PEMBUATAN *ENGINE STAND* UNTUK ALAT BERAT

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
pendidikan diploma tiga (D-3) Program Studi Perawatan Alat Berat
Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Ujung Pandang

ANDI TAAT VAZEUWA	344 18 007
PASO PATIH AMARTA	344 18 021
ARHAM UMAR	344 18 023

PROGRAM STUDI D-3 PERAWATAN ALAT BERAT
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR
2021

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan tugas akhir ini dengan judul "Pembuatan *Engine Stand* Untuk Alat Berat", yang disusun oleh:

1. Andi Taat Vazeuwa (344 18 007)
2. Paso Patih Amarta (344 18 021)
3. Arham Umar (344 18 023)

Dinyatakan layak untuk diujikan.

Makassar, September 2021

Menyetujui,

Dosen Pengarah I	Dosen Pengarah II
Muhammad Iswar, S.ST., M.T.	**Ir. Yosrihard Basongan, M.T.**
NIP. 19790408 200501 1 001	NIP. 19621218 198803 1 003

Mengetahui,

Koordinator Program Studi

Ir. Anwar M., M.T

NIP. 19601231 198403 1 022

HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, tanggal September 2021, tim penguji laporan tugas akhir telah menerima dengan baik hasil tugas akhir oleh:

1. Andi Taat Vazeuwa (344 18 007)
2. Paso Patih Amarta (344 18 021)
3. Arham Umar (344 18 023)

Dengan judul "Pembuatan *Engine Stand* Untuk Alat Berat"

Makassar, September 2021

Tim Penguji Ujian Sidang Laporan Tugas Akhir:

1. Prof. Dr. Ir. Muhammad Arsyad, M.T.	Ketua	(.....)
2. Muh. Iqbal M, S.T., M.Eng.	Sekretaris	(.....)
3. Dr. Eng. Arman, S.T., M.T.	Anggota	(.....)
4. Drs. Mastang, M. Hum.	Anggota	(.....)
5. Muhammad Iswar, S.ST., M.T.	Pengarah I	(.....)
6. Ir. Yosrihard Basongan, M.T.	Pengarah II	(.....)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nyalah sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal tugas akhir dengan judul Pembuatan *Engine Stand* Untuk Alat Berat tepat pada waktunya, meski jauh dari kata sempurna.

Dalam penulisan tugas akhir ini tidak sedikit hambatan yang penulis alami. Namun, berkat bantuan berbagi pihak terutama pembimbing, hambatan tersebut dapat teratasi. Sehubungan dengan itu, pada kesempatan dan melalui lembaran ini penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada:

1. Kepada kedua orang tua dan keluarga tercinta yang selama ini telah membantu dalam bentuk perhatian, kasih sayang, semangat, serta doa yang tidak henti–hentinya mengalir demi kelancaran dan kesuksesan kami dalam menyelesaikan tugas akhir ini,
2. Bapak Prof. Ir. Muhammad Ansar, M.Si., Ph.D. selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang,
3. Bapak Rusdi Nur, S.ST., M.T., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang,
4. Bapak Ir. Anwar M, M.T. selaku Koordinator Program Studi Perawatan Alat Berat Politeknik Negeri Ujung Pandang,
5. Bapak Muhammad Iswar, S.ST., M.T. selaku Pembimbing I, atas arahan dan bimbingan selama penulis menuntut ilmu dan mengerjakan tugas akhir.
6. Bapak Ir. Yosrihard Basongan, M.T, selaku Pembimbing II, atas arahan dan bimbingan selama penulis menuntut ilmu dan mengerjakan tugas akhir.

7. Para dosen dan staf Politeknik Negeri Ujung Pandang yang tidak disebut namanya satu persatu atas limpahan ilmu yang telah diberikan,
8. Rekan-rekan Teknik Mesin angkatan 2018 khususnya pada program studi D3 Perawatan Alat Berat atas kebersamaan dan kerjasamanya selama ini,
9. Semua pihak yang terlibat yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu atas segala bentuk bantuan sehingga tugas akhir kami dapat terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritikan dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan tugas akhir ini dan demi perbaikan pada masa mendatang. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan dapat menambah wawasan kepada siapa saja yang membacanya.

Makassar, September 2021

Penulis

DAFTAR ISI

SAMPUL i

HALAMAN PENGESAHAN ii

HALAMAN PENERIMAAN iii

KATA PENGANTAR iv

DAFTAR ISI vi

DAFTAR TABEL viii

DAFTAR GAMBAR ix

DAFTAR SIMBOL x

SURAT PERNYATAAN xi

RINGKASAN xii

BAB I. PENDAHULUAN 1

1.1. Latar Belakang 1
1.2. Rumusan Masalah 3
1.3. Ruang Lingkup Kegiatan 3
1.4. Tujuan dan Manfaat Kegiatan 3

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA 4

2.1. Pengertian Perancangan 4
2.2. Pengertian *Engine Stand* 5
2.3. Proses *Machining* 5
2.4. Baut 7
2.5. Teori Pengelasan (*Welding*) 8
2.6. Pengecatan 13

BAB III. METODE KEGIATAN 14

3.1. Tempat dan Waktu Pembuatan 14

3.2. Alat dan Bahan 14
3.3. Bagan Aliran Kerja 16
3.4. Prosedur/Langkah Kerja..... 17
3.5. Metode Pengujian 24
BAB IV. HASIL DAN DESKRIPSI 25
4.1 Hasil 25
4.2 Deskripsi Kegiatan..... 29
BAB V. PENUTUP 31
5.1 Kesimpulan..... 31
5.2 Saran 31
DAFTAR PUSTAKA 32
LAMPIRAN 34

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Logam Las 12

Tabel 2.2 Sifat-Sifat Mekanis Logam Las 12

Tabel 3.1 Tabel Pembuatan 19

Tabel 3.2 Tabel Komponen yang di Beli 22

Tabel 4.1 Perbandingan Waktu *Overhaul Engine* 25

POLITEKNIK NEGERI
UJUNG PANDANG

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 *Abrasive Cut-Off Saw* 5

Gambar 2.2 *Portbale Angle Grinder* 6

Gambar 2.3 *Dril bits* dan Mesin Bor 6

Gambar 2.4 Jenis Alur Sambungan Las..... 10

Gambar 3.1 Bagan Aliran Kerja 16

Gambar 3.2 Rancangan Pembuatan *Engine Stand* 17

Gambar 3.3 Rancangan Kaki..... 17

Gambar 3.4 Rancangan *Engine Mounting* 18

Gambar 3.5 Rancangan Penarik 18

Gambar 4.1 *Engine Stand* 25

Gambar 4.2 Proses *Overhaul Engine* Menggunakan *Engine Stand* 30

Gambar 4.3 Proses *Overhaul Engine* Menggunakan *Crane* 30

DAFTAR SIMBOL

SIMBOL	SATUAN	KETERANGAN
τ_g	MPa	Tegangan geser
σ_t	MPa	Kekuatan tarik
F	N	Gaya
d	mm	Diameter dalam
A	mm	Luas penampang
t	mm	Tebal pengelasan
l	mm	Panjang pengelasan

