

Perancangan Mekanisme Komponen *Automatic Switch Vertical Drilling Machine* KTK LGT-360

Rian Firmansyah¹, Firman Yasa Utama², Arya Mahendra Sakti³, Diah Wulandari⁴

^{1,2,3,4}Teknik Mesin, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia 60231

E-mail: firmanutama@unesa.ac.id

Abstrak: Dalam penelitian ini, mesin bor yang digunakan yaitu mesin bor KTK LGT-360 dengan kondisi sistem kerja mesin yang masih berbentuk manual. Penelitian ini bertujuan untuk merancang komponen *automatic switch* dan perakitan pada mesin bor vertikal semi otomatis KTK LGT-360. Metode yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) yang bertujuan untuk memastikan bahwa produk yang dihasilkan tidak hanya inovatif tetapi juga dapat diimplementasikan sesuai fungsi. Proses perancangan hanya melibatkan tiga komponen utama pada *vertical drilling machine* KTK LGT-360 semi otomatis, yaitu motor listrik, *automatic switch*, dan *pulley v-belt*. Adapun hasil uji fungsi menunjukkan bahwa setelah proses perancangan, mesin dapat melakukan pengeboran pada baja karbon ST-37 dengan baik pada berbagai kecepatan transmisi pulley. Berdasarkan hasil yang di dapatkan, *vertical drilling machine* KTK LGT-360 semi otomatis memiliki spesifikasi akhir mesin, yaitu 640 mm x 330 mm x 1129 mm, tegangan 380 VAC/1 HP, dengan sistem kelistrikan 1 *phase*. Fitur semi otomatis yang telah melalui proses redesain berfungsi dengan baik. Hasil dari perhitungan kecepatan transmisi pulley yaitu, 1333,33 Rpm, 1112,97 Rpm, 770,54 Rpm. Hasil dari pengukuran kecepatan transmisi pulley menggunakan tachometer sebesar 1920 Rpm, 1292,7 Rpm, 828,6 Rpm.

Kata kunci: Vertical Drilling Machine, Research and Development, Assembly, Redesign.

Abstract: In this study, the drilling machine used is the KTK LGT-360 drilling machine with a manual working system. This study aims to design automatic switch components and assembly on the KTK LGT-360 semi-automatic vertical drilling machine. The method used is Research and Development (R&D) which aims to ensure that the resulting product is not only innovative but can also be implemented according to function. The design process only involves three main components on the KTK LGT-360 semi-automatic vertical drilling machine, namely the electric motor, automatic switch, and v-belt pulley. The results of the function test show that after the design process, the machine can drill ST-37 carbon steel well at various pulley transmission speeds. Based on the results obtained, the KTK LGT-360 semi-automatic vertical drilling machine has the final specifications of the machine, namely 640 mm x 330 mm x 1129 mm, 380 VAC / 1 HP voltage, with a 1 phase electrical system. The semi-automatic feature that has gone through the redesign process functions well. The results of the pulley transmission speed calculation are, 1333.33 Rpm, 1112.97 Rpm, 770.54 Rpm. The results of the pulley transmission speed measurement using a tachometer are 1920 Rpm, 1292.7 Rpm, 828.6 Rpm.

Keywords: Vertical Drilling Machine, Research and Development, Assembly, Redesign.

© 2024, JRM (Jurnal Rekayasa Mesin) dipublikasikan oleh ejournal Teknik Mesin Fakultas Vokasi UNESA.

PENDAHULUAN

Sektor industri manufaktur mengalami perkembangan pesat, dapat dilihat dari banyaknya produk yang dihasilkan oleh proses permesinan. Proses permesinan merupakan bagian dari proses manufaktur yang lebih menitik beratkan pada proses pembentukan benda kerja yang dilakukan dengan cara memotong bagian benda kerja yang tidak digunakan dengan menggunakan pahat (cutting tool), sehingga terbentuk permukaan benda kerja menjadi komponen yang dikehendaki. Proses permesinan yang biasa dilakukan di industri manufaktur adalah proses penyekrapan (shaping), proses penggurdian (drilling), proses pembubutan (turning), proses penyayatan/frais (milling), proses gergaji (sawing), proses broaching, dan proses gerinda (grinding). Proses permesinan

sendiri dapat menggunakan mesin perkakas konvensional maupun non konvensional baik itu otomatis maupun semi otomatis.

