

PEMBUATAN MESIN LAS GESEK TIPE PNEUMATIK BERTENAGA MOTOR LISTRIK DENGAN DAYA 1 HP

Fatur Rohman

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin
Universitas Muria Kudus
Email: faturrohman284@gmail.com

Qomaruddin

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin
Universitas Muria Kudus
Email: qomaruddin@umk.ac.id

Akhmad Zidni Hudaya

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin
Universitas Muria Kudus
Email: akhmad.zidni@umk.ac.id

ABSTRAK

Mesin las gesek dengan sistem pneumatik merupakan suatu proses pemesinan dimana dua batang poros digabungkan yang mana nyala las diperoleh akibat dari kombinasi antara gesekan dan tekanan. Dibutuhkan kecepatan dan nilai tekan yang sesuai agar menghasilkan mengasalkan lasan yang sempurna. Tujuan penelitian ini adalah membuat mesin las gesek dengan sistem pneumatic menggunakan penggerak motor listrik. Metode dalam pembuatan mesin las gesek dengan sistem pneumatik ini dimulai dengan proses perencanaan, pembuatan, perakitan dan pengujian mesin. Tahapan dalam pembuatan mesin las gesek dengan sistem pneumatic antara lain: menggambar kerja, pemotongan bahan untuk komponen pembuatan sesuai gambar kerja, pengeboran, pembubutan, pengefraisan, pengelasan, perakitan, *finishing*, analisis seluruh biaya, pengujian kinerja mesin yang dibuat dan pengujian spesimen hasil dari proses mesin las gesek dengan sistem pneumatik. Hasil yang dicapai yaitu mesin las gesek dengan sistem pneumatik berjalan dengan kondisi fungsional yang baik dengan kecepatan putaran maksimum 2800 rpm dan nilai tekanan maksimum 8,5 bar, data tersebut diperoleh dari spesifikasi motor listrik dan *actuator* pneumatik yang digunakan. Hasil pengujian spesimen uji *stainless steel* 304 didapatkan data yaitu pada kecepatan 1820 rpm, nilai tekan 4 bar dan waktu gesek 30 detik, spesimen uji *stainless steel* 304 berdiameter 10 mm memperoleh hasil yang paling sempurna, terlihat dari lelehan yang dihasilkan serta tidak ada tekstur retak pada lelehannya.

Kata kunci: las gesek, pneumatik, gesekan, putaran, tekanan

ABSTRACT

A friction welding machine with a pneumatic system is a machining process in which two shaft rods are combined where the welding flame is obtained as a result of a combination of friction and pressure. It takes the appropriate speed and compressive value to produce a perfect weld. The purpose of this research is to manufacturing a friction welding machine with a pneumatic system using an electric motor. The method of manufacturing a friction welding machine with a pneumatic system begins with the process of planning, manufacturing, assembling and testing the machine. The stages in manufacturing a friction welding machine with a pneumatic system include: drawing work, cutting materials for manufacturing components according to work drawings, drilling, turning, milling, welding, assembling, finishing, analyzing all costs, testing the performance of machines made and testing specimens from process of friction welding machine

with pneumatic system. The results achieved are the friction welding machine with a pneumatic system running in good functional conditions with a maximum rotation speed of 2800 rpm and a maximum pressure value of 8.5 bar. The data is obtained from the specifications of the electric motor and pneumatic actuator used. The results of testing the 304 stainless steel test specimen, data was obtained, namely at a speed of 1820 rpm, a compression value of 4 bar and a friction time of 30 seconds, a 304 stainless steel test specimen with a diameter of 10 mm obtained the most perfect, it can be seen from the resulting melt and there was no cracked texture in the melt.

Keywords: friction welding, pneumatic, friction, rotation, pressure

1. PENDAHULUAN

Pengelasan merupakan proses penting dalam industri dan merupakan bagian integral dari pertumbuhan industri karena pengelasan berperan penting dalam rekayasa dan pemeliharaan produksi logam. [1]. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang pesat membutuhkan pengembangan sumber daya manusia. Banyak orang mencoba mencari efisiensi yang lebih tinggi di bidang teknik pengelasan [2].

Baja paduan adalah baja dengan beberapa elemen paduan yang ditambahkan. Elemen pemandu ini sengaja ditambahkan ke komposisi kimia baja untuk mendapatkan sifat tertentu, seperti meningkatkan kemampuan pengerasan, ketahanan aus, ketahanan korosi, dan sifat magnetis. [3].

Friction welding adalah metode pengelasan yang digunakan untuk mendapatkan pengelasan dengan cara menggosok ujung dua bahan yang akan disambung [4]. Mengingat teknologi pengelasan gesek ini mudah dalam pengoperasiannya, maka teknologi pengelasan gesek mulai menarik perhatian masyarakat. Waktu gesekan dari proses *friction welding* ini adalah 35, 45, 55 dan 65 detik. Ketika parameter proses lainnya adalah 4215 rpm, tekanan gesekannya adalah 127,27 kg / cm²[5]. Kecepatan, lamanya gesekan dan tekanan merupakan variabel yang sangat penting dalam pengelasan gesekan, karena variabel tersebut akan menentukan kualitas dan hasil pengelasan. [6].

Pada pengelasan gesekan, beberapa fenomena fisik terjadi, seperti perubahan termal akibat gesekan, deformasi plastis, pemadatan, perubahan struktur, dll. Parameter penting dalam proses *friction welding* antara lain waktu gesekan, kecepatan dan tekanan gesekan [7]. Beberapa keuntungan dari pengelasan gesekan adalah menghemat bahan dan menghemat waktu untuk menghubungkan dua bahan yang sama atau berbeda [8].

