

Rancang Bangun Sistem Kontrol Elektro Pneumatik Pada Rubber Pusher Mesin Rc.00.04 Mixing Center

Gilang Pramudita¹⁾

Program Studi Teknik Elektronika, Politeknik Gajah Tunggal
Gilang.pramudita@student.poltek-gt.ac.id

Teguh Prasetyo²⁾

Program Studi Teknik Elektronika, Politeknik Gajah Tunggal
teguh@poltek-gt.ac.id

ABSTRAK

Dalam proses produksi kompon terdapat bagian persiapan bahan. Bagian ini bertugas untuk menyiapkan bahan kompon sebelum masuk ke mesin mixer dan akhirnya menjadi kompon. Salah satu bahan utama kompon adalah RSS (karet alam). Di PT. GTR memiliki mesin pemotong karet alam yang disebut dengan mesin rubber cutter. Pada penelitian ini dapat dianalisa permasalahan yang terdapat pada mesin rubber cutter tersebut. Permasalahan utama pada mesin ini adalah karet sering tersangkut yang mengharuskan operator untuk mendorong dengan anggota badannya, yang pada akhirnya menambah jumlah langkah yang dilakukan operator untuk naik turun mesin hanya untuk mendorong dan mengoperasikan mesin. Maka dari aktivitas tersebut akan timbul resiko potensi kecelakaan yang akan mengancam operator karena posisi tubuh operator yang tidak aman saat mendorong karet. Pada penelitian ini, penulis akan merancang alat pendorong karet dengan sistem kontrol elektropneumatik. Hasilnya akan mengurangi waktu siklus dan akan menghilangkan potensi kecelakaan bagi operator.

Kata Kunci: Elektropneumatik, *Cylinder*, *Solenoid*, *Cycle Time*

1.1 PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Pada proses pembuatan ban terdapat material utama yaitu compound. Pembuatan compound sendiri dilakukan di Plant Mixing. Plant mixing pada PT. TG terbagi menjadi empat bagian yaitu, MCG, MCA, MCD dan MCI. Pada penelitian ini dilakukan di plant MCG. Proses pembuatan compound pada plant MCG terdiri dari beberapa proses yaitu, bagian raw material, conveyor weighing, open mill, cooling, booking kemudian pengiriman ke customer. Pada bagian raw material proses yang dilakukan adalah dengan mempersiapkan bahan penyusun dari compound dengan menimbang bahan kimia penyusun sesuai spesifikasi kemudian proses pemotongan karet. Pada bagian conveyor weighing dilakukan proses pengumpulan seluruh material penyusun compound sesuai dengan spesifikasi yang sudah ditentukan di atas conveyor weighing sebelum masuk ke dalam proses open mill. Proses open mill merupakan proses dimana seluruh bahan penyusun yang sudah ditimbang sebelumnya di conveyor weighing dicampur dalam satu mesin yang bernama open mill sampai compound tersebut matang. Setelah proses open mill, compound yang masih panas akan melalui proses cooling yaitu dengan cara dikipasi sambil berjalan, namun sebelum itu compound harus dilapisi oleh cairan promolt agar tidak lengket satu sama lain. Proses selanjutnya adalah booking, dimana compound yang sudah dingin akan diletakkan di atas palet sesuai dengan banyaknya batch yang ditentukan. Proses terakhir adalah pengiriman kepada customer. Compound pertama kali dibuat di Plant MCG, kemudian dari Plant MCG akan dikirimkan pada customernya, customer dari Plant MCG adalah Plant MCA, MCD dan MCI.

Proses pembuatan compound tidak terlepas dari bahan utamanya yaitu karet. Karet yang digunakan dalam produksi compound di Plant MCG terdapat dua jenis yaitu karet alam dan karet sintetis. Karet alam dan karet sintetis sebelum masuk proses pencampuran akan dipotong terlebih dahulu, hal tersebut supaya karet menjadi lebih kecil dan akan lebih mudah dalam menyesuaikan dengan spek yang telah ditentukan. Proses pemotongan karet sintetis dan karet alam terdapat pada mesin yang berbeda. Proses pemotongan karet sintetis dilakukan menggunakan pisau pemotong yang terletak di dekat conveyor weighing, sedangkan pemotongan karet alam dilakukan pada mesin khusus yaitu mesin rubber cutter. Gambar mesin rubber cutter dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Mesin Rubber Cutter

Proses pemotongan rubber dimulai dari menempatkan material pada lifter kemudian rubber diangkat menggunakan mesin lifter dan meluncur menuju mesin rubber cutter dengan bantuan gaya gravitasi.

