukan pemilahan produk logam dan non logam seperti pada pemilahan produk minuman kaleng (bahan logam) dan minuman kotak (bahan non logam). Penggunaan sistem kontrol untuk memisahkan jenis produk dengan waktu yang cepat, sangat diperlukan mengingat permintaan produk dipasaran.

Dalam pemilihan segmen untuk pemasaran produk minuman kaleng dan produk minuman kotak diperlukan sarana transportasi yang dapat membawa produk tersebut dari unit produksi ke unit pengemasan, dalam hal ini industri menggunakan *belt conveyor* sebagai media transportasi [1]. Penggunaan *belt conveyor* tentunya tidak terlepas dari penggunaan motor listrik sebagai penggerak *belt conveyor*.

Dalam penelitian ini akan dibuat suatu *Prototype* pemisah benda logam dan benda non logam dengan memanfaatkan sistem pneumatik sebagai alat pemisah dan sensor *inductive proximity* dan *capacitive proximity* sebagai sensor benda logam dan non logam serta menggunakan sebuah belt conveyor sebagai sarana transportasi dengan sistem pneumatik. Pemograman dilakukan dengan *software* CX Programmer. Simulasi dilakukan dengan *software* CX Designer Bahasa Pemograman yang digunakan adalah diagram tangga (*ladder diagram*) Perancangan alat ini diharapkan dapat diwujudkan dan di implementasikan di industri yang memerlukan pemisah produk dari logam dan produk dari non logam dengan sistem mekanik yang lebih efisien dengan menggunakan sebuah *belt conveyor* dan sistem kontrol yang sangat mudah diprogram.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian dan Sejarah PLC

Awalnya, PLC banyak dikenal sebagai akronim dari PC (*Personal Computer*). Dan ini menjadikan suatu hal yang

membbingungkan antara pengertian PLC dan PC, akhirnya sekarang PLC memiliki pengertian tersendiri yaitu *Programmable Logic Controller*. PLC adalah sebuah peralatan *user friendly* (mudah digunakan), berbasis *Microprocessor*, merupakan suatu komputer khusus yang berisi fungsi kontrol dari berbagai jenis dan *level* secara kompleksitas. PLC dapat diprogram, dikontrol, dan dioperasikan oleh seseorang yang tidak begitu mahir dalam pengoperasian PC. Operator PLC pada dasarnya menggambar garis dan peralatan dari diagram tangga (*Ladder Diagram*). Hasil penggambaran di komputer menggantikan *external wiring* (pada rangkaian listrik) yang dibutuhkan untuk pengontrolan sebuah proses rangkaian. PLC akan mengoperasikan semua sistem yang memiliki *output device* yang menjadi ON ataupun OFF. Juga dapat mengoperasikan segala sistem dengan variabel output. PLC dapat dioperasikan pada sisi *input* dengan peralatan ON-OFF (*Switch*) atau dengan peralatan variabel *input*. Sistem PLC pertama dikembangkan dari komputer konvensional pada akhir tahun 1960 dan awal 1970. PLC pertama banyak dipasang pada *Plane Automotive*, awal PLC digunakan dengan teknik automasi baru untuk mempersingkat jarak waktu dari prosedur pengawatan konvensional. Prosedur pengawatan yang baru atau revisi dari *relay* dan panel kontrol. Prosedur *reprogram* (pemrograman ulang) PLC telah menggantikan *rewiring* (instalasi ulang) dari panel yang penuh kabel, *relay*, *timer*, dan komponen lainnya. Jadi PLC bisa membantu mengurangi waktu *rewiring* yang cukup rumit dan cukup lama, digantikan dengan *carareprogram* yang lebih cepat. Pada awal 1970 terjadi permasalahan prosedur pemrograman PLC. Program sangat sulit untuk dipahami dan membutuhkan seorang programmer ahli untuk melakukan suatu perubahan atau modifikasi. Pada akhir 1970, pengembangan terhadap pembuatan program PLC menjadikannya lebih mudah digunakan. [2]

B. Pneumatik

Pneumatik berasal dari bahasa Yunani "*Pneuma*" yang berarti tiupan atau angin. Definisi pneumatik adalah salah satu cabang ilmu fisika yang mempelajari fenomena udara yang dimampatkan sehingga tekanan yang terjadi akan menghasilkan gaya sebagai penyebab gerak atau aktuasi pada aktuator. Sistem kerja komponen pneumatik menyerupai sistem kerja dari kontrol listrik. Adapun sistem kontrol listrik berasal dari catu daya (24 Volt DC, 12 Volt DC dll), maka untuk sistem pneumatik menggunakan udara bertekanan (*compressed air*) sebagai sumber energi [3]. Udara bertekanan ini dihasilkan oleh alat yang bernama *Air Compressor*.

