



# **RANCANG BANGUN MESIN LAS GESEK UNTUK PENELITIAN DAN PRAKTIKUM**



**Oleh :**  
Helmy Purwanto  
M. Abdul Munif  
Rusmanto  
Andika Dwi Putra  
Far'i Zakia  
Istadul Qori  
Maghfud Sri Waluyo

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS WAHID HASYIM  
2022**

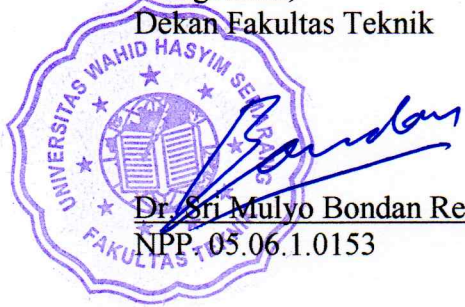
## LEMBAR PENGESAHAN

### RANCANG BANGUN MESIN LAS GESEK UNTUK PENELITIAN DAN PRAKTIKUM

Oleh :

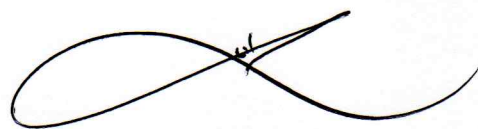
Helmy Purwanto  
M. Abdul Munif  
Rusmanto  
Andika Dwi Putra  
Far'i Zakia  
Istadul Qori  
Maghfud Sri Waluyo

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik



Dr. Sri Mulyo Bondan Respati, ST., MT.  
NPP. 05.06.1.0153

Semarang, 31 Mei 2022  
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Muhammad Dzulfikar, ST., MT.  
NPP. 05.15.1.0324

## ABSTRAK

Laboratorium merupakan sebagai sarana penunjang yang sangat penting dalam pendidikan dan penelitian, khususnya dalam bidang ilmu teknik mesin. Pengelasan merupakan salah satu kajian dalam teknik mesin khususnya dalam bidang keilmuan proses produksi dan material teknik mesin. Pengelasan gesek merupakan salah satu metode pengelasan dengan menggunakan energy mekanik untuk mendapatkan panas pengelasan. Mesin yang digunakan dalam pengelasan gesek dikenal dengan mesin las gesek. Mesin ini tersedia dipasaran dan digunakan pada industri, namun spesifikasi dan harga menjadi pertimbangan dalam pengadaannya.

Kegiatan ini ini bertujuan untuk mendiasin, membuat rancang bangun serta menguji mesin las gesek skala laboratorium yang dapat digunakan sebagai sarana praktikum maupun sarana penelitian khususnya bidang proses produksi dan material teknik.

Tahapan pembuatan dimulai dari disain dengan menggunakan aplikasi gambar teknik. Perhitungan elemen mesin dilakukan untuk mendapatkan hasil sesuai dengan perencanaan. Bahan, komponen mesin dan peralatan yang digunakan adalah bahan dan komponen yang tersedia secara umum di pasaran. Proses produksi dilakukan di laboratorium Proses Produksi. Uji coba dan perbaikan dilakukan untuk mendapatkan hasil rancangan yang maksimal.

Hasil rancang bangun berupa mesin las gesek telah dibuat dengan spesifikasi dimensi mesin panjang 1000 mm, tinggi 940 mm dan lebar 260 mm. Maksimal diameter sampel yang dapat dilas adalah 25 mm dengan variable putaran gesek 2850, 1860 dan 1200 rpm. Tekanan dapat divariasikan hingga maksimal 15 MPa. Hasil uji coba sambungan antara stainless steel dan baja karbon dengan diameter 10 mm berhasil dengan baik. Hal ini ditandai dari struktur sambungan yang terbentuk dan hasil pengujian tarik sambungan. Kekuatan sambungan lebih tinggi dibandingkan kekuatan tarik baja karbon sebagai material yang dilas.

**Kata Kunci:** rancang bangun, las gesek, sarana penelitian, sarana praktikum, skala laboratorium

## DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan .....	ii
Abstrak .....	iii
Daftar Isi.....	iv
Daftar Tabel .....	v
Daftar Gambar.....	vi
BAB 1. Pendahuluan .....	1
1.1. Latar belakang .....	1
1.2. Identifikasi Masalah .....	3
1.3. Rumusan Masalah .....	4
1.4. Lingkup Pembahasan .....	4
1.5. Tujuan .....	4
1.6. Manfaat .....	5
1.7. Sistematika Penulisan .....	5
BAB 2. Metode .....	6
2.1. Alur Rancang Bangun .....	6
2.2. Disain .....	7
2.3. Proses Produksi dan Uji Coba .....	7
BAB 3. Hasil dan Pembahasan .....	9
3.1. Disain Perancangan .....	9
3.2. Alat dan Bahan .....	16
3.3. Proses Pembuatan .....	19
3.4. Hasil Rancangan .....	19
3.5. Uji Coba Mesin Las gesek .....	22
3.6. Hasil Las Gesek .....	23
BAB 4. Penutup .....	27
4.1. Kesimpulan .....	27
4.2. Saran .....	27
Daftar Pustaka .....	28

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Bahan yang digunakan dalam rancang bangun mesin las gesek.....	16
Tabel 3.2	Selisih hasil pengukuran tanpa beban terhadap spesifikasi dan hasil perhitungan .....	22

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Disain mesin las gesek .....	9
Gambar 3.2. Disain 2D (Gambar teknik) mesin las gesek.....	10
Gambar 3.3. Dimensi rangka mesin.....	10
Gambar 3.4. Dimensi dudukan mesin.....	11
Gambar 3.5. Disain ragam dan pncekam spesimen las.....	12
Gambar 3.6. Disain pully bertingkat pada poros putar .....	13
Gambar 3.7. Disain prespektif pulley .....	14
Gambar 3.8. Hidrolis dan pompa hidrolis.....	15
Gambar 3.9. Pencekam spesimen/sampel dan ragam .....	15
Gambar 3.9. tuas control penekan hidrolis.....	15
Gambar 3.10. Box poros penekan dan box poros putar .....	16
Gambar 3.11. Mesin las gesek hasil rancang bangun pandangan depan .....	20
Gambar 3.12. Mesin las gesek hasil rancang bangun pandangan belakang.....	20
Gambar 3.13. Mesin las gesek hasil rancang bangun pandangan atas.....	21
Gambar 3.14. Mesin las gesek hasil rancang bangun pandangan samping .....	21
Gambar 3.15. Hasil las gesek poros as bahan stainless steel dengan baja karbon	24
Gambar 3.16. Hasil las gesek (a). detail sambungan dan (b). penampang sambungan las gesek antara stainless steel dengan baja karbon ...	24
Gambar 3.17. Penampang mikro sambungan las gesek antara stainless steel dan baja karbon .....	25
Gambar 3.18. Hasil fisik pengujian tarik sambungan las gesek antara stainless steel dengan baja karbon .....	25

## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN DAN IDENTIFIKASI KASUS**

#### **1.1. Latar belakang**

Laboratorium adalah suatu tempat yang digunakan untuk pendidikan, pelatihan dan percobaan atau penelitian yang bersifat ilmiah. Laboratorium dapat berupa ruang terbuka dan atau bangunan dengan peralatan untuk pembelajaran dalam bentuk praktikum dan atau pengambilan data untuk penelitian. Kurikulum program studi, terutama di program studi eksakta, praktikum di laboratorium mempunyai peran yang sangat penting. Laboratorium berperan melengkapi pembelajaran yang dilakukan oleh pengejar dalam proses pembelajaran dan pengembangan peserta didik (Hofstein & Lunetta, 1982). Karena dalam praktikum di laboratorium dapat sekaligus menekankan aspek psikomotorik (Ketrampilan) dan kognitif (pengetahuan) serta afektif (sikap) mahasiswa (Walters et al., 2017). Laboratorium juga membantu mahasiswa untuk mengaplikasikan teori yang dipelajari lebih dalam dan detail serta dapat meningkatkan minat pada bidang tertentu (Adane & Abeje, 2012).

Laboratorium merupakan sarana untuk memecahkan permasalahan secara ilmiah baik di lingkungan akademik maupun masalah yang terjadi dalam industry dan masalah keseharian masyarakat. Melalui laboratorium dapat dibuat model maupun sampel dalam jumlah tertentu, dilakukan dengan metode ilmiah untuk mendapatkan data valid. Sehingga data tersebut dapat diolah dan dianalisa dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

Laboratorium untuk penelitian digunakan sebagai tempat dalam pengembangan metodologi, pembuatan sampel, pengujian sampel dan pengambilan data. Pada laboratorium eksakta biasanya terdapat peralatan dan bahan. Alat digunakan baik sebagai objek utama penelitian, alat bantu penelitian, alat untuk mengambil data maupun alat untuk mengolah data penelitian.

