

PERANCANGAN MESIN TRANSPORT PRODUK *DISC* KARBON DENGAN PENGENDALI MENGGUNAKAN PLC MITSUBISHI FX1N-60MR-D

Mokhamad Is Subekti

Teknologi Rekayasa Manufaktur, Politeknik Enjinering Indorama
e-mail: subekti.mokhamad@pei.ac.id

Abstract

Perancangan mesin transport produk disc carbon secara otomatis perlu integrasi sistem kendali yang terlibat didalamnya baik secara hardware maupun software. Dari sisi hardware kendali elektropneumatik yang dipadukan dengan mekanikal konveyor sebagai transport produk didesain konstruksinya sehingga tata letak dan mekanisme gerakan optimum. Dari sisi software semua komponen diprogram gerakan sekuensialnya sesuai dengan tujuan perancangan. Komponen-komponen utama elektropneumatik, mekanik dan elektik yaitu 3 buah DV 5/2 untuk mengatur gerakan pneumatik ke 2 buah silinder double acting dan 1 buah semi rotary, 2 konveyor, 2 motor, 2 motor speed control dan 1 PLC Mitsubishi FX1N-60 MR-D, sedangkan software yang diunakan GX Work 2 untuk memprogram PLC dengan bahasa ladder serta Fluidsm untuk merancang rangkaian elektropneumatiknya. Dihasilkan kinerja alat: waktu transport produk dalam 1 Pack (sebanyak 5 Pcs) 50 detik, tekanan pneumatik 5 bar, kapasitas udara maksimum yang dibutuhkan silinder 1 saat maju = 0.19 l/s, gaya dan daya dorong silinder 1 dan 2 maksimum saat maju : 692,37 N dan 95 Watt.

Kata kunci : otomatis, transport produk, PLC, kinerja alat

Abstract

The design of an automated carbon disc product transport machine requires integration of the control systems involved in it both hardware and software. From the hardware side, electropneumatic control combined with conveyor mechanics as product transport is designed so that the layout and movement mechanism are optimum. From the software side, all components are programmed with sequential movements in accordance with the design objectives. The main electropneumatic, mechanical and electrical components are 3 DV 5/2 to adjust the pneumatic movement to 2 double acting cylinders and 1 semi-rotary, 2 conveyors, 2 motors, 2 speed control motors and 1 PLC Mitsubishi FX1N-60 MR -D, while the software used by GX Work 2 is to program PLCs in ladder language and Fluidsm to design electropneumatic circuits. The resulting tool performance: product transport time in 1 Pack (as many as 5 Pcs) 50 seconds, pneumatic pressure of 5 bar, maximum air capacity needed by the cylinder is 0.19 l/s, force and maximum cylinder thrust when advancing: 692.37 N and 95 Watt.

Keyword : automation, product transport, PLC, device performance

Makalah dikirim 4 Agustus 2022; Revisi 24 Agustus 2022; Diterima 4 Oktober 2022

1. PENDAHULUAN

Untuk memenuhi kebutuhan peralatan praktek otomasi manufaktur, pada penelitian ini dihasilkan prototipe peralatan skala laboratorium yaitu mesin transport produk *disc carbon* yang dikendalikan menggunakan PLC. *Disc carbon* adalah lubrikasi padat yang digunakan dimesin crimper untuk membuat efek crimping diserat polyester, pembuatan peralatan ini diambil pada segmen tengah produksi yaitu mesin transport produk dengan inputnya material dari mesin *pressing* dan outputnya mesin *packing*. Pada sisi input material *disc carbon* setelah melalui proses pengepresan menggunakan teknologi serbuk dengan pengaturan beberapa parameter masuk ke konveyor 1 dimana konveyor 1 ini dikendalikan dengan PLC, setting produk dibuat sebanyak 5 pcs dalam satu kemasan berbentuk silinder. Untuk produk di mesin ini menggunakan dummy yang dibuat dari kayu yang dicat hitam dengan berat mendekati produk aslinya.