Berikut beberapa komponen pada sistem pneumatic meliputi: [3]

1. Catu daya
2. Elemen Kontrol
3. Elemen Kerja
4. Komponen Pendukung

C. Sensor

Sensor *proximity* merupakan suatu komponen yang berfungsi untuk mendeteksi ada atau tidaknya suatu objek. Sensor *proximity* dapat mendeteksi keberadaan benda disekitarnya tanpa ada kontak fisik dengan benda tersebut. Cara kerja sensor *proximity* ini yaitu dengan memancarkan medan elektromagnetik dan mencari perubahan bentuk medan elektro magnetik pada saat benda di deteksi. Contoh medan elektromagnetik yang sering digunakan yaitu sinar infra merah. Jika benda telah terdeteksi maka sinyal infrared tersebut akan merubah bentuk sinyal dan mengirimkan sinyal kembali ke sensor dan memberitahukan bahwa di depan sensor terdapat benda. Target sensor yang berbeda-beda juga membutuhkan jenis sensor *proximity* yang berbeda pula. Contohnya sensor foto listrik kapasitif akan cocok dengan target yang mempunyai benda berbahan dasar plastik sedangkan sensor *proximity* induktif akan mendeteksi benda berbahan dasar logam.

Jarak maksimum sensor *proximity* yang bisa terdeteksi dinamakan dengan nominal range. Beberapa sensor perlu diatur untuk penyesuaian nominal range nya atau dibuatkan list untuk batas kerjanya. Sensor *proximity* ini memiliki keunggulan dalam hal kemampuan yang tinggi dan umur pakai yang lama karena sensor ini tidak ada bagian mekanisnya yang kotak langsung dengan objek. Adapun fungsi Sensor Proximity adalah sebagai berikut:

- Mendeteksi suatu objek
- Mengukur dimensi suatu objek
- Menghitung banyaknya objek
- Mendeteksi simbol
- Pemeriksaan objek
- Pendeteksian warna

Selain itu ada juga fungsi yang tersirat yaitu sebagai pengontrol suatu sistem yang menggunakan sensor *proximity*. Dan juga fungsi lainnya yaitu untuk keamanan system.

D. Tipe dan Cara Pemasangan Sensor Proximity

Tipe-tipe sensor Proximity adalah:

1. Induktif Proximity

Tipe *proximity* yang bekerja berdasarkan perubahan induktansi apabila ada objek metal/logam yang berada dalam cakupan wilayah kerja sensor. Tipe ini hanya dapat mendeteksi benda logam saja dengan jarak deteksi maksimum sebesar 6 mm. Bahan dasar logam sangat mempengaruhi kemampuan pendeteksian sensor.

2. Kapasitif Proximity

Tipe *proximity* yang bekerja berdasarkan perubahan kapasitas objek yang berada pada cakupan daerah kerja sensor. Tipe ini dapat mendeteksi semua jenis benda dan memiliki jarak maksimum 2 cm.

Cara pemasangan sensor *proximity* terbagi menjadi 2 yaitu :

1. Flush

Flush merupakan cara pemasangan atau penanaman sensor proximity di dalam bahan metal. Pada tipe pemasangan ini hampir seluruh sensor ditanamkan dalam metal.

2. Non-Flush

Non Flush merupakan cara pemasangan atau penanaman sensor proximity di luar bahan metal dan diberi jarak dengan benda-benda disekitarnya. Sensor proximity dapat dilihat pada gambar 1.