Teknik mesin adalah salah satu bidang rekayasa yang mengenai aplikasi dari prinsip fisika. Prinsip fisika tersebut kemudian diimplementasikan pada analisis, desain, manufaktur dan pemeliharaan mesin. Teknik mesin terdiri dari



perancangan dan konstruksi mekanik, sistem atau proses produksi, ilmu metalurgi dan konversi energi. Teknik mesin merupakan salah satu cabang ilmu eksakta yang memerlukan laboratorium dalam pelaksanaan pendidikan, pengajaran maupun penelitiannya. Sehingga didalam sebuah lembaga pendidikan, khususnya pendidikan tinggi minimal diperlukan beberapa laboratorium penunjang. Laboratorium penunjang di program studi teknik mesin diantaranya laboratorium perancangan teknik, laboratorium proses produksi, laboratorium metalurgi dan laboratorium konversi energi.

Setiap laboratorium di teknik mesin memerlukan peralatan, laboratorium proses produksi diperlukan peralatan produksi. Diantaranya mesin potong, mesin gerinda, mesin bubut, mesin frais, mesin las dan lain sebagainya. Salah satu peralatan yang diperlukan pada laboratorium proses produksi adalah mesin las gesek. Karena proses dan hasil las gesek ini banyak diaplikasikan dalam industri, sehingga peserta didik perlu diberikan praktikum dengan menggunakan mesin las gesek tersebut.

Las gesek atau *friction welding* adalah penyambungan oleh panas gesek akibat perputaran logam satu terhadap logam lainnya dibawah pengaruh tekan aksial. Pengelasan gesek merupakan jenis pengelasan *solid state* akibat panas gesekan dan tekanan. Disebut solid state karena logam yang dilas tidak mencair penuh seperti pada las listrik maupun las busur gas. Panas gesekan dihasilkan dari gerakan relative bahan dengan cara diputar atau gerak bolak balik (Meshram et al., 2007)(Li et al., 2016). Pengelasan gesek mempunyai keunggulan teknis dan efisiensi tinggi serta stabilitas proses yang lebih baik dibandingkan dengan pengelasan fusi. pada daerah las terjadi difusi antara logam yang disambung (James & Sudhish, 2016). Jumlah panas gesekan menentukan *formation of intermetallic compounds* yang selanjutnya mempengaruhi sifat mekanik sambungan (Mehta, 2019). Pengelasan gesek merupakan teknik tempa, karena tidak ada peleburan dan pengelasan dilakukan dengan memberikan tekanan (Akhil & Charles, 2017). Adanya tekanan dan gesekan menyebabkan kenaikan suhu pada antarmuka pengelasan sehingga membentuk lapisan intermetalik pada copper and AISI 430 ferritic stainless steel material (Shanjeevi et al., 2017).

Las gesek mampu melakukan sambungan pada dua jenis material yang berbeda. Pada las gesek tidak diperlukan logam las isian (*filler*), sehingga struktur sambungan tidak berubah. Las gesek juga mampu menyambung bahan aluminium, dimana bahan aluminium ini susah disambung dengan menggunakan las fusi biasa. Tetapi las gesek hanya bisa digunakan pada pada kontruksi atau bahan yang berbentuk silinder seperti as atau poros mesin. Hasil sambungan pada las gesek sangat dipengaruhi kecepatan putar mesin dan tekanan pengelasan. Kecepatan putar mesin berpengaruh terhadap panas yang dihasilkan sedangkan tekanan berpengaruh terhadap daya tempa pada sambungan.

Dalam industry mesin las gesek tersedia dalam berbagai type, ukuran dan kapasitas. Tetapi pada umumnya tersedia dalam ukuran dan kapasitas yang besar. Pada laboratorium juga diperlukan mesin las gesek dengan spesifikasi dan modifikasi tertentu untuk proses pembelajaran. Disamping digunakan pada laboratorium proses produksi sebagai bagian pembelajaran proses pengelasan, mesin las gesek juga diperlukan pada laboratorium metalurgi untuk dilakukan analisa hasil pengelasannya. Sehingga mesin las gesek pada laboratorium diperlukan rancang bangun yang khusus yang disesuaikan dengan kebutuhan pembelajaran dan penelitian baik di laboratorium proses produksi maupun laboratorium metalurgi di program studi teknik mesin. Disamping spesifikasi khusus yang diperlukan, mesin las gesek yang tersedia di industri keterjangkauan harganya sangat rendah. Sehingga bagi laboratorium diperlukan rekayasa dan rancang bangun untuk efisiensi dari sisi pengadaan mesin.

## **1.2. Identifikasi Masalah**

Mesin las gesek merupakan salah satu alat yang diperlukan pada laboratorium untuk pendidikan dan penelitian. Dipasaran, mesin las gesek untuk industri secara umum tersedia dalam kapasitas dan ukuran yang besar dengan harga yang relatif mahal. Pada laboratorium teknik mesin khususnya laboratorium proses produksi diperlukan mesin las gesek skala laboratorium. Mesin ini digunakan sebagai pembelajaran bagi peserta didik pada bidang produksi dan

perancangan. Mesin ini juga digunakan untuk penelitian baik pada bidang produksi, perancangan dan metalurgi.

### **1.3. Rumusan Masalah**

Ukuran, kapasitas produksi yang besar dan harga yang relative mahal, maka diperlukan mesin las gesek rancangan sendiri untuk memenuhi kebutuhan di laboratorium teknik mesin khususnya di Laboratorium Jurusan Teknik Mesin Universitas Wahid Hasyim. Sehingga rumusan masalah pada kegiatan ini adalah:

1. Bagaimana disain mesin las gesek yang sesuai dengan kebutuhan laboratorium teknik mesin.
2. Bagaimana hasil penyambungan logam dengan menggunakan mesin las gesek dari hasil rancangan disain yang telah dibuat.

### **1.4. Lingkup Pembahasan**

Untuk membatasi penulisan dan pembahasan dalam kegiatan ini, maka lingkup pembahasan pada laporan ini adalah:

1. Disain mesin las gesek dibuat dalam gambar teknik sesuai dengan standart gambar teknik.
2. Rincian biaya yang dikeluarkan dalam disain dan rancang bangun mesin las gesek ini adalah biaya bahan habis pakai dan peralatan suku cadang pada mesin las gesek. Sedangkan biaya jasa dan penggunaan mesin lainnya tidak diperhitungkan.
3. Hasil pengelasan logam menggunakan las gesek dari disain yang dibuat tidak dilakukan analisa metalurgi sambungan baik secara fisis dan mekanis.

### **1.5. Tujuan**

Tujuan penulisan laporan kegiatan rancang bangun mesin las gesek ini adalah:

1. Mendisain mesin las gesek yang sesuai dengan kebutuhan laboratorium teknik mesin.

2. Bagaimana hasil penyambungan logam dengan menggunakan mesin las gesek hasil disain yang telah dibuat.

### **1.6. Manfaat**

Manfaat yang diharapkan pada disain dan rancang bangun mesin las gesek ini adalah:

1. Sebagai tambahan alat pada Laboratorium Jurusan Teknik Mesin Universitas Wahid Hasyim.
2. Sebagai peralatan yang dapat digunakan dalam bidang pengajaran dan penelitian di Jurusan Teknik Mesin Universitas Wahid Hasyim.
3. Sebagai referensi dalam rancang bangun dan pembuatan mesin las gesek skala laboratorium di Jurusan Teknik Mesin Universitas Wahid Hasyim.

### **1.7. Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan dalam laporan rancang bangun mesin las gesek ini adalah terdiri dari:

Bab 1. Pendahuluan dan Identifikasi kasus, pada bab ini akan diuraikan latar belakang studi kasus yang akan diselesaikan, identifikasi masalah, rumusan masalah, lingkup pembahasan yang akan dan tidak dibahas dalam laporan ini, tujuan penyusunan rancang bangun, manfaat yang diharapkan dari rancang bangun mesin las gesek dan sistematika penulisan laporan.

