



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**RANCANG BANGUN *WELDING FIXTURE* K HORIZONTAL
BRACING STRUKTUR CONVEYOR PADA PROYEK PT X**

Pengusul:

Muhamad Reyhan Fadhillah Irvan	1902311107
Mochamad Taufik Ismail	1902311023
Neng Mustika Dewi	1902311069

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

PROGRAM STUDI D-III TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

AGUSTUS, 2022



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



RANCANG BANGUN *WELDING FIXTURE* K HORIZONTAL *BRACING STRUKTUR CONVEYOR* PADA PROYEK PT X

“Sub-Bagian: Pemilihan Material *Welding Fixture* K Horizontal *Bracing*”

LAPORAN TUGAS AKHIR

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan
Diploma III Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

Mochamad Taufik Ismail
1902311023

**PROGRAM STUDI D-III TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
AGUSTUS, 2022**



“Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk manusia yang jasanya tak mampu untuk dibayar yaitu orang tua yang selalu memperjuangkan dan memberikan yang terbaik untuk saya. Tugas Akhir ini sebagai tanda bahwa perjuangan orang tua saya tidak sia-sia.”

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN
LAPORAN TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN *WELDING FIXTURE* K *HORIZONTAL BRACING*
STRUKTUR *BELT CONVEYOR* PADA PROYEK PT X

Oleh:

Mochamad Taufik Ismail
Muhamad Reyhan Fadhilah Irvan
Neng Mustika Dewi

1902311023
1902311107
1902311069

Laporan Tugas Akhir telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Rosidi, S.T., M.T.
NIP. 196509131990031001

Asep Yana Yusyama, S.Pd., M.Pd.
NIP. 199001112019031016

Ketua Program Studi
Diploma III Teknik Mesin

Fajar Mulyana, S.T., M.T.
NIP. 197805222011011003



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN *WELDING FIXTURE* K *HORIZONTAL BRACING*
STRUKTUR *BELT CONVEYOR* PADA PROYEK PT X
“Sub-Bagian: Pemilihan Material *Welding Fixture* K *Horizontal Bracing*”

Oleh:

Mochamad Taufik Ismail

NIM. 1902311023

Program Studi D-III Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 18 Agustus 2022 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi Diploma III Jurusan Teknik Mesin

POLITEKNIK
DEWAN PENGUJI

No	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Hamdi, S.T., M.Kom. NIP. 196004041984031002	Penguji 1		18/8/2022
2.	Fajar Mulyana, S.T., M.T. NIP. 197805222011011003	Penguji 2		18/8/2022
3.	Rosidi, S.T., M.T. NIP. 196509131990031001	Penguji 3		18/8/2022

Depok, 31 Agustus 2022

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Eng. Ir. Muslimin, S.T., M.T., IWE.

NIP. 197707142008121005



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mochamad Taufik Ismail
NIM : 1902311023
Program Studi : Diploma III Teknik Mesin

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Laporan Tugas Akhir telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 29 Agustus 2022



Mochamad Taufik Ismail
1902311023



PEMILIHAN MATERIAL *WELDING FIXTURE* K HORIZONTAL *BRACING* STRUKTUR *BELT CONVEYOR* PADA PROYEK PT X

Mochamad Taufik Ismail¹⁾, Rosidi¹⁾, Asep Yana Yusyama¹⁾

¹⁾Program Studi Diploma III, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI
Depok, 16424

Email: mochamad.taufikismail.tm19@mhs.w.pnj.ac.id

ABSTRAK

Pada proyek yang dikerjakan oleh PT X terdapat pengelasan pada komponen struktur *belt conveyor*. Salah satu bagian struktur dari *conveyor* yaitu K horizontal *bracing*. Pada proses instalasi K horizontal *bracing* masih manual dengan memasang besi siku satu persatu ke *gusset plate* yang dimana pemasangannya memerlukan ketelitian serta presisi yang tinggi. Studi lapangan secara langsung terhadap pengelasan K horizontal *bracing* struktur *belt conveyor* untuk mengamati penyebab kurang efektifnya pada proses pengelasan K horizontal *bracing* untuk struktur *belt conveyor* sehingga mendapatkan data aktual yang berguna untuk menyelesaikan masalah. Solusi yang dapat dilakukan adalah dengan cara merancang sebuah metode baru yaitu dengan membuat alat bantu pengelasan untuk K horizontal *bracing*. Langkah pertama dengan membuat desain yang dilanjutkan pemilihan material dan perhitungan agar mengetahui pembebanan yang terjadi. Tegangan tarik yang terjadi pada baut *stopper* adalah $406,1506 \text{ N/mm}^2$ dan tegangan gesernya sebesar $221,1892 \text{ N/mm}^2$. Reaksi setiap bautnya adalah $4252,222 \text{ N}$ dengan ukuran M6 serta gaya pencekaman $7140,1869 \text{ N}$. Tegangan bengkok *stopper* $191,3499 \text{ N/mm}^2$. Tegangan geser maksimum pada *toggle* horizontal $34,5569 \text{ N/mm}^2$ dan tegangan tarik maksimum $60,9016 \text{ N/mm}^2$. Tegangan geser kepala *toggle* $188,1317 \text{ N/mm}^2$. Tegangan tarik maksimum *toggle* vertikal $159,961 \text{ N/mm}^2$. Perancangan *welding fixture* berhasil diketahui tingkat kekuatannya. *Welding fixture* yang dirancang telah aman. Dimana baut untuk *stopper* berukuran M6, baut untuk *toggle clamp* horizontal berukuran M8, baut untuk *toggle clamp* vertikal berukuran M6, tebal *stopper* serta tebal pengelasannya telah aman terhadap tegangan bengkok. Pembebanan yang bekerja pada *welding fixture* masih di bawah tegangan izin dari material.