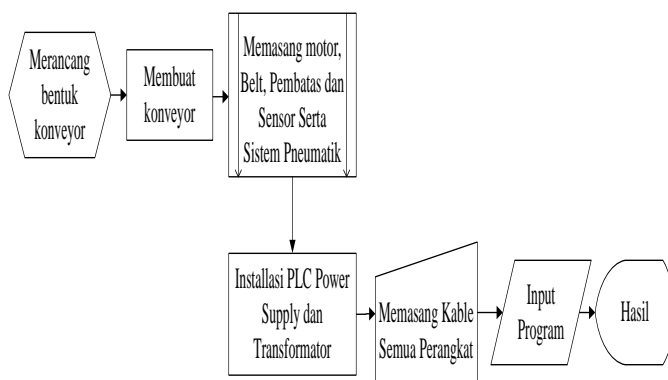


Gambar 1 Sensor Proximity

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Tahapan Perencanaan

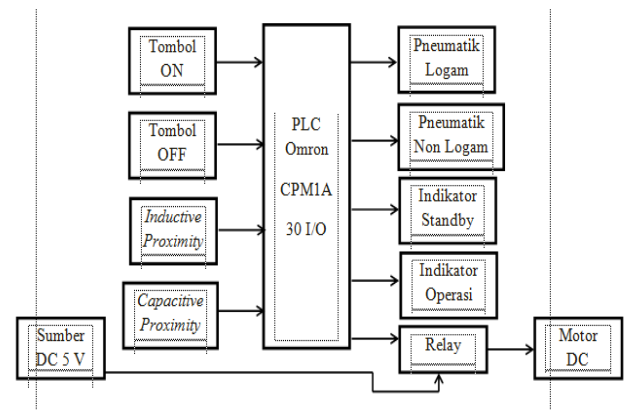
Sebelum memulai membuat proyek akhir ini maka terlebih dahulu dilakukan beberapa tahapan-tahapan seperti perancangan sesuai dengan kebutuhan yang akan dibuat nantinya. Diagram alur kerja dari tahapan perencanaan ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Diagram Alur Perencanaan

B. Diagram Blok Sistem

Gambar 3 merupakan diagram blok sistem untuk perencanaan *prototype* pemisah logam dan non logam. Perangkat yang digunakan terdiri dari PLC CPM1A sebagai kontrol utama, Untuk input digunakan Sensor *Inductive Proximity*, Sensor *Capacitive Proximity* dan Tombol Tekan. Untuk output digunakan perangkat pneumatik yang terdiri dari 2 buah katup 5/2 way yang masing-masing difungsikan untuk pneumatik logam dan pneumatik non logam, dimana katup 5/2 way yang digunakan ini merupakan jenis dengan pengaktif operasi dengan solenoid ganda agar dapat dikendalikan oleh PLC. Selain itu pada output digunakan 2 buah lampu pilot sebagai indikator yang masing-masing difungsikan untuk indikator *standby* dan indikator operasi. Pada output juga digunakan perangkat output relay yang difungsikan sebagai perantara/saklar yang mengaktifkan dan menonaktifkan tegangan 5 VDC untuk sumber motor yang dikendalikan oleh PLC yang bekerja pada tegangan 24 VDC. Prinsip kerja sistem yaitu kontrol program pemisah logam dan non logam yang telah diprogram pada PLC menganalisa sinyal input kemudian mengatur keadaan output sesuai dengan kondisi yang telah ditentukan. Blok diagram sistem dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Blok Sistem

C. Spesifikasi Perancangan

Perancangan *prototype* pemisah benda logam dan non logam berbasis PLC ini memiliki spesifikasi sebagai berikut:

1. *Power supply* yang digunakan adalah *power supply* dengan keluaran 24 VDC dan 5 VDC 10 A
2. PLC yang digunakan sebagai pusat pengolahan dan pengontrol adalah PLC Omron *Sysmac CPM1A 30 I/O*.

3. Sensor *inductive proximity* dan *capacitive proximity* sebagai pendeteksi badan logam dan non logam mempunyai tegangan kerja 24 VDC
4. Katup 5/2 way sebagai kontrol silinder yang digunakan merupakan jenis penggerak operasi dengan solenoid ganda yang mempunyai tegangan kerja 24 VDC
5. Relay yang digunakan sebagai pengontrol tegangan sumber motor adalah relay dengan tegangan kerja 24 VDC.
6. Motor DC yang difungsikan untuk menggerakkan konveyor merupakan motor DC *power window* dengan tegangan kerja 5 s/d 12 VDC dengan RPM tanpa beban 85 dan *rate* torsi motor sebesar 30 Kg.cm (2.9 N.m).