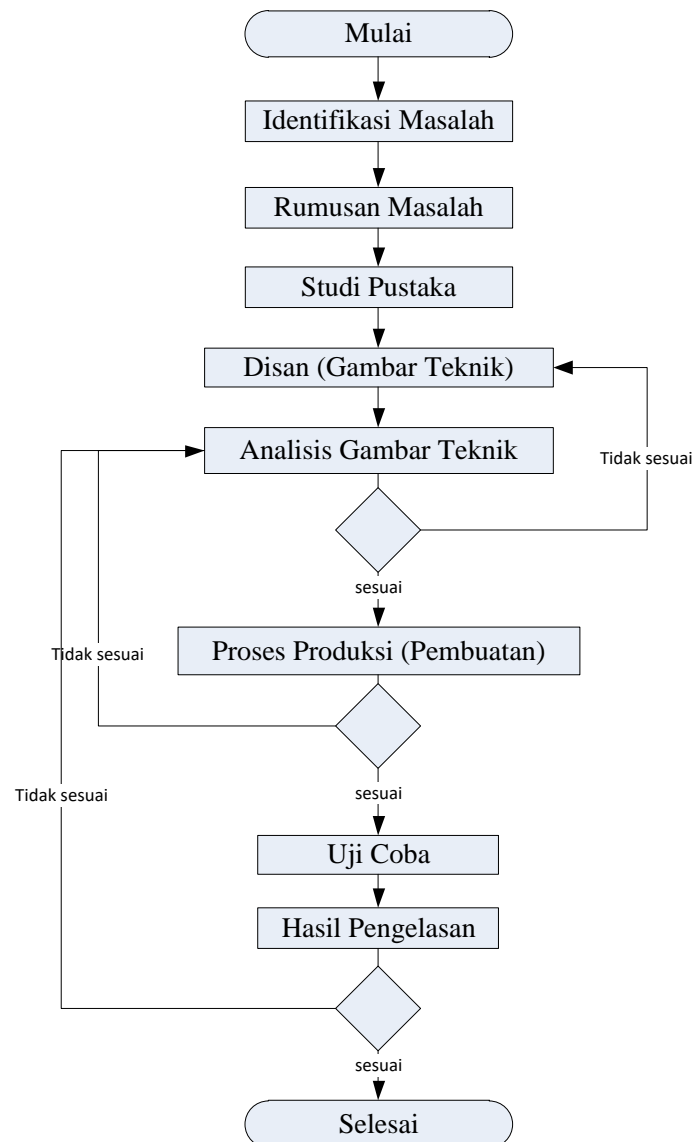
Bab 2. Metode, berisi telaah kasus dilakukan dengan uraian fakta kasus instrument yang digunakan dan teknik dalam rancang bangun.

## BAB 2. METODE

Laporan rancang bangun ini membahas tentang rancang bangun mesin las gesek skala laboratorium. Sehingga mesin las gesek dapat digunakan sebagai sarana pendidikan pengajaran dan penelitian. Rancangan mesin dimulai dari rancangan gambar teknik, proses pembuatan dan pengujian alat serta hasil pengelasan.

### 2.1. Alur Rancang Bangun

Diagram alur rancang bangun pembuatan mesin las gesek skala laboratorium seperti terlihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Diagram alur rancang bangun mesin las gesek skala laboratorium

Identifikasi masalah dan rumusan masalah dikaji dari situasi dan kondisi kebutuhan laboratorium dan ketersediaan sumber daya baik sumber daya internal maupun eksternal Jurusan Teknik Mesin Universitas Wahid Hasyim. Sumber daya internal misalnya kebutuhan alat, ketersediaan alat di laboratorium, ketersediaan alat pembuatan mesin las dan kemampuan dan biaya yang dibutuhkan serta tenaga produksi yang tersedia. Sumber daya external misalnya tersedianya mesin las gesek dipasaran, suku cadang dan bahan yang digunakan dalam perancangan.

Studi pustaka dilakukan guna menggali tentang las gesek, proses pengelasan, mesin las gesek sebagai referensi dan faktor faktor yang berpengaruh terhadap hasil pengelasan. Studi pustaka juga dilakukan terhadap hasil pengelasan untuk mengetahui hasil pengelasan yang diharapkan dari rancangan mesin.

## **2.2. Disain**

Disain dalam bentuk gambar teknik diperlukan sebelum dilakukan proses produksi. Gambar teknik dibuat sesuai dengan standart ISO, baik secara dua dimensi maupun gambar prespektif. Hal ini digunakan untuk mempermudah dalam analisis sebelum masuk ke tahapan produksi pembuatan. Gambar teknik juga berfungsi menghubungkan ide perancang dengan bagian produksi sehingga lebih mudah dalam proses pembuatannya. Gambar teknik dibuat dengan menggunakan aplikasi gambar teknik di laboratorium perancangan.

Analisis gambar teknik dilakukan untuk melihat sejauh mana mesin itu dapat berfungsi dengan baik. Pentingnya analisis ini digunakan untuk menghindari kesalahan disain seminimal mungkin. Jika disain tidak dilakukan analisa disain maka bisa jadi mesin yang dibuat tidak akan bekerja secara maksimal. Sehingga analisis disain ini dapat menghemat biaya dan waktu. Disamping itu disain dan analisis disain juga diperlukan untuk memeperkirakan bahan yang digunakan dan bagian mesin yang dibutuhkan dan mesin produksi yang diperlukan.

## **2.3. Proses Produksi dan Uji Coba**

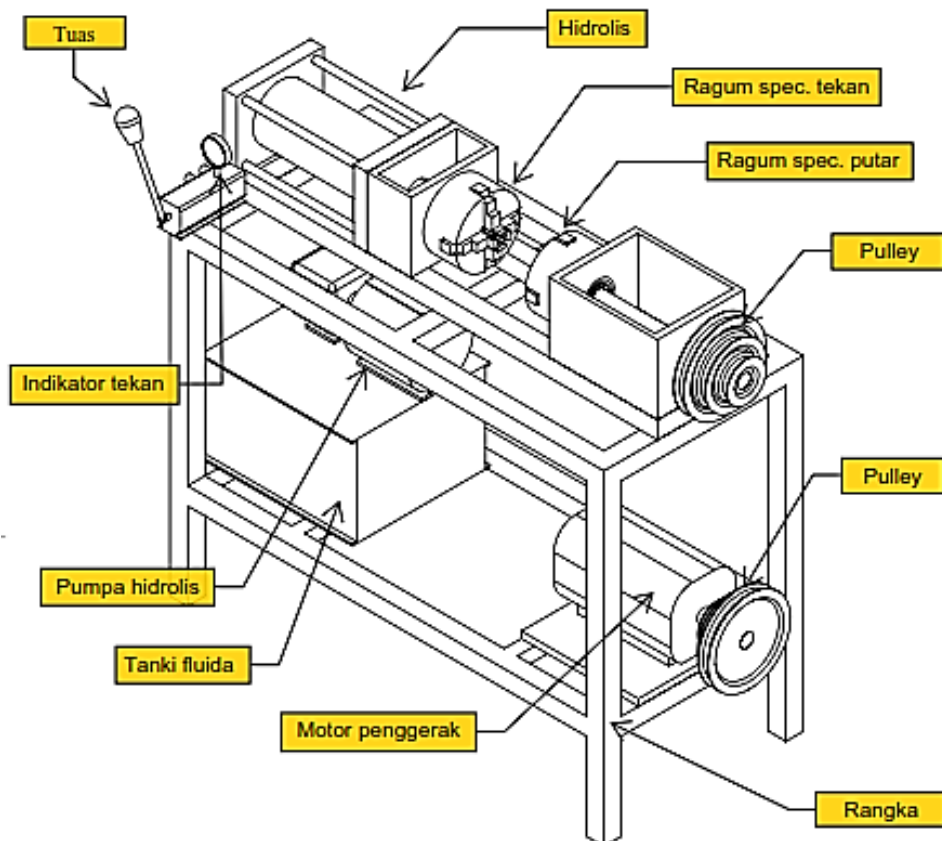
Sebelum proses pembuatan mesin las gesek dikerjakan, pengadaan bahan dan komponen mesin dilakukan. Proses produksi dilakukan di laboratorium proses produksi. Bahan bahan dipotong dan dilas sesuai dengan gambar teknik. Bagian bagian mesin tertenti dirakit dan dikencangkan dengan sistem mur dan baut.

Terakhir dilakukan finising dengan melakukan pengecatan untuk mencegah korosi dan meningkatkan estetika. Mesin las gesek dilakukan uji coba pengelasan dengan menggunakan bahan yang tersedia. Analisa mesin las gesek dilakukan apakah mesin sudah bekerja sesuai dengan rancangan atau belum. Jika masih ada kekerangan analisa disain ditinjau kembali dan dilakukan modifikasi dan perbaikan. Hal ini dilakukan hingga mesin dapat bekerja secara optimal dan menghasilkan pengelasan gesek sesuai dengan perencanaan.