Kata-kata kunci: pengelasan, *fixture*, *bracing*, *conveyor*, tegangan, *toggle clamp*

- Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

RANCANG BANGUN *WELDING FIXTURE* K HORIZONTAL *BRACING STRUKTUR BELT CONVEYOR* PADA PROYEK PT X

“Sub-Bagian: Pemilihan Material *Welding Fixture* K Horizontal *Bracing*”

Mochamad Taufik Ismail¹⁾, Rosidi¹⁾, Asep Yana Yusyama¹⁾

¹⁾Program Studi Diploma III, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI
Depok, 16424

Email: mochamad.taufikismail.tn19@mhs.w.pnj.ac.id

ABSTRACT

In the project carried out by PT X, there is welding on the structural components of the conveyor belt. One of the structural parts of the conveyor is called K horizontal bracing. In the installation process, K horizontal bracing is still manual by installing angled irons one by one to the gusset plate which requires high accuracy and precision. A direct field study on horizontal K welding bracing conveyor belt structures to observe the causes of the ineffectiveness of the horizontal K welding bracing process for conveyor belt structures so as to obtain actual data that is useful for solving problems. The solution that can be done is to design a new method, by making welding aids for K horizontal bracing. The first step is to make a design followed by material selection and calculations to find out the loading that occurs. The tensile stress that occurs in the stopper bolt is $406,1506 \text{ N/mm}^2$ and the shear stress is $221,1892 \text{ N/mm}^2$. The reaction of each bolt is 4252.222 N with a size of M6 and a gripping force of 7140.18692 N . The bending stress of the stopper is 191.3499 N/mm^2 . The maximum shear stress on the horizontal toggle is $34,5569 \text{ N/mm}^2$ and the maximum tensile stress is $60,9016 \text{ N/mm}^2$. Toggle head shear stress 188.1317 N/mm^2 . Maximum tensile stress toggle vertical 159.961 N/mm^2 . The design of the welding fixture is successfully known for its strength level. The welding fixtures are designed safely. Where the bolts for the stopper are M6 in size, the bolts for the horizontal toggle clamp are M8 in size, the bolts for the vertical toggle clamp are M6 in size, the thickness of the stopper and the thickness of the welding are safe against bending stress. The load acting on the welding fixture is still below the permissible stress of the material.

Keywords: welding, fixture, bracing, conveyor, stress, toggle clamp



KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Rancang Bangun *Welding Fixture* K Horizontal *Bracing* Struktur *Belt Conveyor* pada Proyek PT X”. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Dipoma III Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta ini dengan tepat waktu.

Dalam pelaksanaan dan penyusunan Tugas Akhir ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir di antaranya kepada:

1. Dr. Sc. H. Zainal Nur Arifin, Dipl-Ing. HTL., M.T, selaku Direktur Politeknik Negeri Jakarta.
2. Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
3. Fajar Mulyana, S.T., M.T., selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
4. Rosidi, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing pertama yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Asep Yana Yusyama, S.Pd., M.Pd., selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
6. Bapak Heru Siswanto, selaku *Site Manager* dan Bapak Welly Jatmiko, selaku *Construction Manager* di PT X, serta seluruh *engineer* pada proyek tersebut yang sudah memberi kesempatan untuk melakukan kegiatan *On the Job Training* sehingga penulis mendapatkan ide untuk judul Tugas Akhir ini dan membimbing penulis dalam proses perancangan Tugas Akhir.
7. Ayah dan Ibu selaku orang tua yang selalu mendoakan serta memberikan dorongan untuk terus maju dalam meraih keberhasilan.
8. Teman-teman yang senantiasa mendoakan dan mendukung dalam pelaksanaan kuliah sehingga bisa sampai pada tahap ini.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan satu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Akhir kata, Penulis berharap semoga tugas akhir ini memberi manfaat bagi semua pihak. Penulis juga menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih banyak kekurangan baik dari segi materi maupun dari segi redaksi dalam mencapai kesempurnaan.