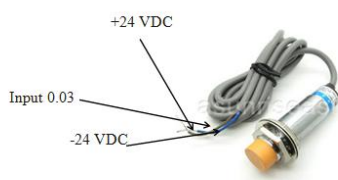
D. Sensor Inductive Proximity dan Sensor Capacitive Proximity

Sensor *Inductive Proximity* yang digunakan tipe selinder 3 kabel dengan kode PR12-4DP yang merupakan sensor dengan output jenis PNP yang mempunyai jarak deteksi benda logam sekitar 4 mm. Sensor *Inductive Proximity* ini mempunyai 3 kabel dimana kabel warna coklat merupakan kabel untuk koneksi sumber positif, kabel warna biru merupakan kabel koneksi sumber negatif sedangkan kabel warna hitam merupakan kabel keluaran dari sensor.



Gambar 4. Koneksi Sensor *Inductive Proximity*

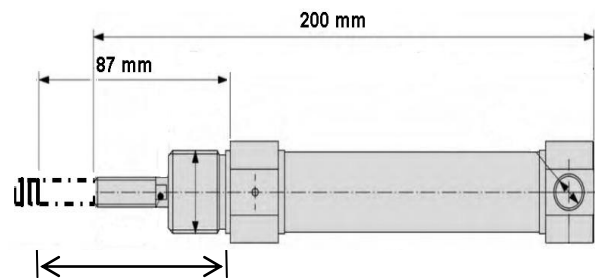
Sensor *Capacitive Proximity* yang digunakan tipe selinder DC 3 kabel dengan kode CR18-8DP yang merupakan sensor dengan output jenis PNP yang mempunyai jarak deteksi benda sekitar 8 mm. Sensor *Capacitive Proximity* ini mempunyai 3 kabel yang sama koneksinya dengan sensor *Inductive Proximity*.



Gambar 5 Koneksi Sensor *Capacitive Proximity*

E. Flow Rate Udara, Waktu dan Gaya Kerja Silinder Pneumatik

Double Acting Silinder / Silinder kerja ganda yang digunakan adalah HES-20-050-100 yang merupakan piston yang digerakkan oleh udara bertekanan pada satu sisi saja sehingga akan menghasilkan kerja satu arah. Untuk gerak balik digunakan tenaga yang didapat dari pegas yang terpasang didalam silinder. Silinder yang digunakan memiliki diameter piston 16 mm dengan panjang silinder 200 mm dan memiliki panjang stroke 87 mm.



Gambar 6 Silinder Pneumatik

Berdasarkan spesifikasi silinder yang digunakan maka dapat ditentukan besar *flow rate* udara. Besar *flow rate* angin merupakan persyaratan utama untuk menjalankan sebuah pneumatik *tools*, sehingga dengan diketahui *flow rate* berdasarkan waktu yang diperlukan maka dapat ditentukan besar kompresor yang diperlukan. Hal ini dikarenakan kemampuan kompresor dalam memproduksi angin dinyatakan dalam liter per menit atau meter kubik per detik. Ukuran kompresor yang berbeda bisa menghasilkan tekanan dalam bar yang sama misalkan 8 bar tetapi dalam memproduksi angin liter per menit pasti akan berbeda tergantung dari *flow rate* (debit). Untuk sistem pemisah benda logam dan non logam ini dapat digunakan kompresor yang memiliki *flow rate* ≥ 2.623 sehingga kebutuhan angin pada sistem pneumatik dapat diberikan secara maksimal, ini dibutuhkan karena pergerakan piston *stroke* dibutuhkan cepat ≤ 0.4 detik agar tidak terjadi tabrakan benda logam maupun non logam setelahnya dengan piston *stroke* yang mendorong benda logam maupun non logam sebelumnya.