Pada proses pemotongan karet terdapat sebuah permasalahan yaitu karet yang tersangkut diantara lifter dengan mesin pemotong karet. Jika karet tidak berada tepat ditengah-tengah mesin, maka karet tidak akan terpotong dengan sempurna dan akan menyebabkan potongan karet berjatuh ke samping mesin. Potongan karet tersebut akan mengakibatkan material terbuang. Maka dari itu ketika karet tersangkut operator diharuskan untuk mendorong karet yang tersangkut menggunakan anggota tubuh. Tindakan operator ketika mendorong karet sangatlah berbahaya, karena posisi material yang tersangkut sulit dijangkau dan posisi badan operator ketika mendorong yang berbahaya. Meski tidak terjadi kecelakaan selama proses berjalan, namun hal tersebut sangatlah memiliki potensi untuk menyebabkan kecelakaan bagi operator. Gambar 2 menunjukkan operator yang sedang mendorong karet ketika tersangkut.



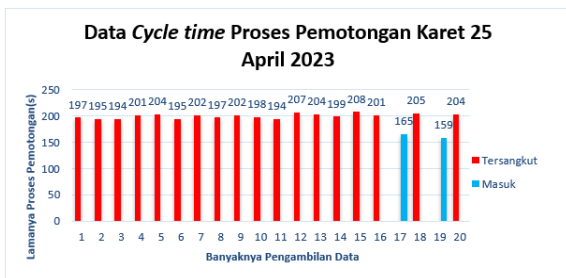
Gambar 2. Proses Mendorong Karet

Dari permasalahan tersebut kondisi panel kontrol pada mesin saat ini berada di atas mesin pemotong. Hal tersebut dikarenakan ketika karet tersangkut operator harus naik ke atas mesin untuk melakukan dorongan ke karet agar presisi tepat ditengah mesin pemotong karet. Proses naik turun tangga mesin tersebut dapat memakan waktu lebih dalam proses pemotongan karet. Gambar 3 menunjukkan kondisi operator yang sedang mengoperasikan mesin.



Gambar 3. Proses Pengoperasian Mesin

Gambar 4 menunjukkan data cycle time proses pemotongan karet mesin rubber cutter 04 pada tanggal 25 April 2023.



Gambar 4. Data Cycle time Proses Pemotongan Karet

Dapat dilihat data – data yang telah didapatkan setelah dilakukannya observasi di mesin MCG.00.RC.04. Gambar 5 merupakan grafik cycle time proses pemotongan karet. Data tersebut diambil dari hasil pengamatan penulis dan dihitung menggunakan stopwatch. Pengambilan data tersebut berdasarkan 20 proses pemotongan. Dimana, penulis melakukan perhitungan waktu dimulai dari operator menaikan karet ke lifter hingga mesin pemotong selesai beroperasi. Dari hasil pengambilan data, terhitung rata-rata proses pemotongan karet mencapai 3 menit 16 detik atau 196 detik selama dua puluh pengambilan data. Pengambilan data tidak hanya terkait cycle time, penulis mencatat juga data karet tersangkut dalam proses pemotongan. Dari 20 sampel yang dicatat, terdapat 18 kali karet tersangkut dan 2 kali karet presisi dengan mesin. Bisa dilihat pada grafik, batang grafik berwarna merah merupakan 18 proses dengan material tersangkut, sedangkan batang grafik biru merupakan 2 proses dengan material tidak tersangkut atau langsung presisi dengan mesin pemotong.

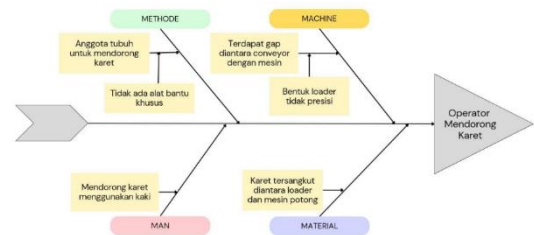
Pada proses pemotongan karet ini juga terdapat data dari sisi keselamatan. Terdapat tabel HIRADC untuk proses pemotongan karet. Tabel ini menunjukkan potensi, tingkat risiko dan penanganan yang telah dilakukan pada mesin untuk menghilangkan potensi kecelakaan. Dijelaskan bahwa nilai dari tingkat risiko pada proses pemotongan karet sebesar enam,

kemudian belum adanya pengendalian dalam permasalahan ini. Nilai enam pada tabel ini menjelaskan tingkat risiko dalam tingkat medium. Kegiatan yang mempunyai risiko medium dan high wajib untuk segera dikerjakan pengendalian risikonya sehingga dapat menghilangkan potensi kecelakaan kerja yang akan terjadi. Pada Tabel 1 terdapat data HIRADC untuk proses rubber cutter.

