

Rancang Bangun Sistem Kontrol Elektro Pneumatik Pada Alat Penumbuk Hitanol

Ahmad Yusuf Ardiansyah
Program Studi Teknik Elektronika, Politeknik Gajah Tunggal
ahmad.yusufa@student.poltek-gt.ac.id

Surya Wirawan
Program Studi Teknik Elektronika, Politeknik Gajah Tunggal
surya@poltek-gt.ac.id

ABSTRAK

Hitanol is a granular chemical that is used as a raw material to make compound bladders. The manufacturing process of compound bladder starts by weighing the chemicals. Before the weighing process, hitanol undergoes an agglomeration or accumulation of particles that causes hitanol to agglomerate and makes it difficult for the operator to weigh. As a result, operator has to do the crushing process so that the hitanol returns to granular form. The crushing process is currently being done manually by hitting the hitanol using iron stick. These problems were a driving force in the design of the hitanol crusher with an electro pneumatic system. The results of the design of the hitanol crusher using a double acting cylinder with a stroke length of 250 mm controlled by electric signal. The air flow in the pneumatik cylinder is controlled by a 5/2 single coil solenoid valve that triggered by timer and relay.

Kata Kunci: *Hitanol crusher, Control system, Elektro pneumatic*

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada era globalisasi saat ini perkembangan dunia industri manufaktur terus mengalami perkembangan setiap tahunnya, hal ini menyebabkan persaingan dunia usaha semakin meningkat, dan setiap negara dituntut untuk semakin berkembang supaya kesejahteraan penduduknya merata. Selain itu, setiap perusahaan harus melakukan peningkatan secara berkelanjutan di setiap departemen agar mampu bersaing di era revolusi industri 4.0 dengan sains dan teknologi yang menjadi basis dalam kehidupan manusia. (Sunarto, 2020)

Section Banbury Mixing merupakan proses awal pada *Plant C* yang mengolah karet alam atau sintetis yang dicampur dengan berbagai bahan kimia menjadi suatu produk yang disebut *compound*. *Compound* tersusun atas beberapa jenis *chemical*, salah satunya hitanol. Hitanol merupakan salah satu bahan kimia berupa butiran yang digunakan sebagai bahan baku produksi jenis *compound bladder*. Hitanol berfungsi merekatkan material-material *compound bladder* agar proses vulkanisasi dapat terjadi.

Permasalahan yang terjadi adalah hitanol yang akan digunakan untuk produksi *compound bladder* mengalami aglomerasi hingga berbentuk balok di dalam karungnya. Aglomerasi merupakan penggumpalan atau penumpukan partikel menjadi satu. Sehingga hal ini menyulitkan operator pada saat proses penimbangan dan hitanol perlu ditumbuk agar hancur dan kembali ke bentuk butiran.



Gambar I. Kondisi hitanol sebelum aglomerasi



Gambar II. Kondisi hitanol ketika aglomerasi

Proses penumbukan hitanol yang dilakukan saat ini masih manual dengan cara memukul *pack* hitanol menggunakan tongkat dari besi. Secara terperinci, berikut adalah langkah-langkah proses penumbukan hitanol secara manual :

1. Menyiapkan alat dan bahan penumbuk, yaitu

- berupa besi silinder, pisau, dan hitanol.
2. Operator membuka kardus pembungkus hitanol menggunakan pisau.
3. Kemudian operator meletakkan hitanol tersebut ke meja kerja.
4. Selanjutnya, operator memukul hitanol yang masih terbungkus dengan karung menggunakan besi silinder.
5. Pemukulan dilakukan secara berulang-ulang dan merata pada seluruh permukaan karung hitanol.
6. Operator membalik karung hitanol dan melakukan pemukulan ulang secara merata.
7. Ketika hitanol dirasa sudah rata, kemudian hitanol dituang pada meja kerja.
8. Apabila masih ditemukan hitanol yang belum hancur merata maka operator kembali memukul hitanol tersebut dengan menggunakan besi.
9. Setelah hitanol hancur merata, operator mengambil kardus hitanol selanjutnya dan memulai kembali proses dari langkah pertama.

Berdasarkan kondisi tersebut dikemukakan ide untuk merancang bangun alat penumbuk hitanol dengan menggunakan sistem elektro pneumatik. Dengan adanya alat ini diharapkan mampu untuk mempermudah proses penumbukan.