F. Perencanaan Perangkat Lunak

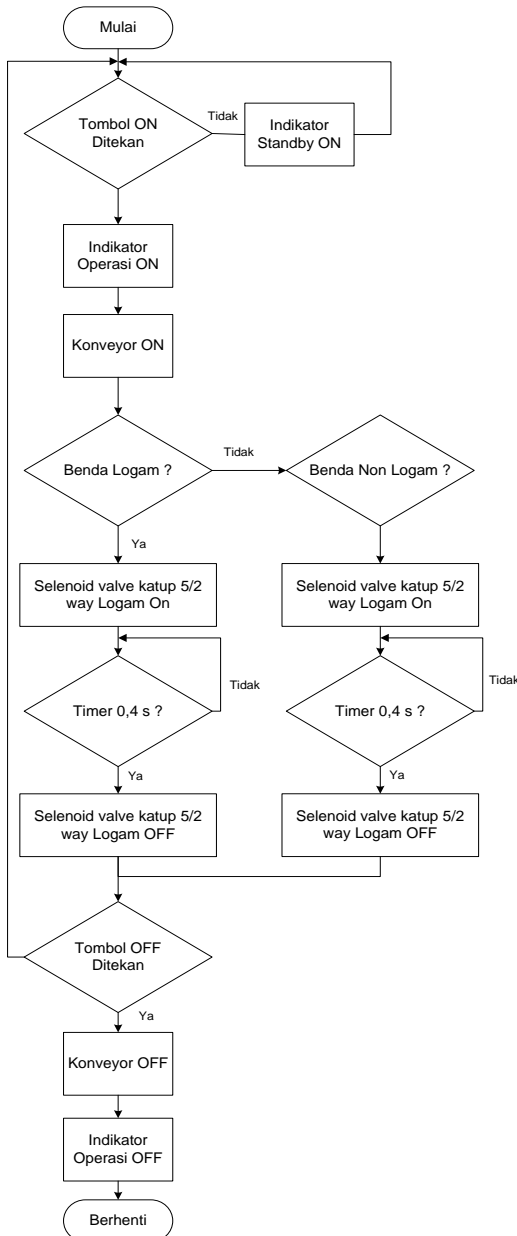
Perencanaan perangkat lunak diperlukan dalam perancangan *prototype* pemisah benda logam dan benda non logam. Perangkat lunak yang dibuat menggunakan bahasa *ladder diagram* adalah program sistem dengan prosedur kerja sebagai berikut: Kondisi setelah sistem dihubung ke sumber tegangan adalah kondisi *standby* yang ditandai dengan lampu indikator *standby*. Jika tombol ON ditekan maka konveyor akan bekerja dan indikator operasi menyala, konveyor ini membawa benda logam maupun non logam kemudian benda-

benda ini akan dideteksi oleh masing-masing sensor. Jika dideteksi oleh sensor *inductive proximity* maka silinder / aktuator pneumatik yang difungsikan untuk mendorong benda logam akan bekerja. Jika dideteksi oleh sensor *capacitive proximity* maka silinder pneumatik yang difungsikan untuk mendorong benda non logam akan bekerja. Sensor-sensor ini akan terus mendeteksi benda logam maupun non logam sampai sistem di OFF kan dengan menekan tombol OFF. Silinder / aktuator pneumatik digerakkan oleh udara bertekanan yang dikontrol oleh katup 5/2 way dengan operasi selenoid *valve* tunggal sehingga dapat dikontrol dengan listrik.. Diagram alir program dapat dilihat pada Gambar 7

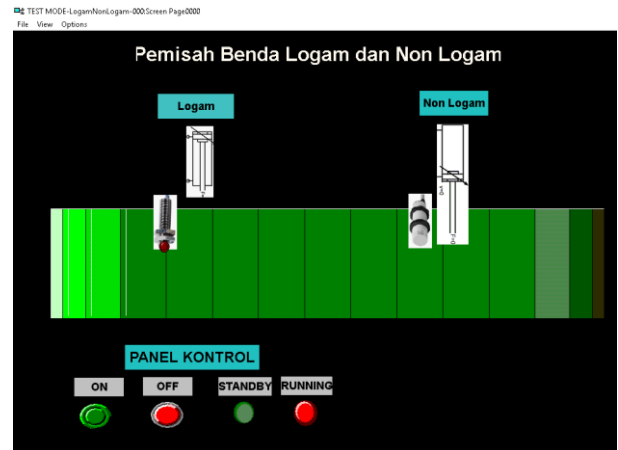
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Perangkat Lunak