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Andi Taat Vazeuwa

NIM : 34418007

menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini, yang berjudul "Pembuatan *Engine Stand* Untuk Alat Berat" merupakan gagasan, hasil karya kami sendiri dengan arahan pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar Pustaka laporan tugas akhir ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung risiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, September 2021

Andi Taat Vazeuwa

NIM : 34418007

RINGKASAN

Engine C6.4 merupakan *engine* yang didatangkan dari PT. Trakindo Utama. *Engine* ini sangat berpeluang untuk dijadikan sebagai bahan praktikum untuk materi *overhaul* ataupun *engine rebuild*. Akan tetapi, untuk memaksimalkan *engine* ini menjadi bahan praktikum maka *engine* harus dilengkapi dengan dudukan agar engine dapat duduk dengan baik sehingga pada saat pembongkaran *engine* tidak bergerak dan juga *engine* mudah untuk dipindahkan serta *engine* terhindar dari bahaya terguling dan terbalik.

Pembuatan *engine stand* ini kemudian bertujuan untuk menjawab permasalahan-permsalahan yang ada di lapangan yang telah disebutkan di atas. Bahan utama yang digunakan pada alat ini yaitu Profil U 100, bahan ini digunakan karena dapat menopang beban dari *engine*.

Berdasarkan hasil dan deskripsi kegiatan dapat disimpulkan bahwa pembuatan *engine stand* ini dapat mempermudah proses praktikum *overhaul* ataupun *engine rebuild* dan mempermudah mobilisasi dari *engine* serta menjauhkan *engine* dari bahaya terguling dan terbalik

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi yang terjadi dizaman sekarang ini sangatlah pesat, begitupun perkembangan pada dunia alat berat. Dengan semakin moderen alat-alat yang digunakan, maka secara otomatis dapat meningkatkan efisiensi, keamanan, dan kenyamanan. Perkembangan alat berat juga semakin meningkat baik pada *engine*, *hydraulic*, *power train*, dan *electrical*.

Dunia pendidikan harus mampu menghasilkan lulusan yang mampu berkompetisi pada era 4.0 ini. Pada jenjang perguruan tinggi, mahasiswa seyogyanya dapat mengikuti program perkuliahan dengan baik dan dapat memahami serta mengaplikasikan disiplin ilmu yang dipelajari sehingga dihasilkan Ahli Madya yang berkualitas dibidangnya. Mahasiswa program studi perawatan alat berat selain mendapat teori perkuliahan juga harus mendapat mata kuliah praktikum. Kegiatan praktikum tersebut merupakan salah satu sarana untuk menerapkan teori-teori yang telah didapatkan sebelumnya.

PT. Trakindo Utama merupakan perusahaan yang bekerja sama dengan Politeknik Negeri Ujung Pandang terkhusus pada program studi perawatan alat berat. Minimnya bahan praktikum pada program studi ini membuat PT. Trakindo Utama berniat mengirimkan media pembelajaran berupa dua unit *engine* dengan jenis yang sama yaitu *engine* C6.4.

Sebagai mahasiswa program studi perawatan alat berat, sudah seharusnya dapat mengidentifikasi masalah-masalah yang terjadi pada alat berat terutama pada bagian *engine*, karena telah mempelajari mengenai *fundamental* dan *intermediate engine* disemester sebelumnya. Terkhusus untuk mata kuliah praktik *engine rebuild* atau *overhaul engine* sangat memerlukan *engine stand* sebagai dudukan, sekaligus memudahkan mahasiswa dan dosen dalam proses belajar mengajar.

Dalam melakukan pengerjaan *overhaul engine* menggunakan *crane* dapat memakan waktu sebanyak 210 menit, hal ini dapat dikatakan tidak efisien dan juga dalam segi tenaga tidak efektif. Untuk mempercepat waktu pengerjaan *overhaul engine* dapat menggunakan *engine stand*, namun kampus belum memiliki fasilitas e*ngine stand*.

Engine stand merupakan fasilitas yang penting untuk melakukan praktikum *engine rebuild* maupun *overhaul engine*. Hal ini diperlukan sebagai tempat dudukan *engine*. Disamping itu dengan adanya *engine stand* akan memudahkan mobilisasi dari *engine* tersebut serta *engine* akan terhindar dari bahaya terbalik dan terguling.

Karena adanya penambahan media pembelajaran berupa *engine* pada program studi perawatan alat berat di Politeknik Negeri Ujung Pandang dan belum memiliki penopang, maka kami bermaksud membuat tugas akhir dengan judul **"Pembuatan *Engine Stand* Untuk Alat Berat"**. Dengan adanya pembuatan *engine stand* ini diharapkan dapat menjadi dudukan bagi *engine* yang akan didatangkan dan dapat mempermudah mahasiswa untuk melakukan kegiatan praktikum *engine rebuild* ataupun *overhaul engine*.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, adapun rumusan masalahnya sebagai berikut :

1. Bagaimana cara mempercepat waktu pengerjaan *overhaul engine* ?

1.3. Ruang Lingkup Kegiatan

Untuk mempermudah fokus pembahasan dalam penyusunan tugas akhir ini, maka penulis perlu membuat ruang lingkup kegiatan :

1. Pada tugas akhir ini hanya membahas mengenai proses pembuatan *engine stand* dari desain awal hingga proses pengecatan.
2. Tidak melakukan pengujian secara manual, baik itu uji tarik, tekan dan bending.

1.4. Tujuan dan Manfaat Kegiatan

1.4.1. Tujuan

Tujuan yang diharapkan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mempercepat waktu pengerjaan *overhaul engine*.

1.4.2. Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Sebagai alat untuk mempermudah mobilisasi *engine*.
2. Sebagai dudukan atau penopang pada *engine* C6.4 yang akan didatangkan dari PT. Trakindo Utama.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Perancangan

Perancangan adalah sebuah proses untuk mendefinisikan sesuatu yang akan dikerjakan dengan menggunakan teknik yang bervariasi serta didalamnya melibatkan deskripsi mengenai arstitektur serta detail komponen dan juga keterbatasan yang akan dialami dalam proses pengerjaannya (Soetam Rizky, 2011:140).

Perencanaan produksi suatu produk bagian yang sangat besar dan sangat menentukan kualitas produk. Perencanaan merupakan kegiatan awal dari rangkaian kegiatan sampai ke proses pembuatan produk sehingga dalam tahap ini juga ditentukan apa yang harus dilakukan dan bagaimana cara melakukannya termasuk merencanakan tahapan pembuatan produk agar mendapatkan kualitas yang bagus juga ditentukan disini, apabila pada tahap perencanaan sudah ditentukan kemudian dilantukan ke tahap perancangan, dimana pada tahap perancangan akan dimulai dengan eksplorasi bentuk desain. Sedangkan untuk proses desain itu sendiri adalah kemampuan untuk menggabungkan gagasan, prinsip-prinsip ilmiah, sumber daya, dan sering produk yang telah ada dalam penyelesaian suatu masalah, kemampuan untuk menyelesaikan masalah dalam desain ini merupakan hasil pendekatan yang terorganisasi dan teratur atas masalah tersebut (Giesecke, 1999:6).

Menurut kami, perancangan merupakan suatu kegiatan mendesain yang bertujuan untuk menyelasaikan masalah yang dihadapi.

2.2. Pengertian *Engine Stand*

Engine stand adalah suatu kerangka besi yang digunakan sebagai dudukan *engine* sementara pada saat dilakukan pengerjaan *overhaul engine*, agar mesin bisa terhindar dari bahaya terbalik atau terguling sebelum mesin dipasang pada unit dan setelah mesin diturunkan dari unit (Jensen dan Chenoweth, 1991:29).

Menurut kami, *engine stand* adalah kerangka besi yang digunakan sebagai penopang atau dudukan pada saat diturunkan dari unit.

2.3. Proses *Machining*

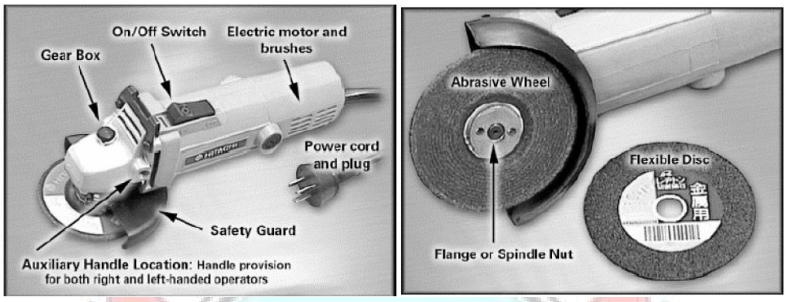
a. *Abrasive Cut-Off Saw*

Untuk memotong benda kerja yang memiliki tingkat kekerasan yang tinggi. Misalnya besi pipa, besi L, plat lembaran yang tebalnya lebih dari 2mm. *Abrasive cut-off saw* memotong material dengan cara memutar *abrasive wheel* tipis. Kebanyakan material, kaca, keramik, dan bahan logam lainnya (Caterpillar, 2003:171).

Gambar 2.1 *Abrasive Cut-Off Saw*
(Sumber: Workshop Tools)

b. *Portable Angle Grinder*

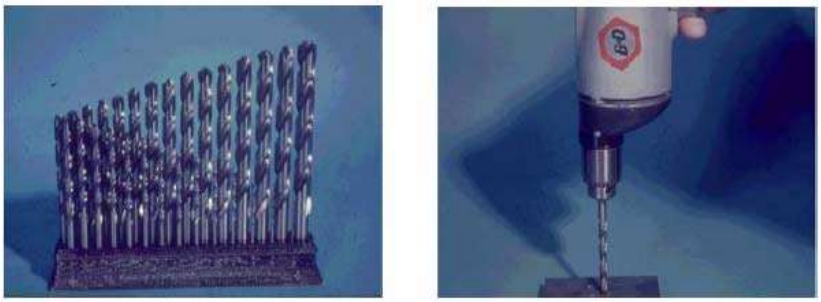
Untuk memotong benda kerja yang memiliki tingkat kekerasan yang rendah. Misalnya plat lembaran kurang dari 2mm. *Grinder disc* diputar pada kecepatan yang berkisar 5.000 rpm hingga 12.000 rpm (Catrerpillar, 2003:150).



Gambar 2.2 *Portable Angle Grinder*
(Sumber: Workshop Tools)

c. Mesin Bor

Mesin bor adalah alat atau perkakas yang digunakan untuk melubangi benda kerja (besi dan sebagainya).



Gambar 2.3 *Drill bits* dan mesin bor
(Sumber: Workshop Tools)

2.4. Baut

Baut adalah bentuk pengikat berulir yang dipasangkan dengan ulir eksternal (biasanya dalam bentuk mur).

Pada kepala baut biasanya tercetak huruf dan angka. Contohnya: xyz 8.8 atau lmn 4.2 untuk huruf menunjukkan nama atau kode pabrikan dimana si baut itu dibuat, sedangkan untuk angka menunjukkan angka *tensile strength* (kekuatan tarik) dan *yield strength* (kekuatan mulur/batas mulur). Cara membacanya adalah sebagai berikut: xyz 8.8 (untuk huruf kita abaikan), untuk angka pertama dikalikan 100 dan hasilnya menunjukkan kekuatan tarik atau beban yang mampu diterima oleh baut tersebut dengan satuan N/mm^2, sedangkan untuk angka kedua dikalikan angka pertama kemudian dikalikan lagi 10 dan hasilnya menunjukkan batas mulur dari baut tersebut dengan satuan N/mm^2 (Ahmeth, 2010).

Contoh xyz 8.8

Nama pabrikan: xyz

Kekuatan tarik: 8 × 100 = 800 N/mm^2

Batas mulur: 8 × 8 × 10 = 640 N/mm^2

Menurut Lazuardi (2018:22), dalam perencanaan sambungan mur baut diperlukan hitungan tegangan geser pada baut menyatakan:

$$\tau_g = \frac{4F}{\pi d^2} \quad \text{.....} (1)$$

keterangan:

τ_g = tegangan geser d = diameter

F = gaya

2.5. Teori Pengelasan (*Welding*)

2.5.1 Pengertian Pengelasan

Pengelasan (*welding*) adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam tambahan dan menghasilkan sambungan yang kontinu (Sonawan dan Suratman Rochim, 2004:1). Adapun persamaan dalam mencari kekuatan sambungan las yaitu:

a. Akibat gaya tarik/tekan

$$\sigma_t = \frac{F}{A} \quad \text{.....} (2)$$

keterangan:

σ_t = kekuatan tarik

F = gaya

A = luas penampang

b. Akibat gaya geser

$$\tau_g = \frac{F}{A} = \frac{F}{0{,}707 \times t \times l} \quad \text{.....} (3)$$

keterangan:

τ_g = tegangan geser

F = gaya

A = luas penampang

t = tebal pengelasan

l = panjang pengelasan

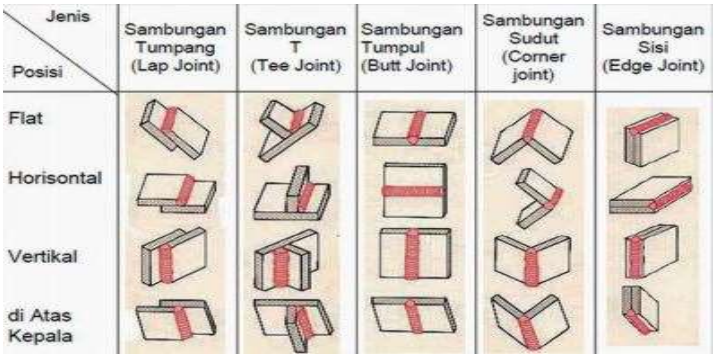
2.5.2 Metode Pengelasan

Pengelasan yang sering digunakan dalam dalam dunia konstruksi secara umum adalah pengelasan dengan menggunakan metode pengelasan dengan busur nyala logam terlindung atau bisa disebut *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW). Metode SMAW banyak digunakan pada masa ini karena penggunaannya lebih praktis, lebih mudah pengoperasiannya, dapat digunakan untuk segala macam posisi pengelasan dan lebih efisien (Hamid. 2016:27).

Mesin las SMAW menurut arusnya dibedakan menjadi tiga macam yaitu mesin las arus searah atau *Dirrect Current* (DC), mesin las arus bolak balik atau *Alternating Current* (AC) dan mesin las arus ganda yang merupakan mesin las yang dapat digunakan untuk pengelasan dengan arus searah (DC) dan arus bolak balik (AC) (Hamid. 2016:27).

2.5.3 Jenis Sambungan Las

Harsono (2008) "Sambungan las dalam konstruksi baja pada dasarnya dibagi dalam sambungan tumpul, sambungan T, sambungan sudut dan sambungan tumpeng". Lima jenis dasar sambungan las dapat dibuat dalam empat posisi pengelasan yang berbeda, yaitu posisi *flat* (datar), vertikal, horizontal, dan di atas kepala seperti ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



(a) (b) (c) (d) (e)

Gambar 2.4 Jenis alur sambungan las
(Sumber: Harsono,2008)

a) Sambungan tumpu (*butt joint*)

Kedua bagian benda yang akan disambung diletakkan pada bidang datar yang sama dan disambung pada kedua ujungnya.

b) Sambungan sudut (*corner joint*)

Kedua bagian benda yang akan disambung membentuk sudut siku-siku dan disambung pada ujung tersebut.

c) Sambungan tumpang (*lap joint*)

Bagian benda yang akan disambung saling menumpang (*overlapping*) satu sama lainnya.

d) Sambungan T (*tee joint*)

Satu bagian diletakkan tegak lurus pada bagian yang lain dan membentuk huruf T yang terbalik.

e) Sambungan tekuk (*edge joint*)

Sisi-sisi yang di tekuk dari kedua bagian yang akan disambung sejajar, dan sambungan dibuat pada kedua ujung bagian tekukan yang sejajar tersebut.

2.5.4 Jenis elektroda

Kode kawat las yang digunakan yaitu E 6013. Maksud dari kode tersebut yaitu (Steelindo Persada,2017):

E = elektroda untuk jenis las SMAW

E 60xx = dua digit pertama (angka 60) menunjukkan kekuatan tariknya dalam ksi (kilopound-square-icnh). Angka 60 berarti kekuatan tariknya 60 ksi. Dalam ukuran psi (*pound square inch*) sama dengan 60000 psi.

E xx1x = digit ketiga (angka 1) adalah posisi pengelasan:

Kode angka 1 - untuk semua posisi

Kode angka 2 - untuk posisi flat atau horizontal

Kode angka 3 – hanya untuk posisi flat.

E xxx3 = digit keempat (angka 3) menunjukkan:

- Jenis salutan
- Penetrasi busur
- Arus las
- Serbuk besi (%)

Menurut Saputra (2004:34), RD-460 adalah kawat las "titania" tinggi dengan "flux yang tebal. Alur las yang dihasilkannya lebar dan bagus dan penetrasinya dangkal. Kawat las ini sangat sedikit menimbulkan percikan dan teraknya dapat lepas sendiri.

a. Pemakaian

Untuk mengelas baja-baja konstruksi ringan, mengelas sambungan-sambungan alur yang agak lebar, konstruksi-konstruksi pelat baja lainnya dan untuk pengelasan yang berfungsi sebagai pembalut.

b. Petunjuk untuk Pengelasan

Gunakan kawat las dengan metode kontak.

c. Komposisi Kimia Logam Las (%)

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Logam Las

Carbon	Silikon	Mangan	Posfor	Sulfur
0,09	0,34	0,56	0,018	0,011

d. Sifat-Sifat Mekanis Logam Las

Tabel 2.2 Sifat-Sifat Mekanis Logam Las

Titik Rentang	Kuat Tarik	Pemanjangan
531 N/mm^2 541 Kg/ mm^2	561 N/mm^2 57,2 Kg/ mm^2	30,0%

2.6. Pengecatan

Cat adalah istilah umum yang digunakan untuk keluarga produk yang digunakan untuk melindungi dan memberikan warna pada suatu objek atau permukaan dengan melapisinya dengan lapisan berpigmen

Fungsi pengecatan adalah untuk melindungi besi kontak dengan air dan udara. Cat yang mengandung timbal dan seng akan lebih melindungi besi terhadap korosi. Pengecetan harus sempurna karena jika terdapat bagian yang tidak tertutup oleh cat, maka besi dibawah cat akan terkorosi (Rahmad, 2012).

BAB III METODE KEGIATAN

3.1. Tempat dan Waktu Pembuatan

3.1.1. Tempat

Kegiatan pembuatan *engine stand* dilakukan di Bengkel Perawatan Alat Berat, Politeknik Negeri Ujung Pandang (PNUP), Jl. Perintis Kemerdekaan KM. 10 Makassar.

3.1.2. Waktu

Waktu pelaksanaan pembuatan *engine stand* dimulai dari bulan Maret sampai bulan September 2021.

3.1. Alat dan Bahan

Dalam pelaksanaan pembuatan *engine stand* terdapat beberapa alat dan bahan sebagai penunjang untuk melaksanakan pembuatan tersebut. Alat dan bahan yang digunakan, yaitu

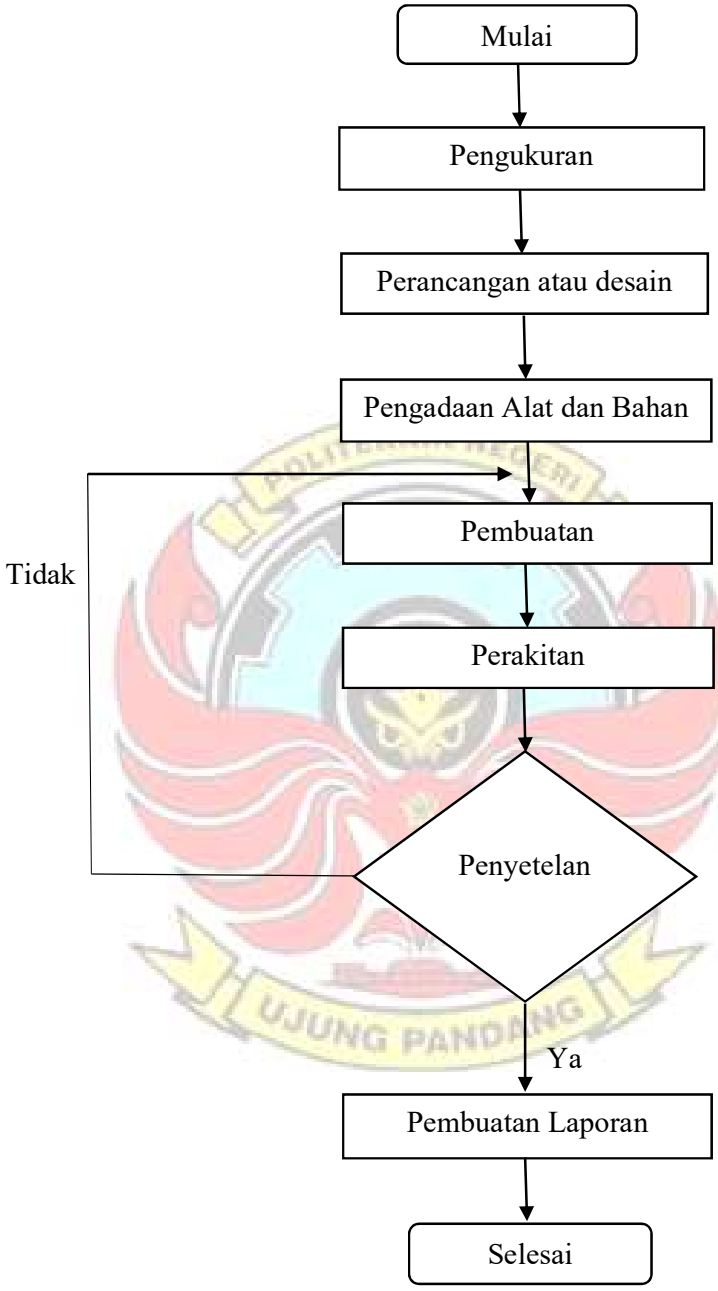
3.2.1. Alat

1. Alat Pelindung Diri (APD)
2. Toolbox
3. Mesin las listrik
4. Mesin bor
5. Spidol
6. Mata Gerinda Potong
7. Gerinda
8. Palu besi
9. Panggaris siku
10. Roll meter
11. Mesin bending
12. Mata gerinda amplas

3.2.2. Bahan

1. Roda 3 pcs
2. Baut dan mur
3. Besi plat 7 mm
4. Besi UNP 100
5. Elektroda
6. Pipa besi
7. Cat
8. Tinner
9. Dempul

3.1. Bagan Aliran Kerja



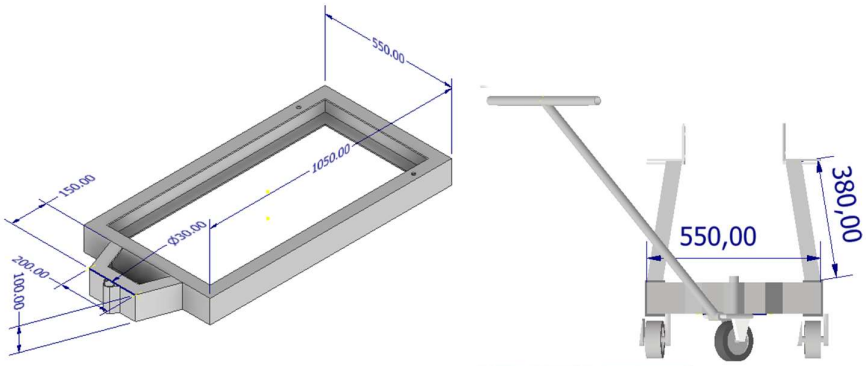
Gambar 3.1 Bagan Aliran Kerja

3.1. Prosedur/Langkah Kerja

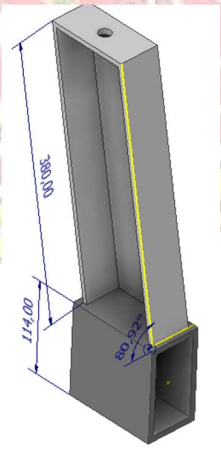
3.4.1. Pengukuran

Pengukuran berfungsi untuk mencari ukuran yang pas atau tepat untuk engine mounting serta mengukur panjang dan lebar engine.

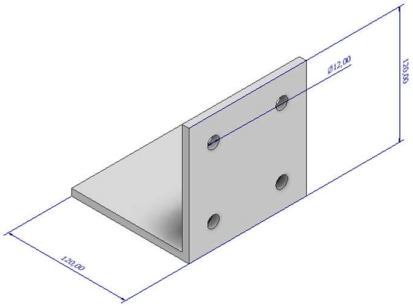
3.4.2. Perancangan atau desain



Gambar 3.2 Rancangan *Engine Stand*



Gambar 3.3 Rancangan Kaki



Gambar 3.4 Rancangan *Engine Mounting*

Gambar 3.5 Rancangan Penarik

3.4.3. Pengadaan Alat dan Bahan

Untuk dapat melaksanakan pembuatan *engine stand* dibutuhkan alat dan bahan. Alat dan bahan yang diperlukan sebagian besar sudah tersedia di Bengkel Perawatan Alat Berat. Adapun alat dan bahan yang belum tersedia di bengkel, diadakan dengan cara membeli.

3.4.4. Pembuatan

Pada tahap ini semua komponen akan dibuat mulai dari pengukuran, pemotongan, pengelasan, dan pengeboran.

Tabel. 3.1 Tabel Pembuatan

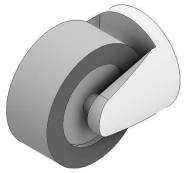
No.	Komponen	Alat	Bahan	Proses Pembuatan
1.	Rangka Utama Fungsi: Untuk menempatkan dan menopang bagian-bagian lainnya	▪ Mesin gerinda tangan, ▪ Mesin las listrik, ▪ Spidol, ▪ Meteran, ▪ Penyiku, ▪ APD.	Profil U 100	▪ Pengukuran profil u sesuai dengan ukuran yang akan dibuat, ▪ Pemotongan profil u yang telah diukur menggunakan mesin gerinda tangan, ▪ Penyambungan hasil potongan-potongan profil u dengan menggunakan mesin las listrik sesuai gambar kerja.
2.	Kaki	▪ Mesin gerinda tangan, ▪ Mesin las listrik, ▪ Mesin bor duduk,	Plat baja t= 7mm, dan profil U 100	▪ Pengukuran plat baja sesuai dengan ukuran gambar kerja, ▪ Pemotongan plat baja dan mengebor untuk melubangi sesuai dengan ukuran gambar kerja,

	Fungsi: sebagai penopang dan tempat engine mounting melekat.	▪ Mata bor besi diameter 18mm, ▪ Mesin bending ▪ Penggaris, ▪ Meter, ▪ Penyiku, ▪ Spidol, ▪ APD.		▪ Pengelasan plat baja dengan profil U
3.	*Engine Mounting* 	▪ Mesin gerinda tangan, ▪ Mesin bending, ▪ Mesin bor duduk, ▪ Mata bor besi diameter 14mm, ▪ Penggaris,	▪ Plat baja t= 7mm	▪ Pengukuran plat baja sesuai dengan ukuran gambar kerja, ▪ Pemotongan plat baja sesuai dengan ukuran gambar kerja menggunakan mesin gerinda potong, ▪ Plat baja yang telah dipotong kemudian dibending sampai membentuk sudut 90°

	Fungsi : untuk menopang *engine* dengan rangka *engine stand*	▪ Spidol, ▪ APD.		▪ Pembuatan lubang sesuai dengan titik tempat baut melekat.
4.	Penarik Fungsi: Sebagai penarik *engine stand*	▪ Mesin gerinda tangan, ▪ Mesin las listrik, ▪ meteran, ▪ APD.	Pipa besi d= 3mm	▪ Pengukuran pipa sesuai dengan ukuran gambar kerja, ▪ Pemotongan pipa yang telah diukur dengan gerinda tangan, ▪ Penyatuan pipa-pipa yang telah dipotong menggunakan las
5.	Housing roda depan Fungsi: sebagai tempat melekatnya roda depan.	▪ Mesin gerinda tangan, ▪ Mesin las ▪ Penggaris, ▪ Spidol, ▪ APD.	Profil u 100, Pipa besi d= 3mm, plat baja t= 2mm	▪ Pengukuran plat, profil u, dan pipa sesuai dengan gambar kerja, ▪ Pemotongan profil u, pipa, dan plat baja sesuai ukuran. ▪ Penyatuan semua komponen yang telah

				dipotong menggunakan mesin las.

Tabel 3.2 Tabel Komponen yang dibeli

No.	Komponen	Spesifikasi
1.	Roda belakang  Fungsi : Menopang seluruh beban, serta mempermudah pergerakan dari stand	▪ Diameter ban 12mm
2.	Roda depan Fungsi : Menopang seluruh beban, serta mempermudah pergerakan dari *stand*	▪ Diameter ban 12mm
3.	Baut dan Mur Fungsi : Mengikat komponen agar tidak bergerak	▪ M10, M12, dan M14

3.4.5. Perakitan

Proses ini dilakukan setelah semua komponen-komponen selesai dibuat. Pada tahap ini semua komponen akan disatukan. Proses perakitannya sebagai berikut:

a. Menyambungkan penarik dengan rangka utama menggunakan mesin las sesuai gambar kerja.
b. Memasang roda depan pada *housing* yang telah dibuat sesuai gambar kerja.
c. Melubangi rangka utama dengan bor kemudian pasang roda belakang dan ikat dengan baut.
d. Menaikkan *engine* pada *crane* kemudian atur tempat yang pas untuk penempatan kaki yang ideal pada rangka. Setelah pas lakukan pengelasan.
e. Mendempul bagian-bagian las yang kurang halus kemudian lakukan pengecatan.

3.4.6. Penyetelan

1. Memasang *engine mounting* pada *engine block* menggunakan baut.
2. Mengangkat *engine block* menggunakan *crane* sampai mencapai tinggi *engine stand*.
3. Posisikan *engine mounting* pas dengan kaki *engine stand* kemudian pasang baut pengikat *engine mounting* dengan kaki *engine stand*.

3.1. Metode Pengujian

Pengujian *engine stand* dilakukan di ruang bengkel Perawatan Alat Berat dengan cara memasang *engine* pada *stand*. Kemudian lakukan *overhaul engine* dan catat waktu yang digunakan untuk menyelesaikan proses *overhaul engine*.

POLITEKNIK NEGERI
UJUNG PANDANG

BAB IV HASIL DAN DESKRIPSI

4.1 Hasil

4.1.1 Hasil Pembuatan *Engine Stand*

Gambar 4.1 *Engine Stand*

4.1.2 Hasil Pengujian

Tabel 4.1 Perbandingan Waktu *Overhaul Engine*

Lama *Overhaul Engine* (Menit)	
Menggunakan *Engine Stand*	Menggunakan *Crane*
150	210

4.1.3 Hasil Perhitungan

a. Perhitungan Kekuatan Baut

Untuk mencari mutu atau kualitas baut, dapat dilihat sebagai berikut.

Diketahui ukuran kepala baut 19 mm dan nilai *head point* 4.6, maka:

1. Tegangan tarik maksimal: 4 × 100 = 400 MPa
2. Tegangan mulur maksimal: 4 × 6 × 10 MPa = 240 MPa.

Pada setiap *engine mounting* menggunakan sebanyak 4 baut M12 dengan ukuran kepala baut 19 mm. Pemilihan baut jenis ini dikarenakan memiliki *strength* yang kuat dan sesuai pada ukuran lubang pada *block engine* tempat baut *engine mounting* terpasang. Untuk mengetahui tegangan geser yang di alami oleh baut, maka digunakan persamaan berikut:

$\tau_g = \frac{4F}{\pi d^2}$

Diketahui:

Berat *engine* = 680 kg

F = m × a

= 680 × 10

= 6800 N

Engine stand memiliki 4 *engine mounting,* untuk mencari gaya yang terjadi di setiap *engine mounting* maka gaya yang dihasilkan tadi dibagi 4.

$\frac{6800}{4}$ = 1700 N

Karena dalam setiap *engine mounting* memiliki 4 baut, untuk mencari gaya yang terajdi pada setiap baut, maka gaya yang dihasilkan tadi dibagi 4.

$\frac{1700}{4}$ = 425 N

Sehingga hasil yang didapat yaitu:

F = 425 N

d = 10,106 mm

sf = 1,5

σt_{maks} = 400 MPa

Penyelesaian:

1. Menghitung tegangan tarik izin:

$\sigma_{t\ izin} = \frac{\sigma t\ maks}{sf}$

$= \frac{400}{1,5} = 266,6$ MPa

2. Menghitung tegangan geser izin

$\tau_{g\ izin} = 0,5\ .\ \sigma t_{izin}$

$= 0,5\ .\ 266,6$

$= 133,3$ MPa

3. Menghitung tegangan geser pada baut:

$\tau_g = 4F\ /\ \pi \boldsymbol{d^2}$

$\tau_g = \frac{4\ x\ 425}{3,14\ x\ 10,106^2}$

$= \frac{1600}{320,6}$

$= 4,9$ MPa

Dari perhitungan maka dapat disimpulkan bahwa baut yang digunakan aman untuk dijadikan sebagai baut *engine mounting*, karena tegangan geser baut lebih kecil dari tegangan izin baut.

b. Perhitungan Kekuatan Las

Kode elektroda yang digunakan adalah E6013 dengan jenis RD 460. Dimana kekuatan tarik maksimumnya adalah 60 ksi dan jika dikonversi ke satuan MPa maka dihasilkan 413,6 MPa. Untuk mengetahui tegangan geser yang terjadi pada sambungan las setiap kaki maka dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$\tau_g = \frac{F}{A} = \frac{F}{0,707\ .l}$

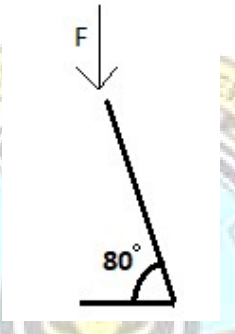
Diketahui:

F = 6800 N

Karena *engine stand* memiliki 4 kaki maka gaya total yang terjadi di bagi 4.

$\frac{6800}{4}$ = 1700

Setelah mendapat gaya yang terjadi pada setiap kaki, kemudian kalikan dengan sin 80, karena setiap kaki memiliki kemiringan 80°.

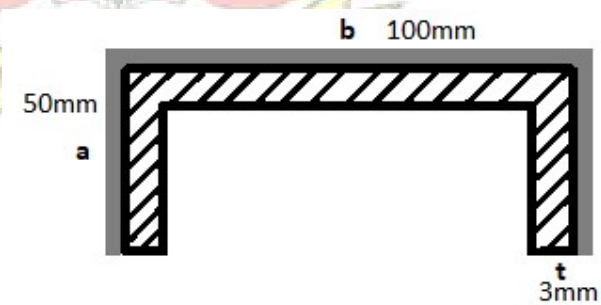


F = 1700 Sin 80

= 1674 N

Jadi gaya yang terjadi pada setiap kaki yaitu 1674 N.

Diketahui:



F = 1674 N

t = 3 mm

l = 2a + b

= 2 x 50 + 100

= 200 mm

sf = 1,5

$\sigma_{t\ maks}$ = 413,6 MPa

Penyelesaian:

1. Menghitung tegangan geser sambungan las pada kaki

$$\tau_g = \frac{F}{A} = \frac{F}{0{,}707 \times t \times l}$$

$$\tau_g = \frac{1674}{0{,}707 \times 3 \times 200}$$

$$= \frac{1674}{424{,}2}$$

= 3,94 MPa

2. Menghitung tegangan tarik izin elektroda.

$$\sigma_{t\ izin} = \frac{\sigma t\ maks}{sf}$$

$$= \frac{413{,}6}{1{,}5}$$

= 275,7 MPa

3. Menghitung tegangan geser izin elektroda:

$$\tau_{g\ izin} = 0{,}5\ .\ \sigma_{t\ izin}$$

= 0,5 . 275,7

= 137,85 MPa

Berdasarkan hasil perhitungan maka dapat disimpulkan bahwa pengelasan aman, karena tegangan geser sambungan las lebih kecil dari tegangan geser izin elektroda.

4.2 Deskripsi Kegiatan

4.2.1 Pengujian

Pengujian terhadap *engine stand* yang telah dibuat bertujuan untuk melihat apakah alat tersebut dapat bekerja dengan baik serta sesuai dengan tujuan dan

manfaat alat tersebut. Pengujian dilakukan dengan cara menghitung waktu pengerjaan *overhaul engine* menggunakan *stand engine* dan menggunakan *crane*. Berdasarkan tabel 4.1, menggunakan *engine stand* akan mengefisienkan waktu pengerjaan sebanyak 60 menit. Pada efisiensi tenaga, *overhaul* menggunakan *engine stand* juga dapat dikatakan lebih efisien karena mahasiswa tidak perlu mengangkat dan menurunkan *engine* pada *crane*. Selain itu, dari segi keamanan atau *safety* pada saat *overhaul* menggunakan *engine stand* dapat meminimalisir risiko kecelakaan kerja dan segala hal yang dapat membahayakan *engine*.

Gambar 4.2 Proses *overhaul engine* menggunakan *engine stand*

Gambar 4.3 Proses *overhaul engine* menggunakan *crane*

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah menyelesaikan proyek tugas akhir "Pembuatan *Engine Stand* Untuk Alat Berat" beserta laporannya penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dengan menggunakan *engine stand* proses pengerjaan *overhaul engine* lebih cepat 28,57 % dari waktu normal menggunakan *crane*.

5.2 Saran

Dalam perancangan dan analisa ini masih jauh dari sempurna baik dari segi desain, penampilan dan hasil akhir. Adapun beberapa saran untuk langkah penyempurnaan sebagai berikut:

1. Saat memasang atau melepas *engine* dari *stand* gunakan APD dan perhatikan posisi badan agar tidak terjadi cedera.
2. Untuk pengembangan selanjutnya, pada *stand* ini akan lebih sempurna jika diberikan alat pengangkat atau *crane.*

DAFTAR PUSTAKA

Ahmeth. 2010. Kode Angka Pada Baut. (Online), (http://ahmeth-cyberheart.blogspot.com/2010/11/kode-angka-pada-baut.html), diakses 2 September 2021).

Caterpillar. 2003. *Workshop Tools*. Versi 3.2. Australia.

Giesecke, Freederick E. 2001. *Gambar Teknik*. Jakarta: Erlangga

Hamid, Abdul. 2016. Analisa Pengaruh Arus Pengelasan SMAW pada Material Baja Karbon Rendah terhadap Kekuatan Material Hasil Sambungan. *Jurnal Teknologi Elektro*, (Online), 4 (7): 27, (https://media.neliti.com/media/publications/publications/142425-ID-analisa-pengaruh-arus-pengelasan-smaw-pa.pdf), diakses 8 Maret 2021).

Harsono Wiryosumarto. 2008. *Teknologi Pengelasan Logam*, Jakarta: Balai Pustaka.

Hery, Sonawan dan Suratman Rochim. 2004. *Pengantar untuk Memahami Proses Pengelasan Logam*. Bandung: Alfabeta.

Jensen dan Chenoweth. 1991. *Kekuatan Bahan Terapan*. Jakarta: Erlangga.

Lazuardi, Andika Syahrial. 2018. Perencanaan Sambungan Mur dan Baut Pada Gerobak Sampah Motor. *Jurnal Mahasiswa Teknik Mesin ITN*, III (1): 21 – 26.

Rahmad, Febrian. 2012. Pengecatan. Febrian Rahmad (Automotive), (Online), (http://febrianrahmad.com/2012/11/pengecatan.html), diakses 8 Maret 2021).

Saputra, Trisma Jaya, 2004. Elektroda Untuk Pengelasan Baja Lunak. *Jurnal.* Fakultas Teknik Universitas Tidar Magelang. (Online), (https://www.neliti.com), diakses 2 September 2021).

Steelindo Persada, 2017. Penerapan Elektroda Las Lincoln AWS E6013, E7016 dan E7018 Dalam Proses Welding Baja. (Online), (https://www.steelindopersada.com/2017/07/elektroda-las-lincoln-aws-e6013-e7016-e7018-dalam-proses-welding-baja.html), diakses 5 September 2021).

Yunianto, Arif dan Aditya Rusmawan. 2018. *Teknik Pengelasan Busur Manual*. Jakarta: PT Gramedia Widiasarana.

Lampiran 1. Dokumentasi

IIIDAIDEN

Lampiran 2. Tabel Dimensi Baut

Ukuran	Jarak antar ulir *p*	Tinggi ulir *H*	Diameter luar	Diameter efektif	Diameter dalam
M4	0,7	0,379	4,000	3,515	3,242
M5	0,8	0,433	5,000	4,480	4,134
M6	1	0,541	6,000	5,350	4,917
M7	1	0,541	7,000	6,350	5,917
M8	1,25	0,677	8,000	7,188	6,647
M9	1,25	0,677	9,000	8,188	7,647
M10	1,5	0,812	10,000	9,026	8,376
M11	1,5	0,812	11,000	10,026	9,378
M12	1,75	0,947	12,000	10,863	10,106
M14	2	1,083	14,000	12,701	11,835
M16	2	1,083	16,000	14,701	13,835
M18	2,5	1,353	18,000	16,376	15,294
M20	2,5	1,353	20,000	18,376	17,294
M22	2,5	1,353	22,000	20,376	19,294
M24	3	1,624	24,000	22,051	20,752
M27	3	1,624	27,000	25,051	23,752
M30	3,5	1,894	30,000	27,727	26,211
M33	3,5	1,894	33,000	30,727	29,211
M36	4	2,165	36,000	34,402	31,670
M39	4	2,165	39,000	36,402	34,670
M42	4,5	2,436	42,000	39,077	37,129
M45	4,5	2,436	45,000	42,077	40,129
M48	5	2,706	48,000	44,752	42,857
M52	5	2,706	52,000	48,752	46,587
M56	5,5	2,977	56,000	52,428	50,046
M60	5,5	2,977	60,000	56,428	54,046
M64	6	3,248	64,000	60,103	57,505
M68	6	3,248	68,000	64,103	61,505

Sumber: (Sularso, 2004)

Metric Size	Pitch	Drill	E	A	B
M3	0.50mm	2.50mm	3mm	5.5mm	2.5mm
M4	0.70mm	3.30mm	4mm	7.0mm	3.0mm
M5	0.80mm	4.20mm	5mm	8.0mm	4.0mm
M6	1.00mm	5.00mm	6mm	10.0mm	5.0mm
M8	1.25mm	6.80mm	8mm	13.0mm	6.0mm
Fine	1.00mm	7.00mm			
M10	1.50mm	8.50mm	10mm	17.0mm	8.0mm
Fine	1.25mm	8.80mm			
S.Fine	1.00mm	9.00mm			
M12	1.75mm	10.20mm	12mm	19.0mm	10.0mm
Fine	1.50mm	10.50mm			
S.Fine	1.25mm	10.80mm			

Sumber: (https://www.pinterest.com/pin/321374123400422651/)

Lampiran 3. Tabel Sifat Minimum Las Logam/Kekuatan Tarik Pengelasan

Nomor Elektroda AWS	Kekuatan Tarik (Kpsi)	Kekuatan Mulur (Kpsi)	Regangan (%)
E 60 XX	**60**	**50**	**17 – 25**
E 70 XX	70	57	22
E 80 XX	80	67	19
E 90 XX	90	77	14 – 17
E 100 XX	100	87	12 – 16
E 120 XX	120	107	14

Sumber : Yovian dkk, Modifikasi Alat Pencungkil Daging Kelapa, Makassar: Politeknik Negeri Ujung Pandang, 2010.

Lampiran 4. Spesifikasi Engine C6.4

Specifications

Engine

Engine Model	Cat® C6.4 ACERT™
Engine Configurasion	Inline 6. 4 Stroke-Cycle Diesel
Net Flywheel Power	148 HP
Bore	4.02 in
Stroke	5.12 in
Displacement	389 in^3 (6.4 L)

Service Refill Capacities

Fuel tank capacity	108 gal (408.8 L)
Cooling system	6.6 gal (24.9 L)
Engine oil	8 gal (30.2 L)

Engine Dimensions

Length	1006 mm
Width	500 mm
Height	920 mm
Weight, Net Dry (Basic Operating Engine Without Optional Attachments	680 kg (1116 lb)

UJUNG PANDANG

KEMENTRIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245
Telepon: (0411)-585365, 585367, 585368; Faksimili: (0411)-586043
Website : http/www.poliupg.ac.id/
E-Mail : pnup@poliupg.ac.id

KARTU ASISTENSI

Nama : 1. Andi Taat Vazeuwa 344 18 007
2. Paso Patih Amarta 344 18 021
3. Arham Umar 344 18 023

Program Studi/Jurusan : Perawatan Alat Berat / Teknik Mesin

No	Tanggal	Uraian Revisi	Paraf
1	23 Agustus 2021	– Editing penulisan (sesuaikan	
2	24 Agustus 2021	format yg ada)	
3	27 Agustus 2021	– sesuaikan tujuan penulisan &	
4	30 Agustus 2021	kesimpulan	
5	31 Agustus 2021	– Diagram Alir	
6	1 Sept 2021	– Uraikan pembuatan, perakitan	
		– Perbaiki bab IV	
7	3 Sept 2021	– Daftar pustaka	
		– Lampiran standar baut, pengelasan	
8	06 Sept. 2021	– Acc ujian Tugas Akhir	

Makassar, 06 September 2021
Pembimbing 1

Muhammad Iswar, S.ST, M.T.
NIP 19790408 200501 1 001

KEMENTRIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245
Telepon: (0411)-585365, 585367, 585368; Faksimili: (0411)-586043
Website : http/www.poliupg.ac.id/
E-Mail : pnup@poliupg.ac.id

KARTU ASISTENSI

Nama : 1. Andi Taat Vazeuwa 344 18 007
2. Paso Patih Amarta 344 18 021
3. Arham Umar 344 18 023

Program Studi/Jurusan : Perawatan Alat Berat / Teknik Mesin

No	Tanggal	Uraian Revisi	Paraf
1	23 Agustus 2021	– Editing penulisan (sesuaikan	
2	24 Agustus 2021	format yg ada)	
3	27 Agustus 2021	– sesuaikan tujuan penulisan & kesimpulan	
4	30 Agustus 2021	– Diagram Alir	
5	31 Agustus 2021	– Uraikan pembuatan, perakitan	
6	1 Sept 2021	– Perbaiki bab IV	
7	3 Sept 2021	– Daftar pustaka – Lampiran standar baut, pengelasan	
8	06 Sept. 2021	— Acc ujian Tugas Akhir	

Makassar, 06 September 2021
Pembimbing 1

Muhammad Iswar, S.ST, M.T.
NIP 19790408 200501 1 001

KEMENTRIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245
Telepon: (0411)-585365, 585367, 585368; Faksimili: (0411)-586043
Website : http/www.poliupg.ac.id/
E-Mail : pnup@poliupg.ac.id

KARTU ASISTENSI

Nama : 1. Andi Taat Vazeuwa 344 18 007
2. Paso Patih Amarta 344 18 021
3. Arham Umar 344 18 023

Program Studi/Jurusan : Perawatan Alat Berat / Teknik Mesin

No	Tanggal	Uraian Revisi	Paraf
1	01-09-2021	- Cari data mesin (Beat Engine Berapa).	
2.	2-09-2021	- Hitung kekuatan sambungan las.	
3.	3-09-2021	- Hitung kekuatan sambungan baut, jenis baut yang digunakan.	
4.	4-09-2021	- Gambar 2 dimensi dari rangka.	
5.	6-09-2021	- perbaiki gambar las.	
6	7-09-2021	- ACC. u/ di ujikan	

Makassar, 07 September 2021
Pembimbing 2

Ir. Yosrihard Basongan, M.T
NIP 19621218 198803 1 003