Depok, 31 Agustus 2022

Mochamad Taufik Ismail

1902311023





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan satu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Penulisan Laporan Tugas Akhir	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penulisan Laporan Tugas Akhir	3
1.5 Manfaat Penulisan Laporan Tugas Akhir	3
1.6 Metode Penulisan Laporan Tugas Akhir	3
1.7 Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir	4
1.7.1 Bab I Pendahuluan.....	4
1.7.2 Bab II Tinjauan Pustaka.....	5
1.7.3 Bab III Metodologi Pengerjaan Tugas Akhir.....	5
1.7.4 Bab IV Pembahasan.....	5
1.7.5 Bab V Kesimpulan dan Saran.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 <i>Welding Fixture</i>	6
2.2 <i>Material Welding Fixture</i>	8
2.3 Tegangan.....	10
2.4 Deformasi.....	11
2.5 Regangan.....	11
2.6 Kurva Tegangan Regangan.....	11
2.7 Bahan Liat dan Rapuh.....	12
2.8 Sifat-Sifat Mekanis Bahan	12
2.9 SS400.....	13
2.10 ASTM A36.....	14



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan satu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.11	ST 41.....	14
2.12	<i>Hollow Galvanis</i>	15
2.13	Sambungan Baut dan Mur.....	15
2.12.1	Tegangan Akibat Gaya dari Luar pada Sambungan Baut dan Mur	17
2.12.2	Pembebanan Eksentrik pada Sambungan Baut	18
2.14	Tegangan Bengkok	20
2.15	Gaya Pencekaman pada Baut.....	21
2.16	Sambungan Las dengan Beban Eksentrik.....	21
2.17	<i>Safety Factor</i>	22
2.18	Tegangan Izin.....	23
BAB III METODOLOGI Pengerjaan Tugas Akhir		24
3.1	Diagram Alir Pengerjaan	24
3.2	Penjelasan Langkah Kerja.....	25
3.2.1	Identifikasi Masalah.....	25
3.2.2	Studi Lapangan	25
3.2.3	Studi Literatur	25
3.2.4	Desain	25
3.2.5	Pemilihan Material.....	26
3.2.6	Pengujian.....	26
3.2.7	Penyusunan Laporan.....	26
3.3	Metode Pemecahan Masalah.....	26
BAB IV PEMBAHASAN		28
4.1	Material pada <i>Welding Fixture</i>	28
4.2	Perhitungan	35
4.2.1	<i>Stopper</i>	35
4.2.2	<i>Toggle Clamp Horizontal</i>	46
4.2.3	<i>Toggle Clamp Vertical</i>	53
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		58
5.1	Kesimpulan	58
5.2	Saran	58
DAFTAR PUSTAKA		60
LAMPIRAN		61



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Chemical Composition of Steel used in Percent</i>	14
Tabel 2.2 <i>Experiment Result of Tension Strength</i>	14





DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Komponen Tegangan Normal dan Geser dari Tegangan	10
Gambar 2.2	Kurva Tegangan-Regangan Baja Struktural	12
Gambar 2.3	Bagian-bagian baut.....	16
Gambar 2.4	Pembebanan eksentrik sejajar dengan sumbu baut	19
Gambar 2.5	Pembebanan tegak lurus sumbu baut	20
Gambar 2.6	Tegangan bengkok pada batang lurus	21
Gambar 3.1	<i>Flowchart</i>	24
Gambar 3.2	Diagram <i>Fishbone</i>	27
Gambar 4.1	Bagian-bagian <i>welding fixture</i>	28
Gambar 4.2	<i>Base</i>	29
Gambar 4.3	<i>Sub base</i>	30
Gambar 4.4	Penyangga	30
Gambar 4.5	<i>Locator 1</i>	31
Gambar 4.6	<i>Locator 2</i>	32
Gambar 4.7	<i>Stopper</i>	33
Gambar 4.8	<i>Toggle clamp vertical</i>	34
Gambar 4.9	<i>Toggle clamp horizontal</i>	34
Gambar 4.10	Kepala <i>toggle</i>	35
Gambar 4.11	Pembebanan pada <i>stopper</i> pandangan atas	38
Gambar 4.12	<i>Free body diagram</i> pada <i>stopper</i> pandangan samping.....	39
Gambar 4.13	<i>Free body diagram</i> pada <i>stopper</i> pandangan samping..	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.14	<i>Free body diagram</i> pada potongan <i>stopper</i> pandangan samping	43
Gambar 4.15	Pembebanan pada <i>bracket toggle</i> pandangan atas	49
Gambar 4.16	<i>Free body diagram</i> pada <i>bracket toggle</i> pandangan samping.....	49
Gambar 4.17	Pembebanan pada <i>bracket toggle</i> pandangan atas	54
Gambar 4.18	Pembebanan pada <i>bracket toggle</i> pandangan samping	54