Secara gerakan sekuensial pertama-tama produk diterima konveyor 1 dari hopper kemudian di transport ke konveyor 2, pada saat mau masuk ke konveyor 2 melewati sensor *photoelectric* 1 produk akan terdeteksi dan sensor memberikan sinyal input ke PLC kemudian menginstruksikan ke output silinder 1 untuk mendorong produk yang telah jatuh didepannya setelah melalui plat luncur menuju konveyor 2. Konveyor 2 akan mengantarkan produk menuju keluaran ditempat kerja semirotari, saat menuju semi rotari sensor *photoelectric* 2 mendeteksi produk memberikan sinyal input ke PLC kemudian menginstruksikan ke semirotari untuk menggeser produk yang telah jatuh didepannya ke bagian packing. Konveyor 1 diprogram berhenti saat sensor 1 telah menghitung sebanyak 5 produk, hal ini bertujuan agar produk tidak menumpuk di konveyor 2 disamping itu memberikan waktu yang cukup dipacking untuk mengemas 5 produk. Gerakan sekuensial ini dilakukan berulang-ulang, sesuai dengan jumlah pesanan produksi.

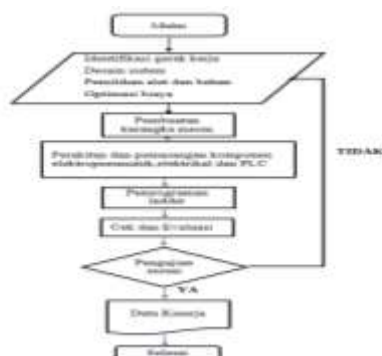
Kecepatan konveyor 1 maupun 2 dapat diatur kecepatannya melalui setting di *speed controllernya*. Untuk konveyor 2 bekerja kontinu dan tidak dikendalikan menggunakan PLC start-stopnya langsung dari power supply tersendiri. Kecepatan ketiga aktuator: silinder 1, silinder 2 dan semi rotari diatur dari penyetelan *flow controlnya*. Waktu delay untuk gerakan ketiga aktuator diatur dari program laddernya, sesuai dengan waktu yang dikehendaki dengan mempertimbangkan kemampuan serta kecepatan aktuator.

Prototipe mesin transport produk *disc carbon* ini dibuat sedemikian rupa untuk melatih para praktikan memahami seluk beluk kasus otomasi mulai desain, pemrograman, pemilihan komponen, perakitan, operasional sampai dengan perawatan, sehingga memperluas cakupan materi praktek serta efektivitas dalam praktikum.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini dibuat dalam alur pelaksanaan penelitian seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



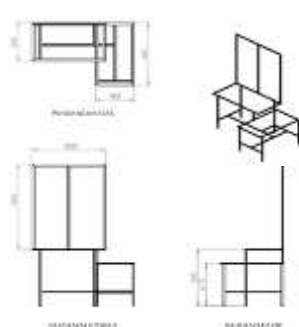
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian.

Penelitian dimulai dengan mengidentifikasi dinamika gerakan, variabel, batasan dan optimasi dari obyek setelah semua *conform*, dilanjutkan dengan desain sistem meliputi: mekanikal, elektrik, elektropneumatik dan pengendalian terprogram. Dari desain inilah menjadi dasar dalam pelaksanaan pekerjaan selanjutnya yaitu: pembuatan kerangka dan penempatan konveyor, perakitan dan pemasangan komponen elektropneumatik, elektrik serta konfigurasi PLC. Setelah *hardwired* terpasang diprogram pengendalian mesinnya dengan bahasa ladder menggunakan software GX work2, kemudian uji *running* dan evaluasi diikuti dengan pengambilan data kinerja alat.