Salah satu mesin perkakas yang secara umum banyak di jumpai yaitu *vertical drilling machine* atau mesin bor vertikal. Mesin bor vertikal merupakan sebuah mesin dengan gerakan memutar alat pemotong dengan arah pemakaiannya mata bor hanya pada sumbu mesin tersebut. Inti fungsi dari mesin bor vertikal ini yaitu membuat lubang pada permukaan benda kerja. Di samping itu, mesin bor vertikal juga berfungsi untuk membuat alur, perluasan serta menghaluskan benda kerja. Mesin bor manual memiliki kelebihan diantaranya dalam hal portabilitas, kontrol, keandalan, dan biaya yang relatif rendah sehingga membuatnya tetap menjadi pilihan yang

berharga dalam berbagai situasi pekerjaan. Sedangkan kekurangan dari mesin bor manual terdapat dalam berbagai aspek, diantaranya aspek teknis, dimana hasil dari bor manual akan bergantung pada manusia yang mengoperasikan mesin tersebut, sehingga sangat berpengaruh terhadap waktu pada saat proses *drilling*. Mesin bor vertikal semi otomatis memiliki kelebihan untuk melakukan sebagian proses bor secara otomatis, tetapi masih memerlukan campur tangan manusia untuk beberapa tahapan atau pengaturan. Sedangkan untuk kekurangan dari mesin bor vertikal semi otomatis ini pembiayaan untuk perawatan dan pemeliharaan yang lebih mahal, kebutuhan listrik yang lebih besar, dan tingkat kebisingan yang dihasilkan lebih besar dibandingkan dengan mesin bor manual.

Permasalahan di mesin bor vertikal KTK LGT-360 semi otomatis ini yaitu dengan kondisi awal terdapat beberapa komponen yang tidak lengkap dan sistem kerja mesin masih manual. Tujuan dari tugas akhir ini yaitu melakukan proses redesain, perakitan (assembly) serta menambahkan fitur semi otomatis.

Dari penjelasan tentang kelebihan dan kekurangan mesin bor manual dan semi otomatis diatas penulis mendapatkan ide tentang redesain komponen automatic switch mesin bor vertikal semi otomatis. Hasil yang di harapkan mesin dapat berfungsi dengan baik serta mempermudah operasional penggunaan mesin bor dengan menyediakan alat yang lebih efisien dan mudah digunakan. Berdasarkan uraian tersebut peneliti tertarik melakukan penelitian yang berjudul “*Redesign Komponen Automatic Switch Vertical Drilling Machine KTK LGT-360 Semi Otomatis*”

DASAR TEORI

A. Proses Manufaktur

Proses Manufaktur adalah metode produksi di mana komponen atau bahan baku dicampurkan dengan mengikut formula atau resep—sering kali memerlukan panas, waktu, dan/atau tekanan—untuk menghasilkan barang. Dalam proses manufaktur, formulasi atau pengumpulan bahan umumnya adalah tahap pertama dari beberapa tahapan yang runtut. Developer memilih bahan baku dan bahan tambahan, menguji semua proporsi, dan menarik formula yang harus diikuti secara tepat dan konsisten.

Dari penelitian yang dilakukan oleh Agung Kristanto tahun 2011, adapun macam-macam proses manufaktur dibagi menjadi proses pemesian, proses pengecoran, proses penyambungan, proses pembentukan, proses perlakuan fisis, proses penyelesaian atau pengerjaan akhir.

B. Proses Permesinan

Proses pemesian merupakan proses lanjutan dalam pembentukan benda kerja atau mungkin juga merupakan proses akhir setelah pembentukan logam menjadi bahan baku berupa besi tempa atau baja paduan atau dibentuk melalui

proses pengecoran yang dipersiapkan dengan bentuk yang mendekati kepada bentuk benda yang sebenarnya. Baja atau besi tempa sebagai bahan produk yang akan dibentuk melalui proses pemesian biasanya memiliki bentuk profil berupa bentuk dan ukuran yang telah distandarkan misalnya, bentuk bulat “O”, segi empat, segi enam “L”, “T” “H” dan lain lain.

