**RANCANG BANGUN PADA *TRAINER* MESIN GERGAJI SISTEM PNEUMATIC ELECTRIC BERBASIS PLC**

**Erdhie Rambang Pratama**

D3 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: rambangtama22@gmail.com

**Wahyu Dwi Kurniawan**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas negeri Surabaya

 Email: wahyukurniawan@unesa.ac.id

**Abstrak**

Pada proses produksi mebeler berbahan dasar kayu masih banyak menggunakan mesin gergaji sistem manual sehingga banyak membutuhkan waktu dan tenaga manusia yang lebih besar sehingga menjadi cepat lelah, hasil produk tidak maksimal, kurang efektif dan efisien. Atas dasar itulah, penulis tertarik untuk melakukan penelitian rancang bangun trainer mesin gergaji sistem *pneumatic electric* berbasis PLC. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui tahapan yang dilakukan dalam proses pengerjaan *trainer* mesin gergaji sistem *pneumatic electric* berbasis PLC, meliputi tahapan desain sebagai gambaran dari *trainer,* perhitungan komponen sebagai penentu output yang dipakai dalam penggunaannya, uji performa sebagai data yang dihasilkan dari *trainer.* Metode yang digunakan pada perancangan ini adalah metode *Reserch and Development* atau penelitian pengembangan berbasis eksperimen. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut: (1) Perancangan trainer yang dilakukan dengan memodifikasi pada bagian rangka, bagian komponen, dan sistem transmisi; (2) Poros gergaji dengan diameter 19 mm, terjadi tegangan geser sebesar 0,13 kg/$mm^{2}$ yang lebih kecil dari pada tegangan geser yang direncanakan yaitu 3,083 kg/$mm^{2}$, sehingga poros gergaji dengan diameter 19 mm aman untuk digunakan; (3) Hasil pemilihan sabuk-V yang digunakan untuk menggerakkan poros gergaji yaitu A, No 37, 1 buah, dk = 59 mm, Dk = 59 mm, jarak sumbu poros 343 mm; (4) Hasil pemilihan bantalan yang digunakan untuk mesin gergaji kayu adalah bantalan gelinding jenis bola terbuka dengan nomor bantalan bantalan 6204Z, ukuran diameter bantalan = 50 mm, kapasitas nominal dinamis spesifik = 1000 kg, dan kapasitas nominal statis spesifik adalah 635 kg.

**Kata kunci**: rancang bangun, trainer mesin gergaji, sistem penumatik, PLC.

**Abstract**

In the process of producing wood-based furniture, there are still many using manual system saws so that it requires a lot of time and greater human energy so that it becomes tired quickly, the product results are not optimal, less effective and efficient. On this basis, the authors are interested in conducting research into the design of PLC-based pneumatic electric saw trainer systems. The purpose of this study is to find out the stages carried out in the process of processing sawmaking machines based on PLC pneumatic electric systems, including the design stages as an illustration of the trainer, calculation of components as determinants of output used in their use, performance tests as data generated from trainers. The method used in this design is the Reserch and Development method or experiment-based development research. Based on the research that has been done, it can be concluded as follows: (1) The design of trainers is done by modifying the frame parts, component parts, and transmission systems; (2) Saw shaft with a diameter of 19 mm, a shear stress of 0.13 kg /(mm)2  occurs that is smaller than the planned shear stress of 3.083 kg /(mm)2 , so that the saw shaft is 19 mm in diameter safe to use; (3) The results of the V-belt selection used to move the saw shaft are A, No 37, 1 piece, dk = 59 mm, Dk = 59 mm, the axis distance of the shaft is 343 mm; (4) The results of the selection of bearings used for sawing machines are open ball type bearing with 6204Z bearing number, bearing diameter = 50 mm, specific nominal dynamic capacity = 1000 kg, and specific static nominal capacity is 635 kg.

