

OTOMATISASI SISTEM PENGGERAK *ELECTROPNEUMATIC* PADA MESIN GERINDA POTONG

Yeremia Yudistira Fredrik Pua, Jotje Rantung, Charles S. C. Punuhsingon

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado

ABSTRAK

Untuk melakukan pemotongan benda kerja, mesin gerinda potong elektro-pneumatik yang ada di Laboratorium Teknik Mesin UNSRAT masih berjalan dengan bantuan tenaga manusia. Proses ini memerlukan waktu yang lebih lama dan mengurangi efisiensi waktu.

Dengan demikian, penelitian ini melakukan upaya untuk menerapkan teknologi produksi berkelanjutan melalui desain dan pengembangan sistem otomatis material kerja untuk mesin gerinda potong elektropneumatik. Hasil perancangan dan prototipe akhir untuk otomatisasi sistem penggerak elektro-pneumatik pada mesin gerinda potong dikumpulkan selama proses perancangan. Semuanya dibangun dengan sukses sesuai dengan rencana. Menggabungkan semua spesifikasi produk yang diperlukan menjadi prototipe akhir. Ini termasuk gerinda potong, rangkaian pengontrol elektropneumatik dengan panelnya, dan rangkaian pengontrol air. Selain itu, gambaran tentang cara kerja pneumamatik dengan sistem elektro-pneumatik mesin gerinda potong diperoleh. Hasil pengujian menunjukkan bahwa prototipe otomatisasi sistem penggerak elektro-pneumatik bekerja dengan baik. Pengujian dilakukan pada solenoid valve 5/3 dengan diberi tegangan 24 Volt DC dan tekanan udara 6 bar dapat melakukan fungsi dengan baik.

Pengujian kerja pada mesin potong dengan penggerak elektro-pneumatik menunjukkan mesin potong dapat bekerja dengan baik dan sesuai dengan hasil perancangan. Ketika diberi tegangan arus input 220 Volt AC pada power supply dengan output power supply 24 Volt AC dapat mengaktifkan komponen yang menggunakan arus 24 Volt DC alat ini akan lebih sempurna jika dikembangkan dengan penambahan plc sebagai komponen kontrol elektro-pneumatik agar alat bisa lebih presisi saat beroperasi melakukan pemotongan benda kerja

Kata kunci : Otomatis, elektro-pneumatik, mesin pemotong.

ABSTRACT

To cut the workpiece, the electro-pneumatic grinding machine in the Mechanical Engineering Laboratory of UNSRAT is still running with the help of human labor. This process requires a longer time and, which reduces time efficiency.

Thus, this research made an effort to implement sustainable production technology through the design and development of an automated work material system for the electro-pneumatic cutting grinding machine. The design results and the final prototype for the automation of the electro-pneumatic drive system on the cutting grinding machine were collected during the design process. Everything was built successfully according to the plan. Combining all the necessary product specifications into a final prototype. This included the cut-off grinder, the electropneumatic controller circuit with its panel, and the water controller circuit. In addition, an overview of how the pneumamatics work with the electro-pneumatic system of the cut-off grinding machine was obtained.

sting work on the cutting machine with electro-pneumatic drive shows the cutting machine can work properly and in accordance with the results of the design. When given a 220 Volt AC input current Voltage on the power supply with a 24 Volt AC power supply output can activate components that use 24 Volt DC current.

This tool will be more perfect if it is developed with the addition of PLC as an electro-pneumatic control component so that the tool can be more precise when operating cutting workpieces.

Key words : Automatic, electro-pneumatic, cutting machine.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring perkembangan industri yang semakin pesat, kebutuhan akan suatu produk di pasaran juga pasti meningkat. Lebih dari itu, perkembangan teknologi saat ini yang semakin hari semakin canggih para milenial dituntut untuk dapat merancang maupun mengembangkan suatu alat yang sudah ada

agar dapat memudahkan manusia dalam melakukan sebuah pekerjaan. Untuk itu berbagai teknik dikembangkan diantaranya pengerjaan pemotongan material pipa logam dengan mesin gerinda potong. Penggunaan mesin gerinda potong konvensional membutuhkan waktu dan tenaga yang cukup banyak sehingga mengurangi efisiensi waktu dan tenaga.

