



LAPORAN SKRIPSI

**PERANCANGAN MESIN LAS GESEK (*FRICTION WELDING*)
DENGAN SISTEM PENGGERAK PNEUMATIK**

**MUHAMMAD FATKA FIRMANSYAH
NIM. 201654026**

DOSEN PEMBIMBING

Qomaruddin, S.T., M.T.

Dr. Akhmad Zidni Hudaya, S.T., M.Eng.

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MURIA KUDUS

2022

HALAMAN PERSETUJUAN

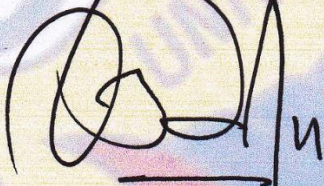
**PERANCANGAN MESIN LAS GESEK (*FRICTION WELDING*)
DENGAN SISTEM PENGGERAK PNEUMATIK**

**MUHAMMAD FATKA FIRMANSYAH
NIM. 201654026**

Kudus, 6 Agustus 2022

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Qomaruddin, S.T., M.T.

NIDN. 0626097102

Pembimbing Pendamping,



Dr. Akhmad Zidni Hudaya, S.T., M.Eng.

NIDN. 0021087301

Mengetahui,

Koordinator Skripsi/Tugas Akhir



Taufiq Hidayat, S.T., M.T.

NIDN. 0023017901

HALAMAN PENGESAHAN

**PERANCANGAN MESIN LAS GESEK (*FRICTION WELDING*)
DENGAN SISTEM PENGGERAK PNEUMATIK**

MUHAMMAD FATKA FIRMANSYAH

NIM. 201654026

Kudus, 24 Agustus 2022

Menyetujui,

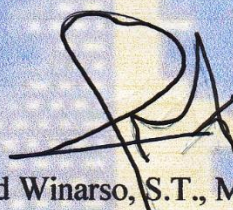
Ketua Penguji,



Hera Setiawan, S.T., M.Eng.

NIDN. 0611066901

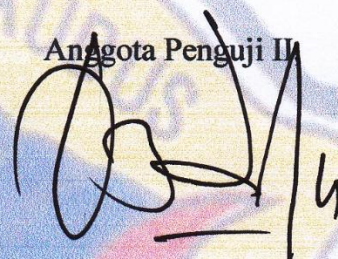
Anggota Penguji I,



Rochmad Winarso, S.T., M.T.

NIDN. 0612037201

Anggota Penguji II



Qomaruddin, S.T., M.T.

NIDN. 0626097102

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Universitas Muria Kudus



Mohammad Dahlan, S.T., M.T.

NIS. 0610701000001141

Ketua Program Studi

Teknik Mesin



Dr. Akhmad Zidni Hudaya, S.T., M.Eng.

NIP. 197308212005011001

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Fatka Firmansyah
NIM : 201654026
Tempat & Tanggal Lahir : Kudus, 13 November 1997
Judul Skripsi : Perancangan Mesin Las Gesek (*Friction Welding*)
Dengan Sistem Penggerak Pneumatik

Menyatakan bahwa sebenarnya penulisan skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan lain yang tercantum sebagai bagian dari skripsi ini. Seluruh ide, pendapat, atau materi dari sumber lain telah dikutip dalam skripsi dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Dengan pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muria Kudus.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa pemaksaan dari pihak manapun.

Kudus, 1 September 2022

Yang memberi pernyataan



Muhammad Fatka Firmansyah

NIM. 201654026

PERANCANGAN MESIN LAS GESEK (*FRICTION WELDING*) DENGAN SISTEM PENGGERAK PNEUMATIK

Nama Mahasiswa : Muhammad Fatka Firmansyah

NIM : 201654026

Pembimbing :