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel standar baut (coarse series).....	61
Lampiran 2 Tabel <i>mechanical properties</i> baut berdasarkan kelasnya	63
Lampiran 3 Tabel nilai <i>safety factor</i>	63
Lampiran 4 Tabel pengaturan torsi	64
Lampiran 5 Tabel properti penampang yang umum digunakan	65
Lampiran 6 Tabel klasifikasi elektroda berdasarkan <i>American Welding Society</i> (CASTI Metal Blue Book).....	66





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penulisan Laporan Tugas Akhir

Pada zaman sekarang dalam industri *Engineering Procurement Construction* tidak dapat dilepaskan dari proses pengelasan. Pengelasan adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekan dan dengan atau tanpa logam tambahan dan menghasilkan sambungan yang berkelanjutan (Wirjosumarto & Okumura, 2000). Sejalan dengan berkembangnya teknologi pengelasan, membuat semua perusahaan harus berusaha memaksimalkan kemampuan produksinya namun tetap mengutamakan biaya produksi yang rendah supaya dapat berkompetisi dengan industri lain.

Dalam penggunaan alat bantu, hampir semua proses produksi memerlukan penggunaannya termasuk dalam proses pengelasan. Penggunaan alat ini menyesuaikan terhadap spesifikasi produk yang hendak diciptakan. Semakin sulit bentuk produknya, maka akan bertambah kompleks juga alat yang diaplikasikan. Jenis alat bantu tersebut diantaranya adalah *jig and fixture*. Penerapan dari *jig and fixture* ini diseimbangkan berdasarkan fungsi serta karakteristiknya.

Pada proyek yang dikerjakan oleh PT X terdapat pengelasan pada komponen struktur *belt conveyor* untuk mentransfer batu bara dari *jetty receiving hopper* menuju *coal bunker*. Salah satu bagian struktur dari *belt conveyor* yaitu K horizontal *bracing*. K horizontal *bracing* merupakan salah satu bagian struktur *conveyor* yang penting dan berjumlah banyak. K horizontal *bracing* ini memiliki fungsi untuk menopang portal dalam menahan beban pada struktur.

Pada proses instalasi K horizontal *bracing* masih manual dengan memasang besi siku satu persatu ke *gusset plate* yang dimana pemasangannya memerlukan ketelitian, akurasi, serta presisi yang tinggi. Tingkat kerapian serta kekuatan sambungan pada *bracing* struktur conveyor sangat diperhatikan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

pada *quality control*. Pengerjaan K horizontal *bracing* yang cukup sulit serta waktu yang lama disebabkan memiliki ukuran yang cukup besar, sehingga diperlukan alat bantu dalam proses pemasangannya.

Berdasarkan latar belakang tersebut penulis memiliki ketertarikan untuk membuat alat bantu pengelasan K horizontal *bracing*. Adapun alat yang akan diciptakan adalah *welding fixture*. Dengan diciptakannya *welding fixture* maka bisa memproduksi K horizontal *bracing* dengan mudah tanpa memerlukan kemampuan tinggi dari operator dalam operasi produksi. Artinya proses produksi akan jauh lebih mudah untuk mencapai kualitas barang yang tinggi dengan waktu yang cepat. Dengan begitu, efisiensi ketika proses instalasi juga akan meningkat.

Perlu dilakukannya perancangan untuk menentukan karakteristik alat sesuai dengan yang dibutuhkan. Setelah proses perancangan atau desain selesai, maka perlu dilakukan proses pemilihan material untuk bagian-bagian *fixture* serta perhitungan pembebanan yang terjadi. Tujuannya adalah untuk mengetahui ukuran yang ideal dan aman dalam proses rancang bangun *welding fixture* ini.

Sehingga dalam penulisan laporan tugas akhir dengan judul “Rancang Bangun *Welding Fixture* K Horizontal *Bracing* Struktur *Belt Conveyor* pada Proyek PT X” penulis mengambil sub judul “Pemilihan Material *Welding Fixture* K Horizontal *Bracing* Struktur *Belt Conveyor* pada Proyek PT X”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat diambil rumusan masalah yaitu bagaimana pemilihan material dalam rancang bangun *Welding Fixture* K Horizontal *Bracing*?

1.3 Batasan Masalah

Agar laporan tugas akhir ini tidak melebar, dibuat batasan masalah seperti berikut:

1. Penggunaan material hanya terbatas pada SS400.
2. Perhitungan hanya dilakukan pada bagian *fixture* yang terdapat pembebanan.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3. Gaya pencekaman *toggle clamp* terhadap benda dianggap maksimal sesuai dengan spesifikasi.
4. Tegangan yang ditimbulkan akibat pengelasan tidak diperhitungkan karena pengelasan produk hanya las titik.

1.4 Tujuan Penulisan Laporan Tugas Akhir

Dalam laporan ini terdapat tujuan penulisan tugas akhir, yaitu:

1. Mengetahui tingkat kekuatan dari konsep perancangan *Welding Fixture*.
2. Mendapatkan perhitungan pembebanan yang bekerja pada *Welding Fixture*.
3. Memilih material dan ukuran yang aman untuk *Welding Fixture*.

