

SISTEM PENDETEKSI LOGAM DAN BENDA PADAT MENGGUNAKAN ARDUINO UNO, INDUCTIVE PROXIMITY SENSOR DAN HMI NEXTION

Siti Rokhmanila¹, Rini Astuti²

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang

^{1,2}Jalan Raya Puspipetek No. 46 Buaran, Setu, Tangerang Selatan, Banten, 15310, Indonesia

¹dosen00574@unpam.ac.id

²dosen02582@unpam.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 21-07-2023
revisi : 31-07-2023
diterima : 02-08-2023
dipublish : 30-12-2023

ABSTRAK

Dalam industri produksi dan pengemasan Oli, Cairan Rem, dan Radiator Coolant, terdapat beberapa kemasan botol yang bocor melalui tutup botol. Kemasan botol yang bocor diakibatkan karena tidak ada logam aluminium foil pada tutup botol sehingga perlindungan tidak sempurna. Untuk mengatasi masalah tersebut maka dibuatlah alat untuk mendeteksi logam aluminium foil yang terdapat pada tutup botol, apabila tidak ada logam pada tutup botol, maka alat akan otomatis memisahkan dengan keluar line. Metode yang dipakai dalam penelitian kali ini yaitu dengan referensi jurnal lalu melakukan perencanaan dan perancangan *software* (Arduino, Nextion Editor) dan *hardware* (*Inductive Proximity Sensor, Photoelectric Sensor, Arduino Uno, Stepper Motor, Servo Motor, Driver Motor Stepper*) yang divalidasi kemudian melihat kesimpulan. Dengan adanya alat pemisah ini maka kemasan botol yang bocor akan berkurang, karena Inductive Proximity Sensor mendeteksi adanya logam yang terdapat pada tutup botol.

Kata kunci: Alat pemisah; aluminium foil; software; hardware; inductive proximity sensor

ABSTRACT

In the production and heating industry of oil, brake fluid and radiator coolant, that there are bottles that leak through the bottle caps. Leaking is caused because there is no metal aluminum foil on the bottle cap so that the protection is not perfect. To solve this problem, a tool was made to detect aluminum foil metal in the bottle cap, if there is no metal on the bottle cap, the tool will automatically separate out the line. The method used in this research is by referring to journals, planning and designing software (Arduino, Nextion Editor) and hardware (Inductive Proximity Sensor, Photoelectric Sensor, Arduino Uno, Stepper Motor, Servo Motor, Stepper Motor Driver) which is validated then sees the conclusion. With this separator, the leaky bottle packaging will be reduced, because the Inductive Proximity Sensor detects the presence of metal on the bottle cap.

Keywords: Separator; aluminium foil; software; hardware; inductive proximity sensor

PENDAHULUAN

Berdasarkan pengamatan lapangan, terdapat adanya masalah yang timbul akibat hasil produksi yang kurang bagus, dapat lolos ke tangan konsumen. Hasil produksi berupa minyak rem, oli, dan *radiator coolant* tersebut, banyak mengalami kebocoran pada mulut botol. Hal ini sangat merugikan pihak produsen dan konsumen, produsen mendapatkan banyak komplain dari konsumen karena produk yang dipasarkan kurang bermutu (Turhamum, 2017; Sihombing, 2018)

Untuk mengurangi hal tersebut, dibuat alat pembantu untuk proses produksi yaitu pemisah produk. Alat pendeteksi ini dibuat untuk memisahkan produk yang bocor karena tidak ada logam *Aluminium Foil* (sebagai pelindung utama dari kebocoran produk). Berdasarkan permasalahan di atas, untuk rumusan masalah sebagai berikut :

- Bagaimana desain pemisah produk dengan *Inductive Proximity Sensor* dan Arduino Uno?
- Bagaimana alat menentukan benda logam dan non logam benda padat berdasarkan analisa tegangan?

- Bagaimana cara kerja mekanik pemisah produk pada *conveyor*?