1.2. Rumusan Masalah

1. Penumbukan hitanol yang dilakukan saat ini masih manual dengan tenaga operator menggunakan tongkat pemukul dari besi.

1.3. Batasan Masalah

1. Penelitian hanya dilakukan pada chemical jenis hitanol.
2. Tidak mengukur tingkat kehancuran hitanol.
3. Tidak mengukur tingkat kekerasan hitanol.
4. Tidak membahas masalah kehandalan alat (*life time*).
5. Tidak menghitung *cost* dan *payback period*.
6. Data hanya diambil dari operator *shift* 1.

1.4. Tujuan Penelitian

1. Untuk merancang bangun sistem kontrol elektro pneumatik pada alat penumbuk hitanol untuk mempermudah proses penumbukan.

1.5. Manfaat Penelitian

1. Mempermudah proses penumbukan hitanol.
2. Menggantikan proses penumbukan secara manual menjadi otomatis dengan sistem elektro pneumatik.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Studi Pustaka

Tabel I. Kajian sebelumnya

Penulis/Tahun	Catatan
Muhammad	Dalam perancangan rangkaian

Ghebby Sofnivagi, dkk (2020)	sistem pneumatik pada mesin pencetak biobriket digunakan silinder <i>double acting</i> dan <i>solenoid valve</i> 5/2.
Aldo Dwi Widyanto, dkk (2021)	Dalam perencanaan alat penumbuk dilakukan perhitungan mengenai spesifikasi silinder pneumatik yang dibutuhkan.
Mirza Saputra, dkk (2022)	Pada mesin <i>press</i> briket dilakukan pengujian dengan metode uji verifikasi sistem elektro pneumatik.

2.2. Landasan Teori

1. Hitanol

Hitanol merupakan salah satu bahan kimia yang diperlukan dalam pembuatan ban dalam dan *bladder*. Hitanol berfungsi sebagai perekat material-material compound *bladder* agar proses vulkanisasi dapat terjadi. (Anggara & Subiyanto, 2019)

2. Sistem elektro pneumatik

a. Menghitung beban silinder

Pada penelitian ini silinder digunakan untuk menghancurkan suatu benda, sehingga beban yang ditanggung oleh silinder adalah gaya yang diperlukan untuk menghancurkan benda tersebut. Beban tersebut dapat diperoleh dari suatu percobaan gerak jatuh bebas. Gerak jatuh bebas merupakan gerak suatu benda yang jatuh vertikal ke bawah yang disebabkan oleh pengaruh gravitasi. Dalam kondisi tersebut, benda hanya dipengaruhi oleh percepatan gravitasi yang tetap dan tidak ada gaya eksternal yang mempengaruhinya (Resnick et al, 2017).

Menurut Resnick et al (2017) pada suatu gerak jatuh bebas ada 3 rumus yang berlaku, yaitu :

a. Rumus untuk menghitung ketinggian (h)

$$h = \frac{1}{2} \times g \times t^2 \quad \dots\dots\dots(1)$$

b. Rumus untuk menghitung kecepatan (v)

$$v = g \times t \quad \dots\dots\dots(2)$$

c. Rumus untuk menghitung waktu (t)

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad \dots\dots\dots(3)$$

Sedangkan gaya yang bekerja pada suatu benda yang bergerak jatuh bebas menurut Resnick et al (2017) ada 2, yaitu :

a. Gaya berat

$$F_1 = m \times g \quad \dots\dots\dots(4)$$

b. Gaya dari momentum

$$\rho = m \times v \quad \dots\dots\dots(5)$$

Konversi momentum menjadi gaya :

$$F_2 = \frac{\rho}{t} \quad \dots\dots\dots(6)$$

Sehingga :

$$\sum F = F_1 + F_2 \quad \dots\dots\dots(7)$$

b. Gesekan silinder

$$R = 5\% \times F \quad \dots\dots\dots(8)$$

c. Perencanaan diameter silinder

$$F = \left(\frac{\pi}{4} \times D^2 \times P\right) - R \quad \dots\dots\dots(9)$$

d. Gaya *outstroke* silinder

$$F_{out} = A_1 \times P \quad \dots\dots\dots(10)$$

$$A_1 = \frac{\pi}{4} \times D^2 \quad \dots\dots\dots(11)$$

e. Gaya *instroke* silinder

$$F_{in} = A_2 \times P \quad \dots\dots\dots(12)$$

$$A_2 = \frac{\pi}{4} \times (D^2 - d^2) \quad \dots\dots\dots(13)$$

3. *Miniature Circuit Breaker* (MCB)