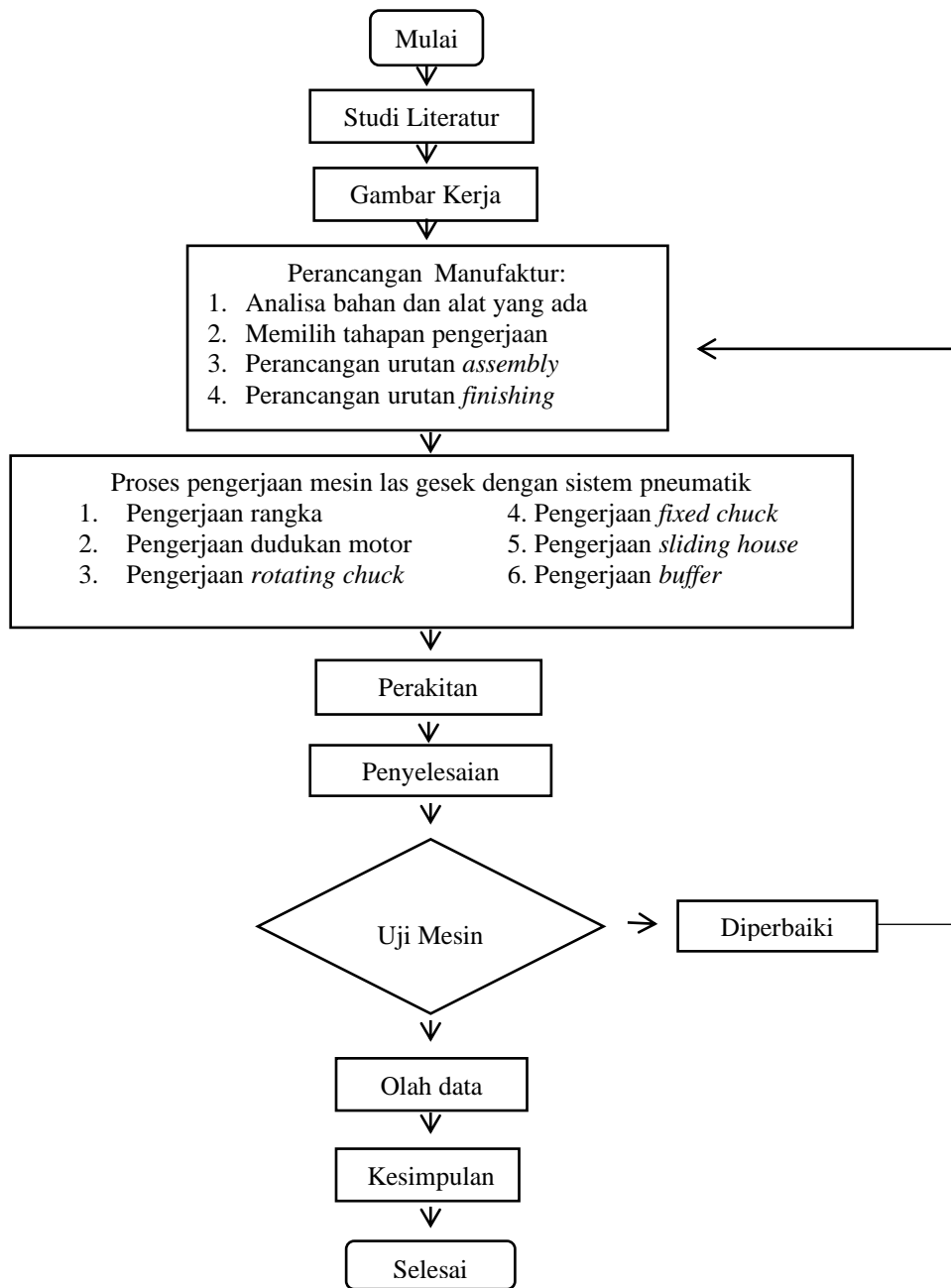
Kandungan unsur paduan yang terkandung dalam baja st 41 adalah 0,08% - 0,20% C, 0,135% Si, 0,005 Ni, 0,298 Cr, 0,278 Mn, 0,007% P, 0,0035% S dan memiliki besar kekuatan tarik (*tensile strength*) sebesar 41 kg/mm² [9]. Sedangkan kandungan unsur paduan yang terkandung dalam stainless steel 304 menurut adalah 0,042% C, 0,049% Si, 8,15% Ni, 18,24% Cr, 1,19% Mn, 0,034% P, 0,006% S dan memiliki besar kekuatan tarik (*tensile strength*) sebesar 65,87 kg/mm² [10].

Sistem penggerak dengan menggunakan pneumatic telah di aplikasikan pada gaya penekan mesin pres plastik. Gaya ini dihasilkan oleh tekanan udara yang masuk ke dalam silinder pneumatik [11]. Gaya yang di hasilkan oleh udara bertekanan telah dapat di gunakan untuk memindahkan material [12]. Gaya penekanan ini dapat di manfaatkan untuk menekan benda kerja pada proses pengelasan gesek.