Dengan Batasan Masalah Merancang sistem pada alat hanya untuk menyeleksi logam pada tutup botol. Perancangan *software* menggunakan aplikasi Arduino dan percobaan menggunakan kayu dan benda lain hanya untuk membuktikan sensoritas.

TEORI

Proximity Sensor merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi suatu objek benda berdasarkan jarak benda tersebut terhadap sensor.

- Inductive Proximity Sensor* adalah sensor jarak yang digunakan mendeteksi keberadaan logam baik logam jenis *Ferrous* maupun logam jenis *non-ferrous*. Sensor ini dapat digunakan untuk mendeteksi keberadaan (ada atau tidak adanya objek logam), dan menghitung objek logam.
- Proximity Optic Sensor* mendeteksi keberadaan suatu objek dengan cahaya biasanya atau pantulan cahaya (refleksi) yaitu *infrared*. Bila terdapat benda dengan jarak yang cukup dekat dengan

sensor, maka cahaya yang terdapat pada sensor akan memantul kembali pada penerima (receptor) sehingga penerima akan menangkap sinyal tersebut sebagai tanda bahwa ada objek yang melewati sensor.

Dioda adalah komponen elektronik yang terbuat dari bahan Silikon dan Germanium. Dioda berfungsi menghantarkan tegangan atau arus satu arah saja dan memblokir arus yang datang dari arah sebaliknya. (Gilang Mardian, 2018)

Power Supply atau catu daya adalah sebuah rangkaian elektronika yang dapat mengubah tegangan AC menjadi DC. Rangkaian ini adalah alternatif pengganti dari sumber tegangan DC, misalnya batu baterai dan *accumulator*. Keuntungan dari catu daya dibanding dengan batu baterai atau *accumulator* adalah sangat praktis, berhubungan dengan ketersediaan tegangan karena catu daya dapat di ambil dari sumber tegangan AC dan mempunyai *life time* yang panjang.

Arduino adalah sebuah *platform* elektronik terbuka (open source), berbasis pada *hardware* dan *software* yang fleksibel dan mudah digunakan. Nama Arduino tidak hanya dipakai untuk menamai *board* rangkaiannya saja, tetapi juga untuk menamai bahasa dan *software* pemrogramannya, serta lingkungan pemrograman atau IDE (Integrated Development Environment). (Almanda & Yusuf, 2017)

Rangkaian pengendali motor *stepper* ini berfungsi sebagai *interface* antara komputer dengan motor *stepper*. Rangkaian pengendali motor *stepper* dengan komputer ini dibangun menggunakan *driver* motor *stepper* IC TB6600HG sebagai pembangkit pulsa kendali motor *stepper*.

Motor *Stepper* adalah perangkat elektromekanis yang bekerja dengan mengubah pulsa elektronis menjadi gerakan mekanis diskrit (motor *stepper* berputar secara bertahap, tidak kontinu seperti berputarnya motor AC induksi). Motor *stepper* bergerak berdasarkan urutan pulsa yang diberikan kepada motor. Dan untuk menggerakkan motor *stepper* diperlukan pengendali motor *stepper* yang membangkitkan pulsa-pulsa periodik. (Samsul, 2019)

Motor *Servo* merupakan motor listrik dengan menggunakan sistem *closed loop*. Sistem tersebut digunakan untuk mengendalikan akselerasi dan kecepatan pada sebuah motor listrik dengan keakuratan yang tinggi. Selain itu, motor *servo* biasa digunakan untuk mengubah energi listrik menjadi mekanik melalui interaksi dari kedua medan magnet permanen.

