

PROYEK AKHIR

**RANCANG BANGUN MESIN PRES REDUSER PIPA
GALVANIS DENGAN DONGKRAK HIDROLIK**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I PUTU DONI MAHENDRA

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2024

PROYEK AKHIR

RANCANG BANGUN MESIN PRES REDUSER PIPA GALVANIS DENGAN DONGKRAK HIDROLIK



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I PUTU DONI MAHENDRA

NIM. 2115213027

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2024

LEMBAR PENGESAHAN

**RANCANG BANGUN MESIN PRES REDUSER PIPA
GALVANIS DENGAN DONGKRAK HIDROLIK**

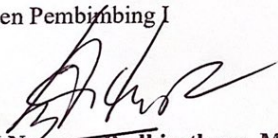
Oleh

I PUTU DONI MAHENDRA
NIM. 2115213027

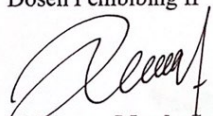
Diajukan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Proyek Akhir
Program D3 pada Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Bali

Disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I


Ir. I Nyoman Budhiarthana, M. T.
NIP. 196012041989111001

Dosen Pembimbing II


Ni Wayan Merda Surya Dewi, SH.,M.H.
NIP. 198411202009122002



Disahkan oleh:
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg.
NIP. 196609241993031003

LEMBAR PERSETUJUAN

**RANCANG BANGUN MESIN PRES REDUSER PIPA
GALVANIS DENGAN DONGKRAK HIDROLIK**

Oleh

I PUTU DONI MAHENDRA

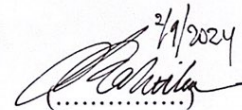
NIM. 2115213027

Proyek Akhir ini telah dipertahankan di depan Tim penguji dan diterima untuk dapat dicetak sebagai Buku Proyek Akhir pada hari/tanggal:

Tim Penguji

Penguji I : Dr. I Putu Gede Sopan Rahtika,BS.,MS.
NIP : 197203012006041025

Tanda Tangan


2/1/2024
(.....)

Penguji II : I Wayan Suastawa,ST.,MT.
NIP : 197809042002121001


ACC 2/24
/9
(.....)

Penguji III : Ir. I Putu Sastra Negara,M.Si.
NIP : 196605041994031003


(.....)

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : I Putu Doni Mahendra
NIM : 2115213027
Program Studi : D3 Teknik Mesin
Judul Proyek Akhir : Rancang Bangun Mesin Press Reduser Pipa Galvanis Dengan Dongkrak Hidrolik

Dengan ini menyatakan bahwa karya ilmiah Proyek Akhir ini bebas plagiat. Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam Buku Proyek Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan Mendiknas RI No.17 Tahun 2010 dan perundang-undangan yang berlaku.

Badung, 23 Desember 2023

Yang membuat pernyataan



I Putu Doni Mahendra

NIM. 2115213027

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan Buku Proyek Akhir ini, penulis banyak menerima bimbingan, petunjuk dan bantuan serta dorongan dari berbagai pihak, baik itu bersifat moral maupun material. Penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu. Dengan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, penulis pada kesempatan ini menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, S.E., MeCom, selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.
3. Bapak I Kadek Ervan Hadi Wiryanta, ST., MT, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin.
4. Bapak I Wayan Suastawa, ST., MT., selaku Ketua Program Studi D3 Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.
5. Bapak, Ir. I Nyoman Budiartana, M. T., selaku dosen pembimbing-1 yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat kepada penulis, sehingga Buku Proyek Akhir ini dapat terselesaikan.
6. Ibu, Ni Wayan Merda Surya Dewi, S.H., M.H. selaku pembimbing-2 yang selalu memberikan dukungan, perhatian, semangat dari awal menjadi mahasiswa hingga saat ini.
7. Segenap dosen dan seluruh staf akademik serta PLP yang selalu membantu dalam memberikan fasilitas, ilmu, serta pendidikan pada penulis hingga dapat menunjang dalam penyelesaian Proyek Akhir ini.
8. Keluarga khususnya kedua Orang Tua tercinta yang telah membantu penulis dalam bentuk perhatian, kasih sayang, semangat, serta doa demi kelancaran dan kesuksesan dalam menjalankan Proyek Akhir ini.
9. Teman-teman seperjuangan dalam menyelesaikan Proyek Akhir ini yang telah memberikan banyak masukan serta dukungan kepada penulis.
10. Pihak-pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian Proyek Akhir ini yang tidak bisa peneliti sebutkan satu persatu. Semoga Tuhan Yang

Maha Kuasa senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan. Semoga Buku Proyek Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca umumnya, peneliti, penulis, dan khususnya kepada civitas akademik Politeknik Negeri Bali.