Dari penelitian yang dilakukan oleh Cok Istri Putri Kusuma Kencanawati, Proses Permesinan tahun 2017 Proses pemesian dengan menggunakan prinsip pemotongan logam dibagi dalam tiga kelompok dasar, yaitu : proses pemotongan dengan mesin pres, proses pemotongan konvensional dengan mesin perkakas, dan proses pemotongan non konvensional

C. Lingkup Permesinan

Lingkup permesinan dibagi menjadi tiga kategori, yaitu :

- Proses pemotongan (*cutting*), yaitu proses pemesian dengan menggunakan pisau pemotongan dengan bentuk geometri tertentu
- Proses abrasi (*abrasive process*), seperti proses gerinda.
- Proses pemesian non tradisional yaitu yang dilakukan secara elektrik

Proses pemesian seperti proses bubut, pengeboran (*gurdi*), frais atau pemesian baut pada dasarnya merupakan suatu proses pembuangan sebagian bahan benda kerja dimana pada proses pemotongannya akan dihasilkan geram (*chip*) yang merupakan bagian benda kerja yang akan dibuang.

D. Mesin Bor (Drilling Machine)

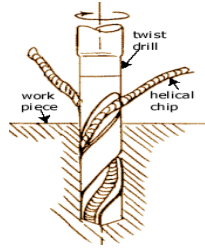
- Definisi Mesin Bor

Mesin bor adalah jenis mesin perkakas yang digunakan untuk memotong material dari benda kerja dengan menggunakan alat pemotong yang disebut mata bor. Mata bor dipasang pada ujung spindle mesin bor dan berputar untuk membentuk lubang dengan diameter mata bor sesuai yang di inginkan. Tujuan utama dari mesin ini adalah untuk membuat lubang.

- Proses Bor (*Drilling Process*)

Proses gurdi adalah proses pemesian yang paling sederhana diantara proses pemesian yang lain. Biasanya di bengkel atau workshop proses ini dinamakan proses bor, walaupun istilah ini sebenarnya kurang tepat. Proses gurdi dimaksudkan sebagai proses pembuatan lubang bulat dengan menggunakan mata bor (*twist drill*) Sedangkan proses bor (*boring*) adalah proses meluaskan/ memperbesar lubang yang bisa dilakukan dengan batang bor (*boring bar*) yang tidak hanya dilakukan

pada mesin drilling, tetapi bisa dengan mesin bubut, mesin frais, atau mesin bor.



Gambar 1. Proses Pengeboran (Widarto, 2008)

Adapun elemen dasar pada proses bor terdapat suatu perhitungan dengan rumus sebagai berikut:

- Kecepatan potong :

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} ; \text{m/min} \dots \dots \dots (2.3)$$

(Rochim T. , 1993)

- Gerak makan per mata potong :

$$Fz = \frac{V_F}{(n \cdot z)} ; z = 2 ; \text{mm/r} \dots \dots \dots (2.4)$$

(Rochim T. , 1993)

- Kedalaman potong :

$$a = \frac{d}{2} ; \text{m} \dots \dots \dots (2.5)$$

(Rochim T. , 1993)

- Waktu pemotongan :

$$t_c = \frac{l_t}{v_f} ; \text{min} \dots \dots \dots (2.6)$$

(Rochim T. , 1993)

Di mana, $l_t = l_v + l_w + l_n$; mm

- V_f = kecepatan makan (mm/min)
- n = putaran spindel (poros utama) ; (r)/min
- d = diameter gudi (mm)
- l_v = panjang awal (mm)
- l_w = panjang pemotongan benda kerja (mm)
- l_n = panjang akhir (mm)

Kecepatan pemotongan dalam proses bor adalah kecepatan permukaan pada diameter luar dari bor. Untuk menentukan kecepatan potong yang diinginkan dalam pengeboran, diperlukan untuk menentukan kecepatan putar bor. Jika N mewakili jumlah putaran spindel (rev/min). Rumus menentukan kecepatan putaran sebagai berikut :

$$N = \frac{v}{\pi D} \dots \dots \dots (2.7)$$

(Groover, 2010)

Di mana,

- N = Kecepatan putaran (putaran/menit)
- v = Kecepatan potong atau cutting

speed (mm/min atau mm/menit)