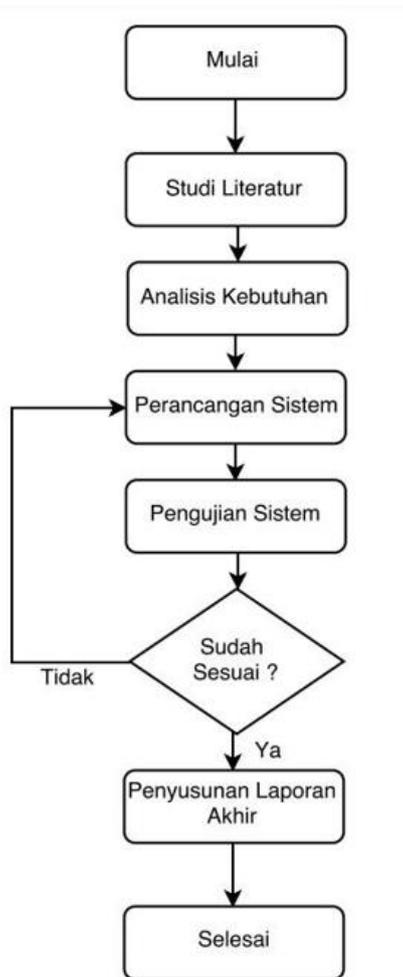
Potensiometer adalah salah satu jenis resistor yang mengatur sebuah tahanan atau hambatan secara linier atau komponen resistif tiga kawat yang bertindak sebagai pembagi tegangan yang menghasilkan sinyal *output* tegangan variabel kontinu yang sebanding dengan posisi fisik *wiper* di sepanjang trek. Secara struktur, potensiometer terdiri dari 3 kaki terminal dengan sebuah tuas yang berfungsi sebagai pengaturnya.

Konveyor (*conveyor*) adalah suatu alat yang berfungsi untuk mengangkut atau memindahkan material. Mulai dari material curah hingga material satuan

Human Machine Interface (HMI) adalah suatu sistem yang menghubungkan antara manusia dan teknologi mesin. Pada umumnya HMI berupa komputer dengan *display* di Monitor CRT/LCD yang melihat

kebutuhan pengguna terhadap informasi sistem yang sedang berlangsung.

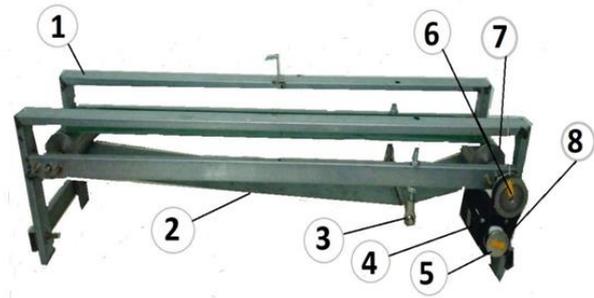
METODOLOGI



Gambar 1. Flowchart alur penelitian

Gambar 1 merupakan rangkuman dari kegiatan yang dilakukan dalam menyusun pendeteksi logam. Secara rinci kegiatan yang dilakukan dijelaskan sebagai berikut.

A. Merancang Mekanik Alat Pemindahan Barang

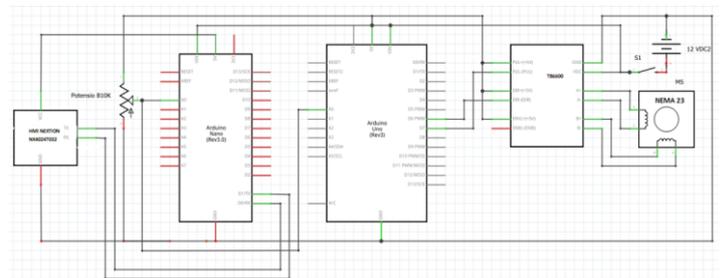


Gambar 2. Rancangan konveyor.

Gambar 2 merupakan rancangan konveyor yang dibuat dengan keterangan sebagai berikut:

1. Kerangka Konveyor
2. *Belt*
3. *Centering Device*
4. *Motor*
5. *Primay Pulley*
6. *Secondary Pulley*
7. *Drive Pulley*
8. *Timing Belt*

B. Merancang *Hardware* dan *Electronic Software* untuk Pemindahan.



Gambar 3. Rangkaian penggerak *conveyor*.