1.1 Rumusan Masalah

Masalah yang akan ditangani pada penelitian ini adalah pengembangan mesin potong *cut off* pneumatik semi-otomatis

1.2 Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian ini adalah pengembangan mesin potong *cut off pneumatik* semi-otomatis menjadi otomatis

1.3 Tujuan Penelitian

Mengembangkan mesin potong *cut off pneumatic* semi otomatis yang sudah dibuat sebelumnya agar bisa beroperasi secara otomatis

1.4 Manfaat Penelitian

Menyempurnakan mesin potong *cut off pneumatic* yang sudah ada agar lebih mudah untuk digunakan dan bisa menjadi referensi bagi peneliti selanjutnya.

2 LANDASAN TEORI

2.1 Otomatisasi

Otomatisasi suatu aktifitas yang di dalamnya teknologi sangat berperan besar karena semua pekerjaan ditangani oleh sistem yang terkontrol dengan campur tangan yang minimal dari manusia. Dengan otomatisasi pekerjaan juga menjadi lebih cepat, efektif dan lebih presisi

2.2 Mesin Gerinda

Mesin gerinda pemotong adalah alat yang termasuk dalam kategori *power tool* yang digunakan untuk memotong berbagai benda kerja yang mempunyai ukuran tidak terlalu tebal. Memotong segala jenis material dengan cara menyesuaikan mata potong yang dipasang pada gerinda



Gambar 2.1 Gerinda Pemotong

2.3 Aktuator Pneumatik

Silinder terdiri dari tabung dan penutup silinder, piston dengan seal, batang piston, bantalan, ring pengikis, dan bagian penyambungan.



Gambar 2.2 Aktuator Pneumatik *Double Acting Cylinder*

2.4 Sistem Solenoid Valve

Solenoid *valve* adalah sebuah alat yang fungsinya mengatur tekanan pada sistem fluida, solenoid *valve* bekerja dengan arus listrik melalui kumparan atau solenoida. Sebagai contoh pada suatu sistem pneumatik solenoid *valve* bekerja mengatur aliran udara bertekanan menuju aktuator pneumatik atau silinder pneumatik. (Wirawan Sumbodo, 2017)

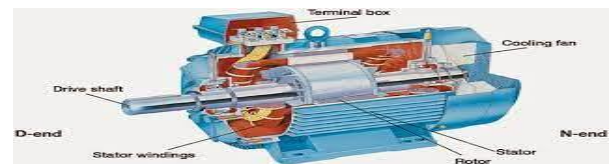


Gambar 2.3 solenoid valve single 5/2

Membuka aliran 1 ke 2 (katup 5/2)	12	Y
Membuka aliran 1 ke 4 (katup 5/2)	14	Z

2.5 Motor penggerak Listrik

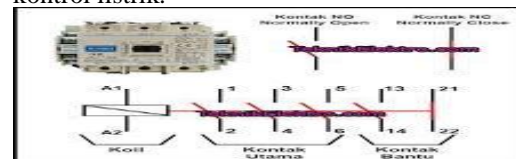
Motor listrik adalah sebuah perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik.



Gambar 2.4 Motor Listrik

2.6 Kontaktor

Kontaktor merupakan suatu komponen listrik yang mampu digunakan untuk menyambungkan atau memutuskan arus listrik bolak-balik (AC). Komponen ini biasa disebut juga bersama dengan relay contactor yang biasanya terdapat terhadap panel kontrol listrik.



