



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**RANCANG BANGUN MESIN BENDING PIPA GALVANIS 1 ¼ INCI
DENGAN SISTEM ADJUSTABLE ROLLER UNTUK MENCAPAI RADIUS
KELENGKUNGAN 325 MM**

PROYEK AKHIR

**DZAKI KURNIA RAMADHAN
40040221650083**

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

**SEMARANG
JUNI 2026**



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**RANCANG BANGUN MESIN BENDING PIPA GALVANIS 1 ¼ INCI
DENGAN SISTEM ADJUSTABLE ROLLER UNTUK MENCAPI RADIUS
KELENGKUNGAN 325 MM**

PROYEK AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik**

DZAKI KURNIA RAMADHAN

40040221650083

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

SEMARANG

JUNI 2026



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

Jalan Hayam Wuruk No. 3-4
Pleburan, Semarang Kode Pos 50241
Tel./Faks. (024) 8316333
<http://me.vokasi.undip.ac.id>
email: me.vokasi@live.undip.ac.id

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 : DZAKI KURNIA RAMADHAN
NIM : 40040221650083
Tanda Tangan :

Tanggal : 30 Juni 2026



SURAT TUGAS PROYEK AKHIR

No : 464/PA/RPM/V/2025

Dengan ini diberikan Tugas Proyek Akhir untuk mahasiswa berikut :

Nama : Dzaki Kurnia Ramadhan
NIM : 40040221650083
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, 19 Juni 2025
Ketua Prodi Sarjana Terapan
Rekayasa Perancangan Mekanik


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

Tembusan:

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

HALAMAN PENGESAHAN

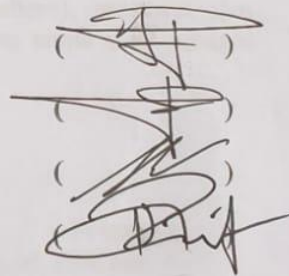
Proyek Akhir ini diajukan oleh :

NAMA : Dzaki Kurnia Ramadhan
NIM : 40040221650083
Program Studi : Rekayasa Perancangan Mekanik
Judul Proyek Akhir : Rancang Bangun Mesin *Bending* Pipa Galvanis 1 ¼ Inchi
dengan Sistem *Adjustable Roller* untuk Mencapai Radius
Kelengkungan 325 mm.

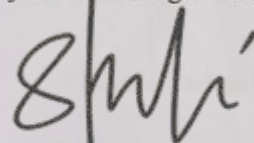
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima
sebagai bagian Persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana
Terapan Teknik (S.Tr.T) pada Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa
Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro

TIM PENGUJI

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



Semarang, 30 Juni 2026
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	: Dzaki Kurnia Ramadhan
NIM	: 40040221650083
Jurusan/Program Studi	: Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik
Departemen	: Teknologi Industri
Fakultas	: Sekolah Vokasi
Jenis Karya	: Proyek Akhir

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

“Rancang Bangun Mesin *Bending* Pipa Galvanis 1 ¼ Inchi dengan Sistem *Adjustable Roller* untuk Mencapai Radius Kelengkungan 325 mm.”

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/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 Juni 2026

Yang menyatakan



(Dzaki Kurnia Ramadhan)

MOTTO

“Berbuat baiklah tanpa menunggu balasan, karena yang membalas adalah Allah.” (Umar Bin Khattab)

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 proposal tugas akhir ini dengan judul Rancang Bangun Mesin *Bending* Pipa Galvanis 1 ¼ Inchi dengan Sistem *Adjustable Roller* untuk Mencapai Radius Kelengkungan 325 mm. sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan studi pada program Studi Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

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. Ir. Budiyo, M.Si. selaku Dekan Sekolah Vokasi dan Ibu Dr. Sri Utami Handayani selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.
2. Dr. Drs. Wiji Mangestiyono, M.T., selaku Dosen Wali yang selalu mendukung, membimbing, mengarahkan dan memberikan nasihat yang membangun penulis.
3. Bapak Drs. Ireng Sigit Atmanto, M.Kes., selaku Dosen Pembimbing Proyek Akhir.
4. Seluruh staf dan dosen Program Studi Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
5. Orang tua tercinta, Bapak Roni Kurstarto dan Ibu Endang Susilowati yang telah menjadi orang tua terhebat serta Affan Kurnia selaku adik penulis yang selalu

memberikan motivasi, nasehat, dan kasih sayang serta dukungan do'a yang takkan bisa penulis balas.