## BAB 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Disain Perancangan

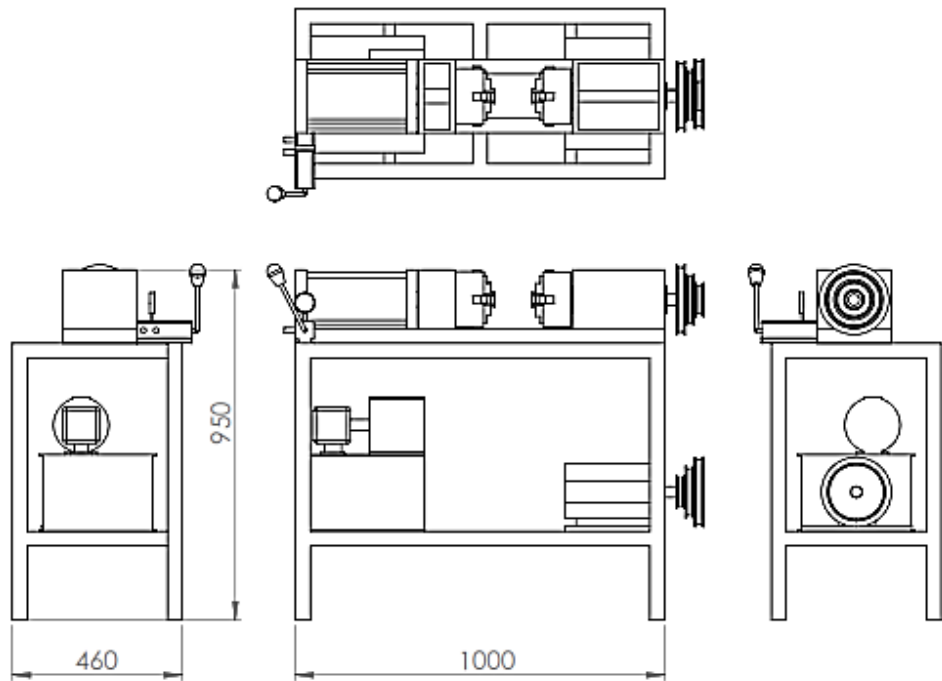
Hasil rancang bangun mesin las gesek skala laoratorium adalah seperti yang terlihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Disain mesin las gesek

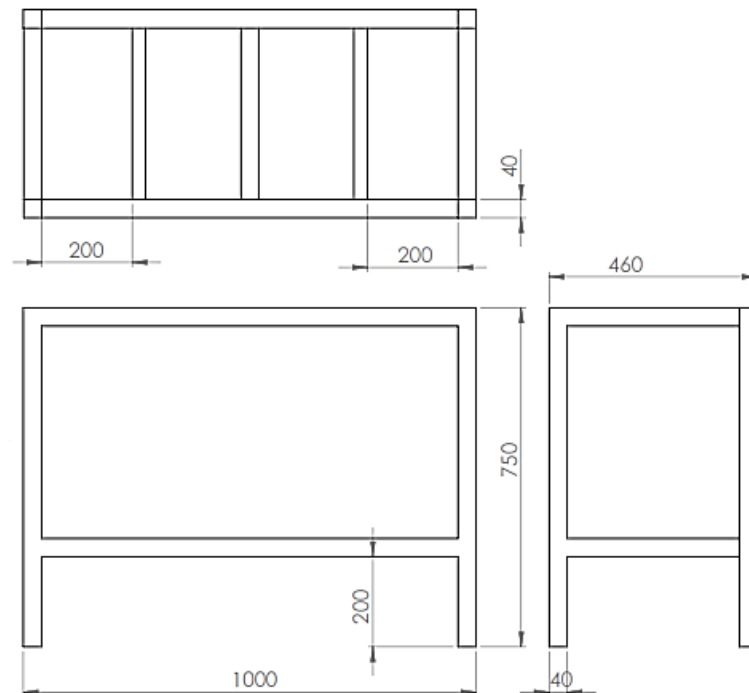
Rangka mesin dibuat dari besi *hollow square* 40 mm. Rangka dibuat dengan cara dilas menggunakan las listrik. Rangka berfungsi sebagai penopang mesin las gesek. Prinsip utama dari las gesek adalah putaran dan tekanan. Pengelasan gesek dapat terjadi jika ada putaran relative antar benda yang akan dilas dan diberikan tekanan pada benda yang dilas tersebut. Sehingga posisi ragum spesimen tekan dan ragum spesimen putar harus sejajar. Gambar teknik 2D dari mesin las gesek seperti terlihat pada Gambar 3.2.





Gambar 3.2. Disain 2D (Gambar teknik) mesin las gesek.

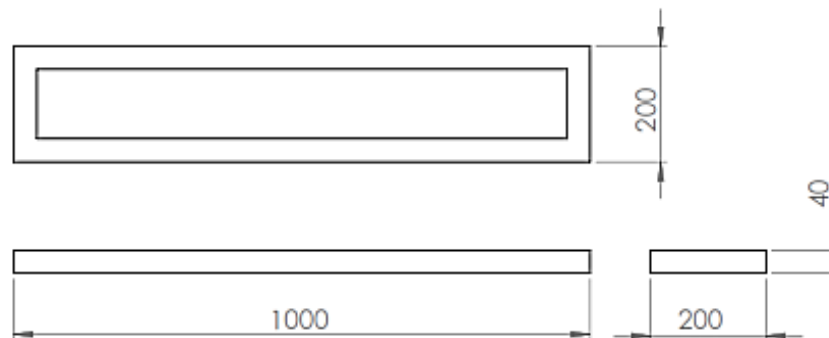
Penopang utama mesin las gesek adalah rangka mesin. Dimensi rangka mesin seperti terlihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Dimensi rangka mesin

Rangka dibuat dengan ukuran tinggi 750 mm. Hal ini dibuat agar posisi pengelasan dapat dilakukan secara berdiri. Disamping itu pada posisi bawah dapat diletakkan motor listrik penggerak putaran dan tangki minyak hidrolis beserta pompa hidrolisnya. Panjang dibuat 1000 mm dan lebar 460 mm. Panjang ini diperkirakan untuk bisa memuat hidolis dan poros yang berfungsi untuk menekan proses penelasan dan memutar untuk menghasilkan gesekan. Sedangkan lebar dirancang untuk kestabilan mesin. Mesin las gesek ini akan berputar dengan putaran tertentu, maka mesin diupayakan stabil, tidak bergetar untuk bisa menghasilkan hasil las seperti yang diharapkan.

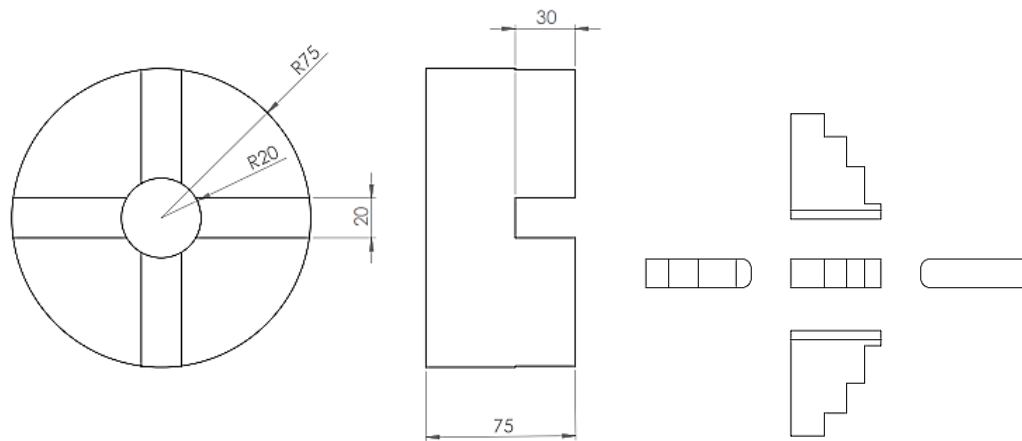
Bagian utama dari mesin las gesek ini adalah dudukan mesin. Dudukan mesin berfungsi untuk menopang poros putar dan poros tekan. Dimensi dudukan mesin seperti terlihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Dimensi dudukan mesin

Dudukan mesin menghubungkan rangka dengan mesin. Fungsi utama dari dudukan mesin ini adalah membuat poros putar dan poros tekan segaris. Fungsi dari dudukan ini juga dapat digunakan untuk mengatur panjang sampel yang akan dilas. Pemasangan dudukan mesin terhadap rangka dilakukan dengan sistem las. Sedangkan pemasangan mesin dilakukan dengan cara sambungan mur baut. Hal ini dilakukan dengan tujuan mesin dapat dibongkar untuk penyesuaian dan kalibrasi. Dudukan mesin juga dibuat dengan menggunakan besi hollow square 40 mm, dirangkai dengan cara dilas. Panjang menyesuaikan rangka mesin yaitu 1000 mm, sedangkan lebar 200 mm menyesuaikan lebar rangka hidrolis yang digunakan.