Gambar 2.5 Kontaktor

2.7 Relay

Relay adalah komponen elektronika yang fungsinya memutus hubungkan arus listrik kecil menjadi lebih besar menggunakan sistem elektromagnetik, secara umum *relay* banyak digunakan pada rangkaian rangkaian elektronik untuk mengontrol arus yang masuk dan arus yang keluar (kelasplc, 2022)



Gambar 2.6 Relay

2.8 Limit Switch

Limit switch termasuk dalam jenis saklar yang menutup ketika katup tidak ditekan, limit switch berfungsi sebagai saklar mekanis yang diletakkan ditempat tertentu dan akan berfungsi ketika ada perubahan mekanis. (Alfstudio, 2021)



Gambar 2.7 Limit switch

2.9 Timer Delay Relay (TDR)

Timer delay relay adalah komponen elektronik yang berfungsi untuk menunda atau mengontrol waktu terhadap alat-alat yang dikendalikan. Karena time delay relay adalah pengontrol waktu untuk peralatan yang dikendalikan, tentu memiliki fungsi bagi penggunaannya. Selain itu juga untuk mengubah mekanisme suatu mesin dalam delay waktu tertentu.



Gambar 2.8 Timer Relay Delay (TDR)

2.10 Persamaan Perancangan Dasar Sistem Pneumatik

Gaya yang dihasilkan silinder atau gaya piston silinder berbanding lurus dengan luasan silinder dan besar tekanan yang digunakan didalam rangkaian pneumatik. Besar gaya piston tersebut dapat dicari menggunakan persamaan, yaitu:

a. Gaya dorongan silinder

Gaya dorong silinder dapat dihitung dari diameter tabung silinder, diameter piston rod dan tekanan udara dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.1)

$$Fp = \frac{\pi}{4} D^2 \cdot P \cdot \mu \dots\dots\dots(2.1)$$

b. Gaya tarikan silinder

Gaya tarikan silinder dapat dihitung dari diameter tabung silinder, diameter piston rod dan

tekanan udara dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.2)

$$Fp = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) P \cdot \mu \dots\dots\dots(2.2)$$

dengan;

Fp = gaya dorong silinder (N)

D = diameter silinder (cm)

d = diameter stroke/ piston (cm)

P = tekanan udara (N/cm²)

μ = koefisien tekanan beban (N)

3 METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian ini akan dilaksanakan selama 3 bulan dari bulan february sampai april 2023. Perancangan akan dilakukan di Laboratorium Manufaktur dan Otomasi, jurusan Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi Manado

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat untuk penelitan menggunakan perangkat lunak dan perangkat keras. Perangkat lunak yang (software)digunakan, yaitu:

1. festo fluidsims 2020 yang digunakan untuk merancang sistem electro-pneumatic
2. penyusunan skripsi dilakukan dengan perangkat lunak Microsoft Office Word.

Tabel 3.1 Perangkat keras alat yang akan digunakan pada penelitian ini adalah :

No	Alat	Jumlah (unit)
1	solder	1
2	obeng minus (-)	1
3	obeng plus (+)	1
4	mesin las	1
5	gerinda	1
6	tang pemotong kabel	1
7	Cutter	1
8	gunting	1
9	kunci ring	1
10	kunci pas	3

Tabel 3.2 Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

No	Bahan	Jumlah
1	Besi siku	1 ujung
2	Kabel	20 meter
3	Limit switch	3 buah
4	Baut,ring, dan mur M8	20 pasang
5	Selang udara bertekanan	3 meter
6	Silinder pneumatik	1 buah
7	Fitting pneumatik	4 buah

3.3 Prosedur penelitian

Langkah-langkah penelitian Otomatisasi Sistem Penggerak *Electropneumatic* Pada Mesin Gerinda Potong adalah sebagai berikut:

3.3.1 Studi Pustaka

Studi pustaka yang merupakan dasar dari proses penelitian ini dimana dilakukan pencarian materi-materi pendukung mengenai sistem otomatisasi mesin potong *cut off* pneumatik Proses pengembangan dimulai dengan pengamatan mesin gerinda potong elektro-pneumatik. Setelah itu, dipilih dan dicari bahan yang akan digunakan.

3.3.2 Tahap Perancangan

Perancangan sistem otomatisasi menggunakan *software festofluidsim* agar memudahkan dalam proses pembuatan

3.3.3 Tahap perakitan

Perakitan dilakukan sesuai dengan rancangan yang sudah dirancang pada *software festofluidsim*

3.3.4 Tahap pengujian sistem otomatisasi mesin *cut off* pneumatik

Dalam tahap ini mesin *cut off* diuji apakah berfungsi sesuai dengan perencanaan jika berhasil maka dilanjutkan pada proses selanjutnya apabila tidak maka akan dilakukan kembali proses kalibrasi pada sistem otomatisasi

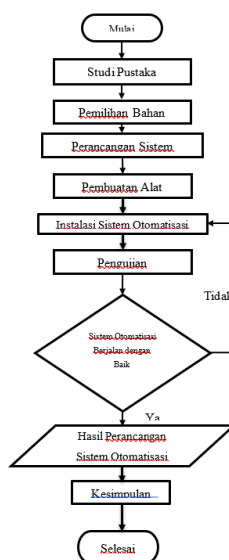
3.3.5 Tahap analisis dan pembahasan

Tahapan ini akan menyimpulkan langkah langkah dalam penelitian sistem otomatisasi mesin *cut off* pneumatik

3.3.6 Kesimpulan dan saran

Pada tahapan ini akan menarik kesimpulan dan saran berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan

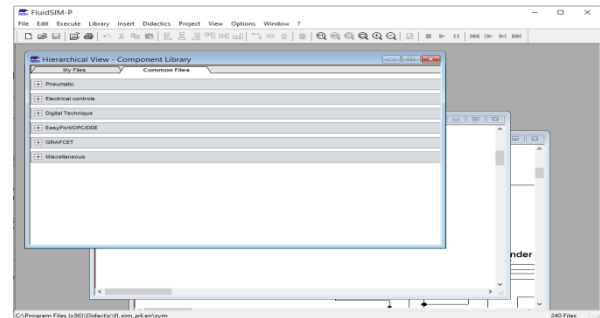
3.4 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

3.5 Pengembangan Penggerak Elektro pneumatik

Perancangan rangkaian sistem elektro pneumatik menggunakan *software festo fluidsimsim*, perancangan ini akan menetapkan komponen yang akan digunakan sebagai sistem pengontrol pada sistem elektro-pneumatik dan selanjutnya dilakukan proses instalasi (wiring).



Gambar 3.2 Sistem penggerak Elektro-pneumatik

3.6 Pengolahan data

3.6.1 Sumber Data

1 Data Primer

Data langsung diperoleh dari objek pelaksanaan penelitian, yaitu membuat otomatisasi sistem penggerak *electropneumatic* pada mesin gerinda potong di Laboratorium Teknik Mesin Unsrat.

2 Data Sekunder

Data dikumpulkan dari referensi yang berkaitan dengan sistem otomatisasi dan studi sebelumnya (Saputra, 2021) (Panjaitan, 2023)

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Perhitungan Gaya Kerja Silinder Pneumatik Ragum

Gaya dorong silinder tabung silinder, diameter piston rod A adalah 25 mm x 150 mm untuk nilai μ diambil 0,85 (tenaga fluida pneumatik, 1991 :L78) dengan tipe *double acting silinder* karena diperlukan gerakan maju dan mundur.

a. gaya dorong silinder ragum bisa diketahui dengan menggunakan persamaan (2.1)

$$F_p = \frac{\pi}{4} D^2 \cdot P \cdot \mu$$

Data yang diketahui;