6. Terimakasih kepada keluarga kos Mohoiyo
7. Terima kasih kepada Alin selalu menjadi tempat berkeluh kesah juga telah memberikan dukungan kepada penulis selama melaksanakan maupun penyusunan Laporan Tugas Akhir.
8. Seluruh teman tim proyek akhir rancang bangun mesin *roll bending* pipa.
9. Terima kasih kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis baik dalam pelaksanaan maupun dalam hal penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.

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

Penulis berharap, semoga semua pihak yang telah memberikan bantuan, diberi balasan kebajikan. Amin. Semoga laporan ini bisa bermanfaat bagi penulis sendiri khususnya dan para pembaca secara umum, baik dari kalangan akademis maupun yang lain.

Semarang, 29 Juni 2026

Dzaki Kurnia Ramadhan

ABSTRAK

RANCANG BANGUN MESIN BENDING PIPA GALVANIS 1 ¼ INCI DENGAN SISTEM ADJUSTABLE ROLLER UNTUK MENCAPAI RADIUS KELENGKUNGAN 325 MM

Dalam industri manufaktur, kebutuhan akan berbagai komponen berbentuk pipa semakin meningkat, terutama di bidang konstruksi, otomotif, dan permesinan. Proses bending atau pembengkokan pipa logam menjadi tahapan krusial untuk menghasilkan bentuk dan dimensi yang diinginkan, namun tantangan seperti akurasi geometri dan efisiensi produksi masih perlu diatasi. Peningkatan kebutuhan industri akan komponen pipa berpresisi menuntut pengembangan mesin bending yang efisien. Proyek ini berfokus pada pengembangan mesin bending pipa sebelumnya dengan mengoptimalkan sistem adjustment roller samping berbasis ulir presisi untuk pengaturan radius kelengkungan. Mesin ini ditujukan untuk efisiensi proses bending pipa 1 ¼ inci dengan panjang 2500 mm guna mencapai radius kelengkungan 325 mm serta mendukung fasilitas pembelajaran dan referensi pengembangan lebih lanjut. Metode perancangan meliputi studi literatur, desain 3D (SolidWorks), perhitungan mekanis (gaya, torsi, transmisi, poros), fabrikasi, dan uji performa. Perhitungan mekanis mencakup penentuan daya motor, transmisi (pulley, V-belt, gearbox, rantai), dan elemen pendukung utama. Prototipe mesin bending semi-otomatis dengan pengatur roller ulir telah terwujud dan berhasil diuji. Mesin ini mampu memproses pipa galvanis 1 ¼ inci pada berbagai variasi panjang dan pengaturan kedalaman penekanan untuk mencapai diameter kelengkungan yang ditargetkan. Hasil pengujian terbaik menunjukkan kelengkungan dengan diameter sekitar 650 mm (radius 325 mm) dicapai dalam waktu 180 detik menggunakan pengaturan jarak roller 150 mm. Analisis menunjukkan perubahan adjustment roller terhadap radius kelengkungan bersifat eksponensial. Mesin ini terbukti mampu beroperasi sesuai spesifikasi pipa 1 ¼ inci dan layak menjadi alat peraga praktikum. Disarankan pengembangan sistem kontrol otomatis penuh dan analisis kelelahan material untuk meningkatkan usia pakai mesin.