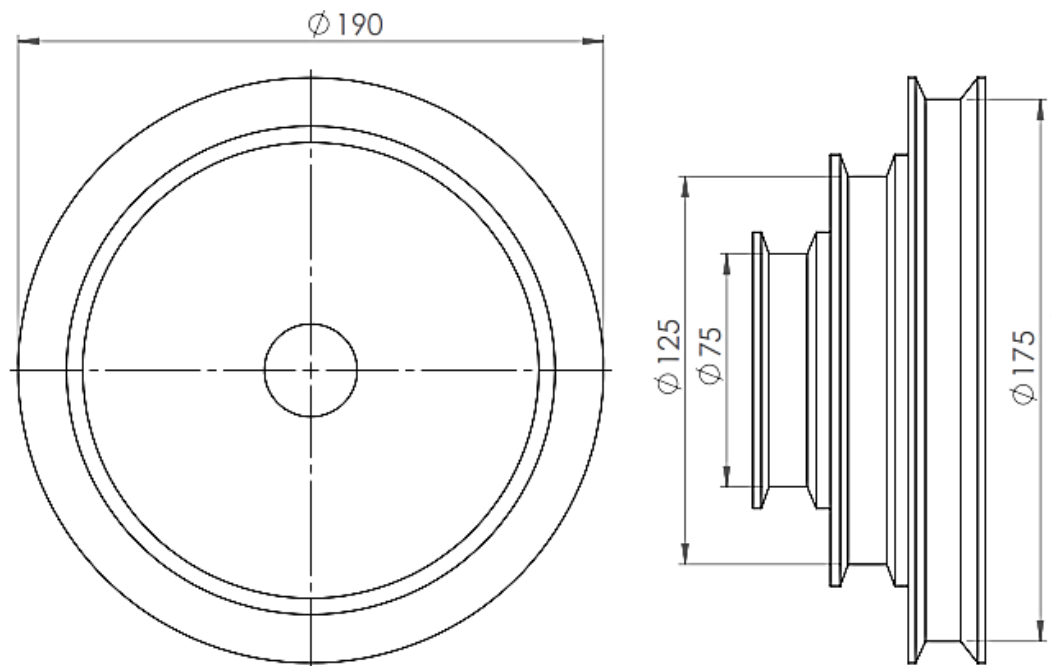
Disain ragum dan pencekam spesimen las seperti terlihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5. Disain ragum dan pncekam spesimen las

Fungsi dari bagian ini adalah memegang spesimen yang akan dilakukan pengelasan. Spesimen atau sampel akan dijepit pada pencekam ini. Pada sisi ragum putar spesimen akan diputar dengan kecepatan putar tertentu. Sedangkan ragum tekan spesimen akan ditekan dengan tekakan tertentu oleh hidrolis. Jika spesimen atau sampel yang akan dilas kedua belah ujungnya dipertemukan maka akan timbul gesekan. Gesekan tersebut akan menghasilkan panas. Pada temperature tertentu (*temperature semi solid*) maka ragum tekan akan ditekan sehingga menghasilkan daya tekan. Putaran dihentikan dengan segera, maka pengelasan dapat terjadi antara dua spesimen atau sampel tersebut.

Bagian utama mesin las gesek lainnya adalah pully. Pully adalah bagian mesin yang meneruskan putaran atau mentransmisikan putaran. Putaran dari motor listrik dihubungkan ke pully motor melalui poros motor. Putaran poros motor adalah 2800 rpm. Putaran ini harus dapat diubah-ubah untuk bisa membuat variable putaran pada proses pengelasan. Disain mesin las gesek dibuat dengan tiga tingkat putaran. Untuk mengasilkan tiga tingkatan putaran maka pada pully poros putar ragum dibuat pully bertingkat. Antara pully pada motor listrik dengan pully poros putar dihubungkan dengan belt atau sabuk transmisi. Disain pully pada poros putar seperti terlihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6. Disain pully bertingkat pada poros putar

Perubahan putaran dilakukan dengan cara memindah sabuk transmisi pada tingkatan pulley yang berbeda. Semakin besar diameter pulley pada poros putar maka putaran poros putar akan semakin rendah. Poros putar langsung dihubungkan dengan ragum putar yang memegang sampel yang akan dilakukan pengelasan. Sehingga gesekan antara sampel putar dengan sampel yang dicekam pada ragum tekan akan berbeda. Posisi ragum tekan tidak berputar, sehingga terjadi putaran relative antara sampel putar dengan sampel tekan.

Diameter pulley motor listrik adalah 75 mm, sedangkan diameter pulley poros putar masing masing adalah 75, 125 dan 175 mm. sehingga variable putaran yang didapatkan adalah dengan menggunakan persamaan:

$$\text{Rasio pulley adalah} = \frac{N1}{N2}$$

Dimana N1 adalah putaran poros motor penggerak (putaran input), sedangkan N2 adalah putaran poros yang digerakkan. Sedangkan rasio pulley adalah :

$$\text{Rasio pulley I adalah} = \frac{75 \text{ mm}}{75 \text{ mm}} = 1 : 1$$

$$\text{Rasio pulley II adalah} = \frac{75 \text{ mm}}{125 \text{ mm}} = 3 : 5$$

$$\text{Rasio pulley III adalah} = \frac{75 \text{ mm}}{175 \text{ mm}} = 3 : 7$$

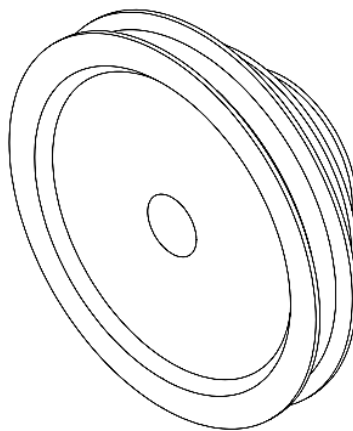
Sehingga masing masing putaran yang dihasilkan tiap pergantian pulley adalah :

$$R_1 \text{ adalah } \frac{N_1 \times 1}{N_2 \times 1} = N_2 = \frac{(N_1 \times 1)}{1} = \frac{(2800 \times 1)}{1} = 2800 \text{ rpm}$$

$$R_2 \text{ adalah } \frac{N_1 \times 3}{N_2 \times 5} = N_2 = \frac{(N_1 \times 3)}{5} = \frac{(2800 \times 3)}{5} = 1860 \text{ rpm}$$

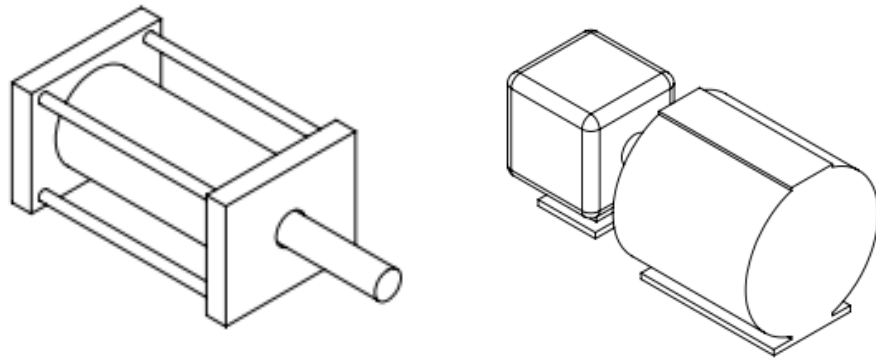
$$R_3 \text{ adalah } \frac{N_1 \times 3}{N_2 \times 7} = N_2 = \frac{(N_1 \times 3)}{7} = \frac{(2800 \times 3)}{7} = 1200 \text{ rpm}$$

Bagian mesin las gesek utama lainnya adalah hidrolis. Sistem hidrolis menggunakan pompa listrik untuk memompa fluida minyak ke piston hidrolis. Hidrolis yang digunakan mampu menghasilkan tekanan maksimal 15 MPa. Untuk mengatur besar tekanan digunakan tuas kontrol, sedangkan untuk mengetahui besarnya tekanan dilihat pada skala tekanan yang dipasang pada tuas kontrol. Sehingga mesin las gesek ini dapat digunakan untuk variable tekanan sesuai dengan variable dengan maksimal 15 MPa. Disain prespektif pully seperti terlihat pada Gambar 3.7.

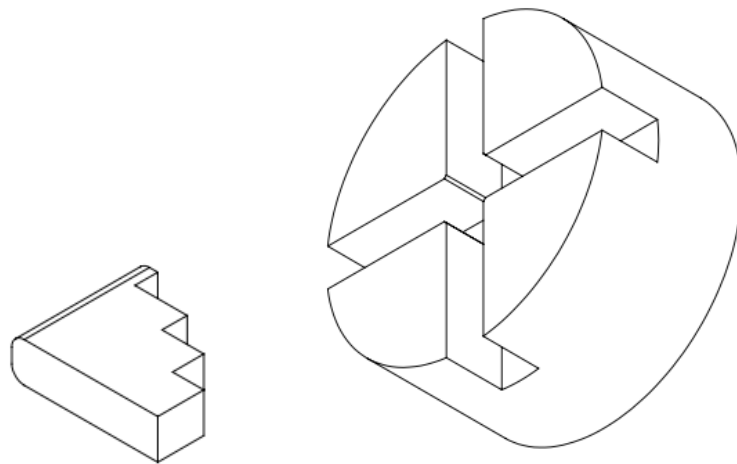


Gambar 3.7. Disain prespektif pulley

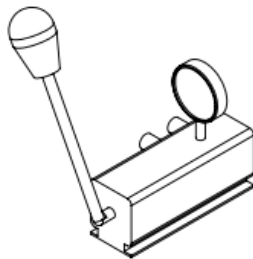
Disain dan gambaran prespektif bagian utama mesin las gesek seperti terlihat pada Gambar 3.8 hingga Gambar 3.12.