Rancangan perangkat keras sistem elektronik dan perangkat lunak untuk pemindahan diberikan pada Gambar 3 dengan rincian sebagai berikut:

1. Motor NEMA23 sebagai penggerak utama konveyor memiliki 2 *phasa* masing-masing *phasa* dihubungkan ke pin A-, A+ (*phasa* 1) dan pin B- , B+ (*phasa* 2) pada *Driver Motor Stepper*. Mengontrol *stepping* motor dua *phasa*, *driver motor* TB6600 atau DM860A sangat kompatibel dengan Arduino dan *mikrokontroler* lain yang dapat mengeluarkan sinyal pulsa digital 5V. *Driver motor stepper* arduino TB6600 memiliki berbagai input daya, catu daya 9 ~ 42VDC dan mampu menghasilkan arus puncak 4A. Agar Arduino dapat mengendalikan *Driver Motor* maka tidak lupa pin GND pada Arduino kita masukkan 0 Volt dari catu daya 12 VDC (Fransiska dkk, 2013).
2. Mengatur *Subdivion Microstep* pada saklar SW1, SW2, SW3 dengan konfigurasi seperti yang tertulis pada *cassing* modul motor *driver*-nya, dengan posisi *switch* SW1(ON), SW2(ON), SW3(OFF), maka pengaturan *microstep* diatur pada angka 200 (standard) sehingga untuk menghasilkan putaran 360 derajat nantinya kita harus memberikan sinyal digital sebanyak 200 kali (1 kali putaran / 360 derajat pada motor stepper). *Peak current* adalah arus maksimal yang akan diberikan ke *motor stepper*, untuk mengatur arus motor *stepper* caranya sama seperti saat mengatur *microstep*, yaitu dengan mengatur posisi *switch* (SW4,SW5 dan SW6) dengan pedoman tabel pada *box casing* modul motor *driver*. Penyesuain didapat *switch* SW4(OFF), SW5(ON), dan SW6(OFF), maka arus yang mengalir ke *motor stepper* kita batasi pada angka 3.2 Ampere (maksimal) (Oladapo dkk,2016).

3. *Coding* Arduino untuk *Stepper Motor* (Kadir, 2017)

```
//Defins pin
int driverPUL=7; //PUL-pin
int driverDIR=6; //DIR-pin
int spd = A0; // Potensiometer
// Variables
int pd=500; //Pulse Delay Period
Boolean setdir = HIGH; //Set Direction

//Interupt Handler
Void formotor (){
Setdir = !setdir; }
Void setup() {
pinMode (driverPUL, OUTPUT);
pinMode (driverDIR, OUTPUT);}
voidloop(){
pd =
map ((analogRead(spd)),0,1023,2000,50);
digitalWrite(driverDIR, setdir)
digitalWrite(driverPUL,HIGH)
delayMicroseconds(pd);
digitalWrite (driverPUL,LOW);
delayMicroseconds(pd);}
```

4. *Coding* Arduino untuk HMI (Kadir, 2013)

```
//defin pins
In potPin=A0;
Void Setup() {
Serial.begin(9600); //Default baud rate of
the Nextion TFT is 9600 }
Voidloop(){
```

```

Intvalue=analogRead(potPin);

Serial.print("n0.val=");

Serial.print(value);

Serial.write(0xff);

Serial.write(0xff);

Serial.write(0xff);

Serial.print("click n0,1");

Serial.write(0xff);

Serial.write(0xff);

Serial.write(0xff);

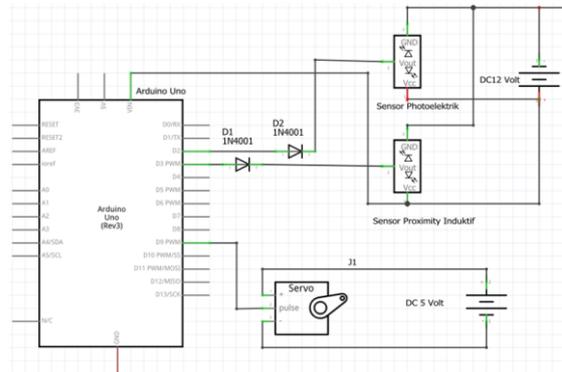
Delay (200);
    
```