Kata kunci : mesin bending pipa, roller adjustment, pipa galvanis

ABSTRACT

DESIGN OF A 1 ¼ INCH GALVANIZED PIPE BENDING MACHINE WITH AN ADJUSTABLE ROLLER SYSTEM TO ACHIEVE A CURVATURE OF 325 MM IN RADIUS

In the manufacturing industry, the demand for various pipe-shaped components is on the rise, particularly in the construction, automotive, and machining sectors. The process of bending metal pipes is a crucial step in achieving the desired shape and dimensions; however, challenges such as geometric accuracy and production efficiency still need to be addressed. The increasing industrial demand for precision pipe components requires the development of an efficient pipe bending machine. This project focuses on improving a previous pipe bending machine by optimizing a precision threaded side roller adjustment system to regulate the bending radius. The machine is intended to improve the efficiency of bending 1¼ inch pipes with a length of 2500 mm to achieve a bending radius of 325 mm, while also supporting learning facilities and further development references. The design method includes literature study, 3D design using SolidWorks, mechanical calculations (force, torque, transmission, and shaft), fabrication, and performance testing. Mechanical calculations include determining motor power, transmission components (pulley, V-belt, gearbox, and chain), and the main supporting elements. A semi-automatic pipe bending machine prototype with a threaded roller adjustment system was successfully developed and tested. The machine is capable of processing 1¼ inch galvanized pipes with various length variations and pressing depth settings to achieve the targeted bending diameter. The best result test results showed that a bending diameter of approximately 650 mm (325 mm radius) was achieved within 180 seconds using a roller distance setting of 150 mm. The analysis showed that changes in roller adjustment on the bending radius were exponential. The machine proved capable of operating according to the specifications for 1¼ inch pipes and is suitable as a practical learning tool. Further development of a fully automatic control system and material fatigue analysis is recommended to improve the machine's service life.

Keywords : pipe bending machine, roller adjustment, galvanized pipe

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	i
SURAT TUGAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
MOTTO	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan	3

1.5	Manfaat	3
1.6	Luaran	4
1.7	Sistematika Penulisan Laporan	4
1.7.1	Pendahuluan	4
1.7.2	Tinjauan Pustaka	4
1.7.3	Metodologi	5
1.7.4	Hasil dan Pembahasan	5
1.7.5	Kesimpulan dan Saran	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA		6
2.1	Pipa	6
2.2	Mesin Bending Pipa	7
2.2.1	Mesin Bending Pipa Terdahulu	7
2.3	Perancangan Mesin Bending Pipa Otomatis	10
2.3.1	Mekanika Kekuatan Bahan	10
2.3.2	Momen Inersia	12
2.3.3	Momen Tahanan	14
2.3.4	Tegangan	16
2.3.5	Gaya dan Torsi	18
2.4	Motor Listrik	19
2.5	Reducer Gearbox	20
2.6	Sistem transmisi penggerak	21
2.6.1	Sprocket	21
2.6.2	Rantai (<i>Chain</i>)	23
2.6.3	Ukuran rantai	24
2.7	Perencanaan Sabuk V-Belt	26
2.7.1	Dimensi <i>V-Belt</i>	26
2.7.2	Panjang Keliling <i>V-Belt</i>	28
2.7.3	Kecepatan <i>V-Belt</i>	28
2.7.4	Menentukan <i>V-Belt</i>	29
2.7.4	Rasio Sudut Kontak	30
2.7.5	Rasio Tegangan	31
2.7.6	Menentukan Jumlah <i>V-belt</i>	33
2.8	Perencanaan Poros	35
2.9	Pasak	38
2.9.1	Pasak Benam Persegi Panjang	38

2.9.2	Tegangan Geser Aktual Pasak.....	39
2.9.3	Tegangan geser izin	40
2.9.4	Panjang Alur pasak.....	41
2.10	Perencanaan Ulir Penekan	42
2.10.1	Bahan Ulir	46
2.10.2	Diameter Rencana Ulir Penekan.....	47
2.10.3	Beban ekuivalen dinamis	48
2.10.4	Momen Torsi	49
2.10.5	Beban Angkat ulir.....	49
2.10.6	Tegangan principal maksimum Mur dan Baut	50
2.11	Perencanaan Pulley.....	50
2.11.1	Rasio Pulley.....	51
2.11.2	Diameter Minimum Pulley.....	52
2.12	Bantalan	53
2.12.1	Faktor kecepatan Putaran Bantalan (F_n)	54
2.12.2	Faktor umur bantalan	54
2.12.3	Umur Nominal Bantalan	55
2.12.4	Faktor Keandalan Umur Bantalan	55
2.13	Three Roller Bending	56
2.13.1	Analisis hubungan antara tekanan dan radius molding	57
2.14	Saklar	60
BAB III METODE PENELITIAN		62
3.1	Diagram Alir Pelaksanaan Proyek Akhir	62
3.2	Metode Pengumpulan Data.....	63
3.2.1	Studi Literatur	63
3.2.2	Wawancara.....	63
3.2.3	Observasi Lapangan	63
3.2.4	Analisis Data	63
3.3	Perancangan Mesin.....	64
3.4	Perencanaan Alat.....	67
3.4.1	Dasar-dasar perancangan Mesin Bending Pipa.....	67
3.4.2	Analisis Gaya dan Torsi 2 Inchi.....	70
3.4.3	Perencanaan dan Perhitungan Pengerolan	72
3.4.4	Daya Rencana Motor	75
3.4.5	Perencanaan Poros.....	77