**Keywords:** *Design* , *chainsaw trainer* , *pneumatic system* , *PLC.*

**PENDAHULUAN**

Pada era globalisasi yang semakin canggih pada bidang teknologinya saat ini, harus diimbangi dengan berbagai macam metode dalam proses pengerjaan suatu hal yang mumpuni. Dalam mewujudkan hal tersebut tentu perlu adanya usaha untuk lebih mengembangkan suatu inovasi dan kreativitas guna bertahan dari era globalisasi, sehingga membuat manusia sebagai salah satu sumber daya yang mampu mengolah, agar dapat memanfaatkan potensi yang ada dan diharapkan dapat saling berlomba-lomba untuk mengatasi setiap permasalahan dan menciptakan sebuah inovasi yang mumpuni diberbagai sector bidang. Inovasi terbaru ini tentu berkaitan dengan proses pembuatan produk yang terdapat di masyarakat, yang dikategorikan sebagai pengusaha kecil pembuat produk atau pengrajin produk. Kompleksitas pengolahan bahan mentah menjadi bahan baku, yang berproses baik secara fisika maupun kimia, telah mengacu manusia untuk selalu meningkatkan dan memperbaiki kinerja dari sebuah kerja sistem alat untuk mendukung proses tersebut, agar menjadi lebih produktif dan efisien dalam memanfaatkan sebuah sumber daya dengan hasil maksimal.

Indonesia merupakan negara dengan potensi perhutani yang besar. Total wilayah hutan yang dikelola 2.566.899 ha, terbagi atas hutan produksi seluas 1.454.176 ha (57%), hutan produksi tebatas 428.795 ha (16%) dan hutan lindung seluas 683.889 ha (Dirjen Perhutani Indonesia). dari data dirjen perhutanan menunjukan bahwa sumber potensi dalam pemanfaatan bahan baku kayu wilayah Indonesia cukup besar hal tersebut tentu dimanfaatkan oleh para kusen yang merupakan pengrajin almari, meja, dll dengan bahan dasar pembuatanya adalah kayu sebagai salah satu pekerjaan yang menjanjikan.

Di dalam produksi kusen sendiri terdapat hasil jadi dari sebuah produk yang dibuat, berupa meja almari, kursi, pintu dan peralatan rumah tangga lainya yang menggunakan bahan dasar kayu dengan proses pembuatanya menggunakan prinsip kerja sistem memotong atau pembelah dengan bentuk media pemotong circular dan bergerigi tajam, tentu mekanisme dan sitem gergaji mesin ini dapat diterapkan karena dari alat yang masih banyak menggunakan sistem manual dalam hal produksi bahan baku kayu, masih lebih banyak membutuhkan waktu dan tenaga manusia yang lebih besar sehingga menjadi cepat lelah, hasil produk tidak maksimal, tidak efektif dan efisien.

Merujuk dari perkembangan teknologi di era globalisasi yang menuntut inovasi maka pembahasan ini bertujuan sebagai pengaplikasian alat dan media pembelajaran *(trainer)* khususnya pada mesin gergaji potong menggunakan sistem *pneumatic electric* berbasis *PLC.* Sistem *pneumatic electric* adalah sebuah sistem penggerak yang menggunakan tekanan udara sebagai tenaga penggeraknya. Tentunya cara kerja *pneumatic* sama saja dengan hidrolik yang membedakannya hanyalah tenaga yang dihasilkan oleh penggeraknya.

Dalam pneumatik tekanan udara inilah yang berfungsi untuk menggerakkan kerja dari *cylinder*. Dari *cylinder* kerja inilah yang nantinya mengubah tenaga/tekanan udara tersebut menjadi tenaga mekanik yang dapat menggerakan penopang kayu untuk memotong (gerakan maju mundur pada *cylinder*), pada mesin gergaji sistem *pneumatic electric* berbasis *PLC* tidak menggunakan sistem hidrolik dikarenakan mesin gergaji hanya digunakan sebagai media pembelajaran *(trainer)*.