1.5 Manfaat Penulisan Laporan Tugas Akhir

Rancang Bangun *Welding Fixture* K Horizontal *Bracing* mempunyai manfaat di antaranya:

1. Mempercepat dan mempermudah operator dalam proses pengelasan K Horizontal *Bracing*.
2. Memperkecil kemungkinan perbedaan sudut antar K Horizontal *Bracing*.

1.6 Metode Penulisan Laporan Tugas Akhir

Metode pengerjaan merupakan rangkaian pemecahan masalah yang terdapat tahap-tahap penyelesaian masalah secara singkat beserta penjelasan. Metode pengerjaan terdiri dari tahap-tahap sebagai berikut:

1. Observasi

Observasi adalah pengamatan langsung pada sebuah objek di lingkungan yang masih berlangsung atau dalam tahap kajian menggunakan panca indera. Tindakan observasi dilakukan secara sengaja dengan mematuhi aturan pengamatan yang berlaku. (Arikunto, 2010)

2. Penentuan Kriteria Perancangan dan Perhitungan

Berdasarkan hasil dari observasi yang kemudian akan melakukan penentuan kriteria perancangan yang berkaitan dengan objek penelitian. Kriteria perancangan dan perhitungan bertujuan untuk mendapatkan desain yang optimal dengan memperhatikan data yang telah didapat.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3. Desain Alat

Dengan hasil kriteria perancangan dan perhitungan dapat diketahui spesifikasi dari bahan dan dimensi dari komponen yang diperlukan untuk pembuatan *Welding Fixture*.

4. Pembuatan Alat

Dari hasil desain yang telah dibuat dilakukan fabrikasi yang sesuai dengan konsep yang telah dibuat secara optimal.

5. Uji Coba

Hasil dari fabrikasi yang sudah selesai akan diadakan uji coba pada komponen yang akan dilakukan pengelasan.

6. Kriteria Alat Telah Tercapai

Setelah uji coba akan ditentukan kegunaan alat yang sudah memenuhi kriteria alat atau belum mencapai untuk segera dilakukan perbaikan.

7. Perbaikan

Perbaikan akan dilakukan pada desain alat dan pembuatan alat akan dilakukan jika ada kriteria alat yang tidak tercapai.

8. Selesai

Selesai bila alat yang sudah mencapai kriteria alat dan sudah bisa digunakan dengan baik.

1.7 Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir

Dalam penulisan laporan ini, dibuat suatu sistematika penulisan yang terdiri dari beberapa bab dimana masing-masing bab dapat diuraikan sebagai berikut:

1.7.1 Bab I Pendahuluan

Bab ini berisi tentang latar belakang penulisan laporan tugas akhir, rumusan masalah penulisan laporan tugas akhir, batasan masalah penulisan laporan tugas akhir, tujuan penulisan laporan tugas akhir, manfaat penulisan tugas akhir, dan sistematika penulisan laporan tugas akhir.

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.7.2 Bab II Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi tentang penguraian tinjauan pustaka dan teori dasar serta pendapat ahli yang berkaitan secara langsung dengan masalah yang diteliti agar memberikan gambaran tentang pengetahuan yang ada saat ini.

1.7.3 Bab III Metodologi Pengerjaan Tugas Akhir

Bab ini adalah metode atau langkah yang dimiliki dan dilakukan oleh mahasiswa dalam rangka untuk mendapatkan informasi atau data untuk merampungkan masalah. Metode pengerjaan menunjukkan gambaran rancangan penelitian yang melingkupi prosedur dan langkah-langkah yang wajib dilewati.

1.7.4 Bab IV Pembahasan

Rancang bangun berisi rekognisi kebutuhan konsumen, uraian produk, memutuskan konsep produk, mengoptimalkan konsep produk, menetapkan ukuran dan bahan disertai gambar per bagian, rencana pembuatan, dan waktu pembuatan.