- D = Diameter mata bor (mm)

Feed yang direkomendasikan kurang lebih sebanding dengan diameter bor, feed yang lebih tinggi digunakan dengan bor yang berdiameter lebih besar. Karena dua cutting edge pada ujung bor, ketebalan serpihan beram (chip) yang belum dipotong oleh masing-masing cutting edge adalah setengah dari feed. Feed dapat dikonversikan ke feed rate menggunakan persamaan,

$$fr = N \cdot f \dots \dots \dots (2.8)$$

(Groover, 2010)

Di mana,

- fr = feed rate (mm/min) (in/min)
- f = feed (mm/rev) (mm/putaran)
- N = Kecepatan putaran (rev/min)

Terdapat perhitungan untuk mengetahui kecepatan pada motor listrik atau dinamo pada mesin. Dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$N = (f \times 120) : P \dots \dots \dots (2.9)$$

(Harris, 2021)

Di mana,

- N = Kecepatan putaran (Rpm)
- f = Frekuensi (Hz)
- P = Jumlah kutub (Pole)

Untuk menghitung kecepatan pada pulley dengan megasumsikan diameter (D) dan kecepatan putaran (N), maka dapat menggunakan rumus perbandingan diameter berikut :

$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{N_2}{N_1} \dots \dots \dots (2.10)$$

(Rafianto, 2023)

$$N_2 = \frac{D_1 \times N_1}{D_2} \dots \dots \dots (2.11)$$

(Rafianto, 2023)

E. Mesin Bor Vertikal (Vertical Drilling Machine)

Bor vertikal adalah jenis mesin bor yang dirancang untuk mengebor lubang secara vertikal atau tegak lurus terhadap permukaan kerja. Bor vertikal biasanya digunakan untuk membuat lubang yang presisi dan akurat pada benda kerja, seperti logam, kayu, atau plastik. Bor vertikal seringkali dilengkapi dengan mekanisme penjepitan benda kerja untuk menjaga kestabilan

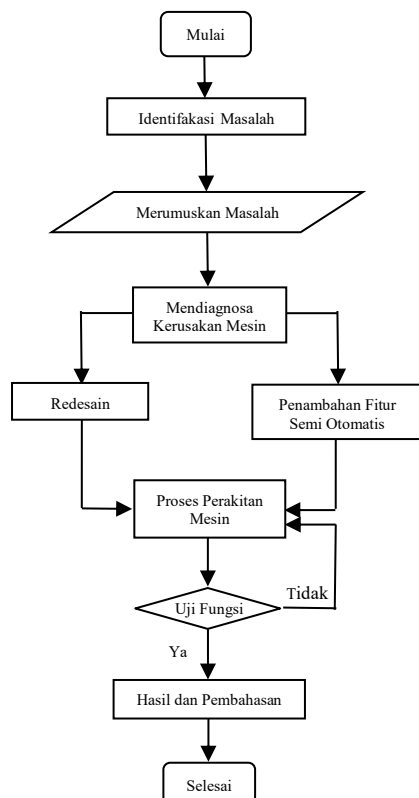
saat pengeboran. Keuntungan utama menggunakan bor vertikal adalah kemampuannya untuk mengebor lubang pada sudut yang tepat dan konsisten sesuai dengan dimensi vertikal yang harus sesuai dengan kebutuhannya.

F. Mesin Bor Vertikal Semi Otomatis

Mesin bor vertikal semi otomatis adalah jenis mesin bor yang menggabungkan fitur otomatisasi dengan intervensi manual dari operator. Artinya, mesin ini memiliki kemampuan untuk melakukan sebagian proses bor secara otomatis, tetapi masih memerlukan campur tangan manusia untuk beberapa tahapan atau pengaturan.

Mesin ini terdiri dari dasar semi otomatis, kolom, spindel, dan kepala pengeboran. Kolom dipasang pada alas dan ditopang kepala bor yang dapat digerakkan ke atas dan ke bawah menggunakan sistem semi otomatis. Spindel menahan mata bor dan digerakkan oleh motor listrik. Beberapa fungsi utama mesin bor semi otomatis seperti pengaturan pemakanan kedalaman material, pengaturan kecepatan torsi, pemotongan dan pengaturan posisi dapat dilakukan secara otomatis. Mesin ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi proses pengeboran dengan memasukkan unsur otomatis, dengan tetap menjaga keterlibatan manusia untuk mengawasi, mengatur dan memantau keseluruhan operasi.