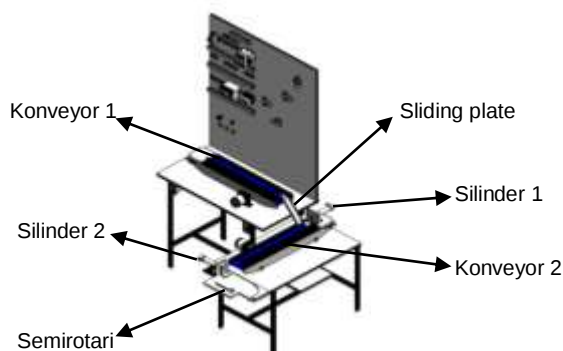
2.2 Desain Sistem

2.2.1 Desain Mekanikal

Dimensi kerangka mesin dan layout pada penelitian ini ditunjukkan dalam Gambar 2. Dimensi *panel board* komponen-komponen: 1002 mm x 1000 mm, meja konveyor 1: 1000 mm x 500 mm, meja konveyor 2: 850 mm x 500 mm, sedangkan layout konveyor (Gambar 2b) konveyor 1 dan 2 ditempatkan saling tegak lurus, pada ujung konveyor 2 dipasang aktuator (silinder1) sejajar konveyor untuk mendorong produk didepannya. Silinder 2 dipasang pada ujung yang lain secara tegak lurus dengan konveyor 2 dan sejajar silinder 2 dipasang semirotari. Sliding plate dipasang sebagai tempat luncur produk dari konveyor 2 menuju ujung silinder 1.



(a). Desain kerangka



(b). Layout konveyor dan aktuator

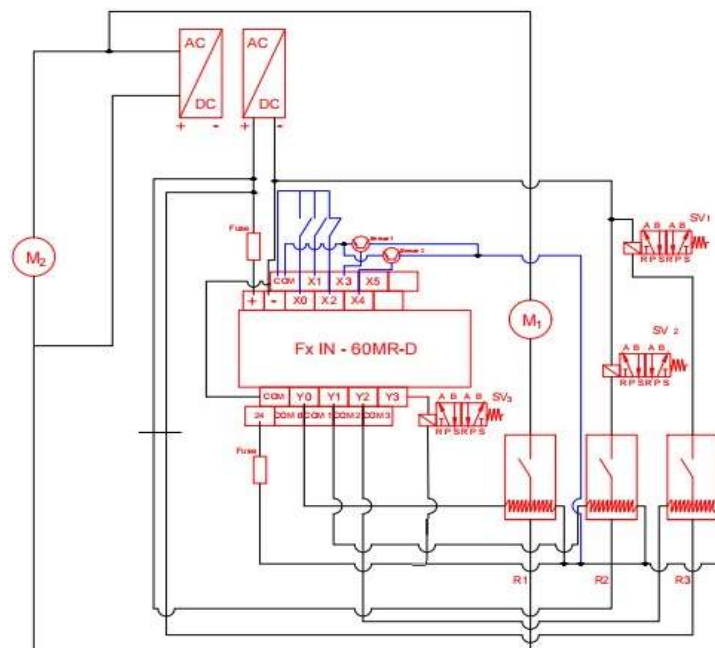
Gambar 2. Desain mekanikal kerangka dan layout.

2.2.2 Desain Elektropneumatik, Elektrikal dan Konfigurasi PLC

Desain elektropneumatik, Elektrikal dan konfigurasi PLC dapat dilihat pada Gambar 3. Komponen-komponen utama elektropneumatik : 3 *Solenoid valve* 5/2 dengan masing-masing SV1, SV2 dan SV3 untuk pengendalian silinder 1, silinder 2 dan semirotari dengan pengendaliannya menggunakan PLC. Untuk PLC menggunakan merk Mitsubishi FX1N – 60MR-D dengan I/O sinking *built in*, alamat input yang digunakan: X0= Pb Start, X1 = Pb Motor konveyor 1, X2 = Pb Stop, X3 = sensor 1, X4 = sensor 2 sedangkan alamat output: Y0 = Relay silinder 1 (R1), Y1 = Relay silinder 2 (R2), Y2 = semirotari. Untuk Motor 2 (M2) sebagai penggerak konveyor 2 langsung terhubung dengan power supply 1, motor 1 (M1) dikendalikan dengan PLC dimana catu daya diambil dari power supply 2.