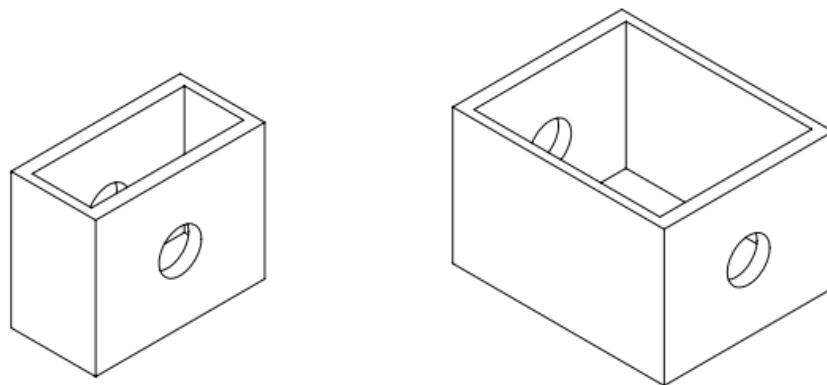
Gambar 3.8. Hidrolis dan pompa hidrolis



Gambar 3.9. Pencekam spesimen/sampel dan ragum



Gambar 3.9. tuas control penekan hidrolis



Gambar 3.10. Box poros penekan dan box poros putar

### 3.2. Bahan dan Alat

Bahan bahan yang digunakan dalam pembuatan mesin las gesek baik spesifikasi dan jumlahnya diperkirakan dari gambar teknik yang telah dibuat. Adapun bahan bahan yang digunakan dan perkiraan harga seperti terlihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Bahan yang digunakan dalam rancang bangun mesin las gesek

No	Naama Bahan	Unit	Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
<b>Bahan Kontruksi</b>				
1	Besi hollow square 40 mm, t 1.8 mm	4 pcs	125,000	500,000
2	Besi hollow square 30 mm, t 1.8 mm	1 pcs	100,000	100,000
3	Plat besi t 7 mm	1 pt	150,000	150,000
4	Plat besi t 5 mm	1 pt	100,000	100,000
5	As	0.5 m	175,000	87,500
6	Besi siku 40 x 40	1 pcs	85,000	85,000
7	Karet dudukan	1 set	50,000	50,000
<b>Bagian Mesin</b>				
1	Motor listrik 1 HP, 750 W, 220 V	1 pcs	1,250,000	1,250,000
2	Hidrolik elektrik 25 ton	1 set	3,500,000	3,500,000
3	Bearing	2 pcs	50,000	100,000
4	Ragum	2 pcs	150,000	300,000
5	Pressure gauge	1 pcs	75,000	75,000
6	Belt	1 pcs	25,000	25,000
7	Pully	2 pcs	35,000	70,000
8	Kelistrikan	1 set	10,000	10,000
<b>Peralatan Habis Pakai</b>				

No	Naama Bahan	Unit		Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Mata gergaji	1	pcs	30,000	30,000
2	Pahat gerinda	2	pcs	15,000	30,000
3	Pahat bor	1	pcs	50,000	50,000
4	Pahat frais	1	pcs	125,000	125,000
5	Pahat bubut	1	pcs	100,000	100,000
6	Amplas	5	lb	5,000	25,000
7	Elektroda las	30	btg	500	15,000
8	Dempul & Cat	1	set	100,000	100,000
9	Kuas	1	pcs	10,000	10,000
				<b>Jumlah Total</b>	<b>6,887,500</b>

Bahan kontruksi adalah bahan yang digunakan untuk kontruksi mesin. Baha kontruksi ini terdiri dari baja hollow square, plat dan bahan poros as. Bahan ini dirangkai sedemikian rupa sehingga membentuk mesin las gesek.

Bagian mesin adalah komponen mesin yang diadakan untuk membuat rancang babgun mesin las gesek. Komponen mesin yang tersedia dipasaran diadakan dan dirakit pada kontruksi yang telah dibuat. Bagian mesin yang beredar dipasaran diantaranya motor listrik sebagai tenaga penggerak putaran logam yang akan dilas gesek. Bagian mesin utama lainnya adalah mesin hidrolis.

Mesin hidrolis berupa rangkaian mesin yang terdiri dari pompa hidrolis, reservoir fluida hidrolis (minak hidrolis), piston hidrolis, sistem pemipaan serta sistem control hidrolis. Mesin hidrolis dirangkai pada kontruksi sesuai dengan tempat yang sudah dirancang. Mesin hidrolis ini berfungsi untuk memberikan tekanan tempa pada saat pengelasan gesek.

Alat yang digunakan dalam pembuatan mesin las gesek adalah sebagai berikut:

1. Mesin potong/gergaji

Mesin potong digunakan untuk memotong atau menggergaji besi. Baik besi square, besi as maupun plat besi. Mesin potong yang digunakan adalah mesin potong jenis *circular saw* dan jenis *hacking saw*. Mesin potong jenis *circular saw* dan jenis *hacking saw* menggunakan motor listrik sebagai tenaga penggeraknya. Disamping itu juga menggunakan mesin gergaji manual.



## 2. Mesin gerinda

Mesin gerinda digunakan menghaluskan permukaan potong maupun sisa pengelasan. Mesin ini juga digunakan untuk merapikan potongan besi dan menyesuaikan ukuran yang kurang presisi. Mesin gerinda yang digunakan adalah mesin gerinda tangan.

## 3. Mesin bubut

Mesin bubut digunakan untuk pembuatan bagian bagian yang berbentuk silindris. Poros spindle utama (poros putar) dibuat dengan menggunakan mesin bubut ini. Diameter poros disesuaikan dengan diameter lubang standart bearing. Mesin bubut juga digunakan untuk membuat ragum atau pencekam material yang akan dilakukan pengelasan.

## 4. Mesin frais

Mesin frais digunakan untuk meratakan permukaan plat. Mesin ini juga digunakan untuk membuat alur cekam pada pencekam bahan yang akan dilas.

## 5. Mesin bor

Mesin bor digunakan untuk membuat lubang, baik lubang untuk alur maupun lubang untuk mur dan baut. Mesin bor yang digunakan adalah mesin bor duduk dan mesin bor tangan.

## 6. Mesin las listrik

Konstruksi rangka yang terbuat dari besi hollow square dirangkai dengan menggunakan mesin las listrik. Disamping itu mesin las juga digunakan untuk membuat dudukan hidrolis dan dudukan poros putar.

## 7. Peralatan kerja bangku lainnya

Peralatan bantu lainnya yang digunakan seperti kikir besi, pahat tab untuk membuat ulir, tang, kunci kunci, penjepit, ragum, palu dan lain sebagainya.

## 8. Peralatan pelindung diri

Peralatan pelindung diri digunakan untuk melindungi pekerja dalam melakukan proses permesinan. Peralatan pelindung diri yang digunakan diantaranya baju wearpak, kaca mata pelindung, kaca mat alas, sarung tangan, sarung tangan tahan panas, sepatu safety, masker dan lain sebagainya.

### **3.3. Proses Pembuatan**

Proses pembuatan dimulai dari belanja bahan dan peralatan yang digunakan. Belanja dilakukan secara bertahap sesuai dengan bagian-bagian mesin serta kebutuhan konstruksi. Belanja tahap pertama adalah belanja besi square 40 mm dan 30 mm. Disamping itu belanja plat dudukan poros, dan baja poros. Sedangkan untuk belanja bahan habis pakai tahap pertama adalah mata gergaji, mata gerinda, mata bor, mata pahat bubut, frais dan elektroda las.

Pembuatan rangka mesin dimulai terlebih dahulu, yaitu dengan memotong besi hollow square 40 mm sesuai dengan ukuran. Proses pengelasan dilakukan dengan menggunakan las listrik sehingga membentuk rangka yang berbentuk meja. Dilanjutkan dengan pembuatan dudukan as dan dudukan hidrolis. Dudukan ini juga menggunakan besi hollow square 40 mm. Pemasangan dudukan as dan hidrolis ke rangka meja menggunakan mur dan baut, sehingga proses selanjutnya pembuatan lubang antara rangka meja dan dudukan as.