C. Merancang Mekanik Pemisah

Pada tahap akhir sistem alat ini adalah proses pemisahan atau mencacah objek. Jika proses penyensoran benda telah menganalisa logam maka proses pemisahan dapat dilakukan secara otomatis. Benda yang dinyatakan tidak lolos akan ditendang oleh palang motor servo MG996R dan akan terjatuh (Samsul, 2019). Ilustrasi mekanik pemisah ini diberikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Motor servo MG996R sebagai mekanik pemisah



Gambar 5. Rangkaian sensor, motor servo, dan arduino dengan menggunakan software flitzing

Pada Gambar 5 pada pin 2 dan 3 terisi *output* dari sensor, cara kerja kedua sensor tersebut yaitu apabila *Photoelectric Sensor* (ON) memberi *output* dan *Inductive Proximity Sensor* (ON) memberi *output* maka *motor servo* tidak akan berputar $\pm 90^\circ$, dan apabila *Photoelectric Sensor* (ON) memberi *output* dan *Inductive Proximity Sensor* (OFF) tidak memberi *output* maka *motor servo* akan berputar $\pm 90^\circ$ dan menendang benda pada Konveyor (George dkk, 2010).

Batas pulsa diatur 9600 yang disalurkan ke motor servo melalui pin 9 PWM Arduino. Pada 70° adalah posisi awal motor servo dan posisi *action* pada 180° . Ketika beraksi memisah benda akan ada proses selama 15 detik untuk mencapai 180° dan untuk kembali ke posisi semula akan ada proses 15 detik untuk kembali ke 70° .

D. Konsep Teknik Deteksi Produk

Untuk mendeteksi ada atau tidak adanya produk di penampung konveyor, maka digunakan kombinasi antara sensor *photoelektrik* dan induktif. Sensor *Photoelektrik* akan mendeteksi keberadaan objek di depan sensor dan untuk membedakan objek tersebut terdapat *aluminum foil* pada tutup produk maka akan

terdeteksi oleh sensor induktif (Guo, dkk, 2019).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Cara Kerja Sistem

Adapun cara kerja / teknik dalam pengujian dari sistem ini adalah sebagai berikut :

- a. Koneksikan sumber listrik dengan tegangan 220-230 VAC.
- b. Naikkan *toggle switch* pada *electric box*. Untuk menyalakan semua komponen elektronik.
- c. Atur potensiometer pada *electric box* untuk menyesuaikan kecepatan motor konveyor. Potensiometer B10K terhubung paralel dengan 2 Arduino, sebagai program tampilan pada HMI *Nextion* (kecepatan motor bisa dilihat pada layar HMI) dan sebagai pengatur kecepatan motor konveyor melalui *Driver Motor Stepper TB660*.
- d. Setelah pengaturan kecepatan konveyor, selanjutnya naikan benda-benda padat pada *belt* konveyor. Contoh : botol plastik dengan tutup *alufoil*, botol plastik tanpa tutup *alufoil*, kayu dan Teflon.
- e. Perhatikan pergerakan motor *servo* sebagai *rejector* dan sensoriknya (Sensor *Photoelektrik* dan Sensor *Induktif Proximity*). Sensor akan mengirimkan sinyal *trigger* berupa tegangan 12 VDC ke *mikrokontroler* Arduino Uno, selanjutnya akan diproses untuk *output* terhadap motor *servo*. Pengujian yang didapat sesuai dengan tujuan awal yaitu motor *servo* dapat menendang atau berputar 90° ketika botol tanpa tutup *alufoil* melewati sensor. Karena *Inductive Proximity Sensor* tidak mendeteksi adanya logam *alufoil* pada

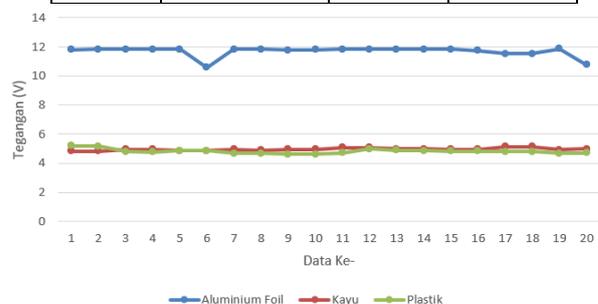
tutup botol dan *Photoelectric Sensor* berhasil mendeteksi keberadaan benda.