1. Qomaruddin, S.T., M.T.
2. Dr. Akhmad Zidni Hudaya, S.T., M. Eng.

RINGKASAN

Teknologi penyambungan dua buah logam yang diperoleh dari kombinasi panas akibat gesekan dan tekanan atau yang disebut dengan pengelasan gesek (*friction welding*). Mesin las gesek merupakan alat alternatif yang dapat digunakan untuk menyambung dua buah material logam maupun non logam yang memanfaatkan panas yang dihasilkan dari gesekan antara dua permukaan logam, dimana logam yang satu berputar menggunakan kecepatan putaran dan logam lainnya diam tanpa berputar akan tetapi bergerak maju dengan menggunakan tekanan pneumatik maupun hidrolis. Perancangan mesin ini bertujuan untuk mengetahui dan membuat kontruksi perancangan yang benar sehingga didapat hasil perancangan mesin las gesek dengan sistem penggerak pneumatik *double acting* yang mampu menyatukan benda kerja. Metode perancangan yang digunakan meliputi aspek analisa kebutuhan, konsep desain, pemilihan desain, perancangan dan perhitungan elemen mesin. Desain mesin las gesek dibuat mirip dengan mesin bubut, karena memerlukan putaran untuk menghasilkan panas. Hasil dari perancangan didapat sebagai berikut, mesin menggunakan motor penggerak 1,5 HP dengan putaran 1500 rpm, diameter minimal poros utama adalah 22 mm, dan diameter piston silinder pneumatik adalah 25 mm. Mesin dirancang mampu menyambung benda kerja berbahan dasar *stainless steel* 304 dengan diameter 10 mm dengan tekanan gesek sebesar 44 Kgf/cm² dalam waktu 30 detik.

Kata kunci : las gesek, gesekan, tekanan

FRICTION WELDING MACHINE DESIGN WITH PNEUMATIC DRIVE SYSTEM

Student Name : Muhammad Fatka Firmansyah

NIM : 201654026

Supervisor :

- 1. Qomaruddin, S.T., M.T.*
- 2. Dr. Akhmad Zidni Hudaya, S.T., M. Eng.*

ABSTRACT

The technology of joining two metals obtained from a combination of heat due to friction and pressure or what is called friction welding. Friction welding machine is an alternative tool that can be used to connect two metal and non-metallic materials that utilize the heat generated from friction between two metal surfaces, where one metal rotates using rotational speed and the other metal is stationary without rotating but moves forward by using a friction welding machine. pneumatic and hydraulic pressure. The design of this machine aims to find out and make the correct design construction so that the results of the friction welding machine design with a double acting are able to unite the workpieces. The method used in the design includes aspects of requirements analysis, design concepts, design selection, design and calculation of machine elements. The design of the friction welding machine is made similar to a lathe, because it requires rotation to generate heat. The results of the design are obtained as follows, the engine uses a 1.5 HP drive motor with a rotation of 1500 rpm, the minimum diameter of the main shaft is 22 mm, and the diameter of the pneumatic cylinder piston is 25 mm. The machine is designed to be able to connect workpieces made of stainless steel 304 with a diameter of 10 mm with a frictional pressure of 44 Kg/cm² in 30 seconds.

Keywords : friction welding, friction, pressure

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah, puji syukur hamba panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat-Nya terhadap penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi/Tugas Akhir yang berjudul “Perancangan Mesin Las Gesek (Friction Welding) Dengan Sistem Penggerak Pneumatik”, shalawat serta salam kita haturkan kepada nabi Muhammad SAW atas doa terhadap umatnya.

Penyusunan Skripsi/Tugas Akhir ini ditujukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana pada program studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muria Kudus.