ABSTRAK

Dalam industri konstruksi dan pipa, efisiensi dan akurasi dalam proses penyambungan pipa sangat penting untuk menjamin kualitas dan keamanan. Proyek akhir ini mengusulkan pengembangan alat press reduser pipa galvanis yang dirancang untuk meningkatkan efektivitas dalam menyambungkan pipa galvanis dengan diameter berbeda secara presisi dan cepat. Alat ini akan mengatasi berbagai tantangan dalam proses penyambungan pipa, termasuk masalah kesesuaian ukuran dan kekuatan sambungan, dengan memanfaatkan teknologi press yang inovatif.

Alat press reduser ini dirancang untuk mengurangi ketergantungan pada metode manual yang sering kali tidak konsisten dan memakan waktu. Dengan fitur-fitur seperti pengaturan tekanan yang dapat disesuaikan dan desain yang ergonomis, alat ini diharapkan dapat mempercepat proses penyambungan dan mengurangi risiko kesalahan. Prototipe alat ini akan diuji untuk memastikan kinerjanya dalam berbagai kondisi dan jenis pipa galvanis, serta untuk mengevaluasi daya tahan dan keandalannya.

Melalui pengembangan alat ini, diharapkan akan ada peningkatan signifikan dalam produktivitas dan kualitas sambungan pipa galvanis, yang pada akhirnya dapat mengurangi biaya dan waktu pengerjaan di lapangan. Proposal ini bertujuan untuk memberikan solusi praktis yang dapat diimplementasikan dalam berbagai aplikasi industri dan konstruksi, serta menyediakan dasar untuk pengembangan lebih lanjut dalam teknologi alat press.

Kata Kunci : Efisiensi dan akurasi dalam proses mereduser pipa

ABSTRACT

In the construction and pipe industry, efficiency and accuracy in the pipe connection process are very important to ensure quality and safety. This proposal proposes the development of a galvanized pipe reducer press tool which is designed to increase effectiveness in connecting galvanized pipes with different diameters precisely and quickly. This tool will overcome various challenges in the pipe joining process, including problems of suitability of size and joint strength, by utilizing innovative press technology.

This reducer press is designed to reduce reliance on manual methods which are often inconsistent and time consuming. With features such as adjustable pressure settings and an ergonomic design, this tool is expected to speed up the connection process and reduce the risk of errors. The prototype of this tool will be tested to ensure its performance in various conditions and types of galvanized pipe, as well as to evaluate its durability and reliability.

Through the development of this tool, it is hoped that there will be a significant increase in the productivity and quality of galvanized pipe connections, which in turn can reduce costs and processing time in the field. This proposal aims to provide a practical solution that can be implemented in a wide range of industrial and construction applications, as well as providing a basis for further developments in press tool technology.

Keywords: Efficiency and accuracy in the pipe reducer process

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya saya dapat menyelesaikan Proyek Akhir ini yang berjudul Rancang Bangun Rancang Mesin Press Reduser Pipa Galvanis Dengan Dongkrak Hidrolik tepat pada waktunya. Penyusunan Laporan Proyek Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan program pendidikan pada jenjang Diploma 3 Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

Saya menyadari Laporan Proyek Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu saya sangat mengharapkan kritik dan saran sebagai pembelajaran demi penyempurnaan karya-karya ilmiah dimasa yang akan datang.

DAFTAR ISI

PROYEK AKHIR.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	iv
ABSTRAK.....	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.4.1. Tujuan Umum	3
1.4.2. Tujuan Khusus.....	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.5.1. Manfaat bagi penulis	3
1.5.2. Manfaat bagi Politeknik Negri Bali	4
1.5.3. Manfaat bagi masyarakat	4
BAB II	5
LANDASAN TEORI.....	5
2.1. Rancang Bangun	5
2.2. Pengertian Mesin Hidrolik	6
2.2.1. Prinsip Kerja Mesin Press Hidrolik.....	6
2.2.2. Keuntungan Sistem Hidrolik.....	7
2.2.3. Kekurangan Sistem Hidrolik.....	8
2.3. Silinder Hidrolik Tunggal	8

