



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**RANCANG BANGUN MESIN *BENDING* PIPA GALVANIS
DIAMETER 1 INCHI SAMPAI 2 INCHI DENGAN PENGUJIAN
1,5 INCHI**

PROYEK AKHIR

MUHAMMAD IHSAN MIFTAHUL FAWWAZ

40040221650097

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG
DESEMBER 2025**



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**RANCANG BANGUN MESIN *BENDING* PIPA GALVANIS
DIAMETER 1 INCHI SAMPAI 2 INCHI DENGAN PENGUJIAN
1,5 INCHI**

PROYEK AKHIR

MUHAMMAD IHSAN MIFTAHUL FAWWAZ

40040221650097

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO**

SEMARANG

DESEMBER 2025

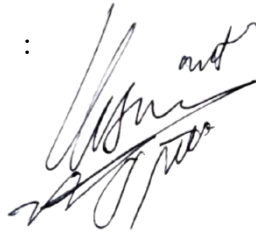
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Proyek akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang
dirujuk telah saya nyatakan dengan benar**

NAMA : Muhammad Ihsan Miftahul Fawwaz

NIM : 40040221650097

Tanda Tangan :

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Muhammad Ihsan Miftahul Fawwaz', with a stylized flourish at the end.

Tanggal : 30 Desember 2025

SURAT TUGAS



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEKOLAH VOKASI
PROGRAM STUDI
REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK

Jalan Prof. Sudarto, S.H. Tembalang
Semarang
Kode Pos 50275
Telp/Fax (024) 7471379
Laman www.vokasi.undip.ac.id
e-mail vokasi@live.undip.ac.id

SURAT TUGAS PROYEK AKHIR

No : 479/PA/RPM/VI/2025

Dengan ini diberikan Tugas Proyek Akhir untuk mahasiswa berikut :

Nama : Muhammad Ihsan Miftahul Fawwaz
NIM : 40040221650097
Judul Proyek Akhir : Rancang Bangun Mesin *Bending* Pipa Galvanis 1
Inch sampai 2 Inch dengan sistem *Adjustment Roller*
Dosen Pembimbing : Drs. Ireng Sigit Atmanto., M.Kes
NIP : 196204211986031002

Isi Tugas :

1. Mendesain dan melakukan perhitungan Rancang Bangun Mesin *Bending* Pipa Galvanis 1 Inch sampai 2 Inch dengan sistem *Adjustment Roller*.
2. Menguji hasil Rancang Bangun Mesin *Bending* Pipa Galvanis 1 Inch sampai 2 Inch dengan sistem *Adjustment Roller*.
3. Membuat laporan Rancang Bangun Mesin *Bending* Pipa Galvanis 1 Inch sampai 2 Inch dengan sistem *Adjustment Roller*.
4. Membuat prototipe dan/atau paten sederhana dan/atau HKI hak cipta dan/atau jurnal publikasi.

Demikian agar diselesaikan selama-lamanya 6 bulan terhitung sejak diberikan tugas ini dan diwajibkan konsultasi sedikitnya 12 kali demi kelancaran penyelesaian tugas.

Semarang, 3 Juli 2025
Ketua Prodi Sarjana Terapan
Rekayasa Perancangan Mekanik

Sri Utami Handayani, S.T., M.T.
NIP 197609152003122001

Tembusan:

1. Ketua Prodi
2. Bagian pengajaran
3. Mahasiswa ybs

HALAMAN PENGESAHAN

HALAMAN PENGESAHAN

Proyek Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Muhammad Ihsan Miftahul Fawwaz
NIM : 40040221650097
Program Studi : Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik
Judul Proyek Akhir : " Rancang Bangun Mesin Bending Pipa Galvanis 1 Inchi
sampai 2 Inchi dengan Pengujian 1,5 Inchi"

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima
sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana
Terapan Teknik (S.Tr.T.) pada Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa
Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro

TIM PENGUJI

Pembimbing : Drs. Ireng Sigit A, M.Kes
Penguji 1 : Drs. Ireng Sigit A, M.Kes
Penguji 2 : Didik Ariwibowo, S.T, M.T
Penguji 3 : Susastro, S.T, M.T



Semarang, 30 Desember 2025
Ketua Program Studi Sarjana Terapan
Rekayasa Perancangan Mekanik



Dr. Sri Utami Handayani, S.T.M.T
NIP. 197609152003122001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI PROYEK AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Ihsan Miftahul Fawwaz
NIM : 40040221650097
Jurusan/Program Studi : Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik
Departemen : Teknologi Industri
Fakultas : Sekolah Vokasi
Jenis Karya : Proyek Akhir

demikian pengembangan ilmu pengetahuan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

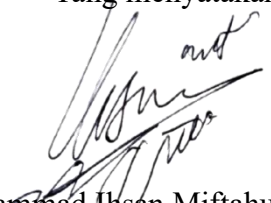
“RANCANG BANGUN MESIN *BENDING* PIPA GALVANIS DIAMETER 1 INCHI SAMPAI 2 INCHI DENGAN PENGUJIAN 1,5 INCHI”