Pelaksanaan Skripsi/Tugas Akhir tak lepas dari bantuan dan dukungan dari beberapa pihak, untuk itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan kesehatan dan kekuatan untuk menyelesaikan Skripsi ini.
2. Kedua orang tua dan saudara-saudara yang telah memberikan dukungan, do'a, nasehat, motivasi, dan semangat sehingga dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan baik.
3. Bapak Qomaruddin, S.T., M.T. dan Bapak Dr. Akhmad Zidni Hudaya, S.T., M.Eng. selaku pembimbing yang memberikan motivasi, nasehat, dan mencarikan solusi-solusi terbaik dalam penyelesaian Skripsi ini.
4. Kepada tim penguji Bapak Hera Setiawan, S.T., M.Eng. dan Bapak Rochmad Winarso, S.T., M.T. yang telah banyak membantu dalam pemahaman dan tambahan-tambahan pada Skripsi ini.
5. Seluruh dosen yang ada di Program Studi Teknik Mesin Universitas Muria Kudus.
6. Segenap teman – teman Teknik Mesin angkatan 2016 yang telah memberikan dukungan. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan laporan Skripsi ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari adanya kekurangan dalam penulisan Skripsi/Tugas Akhir ini, karena itu penulis menerima kritik, saran dan masukan dari pembaca sehingga penulis dapat lebih baik di masa yang akan datang. Penulis berharap semoga laporan ini bisa bermanfaat khususnya bagi penulis dan umumnya bagi para pembaca.

Kudus, 1 September 2022

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
RINGKASAN	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR SIMBOL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
DAFTAR ISTILAH	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Kajian Pustaka	4
2.2 Pengelasan & Las Gesek	8
2.3 Mesin Las Gesek	9
2.4 Variabel Las Gesek	12
2.5 Daerah Pengelasan Gesek	13
2.6 Parameter Pengelasan Gesek	13
2.7 Kelebihan dan Kekurangan Pengelasan Gesek	14
2.8 Penerapan Las Gesek	15
2.9 Prinsip Kerja Las Gesek	15
2.10 Energi Panas Las Gesek	16
2.11 Komponen Perancangan Mesin Las Gesek	19
2.11.1 Motor Listrik	19

2.11.2 Poros	20
2.11.3 Pasak	21
2.11.4 <i>Pulley</i>	21
2.11.5 Sabuk V (<i>V-Belt</i>)	22
2.11.6 Bantalan	24
2.11.7 Rumah Geser (<i>Sliding House</i>)	24
2.11.8 Dudukan Aktuator	25
2.11.9 Dudukan Motor	25
2.11.10 Silinder Pneumatik	26
2.11.11 Inverter	26
2.11.12 Rangka	27
2.12 Material Bahan Las Gesek	28
2.12.1 Stainless Steel 304	28
BAB III METODOLOGI	30
3.1 Diagram Alir Perancangan	30
3.2 Analisa Kebutuhan	31
3.3 Konsep Desain	32
3.3.1 Konsep Desain 1	32
3.3.2 Konsep Desain 2	34
3.4 Pemilihan Konsep	36
3.5 Perancangan dan Perhitungan	38
3.5.1 Perencanaan Silinder Pneumatik	38
3.5.2 Perencanaan Daya	40
3.5.3 Perencanaan <i>Pulley</i>	41
3.5.4 Perencanaan <i>V-Belt</i>	41
3.5.5 Perencanaan Poros	44
3.5.6 Perencanaan Pasak	45
3.5.7 Perencanaan Bantalan	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	48
4.1 Data Pengelasan Gesek	48
4.2 Perencanaan Pneumatik	48
4.2.1 Menentukan Gaya Piston	48

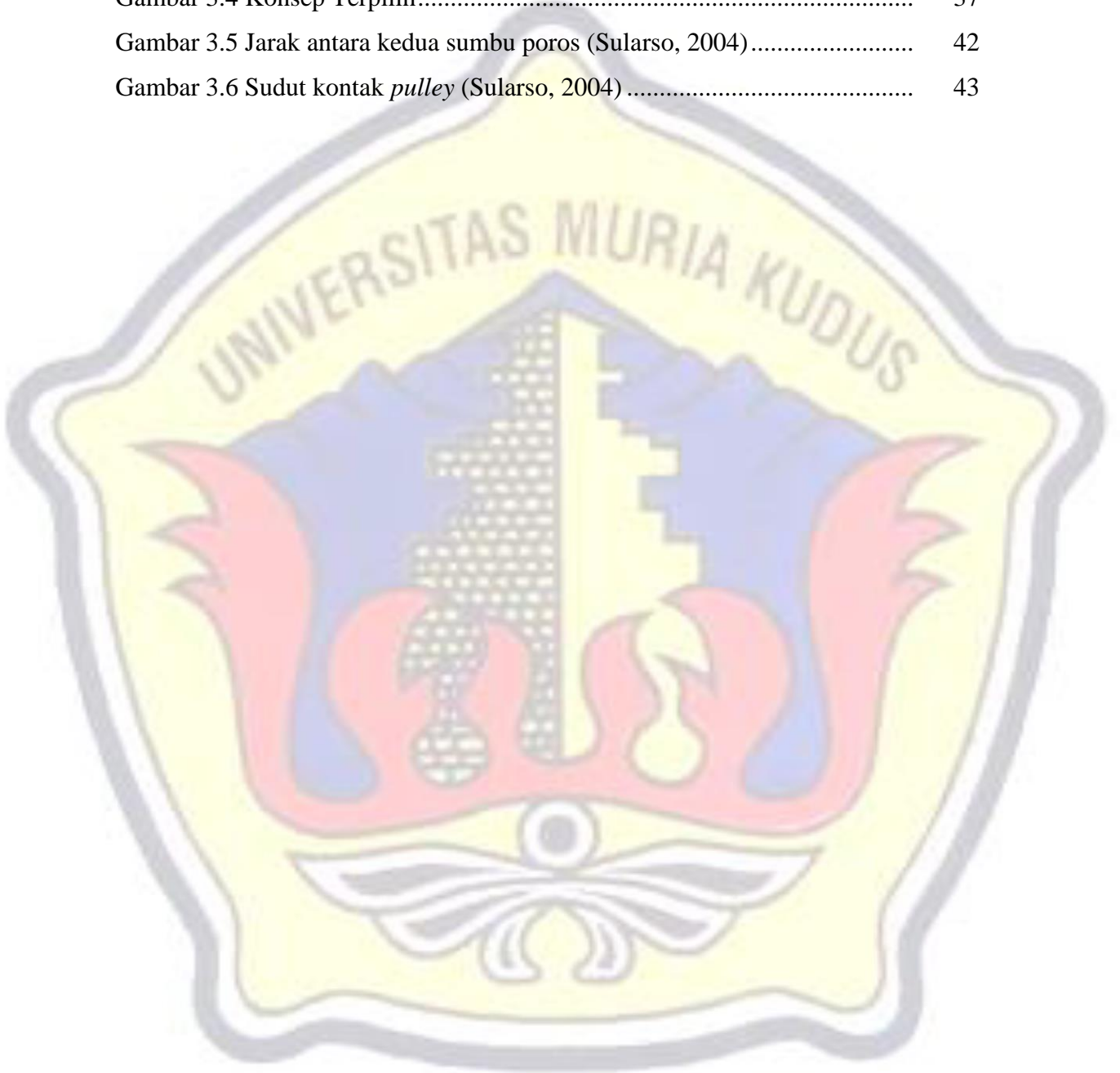
4.2.2 Menentukan Tekanan Kompresor	49
4.2.3 Menentukan Beban Yang Didorong Piston	49
4.2.4 Menentukan Gaya Normal.....	50
4.2.5 Menentukan Kebutuhan Udara	50
4.2.6 Menentukan Daya Kompresor	51
4.3 Menentukan Kebutuhan Panas Pengelasan	52
4.3.1 Menentukan Tekanan Gesek Pada Permukaan Kontak	52
4.3.2 Menentukan Gaya Gesek Pada Permukaan Kontak	52
4.3.3 Menentukan Torsi Permukaan Kontak	53
4.3.4 Menentukan Panas Yang Terjadi Saat Pengelasan.....	53
4.3.5 Menentukan <i>Heat Flux</i>	53
4.3.6 Menentukan <i>Timing Melt Point</i>	54
4.4 Perencanaan Daya.....	54
4.4.1 Menentukan Beban Komponen	54
4.4.2 Menentukan Gaya Normal.....	55
4.4.3 Menentukan Torsi.....	55
4.4.4 Menentukan Total Torsi	55
4.4.5 Menentukan Kecepatan Sudut	56
4.4.6 Menentukan Daya.....	56
4.5 Menentukan Daya Rencana Motor	57
4.5.1 Menentukan Momen Puntir	57
4.6 Perencanaan <i>Pulley</i> dan Sabuk V	57
4.6.1 Menentukan Diameter <i>Pulley</i> Yang Digerakkan.....	58
4.6.2 Menentukan Kecepatan Linier Sabuk V.....	58
4.6.3 Menentukan Panjang Keliling Sabuk V	58
4.6.4 Menentukan Jarak Antara Kedua Sumbu Poros.....	59
4.6.5 Menentukan Sudut Kontak <i>Pulley</i>	60
4.6.6 Menentukan Tegangan Sisi Tarik F1 dan Sisi Kendor F2.....	60
4.7 Perencanaan Poros	61
4.7.1 Menentukan Tegangan Geser Poros Ijin	61
4.7.2 Menentukan Gaya Reaksi	62
4.7.3 Menentukan Momen Lentur	63

4.7.4 Menentukan Momen Lentur Gabungan.....	63
4.7.5 Menentukan Diameter Poros	63
4.7.6 Menentukan Tegangan Geser Poros	64
4.8 Perencanaan Pasak.....	65
4.8.1 Menentukan Gaya Tangensial Pasak	65
4.8.2 Menentukan Tegangan Geser Pasak Ijin	65
4.8.3 Menentukan Panjang Pasak	66
4.9 Perencanaan Bantalan.....	67
4.9.1 Analisa Pada Tumpuan A	68
4.9.2 Analisa Pada Tumpuan B	69
BAB V PENUTUP	71
5.1 Kesimpulan	71
5.2 Saran	71
DAFTAR PUSTAKA	72
LAMPIRAN	75
BIODATA PENULIS	100

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hasil desain mesin <i>friction welding</i> (Pujono, dkk, 2019)	4
Gambar 2.2 Hasil desain mesin <i>friction welding</i> dengan sistem hidrolik.....	5
Gambar 2.3 Hasil desain mesin <i>friction welding</i> (Kurniawan, dkk, 2022).....	6
Gambar 2.4 Hasil desain <i>rotary friction welding</i> (Rakhmayadi, dkk, 2020)...	6
Gambar 2.5 Grafik <i>Time vs Temperature</i> (Khany, <i>et al</i> , 2011)	7
Gambar 2.6 <i>Rotary Friction Welding</i> (RFW)	9
Gambar 2.7 <i>Friction Stir Welding</i> (FSW) (Mishra, 2005).....	10
Gambar 2.8 <i>Linier Friction Welding</i> (LFW) (Bagas, 2019)	11
Gambar 2.9 Daerah Las Gesek (Purnomo, 2016)	13
Gambar 2.10 Parameter Las Gesek (Sahin, 2008)	13
Gambar 2.11 Penerapan Las Gesek (Humphreys, 2004 : 19)	15
Gambar 2.12 Prinsip Kerja Las Gesek (Laurina, 2019).....	16
Gambar 2.13 Permukaan gesekan dan cincin gesekan (Can, A. <i>et al</i> , 2010)...	17
Gambar 2.14 Tahap pengelasan gesek (Livingston, 2019)	18
Gambar 2.15 Motor Listrik	19
Gambar 2.16 <i>As Rotating Chuck</i>	20
Gambar 2.17 <i>As Fixed Chuck</i>	21
Gambar 2.18 Macam – macam Pasak	21
Gambar 2.19 <i>Pulley</i>	22
Gambar 2.20 Sabuk (<i>Belt</i>).....	22
Gambar 2.21 Bagian – bagian sabuk (Sularso, 2004)	23
Gambar 2.22 Jenis penampang sabuk V (Sularso, 2004).....	23
Gambar 2.23 Diagram Pemilihan <i>Belt</i> (Sularso, 2004).....	23
Gambar 2.24 <i>Pillow Block</i>	24
Gambar 2.25 Beban aksial dan radial pada bantalan (Syaputra, 2014)	24
Gambar 2.26 <i>Sliding House</i>	25
Gambar 2.27 Dudukan Aktuator	25
Gambar 2.28 Dudukan Motor	25
Gambar 2.29 Silinder Pneumatik	26
Gambar 2.30 Inverter	27
Gambar 2.31 Rangka.....	27