2. Pengujian Sensorik *Inductive Proximity Sensor*

Dari hasil yang diberikan dalam Tabel 1 dan Gambar 6 dapat disimpulkan bahwa Objek berbahan konduktor terbaca oleh *inductive proximity* sensor dengan tegangan >10 vdc, dan objek berbahan isolator tidak terbaca, < 5 vdc.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Tegangan *Inductive Proximity Sensor*

No.	Aluminium Foil	Kayu	Plastik
1	11,81	4,82	5,19
2	11,83	4,82	5,17
3	11,84	4,97	4,8
4	11,84	4,96	4,78
5	11,84	4,86	4,86
6	10,59	4,86	4,86
7	11,84	4,96	4,69
8	11,84	4,96	4,69
9	11,78	4,95	4,61
10	11,8	4,95	4,61
11	11,83	5,09	4,72
12	11,84	5,09	4,99
13	11,84	5	4,89
14	11,84	5	4,87
15	11,84	4,95	4,84
16	11,74	4,96	4,84
17	11,54	5,15	4,79
18	11,54	5,14	4,79
19	11,85	4,92	4,69
20	10,75	4,99	4,72



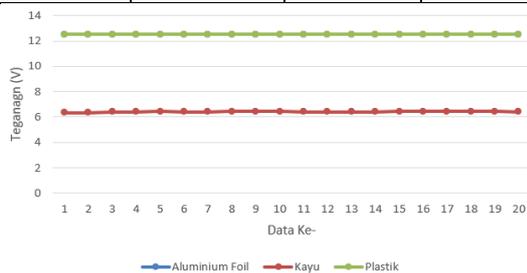
Gambar 6. Pengukuran tegangan *inductive proximity* sensor terhadap benda

3. Pengujian Photoelectric Sensor

Dari hasil yang diberikan dalam Tabel 2 dan Gambar 7 dapat disimpulkan bahwa Sensor *photoelektrik* membaca setiap benda baik isolator maupun konduktor, dengan memiliki warna yang mencolok dan jarak objek tidak terlalu jauh dari sensor.

Tabel 2. Pengukuran Tegangan Sensor *Photoelektrik*

No.	Aluminium Foil	Kayu	Plastik
1	12,52	6,35	12,53
2	12,52	6,35	12,52
3	12,52	6,4	12,52
4	12,52	6,4	12,52
5	12,52	6,43	12,52
6	12,52	6,42	12,52
7	12,52	6,42	12,52
8	12,52	6,43	12,53
9	12,52	6,44	12,52
10	12,52	6,44	12,52
11	12,52	6,41	12,52
12	12,52	6,41	12,52
13	12,52	6,42	12,52
14	12,52	6,42	12,52
15	12,52	6,43	12,52
16	12,52	6,43	12,52
17	12,52	6,43	12,52
18	12,52	6,44	12,52
19	12,52	6,43	12,52
20	12,52	6,42	12,52



Gambar 7. Pengukuran tegangan sensor *photoelektrik*

4. Pengujian Motor Servo

Pengujian motor *rejector* berdasarkan perintah dari sensor *induktif kapasitif* dan sensor *photoelektrik* yang memberikan

sinyal ke Arduino. Perintah diambil dari data apakah sensor tertutup botol atau tidak.