1.7.5 Bab V Kesimpulan dan Saran

Bab ini menampung kesimpulan dari semua hasil pengkajian. Kesimpulan ini harus mampu menjawab pertanyaan dan tujuan yang diidentifikasi dalam tugas akhir. Termasuk juga pemberian saran-saran yang berhubungan dengan tugas akhir.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dari pemilihan material pada rancang bangun *welding fixture* ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Material pada *base*, *sub base*, dan *locator* 2 menggunakan material pelat SS400 dengan ketebalan 5 mm. Material pada *stopper* dan *locator* 1 menggunakan material pelat SS400 dengan ketebalan 10 mm serta pin pada *locator* 1 menggunakan material *round bar* ST 41. Material pada penyangga menggunakan material besi *hollow* galvanis.
2. Tegangan tarik yang terjadi pada baut *stopper* adalah 406,1506 N/mm² dan tegangan gesernya sebesar 221,1892 N/mm². Reaksi setiap bautnya adalah 4252,222 N dengan ukuran M6 serta gaya pencekaman 7140,1869 N. Tegangan bengkok *stopper* 191,3499 N/mm². Tegangan geser maksimum pada *toggle* horizontal 34,5569 N/mm² dan tegangan tarik maksimum 60,9016 N/mm². Tegangan geser kepala *toggle* 188,1317 N/mm². Tegangan tarik maksimum *toggle* vertikal 159,961 N/mm². Pemilihan material dinyatakan aman karena pembebanan yang bekerja pada *Welding fixture* semua masih di bawah tegangan izin dari material.
3. Dengan dilakukannya proses pemilihan material dan perhitungan, maka perancangan *Welding Fixture* K Horizontal *Bracing* telah diketahui tingkat kekuatannya sehingga bisa memasuki proses fabrikasi dan digunakan dengan aman sesuai dengan perhitungan yang telah dilakukan. Dimana baut untuk *stopper* berukuran M6, baut untuk *toggle clamp horizontal* berukuran M8, baut untuk *toggle clamp vertical* berukuran M6 serta pengelasan pada *stopper* dengan ketebalan 10 mm.

5.2 Saran

Dari hasil pemilihan material dan perhitungan pada rancang bangun *welding fixture* ini, terdapat saran dalam penelitian ini yaitu:

1. Sebelum *welding fixture* ini digunakan, sebaiknya dianalisis juga tentang cacat pada pengelasan.
2. Untuk penelitian selanjutnya ketika pengelasan pada *stopper* telah dilakukan, diharapkan untuk melakukan uji kekuatan.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. (2010). *Prosedur Penelitian Suatu pendekatan Praktek*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Irawan, A. P. (2009). *Diktat Elemen Mesin*. Jakarta: Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Mesin Universitas Tarumanagara.
- Joshi, P. (2003). *Jigs and Fixtures: Design Manual. 2nd Edition*. New York: McGraw-Hill Companies, Inc.
- Julian, N., Budiarto, U., & Arswendo, B. (2019). Analisa Perbandingan Kekuatan Tarik pada Sambungan LasBaja SS400 Pengelasan MAG Dengan Variasi Arus Pengelasan dan Media Pendingin Sebagai Material Lambung Kapal. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 277-285.
- Khurmi, R., & Gupta, J. (2005). *A Text Book of Machine Design*. New Delhi: EURASIA PUBLISHING HOUSE (PVT.) LTD.
- Lane, C. (2016). *JIG AND FIXTURE HANDBOOK Third Edition*. St. Louis: Carr Lane Manufacturing Co.
- Mulyati. (2005). *Mekanika Bahan*. Padang: Institut Teknologi Padang.
- Nofri, M., & Taryana, A. (2017). Analisis Sifat Mekanik Baja SKD 11 dengan Baja ST 41 Dilakukan Hardening dengan Variasi Temperatur. *Bina Teknika*, 189-199.
- Pramono, A. E. (2019). *Elemen Mesin I*. Depok: Politeknik Negeri Jakarta.
- Rahmawati, S., Triyolanda, V., Harimeni, N., & Syarah, M. (2010). *Perancangan Fixture Proses Gurdi untuk Produksi Komponen Brake Pads*. Padang: Jurnal Optimasi Sistem Industri, 9(2), 75-80.
- Rusdi, & Arsyad, M. (2012). *Perancangan Mesin-Mesin Industri*. Yogyakarta: Deepublish CV Budi Utama.
- Sularso, & Suga, K. (2004). *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Widodo, S. (2006). *Mekanika Teknik III*. Yogyakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Wirjosumarto, H., & Okumura, T. (2000). *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Abebe, Daniel Y. & Jeong, S. & Getahun, B. & Segu, D. & Choi, Jae. (2015). *Hysteretic characteristics of shear panel damper made of low yield point steel*. Materials Research Innovations. 19. S5-902. 10.1179/1432891714Z.0000000001219.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel standar baut (*coarse series*)

Sumber: Khurmi, R.S., dan Gupta, J.K. 2005. *A Textbook of Machine Design*, New Delhi: Eurasia Publishing House (PVT.) Ltd.: 387 – 388.