MCB merupakan salah satu jenis dari berbagai *circuit breaker* yang ada. MCB berfungsi sebagai pembatas arus sekaligus pengaman pada suatu instalasi listrik. Berguna untuk pengaman hubung singkat (*short circuit*) dan pengaman beban berlebih (*overload*). Bekerja dengan memutuskan rangkaian secara otomatis jika arus rangkaian melebihi arus nominal pada MCB tersebut. Ada berbagai jenis MCB berdasarkan arus nominalnya, antara lain : 1A, 2A, 10A, 25A, dan lain sebagainya. Bentuk fisik dari MCB dapat dilihat pada Gambar III. (Nugraha & Hasan, 2019)



Gambar III. Bentuk MCB

4. *Solenoid valve*

Solenoid valve merupakan katup yang dikendalikan oleh arus listrik baik DC maupun AC melalui kumparan (solenoida). *Solenoid valve* ini merupakan komponen kontrol yang paling sering digunakan pada sistem fluida. Pada sistem pneumatik, *solenoid valve* berfungsi sebagai pengontrol saluran udara bertekanan menuju aktuator pneumatik (*cylinder*). Bentuk fisik dari *solenoid valve* dapat dilihat pada Gambar IV. (Widyanto & Effendi, 2021)

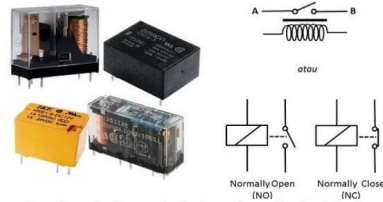


Gambar IV. *Solenoid valve*

5. *Relay*

Relay adalah komponen elektronik berupa saklar (*switch*) yang dioperasikan dengan

menggunakan listrik. *Relay* berfungsi sebagai pengontrol dan pengalih sinyal listrik dengan membuka atau menutup rangkaian listrik sesuai dengan sinyal masukan yang diterima. Bentuk dan simbol *relay* dapat dilihat pada Gambar V. (Nugraha & Hasan, 2019)



Gambar V. Bentuk dan simbol *relay*

6. *Timer*

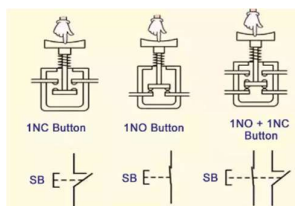
Timer merupakan komponen elektronik yang berfungsi menunda waktu dan bisa diatur sesuai dengan kebutuhan dan *range timer* tersebut. Pada elektro pneumatik digunakan *timer* dengan *supply* listrik AC 220 V. Ketika *timer* menyala, timer akan menghitung mundur dan setelah selesai maka *timer* akan menyalakan *solenoid valve*. Bentuk fisik dari *timer* dapat dilihat pada Gambar VI. (Sanjaya, 2021)



Gambar VI. *Timer*

7. *Push button*

Push button merupakan saklar yang berfungsi menghubungkan dua titik atau lebih pada rangkaian elektronika ketika tombolnya ditekan dan rangkaian akan terputus ketika *push button* dilepas. Ada beberapa tipe *push button*, yaitu tipe *Normally Open* (NO), *Normally Close* (NC), dan tipe NO NC. Konfigurasi dari *push button* dapat dilihat pada Gambar VII. (Riski, 2019)



Gambar VII. Konfigurasi *push button*

8. *Fluidsim*

Fluidsim merupakan sebuah program yang dibuat oleh FESTO Didactic KG yang digunakan untuk simulasi dan visualisasi cara kerja aliran fluida pada sistem pneumatik dan hidrolik serta cara kerja