3.4.6	Perhitungan Pasak	80
3.4.7	Perhitungan Sprocket.....	83
3.4.8	Perencanaan Rantai.....	86
3.4.9	Perencanaan Belt	88
3.4.10	Bantalan	97
3.4.11	Perencanaan Ulir Penekan.....	101
3.5	Proses Pembuatan Alat / Manufaktur	103
3.5.1	Alat	103
3.5.2	Bahan	107
3.5.3	Tahapan Fabrikasi	111
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		116
4.1	Hasil Perancangan Mesin Bending Pipa	116
4.1.1	Cara Kerja Mesin.....	117
4.2	Pengujian	118
4.2.1	Prosedur Pengujian	119
4.3	Data Hasil Pengujian	120
4.4	Analisis Hasil Pengujian pipa 1 ¼ Inch.....	125
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		128
5.1	Kesimpulan	128
5.2	Saran	129
LAMPIRAN LAMPIRAN		131
DAFTAR PUSTAKA		134

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mesin Bending Pipa Manual	7
Gambar 2. 2 Mesin Bending Pipa Hidrolik	8
Gambar 2. 3 Ilustrasi Gaya yang Bekerja	11
Gambar 2. 4 Luas Penampang Pipa	13
Gambar 2. 5 Torsi Pada Roller	18
Gambar 2. 6 Motor Listrik AC	20
Gambar 2. 7 Gearbox WPA 70.....	20
Gambar 2. 8 V-Belt Mistuboshi	26
Gambar 2. 9 Konstruksi dan Dimensi V-Belt	26
Gambar 2. 10 Dimensi Untuk Standar V-Belt	27
Gambar 2. 11 Ukuran Penampang V-Belt	27
Gambar 2. 12 Diagram Pemilihan V-Belt	27
Gambar 2. 13 Diagram Pemilihan V-Belt	28
Gambar 2. 14 Pasak Benam	39
Gambar 2. 15 Ulir Trapesium.....	43
Gambar 2. 16 Ilustrasi Gaya yang bekerja	49
Gambar 2. 17 Bearing ASB UCT-206.....	53
Gambar 2. 18 Bearing ASBUCF-206	53
Gambar 2. 19 Ilustrasi <i>Three roller bending</i>	57
Gambar 2. 20 Saklar Cam Starter	60
Gambar 3. 1 Desain Mesin Bending Pipa	65
Gambar 3. 2 Ilustrasi Gaya Bending.....	67
Gambar 3. 3 Torsi Pada Roller	70
Gambar 3. 4 Ilustrasi Dimensi Roller	71
Gambar 3. 5 Ilustrasi Sistem Penggerak Mesin Bending Pipa	73
Gambar 3. 6 Ilustrasi Pulley penggerak dan yang digerakkan	74

Gambar 3. 7 Pasak	80
Gambar 3. 8 Sprocket	83
Gambar 3. 9 Perhitungan Belt	88
Gambar 3. 10 Mesin Las SMAW	104
Gambar 3. 11 Mesin Gerinda	104
Gambar 3. 12 Mesin Bor	105
Gambar 3. 13 Palu	105
Gambar 3. 14 Mesin Bubut	106
Gambar 3. 15 Jangka Sorong	106
Gambar 3. 16 Meteran	107
Gambar 3. 17 Kunci Ring Pas	107
Gambar 3. 18 Besi UNP 80 x 40 mm (tebal 2 mm)	108
Gambar 3. 19 Gearbox type WPA 70 (rasio 1:60)	108
Gambar 3. 20 Motor Listrik	108
Gambar 3. 21 Pulley dan Belt.....	109
Gambar 3. 22 Bearing pillow block (as 30 mm)	109
Gambar 3. 23 Ash Besi ST 40 dan ST 60	110
Gambar 3. 24 Belt	110
Gambar 3. 25 Rantai	111
Gambar 3. 26 Perakitan Besi UNP	112
Gambar 3. 27 Pengelasan pla Adjustment	112
Gambar 3. 28 Pengelasan komponen mekanis	113
Gambar 3. 29 Pengecetan komponen mekanis.....	113
Gambar 3. 30 Pembubutan poros dan roller	114
Gambar 3. 31 Pemasangan sistem ulir daya.....	114
Gambar 3. 32 Pemasangan motor dan sistem transmisi.....	115
Gambar 4. 1 Hasil Perancangan Hasil Bending Pipa.....	116
Gambar 4. 2 Hasil Pengujian Pipa	120
Gambar 4. 3 Hasil Jarak Vertikal Roller dan Jarak Adjusment	120

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Faktor Faktor Koreksi Daya dan Transmisi.....	19
Tabel 2. 2 Ukuran Standar Rantai.....	24
Tabel 2. 3 <i>Faktor Koreksi Sudut ($C\theta$)</i>	29
Tabel 2. 4 <i>Daya Nominal per Belt (P_n)</i>	29
Tabel 2. 5 <i>Faktor Koreksi Panjang Belt (CL)</i>	29
Tabel 2. 6 Nilai Koefisien Gesek.....	31
Tabel 2. 7 Faktor Koreksi Sudut($C\theta$).....	33
Tabel 2. 8 Daya Nominal per Belt(P_n)	33
Tabel 2. 9 Faktor Koreksi Panjang Belt.....	33
Tabel 2. 10 Standar baja panduan untuk poros.....	35
Tabel 2. 11 Standar Baja	36
Tabel 2. 12 Tegangan Geser Izin.....	39
Tabel 2. 13 Bahan Ulir	43
Tabel 2. 14 Tegangan principal maksimum Mur dan Baut.....	49
Tabel 2. 15 Tegangan principal maksimum Mur dan Baut.....	49
Tabel 2. 16 Diameter Minimum Pulley yang dianjurkan.....	51
Tabel 2. 17 Diameter Minimum Pulley yang dianjurkan.....	51
Tabel 2. 18 Spesifikasi Bearing <i>ASB UCF206</i>	52
Tabel 2. 19 Umur Bantalan	54
Tabel 2.20 Faktor Keandalan Bearing	55
Tabel 3. 1 Bagian Mesin Bending Pipa.....	66
Tabel 3. 2 Data Randemen Mekanis	76
Tabel 3. 3 Ukuran Pulley	93
Tabel 3. 4 Faktor Koreksi Sudut ($C\theta$).....	96
Tabel 3. 5 Daya Nominal per Belt (P_n)	96
Tabel 3. 6 Faktor Koreksi Panjang Belt (CL)	96
Tabel 4. 1 Keterangan Mesin Bending Pipa.....	117
Tabel 4. 2 Data Aktual Pengujian Pipa	121
Tabel 4. 3 Analisis Hasil Pengujian Pipa 1 ¼ inci.....	125

DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL

Simbol	Keterangan	Pertama Kali Muncul Halaman
F	Gaya	11
L	Panjang Penampang	11
M_{maks}	Momen maksimum	12
d_{in}	diameter dalam pipa	12
d_{out}	diameter luar pipa	12
F_s	Gaya Gesek	13
μ_s	Koefisien Gesek	13
r	Jari-jari roller (mm)	13
T	Torsi (Kg.mm)	13
P	Daya (Watt)	14
n	Putaran Motor Listrik yang direncanakan (rpm)	14
P_d	Daya Rencana (kW)	14
F_c	Faktor koreksi	14
p	Pitch	18
Z_2	Jumlah gigi sprocket	20