2.3 Komponen-komponen yang Dibutuhkan

Komponen-komponen utama yang dibutuhkan elektropneumatik dan elektrik masing-masing dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2. Untuk relay R1 sampai R3 digunakan relay coil jenis DC 24 Volt dan kontak AC/DC MY2 merk Omron.



Gambar 3. Wiring dan instalasi elektrik, elektropneumatik dan konfigurasi PLC.

Tabel 1. Komponen-komponen utama pneumatic.

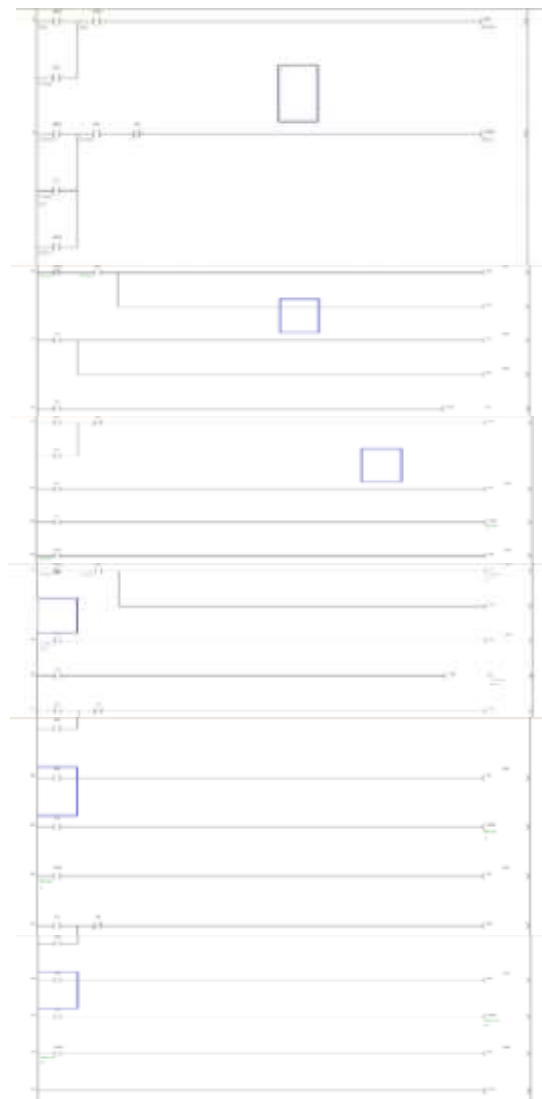
No	Nama Perangkat	Jumlah
1	Pneumatic Double Acting Cylinder	2
2	Semi rotary actuator	1
3	Single Coil Solenoid 5/2 Pneumatic Valve	3
4	Flow control	6
5	Air Service Unit	1

Tabel 2. Komponen-komponen utama elektrik.

No	Nama Perangkat	Jumlah
1	PLC Mitsubishi FX1N-60MR-D	1
2	Motor DC	2
3	Speed Control	2
4	MCB 1 phase	2
5	Power supply	2
6	Relay MY2	3
7	Sensor photoelectric	2
8	Push Button NO	2
9	Push Button NC	1
10	Emergency stop push button	1

2.4 Pemrograman Diagram Ladder

Dari diagram ladder pada Gambar 4 menggunakan 7 internal relay, 9 timer dan 2 counter. Untuk alamat lengkap diagram ladder dan device yang terhubung ke PLC diplot sesuai dengan Tabel 3.



Gambar 4. Diagram ladder.

Tabel 3. Alamat dan device di PLC.