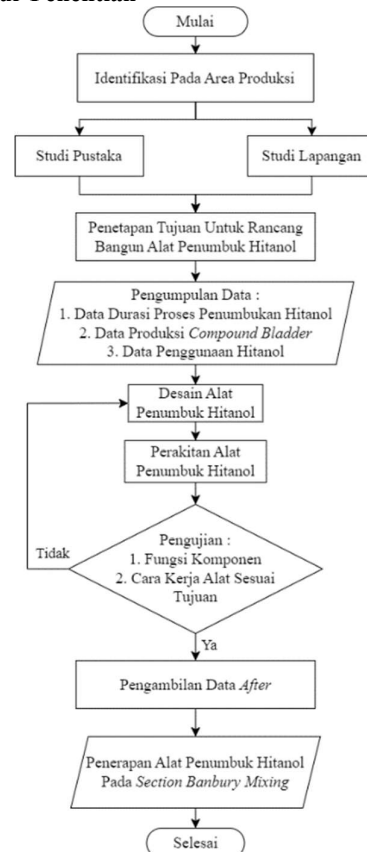
sistem kontrol kelistrikan. Tujuan dari pembuatan rangkaian dalam bentuk simulasi agar dapat memastikan rangkaian dapat bekerja sesuai dengan kebutuhan sistem. (Kunarto & Suherman, 2022)

9. Uji verifikasi sistem

Uji verifikasi sistem bertujuan untuk mengetahui apakah sistem yang dibuat sudah berjalan sesuai dengan fungsi yang diharapkan. Pada sistem elektro pneumatik, uji verifikasi dilakukan pada seluruh komponen yang digunakan pada sistem yang bekerja. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa fungsi dari komponen dan cara kerja dari sistem bekerja dengan baik (Saputra et al, 2022).

III. METODOLOGI KAJIAN

3.1. Alur Penelitian



Gambar IX. Alur penelitian

3.2. Jadwal Penelitian

Tabel II. Jadwal penelitian

No.	Kegiatan	Bulan ke-					
		1	2	3	4	5	6
1	Pengajuan Proposal	█					
2	Identifikasi Pada Area Produksi	█	█				
3	Studi Pustaka	█	█	█			
4	Studi Lapangan	█	█	█	█		

5	Penetapan Tujuan	
6	Pengumpulan Data	
7	Desain Alat	
8	Penumbuk Hitanol	
9	Perakitan Alat	
10	Penumbuk Hitanol	
11	Pengujian Penerapan Alat	
	Penyusunan Laporan	

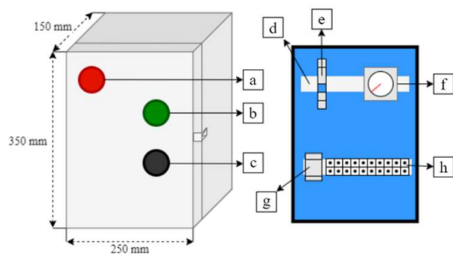
IV. HASIL KAJIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Perancangan Panel

Panel merupakan perangkat yang berfungsi untuk membagi, menghubungkan, dan mendistribusikan tenaga listrik dari pusat atau sumber listrik ke komponen listrik lainnya. Panel yang digunakan pada penelitian ini berfungsi sebagai perangkat kontrol kerja komponen-komponen listrik yang ada di dalamnya sehingga dapat mengoperasikan sistem elektro pneumatik pada alat penumbuk hitanol.

1. Tata letak komponen elektrik pada kotak panel

Komponen-komponen elektrik yang digunakan pada penelitian ini disusun pada sebuah kotak panel dengan ukuran $250 \times 350 \times 150 \text{ mm}$. Tata letak antar komponen harus memperhatikan jarak untuk menghindari arus hubung singkat pada rangkaian. Tata letak komponen elektrik dapat dilihat pada Gambar IX.



Gambar X. Desain panel

Keterangan gambar :

- Emergency switch*
- Push button ON*
- Push button OFF*
- Reludukan komponen
- MCB
- Timer*
- Relay*
- Terminal hub



Gambar XI. Bagian luar panel



Gambar XII. Bagian dalam panel

2. Perhitungan nilai arus MCB

Perhitungan nilai arus *Miniature Circuit Breaker* (MCB) penting dilakukan karena spesifikasi MCB yang digunakan harus sesuai dengan besar arus pada sistem. Untuk menentukan nilai arus MCB yang digunakan perlu diketahui nilai arus yang ada pada sistem. Komponen yang menjadi beban pada penelitian ini adalah 1 buah *solenoid valve*. Nilai tersebut disajikan pada Tabel III sesuai dengan spesifikasi Fontal A06 *series solenoid valve*.