No.	Aktivitas/ Kegiatan	Resiko (R/NAR)	Potensi Bahaya (Insour)	Risiko (Risk)	Pengendalian Risiko yang Sudah Ada	Tingkat Risiko	Pengendalian Risiko Tambahan	Tingkat Risiko	PIC	Tenggat Pelaksanaan	Keterangan								
												1	2	3	4	5	6	7	8
17	Membuat RSS menuju mesin cutter menggunakan gerobak	8	Tidak memakai APD dengan benar dan tergelincir	Berbahaya	1. Peralatan APD yang sesuai dan terawat 2. Pelatihan dan Pembinaan dari Atasan 3. Pelatihan dan Pembinaan dari Karyawan 4. Pelatihan dan Pembinaan dari Proses Produksi	2	1. Peralatan APD yang sesuai dan terawat 2. Pelatihan dan Pembinaan dari Atasan 3. Pelatihan dan Pembinaan dari Karyawan 4. Pelatihan dan Pembinaan dari Proses Produksi	2											
18	Mempresisikan karet ke mesin HSC Cutter	8	Sikap kerja tidak tepat dalam mempresisikan material pada mesin	Tersangkut	1. Pelatihan dan Pembinaan dari Atasan 2. Pelatihan dan Pembinaan dari Karyawan 3. Pelatihan dan Pembinaan dari Proses Produksi	2	1. Peralatan APD yang sesuai dan terawat 2. Pelatihan dan Pembinaan dari Atasan 3. Pelatihan dan Pembinaan dari Karyawan 4. Pelatihan dan Pembinaan dari Proses Produksi	2											

Gambar 5. Data HIRADC Proses Rubber Cutter

Dari permasalahan tersebut dapat dibuat fishbone diagram pada gambar 6 dengan masalah operator mendorong karet.



Gambar 6. Fishbone Diagram

Masalah utama dari mesin rubber cutter adalah karet yang sering tersangkut sehingga tidak presisi ditengah mesin rubber cutter. Hal tersebut mengharuskan operator mempresisikan karet ke tengah-tengah mesin dengan cara mendorong karet tersebut menggunakan anggota tubuh yang merupakan unsafe action.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Berlandaskan yang sudah dijelaskan dari latar belakang, penelitian perumusan masalah ini di uraikan sebagai berikut :

1. Loader sekarang hanya berupa conveyor pasif.
2. Tidak adanya alat bantu untuk mendorong karet.
3. Mendorong karet dan naik turun mesin menyebabkan bertambahnya cycle time.
4. Proses mendorong karet menyebabkan potensi bahaya bagi operator.

1.3 BATASAN MASALAH

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Rancang bangun hanya dilakukan pada mesin rubber cutter 04
2. Penelitian ini tidak membahas life time dari komponen yang digunakan
3. Penelitian ini tidak membahas biaya dari komponen yang digunakan.
4. Penelitian ini tidak menganalisa tentang keselamatan kerja
5. Penelitian ini tidak menganalisa tentang pengurangan proses kerja
6. Relay yang digunakan Omron MKS2P 220V

1.4 TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang bangun sistem mekanik pada rubber pusher.
2. Merancang bangun sistem kontrol elektropneumatik pada rubber pusher.
3. Mengurangi cycle time proses pemotongan karet.
4. Melakukan pengendalian potensi bahaya pada proses pemotongan karet.

1.5 MANFAAT PENELITIAN

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mempermudah operator mesin dalam proses pemotongan karet.
2. Mengurangi cycle time proses pemotongan karet.
3. Menghilangkan potensi kecelakaan bagi operator karena mendorong karet menggunakan anggota tubuh.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 STUDI PUSTAKA

Tabel 7. Studi pustaka

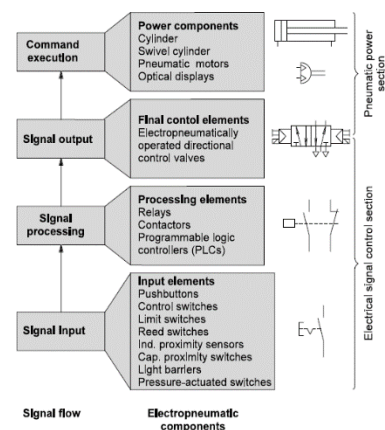
No	Penulis, Tahun	Judul	Hasil Kajian
1	Muhamad Ilham Syawaludin et al., 2023	Perhitungan dan Desain Komponen Pneumatik Alat Press Emping Melinjo	Diperoleh perhitungan perencanaan silinder pneumatik.
2	Devichasa et al., 2018	Rancang Bangun Alat Pengepres Serbuk Kayu Menjadi Briket Menggunakan Sistem Kontrol	Diperoleh Sistem Kerja Mesin Pengepres Serbuk Menggunakan Silinder

No	Penulis, Tahun	Judul	Hasil Kajian
		Elektro pneumatik	Double Acting Untuk Membentuk Menjadi Briket.
3	Ikhsan et al., 2021	Rancang Bangun Konstruksi Alat Pencetak Biobriket Dengan Sistem Elektro pneumatik.	Diperoleh Sistem Kerja Dari Silinder Double Acting Yang Digerakan Atau Diatur Oleh Selenoid Valve 5/2

2.2 LANDASAN TEORI

1. Elektropneumatik

Gambar 8 merupakan penjelasan bagian bagian dari sistem kontrol elektropneumatik.



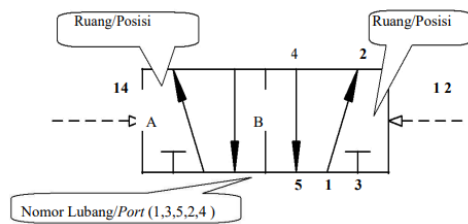
Gambar 7. Skema elektropneumatik

Sistem elektro-pneumatik adalah sistem yang menggunakan kombinasi komponen pneumatik dan listrik. Penggunaan ini didasarkan pada kebutuhan atau tujuan pengoptimalan sistem. Perbedaan dengan sistem pneumatik adalah bahwa dalam sistem elektropneumatik bagian sinyal input, pengolah sinyal dan pengontrol sinyal menggunakan komponen atau komponen elektronik yang merupakan kombinasi dari udara tekan dan elektronik. Contohnya adalah katup dengan kontrol selenoid (selenoid valve). Penggunaan relai akan ditampilkan dengan jelas di sistem ini. Pada saat yang sama, sistem elektropneumatik ini dapat langsung dihubungkan ke sistem yang ada pada mesin atau alat yang akan dimodifikasi (Anditha et al., 2017).

2. Solenoid Valve 5/2

Fungsi dari unit pengatur ini adalah untuk mengatur atau mengendalikan jalannya penerusan

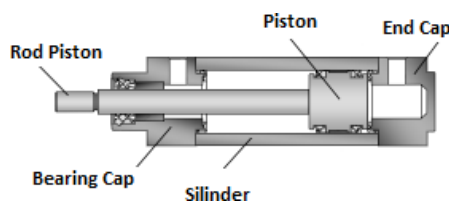
tenaga fluida hingga menghasilkan bentuk kerja (usaha) yang berupa tenaga mekanik. Bentuk-bentuk dari unit pengatur ini berupa katup (Valve) yang bermacam-macam. Katup berfungsi untuk mengatur atau mengendalikan arah udara kempa yang akan bekerja menggerakkan aktuator, dengan kata lain katup ini berfungsi untuk mengendalikan arah gerakan aktuator. Katup- katup pneumatik diberi nama berdasarkan pada: a) Jumlah lubang/saluran kerja (port), b) Jumlah posisi kerja, d) Jenis penggerak katup, dan d) Nama tambahan lain sesuai dengan karakteristik katup. Gambar 9 merupakan contoh-contoh penamaan katup yang pada umumnya disimbolkan.



Gambar 8. Detail Pembacaan Katup 5/2

3. Silinder kerja ganda

Gambar 10 menunjukkan komponen yang ada di dalam silinder kerja ganda.



Gambar 9. Silinder kerja ganda

Silinder kerja ganda merupakan jenis aktuator silinder kerja yang memiliki dua bagian lubang yaitu depan dan belakang, dimana pergerakan keluar dan masuknya diatur oleh udara yang masuk melalui dua lubang tersebut. Jika torak bergerak maju/keluar, maka udara harus disalurkan melalui lubang belakang dan udara keluaran akan disalurkan melalui depan silinder pneumatik. Pada posisi silinder keluar ini dinamakan posisi extend. Demikian sebaliknya, jika torak bergerak mundur/ masuk maka udara masuk melalui lubang depan dan udara keluaran akan disalurkan melalui lubang belakang silinder. Pada posisi silinder masuk ini dinamakan kondisi Retract (Coba et al., 2020).

4. Menghitung gaya normal

Rumus menghitung gaya normal dengan menggunakan gravitasi :

$$F = m \times g \quad (1)$$

Dengan :

F = Gaya tekanan press (Newton)

m = Massa tekanan press (Kg)

g = Gaya Gravitasi (9,81 m/s²)

5. Gesekan silinder

Rumus menghitung gesekan silinder sebagai berikut :

$$R = 5\% \times F \quad (2)$$

Dengan :

R = Nilai gesekan

5% = Ketetapan gesekan silinder

F = Gaya maju / mundur (N)

6. Perencanaan diameter silinder

Untuk menghitung diameter silinder yang efektif dapat menggunakan persamaan :

$$F = \left(\frac{\pi}{4} \times D^2 \times P - R \right) \quad (3)$$

Dengan :

F = Gaya piston efektif (N)

P = Tekanan kerja (bar)

R = Gesekan(N) yaitu: 3-20% dari gaya terhitung

D = Diameter piston (mm)

7. Menghitung gaya outstroke silinder

Dimana Luas penampang tanpa batang torak dapat dicari dengan persamaan :

$$A_1 = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \quad (4)$$

Dengan :

A1 = Luas penampang silinder tanpa batang torak (m²)

D = Diameter piston (mm)

Untuk menghitung gaya out-stroke silinder dapat menggunakan persamaan :

$$F_{maju} = A_1 \times P \quad (5)$$

Dengan :

F = Gaya yang diberikan (N)

A1 = Luas penampang silinder tanpa batang torak (m²)

P = Tekanan udara (N/mm²)

8. Menghitung gaya instroke silinder

Untuk menghitung gaya instroke silinder dapat menggunakan persamaan :

$$A_2 = \frac{1}{4} \times \pi \times (D^2 - d^2) \quad (6)$$

Dengan :

F = Gaya yang diberikan (N)

A2 = Luas penampang silinder dengan batang torak (m²)

P = Tekanan udara (N/mm²)

Dimana luas penampang dengan batang torak bisa dicari dengan persamaan :

$$F_{mundur} = A_2 \times P \quad (7)$$

Dengan :

A2 = Luas penampang silinder dengan batang torak (mm²)

D = Diameter piston (mm)

d = Diameter rod piston (mm)

9. Relay

Relay dan kontaktor mempunyai prinsip kerja yang sama, terdapat kontak bantu dan mempunyai mekanisme dengan memanfaatkan medan magnet yang di hasilkan dari coil komponen tersebut. Koilnya pun bervariasi ada yang menggunakan catudaya DC ataupun AC. Relay biasanya mempunyai satu kumparan, tetapi relay dari beberapa tipe lain mempunyai beberapa kontak sesuai kegunaannya (Akhmad Muzaenul Ulum, 2022). Gambar 31 merupakan gambar relay MKS2P 8 Pin.

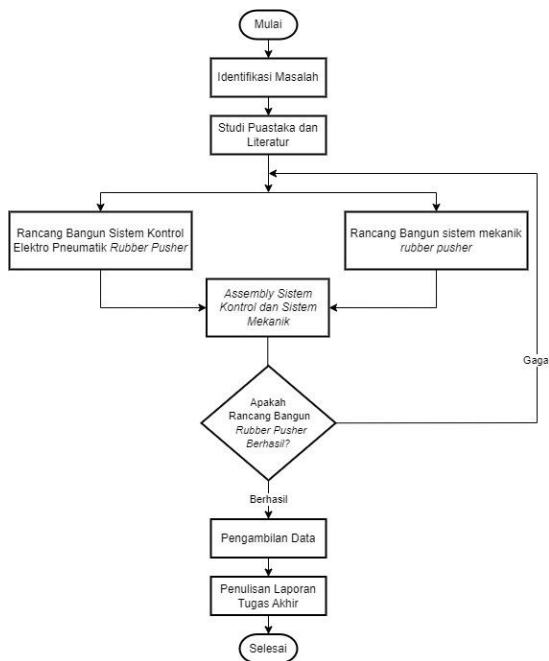


Gambar 10. Relay MKS2P

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Alur modifikasi pada mesin ini adalah sebagai berikut :



Gambar 11. Alur penelitian

3.2 Alat dan Bahan

Tabel 8. Bahan Yang Digunakan

No.	Item	Kebutuhan
1	MCB 1 fasa 1 A	1
2	Relay MKS2P 8 Pin	2
3	Timer Omron H3CR	1
4	Push Button	1
5	Solenoid valve 5/2 single coil	1
6	Kabel NYAF	Secukupnya
7	Speed Control	1
8	Nepple pneumatik	5
9	T valve	1
10	Selang PVC	Secukupnya
11	Silinder kerja ganda	1
12	Panel Bow	1
13	Besi Siku 40 mm x 40 mm 3 mm	6 m
14	Besi Hollow	1 m
15	Besi Plat 800 mm x 350 mm	1
16	Besi Plat 150 mm x 250 mm	1
17	Besi Plat 680 mm x 400 mm	1
18	Besi Shaft d20 mm	1 m
19	Pillow Block UCPA 206	2
20	I Joint Pneumatik	1
21	Mounting T Pneumatik	2
22	Baut L M10 x 1.5	4
23	Baut dan Mur M12 x 1.75	4

3.3 Jadwal Penelitian

Tabel 9. Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Bulan Ke-					
		1	2	3	4	5	6
1	Identifikasi Masalah	■					
2	Studi Pustaka dan Literatur		■				
3	Rancang Bangun Sistem Elektro Pneumatik		■	■			
4	Rancang Bangun Sistem Mekanik			■	■		
5	Assembly Rubber pusher				■	■	
6	Pengujian Rubber pusher					■	■
7	Pengambilan Data						■
8	Penulisan Laporan Tugas Akhir						■

IV. HASIL KAJIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Gambaran Umum Alat
 - a) Kondisi Sebelum Rancang Bangun



Gambar 12. Kondisi Sebelum Rancang Bangun

Gambar diatas menunjukkan kondisi mesin sebelum dilakukan modifikasi. Dapat dilihat pada gambar 13 pada panah nomor 1. Kondisi sebelum dilakukan pembuatan Rubber Pusher pendorong hanya menggunakan conveyor gravity. Karet yang meluncur akan tersangkut diatas conveyor kemudian operator akan melakukan pendorongan guna mempresisikan karet ke tengah mesin potong karet.

b) Kondisi Setelah Rancang Bangun



Gambar 13. Kondisi Setelah Rancang Bangun

Gambar 14 menunjukkan kondisi mesin setelah dilakukan rancang bangun. Panah 1 menunjukkan silinder pneumatic dan panah 2 menunjukkan alat rubber pusher. Gambaran besar mesin tersebut adalah, terdapat plat pendorong yang nantinya akan berguna sebagai tempat singgah sementara karet sebelum didorong. Terdapat silinder sebagai penggerak yang akan mendorong karet ketika tersangkut untuk mempresisikan karet ditengah mesin pemotong karet.

a) Perhitungan gaya efektif piston

Pada penelitian ini silinder yang digunakan adalah silinder pneumatik dengan diameter 100 mm dan Panjang langkah piston 500 mm serta diameter piston 30 mm. Tipe dari silinder yang digunakan yaitu SMC CDA2T100-500Z. tekanan yang tersedia adalah 6 Bar = 600000 N/m³.

b) Perhitungan luas penampang 1

Berdasarkan penggunaan silinder pneumatik dengan diameter 100 mm apabila sudah diketahui diameter piston dan tekanan yang diberikan maka terlebih dahulu mencari luas penampang tanpa batang

torak. Perhitungan luas penampang silinder menggunakan persamaan (4)

$$A_1 = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2$$

$$A_1 = \frac{1}{4} \times \pi \times 100^2 \text{ mm}^2$$

$$A_1 = \frac{1}{4} \times \pi \times 10000 \text{ mm}^2$$

$$A_1 = 7850 \text{ mm}^2$$

$$A_1 = 0,00785 \text{ m}^2$$

Hasil dari perhitungan diatas yang menggunakan persamaan (4) maka menghasilkan nilai luas penampang sebesar 7850 mm² atau 0,00785 m².

c) Perhitungan gaya maju silinder

Perhitungan gaya maju silinder menggunakan persamaan (5)

$$F_{maju} = A_1 \times P$$

$$F_{maju} = 0,00785 \times 600000 \text{ N/m}^2$$

$$F_{maju} = 4710 \text{ N} \rightarrow 480,2 \text{ Kg}$$

Tabel menunjukkan hasil dari perhitungan gaya efektif maju silinder yang didapat seperti berikut :

Perhitungan luas penampang1	0,00785 m ²
Gaya maju silinder	4710 N → 480,2 Kg
Tekanan	6 bar
Diameter silinder	100mm

Berdasarkan hasil perhitungan dengan tekanan 6 bar dan diameter silinder 100 mm, maka gaya efektif piston pada Rubber pusher pendorong karet yang digunakan pada saat silinder maju adalah sebesar 4710 N Atau 480,2 Kg

d) Perhitungan gaya efektif piston mundur

Berdasarkan penggunaan silinder pneumatik dengan diameter 100 mm maka dapat ditemukan gaya mundur silinder dengan menggunakan Persamaan (2.21).

e) Perhitungan luas penampang 2

Luas penampang dengan batang torak menggunakan Persamaan (6).

$$A_2 = \frac{1}{4} \times \pi \times (D^2 - d^2)$$

$$A_2 = \frac{1}{4} \times \pi \times (100^2 \text{ mm} - 30^2 \text{ mm})$$

$$A_2 = \frac{1}{4} \times \pi \times (9100 \text{ mm}^2)$$

$$A_2 = 714350 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = 0,007143 \text{ m}^2$$

Hasil dari perhitungan diatas yang menggunakan persamaan (6) maka menghasilkan nilai luas penampang sebesar 714350 mm² atau 0,007143 m².

f) Perhitungan gaya mundur silinder

Luas penampang dengan batang torak menggunakan Persamaan (7).

$$F_{mundur} = A_2 \times P$$

$$F_{mundur} = 0,007143 \times 600.000 \text{ N/m}^2$$

$$F_{mundur} = 4285 \text{ N} \rightarrow 436,9 \text{ Kg}$$

Tabel 5 menunjukkan hasil dari perhitungan gaya efektif mundur silinder yang didapat seperti berikut :

Tabel 11. Nilai gaya efektif mundur silinder

Perhitungan luas penampang 2	0,007143 m ²
Gaya mundur silinder	4285 N → 436,9 Kg
Tekanan	6 bar
Diameter silinder	100 mm

g) Menentukan diameter silinder minimum

Berdasarkan beban total yaitu berat plat penyangga sebesar 18 Kg dan berat material karet sebesar 113 Kg dengan total keseluruhan 131 Kg. dengan tekanan yang tersedia yaitu 6 Bar = 600000 N/m³ maka untuk menentukan diameter silinder minimum menggunakan persamaan seperti berikut:

1. Perhitungan beban

Dalam menghitung besar silinder maka pertama ditentukan terlebih dahulu beban yang akan diterima oleh silinder menggunakan persamaan (2.15)

$$F = m \times g$$

$$F = 131 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$F = 1283,8 \text{ N}$$

2. Perhitungan gesekan silinder

Menghitung gaya gesekan yang terjadi menggunakan persamaan (2.16)

$$R = 5\% \times F$$

$$R = 5\% \times 1283,8 \text{ N} = 64,19 \text{ N}$$

3. Menghitung diameter silinder

Untuk menghitung diameter silinder minimum menggunakan persamaan (2.17)

Dengan $P = 600000 \text{ N/m}^2$

$$F = (\pi / 4) \cdot D^2 \cdot P - R$$

$$1283,8 \text{ N} = (3,14/4 \times D^2) \times 600000 \text{ N/m}^2 - 5\% \times 1283,8 \text{ N}$$

$$1283,8 \text{ N} = 0,785 D^2 \times 600000 \text{ N/m}^2 - 64,19 \text{ N}$$

$$1283,8 \text{ N} + 64,19 = 471000 D^2$$

$$D^2 = \frac{1347,99}{471000}$$

$$D = \sqrt{0,0028619}$$

$$D = 0,053 \text{ m}$$

$$D = 53 \text{ mm}$$

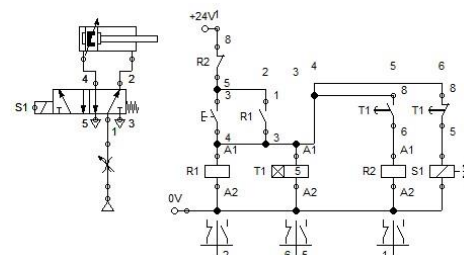
Tabel 6 menunjukkan hasil dari perhitungan diameter silinder minimum yang didapat seperti berikut:

Tabel 12. Hasil perhitungan diameter silinder

Tekanan yang tersedia	6 bar
Massa plat & karet	131 kg
Beban yang diterima	1283,8 N
Gesekan pada silinder	64,19 N
Diameter silinder	53 mm

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan beban dan tekanan angin yang tersedia, maka ukuran minimum diameter silinder yang bisa digunakan sebesar 53 mm.

4. Sistem kontrol



Gambar 14. Rangkaian Elektropneumatik

Sumber elektrik yang digunakan pada rangkaian elektro pneumatik ini adalah 220 VAC. Kemudian untuk input pergerakan silinder pneumatik adalah push button (NO). pada saat push button ditekan maka rangkaian solenoid akan langsung bekerja dan silinder akan langsung maju bersamaan dengan itu timer akan menghitung sesuai dengan waktu yang telah ditentukan pada timer. Ketika timer sudah selesai menghitung maka silinder akan otomatis turun tanpa bantuan push button kemudian rangkaian akan otomatis ter-reset ke kondisi normal.








5. Uji verifikasi sistem elektro pneumatik



Tabel 13. Uji verifikasi sistem elektro pneumatik

No.	Item	Keterangan	Hasil
1.	Silinder	Button Naik ditekan, silinder pneumatik naik	Sesuai
2.	Solenoid Valve	Aktif ketika diberi sumber listrik 220 VAC dan tidak aktif ketika tidak ada sumber listrik	Sesuai
3.	Percobaan Tekanan Silinder	Tekanan angin dapat diatur dengan speed control	Sesuai

6. Proses Pematangan Sebelum Menggunakan Rubber Pusher





Tabel 14. Porses Pemotongan Karet Sebelum Menggunakan Rubber Pusher



No	Prosedur	Waktu	Gambar
1	Ambil karet dari lory menggunakan gancu	5s	
2	Meletakkan karet diatas lifter	10s	
3	Operator naik keatas mesin	15s	
4	Operator mengoperasikan lifter	10s	
5	Karet tersangkut dan operator melakukan dorongan terhadap karet agar presisi	15s	
6	Operator mengoperasikan mesin pemotong	10s	
7	Mesin potong beroperasi	90s	

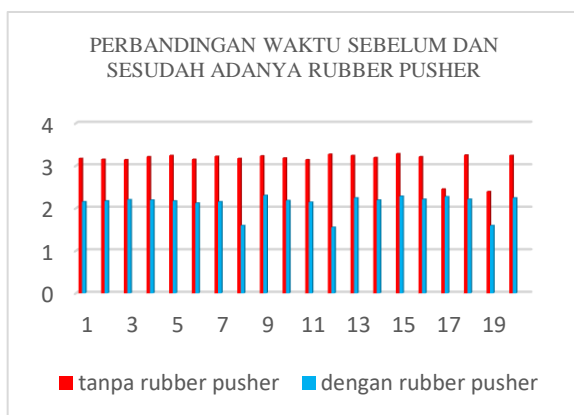
No	Prosedur	Waktu	Gambar
8	Operator menarik karet hasil pemotongan kedalam lory	10s	
9	Operator naik untuk mematikan mesin pemotong karet	20s	

7. Proses Pemotongan Sesudah Menggunakan Rubber Pusher

Tabel 15. Proses Pemotongan Sesudah Menggunakan Rubber Pusher

No	Prosedur	Waktu	Gambar
1	Ambil karet dari lory menggunakan gancu	5s	
2	Meletakkan karet diatas lifter	10s	
3	Operator mengoperasikan mesin lifter	5s	
4	Operator mengoperasikan mesin potong	5s	

No	Prosedur	Waktu	Gambar
5	Mesin potong beroperasi	90s	
6	Operator menarik karet hasil pemotongan kedalam lory	10s	



Gambar 15. Perbandingan Waktu

Dari tabel 27 didapat informasi bahwa waktu pemotongan yang sebelumnya berkisar ± 196 s atau berkisar 3 menit 16 detik. Dirubah dengan adanya Rubber pusher menjadi ± 136 s atau 2 menit 16 detik sehingga mengoptimalkan waktu pemotongan sebanyak ± 60 s atau 1 menit.

8. Hasil Pengendalian Potensi Bahaya

Mengacu kepada panduan K3L tentang hirarki pengendalian risiko potensi bahaya pada lampiran 6. maka pada penelitian ini sudah dilaksanakan pengendalian risiko berupa mengeliminasi potensi bahaya dengan cara rekayasa engineering, yaitu dengan merancang bangun Rubber pusher. Dengan dilakukannya rancang bangun ini maka potensi bahaya yang mengancam operator ketika mendorong karet menggunakan anggota tubuh sudah hilang

V. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dengan dilakukan rancang bangun Rubber pusher dengan kontrol elektro pneumatik pada mesin rubber cutter 04 Plant mixing center maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan material dari kerangka Rubber pusher ini menggunakan besi siku dengan tebal 3 mm, dengan silinder pneumatik yang memiliki diameter silinder 100 mm dan Panjang piston 500 mm.

2. Pada sistem kontrol alat Rubber pusher dengan elektro pneumatik menggunakan selenoid valve elektrik 5/2 dengan single coil. Penggunaan selenoid ini agar silinder pneumatik dapat berhenti di kondisi terakhir meskipun tidak terdapat inputan dari push button. Pada saat pengujian menggunakan sistem elektro pneumatik, alat dapat bekerja sesuai fungsinya.
3. Waktu pemotongan karet sebelum adanya alat Rubber pusher dengan elektropneumatik yaitu sekitar 3 Menit 16 Detik, setelah menggunakan alat Rubber pusher dengan elektro pneumatik ini, cycle time pemotongan karet membutuhkan waktu rata-rata 2 Menit 16 Detik, hal ini menghemat waktu sekitar 1 Menit. Disini terbukti bahwa dengan adanya alat Rubber pusher dengan elektro pneumatik dapat mengurangi waktu pemotongan karet sebesar 30 Persen.
4. Potensi bahaya pada mesin rubber cutter yang terdapat pada tabel hirarc menunjukkan potensi terpeleaset pada saat melakukan tindakan mempresisikan karet yang tersangkut. Dengan adanya alat Rubber pusher membuat hilangnya proses pendorongan karet sehingga potensi bahaya pun hilang.

DAFTAR PUSTAKA

- Ikhshan, I., Razi, M., & Zulkifli, Z. (2021). Rancang Bangun Konstruksi Alat Pencetak Biobriket Dengan Sistem Elektro Pneumatik. *Jurnal Mesin Sains Terapan*, 5(2), 102-106.
- Istiqlalayah, H. (2021). Perancangan Rangka Mesin Pembuat Keripik Umbi Dengan Aplikasi Sistem Pneumatik. *Jurnal Mesin Nusantara*, 3(2), 112–121. <https://doi.org/10.29407/jmn.v3i2.15575>
- Misbah, K., Poernomo, H., & Indrawan, R. (2017). Rancang Bangun Mesin Stapler Siku Kayu Fleksibel Dua Sisi dengan Sistem Elektro pneumatik pada Perusahaan Manufaktur Mebel. 2654.
- Mubarokah, A. M. (2020). Uji Coba Rangkaian Pneumatik Dasar Pada Silinder Single Dan Double Acting Serta Pada Percobaan Workbook Festo A1-A6 Guna Untuk Pembuatan Modul Praktikum Pneumatik Sebagai Panduan Praktikum Mahasiswa Departemen Teknik Mesin Industri.
- Pamungkas, D. K. R. (2017). Rancang Bangun Mesin Pencetak Batik Cap Semi Otomatis Dengan Menggunakan Sistem Elektro-Pneumatik. <http://repository.its.ac.id/48422/>