Tujuan penelitian ini adalah membuat mesin las gesek dengan sistem pneumatic menggunakan penggerak motor listrik

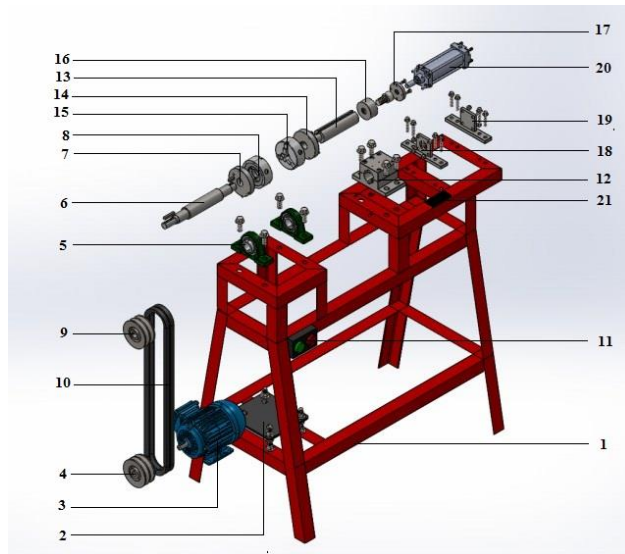
2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian difokuskan pada proses pembuatan mesin las gesek dengan sistem pneumatik, yang akan ditunjukkan pada diagram alir gambar 1 berikut.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Saat membuat mesin las gesek dengan sistem pneumatik, perlu dilakukan beberapa tahapan, mulai dengan studi literatur yang relevan. Selanjutnya membuat rencana proses desain, proses manufaktur, termasuk persiapan alat dan bahan kerja, proses perakitan, dan proses penyelesaian. Setelah proses *finishing* selesai dilakukan pengujian performa mesin dengan spesifikasi putaran motor 2800 rpm dan nilai tekanan aktuator pneumatik sebesar 8,5 bar. Data diperoleh dari spesifikasi motor listrik dan aktuator pneumatik yang digunakan. Untuk menguji hasil digunakan spesimen yaitu *stainless steel* 304. Desain mesin di tunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Desain mesin las gesek dengan sistem pneumatik

Keterangan:

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| 1. Rangka Utama | 12. Sliding House |
| 2. Dudukan Motor | 13. As Fixed Chuck |
| 3. Motor Listrik | 14. Bushing Flange Chuck |
| 4. Pulley B2 4 in | 15. Chuck 4 Jaw 3 in |
| 5. Bearing UCP 207 | 16. Disk Plate Hub |
| 6. As Rotating Chuck | 17. Hub Fixed |
| 7. Bushing Flange Chuck | 18. Buffer Front Cover |
| 8. Chuck 4 Jaw 3 in | 19. Buffer Back Cover |
| 9. Pulley B2 4 in | 20. Actuator Pneumatik |
| 10. V-belt | 21. Sistem Pneumatik |
| 11. Sistem Kontrol | |

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses membuat mesin las gesek dengan sistem pneumatik, banyak hal yang harus diperhatikan, yaitu: menyiapkan bahan, menyiapkan alat / mesin yang akan digunakan, memahami diagram kerja dan mengikuti urutan langkah kerja

3.1 Persiapan Bahan

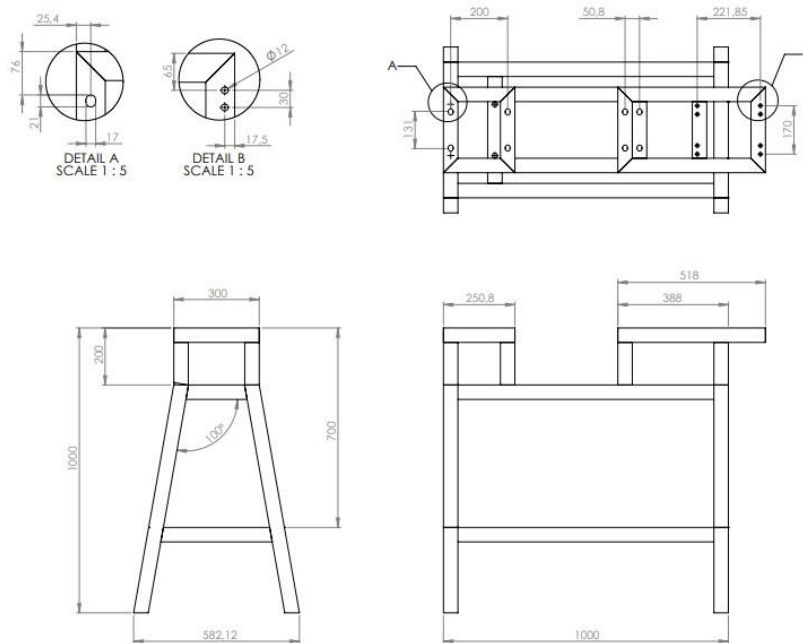
Peralatan yang dibutuhkan dalam proses pembuatan mesin las gesek dengan sistem pneumatik sebagai berikut:

1. Alat ukur (mistar baja, mistar siku, jangka sorong, mistar gulung)
2. Penitik
3. Penggores
4. Meja perata
5. Ragum
6. Palu
7. Gerinda pemotong
8. Gerinda tangan
9. Perkakas frais
10. Perkakas bubut

11. Perkasas las listrik
13. Elektroda standart AWS E6013 \varnothing 2,6 mm
14. Kunci pas dan ring satu set
15. Kunci L satu set
16. Pahat HSS
17. Kikir
18. Tap 1 set
19. Kompresor
20. Spray gun
21. Thinner
22. Cat dasar
23. Cat besi warna merah

3.2 Pembuatan Rangka

Proses pembuatan rangka di dasarkan pada gambar kerja pada gambar 3.