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalimmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal : 30 Desember 2025

Yang menyatakan



Muhammad Ihsan Miftahul Fawwaz

MOTTO

”Hidup bar – bar atau mati syahid”

(Ihsan 2020)

” Sesungguhnya Allah menyukai orang-orang yang berbuat baik”

(QS. Al-Baqarah : 195)

” Ketahuilah, bahwa Anda sendiri adalah keajaiban. Dan percayalah bahwa Anda dapat membuat keajaiban dengan berpikir, berdoa, percaya dan membantu orang lain”

(Adolf Hitler)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, karunia, dan kemudahan yang telah diberikan, sehingga penulis dapat menyusun laporan proyek akhir ini dengan judul Rancang Bangun Mesin *Bending* Pipa Otomatis sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan studi pada program Studi Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

Proyek akhir ini disusun sebagai bentuk akhir dari pelaksanaan tugas akhir. Dalam penyusunannya, penulis banyak mendapatkan dukungan, bantuan, serta arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Suharnomo, S.E., M.Si., Selaku Rektor Universitas Diponegoro.
2. Prof. Dr. Ir. Budiyo, M.Si. selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
3. Dr. Ida Hayu Dwimawanti, M.M., Selaku Wakil Dekan I Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
4. Dr. Sri Utami Handayani selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.
5. Bapak Drs. Ireng Sigit Atmanto, M.Kes., selaku Dosen Pembimbing Proyek Akhir.
6. Seluruh staf dan dosen Program Studi Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
7. Seluruh keluarga penulis Bapak Cahyono Eko Putro dan Ibu Dini Retno Wijayanti dan adik Luthfi yang selalu membantu penulis dalam bentuk materil, ucapan, dan doa.
8. Seluruh teman pondok, angkatan, dan tim proyek akhir rancang bangun mesin *bending* pipa.

Penulis menyadari dalam proses pembuatan laporan masih terdapat banyak kesalahan dalam penyusunan laporan proyek akhir ini, penulis memohon maaf kepada pembaca apabila menemukan kesalahan dalam laporan proyek akhir ini, penulis juga menerima kritik dan saran yang membantu.

Semarang, 24 November 2025

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'M Ihsan Miftahul Fawwaz', written in a cursive style.

M Ihsan Miftahul Fawwaz

ABSTRAK

Dalam dunia industri manufaktur, kebutuhan akan komponen pipa dengan bentuk dan kelengkungan tertentu semakin meningkat. Proses *bending* menjadi salah satu metode penting dalam membentuk pipa untuk keperluan konstruksi, otomotif, dan permesinan. Proyek tugas akhir ini bertujuan untuk merancang dan membangun mesin *bending* pipa galvanis berdiameter 1 inci, 1.5 inci, dan 2 inci, dengan sistem semi otomatis dan fitur penyesuaian *roller (adjustable roller)* guna meningkatkan fleksibilitas dan efisiensi proses pembengkokan. Metode yang digunakan mencakup studi literatur, perancangan dengan perangkat lunak *SolidWorks*, analisis perhitungan mekanis, fabrikasi komponen, serta uji coba performa mesin. Hasil yang dicapai adalah prototipe mesin *bending* pipa dengan sistem pengatur *roller* berbasis ulir presisi, sehingga memungkinkan operator mengatur radius pembengkokan dengan lebih akurat. Mesin ini dilengkapi sistem kendali sederhana yaitu tombol maju-mundur motor. Hasil dari pengujian adalah minimum diameter yang bisa dihasilkan 350 mm, dengan jarak *roller* geser 200 mm dan dengan penekanan 89 mm.

Kata kunci : mesin *bending*, pipa galvanis, *adjustable*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	I
SURAT TUGAS	II
HALAMAN PENGESAHAN	III
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI PROYEK AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	IV
MOTTO.....	V
KATA PENGANTAR.....	VI
ABSTRAK.....	VIII
DAFTAR ISI	IX
DAFTAR TABEL.....	XII
DAFTAR GAMBAR.....	XIII
DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL	XV
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan dan Manfaat.....	4
1.5 Luaran	5
1.6 Sistematika Penulisan Laporan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Definisi Mesin <i>Bending</i> Pipa	7
2.1.1 Jenis - jenis Mesin <i>Bending</i> Pipa	8
2.1.2 Kebutuhan Mesin <i>Bending</i> Pipa	11
2.1.3 Prinsip Kerja Mesin <i>Bending</i> Pipa.....	12
2.1.4 Proses <i>Bending</i> Pipa.....	13
2.1.5 Komponen Mesin <i>Bending</i> Pipa	13
2.1.6 Tegangan Yang Bekerja.....	16

2.1.7 Momen Inersia Pipa	18
2.1.8 Gaya Tekan	18
2.1.9 Gaya Gesek.....	20
2.2 Momen Lentur.....	21
2.3 Poros	22
2.3.1 Torsi.....	24
2.4 Pasak	26
2.5 Pulley	27
2.6 Sabuk	29
2.7 Motor Listrik.....	33
2.7.1 Motor Listrik AC.....	34
2.7.2 Motor Listrik DC	35
2.7.3 Daya Motor.....	36
2.7.4 Rendaman Mekanis	37
2.8 Sprocket	38
2.9 Rantai.....	39
2.10 <i>Bearing</i>	41
2.11 Ulir Penekan.....	44
2.12 Sistem Kendali	45
2.13 Proses Pengerolan.....	46
BAB III METODOLOGI	48
3.1 Diagram Alir.....	48
3.2 Studi Literatur	50
3.3 Desain Mesin <i>Bending</i> Pipa Otomatis	51
3.4 Perencanaan dan Perhitungan Alat	53
3.4.1 Perencanaan Alat.....	53
3.4.2 Perhitungan Alat.....	62
3.4.3 Perhitungan Pipa 1,5 Inchi	92
3.5 Proses Fabrikasi Mesin	94
3.5.1 Alat.....	95
3.5.2 Bahan.....	100
3.6 Fabrikasi Mesin	106
3.7 Instalasi Sistem Kendali.....	108

3.8 Uji Coba Mesin	109
3.9 Prosedur Pengujian.....	111
3.9.1 Alat dan Bahan.....	112
3.9.2 Menentukan Dalam Penekanan	113
3.9.3 Melakukan Penekanan Secara Bertahap.....	114
3.9.4 Mengukur Kedalaman Penekanan Secara Bertahap sampai Hasil Akhir	114
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	115
4.1 Hasil Akhir Perancangan dan Fabrikasi.....	115
4.2 Pengambilan Data Pipa 1,5 Inchi	115
4.2.1 Hasil Pengujian Pertama	115
4.2.2 Hasil Pengujian Kedua	116
4.2.3 Hasil Pengujian Ketiga.....	117
4.3 Modul Pengujian	118
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	121
5.1 Kesimpulan	121
5.2 Saran	122
DAFTAR PUSTAKA	124
LAMPIRAN	126

DAFTAR TABEL

Tabel 2.10.1 Tabel Ukuran Bearing	43
Tabel 3.4.1 Pasak	69
Tabel 4.3.1 Tabel Modul Mesin Bending Pipa Adjustable Roller 200 mm	118
Tabel 4.3.2 Tabel Modul Mesin Bending Pipa Adjustment Roller 250 mm	119

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.1 Mesin <i>Bending</i> Pipa Manual	8
Gambar 2.1.2 Mesin <i>Bending</i> Pipa Hidrolik	9
Gambar 2.1.3 Proses <i>Bending</i> Pipa.....	13
Gambar 2.1.4 Grafik Tegangan	16
Gambar 2.1.5 Gaya <i>Bending</i>	19
Gambar 2.2.1 Torsi	24
Gambar 2.3.1 Pasak	26
Gambar 2.4.1 Pulley	28
Gambar 2.5.1 Sabuk.....	29
Gambar 2.6.1 Motor Listrik	33
Gambar 2.7.1 Sprocket.....	39
Gambar 3.3.1 Desain Mesin <i>Bending</i> Pipa	52
Gambar 3.5.1 Las SMAW	95
Gambar 3.5.2 Mesin Bubut	96
Gambar 3.5.3 Kunci Socket	96
Gambar 3.5.4 Mesin Milling	97
Gambar 3.5.5 Mesin Gerinda	97
Gambar 3.5.6 Kunci Pas Ring	98
Gambar 3.5.7 Meteran	99
Gambar 3.5.8 Tang.....	99
Gambar 3.5.9 Frame	100
Gambar 3.5.10 Motor Listrik	101
Gambar 3.5.11 Reducer.....	102
Gambar 3.5.12 Rantai dan Gir.....	102
Gambar 3.5.13 <i>Roller</i>	103
Gambar 3.5.14 Adjustment Roll	103
Gambar 3.5.15 <i>Bearing</i> UCF-206	104
Gambar 3.5.16 <i>Bearing</i> UCT-206.....	105
Gambar 3.5.17 Poros.....	105
Gambar 3.5.18 Step Ulir	106

Gambar 3.6.1 Fabrikasi Rangka Atas	106
Gambar 3.6.2 Fabrikasi Rangka Bawah.....	107
Gambar 3.6.3 Fabrikasi Cover <i>Adjustment</i>	107
Gambar 3.6.4 Hasil Bagian Atas	108
Gambar 3.6.5 Penyelesaian Rangka	108
Gambar 3.9.1 Mesin <i>Bending</i> Pipa	113

DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL

Simbol	Keterangan	Pertama kali muncul Halaman
σ	Tegangan (<i>stress</i>)	17
M	Momen	18
μ	Koefisien Gesek	21
n	Putaran	25
SF	<i>Safety Factor</i>	25
F	Gaya	20
x	Jarak dari titik pusat	32
W	Beban	43
d	Diameter	21
I	Momen Inersia	19
T	Torsi	24
ϕ	Sudut Lilit	31
r	Jari-Jari	17
α	Sudut Kontak	31
P	Daya	32
L	Panjang	30
η	Rendeman Mekanis	39