2.4.	LAS	9
2.4.1.	Klasifikasi Berdasarkan Cara Kerja	11
2.4.2.	Klasifikasi Berdasarkan Sambungan Dan Bentuk Alurnya	12
2.4.3.	Perhitungan Las	14
2.5.	Plat Baja	15
2.6.	Baut	19
2.6.1.	Fungsi baut	20
2.6.2.	Prinsip kerja baut	20
2.7.	Selang Saluran Oli	21
2.8.	Pemiliha Bahan	22
2.8.1	Besi kanal (UNP)	22
2.8.2	Besi Siku	22
2.8.3	Pipa Galvanis	22
2.9.	Diagram Tegangan Regangan Pipa Galvanis	23
2.10.	Perhitungan Gaya Untuk Menekan Pipa	24
BAB III		25
METODE PENELITIAN		25
3.1.	Jenis Penelitian	25
3.1.1.	Rancang Bangun	25
3.1.2.	Metode Rancangan Yang Diusulkan	26
3.2.	Alur Penelitian	27
3.3.	Lokasi Dan Waktu Penelitian	29
3.3.1.	Lokasi Penelitian	29
3.3.2.	Waktu Penelitian	29
3.4.	Penentuan Sumber Daya	29
3.5.	Sumber Daya Penelitian	30
3.6.	Instrumen Penelitian	31
3.7.	Prosedur Penelitian	31
BAB IV		33
HASIL DAN PEMBAHASAN		33
4.1	Hasil Penelitian	33
4.2	Perhitungan Komponen	34

4.2.1. Perhitungan Ukuran Plat Cetakan	34
3.1.1. Perhitungan Gaya Untuk Menekan Pipa	34
4.3 Proses Pembuatan Alat.....	35
4.3.1. Bahan-Bahan Yang Digunakan.....	35
4.3.2. Proses Pengerjaan Alat.....	36
4.4 Cara Kerja Dan Proses Kerja Alat	39
4.4.1. Cara Kerja Alat.....	39
4.4.2. Proses Kerja Alat.....	40
4.5 Data Pengujian	40
4.6 Pembahasan.....	41
BAB V	44
KESIMPULAN DAN SARAN	44
5.1. Kesimpulan	44
5.2. Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA.....	45

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi plat baja galvanil.....	15
Tabel 2. 2 Spesifikasi plat baja galvanis	16
Tabel 2. 3 Spesifikasi plat baja hitam	17
Tabel 2. 4 Spesifikasi plat baja bordes.....	18
Tabel 2. 5 Spesifikasi plat baja strip	19
Tabel 3. 1 Jadwal waktu penelitian	29
Tabel 3. 2 Bahan pengerjaan alat	30
Tabel 3. 3 Pengujian hasil kepresisian dan waktu mereduser pipa	32
Tabel 4. 1 Pengujian hasil kepresisian dan waktu mereduser pipa	40
Tabel 4. 2 Pengujian hasil kepresisian dan waktu mereduser pipa	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Prinsip Hydraulic Jack	6
Gambar 2. 2 Peningkatan Kekuatan Hydraulic	7
Gambar 2. 3 Mesin las listrik	10
Gambar 2. 4 Mesin las karbit (asetein)	10
Gambar 2. 5 Macam-macam sambungan T	12
Gambar 2. 6 Sambungan tumpang	13
Gambar 2. 7 Sambungan sisi.....	14
Gambar 2. 8 Penguat tunggal dan penguat ganda	14
Gambar 2. 9 Plat Baja Galvanil.....	15
Gambar 2. 10 Plat Baja Galvanis	16
Gambar 2. 11 Plat Baja Hitam	17
Gambar 2. 12 Plat Baja Bordes	18
Gambar 2. 13 Plat Baja Strip	19
Gambar 2. 14 Baut sylinder head	20
Gambar 2. 15 Diameter ulir, bungbungn ulir, dan Panjang baut	21
Gambar 2. 16 Diagram tegangan regangan pipa galvanis.....	23
Gambar 3. 1 Rancangan alat mesin pres reduser pipa galvanis	26
Gambar 3. 2 Alur Penelitian.....	28
Gambar 4. 1 Hasil Rancang Bangun Mesin Press Reduser Pipa Galvanis	33
Gambar 4. 2 Proses pemotongan besi	37
Gambar 4. 3 Proses Pengelasan Rangka	37
Gambar 4. 4 Proses Pengelasan Kaki Rangka	38
Gambar 4. 6 Proses Pengecatan Rangka	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Lembar bingbingan dosen pembimbing 1 dan 2	1
Lampiran 2 Gambar proyeksi.....	2

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Di era perkembangan jaman ini semua serba dituntut serba cepat dan tepat khususnya dalam bidang industri. Oleh karena itu, dunia industri di tuntut memiliki sumber daya manusia yang berkualitas tinggi dan menyeimbangkan kemajuan teknologi, khususnya dalam bidang teknologi. Seorang harus memiliki keahlian dalam bidang tertentu, agar seorang bisa menempatkan diri dan berguna. Selain itu, kemajuan teknologi juga sangat berpengaruh terhadap produksi.