METODE



Gambar 2. Flowchart Penelitian

Pada penelitian ini penulis menggunakan jenis penelitian *Research and Development (R&D)*

yang bertujuan untuk memastikan bahwa produk yang dihasilkan tidak hanya inovatif tetapi juga dapat diimplementasikan sesuai fungsi. Proses ini sering kali iteratif, artinya melalui beberapa siklus pengembangan, pengujian, dan revisi hingga mencapai hasil yang sesuai dengan penulis inginkan.

A. Waktu dan Tempat

• Waktu Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian pada semester genap di bulan Maret 2024 sampai Juni 2024, dan dimulai dengan observasi pada mesin gurdi, setelah itu dilakukan penulisan proposal tugas akhir.

• Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di bengkel kampus gedung K5 Vokasi Universitas Negeri Surabaya.

B. Spesifikasi mesin

- Spesifikasi mesin drill ini merupakan faktor penting untuk menentukan efektivitas dalam pekerjaan bor. Berikut merupakan spesifikasi *vertical drilling machine* semi otomatis KTK LGT-360 :

- Mesin : *Vertical Drilling Machine*
- Tipe/Merk : KTK
- Model : LGT-360
- Dimensi Mesin : 640 mm x 330 mm x 1129 mm
- Kelistrikan : 3 Phase
- Kapasitas Meja : 320 mm
- Kapasitas Chuck : 3 mm – 12 mm
- Pulley : 3 transmisi pulley



Gambar 3. Kondisi Awal Mesin

- Adapun spesifikasi mesin setelah dilakukannya proses redesain pada fitur “Automatic Switch” *vertical drilling machine* KTK LGT-360 sebagai berikut :

- Mesin : *Vertical Drilling Machine*
- Tipe/Merk : KTK
- Model : LGT-360
- Dimensi Mesin : 640 mm x 330

- Tegangan : 1 HP / 380 Vac
- Kelistrikan : 1 Phase
- Kapasitas Meja : 320 mm
- Kapasitas Chuck : 3 mm – 12 mm
- Pulley : 3 transmisi
pulley



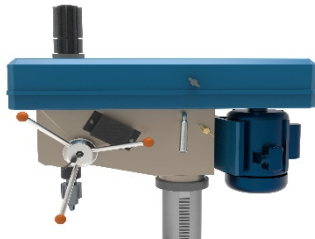
Gambar 4. Kondisi Mesin Setelah di Redesain

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Desain Alat

- Motor Listrik

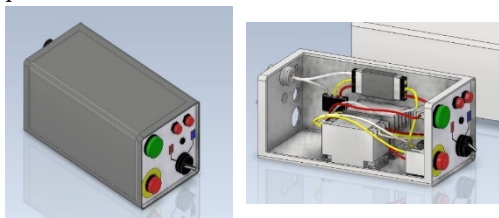
Motor listrik adalah sebuah perangkat elektromekanis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanis untuk menggerakkan suatu mesin atau peralatan. Fungsi utama dari motor listrik adalah menghasilkan putaran atau gerakan mekanis



Gambar 5. Desain Motor Listrik

- Automatic Switch

Secara keseluruhan, *Automatic Switch* pada mesin bor memberikan fleksibilitas dan kontrol yang diperlukan dalam proses pengeboran, yang terpenting yaitu untuk mencapai hasil kerja yang optimal dan efisien.

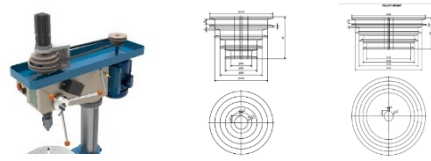


Gambar 6. Desain Automatic Switch

- Pulley V-Belt

Fungsi pulley pada mesin bor adalah untuk mengatur dan mengubah kecepatan putaran dari motor listrik ke chuck (*collet*) tempat

dipasang mata bor. Sedangkan fungsi dari *v-belt* yaitu sebagai komponen penghubung yang mengalirkan putaran dari pulley penggerak ke pulley yang digerakkan.