Pada aplikasinya sistem *pneumatic* didukung dengan *PLC (Programable Logic Controller)* untuk mengotrol alat agar bisa dioperasikan.*.* *PLC (Programable Logic Controller)* didefinisikan sebagai suatu perangkat elektronik digital dengan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan instruksi-instruksi yang menjalankan fungsi spesifik seperti logika, *timing, counting,* dan aritmatika untuk mengontrol suatu mesin industri sesuai input yang dimasukkan oleh pemrogram.

Dari permasalahan yang terdapat pada penjelasa diatas dapat di identifikasi beberapa masalah,diantaranya. Belum adanya mesin gergaji dengan sistem *PLC* yang tepat, Sistem dari mesin gergaji yang ada dipasaran masih bersifat manual, Mesin gergaji manual belum memperhatikan faktor *ergonomi* (kenyamanan) dan K3, sehingga proses dari pemtongan kayu yang manual mengakibatkan pekerja mudah Lelah, Pada mesin gergaji manual performa masih kurang dan sering mengalami hambatan, Minimnya *trainer* sistem *pneumatic* *electric* berbasis *PLC* sebagai media pembelajaran di Teknik Mesin Unesa, Pada mesin gergaji manual efektivitasnya masih rendah dan sering mengalami hambatan.

Merujuk pada identifikasi masalah dan keterbatasan waktu penelitian, maka didapatkan batasan masalah dari penelitian, meliputi. Untuk mendesain mesin gergaji yang ergonomis dan safety menggunakan software desain 3D inventor, Komponen mesin gergaji yang dianalisa terdiri dari, poros, transmisi, daya, torsi dan bantalan, Trainer mesin gergaji menggunakan sistem pneumatic elektrik berbasis PLC, Ukuran kayu pada proses pemotongan memiliki ketentuan maksimal ukuran dimensi 200 mm, lebar 1000 dan Panjang 500 mm. Sehingga bisa ditarik rumusan masalah berdasarkan identifikasi yaitu:

* Bagaimana desain trainer mesin gergaji sistem pneumatic elektrik berbasis PLC ?
* Bagaimana perhitungan beberapa komponen pada trainer mesin gergaji sistem pneumatic elektrik berbasis PLC ?
* Bagaimana performa trainer mesin gergaji sistem pneumatic elektrik berbasis PLC ?

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan maka, penelitian ini memiliki beberapa Tujuan dai rancang bangun rangka mesin gergaji sistem pneumatic electric berbasis *PLC,* yaitu. **(a).**Untuk mengetahui desain trainer mesin gergaji sistem pneumatic elektrik berbasis PLC, **(b).**Untuk mengetahui perhitungan dari beberapa komponen pada trainer mesin gergaji sistem pneumatic elektrik berbasis PLC, **(c).**Untuk mengetahui performa dari trainer mesin gergaji sistem pneumatic elektrik berbasis PLC, **(d).**Untuk mengethui spefikasi dari komponen transmisi yang akan digunakan.

**Definisi *Trainer* Mesin Gergaji**

*Trainer* Mesin Gergaji Sistem *Pneumatic Electric* Berbasis *PLC* Merupakan mesin yang berfungsi untuk memotong/membelah kayu dengan ukuran yang telah ditentukan dan didorong oleh sistem *automasi* yaitu *pneumatic electric* kayu dipotong oleh gergaji *spinner* yang diputar oleh motor penggerak. *Trainer* Mesin Gergaji di jalankan oleh program *PLC* tipe Omron, sehingga operator tidak kelelahan dalam proses produksi dari segi K3 juga lebih baik dari mesin gergaji manual.

Prinsip kerja *trainer* mesin gergaji *pneumatic electric* digerakan oleh motor listrik dan memiliki beberapa komponen pendukung yaitu *spinner,* poros, bantalan, sabuk *pulley ,*motor listrik, *cylinder double acting, socket* komponen *control, relay,* dan *valve.* perencanaannya mesin terdapat gerakan putar *spinner* untuk memotong kayu yang sebelumnya telah ditentukan ukurannya, kayu diletakkan pada media pemotongan dan disangga oleh *cylinder double acting* sebagai media pendorong untuk pemakanan kayu. Untuk memutar *spinner* menggunakantransmisi *pulley* yang dikaitkan oleh poros dan bantalan tersambung pada *v-belt* dengan motor listrik sebagai penggerak.