Semakin majunya teknologi yang digunakan maka semakin cepat laju produksi yang dihasilkan oleh industri itu sendiri. Di samping mempengaruhi lebih cepat dan hasil produksinya, juga produk dihasilkan lebih baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Dalam dunia industri seorang dituntut untuk lebih aktif dan kreatif. Seorang dituntut mampu memiliki kemampuan terhadap hasil produk yang diinovasi. Guna tercapainya kemajuan dan perkembangan dalam industri itu sendiri. Untuk menghasilkan/ membuat alat/mesin yang baru dirasa memang sulit. Seorang harus kreatif mampu mempunyai ide dan menuangkan gagasannya tersebut.

Semakin ketatnya persaingan di dunia industri, semua pekerjaan dituntut semakin cepat dan tepat. Salah satunya adalah proses mereduser pipa, pada umumnya mereduser pipa dibengkel masih dilakukan secara manual dan lama. Melihat adanya peluang untuk dibuat dan diinovasikan sebuah alat/mesin reduser pipa galvanis yang cepat dan tepat. Pada umumnya alat/ mesin reduser ini digunakan untuk mereduser pipa dalam pembuatan tiang listrik/ tiang telephone maupun mereduser saluran pipa air, dan lain-lain.

Perancangan alat/ mesin reduser pipa ini dikhususkan hanya untuk mengerol maximum pipa 4D (DIM) atau 4in (inch) karena dalam pengaplikasiannya tidak banyak digunakan untuk mereduser pipa. Misalnya dalam pembuatan tiang listrik

biasanya perlu mereduser pipa dari ukuran 4d ke ukuran 3d, dari ukuran 3d ke ukuran 2½d, dan dari ukuran 2½d ke ukuran 2d. Pada umumnya, di bengkel-bengkel biasanya masih menggunakan sistem manual dengan cara menggrinda. Di rencanakan untuk dirancang dan menginovasi dari alat/mesin reduser pipa yang sudah ada.

Selain untuk mempermudah dan mempercepat dalam pekerjaan, produksi yang dihasilkan juga lebih tepat sehingga lebih efektif dan efisien. Dalam pembuatan sebuah alat/mesin reduser pipa ini dibutuhkan pemilihan bahan yang tepat, sehingga alat/mesin ini mampu bekerja secara optimal. Serta pengoperasiannya sangat sederhana, agar semua orang dapat menggunakan alat/mesin tersebut. Di samping itu, dalam pemilihan bahan yang tepat akan dihasilkan alat/mesin yang baik pula dilihat dari segi kekuatan maupun keawetan alat/mesin tersebut.

Untuk mencapai hal tersebut, maka dalam perancangan sangat dibutuhkan ketelitian dan perencanaan yang matang. Agar bahan-bahan yang dipilih tepat dan alat/mesin yang dihasilkan lebih efektif dan efisien. Serta alat/mesin yang akan dirancang mampu beroperasi secara maksimal. Di samping itu, dengan perencanaan yang matang akan menghasilkan hasil yang diinginkan.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari Rancang Bangun Alat Pres reduser Pipa Galvanis adalah:

1. Bagaimana desain Alat Bantu Kerja Mesin Pres Reduser Pipa Galvanis?
2. Apakah alat ini dapat menghasilkan reduseran yang bagus dan presisi?

1.3. Batasan Masalah

Adapun ruang lingkup masalah variable-variabel yang diteliti, asumsi-asumsi yang digunakan dan diuraikan sesuai dengan rumusan masalah adalah:

1. Desain alat ini memiliki dimensi p x l x t: 6000 x 50 x 40 (mm).
2. Alat ini hanya dapat diaplikasikan untuk proses mereduser maksimal pipa 4d dan maksimal Panjang pipa 5000mm

3. Dalam pembuatan rancang bangun ini pipa yang dapat di reduser adalah pipa galvanis.
4. Alat pres yang digunakan yaitu dongkrak hidrolik manual *Hydraulic Cylinder jack 50Ton Stroke 4”c/w Hand Pump 7Liter, Type Single Acting* (1 Selang).

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang diangkat, dibagi menjadi tujuan umum dan tujuan khusus

1.4.1. Tujuan Umum

1. Sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Program. Pendidikan D3 Teknik Mesin Pada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negri Bali.
2. Meningkatkan kemampuan akademis serta menerapkan teori dan praktik yang telah diperoleh selama mengikuti perkuliahan di Politeknik Negri Bali.

