

Rancang Bangun Prototipe *Labelling* Botol Menggunakan *Proximity Sensor* Sistem Pneumatik

Saepudin¹, M Zainal Abidin², Rio Restu Rahayu³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Sukabumi

Jl. Babakan Sirna No.25, Benteng, Kec. Warudoyong, Kota Sukabumi, Jawa Barat 43132

¹ahmadnanda74@gmail.com, ²mzenal.abidin10@gmail.com, ³rriorestu@gmail.com

Abstrak

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya dibidang pneumatik telah membawa dampak positif dalam kehidupan manusia dan dunia industri. Untuk dapat mengikuti perkembangan tersebut diperlukan upaya untuk meningkatkan pembelajaran yang bisa memudahkan pemahaman dibidang pneumatik dengan otomasi. Rancang bangun prototipe *labelling* botol menggunakan *proximity sensor* sistem pneumatik ini bertujuan untuk mendapatkan pembelajaran mesin yang menggunakan sistem pneumatik dengan otomasi, dengan begitu mahasiswa atau masyarakat umum bisa mengetahui cara kerja mesin yang ada di industri dalam bentuk prototipe. Rancang bangun prototipe *labelling* botol menggunakan *proximity sensor* sistem pneumatik ini berbantuan miniatur mesin konveyor dengan torsi yang dibutuhkan 15,4 Kg.cm, daya 0,005 Hp dan menggunakan motor dengan kecepatan putar 20 rpm. Maka dipilihlah spesifikasi motor gearbox DC dengan daya 0,25 Hp 24V, kecepatan putar 22 rpm, diameter poros Ø10 mm dengan bahan aluminium, diameter bantalan yang digunakan dalam poros Ø10 mm, kopling yang dipakai yaitu jenis kopling *flens flexible coupling* dan pemanfaatan teknologi PLC untuk pengontrol otomasi menggunakan PLC Omron model CP1E – E20DR – A.

Kata kunci: Labelling, Proximity sensor, Pneumatik

Abstract

The development of science and technology, especially in the field of pneumatics, has had a positive impact on human life and the industrial world. To keep up with these developments, efforts are needed to improve learning that can facilitate understanding in the field of pneumatics with automation. The design of a bottle labeling prototype using a proximity sensor pneumatic system aims to obtain machine learning that uses a pneumatic system with automation, so that students or the general public can find out how existing machines in industry work in prototype form. The design of a bottle labeling prototype using a pneumatic proximity sensor system was assisted by a miniature conveyor machine with the required torque of 15.4 Kg.cm, power of 0.005 HP and using a motor with a rotational speed of 20 rpm. So the specifications for a DC gearbox motor were chosen with a power of 0.25 HP 24V, a rotational speed of 22 rpm, a shaft diameter of Ø10 mm with aluminum material, a bearing diameter used in the shaft of Ø10 mm, the clutch used was a flexible flange clutch type and the use of PLC technology for the automation controller uses an Omron PLC CP1E – E20DR – A.

Keywords: Labeling, Proximity sensor, Pneumatics

I. PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya di bidang pneumatik telah membawa dampak positif dalam kehidupan manusia dan dunia industri. Hal ini dapat dibuktikan dengan dihasilkannya beberapa peralatan industri yang berbasis pneumatik dengan otomasi baik dalam skala besar maupun kecil. Sistem pneumatik dengan otomasi sangat banyak dipergunakan saat ini karena

dapat memudahkan dan menghemat waktu pekerjaan.