No.	Alamat	Device	No.	Alamat	Device
1	X000	Tombol start keseluruhan	13	M3	Internal relay sensor 2
2	X001	Tombol start motor 1	14	M4	Internal relay switch sensor 2
3	X002	Tombol stop	15	M6	Internal relay timer 5
4	X003	Sensor 1	16	T0	Timer reset sensor 1
5	X004	Sensor 2	17	T1	Timer on selenoid valve 1
6	Y000	Motor 1	18	T2	Timer off selenoid valve 1
7	Y001	Selenoid valve 1	19	T3	Timer reset sensor 1
8	Y002	Selenoid valve 2	20	T4	Timer on selenoid valve 2
9	Y003	Selenoid valve 3	21	T5	Timer off selenoid valve 2
10	M0	Internal relay power	22	T7	Timer on selenoid valve 3
11	M1	Internal relay sensor 1	23	T8	Timer off selenoid valve 3
12	M2	Internal relay switch sensor 1	24		

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kinerja hasil dari peralatan berdasarkan pengujian peralatan didata dan dihitung sebagai uraian berikut ini.

3.1 Kebutuhan Udara, Gaya dan Daya Dorong Maksimum

3.1.1 Kebutuhan Udara Maksimum

Kebutuhan udara dihitung berdasarkan silinder saat maju karena luas penampang piston yang lebih besar dibanding saat mundur, saat mundur luas piston harus dikurangi luasan batang piston. Dengan mengalikan luas penampang piston dan kecepatan saat maju didapat kebutuhan udara maksimum disilinder 1 yaitu:

$$V = D^2 \times \frac{\pi}{4} \times v f \quad (1)$$

$$V = 42^2 \times \frac{\pi}{4} \times 138,5$$

$$V = 191786,49 \text{ mm}^3/\text{s} = 0,19 \text{ Lt/s}$$

3.1.2 Gaya Maksimum

Sama dengan kebutuhan udara maksimum dihitung berdasarkan silinder saat maju/mendorong karena luas penampang piston yang lebih besar dibanding saat mundur, saat mundur luas piston harus dikurangi luasan batang piston, sehingga luas dikalikan dengan tekanan udara akan menghasilkan gaya maksimum. Dalam hal ini gaya dorong maksimum sama untuk silinder 1 dan 2 sebagai berikut:

$$F = D^2 \times \frac{\pi}{4} \times P \quad (2)$$

$$F = 42^2 \times \frac{\pi}{4} \times 0,5 = 692,37 \text{ N}$$

3.1.3 Daya maksimum

Daya maksimum didapat dari perkalian tekanan dengan kebutuhan udara maksimum (silinder1). Tekanan udara akan sama pada semua titik (sesuai prinsip Pascal) pada pengujian ini sebesar 5 bar, sehingga didapat daya maksimum:

$$\text{Daya} = P \times V \quad (3)$$

$$\text{Daya} = 0,5 \times 10^6 \times 1,9 \times 10^{-4}$$

$$\text{Daya} = 95 \text{ W}$$

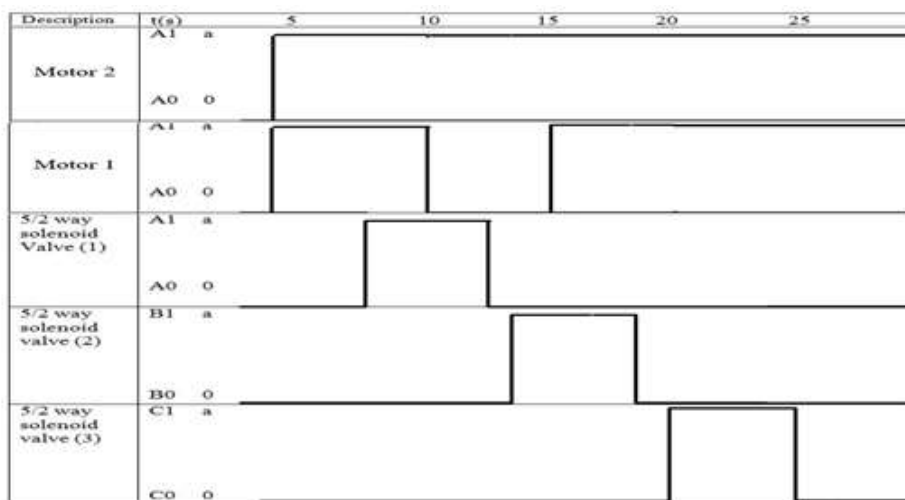
Rekapitulasi nilai besaran pneumatik dari pengujian kinerja dapat dilihat pada Tabel 4. Dari Tabel 4 terlihat untuk besaran pneumatik tertinggi nilainya silinder 1 saat maju, hal ini disebabkan silinder 1 aktuator paling dekat dengan supply udara di FRL sehingga kerugian volumetrik paling sedikit yang berkonsekuensi terhadap kebutuhan udara, gaya dorong dan daya dengan nilai terbesar.