Tabel III. Spesifikasi *solenoid valve*

Parameter	Nilai
Rated voltage	AC 110/220 V
Apparent power (P)	37 VA

Sumber listrik (V) yang digunakan adalah 220 Volt, berdasarkan Tabel III maka nilai arus dapat dihitung sebagai berikut :

$$P = V \times I$$

$$37 \text{ VA} = 220 \text{ V} \times I$$

$$I = 0,168 \text{ A}$$

Nilai arus MCB dihitung dengan mengalikan nilai arus pada sistem dengan *safety factor* yaitu 120%.

$$\text{Nilai Arus MCB} = I \times 120\%$$

$$\text{Nilai Arus MCB} = 0,168 \text{ A} \times 120\%$$

$$\text{Nilai Arus MCB} = 0,2 \text{ A}$$

Nilai arus MCB yang paling mendekati 0,2 A adalah 2 A. Menyesuaikan dengan ketersediaan komponen di *Section Banbury Mixing* digunakan MCB dengan nilai arus 4 A.

4.2. Sistem Kontrol Elektro Pneumatik

1. Menentukan diameter silinder

- Perhitungan beban

Uji coba dilakukan dengan plat besi dengan massa (m) 2 Kg yang dijatuhkan pada ketinggian (h) 0,5 m dari atas sampel hitanol. Hitanol yang digunakan bermassa 1 Kg dan percepatan gravitasi (g) diasumsikan 9,81 m/s^2 . Sehingga berdasarkan persamaan (3) :

$$t = \sqrt{\frac{2 \times 0,5 \text{ m}}{9,81 \text{ m/s}^2}}$$

$$t = 0,319 \text{ s}$$

Selanjutnya ke persamaan (2) seperti berikut.

$$v = g \times t$$

$$v = 9,81 \text{ m/s}^2 \times 0,319 \text{ s}$$

$$v = 3,129 \text{ m/s}$$

Gaya pertama adalah gaya berat seperti pada persamaan (4), yaitu :

$$F_1 = 2 \text{ Kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$F_1 = 19,62 \text{ N}$$

Selanjutnya, gaya yang dihasilkan dari tumbukan seperti persamaan (5).

$$p = 2 \text{ Kg} \times 3,129 \text{ m/s}$$

$$p = 6,258 \text{ Kg.m/s}$$

Konversi momentum menjadi gaya sebagai berikut :

$$F_2 = \frac{6,258 \text{ Kg.m/s}}{0,319 \text{ s}}$$

$$F_2 = 19,61 \text{ Kg.} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 19,61 \text{ N}$$

$$\sum F = F_1 + F_2 = 19,62 \text{ N} + 19,61 \text{ N} = 39,23 \text{ N}$$

Dari perhitungan di atas, diperoleh gaya yang dibutuhkan untuk menghancurkan 1 Kg Hitanol adalah 39,18 N. Sehingga untuk menghancurkan 1 pack hitanol dengan massa 20 Kg diperlukan gaya sebesar 784,6 N.

b. Perhitungan gesekan silinder

$$R = 5\% \times 784,6 \text{ N}$$

$$R = 39,23 \text{ N}$$

c. Perhitungan diameter silinder

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

$$784,6 \text{ N} = \left(\frac{3,14}{4} \times D^2 \times 480.000 \right) - 39,23 \text{ N}$$

$$823,83 \text{ N} = (D^2 \times 376.800 \text{ N/m}^2)$$

$$D = \sqrt{\frac{823,83 \text{ N}}{376.800 \text{ N/m}^2}}$$

$$D = \sqrt{0,00218 \text{ m}^2}$$

$$D = 0,0467 \text{ m}$$

$D = 46,7 \text{ mm}$ Berdasarkan hasil perhitungan di atas diperoleh diameter silinder minimum yang boleh digunakan adalah 17,917 mm. Dengan ketersediaan silinder dari peralatan yang dipakai, digunakan silinder pneumatik KCC dengan diameter 100 mm dengan tipe ACM-N B100-S250.