$$D = 150 \text{ mm} = 15 \text{ cm}$$

$$d = 25 \text{ mm} = 2,5 \text{ cm}$$

$$P = 6 \text{ bar} = 60 \text{ N/cm}^2$$

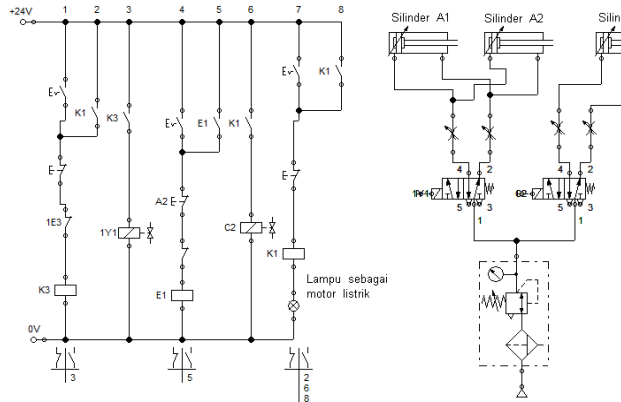
$$P = 6 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$\mu = 0,85 \text{ N}$$

$$F_{\text{dorong}} = \frac{\pi}{4} (15\text{cm})^2 \cdot 60 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} \cdot 0,85 = 9016 \text{ N}$$

4.1.2 **Sirkuit Elektro-Pneumatik**

Rangkaian sistem elektro-pneumatik menggunakan *software festo fluids*. Proses perancangan rangkaian sudah ditetapkan penggunaan komponen pengontrol pada rangkaian otomatisasi elektro-pneumatik selanjutnya dilakukan proses instalasi (*wiring*). Rangkaian sistem elektro-pneumatik ditunjukkan pada Gambar 4.1.



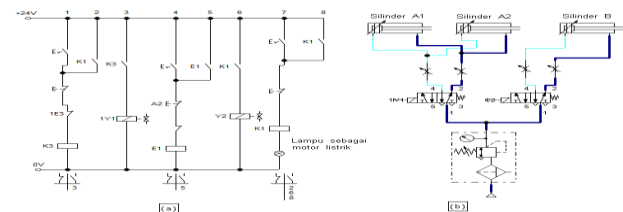
Gambar 4.1 Rangkaian Sistem Elektro-Pneumatik.

Tabel 4.1 keterangan gambar 4.1

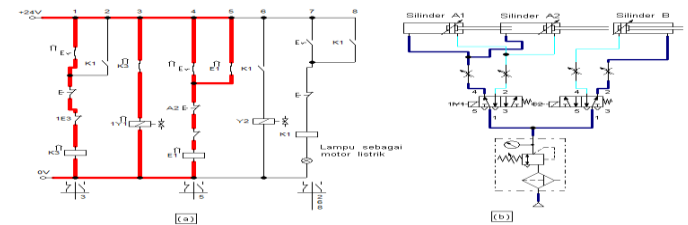
Simbol	Keterangan
	Double acting cylinder
	Throttle valve
	Configurable 5/n way valve
	Air service unit
	Pushbutton (break)
	Detent switch (make)
	Pushbutton (make)
	Make switch
	Relay
	Valve solenoid
	Indicator light

Pengoperasian sistem elektro-pneumatik ditunjukkan melalui gambar sebagai berikut Rangkaian sistem elektro-pneumatik dalam kondisi siap beroperasi

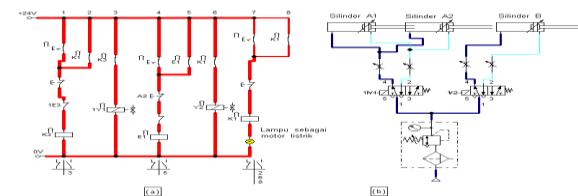
seperti pada Gambar 4.2. Garis tebal berwarna biru pada Gambar 4.2 menandakan selang pneumatic terisi udara. Garis tebal warna merah menandakan terisi aliran listrik, garis tebal warna hijau menandakan terisi udara. Pada proses ini ragum 1 dan 2 menjepit logam yang berada diatas konveyor. Proses berlanjut seperti pada Gambar 4.4 dengan pemotongan logam yaitu relay K1 diberi energi dan terhubung ke solenoid Y2.