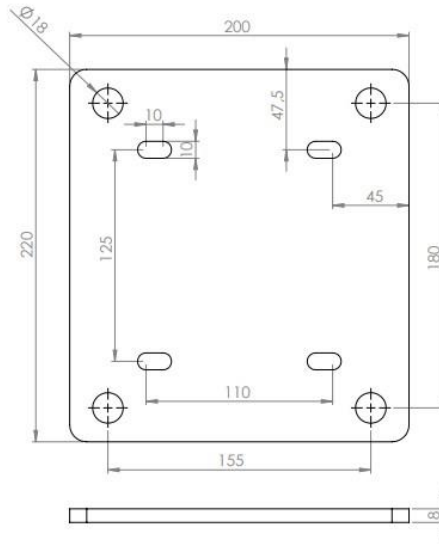
Gambar 3. Gambar kerja pembuatan rangka

Tabel 1. Urutan pengerjaan rangka

No.	Pengerjaan	Alat
1.	Persiapkan besi L 40x40x4 mm	
2.	Pengukuran dengan acuan gambar	Mistar baja
3.	Pemotongan dengan acuan gambar kerja	Gerinda potong
4.	Penyambungan dengan las	Mesin Las SMAW
5.	Pengeboran rangka dengan \varnothing 20 mm (12 lubang), dan \varnothing 12 mm (8 lubang)	Mesin bor

3.3 Pembuatan Dudukan Motor

Proses pembuatan dudukan motor listrik di dsarkan pada gambar kerja pada gambar 4.



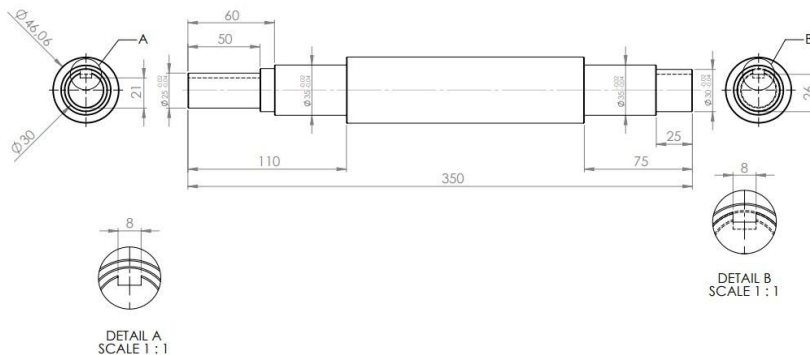
Gambar 4. Gambar Kerja Dudukan Motor

Tabel 2. Urutan dudukan motor

No.	Pengerjaan	Alat
1.	Persiapkan besi pejal 220 mm x 200 mm	Ruang Bahan
2.	Pengukuran material dengan acuan gambar kerja	Mistar baja
3.	Pemotongan material bahan dengan ukuran yang tepat	Gerinda potong
4.	Pengeboran dudukan motor dengan Ø 18 (4 lubang), dan Ø 10 (4 lubang)	Mesin bor

3.4 Pembuatan Poros Rotating Chuck

Proses pembuatan poros rotating chuck di dasarkan pada gambar kerja pada gambar 5.



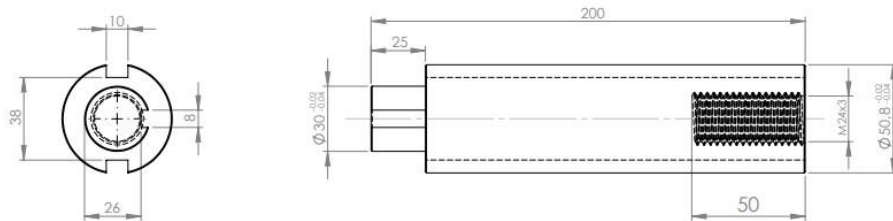
Gambar 5. Gambar Kerja Poros Rotating Chuck

Tabel 3. Urutan poros *rotating chuck*

No.	Pengerjaan	Alat
1.	Persiapkan besi poros panjang 350 mm berdiamater 30 mm	Ruang Bahan
2.	Pengukuran sesuai gambar	Jangka sorong
3.	Membubut besi poros dengan acuan gambar kerja	Mesin Bubut
4.	Mengefraisi <i>poros rotating chuck</i> yang selesai di bubut sesuai gambar kerja	Mesin milling

3.5 Pembuatan Poros Fixed Chuck

Proses pembuatan poros Fixed chuck di dasarkan pada gambar kerja sebagaimana gambar 6.



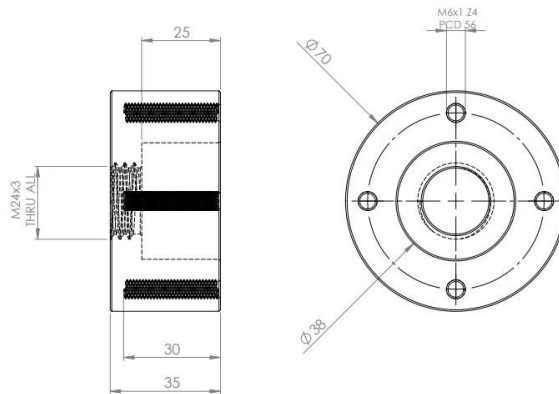
Gambar 6. Gambar Kerja As Fixed Chuck

Tabel 4. Urutan pengerjaan poros *fixed chuck*

No.	Pengerjaan	Alat
1.	Persiapkan as poros panjang 200 mm berdiamater 30 mm untuk membuat <i>as fixed chuck</i>	Ruang Bahan
2.	Pengukuran material yang tepat	Jangka sorong
3.	Membubut besi poros komponen dari <i>as fixed chuck</i> sesuai gambar kerja Mengebor dengan mata bor diameter 22 mm sepanjang 50 mm sebagai penghubung komponen <i>disk plate hub</i>	Mesin Bubut
4.	Mengefraisi <i>as fixed chuck</i> yang selesai di bubut sesuai gambar kerja	Mesin milling
5.	Mengetap komponen dari <i>as fixed chuck</i> sesuai gambar kerja	Hand tapt

3.6 Pembuatan *Hub Fixed*

Proses Pengerjaan hub fixed di dasarkan pada gambar kerja sebagaimana gambar 7.



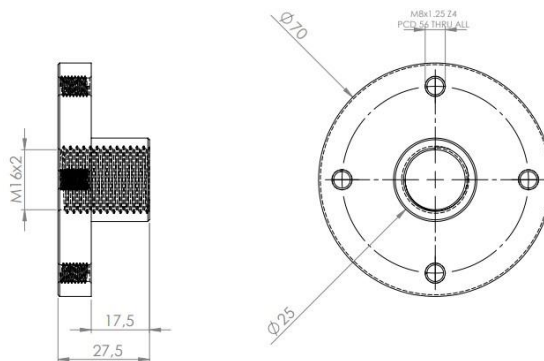
Gambar 7. Gambar Kerja *Hub Fixed*

Tabel 5. Urutan *hub fixed*

No.	Pengerjaan	Alat
1.	Persiapkan as poros panjang 35 mm berdiameter 70 mm untuk membuat <i>hub fixed</i>	Ruang Bahan
2.	Pengukuran material dengan acuan gambar	Jangka sorong
3.	Membubut as poros komponen dari <i>hub fixed</i> sesuai gambar kerja	Mesin bubut
4.	Mengebor tembus dengan mata bor diameter 22 mm sebagai penghubung komponen disk plate hub Pengeboran <i>hub fixed chuck</i> \varnothing 5 mm (4 lubang)	Mesin Bor
5.	Mengetap komponen dari <i>hub fixed chuck</i> sesuai gambar kerja	Hand tap

3.7 Pembuatan *Disk Plate Hub*

Proses pembuatan *disk plate hub* di dasarkan pda gambar kerja sebagaimana gambar 8.



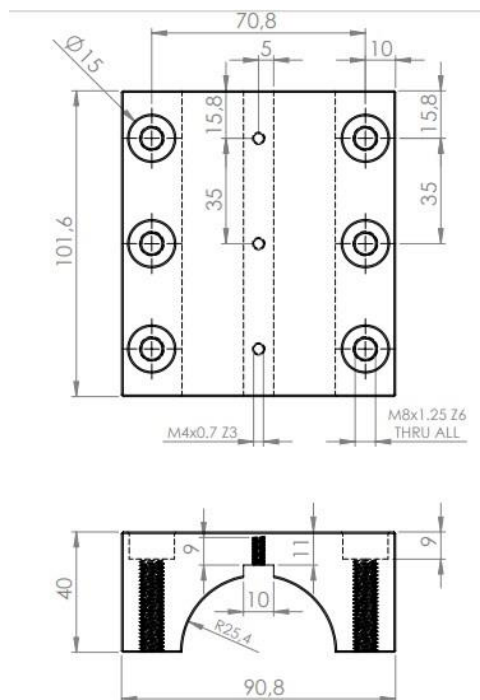
Gambar 8. Gambar Kerja *Disk Plate Hub*

Tabel 6. Urutan *disk plate hub*

No.	Pengerjaan	Alat
1.	Persipakan as poros panjang 27,5 mm berdiamater 70 mm untuk membuat <i>disk plate hub</i>	Ruang Bahan
2.	Pengukuran dengan acuan gambar	Jangka sorong
3.	Membubut as poros komponen dari <i>disk plate hub</i> sesuai gambar kerja Mengebor tembus dengan mata bor diameter 14 mm sebagai penghubung komponen <i>hub fixed</i>	Mesin bubut
4.	Pengeboran <i>disk plate hub</i> \varnothing 7 mm (4 lubang)	Mesin bor
5.	Mengetap komponen dari <i>disk plate hub</i> sesuai gambar kerja	Hand tap

3.8 Pembuatan *Sliding House Top*

Proses pembuatan *sliding house top* di dasarkan pada gambar kerja sebagaimana gambar 9.



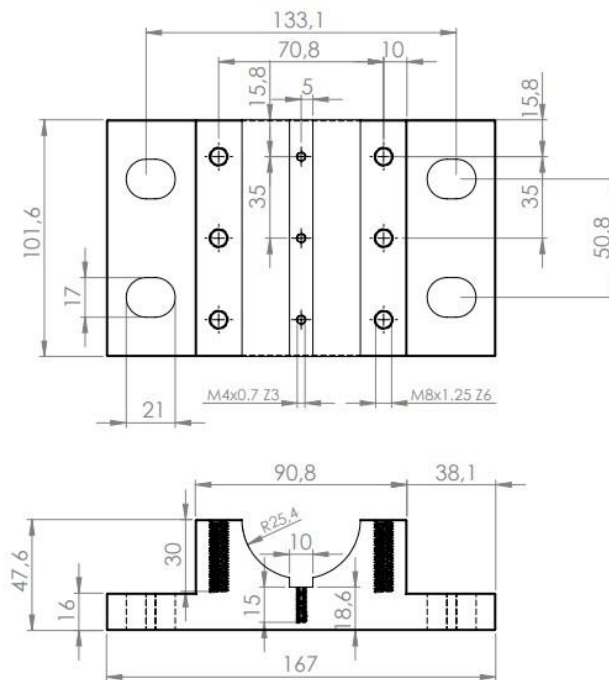
Gambar 9. Gambar Kerja *Sliding House Top*

Tabel 7. Urutan *sliding house top*

No.	Pengerjaan	Alat
1.	Persiapkan besi pejal panjang 90,8 mm lebar 101,6 mm dan tinggi 40 mm untuk membuat bagian <i>sliding house top</i>	Ruang Bahan
2.	Pengukuran dengan acuan gambar	Jangka sorong
3.	Mengefrais komponen <i>sliding house top</i> sesuai gambar kerja	Mesin milling
4.	Pengeboran <i>sliding house top</i> \varnothing 3,5 mm (3 lubang) Pengeboran <i>sliding house top</i> \varnothing 7 mm (6 lubang) Pengeboran <i>sliding house top</i> \varnothing 15 mm (6 lubang)	Mesin Bor
5.	Mengetap komponen dari <i>sliding house top</i> sesuai gambar kerja	Hand tap

3.9 Pembuatan *Sliding House Bottom*

Proses pembuatan *sliding house bottom* di dasarkan pada gambar kerja sebagaimana gambar 10.



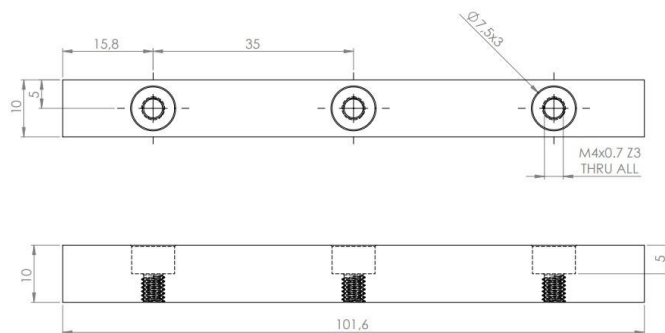
Gambar 10. Gambar Kerja *Sliding House Bottom*

Tabel 8. Urutan *sliding house bottom*

No.	Pengerjaan	Alat
1.	Persiapkan besi pejal panjang 167 mm lebar 101,6 mm dan tinggi 47,6 mm untuk membuat bagian <i>sliding house bottom</i>	Ruang Bahan
2.	Pengukuran sesuai gambar yang ada	Jangka sorong
3.	Mengefrais komponen <i>sliding house bottom</i> sesuai gambar kerja	Mesin milling
4.	Pengeboran <i>sliding house bottom</i> \varnothing 20 mm (4 lubang), Pengeboran <i>sliding house bottom</i> \varnothing 7 mm (6 lubang), Pengeboran <i>sliding house bottom</i> \varnothing 3,5 mm (3 lubang)	Mesin bor
5.	Mengetap komponen dari <i>sliding house bottom</i> sesuai gambar kerja	Hand tap

3.10 Pembuatan Bolt Sliding House

Proses pembuatan *bolt sliding house* di dasarkan pada gambar kerja sebagaimana gambar 11.



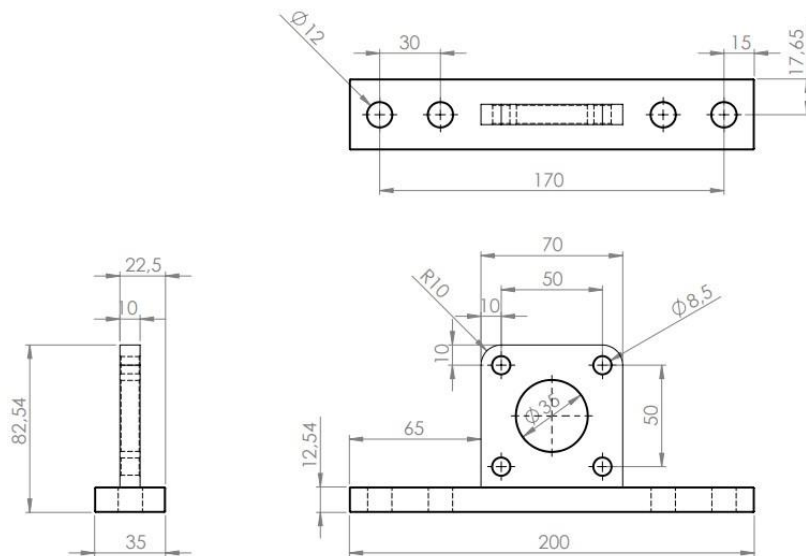
Gambar 11. Gambar Kerja Bolt Sliding House

Tabel 9. Urutan *bolt sliding house*

No.	Pengerjaan	Alat
1.	Persiapkan besi pejal panjang 10 mm lebar 101,6 mm dan tinggi 10 mm untuk membuat bagian <i>bolt sliding house</i>	Ruang Bahan
2.	Pengukuran dengan acuan gambar	Jangka sorong
3.	Mengefrais komponen <i>bolt sliding house</i> sesuai gambar kerja	Mesin Milling
4.	Pengeboran <i>bolt sliding house</i> \varnothing 3,5 mm (6 lubang), Pengeboran <i>bolt sliding house</i> \varnothing 7,5 mm (6 lubang)	Mesin bor
5.	Mengetap komponen dari <i>bolt sliding house</i> sesuai gambar kerja	Hand tap

3.11 Pembuatan Buffer Front Cover

Proses pembuatan *Buffer Front Cover* di dasarkan pada gambar kerja sebagaimana gambar 12.



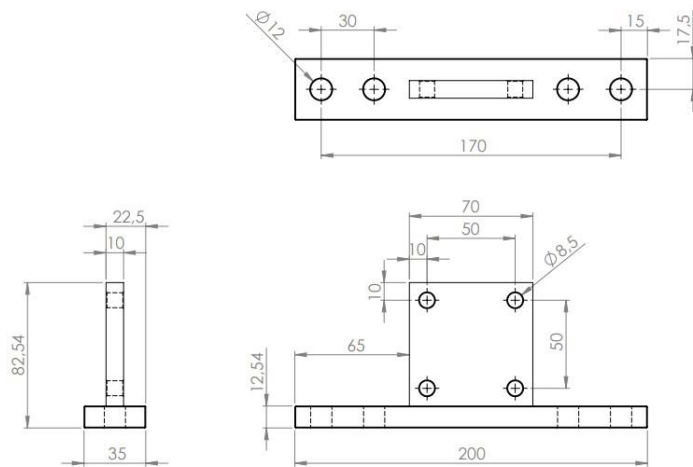
Gambar 12. Gambar Kerja *Buffer Front Cover*

Tabel 10. Urutan *buffer front cover*

No.	Pengerjaan	Alat
1.	Persiapkan besi pejal panjang 200 mm, lebar 35 mm dan tinggi 12,54 mm, lalu besi pejal dengan ukuran panjang 70 mm, lebar 60 mm dan tinggi 10 mm untuk membuat bagian <i>buffer front cover</i>	Ruang Bahan
2.	Pengukuran dengan acuan gambar	Jangka sorong
3.	Mengefraisi komponen <i>buffer front cover</i> sesuai gambar kerja	Mesin Milling
4.	Pengeboran <i>buffer front cover</i> Ø 12 mm (4 lubang), Pengeboran <i>buffer front cover</i> Ø 8,5 mm (4 lubang), Pengeboran <i>buffer front cover</i> Ø 35 mm (1 lubang)	Mesin bor
5.	Mengelas bagian komponen dari <i>buffer front cover</i> yang terpisah	Mesin Las SMAW

3.12 Pembuatan *Buffer Back Cover*

Proses pembuatan *Buffer back cover* di dasarkan pada gambar kerja sebagaimana gambar 13.



Gambar 13. Gambar Kerja *Buffer Back Cover*

Tabel 11. Urutan *buffer back cover*

No.	Pengerjaan	Alat
1.	Persiapkan besi pejal panjang 200 mm, lebar 35 mm dan tinggi 12,54 mm, lalu besi pejal dengan ukuran panjang 70 mm, lebar 60 mm dan tinggi 10 mm untuk membuat bagian <i>buffer back cover</i>	Ruang Bahan
2.	Pengukuran dengan acuan gambar	Jangka sorong
3.	Mengefraisi komponen <i>buffer back cover</i> sesuai gambar kerja	Mesin Milling
4.	Pengeboran <i>buffer back cover</i> Ø 12 mm (4 lubang), Pengeboran <i>buffer back cover</i> Ø 8,5 mm (6 lubang)	Mesin Bor
5.	Mengelasi bagian komponen dari <i>buffer back cover</i> yang terpisah	Mesin las SMAW

3.13 Proses *Assembly* (Perakitan)

Proses perakitan yang dilakukan adalah merakit semua komponen menjadi bagian mesin / alat sesuai dengan langkah dan fungsi yang sesuai dari masing-masing komponen. Hasil perakitan di tunjukkan pada gambar 14.



Gambar 14. Mesin las gesek dengan sistem pneumatik

3.13 Proses *Finishing*

Proses *finishing* adalah akhir dari keseluruhan proses pembuatan. Proses *finishing* adalah memilah-milah seluruh proses pembuatan yang ada pada saat pemotongan, pengelasan dan pengeboran. Dalam proses pembuatan mesin las gesek dengan sistem pneumatik ini, proses pembersihannya juga memiliki urutan sebagai berikut: (1) *Grinding*, termasuk *finishing* semua bagian yang masih perlu di haluskan pada proses pemotongan, pengelasan atau pengeboran. (2) Poles, termasuk pengamplasan semua bagian yang akan di cat dasar / *epoxy*, kemudian dilanjutkan dengan mendempul bagian yang tidak rata (3) Pengecatan, termasuk menyemprotkan cat *epoxy*, kemudian dilakukan penyemprotan cat besi merah pada mesin las gesek.

3.14 Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan terhadap uji fungsi dan uji hasil. Hasil pengujian di tunjukkan pada tabel 12 dan tabel 13.