**Pertimbangan Perancangan**

* Pertimbangan Teknis

Pertimbangan teknis dalam hal ini lebih dititikberatkan pada :

* + - Kemudahan dalam pengoperasian alat.
		- Pemasangan dan pembongkaran yang relatif lebih mudah.
		- Bahan yang digunakan mudah diperoleh di pasaran.
		- Konstruksi yang kuat untuk menambah umur alat
* Pertimbangan Ekonomi

Pertimbangan ekonomi pada pembuatan mesin gergaji kayu ini dititikberatkan pada pemilihan bahan yang digunakan. Bahan-bahan yang digunakan relatif murah harganya dan mudah untuk mendapatkannya.

Bahan-bahan yang digunakan antara lain, Mild Steel (ST-37), bahan ke-1 menggunakan dimensi 50 x 50 x 2 mm, dan bahan ke-2 menggunakan dimensi 40 x 40 x 2 mm, baut, sekrup, plat eyser 3 mm.

* Pertimbangan Ergonomi

Pertimbangan ergonomis dalam pembuatan mesin gergaji kayu ini adalah sebagai berikut :

* + - Proses penggergajian mudah dilakukan tanpa membahayakan pemakai maupun yang lainnya.
		- Dengan dimensi yang sedang (810 mm x 680 mm x 600 mm), tidak membutuhkan tempat yang luas dan memungkinkan alat mudah untuk dipindah tempat.
		- Getaran yang dihasilkan mesin tidak terlalu besar karena pada motor listrik diberikan bantalan dari karet yang memungkinkan getaran yang dihasilkan dari motor listrik dapat teredam.
		- Serbuk gergaji sisa penggergajian keluar lewat sela-sela pisau gergaji

**METODE**

**Jenis Penilitian**

Penilitian ini menggunakan jenis *Research & Development (R & D)* Penelitian dengan menggunakan proses penelitian dan pengembangan.

**Tempat dan Waktu Penelitian**

Tempat penelitian adalah Laboratorium Mekatronika dan bengkel Garnesa Racing Team, Jurusan Teknik Mesin Unesa dan Waktu penilitian dilakukan pada tahun akademik 2018/2019.

Gambar 1 *Flowchart* Metode Penelitian

**Identifikasi dan Analisa desain pemilihan rangka.**

Perhitungan analisa pada rangka *trainer* mesin gergaji sistem *pneumatic electric* berbasis *PLC*

* Beban

Beban merupakan muatan yang diterima oleh struktur / konstruksi / komponen yang harus diperhitungkan sedemikian rupa sehingga konstruksi dari desain / gambar rancangan mesin tersebut aman

* Jenis Beban

Jenis beban yang diterima oleh elemen mesin sangat beragam, dan biasanya merupakan gabungan dari beban dirinya sendiri dan beban yang berasal dari luar.

* Beban berdasarkan sifatnya :
* Beban Konstan
* Beban tidak konstan
* Beban Kejut
* Benda berdasarkan kerja :
* Gaya *aksial* (FA)
* Gaya *radial* (Fr)
* Gaya Geser (Fs)
* Torsi (Momen Puntir) T
* Momen lentur
* Tegangan (σ) :

Tegangan (*stress*) secara sederhana dapat didefinisikan sebagai gaya persatuan luas penampang :

σ=F/A(N/mm2) (1)

Keterangan :

F = Gaya (N)

A = Luas Penampang (mm2)

* Regangan :

Regangan (*strain*) adalah pertambahan panjang suatu struktur atau batang akibat pembebanan

$ϵ=\frac{∆L}{L}$ (2)

Keterangan :

$∆L$ = Pertambahan panjang (mm)

L = Panjang mula-mula (mm)

* Proses perhitungan penggunaan komponen mesin
* Menghitung nilai torsi
* Perhitungan dalam merancang poros gergaji
* Perancangan sabuk-V sebagai transmisi daya
* Perancangan bantalan