Gambar 7. Desain Pulley V-Belt

Adapun spesifikasi dari motor listrik yang digunakan yaitu MCBV56-4, 220 V, 1 Hp, dan 1400 Rpm.



Gambar 8. Motor Listrik 1 Phase

B. Perhitungan

- Perhitungan kecepatan transmisi pulley

$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{N_2}{N_1}$$

$$N_2 = \frac{D_1 \times N_1}{D_2}$$

Diketahui pada setiap *pulley*:

- *Pulley 1*

$D_1 = 110$ mm (Diameter *pulley* penggerak)

$D_2 = 115,5$ mm (Diameter *pulley* yang digerakkan)

$N_1 = 1400$ Rpm (Kecepatan motor listrik)

Jadi,

$$N_2 = \frac{D_1 \times N_1}{D_2}$$

$$N_2 = \frac{110 \times 1400}{115,5}$$

$$N_2 = 1333,33 \text{ Rpm}$$

- *Pulley 2*

$D_1 = 95$ mm (Diameter *pulley* penggerak)

$D_2 = 119,5$ mm (Diameter *pulley* yang digerakkan)

$N_1 = 1400$ Rpm (Kecepatan motor listrik)

Jadi,

$$N_2 = \frac{D_1 \times N_1}{D_2}$$

$$N_2 = \frac{95 \times 1400}{119,5}$$

$$N_2 = 1112,97 \text{ Rpm}$$

- *Pulley 3*

$D_1 = 71$ mm (Diameter *pulley* penggerak)

$D_2 = 129$ mm (Diameter *pulley* yang digerakkan)

$N_1 = 1400$ Rpm (Kecepatan motor listrik)

Jadi,

$$N_2 = \frac{D_1 \times N_1}{D_2}$$

$$N_2 = \frac{71 \times 1400}{129}$$

$$N_2 = 770,54 \text{ Rpm}$$

Maka hasil perhitungan kecepatan pada setiap transmisi *pulley* dalam bentuk tabel sebagai berikut :

TABEL 1

Hasil Perhitungan Kecepatan tiap <i>Pulley</i>	
Transmisi <i>Pulley</i>	Kecepatan Transmisi <i>Pulley</i>
<i>Pulley 1</i>	1333,33 Rpm
<i>Pulley 2</i>	1112,97 Rpm
<i>Pulley 3</i>	770,54 Rpm

C. Pengukuran

Pengukuran dilakukan dengan memperhatikan putaran pada pulley, terdapat 3 kali percobaan pengukuran yang dilakukan, berikut ialah hasil dari pengukuran motor listrik pada setiap pulley:

- Pulley 1



Gambar 9. Pengukuran kecepatan di Pulley 1

TABEL 2

Data Hasil Tachometer Pulley 1	
Transmisi <i>Pulley</i>	Kecepatan Transmisi <i>Pulley</i>
Percobaan ke - 1	1918 Rpm
Percobaan ke - 2	1920 Rpm
Percobaan ke - 3	1922 Rpm

Rata Rata Kecepatan :

$$\text{Mean} = \frac{\text{Jumlah Data}}{\text{Banyak Data}}$$

$$= \frac{1918+1920+1922}{3}$$

$$= 1920 \text{ Rpm}$$

- Pulley 2



Gambar 10. Pengukuran kecepatan di Pulley 2

TABEL 3

Data Hasil Tachometer Pulley 2	
Transmisi <i>Pulley</i>	Kecepatan Transmisi <i>Pulley</i>
Percobaan ke - 1	1292 Rpm
Percobaan ke - 2	1293 Rpm
Percobaan ke - 3	1293 Rpm

Rata Rata Kecepatan :

$$\text{Mean} = \frac{\text{Jumlah Data}}{\text{Banyak Data}}$$

$$= \frac{1292+1293+1293}{3}$$

$$= 1292,7 \text{ Rpm}$$

- Pulley 3



Gambar 11. Pengukuran kecepatan di Pulley 3

TABEL 3

Data Hasil Tachometer Pulley 3	
Transmisi <i>Pulley</i>	Kecepatan Transmisi <i>Pulley</i>
Percobaan ke - 1	828,6 Rpm
Percobaan ke - 2	828,1 Rpm
Percobaan ke - 3	829,1 Rpm

Rata Rata Kecepatan :

$$\text{Mean} = \frac{\text{Jumlah Data}}{\text{Banyak Data}}$$

$$= \frac{828,6+828,1+829,1}{3}$$

$$= 828,6 \text{ Rpm}$$

Berdasarkan hasil data diatas, maka uji fungsi dapat dilakukan dan mendapatkan hasil sebagai berikut :

TABEL 4

Data Uji Fungsi Mesin

Material	Diameter Mata Bor (mm)	Kecepatan Putaran (Rpm)
Baja	5 mm	1920 Rpm
Carbon		1292,7 Rpm
ST 37		828,6 Rpm

SIMPULAN

1. Motor listrik yang digunakan memiliki spesifikasi MCBV56-4, frekuensi 50 Hz, 220 V, sistem kelistrikan 1 Hp, dengan kecepatan 1400 Rpm.
2. Hasil uji fungsi pergerakan mata bor naik turun menggunakan fitur semi otomatis dengan kecepatan 3 transmisi *pulley* yang berbeda yaitu, 1333,3 Rpm, 1112,97 Rpm, dan 770,54 Rpm dengan waktu yang dihasilkan selama 3 kali percobaan, yaitu 53 detik, 46 detik, dan 57 detik. Sedangkan material yang digunakan yaitu baja karbon ST-37.

REFRENSI

- Cleina Yayoe Okoshi, E. P. (2019). Analyzing High Performance Manufacturing Companies. International Journal of Production Economics, 5-11.
- Cok Istri Putri Kusuma, W. (2017) Proses Permesinan. Jurnal Mesin Nusantara, 1-6.
- Dr. Ellysa Nursanti, S. M. (2019). MAINTENANCE CAPACITY PLANNING EFFISIENSI DAN PRODUKTIVITAS. MALANG: DREAMLITERA.
- Groover, M. P. (2010). Fundamental of Modern Manufacturing : Material, Processes, and Systems, 4th Ed. United States of America: Dr. Gregory L. Tonkay, Associate Professor of Industrial and Systems Engineering, Lehigh University.
- Hanin Rais Nabila Habibi, Agung Prijo Budijono. (2021). REDESAIN MESIN LINE BORING MANUAL MENJADI SEMI-MEKANIKAL OTOMATIS DENGAN METODE REVERSE ENGINEERING. 15-21.
- Ignatius Deradjat Pranowo, M. (2019). Sistem dan Manajemen Pemeliharaan. Sleman, Yogyakarta: Deepublish Publisher.
- Mahmudi, H. (2021). Analisa Perhitungan Pulley dan V-Belt Pada Sistem Transmisi Mesin Pencacah. Jurnal Mesin Nusantara, 40-46.
- Muhammad Henwa Gegatama. (2023). Analisis Putaran Drill Bits Berdasarkan Diameter Terhadap Waktu dan Biaya Pengerjaan Pada Mesin Bor First LC-25A. 7-21.
- Muhamad Rahmadi, S. Z. (2022). ANALISIS TOTAL PREVENTIVE MAINTANANCE PADA MESIN DRILLING KOCH DI PT. XYZ. Jurnal Comasie, 06(04), 69- 78.
- Rafianto Takbiral Fajar. (2023). Redesign Komponen Drilling Machine Multifungsi First LC-25A Sebagai Pendukung Praktikum Program Studi Sarjana Terapan (D4) Teknik Mesin Vokasi Universitas Negeri Surabaya. 15-36.
- Sobron Lubis, S. D. (2022). STUDY PERBANDINGAN BIAYA PEMESINAN PADA PROSES DRILLING MENGGUNAKAN PAHAT HSS DAN KARBIDA. 16-22.
- Solihin, Susanto Sudiro. (2021). Rekayasa Mesin Drilling Multi Spindle untuk Proses Pengerjaan Retainer Control Shift Lever. 11-16
- Taufiqurrahman. (2018) Pembuatan Mesin Bor Semi otomatis Untuk Memproduksi Stiffener Upper Plate Chassis Truk Isuzu Di PT Hita Jaya Bekasi.
- Widarto. (2008). Teknik Permesinan. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.