Tabel 12. Tahap Uji Fungsi

No.	Komponen	Parameter	Indikator
1.	Mesin	Mempersiapkan mesin las gesek dalam kondisi siap uji.	v
2.	Motor Listrik	Kondisikan motor listrik terpasang dengan kencang dan dalam kondisi siap untuk dilakukan pengujian fungsi mesin.	v
3.	Pulley & v-belt	Cek transmisi berjalan dengan baik.	v
4.	Poros	Cek kekencangan poros dan bantalan untuk pengujian fungsi mesin.	v
5.	Sistem Pneumatik	Cek sistem pneuamtik untuk memastikan bergerak sesuai lintasan untuk pengujian fungsi mesin.	v

Tabel 13. Tahap Uji Hasil

No	Material	No Spesimen	Diameter (mm)	Panjang (mm)	RPM	Waktu (s)	Tekanan
1.		1	10	75		30	2 bar
2.	Stainless Steel 304	2	10	75	1820	30	3 bar
3.		3	10	75		30	4 bar
4.		4	10	75		30	5 bar

Dijelaskan dari spesimen uji telah diujikan dengan kecepatan 1820 rpm dengan waktu gesek 30 dan nilai tekanan 4 bar, terlihat spesimen uji 3 membentuk *flash* yang sempurna atau dihasilkan pengelasan gesek yang baik.



Gambar 15. Spesimen Uji

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dalam penelitian menghasilkan meish las gesek tipe pneumatik bertenaga motor 1 HP dengan fungsional mesin mampu bekerja dengan normal semestinya yaitu dengan kecepatan putaran maksimal 2800 rpm dan nilai tekan 8,5 bar, data tersebut diperoleh dari spesifikasi motor listrik dan *actuator* pneumatik yang digunakan. Dari hasil pengujian spesimen uji stainless steel 304 didapatkan data yaitu pada kecepatan 1820 rpm, nilai tekan 4 bar dan waktu gesek 30 detik, spesimen uji stainless steel 304 berdiameter 10 mm memperoleh hasil yang paling sempurna, terlihat dari lelehan yang dihasilkan serta tidak ada tekstur retak pada lelehannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pujono, D. Prabowo, and E. P. Pratama, 2019 "Rancang Bangun Prototype Mesin Friction," *Bangun Rekaprima Vol. 5 Nomor 1*, vol. 05, pp. 13–20.
- [2] F. Mortensen, K. S.; Jensen, L.C; & Loose, 2001,"Mechanical Properties and Microstructures of Inertia-Friction-Welded 416 Stainless Steel," pp. 268–273.
- [3] D. Satyadianto, 2015, "Pengaruh Variasi Tekanan Gesek, Tekanan Tempa Dan Durasi Gesek Terhadap Kekuatan Impact Pada Sambungan Las Gesek (Friction Welding) Dengan Menggunakan Baja Paduan Aisi 4140," .
- [4] M. A. N. Upara, 2019, "Analisis Kekuatan Sambungan Las Gesek Rotary Material Bronze Dengan Stainless Steel Berdasarkan Standard Asme," *Semin. dan Konf. Nas. IDEC*, pp. 2–3.
- [5] N. Husodo, B. L. Sanyoto, S. Bangun, and S. Mahirul, 2013, "Penerapan Teknologi Las Gesek (Friction Welding) dalam Rangka Penyambungan Dua Buah Logam Baja Karbon St41 pada Produk Back Spring Pin," *J. Energi dan Manufaktur Vol. 6 Nomor 1*, pp. 43–52.

- [6] M. R. G. Firmansyah and R. P. Puspitasari, 2018, “Analisis Kecepatan Putar , Durasi Gesek dan Tekanan Terhadap Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan Gesek (Friction Welding),” *J. Tek. Mesin dan Pembelajaran Vol. 1 Nomor 2*, vol. 1, pp. 1–5.
- [7] P. Haryanto, B. Cahyono, and Supandi, 2018, “Menguji Kekuatan Tarik Pada Sambungan Las Gesek Baja Disambung Menggunakan Mesin Las Gesek Hasil Penelitian Pengelasan gesek (friction welding , FW) proses penyambungan terjadi akibat panas yang ditimbulkan oleh gesekan antara dua permukaan logam yang d,” *Semin. Nas. Edusainstek*, no. Aisi 1040, pp. 7–12.
- [8] B. L. Sanyoto, N. Husodo, S. Bangun, and S. Mahirul, 2012, “Penerapan Teknologi Las Gesek (Friction Welding) Dalam Proses Penyambungan Dua Buah Pipa Logam Baja Karbon Rendah,” *J. Energi dan Manufaktur Vol. 5 Nomor 1*, pp. 51–60.
- [9] M. Nofri and A. Taryana, 2017, “Analisis sifat mekanik baja skd 61 dengan baja st 41 dilakukan hardening dengan variasi temperatur,” *BINA Tek. Vol. 13 Nomor 2*, vol. 13, pp. 189–199.
- [10] Sumarji, 2011, “Studi Perbandingan Ketahanan Korosi Stainless Steel Tipe Ss 304 Dan Ss 201 Menggunakan Metode U-Bend Test Secara Siklik Dengan Variasi Suhu Dan Ph,” *J. Rotor Vol. 4 Nomor 1*, vol. 4, pp. 1–8.
- [11] R.F. Indrianto, M. Kabib, R. Winarso, 2018, Rancang Bangun Sistem Pengepresan Dengan Penggerak Pneumatik Pada Mesin Press Dan Potong Untuk Pembuatan Kantong Plastik Ukuran 400 X 550 Mm, *Jurnal Simetris*, Volumen 9 No. 2, pp. 1053-1060.
- [12] Reza Hadi Cahyono, M. kabib, A. Zidni Hudaya, 2021, Desain Dan Analisa Simulasi Mesin Pneumatic Conveying Untuk Memindahkan Biji Jagung, *Jurnal Crankshaft*, Volume 4, No. 1, pp. 49-56.