Daya putar mesin las gesek ini adalah motor listrik. Daya tekan mesin las gesek ini adalah tenaga hidrolis dengan pompa listrik juga. Maka pada rangka meja dibuat dudukan motor dan dudukan penampungan minyak hidrolis yang terletak di bagian bawah rangka meja mesin las.

Proses selanjutnya adalah pembuatan as, box as dan dudukan hidrolis. Bahan yang digunakan adalah plat baja ketebalan 7 mm dan 5 mm, sehingga proses pembuatannya menggunakan mesin gergaji, mesin frais dan mesin bubut. Pemasangan pada dudukan as dibuat dengan sistem mur baut sehingga diperlukan lubang baut dengan menggunakan mesin bor tangan.

Belanja bahan dan alat selanjutnya adalah belanja bagian mesin las gesek. Bagian mesin yang dibutuhkan adalah motor listrik, hidrolis, cekam, puli dan belt. Semua bagian mesin tersebut dipasangkan pada rangka dan dudukan yang sebelumnya telah dibuat.

### **3.4. Hasil Rancangan**

Hasil rancang bangun mesin las gesek seperti terligat pada Gambar 3.11. hingga Gambar 3.14. Mesin las gesek ditempatkan pada Laboratorium Proses

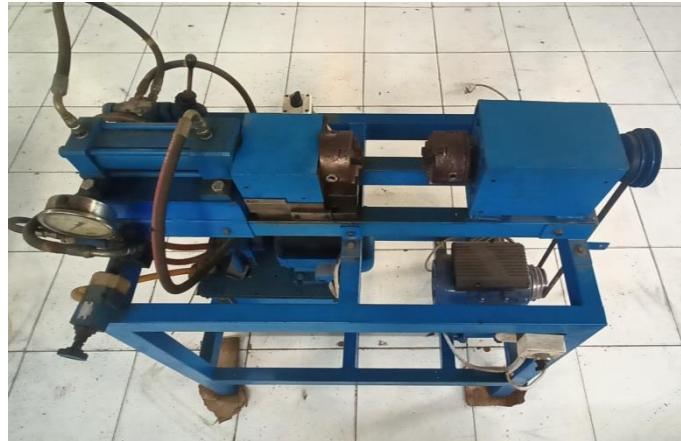
Produksi Jurusan Teknik Mesin Universitas Wahid Hasyim dengan sumber tenaga listrik PLN.



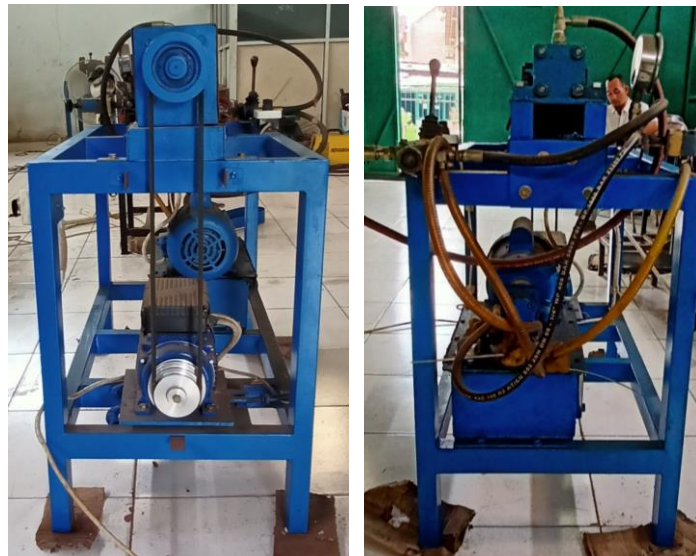
Gambar 3.11. Mesin las gesek hasil rancang bangun pandangan depan



Gambar 3.12. Mesin las gesek hasil rancang bangun pandangan belakang



Gambar 3.13. Mesin las gesek hasil rancang bangun pandangan atas



Gambar 3.14. Mesin las gesek hasil rancang bangun pandangan samping

Hasil rancang bangun mesin las gesek dilakukan *finishing* dengan memberikan dempul pada sambungan sambungan yang masih belum rapi. Disamping itu juga dilakukan pengecatan untuk pencegahan terhadap korosi. Cat dasar diberikan untuk perlindungan utama dan cat akhir diberi dengan cat besi dengan cara dikuas.

Pemasangan instalasi kelistrikan dilakukan sebagai sumber tenaga motor dan pompa hidrolis. Saklar dibuat pada masing masing motor penggerak. Belt atau sabuk transmisi dipasang pada pulley untuk menghubungkan putaran motor ke poros putar. Setelah semua komponen utama dan komponen tambahan terpasang

dilakukan pengecekan terakhir untuk melihat sekali lagi kondisi mesin sebelum dilakukan uji coba.

### 3.5. Uji Coba Mesin Las Gesek

Kinerja mesin diuji coba dengan menjalankan motor putar tanpa beban pengelasan. Motor diputar dengan mencoba ketiga jenis tingkatan puli. Pengukuran kecepatan dilakukan pada putaran input maupun pada putaran output pada poros putar dengan menggunakan tachometer. Hasil pengukuran dengan menggunakan tachometer terjadi selisih putaran baik pada putaran input maupun putaran output. Tetapi selisih putaran masih dalam batas toleransi. Hal ini disebabkan adanya rugi rugi energi pada motor sehingga putaran motor tidak sesuai dengan spesifikasi. Selisih rpm juga diakibatkan rugi rugi pada sistem transmisi yang disebabkan karena selip. Tetapi selisih putaran hasil pengukuran masih dalam batas toleransi. Selisih hasil pengukuran tanpa beban terhadap spesifikasi dan hasil perhitungan seperti terlihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2. Selisih hasil pengukuran tanpa beban terhadap spesifikasi dan hasil perhitungan

	<b>Pulley</b>	<b>Spesifikasai/ Perhitungan (rpm)</b>	<b>Rerata Hasil Pengukuran (rpm)</b>	<b>Selisih (%)</b>
<b>Input</b>		2800	2778.76	0.75
	<b>I</b>	2800	2765.58	1.2
<b>Output</b>	<b>I</b>	1860	1838.42	1.1
	<b>III</b>	1200	1176.93	1.9

Selisih putaran yang kecil pada saat pengukuran dapat kita abaikan, sehingga putaran hasil pengelasan dapat digunakan dengan variable putaran hasil perhitungan. Hal ini juga untuk mempermudah variable dalam penelitian dengan mengambil angka genap atau pembulatan.

Faktor lain yang berpengaruh terhadap kinerja mesin adalah getaran rangka dan getaran pada spindle putar atau poros putar. Getaran yang ditimbulkan dapat berakibat pada hasil pengelasan gesek. Terjadi getaran pada rangka akibat motor listrik dihidupkan. Hal ini diatasi dengan memberikan engine mounting pada

motor dan kaki rangka dengan bahan dari karet. Getaran dapat diredam dengan baik akibat penyerapan energi oleh karet yang diberikan.

Uji coba terhadap pengereman putaran dilakukan dengan cara memutuskan arus listrik. Karena adanya beban pada sistem yang cukup berat maka putaran dapat berhenti dengan maksimal. Hal ini dibutuhkan pada saat pengelasan. Putaran poros putar harus segera berhenti jika proses penekanan dilakukan sehingga spesimen atau sampel dapat tersambung dengan baik.

Uji coba selanjutnya terhadap kinerja hidrolis. Dilakukan dengan menghidupkan pompa elektrik untuk memompa fluida kedalam sistem hidrolis. Kinerja hidrolis dapat berjalan dengan normal tanpa beban. Untuk mengetahui beban maka diberi beban sampel dan didorongkan pada sampel yang lain. Hasil tekanan dapat dilihat pada pressure gauge dan dapat diatur besar tekanan dengan mengatur tuas control.

Setelah sedikit dilakukan perbaikan dan beberapa tambahan pada mesin las gesek dapat disimpulkan bahwa mesin las gesek dapat bekerja sesuai dengan rancangan awal. Dengan demikian dapat dilakukan pengujian mesin dengan menggunakan beban dan pengelasan dengan menggunakan sampel atau spesimen yang akan dilakukan pengelasan. Untuk percobaan pengelasan dilakukan dissimilar welding. Yaitu pengelasan atau penyambungan dua material dengan jenis material yang berbeda. Pada uji coba ini menggunakan silinder as stainless steel dan silinder as baja karbon dengan masing masing berdiameter 10 mm.