1.4.2. Tujuan Khusus

1. Dapat merancang dan membuat Alat Bantu Kerja Mesin Pres Reduser Pipa Galvanis.
2. Alat dapat menghasilkan reduseran yang bagus dan presisi.

1.5. Manfaat Penelitian

1.5.1. Manfaat bagi penulis

1. Dapat mengaplikasikan ilmu yang telah diperoleh selama mengikuti perkuliahan di Politeknik Negri Bali menjadi hasil karya yang dapat membantu masyarakat.
2. Melatih kemampuan dalam mengembangkan teknoligi dalam bidang ilmu khususnya Teknik Mesin.

1.5.2. Manfaat bagi Politeknik Negri Bali

1. Menambah perbendaharaan koleksi buku di perpustakaan Politeknik Negri Bali, diman Buku Proyek Akhir yang akan dibuat juga dikumpulkan di perpustakaan Politeknik Negri Balisehingga dapat dipergunakan sebagai acuan bagi Politeknik Negri Bali terutama Jurusan Teknik Mesin.
2. Dapat memamerkan hasil rancangan penulis, sehingga Politeknik Negri Bali semakin dikenal masyarakat.

1.5.3. Manfaat bagi masyarakat

Hasil dari pembuatan alat ini diharapkan dapat diaplikasikan dan diterima di masyarakat, khususnya di dunia usaha pengelasan atau industri sehingga memberikan dampak positif dengan bertambahnya alat kerja yang digunakan dan hasil kerja yang berkualitas.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

- 1) Perancangan awal alat ini dimulai dengan perancangan desain gambar menggunakan aplikasi autodesk inventor 2020 rancang bangun alat press pipa galvanis berukuran rangka 6000mm x 500mm x 470mm, dan maksimal pipa yang bisa direduser dengan ukuran 4inch dengan Panjang reduser maksimal 150mm.
- 2) Alat ini menggunakan prinsip kerja dari hukum Pascal yang memanfaatkan kerja *Hydraulic Jack* untuk menekan pipa galvanis dengan cara memompa tuas pompa kearah atas dan bawah sehingga piston hidrolik dan plat cetakan menjadi maju dan mulai melakukan pengepressan.
- 3) Dari hasil data yang dilakukan sebanyak 5 kali pengujian didapatkan rata-rata pengurangan waktu yaitu 9,4 menit dan alat press pipa galvanis ini berjalan dengan baik dan menunjukkan hasil yang cukup memuaskan dalam hal mereduser awal dan hasil akhir, hal ini sesuai dengan target awal pada saat perancangan alat.

5.2. Saran

Diharapkan dimasa yang akan datang rancangan Alat Pengepres pipa galvanis ini disempurnakan dengan baik sehingga dapat membuat alat ini lebih efisien dari sebelumnya sesuai dengan peruntukannya untuk membuat presisi pipa galvanis dan mengefisiensi waktu

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah Alif Maghend Daniel 2013 Diagram Tegangan Regangan Pipa Galvanis
- Aska Vierda 2022 Spesifikasi plat baja bordes. Jakarta: Hargabangunan.id
- Ginting, Rosnani. 2010. *Perencanaan Produk*. Graha Ilmu Yogyakarta
- Gunung, I.N. 2014. Pengetahuan Bahan Teknik. Politeknik Negeri Bali. Bali-Indonesia
- Jihan. 2020. Ukuran Plat Besi. Jogjakarta-Indonesia.
- Mott, L.R., P.3, 2004, Elemen-Elemen Mesin dalam perencanaan mekanis 1. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Roger S. Pressman, 2002. PENGERTIAN RANCANG BANGUN (Buku Satu), ANDI Yogyakarta.
- Sainath, K. (2014). Design of Mechanical Hydraulic Jack. *IOSR Journal of Engineering*, 4(7), 15–28. <https://doi.org/10.9790/3021-04711528>
- Santikoaji. 2016. *Pengertian Las*. Bandung: Alfabeta.
- Sonawan, H. 2003. *Las Listrik SWAM dan Pemeriksaan Hasil Pengelasan*. Bandung: Alfabeta.
- Sularso dan Kiyokatsu Suga. 2004. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: PT. PradnyaParamitha.
- Surdia, T. dan Saito, S. 1985. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Wirjosumarto dan Okumura. 2004. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Zainun, Achmad. 2006. Elemen Mesin I. Bandung: PT. Refika Aditama