2. Gaya efektif silinder

Silinder pneumatik ACM-N B100-S250 memiliki diameter silinder (D) 100 mm dan diameter batang *torak* (d) 30 mm.

a. Perhitungan luas penampang 1

$$A_1 = \frac{3,14}{4} \times 100^2$$

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

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

b. Perhitungan gaya *outstroke* silinder

$$F_{out} = 0,00785 \text{ m}^2 \times 480.000 \text{ N/m}^2$$

$$F_{out} = 3768 \text{ N}$$

Sehingga dari gaya *outstroke* yang dihasilkan mampu menghancurkan hitanol yang membutuhkan gaya lebih dari 784,6 N.

c. Perhitungan luas penampang 2

Perhitungan luas penampang silinder dengan batang *torak* menggunakan persamaan (13) :

$$A_2 = \frac{3,14}{4} \times (100^2 - 30^2)$$

$$A_2 = 7143,5 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = 0,0071435 \text{ m}^2$$

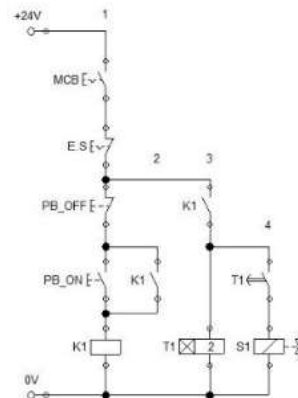
d. Perhitungan gaya *instroke* silinder

$$F_{in} = 0,0071435 \text{ m}^2 \times 480.000 \text{ N/m}^2$$

$$F_{in} = 3428,88 \text{ N}$$

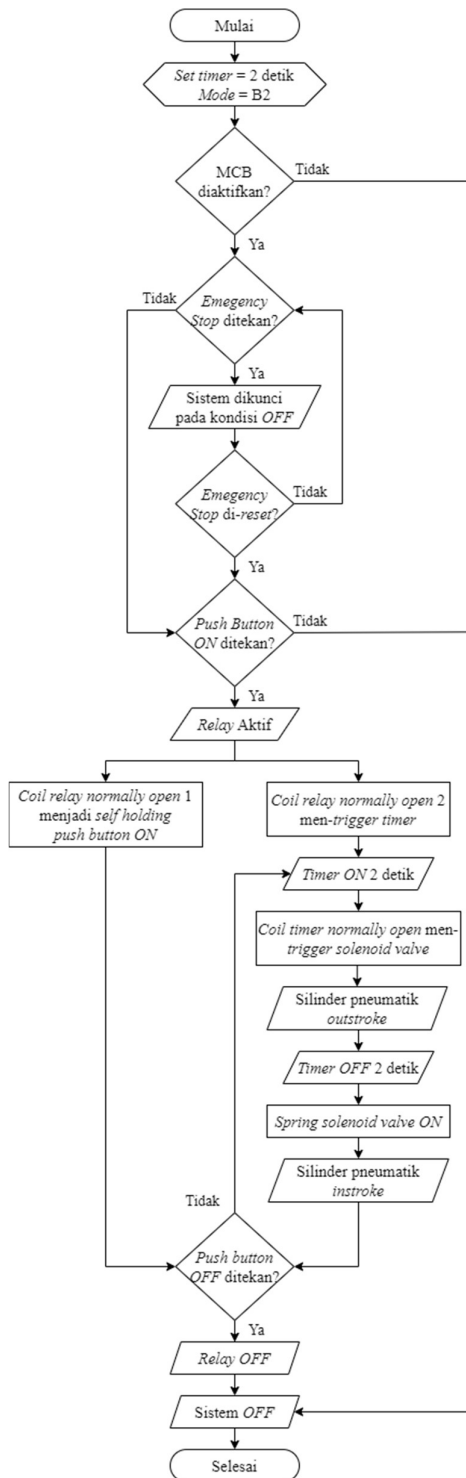
3. Cara kerja alat penumbuk

Cara kerja alat penumbuk diperlihatkan pada Gambar XII. Sedangkan *wiring diagram* cara kerja alat penumbuk dibuat dengan menggunakan perangkat lunak *fluidsim*.

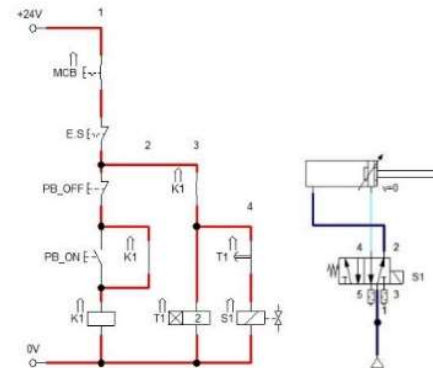


Gambar XIII. Rangkaian kondisi *off*

Ketika sistem dinyalakan maka akan men-trigger *relay* sebagai *self holding* sekaligus menyalakan *timer*. *Timer* OMRON H3CR-A8 diatur 2 detik pada *mode* B2 yang bekerja secara *looping*. Ketika *timer ON*, maka kondisi NO akan bekerja dan men-trigger *coil solenoid valve* pada S1 seperti pada Gambar XI.

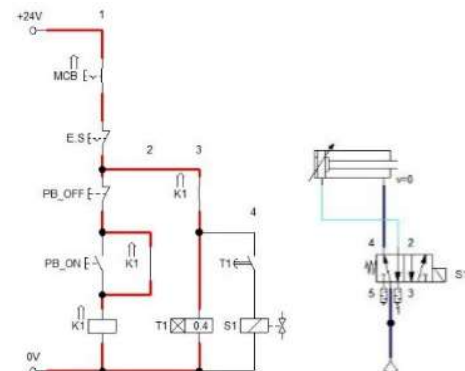


Gambar XIV. Diagram alir cara kerja alat



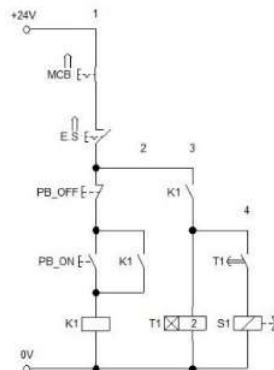
Gambar XV. Rangkaian kondisi *outstroke*

Setelah 2 detik, silinder akan *instroke* yang disebabkan oleh *spring* yang terdapat pada *solenoid valve* dengan waktu yang sama yaitu 2 detik. Hal ini akan mengatur ulang *timer* dan sistem akan *looping* seperti pada Gambar VIII.



Gambar XVI. Kondisi *instroke* dan menuju *looping*

Ketika *push button OFF* atau *emergency switch* ditekan maka rangkaian akan terputus.



Gambar XVII. Kondisi *emergency switch* ditekan

4.3. Uji Verifikasi

Tabel IV. Uji verifikasi

Item	Fungsi	Hasil
MCB	MCB dapat memutus dan mengalirkan arus listrik	Sesuai
<i>Emergency switch</i>	<i>Emergency switch</i> dapat memutus rangkaian dan mengunci sistem	Sesuai
<i>Push button ON</i>	<i>Push button ON</i> ditekan dapat mengalirkan arus listrik menuju <i>relay</i>	Sesuai
<i>Push button OFF</i>	<i>Push button OFF</i> ditekan dapat memutus arus listrik	Sesuai
<i>Relay</i>	<i>Relay</i> dapat berfungsi sebagai <i>self holding push button ON</i>	Sesuai
	<i>Relay</i> dapat berfungsi sebagai penghubung aliran listrik	Sesuai
	<i>Relay</i> dapat berfungsi sebagai pemutus aliran listrik	Sesuai
<i>Timer</i>	<i>Timer</i> bekerja selama 2 detik, silinder <i>outstroke</i>	Sesuai
	<i>Timer</i> bekerja selama 2 detik, silinder <i>instroke</i>	Sesuai
	<i>Timer looping</i>	Sesuai
<i>Solenoid Valve</i>	<i>Coil S1</i> akan men-trigger <i>solenoid valve</i> untuk mengalirkan angin gerakan <i>outstroke</i>	Sesuai
	Setelah 2 detik, <i>spring solenoid valve</i> bekerja dan silinder <i>instroke</i>	Sesuai
Silinder	<i>Coil S1 on</i> , silinder <i>outstroke</i> 2 detik	Sesuai
	Setelah 2 detik, silinder <i>instroke</i> selama 2 detik	Sesuai

4.4. Perbandingan *Before* dan *After*

1. Perbandingan proses penumbukan
 - a. Proses penumbukan sebelum adanya alat penumbuk hitanol



Gambar XVIII. Proses penumbukan manual

Proses penumbukan hitanol awalnya dilakukan secara manual yaitu dengan cara

menumbuk menggunakan pipa besi berdiameter 50 mm dengan panjang 500 mm. Operator memukul karung hitanol secara berulang-ulang hingga hitanol hancur. Kemudian, operator membalik lagi karung hitanol dan memukulnya secara berulang-ulang lagi hingga hancur. Setelah hitanol dirasa hancur operator membuka karungnya dan menuangkan ke meja penampung hitanol. Ketika masih ditemukan hitanol yang belum hancur, operator harus memukulnya lagi hingga seluruh hitanol hancur.

- b. Proses penumbukan setelah adanya alat penumbuk hitanol



Gambar XIX. Proses penumbukan dengan alat

Alat penumbuk hitanol ini ditujukan agar operator tidak lagi menumbuk hitanol secara manual menggunakan besi. Operator cukup memasukkan hitanol yang ke bawah mata penumbuk menggunakan alat bantu besi penggaruk. Kemudian operator menekan tombol *push button ON*, dan penumbuk mulai bekerja. Alat penumbuk akan berhenti ketika tombol *push button OFF* atau *emergency switch* ditekan.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dalam rancang bangun alat penumbuk hitanol, maka dapat disimpulkan bahwa alat penumbuk hitanol dirancang otomatis dengan menggunakan silinder pneumatik yang dikontrol oleh sinyal elektrik. Proses penumbukan yang awalnya dilakukan secara manual dengan cara memukul hitanol menggunakan tongkat besi, digantikan dengan cara menekan *push button* pada panel kontrol. Terdapat 3 buah tombol sebagai kontrol utama pada alat penumbuk hitanol, yaitu *push button ON*, *push button OFF*, dan *emergency switch*.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggara, N. W., Subiyanto R. (2019). Rancang Bangun Alat Penumbukan Hitanol Dengan Sistem Pneumatik Untuk Mengurangi Cycle time. Tugas Akhir. Tangerang : Politeknik Gajah Tunggal

- Kunarto, K., & Suherman, A. (2022). Analisa Pengaruh Perbedaan Diameter Hose Hydraulic Terhadap Unjuk Kerja Piston Pada Hidrolik Car Wash Dengan Menggunakan Modul Smc Dan Festo Fluidsim. *JURNAL TEKNIK MESIN*, 9(2).
- Nugraha, A. R., & Hasan, A. (2019). Kendali Perangkat Elektronik Menggunakan Aplikasi Berbasis Web Menggunakan Arduino. *Jurnal Manajemen dan Teknik Informatika (JUMANTAKA)*, 3(1).
- Resnick, R., Halliday, D., & Krane, K. S. (2017). Fisika, Jilid 1(5th ed.). Erlangga. 43-50.
- Riski, M. D. (2019). Rancang Alat Lampu Otomatis Di Cargo Compartment Pesawat Berbasis Arduino Menggunakan Push Button Switch Sebagai Pembelajaran Di Politeknik Penerbangan Surabaya. In *Prosiding SNITP (Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan)* (Vol. 3, No. 2).
- Sanjaya, F. (2021). Perancangan Back-Up Power Pln Berkapasitas 100 Ah/12v untuk CCTV Pengeamanan Rumah (Doctoral dissertation).
- Saputra, M., ARIEFIN, A., & AK, Z. A. Z. (2022). Rancang Bangun Sistem Elektro Pneumatik Pada Mesin Press Briket. *Jurnal Mesin Sains Terapan*, 6(2), 97-103.
- Sofnivagi, M., Razi, M., & Hasrin, H. (2020). Rancang Bangun Sistem Elektro Pneumatik Untuk Mesin Pencetak Biobriket. *Jurnal mesin sains terapan*, 4(1), 45-49.
- Sunarto, A. (2020). Pengembangan Sumber Daya Manusia dengan Berbasis Inovasi Untuk Menghadapi Revolusi Industri 4.0. *Jurnal Ilmiah MEA (Manajemen, Ekonomi, & Akuntansi)*, 4(2), 397-407.
- Widyanto, A. D., & Effendi, R. (2021). Perancangan Dan Pembuatan Alat Penumbuk Ketan Kapasitas 40 Kg/Jam Dengan Menggunakan Sistem Pneumatik. *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, 16(1), 14-22.