Pengujian dilakukan dengan cara simulasi terhadap program yang telah dibuat untuk mengetahui kinerja yang ditunjukkan oleh program apakah program dapat bekerja sesuai dengan perencanaan atau tidak. Pengujian program dilakukan dengan menggunakan simulator yang disediakan pada CX programmer. CX programmer adalah sebuah perangkat lunak yang berfungsi untuk pemograman ladder diagram PLC khusus merek OMRON.



Gambar 6. Flowchart



Gambar 4.2 Hasil Simulasi Menggunakan CX Designer

Dengan menggunakan CX-Programmer dan CX-designer maka program yang telah dibuat untuk pengontrol pemisah benda logam dan benda non logam dapat diuji kinerjanya. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa program yang dibuat telah sesuai dengan yang diharapkan.

B. Pengujian Relay

Relay digunakan sebagai sakelar elektronis yang dapat dikendalikan dari rangkaian pengontrol seperti PLC. Relay merupakan komponen yang tersusun dalam 2 bagian utama, yaitu bagian penghubung PLC dengan relay yang berfungsi sebagai pengatur dan bagian yang terhubung dengan beban sebagai sakelar yang menghubungkan tegangan 5 volt DC ke motor DC. Pengujian relay ini dilakukan untuk memastikan kinerjanya apakah bekerja dengan baik atau tidak sebelum dipasang pada sistem. Berikut rangkaian pengujian relay. Hasil pengujian relay 24 VDC dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Relay 24 Vdc

Tegangan	Kondisi Lampu	Kondisi Relay
24 VDC	Menyala	Bekerja dengan baik
23.5 VDC	Menyala	Bekerja dengan baik
23.4 VDC	Menyala	Bekerja tetapi relay bergetar

C. Pengujian Sensor *Inductive Proximity* dan *Capacitive Proximity*

Pengujian sensor *Inductive Proximity* dan *Capacitive Proximity* ini juga bertujuan untuk memastikan kedua sensor ini bekerja baik sebelum dipasang pada sistem. Hasil pengujian sensor *inductive proximity* dan hasil pengujian sensor *Capacitive proximity* dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2 Hasil Pengujian Sensor *Inductive Proximity*

Jarak Benda	Output Sensor
Tanpa Benda Logam	0 VDC
4 mm	24 VDC
5 mm	0 VDC

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor *Capacitive Proximity*

Jarak Benda	Output Sensor
Tanpa Benda Logam / Non Logam	0 VDC
4 mm	24 VDC
5 mm	24 VDC
6 mm	24 VDC
7 mm	24 VDC
8 mm	24 VDC
9 mm	0 VDC

Dari hasil pengujian sensor *Inductive Proximity* dan *Capacitive Proximity* dapat disimpulkan bahwa sensor bekerja dengan baik sesuai dengan spesifikasi sensor. Jarak maksimum deteksi khusus benda logam untuk sensor *inductive proximity* adalah 4 mm sedangkan jarak maksimum deteksi benda logam maupun non logam untuk sensor *capacitive proximity* adalah 8 mm. Sensor-sensor ini akan mengoutputkan tegangan 24 VDC jika terdeteksi benda sehingga dapat dihubungkan langsung dengan input PLC

D. Pengujian Sistem Keseluruhan

Pengujian sistem keseluruhan ini melihat kinerja *prototype* yang telah diwujudkan yang meliputi : melihat kinerja lampu indikator, kinerja konveyor serta kinerja pneumatik sistem (silinder) dalam melakukan pemisahan benda logam maupun benda non logam sesuai dengan pendeteksian masing-masing sensor.

Dari pengamatan pada lampu indikator dapat dilihat bahwa lampu indikator *standby* akan menyala jika steker sumber dari *prototype* dihubungkan ke sumber PLN sedangkan lampu indikator operasi tetap tidak menyala walaupun steker sumber dari *prototype* dihubungkan ke sumber PLN. Lampu indikator operasi hanya akan menyala pada saat setelah

tombol *push button* ON ditekan yang memberi indikasi bahwa sistem sedang operasi. Ini sesuai dengan perancangan perangkat lunak pada bab 3.