Gambar 2.32 <i>Stainless Steel</i> 304.....	28
Gambar 3.1 Diagram Alir Perancangan	30
Gambar 3.2 Konsep Desain 1.....	32
Gambar 3.3 Konsep Desain 2.....	34
Gambar 3.4 Konsep Terpilih.....	37
Gambar 3.5 Jarak antara kedua sumbu poros (Sularso, 2004).....	42
Gambar 3.6 Sudut kontak <i>pulley</i> (Sularso, 2004)	43



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hasil pengujian temperatur material SS304 (Vibhav, 2020)	8
Tabel 2.2 Komposisi kimia AISI 304 (Iron and Steel Society, 1999)	28
Tabel 2.3 Mechanical properties of AISI 304 (Lingadurai, 2012).....	29
Tabel 3.1 Analisa Kebutuhan.....	31
Tabel 3.2 Perbandingan Konsep	36
Tabel 3.3 Faktor Koreksi.....	41
Tabel 3.4 Diameter minimum pulley yang diijinkan dan dianjurkan	41
Tabel 4.1 Identifikasi beban yang didorong piston.....	49
Tabel 4.2 Identifikasi beban yang akan diputar motor.....	54



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan
P	Daya	Kw
ω	Kecepatan Sudut	rad/s
T	Torsi	Nm
n	Putaran	Rpm
F	Gaya	N
r	Jari – jari	mm
P_d	Daya Rencana	Kw
T	Momen Puntir	Kg.mm
τ_a	Tegangan Geser	Kg/mm ²
σ_B	Tegangan Tarik	Kg/mm ²
d_s	Diameter Poros	mm
v	Kecepatan	m/s
m	Massa	kg
g	Percepatan Gravitasi	m/s ²
F_g	Gaya Gesek	N
A	Luas Permukaan	m ²
f	Frekuensi	Hz
p	Tekanan	Pa
V	Volume	m ³
Q_s	Debit Kompresor	mm ³ /s
ρ	Density	kg/m ³
C_ρ	Spesifik Heat	J/kg.K
\dot{q}	Heat Flux	W/mm ²
k	Thermal Conductivity	W/m.K
t_h	Timing Melt Point	second

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Desain Mesin Las Gesek	75
Lampiran 2. Desain Rangka	76
Lampiran 3. Desain <i>As Rotating Chuck</i>	77
Lampiran 4. Desain <i>As Fixed Chuck</i>	78
Lampiran 5. Desain <i>Hub</i>	79
Lampiran 6. Desain <i>Hub 2</i>	80
Lampiran 7. Desain <i>Buffer Front Cover</i>	81
Lampiran 8. Desain <i>Buffer Back Cover</i>	82
Lampiran 9. Desain Dudukan Motor AC	83
Lampiran 10. Desain <i>Bottom Sliding House</i>	84
Lampiran 11. Desain <i>Top Sliding House</i>	85
Lampiran 12. Desain <i>Bolt Sliding House</i>	86
Lampiran 13. Tabel <i>Properties</i> Dan Komposisi Kimi AISI 304	87
Lampiran 14. Tabel Tekanan Silinder Pneumatik <i>Double Acting</i>	88
Lampiran 15. Tabel Ukuran Pasak Standar	89
Lampiran 16. Tabel Panjang Sabuk V Standar	90
Lampiran 17. Faktor V, X, Y, dan X_0, Y_0	91
Lampiran 18. Lembar Konsultasi	92
Lampiran 19. Lembar Revisi	95
Lampiran 20. Lembar Turnitin	98

DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN

RFW : *Rotary Friction Welding*

FSW : *Friction Stir Welding*

LFW : *Linier Friction Welding*

HAZ : *Heat Affacted Zone*

HP : *Horse Power*

RPM : *Revolution Per Minute*

AC : *Alternating Current*

DC : *Direct Current*

kW : *Kilowatt*

PK : *Paardenkracht*