Tabel 3. Pengaruh Sensor Terhadap Rotasi *Aktuator*

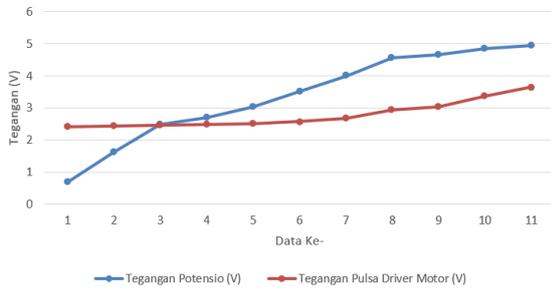
No.	Inductive Proximity Sensor	Photoelectric Sensor	Motor Servo	Rotasi Motor Servo
1	ON	ON	OFF	5°
2	ON	OFF	OFF	5°
3	OFF	ON	ON	90°

Dari hasil yang diberikan dalam Tabel 3 dapat disimpulkan bahwa *Aktuator* pemisah bekerja dengan baik, Ketika terdapat logam Aluminium foil pada tutup botol yang dibaca oleh *Inductive Proximity Sensor* maka *aktuator* tidak akan menendang benda. Dan apabila botol tanpa tutup atau tanpa Aluminium Foil maka *aktuator* pemisah akan bekerja dengan cara menendang benda non logam tersebut.

5. Pengujian Motor *Stepper* NEMA 23 Motor *Stepper* NEMA 23 digunakan untuk menggerakkan *belt* konveyor, motor ini dikendalikan oleh Potensiometer.

Tabel 4. Tegangan Pulsa dan Arus pada *Driver* Motor *Stepper* berdasarkan *Output* Potensiometer

No	Tegangan Potensio (VDC)	Tegangan Pulsa Driver Motor (VDC)	Arus Driver Motor (A)
1	0,684	2,41	0,08
2	1,617	2,43	0,08
3	2,495	2,47	0,1
4	2,701	2,49	0,1
5	3,041	2,51	0,11
6	3,504	2,57	0,1
7	4	2,68	0,09
8	4,56	2,94	0,1
9	4,66	3,03	0,1
10	4,86	3,38	0,14
11	4,95	3,65	0,13



Gambar 8. Nilai tegangan pada *driver* motor *stepper* berdasarkan keluaran potensiometer



Gambar 9. Nilai arus *driver* Motor pada *driver* motor *stepper* berdasarkan tegangan potensiometer

Dari hasil yang diberikan dalam Tabel 4 dan Gambar 8 dapat disimpulkan bahwa semakin besar tegangan keluaran dari Potensio maka semakin besar pula tegangan pulsa *driver* motor. Dari hasil yang diberikan dalam Tabel 4 dan Gambar 9 dapat disimpulkan bahwa semakin besar tegangan keluaran dari Potensiometer maka nilai arus *driver* motor terlihat stabil pada kisaran angka 0.08 A – 0.14 A.

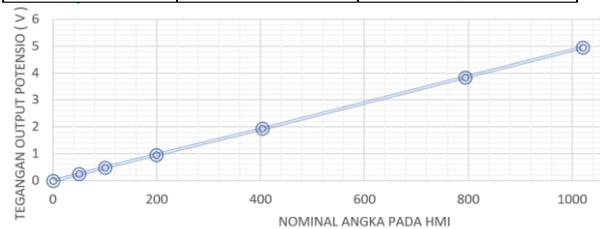
6. Pengujian *Human Machine Interface*
 Pengujian HMI dengan melihat besaran *output* tegangan Potensiometer dengan besaran angka nominal angka pada HMI *Nextion*.

Dari hasil yang diberikan dalam Tabel 5 dan Gambar 10 dapat disimpulkan bahwa semakin besar tegangan output potensiometer, maka semakin besar pula angka pada HMI dan kecepatan motor bertambah. Untuk monitor kecepatan

konveyor pada HMI terdapat angka 0 – 1023.

Tabel 5. Perbandingan Angka pada HMI dan Tegangan keluaran Potensiometer

No.	Nominal Angka pada HMI Nextion (X)	Tegangan Output Potensiometer (Y)
1	0	0
2	50	0,24
3	100	0,49
4	199	0,96
5	403	1,93
6	794	3,85
7	1020	4,95



Gambar 10. Grafik perbandingan nominal HMI dengan nilai tegangan Output potensiometer

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan terdapat beberapa kesimpulan, Pertama desain pemisah produk tidak hanya mengandalkan *Inductive Proximity Sensor* sebagai pendeteksi logam dan Arduino sebagai kontroler, tetapi harus dengan bantuan *Photoelectric Sensor*. *Photoelectric Sensor* berfungsi untuk membantu membaca benda (contoh : plastik, kayu, dan teflon) yang tidak bisa dibaca oleh *Inductive Proximity Sensor* yang hanya bisa membaca benda logam saja. Berikutnya, berdasarkan Analisa tegangan, alat menentukan benda logam dan non logam menggunakan 2 sensor (*Inductive Proximity Sensor* dan *Photoelectric Sensor*) yang mempunyai kegunaan yang berbeda tetapi harus dikombinasikan. *Inductive Proximity Sensor* membaca benda logam dengan nilai

tegangan keluar antara 11–13 VDC, dan *Photoelectric Sensor* membaca segala benda yang menghalanginya dengan nilai keluaran tegangan yakni 11-12 VDC. Kemudian, cara kerja mekanik pemisah produk pada konveyor yaitu ketika terdapat logam Aluminium foil pada tutup botol yang dibaca oleh *Inductive Proximity Sensor* maka aktuator tidak akan menendang benda. Dan apabila botol tanpa tutup atau tanpa Aluminium foil maka aktuator pemisah akan bekerja dengan cara menendang benda non logam tersebut. Terakhir, HMI pada project ini berfungsi sebagai monitoring kecepatan konveyor, yakni nilai tegangan output potensiometer untuk pengaturan kecepatan konveyor berbanding lurus dengan nilai dan slide bar pada HMI.

DAFTAR PUSTAKA

- Almanda, D., & Yusuf, H. (2017). Perancangan Prototype Proteksi Arus Beban Lebih Pada Beban DC Menggunakan Mikrokontroler. *eLEKTUM*, 14(2), 25-34.
- Fransiska, R. W., Septia, E. M. P., Vessabhu, W. K., Frans, W., & Abednego, W. (2013). Electrical power measurement using arduino uno microcontroller and labview. In *2013 3rd international conference on instrumentation, communications, information technology and biomedical engineering (ICICI-BME)* (pp. 226-229). IEEE.
- George, B., Zangl, H., Bretterkieber, T., & Brasseur, G. (2010). A combined inductive–capacitive proximity sensor for seat occupancy detection. *IEEE transactions on instrumentation and measurement*, 59(5), 1463-1470.
- Guo, Y.-X., Lai, C., Shao, Z.-B., Xu, K.-L., & Li, T. (2019). Differential Structure of Inductive Proximity Sensor. *Sensors*, 19(9), 2210. <https://doi.org/10.3390/s19092210>
- Kadir, A. (2017). *Pemrograman Arduino & Android Menggunakan App Inventor*. Elex Media Komputindo.
- Kadir, A. (2013). *From Zero to a Pro Pemrograman Android*. Yogyakarta: Andi.
- Oladapo, B.I., Balogun, V.A., Adeoye, A.O.M., Ijagbemi, C.O., Oluwole, A.S., Daniyan, I.A., Aghor, A.E. & Simeon, A.P. (2016). Model design and simulation of automatic sorting machine using proximity sensor. *Engineering science and technology, an international journal*, 19(3), pp.1452-1456.
- Samsul, E. (2019, April 7). *Motor Stepper : Prinsip Kerja dan Pengendalian pada Otomasi Industri*. Jago Otomasi. <https://jagootomasi.com/motor-stepper-prinsip-kerja-dan-pengendalian-pada-otomasi-industri/>
- Sihombing, P., Karina, N. A., Tarigan, J. T., & Syarif, M. I. (2018). Automated hydroponics nutrition plants systems using arduino uno microcontroller based on android. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 978, p. 012014). IOP Publishing.
- Turhamum, T., Azhar, A., & Finawan, A. (2017). Rancang Bangun Pemisah Benda Logam dan Non Logam Menggunakan Elektro Pneumatic. *Jurnal Tektro*, 1(1), 42-48.