**Pemilhan Rangka**

Gambar 3. *Flowchart* Pemilihan rangka.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil Penilitian**

Desain *Trainer* Mesin Gergaji Sistem *Pneumatic Electric* Berbasis *PLC.*



Gambar 4 Desain *Trainer* Mesin Gergaji*.*

Keterangan :

1. *Kompressor*
2. Frame trainer mesin gergaji
3. Motor AC ¾ PK
4. Penutup V-belt.
5. Bearing dan poros.
6. Double Acting Cylinder Pneumatic.
7. Pisau Circular.
8. Box Control.
9. Alas meja
10. Tempat pembuangan sampah
11. Jalur pembuangan sampah
12. Akrilik pelindung
13. Penjepit benda kerja
14. PLC Omron
* **Analisa Perencanaan Perhitungan**

Alur perencanaan poros dapat dilihat pada diagram di atas. Data yang diketahui untuk merencanakan tersebut antara lain :

Kapasitas Mesin : 30 potong kayu/jam

Putaran poros : 2800 rpm

Bahan poros : St 37

Tegangan geser kayu : 104 Kg/cm3 (Djoko Wahjono, 2005)

Perhitungan, Kayu,



* + Gaya pada pisau geraji

$σ$g = $\frac{F}{A}$ (3)

Dengan:

F : gaya geraji (Kg)

$σ$g : Tegangan geser kayu (Kg/cm3)

A : Luas penampang kayu

Sehingga luas penampang kayu adalah :

A = panjang tali busur x tebal pisau

gergaji

= $\frac{a}{360°}$x $π$.D.t

= $\frac{68°}{360°}$x $3,14$ . 165 . 2

= $195,73$

F  * g xA* (4)

 0.0104 Kg/mm2 x 195,73 mm2

 2.035 Kg

Sehingga gaya yang bekerja pada pisau gergaji adalah :

F = 2.035 Kg x 9,8 m/s (5)

= 19.94 N

* + Faktor koreksi

Mesin gergaji direncanakan bekerja 8-10 jam dalam 1 hari, sehingga dari tabel faktor koreksi (lampiran )

* + Daya rencana motor

P = F x V (6)

Diketahui , : dp (diamenetr pisau) : 165 mm.

V =$\frac{π. dp. n1}{60 x 100}$ (7)

= $\frac{3,14 . 165 . 2800}{60 x 100}$

 = 24,178 m/s

Sehingga didapatkan daya motor sebesar :

P = 19.94 N x 24,178 m/s

 = 482,11 watt

 = 0,64 HP

sehingga motor yang digunakan adalah 0,75 HP = 0,5593 kW. Maka daya rencana motor adalah:

Pd = Fc . P = 1,1 . 0,5593 = 0,6152 kW

* Momen Rencana

Jika momen puntir adalah T (kg.mm), maka :

T = fxr (8)

= 2,035 Kg x 18.25 mm

= 163,31 Kg.mm

* Bahan poros St 37

Tegangan Tarik $σ$g) = 37 kg/mm

Faktor Keamanan (*Sf1)=* Untuk bahan S-C Adalah 6 (Lampiran 11)

Faktor Pengaruh *(Sf2)=* Adalah 2

* Tegangan geser yang diizinkan ( $τa$ ) Adalah :

$τa$ = $\frac{σB}{( Sf1 x Sf2 )}$ (9)

 = $\frac{37}{( 6 x 2 )}$ = 3,083 kg/mm2

* Kt untuk beban tumbukan adalah1,5(lampiran 8)

Cb untuk beban lenturan adalah 1,5

* Perhitungan diameter poros (ds)

ds = {($\frac{5,1}{τa}$) x *Kt  x Cb*x *T*}1/3  (10)

 = {($\frac{5,1}{3.083}$) x 1,5 *x* 1,5x 163,31}1/3

 = 8,47 mm ds = 16.5 mm

Jadi, diameter pisau hasil perhitungan didapatkan 8,47 mm dengan ukuran yang digunakan berdasarkan spesifikasi di pasaran menggunakan diameter pisau 165 mm.