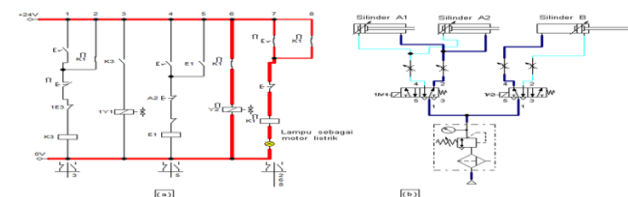
Gambar 4.2 model sistem elektro pneumatik saat kondisi siap



Gambar 4.3 model sistem saat on (start). Piston A1 dan A2 maju



Gambar 4.4 model sistem saat on (start). Piston A3 maju

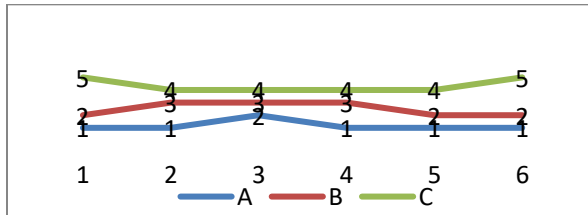


Gambar 4.5 model Sistem saat ON (start). Piston A1,A2,A3 mundur

4.1.3 **Diagram Gerak Langkah Silinder**

Saat silinder berada dalam posisi normal dengan diagram notasi, silinder diam, tetapi ketika tombol push ditekan, silinder akan bergerak baik

maju maupun mundur, seperti yang ditunjukkan pada gambar diagram gerak langkah, di mana A adalah silinder pneumatik ragum dan adalah silinder pneumatik pemotong.



Gambar 4.6 Diagram Gerak Langkah

Keterangan :

- A = Silinder lengan pemotong
- B = Silinder ragum
- C = Konveyor

Tabel 4.2 keterangan diagram gerak langkah

	1	2	3	4	5	6
A	Mundur	Mundur	Maju	Mundur	Mundur	Mundur
B	Mundur	Maju	Maju	Maju	Mundur	Mundur
C	Maju	Diam	Diam	Diam	Diam	Maju

4.2 Pembahasan penelitian

4.2.1 Pengujian Gerak Silinder Pneumatik

Pengujian dilakukan dengan mengalirkan udara yang dikontrol dari solenoid valve 5/3 dengan tegangan 24 Volt DC dan tekanan udara 6 Bar. Ketika koil tidak aktif, silinder akan diam, dan ketika koil aktif, silinder akan bergerak. Kecepatan silinder pneumatik dapat disesuaikan dengan jenis material yang akan dipotong, sehingga silinder dapat bergerak dengan stabil.

4.2.2 Pengujian Rangkaian Pengontrol Pneumatik

Pengujian sistem rangkaian elektro-pneumatik melibatkan pengujian setiap komponen dari power supply, relay, solenoid valve, filter regulator lubricator, dan valve kontrol. Setelah perakitan selesai, dilakukan pengujian pada benda kerja yang terbuat dari besi ulir ukuran 16mm, yang menunjukkan bahwa penjepit benda kerja bekerja dengan baik secara elektro-pneumatik dalam waktu yang singkat. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penjepit benda kerja bekerja dengan baik secara elektro-pneumatik dalam waktu 3,10 detik, yang merupakan waktu ideal 12,55 detik dengan tangan manusia, dan pemotongan benda kerja bekerja dengan baik secara elektro-pneumatik dalam waktu 9,4 detik, yang merupakan waktu ideal 30,15 detik dengan tangan manusia..



Gambar 4.7 Pengujian Proses Pemotongan

4.2.3 Proses Pengujian Mesin Gerinda Potong

Sistem pengoperasian mesin gerinda pemotong berjalan secara otomatis dengan penambahan limit switch pada posisi tertentu, berikut adalah prosedur sistem pengoperasi pada mesin gerinda potong

1. memutar selector switch ke posisi ON pada panel pengontrol yang menunjukkan lampu indicator kuning menyala dan timer delay relay aktif dengan pengaturan waktu selama 10 detik. Setelah timer berhenti maka sistem konveyor mulai beroperasi dengan posisi benda kerja sudah di atar konveyor



Gambar 4.8 Panel Kontrol Selector Swtch ON

2. benda kerja menabrak stoper (*limit switch 1 NO ON*) sehingga mengaktifkan mesin gerinda dan ragum dan juga mematikan konveyor (*Limit switch 1 NC OFF*) sehingga benda kerja dapat terjepit.
3. ketika ragum menjepit disaat yang bersamaan mengaktifkan lengan pemotong (*limit switch 2 NO ON*)
4. saat benda kerja sudah terpotong maka sistem akan beroperasi seperti pada poin yang pertama (*Limit switch 3 NC ON, Limit switch 1 NC ON, NO OFF*)

5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian ini peneliti dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut :

Dengan penambahan komponen pendukung *limit switch* di titik-titik tertentu pada mesin gerinda potong elektro-pneumatik pengerjaan pemotongan

benda kerja jadi lebih mudah karena pengoperasian mesin yang bisa berjalan secara otomatis tanpa bantuan tangan yang mengoperasikan.

Berdasarkan hasil penelitian pada perancangan otomatisasi sistem penggerak electropneumatik pada mesin gerinda potong yang telah dilakukan, hasil pengujian menunjukkan sensor limit switch bekerja tanpa ada kendala, ragam dapat menjepit material dengan baik, serta pemotongan yang dapat dilakukan dengan mudah.

5.2 Saran

Untuk mendapatkan hasil pemotongan yang lebih presisi dan cepat, perancangan dan pengujian penelitian ini memerlukan pengembangan lebih lanjut pada sistem kontrol yang dapat dikendalikan dengan sistem PLC (Programmable Logic Controller) yang digunakan di dunia industri.

Penambahan sistem safety dan membuat sistem K3 untuk pengoperasian yang lebih aman dan meminimalisir kecelakaan kerja pada saat mengoperasikan mesin gerinda potong

DAFTAR PUSTAKA

(VENS), V. E. (2022). otomatisasi. Pengaruh trend otomasi dalam dunia manufaktur dan industri, 1-5.

Alfstudio. (2021, december 18). *limit switch*. Retrieved from Limit Switch.

arga. (2019, november 1). *pneumatik*. Retrieved from pintar elektro: <https://pintarelektro.com/pneumatic-adalah/>

Arijaya, I. M. (2019). konveyor. RANCANG BANGUN ALAT KONVEYOR UNTUK SISTEM SOLTIR BARANG BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO, 127.

College, S. M. (2021, august 9). *Pengertian Mesin Gerinda*. Retrieved from Stella Maris College: <https://stellamariscollege.org/mesin-gerinda/>

Jaya, L. (2019, september 27). *kontaktor*. Retrieved from Apa itu Kontaktor (Contactor) ?: <https://lieneticjaya.com/kontaktor/>

kelasplc. (2022, october 1). *relay*. Retrieved from pengertian dan fungsi relay: 2022

Nanang Ali Sutisna*, L. S. (2021). konveyor sabuk. Perhitungan Konveyor Sabuk Untuk Mengangkut Material Sandblasting sebagai Pengganti Konveyor Ulir, 10-21.

Panjaitan. (2023). sistem feeding. RANCANG BANGUN SISTEM FEEDING MATERIAL KERJA, 10-30.

Parwata, M. F. (2021, november 16). *motor listrik*. Retrieved from otomania.com: <https://otomania.gridoto.com/read/242996180/mulai-banyak-penggemarnya-ini-dua-model-mesin-penggerak-yang-dipakai-motor-listrik>

Reinol. (2018). konveyor. Otomasi Pendorong Singkong pada Mesin Pemotong dalam Pembuatan Keripik Singkong, 18-21.

Saputra. (2021). PERANCANGAN SISTEM PENGGERAK ELEKTROPNEUMATIK PADA MESIN GERINDA POTONG. Manado: UNSRAT.

Suprianto. (2015, october 30). *pengertian push button*. Retrieved from PENGERTIAN PUSH BUTTON SWITCH (SAKLAR TOMBOL TEKAN):