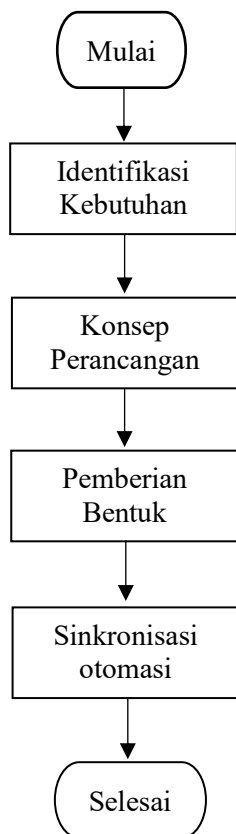
Karena pentingnya pemahaman tentang sistem pneumatik dengan otomasi ini, diperlukan upaya untuk meningkatkan pembelajaran mengenai pneumatik sehingga dapat ditingkatkan minimal agar mengetahui bagaimana sistematis dan cara kerja sistem pneumatik dengan otomasi yang ada di industri. Salah satu media pembelajaran-nya dapat berupa alat prototipe.

Hal ini mendorong penulis untuk merancang dan membuat suatu alat prototipe yang dapat menggunakan sistem pneumatik dengan otomasi. Alat prototipe ini merupakan sebuah mesin *labelling* botol yang memanfaatkan *proximity sensor* untuk mendeteksi botol yang akan diintegrasikan bersama sistem pneumatik dengan otomasi menggunakan elektro pneumatik. Maka dibuatlah mesin prototipe *labelling* botol menggunakan *proximity sensor* sistem pneumatik sebagai media pembelajaran di bidang pneumatik dengan otomasi.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Sistematika Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan metode konstruktif, berkaitan erat dengan pneumatik dan elektro pneumatik. Pemanfaatan elektro pneumatik berperan penting dalam operasi otomasi. Tahapan-tahapan yang dilakukan adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Diagram alir penelitian

B. Identifikasi Kebutuhan

Identifikasi kebutuhan berdasarkan mesin prototipe *labelling* botol menggunakan *proximity sensor* sistem pneumatik ini adalah :

1. Dapat memahami dan mengetahui tentang sistem pneumatik.

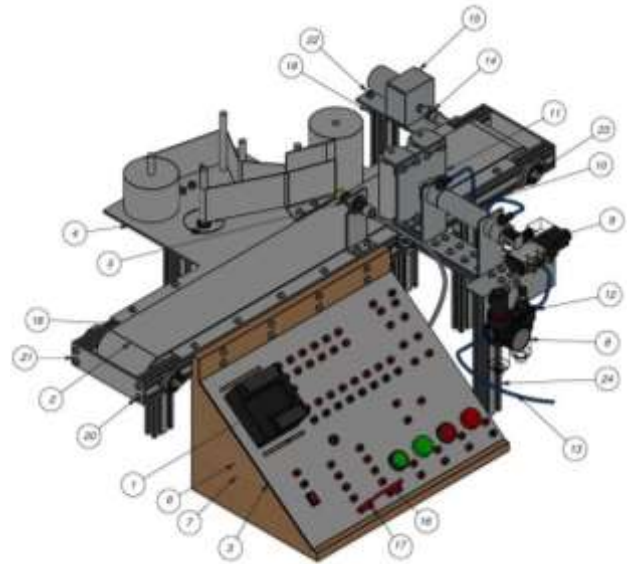
2. Mampu menentukan komponen-komponen yang digunakan dalam prototipe *labelling* botol menggunakan *proximity sensor* sistem pneumatik.
3. Media ajar untuk mengetahui mesin yang ada di industri dalam bentuk prototipe.

C. Komponen Yang Digunakan

Dalam pemilihan komponen prototipe *labelling* botol yang harus diperhatikan adalah proses perlabelan botol berbantuan miniatur mesin konveyor dengan *proximity sensor* sebagai sensor jarak yang akan mendeteksi botol dan pemanfaatan teknologi *PLC* untuk pengontrol otomasi serta komponen skematis sistem pneumatik yang bermula dari reservoir udara, *air service unit*, solenoid, dan aktuator.

D. Pemberian Bentuk

Dari penentuan konsep perancangan maka perancang membuat hasil konsep sebagai berikut :



Gambar 2. Mesin prototipe *labelling* botol menggunakan *proximity sensor* sistem pneumatik

Keterangan detail mesin :

1. PLC
2. Konveyor
3. Panel Kendali
4. Dudukan Labelling
5. Proximity Capacitive
6. Power Supply
7. Relay
8. FRL
9. Solenoid
10. Double Acting Cylinder
11. Penekan Botol

12. Male Connector
13. Selang
14. Kopling Flexible
15. Motor Gearbox
16. Kabel NYAF
17. Jack Banana
18. T Nut
19. Angle Joint
20. Baut
21. Ring
22. Mur
23. Bracket Bearing
24. Penopang Dudukan Cylinder

$$Pd = 1,2 \cdot 0,00313 \text{ Kw}$$

$$Pd = 0,00375 \text{ Kw} = 0,005 \text{ Hp}$$

4. Pemilihan motor

Dari perhitungan diatas didapatkan kecepatan putar yang direncanakan 20 rpm dan daya 0,005 Hp, maka perancang memilih motor gearbox DC dengan daya 0,25 Hp 24V dengan kecepatan putar 22 rpm.



Gambar 3. Motor gearbox DC

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pemilihan Motor/Daya Penggerak Konveyor

Berat beban kapasitas maksimal yang direncanakan dibawa oleh konveyor yaitu sebesar 7,7 kg dengan poros konveyor yang bergerak memiliki jari-jari 20 mm.

1. Perhitungan torsi

$$T = F \times r$$

Diketahui :

$$F = 7,7 \text{ kg}$$

$$r = 20 \text{ mm} = 2 \text{ cm}$$

Maka T : ?

$$T = F \times r$$

$$T = 7,7 \text{ Kg} \times 2 \text{ cm}$$

$$T = 15,4 \text{ Kgcm} = 1,11 \text{ lb.ft}$$

2. Perhitungan daya motor

$$P_{(hp)} = \frac{N(rpm) \cdot T(lb.ft)}{5252}$$

Diketahui :

N = 20 rpm (kecepatan putaran yang direncanakan)

$$T = 15,4 \text{ Kg.cm} = 1,11 \text{ lb.ft}$$

Maka $P_{(hp)}$: ?

$$P_{(hp)} = \frac{N(rpm) \cdot T(lb.ft)}{5252}$$

$$P_{(hp)} = \frac{20 \cdot 1,11}{5252} = \frac{22,2}{5252} = 0,0042 \text{ hp}$$

$$P_{(hp)} = 0,0042 \text{ hp} \times 745,7 \text{ watt} = 3,13 \text{ watt}$$

Jika efisiensi transmisi 88% maka daya yang dibutuhkan adalah :

$$P_{(hp)} = \frac{88}{100} \times 3,13 \text{ (watt)} = 2,75 \text{ watt}$$

3. Perhitungan patokan daya motor

$$Pd = fc \cdot P$$

Diketahui :

$$fc = 1,2 \text{ (mencari daya maksimal)}$$

$$P = 3,13 \text{ watt} = 0,00313 \text{ Kw}$$

Maka Pd = ?

$$Pd = fc \cdot P$$

B. Perhitungan Perencanaan Poros

Pada sistem konveyor ini terdapat suatu poros yang direncanakan di buat dari alumunium dengan panjang poros 220 mm dengan beban total 7,7 Kg atau 75,5 N dengan asumsi tegangan geser maksimum yang diizinkan 100 mpa. Untuk merencanakan diameter poros ada beberapa tahap proses dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

Diketahui :

$$N = 20 \text{ rpm}$$

$$P = 0,0042 \text{ hp} = 3,13 \text{ watt}$$

$$\tau = 100 \text{ mpa}$$

$$F = 7,7 \text{ Kg} = 75,5 \text{ N}$$

$$L = 220 \text{ mm}$$

1. Menentukan Torsi

$$T = \frac{P \cdot 60}{2 \cdot \pi \cdot n}$$

$$T = \frac{3,13 \cdot 60}{2 \cdot 3,14 \cdot 20}$$

$$= \frac{187,8}{125,6} = 1,495 \text{ Nm} = 1.495 \text{ Nmm}$$

2. Menentukan Momen Lentur

$$M = F \times L$$

$$M = 75,5 \text{ N} \times 220 \text{ mm}$$

$$M = 16.610 \text{ Nmm}$$

3. Menentukan Torsi Ekuivalen

$$T_e = \sqrt{T^2 + M^2}$$

$$= \sqrt{1.495^2 + 16.610^2}$$

$$= \sqrt{2.235.025 + 275.892.100}$$

$$= \sqrt{278.127.125}$$

$$= 16.677 \text{ Nmm}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \times T_e}{\pi \times \tau}}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \times 16.677}{3,14 \times 100}}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{266.832}{314}}$$

$$d = \sqrt[3]{849,78}$$

$$d = 9,47 \text{ mm}$$

4. Menentukan Momen Ekuivalen

$$M_e = \frac{1}{2} (M + \sqrt{T^2 + M^2})$$

$$= \frac{1}{2} (16.610 + \sqrt{1.495^2 + 16.610^2})$$

$$= \frac{1}{2} (16.610 + \sqrt{2.235.025 + 275.892.100})$$

$$= \frac{1}{2} (16.610 + \sqrt{278.127.125})$$

$$= \frac{1}{2} (16.610 + 16.677)$$

$$= \frac{1}{2} 33.287$$

$$= 16.643,5 \text{ Nmm}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \times M_e}{\pi \times \sigma}}$$

$$\tau = \frac{\sigma}{\sqrt{3}}$$

$$\sigma = \sqrt{3} \times \tau = \sqrt{3} \times 100 = 173,2$$

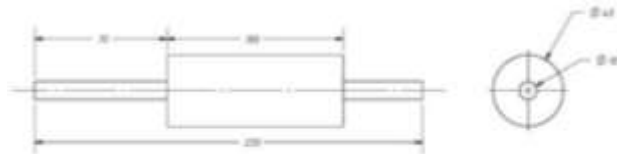
$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \times 16.643,5}{3,14 \times 173,2}}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{532.592}{543,8}}$$

$$d = \sqrt[3]{979,3}$$

$$d = 9,9 \text{ mm}$$

Berdasarkan hasil perhitungan maka di ambil perhitungan ekuivalen terbesar yaitu $\varnothing 9,9$ mm, dan mempertimbangkan kesesuaian dengan pemasangan bearing maka di pilih diameter luar poros sesuai standar poros sebesar $\varnothing 10$ mm.



Gambar 4. Poros

C. Perhitungan Bantalan/Bearing

Bantalan yang digunakan yaitu tipe *deep groove ball bearing* dimana beban ekuivalen pada bantalan sebagai berikut :

Diketahui :

$$F_a = 46$$

$$F_r = 75,5 \text{ N}$$

$$C_0 = 2\,240 \text{ N}$$

$$C = 4\,000 \text{ N}$$

$$\text{Diameter} = 10 \text{ mm}$$

$$\frac{F_a}{F_r} = \frac{46}{75,5} = 0,6 \leq e$$

Dari tabel 2.11 diperoleh $X_r = 1$ dan $Y_a = 0$

$$F_e = (X_r \cdot V \cdot F_r + Y_a \cdot F_a) K_s$$

$$= (1 \times 1 \times 75,5 + 0 \times 46) 1,5 = 113,25 \text{ N}$$

Menghitung umur bantalan

$$L = \left(\frac{C}{F_e}\right)^k \times 10^6$$

$$L = \left(\frac{4\,000}{113,25}\right)^3 \times 10^6 = 43.986 \times 10^6 \text{ Putaran}$$

Umur pakai bantalan berdasarkan jam operasional

$$L_h = \frac{10^6}{60 \times n} \times L$$

$$= \frac{10^6}{60 \times 20} \times 43.986$$

$$= 36655000 \text{ menit} = 610.916 \text{ jam}$$

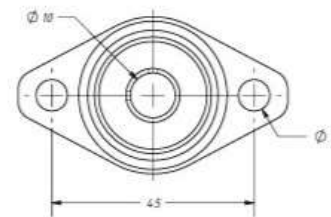
Jadi umur bantalan bearing yaitu 43.986×10^6 Putaran dan 610.916 jam.

Menghitung beban dinamis bantalan

$$C = F_e \left(\frac{L}{10^6}\right)^{\frac{1}{k}}$$

$$C = 113,25 \left(\frac{43.986}{10^6}\right)^{\frac{1}{3}} = 1,66 \text{ N}$$

Dari perhitungan diatas diketahui beban dinamis bantalan yaitu 1,66 N.



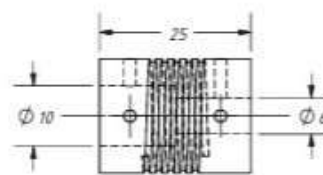
Gambar 5. Bantalan

D. Kopling

Kopling yang dipakai pada mesin prototipe labelling botol ini yaitu jenis kopling *flens flexible coupling*.

Dimana diketahui :

Diameter = 10 mm



Gambar 6. Kopling

E. Sinkronisasi Otomasi

Perancangan prototipe *labelling* botol menggunakan *proximity sensor* sistem pneumatik ini perancang memilih menggunakan *PLC Omron* dengan model *CPIE – E20DR – A*. *PLC CPIE* adalah jenis *PLC* yang dirancang untuk aplikasi mudah.

1. Prinsip kerja yang diinginkan

Jika *push button 1* ditekan maka lampu hijau beserta konveyor akan *ON* yang berarti siklus kerja mulai berjalan, botol pun berjalan di konveyor dan jika botol tersensor oleh *proximity sensor* capacitive maka konveyor *OFF* dan pemutar labelling beserta solenoid yang menggerakkan silinder akan *ON* untuk melakukan label selama 5 detik lalu kembali ke posisi awal dan konveyor kembali ke *ON* untuk melakukan siklus selanjutnya dan jika *push button 2* ditekan saat siklus kerja berjalan maka seluruh siklus akan *OFF* beserta lampu merah akan *ON*.

2. Menentukan identifikasi input/output

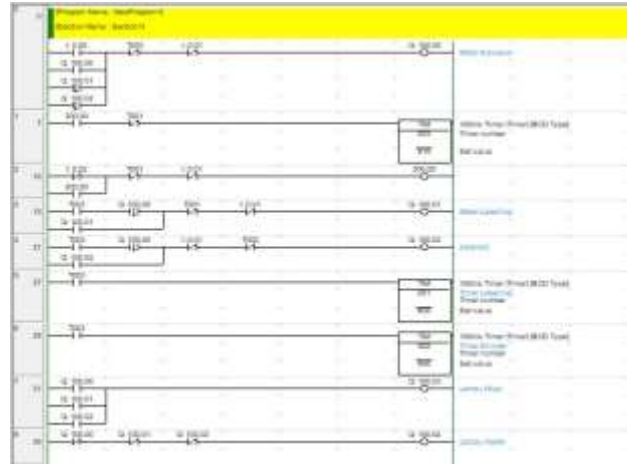
Tabel 1 Identifikasi input/output

Input		Output	
Push button 1 (start)	0.00	Motor gearbox 1 (konveyor)	100.00
Push button 2 (stop)	0.01	Motor gearbox 2 (labelling)	100.01
Sensor proximity capacitive	0.02	Solenoid	100.02
		Pilot lamp start	100.03
		Pilot lamp stop	100.04
Instruksi Lain			
Timer 1	Pewaktu motor gearbox 2 #0050		
Timer 2	Pewaktu silinder #0050		
Timer 3	Pewaktu sensor #0015		

3. Struktur program berbasis ladder diagram

Setelah menentukan prinsip kerja dan identifikasi input/output langkah selanjutnya membuat program yang sesuai untuk menjalankan langkah kerja maka dilakukan tahapan penyusunan struktur ladder untuk pemrograman *PLC*. *CX-programmer* merupakan sebuah aplikasi untuk media pemrograman *PLC Omron*. Sejumlah tahapan untuk pembuatan struktur program berbasis ladder diagram yaitu penyediaan aplikasi *CX-programmer*, menentukan prinsip kerja,

pemberian alamat input/output pada ladder diagram, dan struktur ladder, serta pengunggahan struktur program dari *PC* ke *PLC*. Berikut adalah struktur ladder ditunjukkan pada gambar 7.

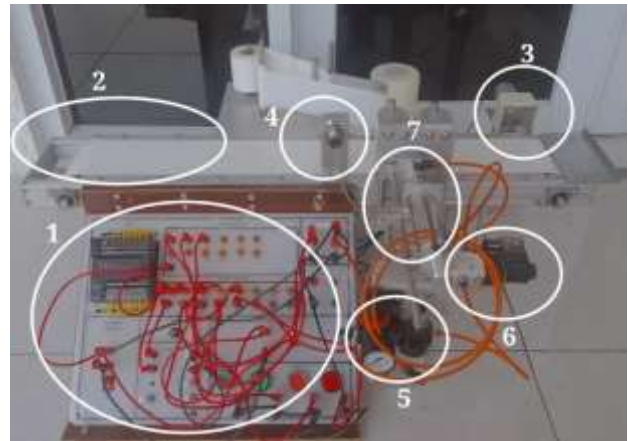


Gambar 7. Tampilan susunan ladder

Setelah penentuan algoritma dan penyusunan struktur ladder, kemudian dilakukan proses *compiling* dan *uploading* dari *PC* ke dalam *PLC* berbantuan kabel *USB*. Proses *compiling* dan *uploading* dilakukan dalam 3 tahapan, yaitu *online to PLC*, *compile the program*, dan *transfer to PLC*.

F. Implementasi Hasil Perancangan

Hasil dari rangkaian konsep perancangan dapat dilakukan implementasi sebagai berikut :



Gambar 8. Implementasi hasil perancangan

Keterangan pada gambar :

1. Panel kendali
2. Miniatur mesin konveyor
3. Motor dc untuk penggerak belt conveyor
4. Proximity capacitive untuk pendeteksi botol
5. Air service unit
6. Solenoid valve sebagai aktuator untuk sistem silinder pneumatik
7. Silinder pneumatik untuk perlabelan botol

G. Rincian Anggaran Biaya

Perhitungan biaya bertujuan untuk mengetahui biaya total yang diperlukan dalam pembuatan prototipe *labelling* botol menggunakan *proximity sensor* sistem pneumatik.

Tabel 2 Rincian Anggaran Biaya

No	Nama	Ukuran/Model	JML	Harga
1	PLC	CPIE	1	Rp. 1.250.000
2	Alumunium T-Slot	20 x 40 x 3356 mm	1	Rp. 510.000
3	Roller Konveyor	Ø40 x 220 mm	1	Rp. 100.000
4	Roller Konveyor	Ø40 x 190 mm	1	Rp. 90.000
5	Belt Konveyor	1600 x 100 x 2 mm	1	Rp. 240.000
6	Plat Alumunium	700 x 350 x 4 mm	1	Rp. 300.000
7	Panel Kendali	400 x 255 x 240	1	Rp. 300.000
8	Proximity Capasitive	NPN	1	Rp. 100.000
9	Power Supply	24V 3A	1	Rp. 70.000
10	Relay	mkp2-i 24 V DC	1	Rp. 55.000
11	FRL	AFC 2000	1	Rp. 85.000
12	Solenoid	24V DC	1	Rp. 100.000
13	Double Acting Cylinder	MA 32 x 100 mm	1	Rp. 200.000
14	Pemutar Botol	Ø80x100	1	Rp. 95.000
15	Roller Penyetel	Nylon	2	Rp. 80.000
16	Male Connector	Ø4 x 1/4	5	Rp. 25.000
17	Selang	Ø4 x 2000 mm	1	Rp. 8.000
18	Kopling Flexible	Ø6 x 10 mm	2	Rp. 30.000
19	Motor Gearbox	24V DC	2	Rp. 400.000
20	Kabel NYAF	Ø1,5 x 20000 mm	1	Rp. 30.000
21	Jack Banana	Segi MH	62	Rp. 93.000
22	T-Nut	M6, 20 x 20 mm	88	Rp. 88.000
23	Angle Joint Siku	90°, 20 x 20 mm	24	Rp. 48.000
24	Baut L	M6 x 10 mm	78	Rp. 78.000

25	Baut L	M6 x 15 mm	32	Rp. 38.000
26	Baut L	M6 x 20 mm	8	Rp. 12.000
27	Ring	M6	128	Rp. 32.000
28	Ring	M8	4	Rp. 14.000
29	Mur	M6	20	Rp. 9.000
30	Mur	M8	4	Rp. 2.400
31	Bracket Bearing	Ø10 mm	5	Rp. 70.000
32	Brass Silencer	1/8	2	Rp. 10.000
33	Speed Air Control	Ø4x1/4 mm	1	Rp. 20.000
34	As Stainless	Ø10x1000 mm	1	Rp. 70.000
35	Rubber Adjuster	Ø11x19x3 mm	10	Rp. 2.500
35	Direct Thermal	60x40 mm	1	Rp. 40.000
37	Botol kaca	Ø50 mm	3	Rp. 22.500
38	USB program	Standart	1	Rp. 20.000
Total Harga Komponen				Rp. 4.737.400
Jasa Pembuatan				Rp. 1.000.000
TOTAL				Rp. 5.737.400

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan prototipe *labelling* botol menggunakan *proximity sensor* sistem pneumatik didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

- Perancangan prototipe *labelling* botol menggunakan *proximity sensor* sistem pneumatik didesain dengan seminimalis mungkin dan memiliki ukuran 858 x 605 x 370 mm
- Perhitungan elemen mesin konveyor dapat diketahui :
 - Torsi yang diperlukan 15,4 Kg.cm dengan daya 0,005 Hp dan menggunakan motor dengan kecepatan putar 20 rpm. Maka dipilihlah spesifikasi motor gearbox DC dengan daya 0,25 Hp 24V, kecepatan putar 22 rpm.
 - Diameter poros Ø10 mm dengan bahan alumunium.
 - Diameter bantalan yang digunakan dalam poros adalah Ø10 mm.

- d. Kopling yang dipakai pada mesin prototipe *labelling* botol ini yaitu jenis kopling *flens flexible coupling*.
3. Pemanfaatan teknologi *PLC* untuk pengontrol otomasi menggunakan *PLC* Omron dengan model *CPIE – E20DR – A*.
4. Estimasi biaya prototipe *labelling* botol menggunakan *proximity sensor* sistem pneumatik ini sebesar Rp. 5.737.400.

REFERENSI

- [1] TUGAS AKHIR : PROTOTIPE MESIN PENEMPELAN LABEL BOTOL OTOMATIS - Eprints Politeknik Negeri Cilacap (pnc.ac.id)
- [2] PERANCANGAN ALAT LABELLING BOTOL DENGAN METODE VDI 2221 - UMB Repository (mercubuana.ac.id)
- [3] PEMROGRAMAN SISTEM KONTROL PADA ALAT LABELLING BOTOL SEMI OTOMATIS BERBASIS ARDUINO UNO | PRIANTO | Jurnal Teknik Mesin (mercubuana.ac.id)
- [4] Sularso, Kiyokatsu Suga, Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, PT. Pradnya Pramita, 2013
- [5] Iwan Setiawan, Programmable Logic Control (PLC) dan Teknik Perancangan Sistem Kontrol, Yogyakarta : Penerbit Andi
- [6] Sistem kontrol-elektro-pneumatik-1 | PDF (slideshare.net)
- [7] Prinsip Dasar Pneumatik - TN Mesin (tneutron.net)
- [8] Mengenal Jenis-Jenis Conveyor dan Kegunaannya - PT Mitrainti Sejahtera Eletrindo (misel.co.id)
- [9] Gambar Teknik | PDF (scribd.com)
- [10] Baut Dan Mur | PDF (scribd.com)