Tabel 4. Nilai besaran pneumatik dari kinerja mesin.

No.	Device	Kebutuhan udara (l/s)		Gaya dorong (N)		Daya (Watt)	
		Maju	Mundur	Maju	Mundur	Maju	Mundur
1	Silinder 1	0,19	0,11	692,37	591,89	95	83
2	Silinder 2	0,17	0,17	692,37	591,89	55	83

3.2 Grafik Pengendalian Mesin

Lima komponen utama yang ditinjau pengendaliannya yaitu: motor 1, motor 2, solenoid valve 1, solenoid valve 2 dan solenoid valve 3. Grafik yang tertera pada Gambar 5 memperlihatkan sekuensial pengendaliannya.



Gambar 5. Grafik pengendalian mesin saat berakhirnya siklus.

Pada Gambar 5 adalah gambar grafik ketika mesin mencapai siklus (5 produk) terlihat ketika sensor membaca urutan ke 5 dan solenoid valve 1 maju 5 detik kemudian motor 1 Off, dan On lagi ketika sensor 2 mendeteksi produk dan 5 detik setelah solenoid valve 2 maju.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dalam penelitian ini adalah:

1. Kebutuhan udara maksimum sebesar 0,19 l/s pada silinder 1 saat langkah maju
2. Gaya dorong maksimum 692.37 N pada silinder 1 dan 2 saat keduanya langkah maju
3. Daya maksimum and 95 Watt silinder 1 saat langkah maju
4. Nilai besaran tertinggi pada silinder 1 karena silinder 1 aktuator yang paling dekat dengan supply udara, sehingga efisiensi volumetriknya paling besar sebab kehilangan udara paling kecil
5. Dari urutan pengendalian sudah sesuai dengan tujuan perancangan.

5. DAFTAR NOTASI

- V = Kebutuhan udara (l/s)
 D = Diameter piston (mm)
 vf = Kecepatan langkah piston (mm/s)
 F = Gaya (N)
 P = Tekanan (MPa)

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E.M. Indrawati and Nadliroh, 2018, "Rancang Bangun Dan Pemrograman Programmable Logic Controller (Plc) Berbasis Mikrokontroler Atmega32," pp. 125–132.
- [2] S. P. Sari, 2014, "Rancang Bangun Konveyor Penghitung Barang Dengan Sistem Kendali Berbasis PLC," J. Ilm. Teknol. Rekayasa, vol. 15, no. 100, pp. 168–175.
- [3] H. Ardiansyah, N. Taryana, and D. Nataliana, 2013, "Perancangan Simulator Sistem Pengepakan dan Penyortiran Barang berbasis PLC Twido," J. Reka Elkomnika, vol. 1, no. 4, pp. 373–385.

-
- [4] M. Latief, N. Kandowangko, and R. Yusuf, 2017, "Rancang-Bangun Prototipe Sistem Kontrol Berbasis Programmable Logic Controller untuk Pengoperasian Miniatur Penyortiran Material," J. Rekayasa Elektr., vol. 13, no. 36, pp. 152–160, , doi: 10.17529/jre.v16i3.14905.
 - [5] Soekotjo, Emanuel Gatot S.T. 2004. *Teknik Interface I*. Panduan Pengajar Polines: Semarang.
 - [6] Tooley, Mike. 2002. *Rangkaian Elektronika Prinsip dan Aplikasi*. Jakarta : Erlangga.