### **3.6. Hasil Pengelasan Gesek**

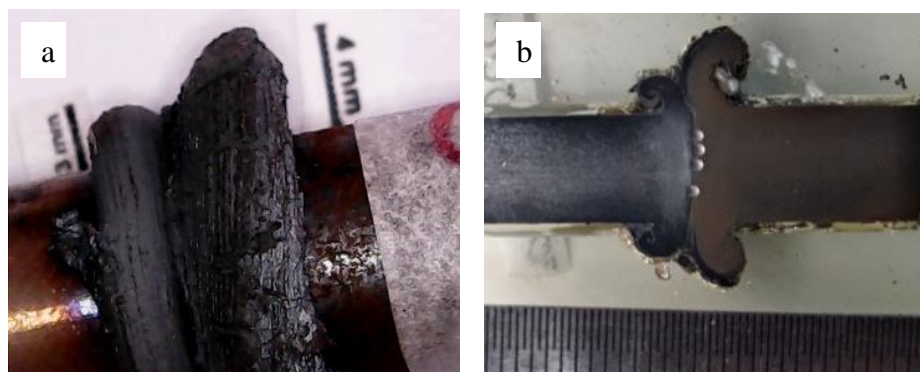
Hasil rancang bangun yang baik adalah jika mesin yang dibuat sesuai dengan spesifikasi dan mampu mengerjakan fungsi mesin dengan baik. Untuk mengetahui fungsi mesin las gesek sudah sesuai dilakukan uji coba pada mesin. Uji coba dilakukan dalam kondisi kosong dan kondisi pengelasan gesek. Jika masih terdapat kejanggalan proses dan hasil pengelasan belum sesuai maka dilakukan perbaikan terhadap kekurangan. Hasil uji coba pengelasan gesek antara bahan stainless steel dan baja karbon seperti terlihat pada Gambar 3.15.



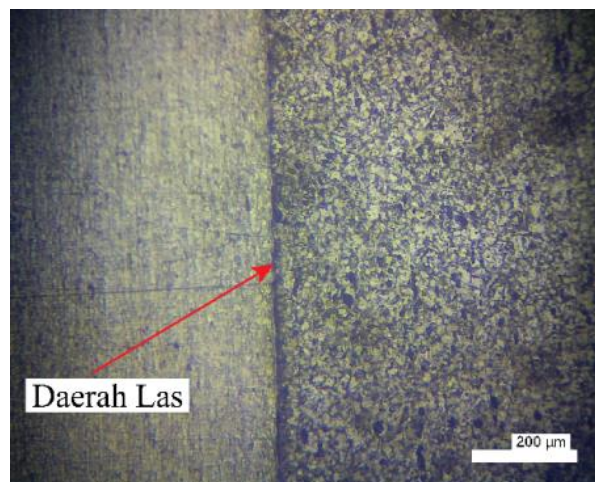
Gambar 3.15. Hasil las gesek poros as bahan stainless steel dengan baja karbon (Purwanto et al., 2020)

Las gesek merupakan jenis las yang mampu menyambung dua jenis material yang berbeda. Uji coba mesin las gesek ini menggunakan poros stainless steel dan poros baja karbon yang masing masing berdiameter 10 mm. Secara fisik, stainless steel dan baja karbon dapat tersambung baik.

Detail sambungan las gesek antara stainless steel dan baja karbon seperti terlihat pada Gambar 3.16 Sedangkan penampang mikro melintang sambungan antara stainless steel dengan baja karbon seperti terlihat pada Gambar 3.17.



Gambar 3.16. Hasil las gesek (a). detail sambungan dan (b). penampang sambungan las gesek antara stainless steel dengan baja karbon (Purwanto et al., 2020)



Gambar 3.17. Penampang mikro sambungan las gesek antara stainless steel dan baja karbon (Purwanto et al., 2020)

Kekuatan sambungan dapat diuji dengan menggunakan pengujian tarik. Logam yang disambung saling ditarik dengan arah gaya yang berlawanan. Hasil fisik pengujian tarik sambungan las gesek pada tiga sampel antara stainless steel dan baja karbon dengan menggunakan mesin las gesek rancangan seperti terlihat pada Gambar 3.18.



Gambar 3.18. Hasil fisik pengujian tarik sambungan las gesek antara stainless steel dengan baja karbon (Purwanto et al., 2020)

Ketiga pengujian tarik memperlihatkan sambungan las gesek berhasil dengan baik. Hal ini ditandai putusnya sampel bukan di daerah sambungan. Semua pengujian tarik putus pada logam jenis baja karbon. Hal ini membuktikan bahwa kekuatan tarik sambungan las gesek dengan menggunakan mesin las gesek rancangan sendiri lebih besar dari pada logam yang disambung yaitu baja karbon. Sedangkan secara teori kekuatan tarik stainless steel lebih besar dibandingkan dengan baja karbon. Sehingga sambungan las gesek berhasil melebihi kekuatan



baja karbon yang disambung. Hal ini juga membuktikan hasil rancang bangun alat mesin las gesek lebih baik dengan metode las listrik, karena penyambungan dua jenis material yang berbeda dengan menggunakan las listrik akan sulit dicapai dengan baik.

## **BAB 4. KESIMPULAN**

### **4.1. Kesimpulan**

Dari hasil rancang bangun berdasarkan kebutuhan kondisi dan kemampuan maka dapat disimpulkan:

1. Disain dan mesin las gesek yang sesuai dengan kebutuhan laboratorium teknik mesin telah dapat dibuat dengan spesifikasi, panjang 1000 mm, tinggi 950 mm lebar 460 mm. Maksimal diameter sampel yang dapat dilas 25 mm dengan variable putaran gesek 2850, 1860 dan 1200 rpm. Tekanan dapat divariasikan hingga maksimal 15 MPa.
2. Hasil uji coba sambungan antara stainless steel dan baja karbon dengan diameter 10 mm berhasil dengan baik. Hal ini ditandai dari struktur sambungan yang terbentuk dan hasil pengujian tarik sambungan. Kekuatan sambungan lebih tinggi dibandingkan kekuatan tarik baja karbon sebagai material yang dilas.

### **4.2. Saran**

Rancang bangun merupakan membuat sebuah kontruksi degan menggabungkan bagian bagian mesin menjadi satu kesatuan yang dapat bekerja secara sinkron antara satu dan lainnya. Bagian bagian mesin tersebut ada yang dirancang sendiri dari awal ada juga bagian mesin yang tersedia dipasaran. Singkronisasi baik itu spesifikasi, ukuran dan bahan harus dirancang sedemikian rupa sehingga ketika proses perakitan dapat dilakukan dengan baik. Sehingga dalam rencang bangun, terlebih dahulu dipastikan spesifikasi, ukuran dan bahan mesin yang tersedia dipasaran untuk mempermudah pemasangan dengan bagian yang dibuat tersendiri.

### Daftar Pustaka

- Adane, L., & Abeje, A. (2012). Assessment of Familiarity and Understanding of Chemical Hazard Warning Signs among University Students Majoring Chemistry and Biology: A Case Study at Jimma University, Southwestern Ethiopia. *World Applied Sciences Journal*, 16, 290–299.
- Akhil, V., & Charles, M. M. M. (2017). *An Investigation of Mechanical And Metallurgical Properties of Friction Welded Steel Joint*. 2(5), 7.
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (1982). The Role of the Laboratory in Science Teaching: Neglected Aspects of Research. *Review of Educational Research*, 52(2), 201–217. <https://doi.org/10.3102/00346543052002201>
- James, J. A., & Sudhish, R. (2016). Study on Effect of Interlayer in Friction Welding for Dissimilar Steels: SS 304 and AISI 1040. *Procedia Technology*, 25, 1191–1198. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2016.08.238>
- Li, W., Vairis, A., Preuss, M., & Ma, T. (2016). Linear and rotary friction welding review. *International Materials Reviews*.
- Mehta, K. P. (2019). A review on friction-based joining of dissimilar aluminum–steel joints. *Journal of Materials Research*, 34(1), 78–96. <https://doi.org/10.1557/jmr.2018.332>
- Meshram, S. D., Mohandas, T., & Reddy, G. M. (2007). Friction welding of dissimilar pure metals. *Journal of Materials Processing Technology*, 184(1–3), 330–337. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2006.11.123>
- Purwanto, H., Dzulfikar, M., Syafaat, I., Imanu, S., & Kholis, N. (2020). Effects of pressure in continuous drive friction welding on aisi 304 and a36. *MM Science Journal*, 2020(November), 4138–4142. [https://doi.org/10.17973/MMSJ.2020\\_11\\_2020054](https://doi.org/10.17973/MMSJ.2020_11_2020054)
- Shanjeevi, C., Arputhabalan, J. J., & Dutta, R. (2017). Investigation on the Effect of Friction Welding Parameters on Impact Strength in Dissimilar Joints. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 197, 012069. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/197/1/012069>
- Walters, A. U. C., Lawrence, W., & Jalsa, N. K. (2017). Chemical laboratory safety awareness, attitudes and practices of tertiary students. *Safety Science*,

96, 161–171. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ssci.2017.03.017>