Designation	Pitch mm	Major or nominal diameter Nut and Bolt ($d = D$) mm	Effective or pitch diameter Nut and Bolt (d_p) mm	Minor or core diameter (d_c) mm		Depth of thread (bolt) mm	Stress area mm ²
				Bolt	Nut		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Coarse series							
M 0.4	0.1	0.400	0.335	0.277	0.292	0.061	0.074
M 0.6	0.15	0.600	0.503	0.416	0.438	0.092	0.166
M 0.8	0.2	0.800	0.670	0.555	0.584	0.123	0.295
M 1	0.25	1.000	0.838	0.693	0.729	0.153	0.460
M 1.2	0.25	1.200	1.038	0.893	0.929	0.158	0.732
M 1.4	0.3	1.400	1.205	1.032	1.075	0.184	0.983
M 1.6	0.35	1.600	1.373	1.171	1.221	0.215	1.27
M 1.8	0.35	1.800	1.573	1.371	1.421	0.215	1.70
M 2	0.4	2.000	1.740	1.509	1.567	0.245	2.07
M 2.2	0.45	2.200	1.908	1.648	1.713	0.276	2.48
M 2.5	0.45	2.500	2.208	1.948	2.013	0.276	3.39
M 3	0.5	3.000	2.675	2.387	2.459	0.307	5.03
M 3.5	0.6	3.500	3.110	2.764	2.850	0.368	6.78
M 4	0.7	4.000	3.545	3.141	3.242	0.429	8.78
M 4.5	0.75	4.500	4.013	3.580	3.688	0.460	11.3
M 5	0.8	5.000	4.480	4.019	4.134	0.491	14.2
M 6	1	6.000	5.350	4.773	4.918	0.613	20.1



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

(Sambungan)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
M 7	1	7.000	6.350	5.773	5.918	0.613	28.9
M 8	1.25	8.000	7.188	6.466	6.647	0.767	36.6
M 10	1.5	10.000	9.026	8.160	8.876	0.920	58.3
M 12	1.75	12.000	10.863	9.858	10.106	1.074	84.0
M 14	2	14.000	12.701	11.546	11.835	1.227	115
M 16	2	16.000	14.701	13.546	13.835	1.227	157
M 18	2.5	18.000	16.376	14.933	15.294	1.534	192
M 20	2.5	20.000	18.376	16.933	17.294	1.534	245
M 22	2.5	22.000	20.376	18.933	19.294	1.534	303
M 24	3	24.000	22.051	20.320	20.752	1.840	353
M 27	3	27.000	25.051	23.320	23.752	1.840	459
M 30	3.5	30.000	27.727	25.706	26.211	2.147	561
M 33	3.5	33.000	30.727	28.706	29.211	2.147	694
M 36	4	36.000	33.402	31.093	31.670	2.454	817
M 39	4	39.000	36.402	34.093	34.670	2.454	976
M 42	4.5	42.000	39.077	36.416	37.129	2.760	1104
M 45	4.5	45.000	42.077	39.416	40.129	2.760	1300
M 48	5	48.000	44.752	41.795	42.587	3.067	1465
M 52	5	52.000	48.752	45.795	46.587	3.067	1755
M 56	5.5	56.000	52.428	49.177	50.046	3.067	2022
M 60	5.5	60.000	56.428	53.177	54.046	3.374	2360

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan satu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2 Tabel *mechanical properties* baut berdasarkan kelasnya

Sumber: Aero Engineering. “*Kekuatan Baut (Bolt Strength)*”,
<https://www.aeroengineering.co.id/2021/12/kekuatan-baut-bolt-strength/>

Metric Mechanical-Property Classes for Steel Bolts, Screws, and Studs*

Property Class	Size Range, Inclusive	Minimum Proof Strength, [†] MPa	Minimum Tensile Strength, [†] MPa	Minimum Yield Strength, [†] MPa	Material	Head Marking
4.6	M5–M36	225	400	240	Low or medium carbon	
4.8	M1.6–M16	310	420	340	Low or medium carbon	
5.8	M5–M24	380	520	420	Low or medium carbon	
8.8	M16–M36	600	830	660	Medium carbon, Q&T	
9.8	M1.6–M16	650	900	720	Medium carbon, Q&T	
10.9	M5–M36	830	1040	940	Low-carbon martensite, Q&T	
12.9	M1.6–M36	970	1220	1100	Alloy, Q&T	

Lampiran 3 Tabel nilai safety factor

Sumber: Khurmi, R.S., dan Gupta, J.K. 2005. *A Textbook of Machine Design*, New Delhi: Eurasia Publishing House (PVT.) Ltd.: 102

Material	Steady load	Live load	Shock load
Cast iron	5 to 6	8 to 12	16 to 20
Wrought iron	4	7	10 to 15
Steel	4	8	12 to 16
Soft materials and alloys	6	9	15
Leather	9	12	15
Timber	7	10 to 15	20



Lampiran 4 Tabel pengaturan torsi

Sumber: Grampian Fasteners. "*Torque Settings – Suggested Starting Values*",
https://www.grampianfasteners.com/blog/torque_settings_%E2%80%93_suggested_starting_values