* Tegangan geser yang terjadi yaitu :

$τ$ = $\frac{T}{(π .d\_{s}^{3} / 16 )}$ = $\frac{5,1}{d\_{s}^{3}}=$ $\frac{5,1 x 163,31}{19 }$

$ $= 0,13 Kg/ mm2

Tegangan geser yang terjadi yaitu 0,13 kg/mm2 lebih kecil dari pada tegangan geser yang direncanakan yaitu 3,083 kg/mm2. Sehingga poros pisau gergaji dengan diameter 19 mm aman untuk digunakan.

* **Sabuk Poros Motor dengan Pulley**
* Penampang sabuk-V: tipe A
* Diameter minimum puli (*dmin*) yang diizinkan adalah 50 mm
* Diameter lingkaran jarak bagi puli (*dp,Dp*)

*dp* = 50 mm

*Dp = dp x i =* 50 x 1 = 50 mm

Diameter luar puli (dk,Dk)

*dk = dp* + 2 x 4,5 = 50 x 2 x 4,5 = 59 mm

*Dk = Dp* + 2 x 4,5 = 50 x 2 x 4,5 = 59 mm

* Kecepatan sabuk *pulley (v)*

*V=* $\frac{π. dp. n1}{60 x 1000}$ *=*$\frac{3,14 . 50 . 2800}{60.000}$= 7.32 m/s

* Putaran sabuk lebih rendah dari kecepatan sabuk maksimum

(7,32 m/s < 30m/s) baik

* Panjang keliling (L)

Diketahui : c (Jarak sumbu poros pada *trainer) =* 150

L = 2C + $\frac{π}{2}$ *(dp + Dp )* + $\frac{1}{4C}$ *(Dp +dp)*2 (11)

 = 2. 150 + $\frac{π}{2}$ *(dp + Dp )* + $\frac{1}{4. 150}$ *(Dp +dp)*2

 = 300 + 157.1

 = 457.1 mm

* Nomor nominal sabuk-V = No.37 L = 580 mm.
* Jarak sumbu poros (C)

b = 2L – 3,14 *(Dp + dp)* (12)

 = 2. 580 – 3,14 *(50 + 50 )*

 *=* 846 mm

C = $\frac{b+\sqrt{b^{2}-8\left(Dp-dp\right)2}}{8}$ (13)

 = $\frac{846+\sqrt{846^{2}-8\left(50-50\right)2}}{8}$

 = 211.449 = 212 mm

Jadi, hasil jarak sumbu poros yang didapat berdasarkan perhitungan adalah 212 mm.

* Tipe A, L = 580, No 37, 1buah, dk = 59 mm, Dk = 59 mm, jarak sumbu poros 343 mm.

**PEMBAHASAN**

* **Dimensi dan Spesifikasi *Trainer***

Setelah dilakukan proses manufaktur dan *assembly* berikut spesifikasi dari *trainer* mesin gergaji sistem *pneumatic electric* berbasis *PLC.* :



Gambar 5 *Trainer* Mesin Gergaji

Berikut merupakan komponen-komponen *trainer* mesin gergaji yaitu:

Tabel 1. Spesifikasi *Trainer* Mesin Gergaji

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| No | Jenis | Hasil |
| 1 | Bahan | Kerangka St 37 |
| 2 | Poros | St 37 |
| 3 | Putaran Poros | 2800 rpm |
| 4 | Diameter Poros | 15 mm |
| 5 | Gaya pada pisau | 19,94 N |
| 6 | Daya Motor | 0,64 HP / ¾ PK |
| 7 | Tegangan geser | 0,13 Kg/ cm2 |
| 8 | Jenis Pulley | Almunium |
| 9 | Diameter Pulley | 50 mm |
| 10 | Jenis Bantalan | bantalan gelinding jenis bola terbuka dengan nomor bantalan 6204Z |

* Hasil Uji Trainer

Dalam menentukan persentase tingkat keberhasilan dari alat ini penulis melakukan pengujian performa dari trainer sebanyak 3 kali penujian, berdasarkan hasil data yang diperoleh, hasil pengujian untuk mendapatkan kepastian berfungsi atau tidaknya alat yang telah dirancang, maka dilakukan analisis sebagai berikut:



Gambar 6. Analisa waktu maju dan mundur piston pada pengujian 1



Gambar 7. Analisa waktu maju dan mundur piston pada pengujian 2

****

Gambar 8. Analisa waktu maju dan mundur piston pada pengujian 3

Gambar 9 Rata-rata Waktu piston Maju dan Mundur.

Merujuk hasil pengujian pada spesimen 1 maka dapat diketahui bahwa rata-rata waktu yang dibutuhkan pada saat langkah maju piston silinder yaitu 04.58 sedangkan untuk langkah mundur sebesar 02.43. Merujuk hasil pengujian pada spesimen 2 maka dapat

diketahui bahwa rata-rata waktu yang dibutuhkan pada saat langkah maju piston silinder yaitu 06.92 sedangkan untuk langkah mundur sebesar 02.47. Merujuk hasil pengujian pada spesimen 3 maka dapat diketahui bahwa rata-rata waktu yang dibutuhkan pada saat langkah maju piston silinder yaitu 11.88 sedangkan untuk langkah mundur sebesar 02.34.

Perbedaan waktu langkah maju untuk spesimen 1 dengan spesimen 2 sebesar 02.34 detik, spesimen 1 dengan spesimen 3 sebesar 07.30 detik, spesimen 2 dengan spesimen 3 sebesar 04.96 detik. Hal ini dikarenakan jenis kayu yang digunakan berbeda spesimen 3 (kayu jati) memiliki tingkat kekerasan yang lebih besar dibandingkan dengan spesimen 2 (kayu mahoni) dan spesimen 1 (kayu waru) Sedangkan untuk langkah mundur dapat diketahui bahwa rata-rata waktunya relatif sama yaitu sebesar 2 detik.

Pada rancang bangun jarak ruang ukuran bagian kerangka yang didesain juga memiliki keterkaitan dalam proses pengujian yang dilakukan, beberapa kelebihan antara lain:

* Dapat digunakan dengan dimensi kayu yang ukurannya lebih kecil dari ukuran yang ditentukan karna dilengkapi penjepit pada bagian tempat benda kerja
* Menerapkan sisitem keamanan penggunaan yang memadai untuk mengantisipasi hal yang akan terjadi pada bagian proses pemotongan baik pada benda kerja ataupun kotoran serat dari proses pemotongan agar tidak terlempar ke atas yang dapat membahayakan pengguna/ operator.
* Dilengkapi tempat pembuangan otomatis agar sisa dari pemotongan tidak berhamburan disekitaran area bekerja sehingga memudahkan pengguna *trainer* mesin gergaji sistem *pneumatic electric* berbasis PLC dalam menjaga kebersihan area sekitar.
* Jika ingin mengganti sistem transmisi menggunakan dynamo atau arus DC tidak perlu menambah atau membuat tempat untuk memasang karna pada kerangka sudah di desain dapat di setel untuk penggunakan motor arus ac atau dynamo arus DC.

Berdasarkan hasil percobaan yang dilakukan, maka perancangan dari rancang bangun *trainer* mesin gergaji sistem *pneumatic electric* berbasis PLC ini sesuai dengan pengembangan dan penerapan yang diinginkan dan dapat dikatan berhasil.

**PENUTUP**

**Kesimpulan**

Dari hasil rancang bangun *trainer* mesin gergaji sistem *pneumatic electric* berbasis PLC yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

* Perancangan alat dilakukan dengan memodifikasi pada bagian rangka, bagian komponen, dan sistem transmisi. Rangka pada mesin sebelumnya mengguakan dimensi dengan skala minimalis (berukuran kecil) sedangkan pada mesin ini menggunakan ukuran dimensi besar dengan memperhitungkan aspek kenyamanan dan keamanan baik dari mesin maupun dari operator yang menjalankan mesin. Sistem transmisi pada mesin sebelumnya hanya menggunakan putaran sebesar 1400 rpm sedangkan sistem transmisi pada mesin ini menggunakan putaran penggerajian benda kerja sebesar 2800 rpm, sedangkan bagian komponen mesin sebelumnya tidak menggunakan bahan pelindung sebagai aspek k3 dari sistem kerja *trainer.*
* Poros gergaji dengan diameter 19 mm, terjadi tegangan geser sebesar 0,13 kg/mm2 yang lebih kecil dari pada tegangan geser yang direncanakan yaitu 3,083 kg/mm2, sehingga poros gergaji dengan diameter 19 mm aman untuk digunakan.
* Hasil pemilihan sabuk-V yang digunakan untuk menggerakkan poros gergaji yaitu A, No 37, 1 buah, dk = 59 mm, Dk = 59 mm, jarak sumbu poros 343 mm.
* Hasil pemilihan bantalan yang digunakan untuk mesin gergaji kayu adalah bantalan gelinding jenis bola terbuka dengan nomor bantalan bantalan 6204Z, ukuran diameter bantalan = 50 mm, kapasitas nominal dinamis spesifik = 1000 kg, dan kapasitas nominal statis spesifik adalah 635 kg.

**Saran**

Dari simpulan diatas, maka dapat diberikan beberapa saran untuk langkah pengembangan dari mesin *trainer* gergaji ini, sebagai berikut :

* Diperlukan penelitian lanjutan tentang proses dari pembuatan alat yang mengacu pada kemampuan ketahanan kekuatan rangka dalam jangka waktu yang ditentukan, sehingga alat tersebut dapat beroprasi tanpa mengalami kendala copot sambungan atau retakan di bagian kerangka, dan diharapkan dapat digunakan secara optimal.
* Dalam perawatan mesin harus selalu diperhatikan seperti :
* Poros pengarah selalu diberi pelumas.
* Sabuk-V harus dikencangkan kalau sudah kendor.
* Pemeriksaan berkala dan harian

**DAFTAR PUSTAKA**

2013. Sistem Kontrol Terprogram, Buku SMK. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

Anggraeni, Sita. 2018. Analisa Perhitungan Teoritis Rancang Bangun Mesin Press *Baglog* Jamur Sistem Pneumatik. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.

Dharmawan, Harsokusoemo. 2000. Pengantar Perancangan Teknik. Jakarta : Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi

Kuncoro, Cahyo. 2013. Pengoperasian Mesin Kerja Kayu, Buku SMK. Malang: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

Musthofa Lutfi, Sigit Setiawan, dan Wahyunanto A.Nugroho. 2010. Rancang Bangun Perajang Ubi Kayu Horizontal*.* Malang: Teknik Pertanian, Universitas Brawijaya.

Nurrahman, Lingga. 2017. Modul Pengoperasian *PLC.* Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

Widhikdho, Priyo, Ade. 2018. Modul Ajar Perencanaan Elemen Mesin*.* Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.

Richard Kurniawan, Michael Wijaya, Didi Widya, dan Agus Halim. 2016. Analisis dan Rancang Bangun Sistem Kerja *Link* Pada Mesin Gergaji Radial 4 Arah*.* Teknik Mesin, Universitas Tarumanagara.

Shigley, J.E., 1983., ***Perencanaan Teknik Mesin****, terj. Ghandi H.,* Erlangga, Jakarta, Hal. 41.

Sudaryono, 2013. Pneumatik dan Hidrolik, Buku SMK. Malang: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Sularso dan Kiyokatsu Suga. 1987. *Dasar Perencanaan Elemen Mesin.* Jakarta: PT. PRANDNYA PARAMITA

Wardana, Surya, Isack. 2018. Rancang Bangun Pengupas Kulit Telur Puyuh Semi Otomatis Dilengkapi dengan *Autowasher* guna Meningkatkan Produktivitas dan Evektifitas dalam Pengupasan Kulit Telur Puyuh. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.

Widayanto, Cahyo. 2008. Perancangan mesin gergaji kayu untuk pengrajin rak kayu. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta