

**PROSES PENGUJIAN LENGKUNG ALAT BENDING PIPA
HIDROLIK DENGAN VARIASI DIAMETER PIPA 1 INCI, $\frac{3}{4}$
INCI, $\frac{1}{2}$ INCI, $\frac{3}{8}$ INCI, $\frac{5}{16}$ INCI, $\frac{1}{4}$ INCI**



**Universitas
Harkat Negeri**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Studi
Pada Program Studi D3 Teknik Mesin

Oleh:

NAMA : Yuris Aliga Pratama

NIM : 23020038

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN
FAKULTAS SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS HARKAT NEGERI**

2026

HALAMAN PERSETUJUAN
TUGAS AKHIR (TA)

PROSES PENGUJIAN LENGKUNG ALAT BENDING PIPA
HIDROLIK DENGAN VARIASI DIAMETER PIPA 1 INCI, ¾
INCI, ½ INCI, 3/8 INCI, 5/16 INCI, ¼ INCI

Sebagai salah satu syarat untuk melaksanakan Tugas Akhir

Oleh:

Nama : Yuris Aliga Pratama

NIM : 23020038

Universitas
Harkat Negeri
Tegal, 17 Juli 2026

Menyetujui,

Pembimbing I



Amin Nur Akhmadi, M.T
NIDN. 0622048302

Pembimbing II



Faqih Fatkhurrozak, M.T
NIDN. 0616079002

HALAMAN PENGESAHAN
TUGAS AKHIR (TA)

PROSES PENGUJIAN LENGKUNG ALAT BENDING PIPA
HIDROLIK DENGAN VARIASI DIAMETER PIPA 1 INCI, ¾
INCI, ½ INCI, 3/8 INCI, 5/16 INCI, ¼ INCI

Oleh:

Nama : Yuris Aliga Pratama

NIM : 23020038

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian
persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Ahi Madya Teknik pada
Program Studi Diploma III Teknik Mesin, Universitas Harkat Negeri

Tim Penguji,

Ketua Penguji	:	Syarifudin, M.T NIDN. 0627068803
Anggota Penguji I	:	Andre Budhi Hendrawan, M.T NIDN. 0607128303
Anggota Penguji II	:	Amin Nur Akhmadi, M.T NIDN. 0622048302



Tegal 28 Agustus 2026

Menyetujui,

Sekolah Vokasi
Dekan,

Program Studi Diploma III Teknik Mesin
Ketua Program Studi,


Dr. apt. Heru Nurcahyo, S.Farm, M.Sc
NIPY. 10.007.038


M. Khumaidi Usman, M.Eng
NIPY. 01.015.263

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yuris Aliga Pratama

NIM : 23020038

Judul : PROSES PENGUJIAN LENGKUNG ALAT BENDING PIPA
HIDROLIK DENGAN VARIASI DIAMETER PIPA 1 INCI, $\frac{1}{4}$ INCI, $\frac{1}{2}$
INCI, $\frac{3}{8}$ INCI, $\frac{5}{16}$ INCI, $\frac{1}{4}$ INCI

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini merupakan karya ilmiah hasil pemikiran sendiri secara orisinil dan saya susun secara mandiri dengan tidak melanggar kode etik hak karya cipta. Laporan Tugas Akhir ini juga bukan merupakan karya yang pernah di ajukan untuk memperoleh gelar akademik tertentu suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis di acu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari ternyata Laporan Tugas Akhir ini terbukti melanggar kode etik karya cipta atau merupakan karya yang dikategorikan mengandung unsur plagiarisme, maka saya bersedia untuk melakukan penelitian baru dan menyusun laporan sebagai Laporan Tugas Akhir sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan sesungguhnya.

Tegal, 3 September 2026

Yang Membuat Pernyataan,



Yuris Aliga Pratama
NIM. 23020038

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA TULIS
ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Harkat Negeri, saya bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yuris Aliga Pratama
NIM : 23020038
Jurusan/Program Studi : Diploma III Teknik Mesin
Jenis Karya : Karya Tulis Ilmiah

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Harkat Negeri **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

" PROSES PENGUJIAN LENGKUNG ALAT BENDING PIPA HIDROLIK DENGAN VARIASI DIAMETER PIPA 1 INCI, ¾ INCI, ½ INCI, 3/8 INCI, 5/16 INCI, ¼ INCI "

Beserta perangkat yang ada jika diperlukan. Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Harkat Negeri Tegal berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis, pencipta dan pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat : Tegal

Pada tanggal : 3 September 2026

Yang Menyatakan,



Yuris Aliga Pratama
NIM. 23020038

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO:

“ Ibu tidak pernah menuntut anaknya sukses di usia muda tetapi anak mana yang tidak pengen sukses muda bersama ibu”

PERSEMBAHAN:

Laporan Tugas Akhir ini saya persembahkan dengan penuh rasa syukur dan hormat kepada:

1. Allah swt atas segala rahmat, kekuatan, dan rida-mu yang senantiasa menyertai setiap langkah perjuangan saya hingga akhir.
2. Kedua orang tua tercinta, sebagai bentuk bakti, terima kasih, dan rasa hormat atas segala doa yang tak pernah putus, kasih sayang, serta pengorbanan material maupun spiritual yang luar biasa hingga saya dapat menyelesaikan studi ini.
3. Program Studi D3 Teknik Mesin Universitas Harkat Negeri, tempat saya menimba ilmu dan membentuk karakter.
4. Dosen Pembimbing, yang telah sabar memberikan arahan, bimbingan, dan ilmu yang sangat berharga dalam penyusunan tugas akhir ini.
5. Almamater kebanggaan saya, Universitas Harkat Negeri, tempat saya tumbuh dan belajar menjadi insan yang lebih baik.

ABSTRAK

PROSES PENGUJIAN LENGKUNG ALAT BENDING PIPA HIDROLIK DENGAN VARIASI DIAMETER PIPA 1 INCI, $\frac{3}{4}$ INCI, $\frac{1}{2}$ INCI, $\frac{3}{8}$ INCI, $\frac{5}{16}$ INCI, $\frac{1}{4}$ INCI

Dibuat oleh:

YURIS ALIGA PRATAMA

NIM : 23020038

Pengujian lengkung pipa menggunakan alat bending pipa hidrolik manual dilakukan untuk mengetahui kemampuan komponen lock pin dalam menahan beban tekan, gaya geser, dan momen bending selama proses pembengkokan, serta untuk mengetahui pengaruh variasi diameter pipa terhadap sudut lengkung yang dihasilkan. Penelitian dilakukan dengan metode eksperimen langsung menggunakan pipa baja hitam dengan enam variasi diameter, yaitu Ø1 inci, Ø3/4 inci, Ø1/2 inci, Ø3/8 inci, Ø5/16 inci, dan Ø1/4 inci, masing-masing dengan panjang 57 cm dan diuji sebanyak tiga kali pengulangan. Parameter yang diamati adalah sudut lengkung sisi dalam dan sisi luar hasil pembengkokan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai rata-rata sudut luar pada keenam variasi pipa berkisar antara 40° sampai 47°, sedangkan sudut dalam berkisar antara 35° sampai 47°, dengan sudut sisi luar yang pada umumnya lebih besar dibandingkan sudut sisi dalam akibat perbedaan distribusi tegangan tarik dan tekan pada proses bending. Perbedaan sudut yang paling besar terjadi pada pipa berdiameter terkecil dan berdinding paling tipis, yang menunjukkan bahwa semakin tipis dinding pipa terhadap diameternya, semakin besar kecenderungan terjadinya deformasi yang tidak simetris. Seluruh proses pengujian dapat diselesaikan tanpa terjadi kegagalan pada lock pin, yang menunjukkan bahwa komponen tersebut mampu menahan beban bending berulang pada berbagai ukuran diameter pipa. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa alat bending pipa hidrolik manual memiliki kinerja yang baik dan layak digunakan sebagai alat pembentuk pipa pada kegiatan praktikum maupun fabrikasi.

Kata kunci: bending pipa, lock pin, pipa baja hitam, sudut lengkung, pengujian lengkung

ABSTRACT

BENDING TEST PROCESS FOR A HYDRAULIC PIPE BENDING MACHINE USING PIPE DIAMETERS OF 1 INCH, $\frac{3}{4}$ INCH, $\frac{1}{2}$ INCH, $\frac{3}{8}$ INCH, $\frac{5}{16}$ INCH, AND $\frac{1}{4}$ INCH

Organized by:

YURIS ALIGA PRATAMA

NIM: 23020038

A bend test on pipes using a manual hydraulic pipe bending tool was carried out to determine the ability of the lock pin to withstand compressive force, shear force, and repeated bending moment during the bending process, and to determine the effect of pipe diameter variation on the resulting bend angle. The research was conducted using a direct experimental method on black steel pipes with six diameter variations, namely Ø1 inch, Ø3/4 inch, Ø1/2 inch, Ø3/8 inch, Ø5/16 inch, and Ø1/4 inch, each 57 cm long and tested with three repetitions. The observed parameters were the inner and outer bend angles of the bending results. The test results show that the average outer angle for the six pipe variations ranged from 40° to 47°, while the inner angle ranged from 35° to 47°, with the outer angle generally larger than the inner angle due to the different tensile and compressive stress distribution during the bending process. The largest angle difference occurred in the smallest-diameter and thinnest-walled pipe, indicating that the thinner the pipe wall relative to its diameter, the greater the tendency for asymmetric deformation. All tests were completed without any failure of the lock pin, showing that the component is able to withstand repeated bending loads across various pipe diameters. These results indicate that the manual hydraulic pipe bending tool performs well and is suitable for use as a pipe-forming tool in both practicum and fabrication activities.

Keywords: pipe bending, lock pin, black steel pipe, bend angle, bend testing

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayah-nya, sehingga saya dapat melewati masa studi dan menyelesaikan Tugas Akhir yang merupakan tahap akhir dari proses untuk memperoleh gelar Ahli Madya Teknik Mesin di Program Studi DIII Teknik Mesin Universitas Harkat Negeri.

Keberhasilan saya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan orang-orang yang dengan segenap hati memberikan bantuan, bimbingan dan dukungan, baik moral maupun material. Dalam kesempatan ini saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Sudirman Said, Ak., M.B.A. selaku Direktur Universitas Harkat Negeri.
2. Bapak M. Khumaidi Usman, M.Eng. selaku Kctua Program Studi DIII Teknik Mesin Universitas Harkat Negeri.
3. Bapak Amin Nur Akhmadi, M.T. selaku Dosen Pembimbing I.
4. Bapak Fakhri Fathurrozaq, M.T. selaku Dosen Pembimbing II.
5. Bapak, ibu, keluarga dan teman-teman yang telah memberikan dorongan, doa dan semangat.

Saya menyadari bahwa dalam menulis Tugas Akhir ini terdapat kekurangan dan keterbatasan, oleh karena itu kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk kesempurnaan dan kemajuan saya dimasa yang akan datang sangat diharapkan. Akhir kata saya berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi seluruh pembaca.

Tegal, 3 September 2026



Yuris Aliga Pratama
NIM. 23020038

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR (TA).....	ii
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR (TA).....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA TULIS ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	v
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan.....	4
1.5 Manfaat.....	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II LANDASAN TEORI.....	6
2.1 Pengertian Pembengkokan Pipa (Bending)	6
2.1.1 Jenis material pipa	7
2.1.2 Metode pembengkokan pipa manual	11

2.1.3 Sistem Hidrolik	12
2.2 Alat Bending Pipa Hidrolik Manual.	13
2.3 Macam-macam jenis Alat Bending Pipa Hidrolik.....	14
2.3.1 Alat Bending Pipa Hidrolik Manual	14
2.3.2 Alat Bending Pipa Hidrolik Semi-Otomatis	15
2.3.3 Alat Bending Pipa Hidrolik Otomatis <i>CNC</i>	15
2.3.6 Hidrolik <i>Mandrel Pipe Bender</i>	16
2.3.4 Portable Hidrolik Pipe Bender	16
2.3.5 Hidrolik <i>Rotary Draw Bender</i>	17
2.4 Nama-nama komponen pada alat pembengkok pipa hidrolik	18
2.4.1 Rangka (<i>Frame</i>)	18
2.4.2 Dongkrak Hidrolik	19
2.4.3 Silinder Hidrolik	19
2.4.4 Piston atau Ram	20
2.4.5 Tuas Pompa Hidrolik	20
2.4.6 Cetakan Pembengkok (<i>Bending Die</i>).....	21
2.4.7 Roller atau Penyangga Pipa	21
2.4.8 Pin Pengunci (<i>Lock Pin</i>)	22
2.4.9 Pegas Pengembali (<i>Return Spring</i>)	22
2.4.10 Tangki Oli Hidrolik.....	23
2.4.11 Katup Pelepas Tekanan (<i>Release Valve</i>).....	23
2.4.12 Selang dan Saluran Hidrolik	24
2.5 Deformasi pada Pembebanan Bending.....	24
2.6 Pengujian Lengkung	25
BAB III METODELOGI PENELITIAN	27

3.1 Diagram Alur Penelitian	27
3.2 Metode Pengumpulan Data.....	27
3.3 Prosedur Pengumpulan Data.....	28
3.4 Alat Dan Bahan.....	28
3.4.1 Alat.....	28
3.4.2 Bahan	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAAN	32
4.1 Alat Bending Pipa Hidrolik	32
4.2 Pipa Baja Hitam.....	33
4.3 Proses Pengujian Lengkung.....	34
4.3.1 Pipa Ukuran $\varnothing 1$ inci	38
4.3.2 Pipa Ukuran $\varnothing 3/4$ inci	39
4.3.3 Pipa Ukuran $\varnothing 1/2$ inci	39
4.3.4 Pipa Ukuran $\varnothing 3/8$ inci	40
4.3.5 Pipa Ukuran $\varnothing 5/16$ inci	41
4.3.6 Pipa Ukuran $\varnothing 1/4$ inci	42
4.4 Hasil uji lengkung.....	42
4.5 Pembahasan Hasil Uji Lengkung	48
4.5.1 Pipa ukuran $\varnothing 35$	49
4.5.2 Pipa ukuran $\varnothing 25$	50
4.5.3 Pipa ukuran $\varnothing 22$	51
4.5.4 Pipa ukuran $\varnothing 17$	51
4.5.5 Pipa ukuran $\varnothing 14$	52
4.5.6 Pipa ukuran $\varnothing 12$	53
BAB V PENUTUP.....	55

5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN.....	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pembengkokan Pipa (Bending).....	6
Gambar 2.2 Pipa Baja Karbon	7
Gambar 2.3 Pipa Baja Tahan Karat.....	8
Gambar 2.4 Pipa Besi Cor.....	8
Gambar 2.5 Pipa Tembaga.....	9
Gambar 2.6 Pipa Aluminium	9
Gambar 2.7 Pipa PVC	10
Gambar 2.8 Pipa CPVC	10
Gambar 2. 9 Pipa HDPE	11
Gambar 2. 10 Pipa Galvanis	11
Gambar 2. 11 Pembengkokan Pipa Manual.....	12
Gambar 2. 12 Sistem Hidrolik	13
Gambar 2. 13 Bending Pipa Hidrolik Manual	13
Gambar 2.14 Alat Bending Pipa Hidrolik Manual.....	14
Gambar 2.15 Alat Bending Pipa Hidrolik Semi-Otomatis.....	15
Gambar 2.16 Alat Bending Pipa Hidrolik Otomatis <i>CNC</i>	16
Gambar 2.17 Hidrolik Mandrel Pipe Bender	16
Gambar 2.18 Portable Hidrolik Pipe Bender	17
Gambar 2.19 Hidrolik rotary draw bender	17
Gambar 2.20 Rangka.....	18
Gambar 2.21 Dongkrak Hidrolik	19
Gambar 2.22 Silinder Hidrolik.....	19
Gambar 2.23 Piston.....	20
Gambar 2.24 Tuas Pompa Hidrolik	20
Gambar 2.25 Cetakan Bending <i>Die</i>	21
Gambar 2.26 Roller.....	21
Gambar 2.27 <i>Lock Pin</i>	22
Gambar 2.28 Return Spring	22
Gambar 2. 29 Tangki Oli Hidrolik.....	23

Gambar 2.30 Katup Pelepas Tekanan	23
Gambar 2.31 Selang Hidrolik	24
Gambar 2.32 Deformasi Elastis	25
Gambar 2. 33 Pengujian Lengkung.....	26
Gamabar 3.1 Diagram Alur Penelitian.....	27
Gamabar 3.2 Bending pipa hidrolik manual	29
Gamabar 3.3 Jangka sorong	29
Gamabar 3.4 Palu	30
Gamabar 3.5 Protractor	30
Gamabar 3.6 Meteran.....	31
Gamabar 3.7 Pipa baja karbon	31
Gambar 4.1 Alat bending pipa hidrolik.....	32
Gambar 4.2 Pipa baja hitam	33
Gambar 4.3 Alat bending pipa hidrolik manual.....	34
Gambar 4.4 pemasangan dies (cetakan).....	34
Gambar 4.5 pemasangan lock pin	35
Gambar 4. 6 Pemasangan benda uji	35
Gambar 4.7 Penyenteran pipa	36
Gambar 4.8 Penekanan pipa.....	36
Gambar 4.9 Hasil pipa saat belum di copot	37
Gambar 4.10 Pemutaran tuas pada hidrolik	37
Gambar 4.11 Hasil pengujian lengkung.....	37
Gambar 4.12 Pipa Ukuran $\varnothing 1$ inci.....	38
Gambar 4.13 Pipa Ukuran $\varnothing 3/4$ inci	39
Gambar 4.14 Pipa Ukuran $\varnothing 1/2$ inci	40
Gambar 4.15 Pipa Ukuran $\varnothing 3/8$ inci	41
Gambar 4.16 Pipa Ukuran $\varnothing 5/16$ inci	42
Gambar 4.17 Pipa Ukuran $\varnothing 1/4$ inci	43
Gambar 4.18 Uji legkung.....	44
Gambar 4.19 Hasil Lobang Uk 1 dan 2 $\varnothing 35$	49
Gambar 4.20 Lobang Uk 1-4 $\varnothing 25$	50

Gambar 4.21 Lobang Uk 1-3 $\varnothing 22$	51
Gambar 4.22 Lobang Uk 1-4 $\varnothing 17$	52
Gambar 4.23 Lobang Uk 2-5 $\varnothing 14$	53
Gambar 4.24 Lobang Uk 3-6 $\varnothing 12$	54

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 3 Hasil tabel uji lengkung dengan ukuran pipa 35,05 mm	44
Tabel 4. 4 Hasil tabel uji lengkung dengan ukuran pipa 25,38 mm	45
Tabel 4. 5 Hasil tabel uji lengkung dengan ukuran pipa 22,30 mm	46
Tabel 4. 6 Hasil tabel uji lengkung dengan ukuran pipa 17,50 mm	46
Tabel 4. 7 Hasil tabel uji lengkung dengan ukuran pipa 14,35 mm	47
Tabel 4. 8 Hasil tabel uji lengkung dengan ukuran pipa 12,86 mm	48