Pengamatan terhadap kinerja konveyor dilakukan dengan melihat perputaran dari *belt* konveyor pada tegangan kerja penggerak konveyor yang diberikan sebesar 5 VDC. Dari hasil pengamatan yang dilakukan didapat bahwa konveyor berjalan sesuai putaran yang diinginkan, putaran konveyor terukur RPM sebesar 38.2 sedikit turun dari besar RPM pada pengujian tanpa beban. Penurunan ini disebabkan oleh beban *belt* konveyor.

Pengamatan kinerja pneumatik sistem (silinder) dalam melakukan pemisahan benda logam maupun benda non logam sesuai dengan pendeteksian masing-masing sensor dilakukan dengan memberi tekanan angin pada sistem pneumatik sebesar 4 dan 6 bar dengan 10 pengulangan untuk tiap-tiap benda pada masing-masing tekanan yang diberikan.

Dari serangkaian pengujian yang dilakukan dari pengujian perangkat lunak sampai pengujian perangkat keras dapat disimpulkan bahwa *prototype* pemisah benda logam dan non logam yang dirancang dapat bekerja dengan baik dengan memberikan debit angin 2.623 Liter/Menit dan tekanan angin 6 bar.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan dari perancangan dan pengujian yang telah selesai dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Penggunaan PLC pada perancangan sistem bertujuan sebagai kontrol utama yang melakukan *sensing* benda logam dan benda non logam, jika benda yang disensor adalah logam maka sistem pneumatik akan mendorong benda tersebut kedalam kotak penampungan benda logam begitu juga jika benda yang disensor adalah non logam maka pneumatik sistem akan mendorong benda tersebut kedalam kotak penampungan benda non logam.
2. Pemrograman PLC sangat mudah karena pada PLC cukup dengan membuat Ladder Diagram yang cenderung mudah dipahami dan dianalisa tanpa harus membuat *coding* yang kompleks.
3. Jarak maksimum deteksi khusus benda logam untuk sensor *inductive proximity* adalah 4 mm sedangkan jarak maksimum deteksi benda logam maupun non logam untuk sensor *capacitive proximity* adalah 8 mm. Sensor-sensor ini akan mengoutputkan tegangan 24 VDC jika terdeteksi benda sehingga dapat dihubungkan langsung dengan input PLC.
4. Dari hasil pengujian didapat bahwa kontrol pemisah benda logam dan non logam yang dibuat dapat bekerja 100 % sesuai dengan perancangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yang Wenjuan, Zhang Xuhui, dan Ma Hongwei. 2016. *An Inspection Robot using Infrared Thermography for Belt Conveyor*. 13th International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence (URAI), IEEE.
- [2] Suhartono, et al, 2012, *Memasang Instalasi PLC, Kementerian Tenaga Kerja dan Transmigrasi RI*, Jakarta.
- [3] Said H. 2012. *Aplikasi PLC dan Sistem Pneumatik pada Manufaktur Industri*. Yogyakarta : CV Andi Offset.
- [4] Anonymous 6, 2015, Sensor, (<http://www.geyosoft.com>) diakses 2 Mei 2017).
- [5] Antoni Akhmad. *Perancangan Simulasi Sistem Pergerakan Dengan Pengontrolan Pneumatik Untuk Mesin Pengamplas Kayu Otomatis*. Jurnal Rekayasa Sriwijaya No. 3, Vol . 18 (2009).
- [5] Anhar khalid dan H. Raihan. *Rancang Bangun Simulasi Sistem Pneumatik Untuk Pindah Barang*. Jurnal INTEKNA, No. 1 Vol. 16 (2016).
- [6] Johannes Schrimpf. 2016. *Automated Sewing Using Conveyor Belts*. [Emerging Technologies and Factory Automation \(ETFA\), 21st International Conference on](#). IEEE.
- [7] Riccy Kurniawan. *Rekayasa Rancang Bangun Pemindahan Material Otomatis Dengan Sistem Elektro-Pneumatik*. Jurnal Ilmiah teknik mesin CAKRAM No. 1 Vol. 2 (2008).