Metric Bolting

Diameter	Tensile Stress Area mm ²	Suggested Bolt Load KN.				Approximate Torque Nm			
		Grade 4.6	Grade 8.8	Grade 10.9	Grade 12.9	Grade 4.6	Grade 8.8	Grade 10.9	Grade 12.9
M5	14.2	2.68	6.9	9.4	11.2	2.68	6.9	9.4	11.2
M6	20.1	3.79	9.8	13.3	15.9	4.55	11.7	15.9	19.1
M8	36.6	6.9	17.8	24.2	29.0	11	28.4	38.7	46.4
M10	58.0	10.9	28.1	38.3	45.9	22	56.3	77	92
M12	84.3	15.9	40.9	55.7	66.8	38	98	134	160
M16	157	29.6	76.2	104	124	95	244	332	397
M20	245	46.2	119	162	194	185	476	647	776
M24	353	66.6	171	233	280	320	822	1119	1342
M30	561	106	272	370	444	635	1634	2223	2667
M36	817	154	397	540	647	1110	2855	3885	4660

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 5 Tabel properti penampang yang umum digunakan

Sumber: Khurmi, R.S., dan Gupta, J.K. 2005. *A Textbook of Machine Design*, New Delhi: Eurasia Publishing House (PVT.) Ltd.: 130

Section	Area (A)	Moment of inertia (I)	Distance from the neutral axis to the extreme fibre (y)	Section modulus $\left[Z = \frac{I}{y} \right]$	Radius of gyration $\left[k = \sqrt{\frac{I}{A}} \right]$
1. Rectangle 	bh	$I_{xx} = \frac{bh^3}{12}$ $I_{yy} = \frac{hb^3}{12}$	$\frac{h}{2}$ $\frac{b}{2}$	$Z_{xx} = \frac{bh^2}{6}$ $Z_{yy} = \frac{hb^2}{6}$	$k_{xx} = 0.289 h$ $k_{yy} = 0.289 b$
2. Square 	b^2	$I_{xx} = I_{yy} = \frac{b^4}{12}$	$\frac{b}{2}$	$Z_{xx} = Z_{yy} = \frac{b^3}{6}$	$k_{xx} = k_{yy} = 0.289 b$
3. Triangle 	$\frac{bh}{2}$	$I_{xx} = \frac{bh^3}{36}$	$\frac{h}{3}$	$Z_{xx} = \frac{bh^2}{12}$	$k_{xx} = 0.2358 h$

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan satu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran 6 Tabel klasifikasi elektroda berdasarkan *American Welding Society* (CASTI Metal Blue Book)

Sumber: Mechanical Brothers. “AWS A5.1 classification system”, <https://mechanicalbrothers.wordpress.com/2015/04/17/aws-a5-1-classification-system/>

TENSION TEST REQUIREMENTS ^{a,b}					
AWS A5.1 Classification	Tensile Strength		Yield Strength at 0.2% Offset ^c		% Elongation in 2 in. (50.8 mm) ^e
	ksi	MPa	ksi	MPa	
E6010	60	414	48	331	22
E6011	60	414	48	331	22
E6012	60	414	48	331	17
E6013	60	414	48	331	17
E6019	60	414	48	331	22
E6020	60	414	48	331	22
E6022 ^d	60	414	48	not specified	not specified
E6027	60	414	48	331	22
E7014	70	482	58	399	17
E7015	70	482	58	399	22
E7016	70	482	58	399	22
E7018	70	482	58	399	22
E7024	70	482	58	399	17 ⁿ
E7027	70	482	58	399	22
E7028	70	482	58	399	22
E7048	70	482	58	399	22
E7018M	g	482	53-72 ^l	365-496 ^l	24

ELECTRODE CLASSIFICATION			
AWS A5.1 Classification	Type of Covering	Welding Position ^a	Type of Current ^b
E6010	High cellulose sodium	F, V, OH, H	dcep
E6011	High cellulose potassium	F, V, OH, H	ac or dcep
E6012	High titania sodium	F, V, OH, H	ac or dcen
E6013	High titania potassium	F, V, OH, H	ac, dcep or dcen
E6019	Iron Oxide titania potassium	F, V, OH, H	ac, dcep or dcen
E6020	High iron oxide	H-fillets, F	ac or dcen
E6022 ^c	High iron oxide	F, H	ac or dcen
E6027	High iron oxide, iron powder	H-fillets, F	ac or dcen ac, dcep or dcen
E7014	Iron powder, titania	F, V, OH, H	ac, dcep or dcen
E7015 ^d	Low hydrogen sodium	F, V, OH, H	dcep
E7016 ^d	Low hydrogen potassium	F, V, OH, H	ac or dcep
E7018 ^d	Low hydrogen potassium, iron powder	F, V, OH, H	ac or dcep
E7018M	Low hydrogen iron powder	F, V, OH, H	dcep
E7024 ^d	Iron powder, titania	H-fillets, F	ac, dcep or dcen
E7027	High iron oxide, iron powder	H-fillets, F	ac or dcen ac, dcep or dcen
E7028 ^d	Low hydrogen potassium, iron powder	H-fillets, F	ac or dcep
E7048 ^d	Low hydrogen potassium, iron powder	F, OH, H, V-down	ac or dcep

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , pennisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan satu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta