

TUGAS SARJANA
KONTRUKSI DAN MANUFAKTUR
PENGARUH UKURAN DIAMETER TERHADAP TEGANGAN
KRITIKAL PADA SILINDER MELINGKAR BAHAN
TEMBAGA YANG DITEKAN STATIK

*Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T)
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun oleh :

YONGKI SIMBOLON
1207230191



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018

LEMBAR PENGESAHAN- I

TUGAS SARJANA
KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR

PENGARUH UKURAN DIAMETER TERHADAP TEGANGAN
KRITIKAL PADA SILINDER MELINGKAR BAHAN
TEMBAGA YANG DITEKAN STATIK

Disusun Oleh :

YONGKI SIMBOLON

1207230191

Disetujui Oleh :

Pembimbing I

of 18/10/18

Pembimbing II

Khairul Umurani

(Rahmatullah.S.T.M.Sc)

(Khairul Umurani.S.T.M.T)

Diketahui Oleh :

Ka. Program Studi Teknik Mesin

Affandi

(Affandi, S.T.,M.T)

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018

LEMBAR PENGESAHAN- II

**TUGAS SARJANA
KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR**

**PENGARUH UKURAN DIAMETER TERHADAP TEGANGAN
KRITIKAL PADA SILINDER MELINGKAR BAHAN
TEMBAGA YANG DITEKAN STATIK**

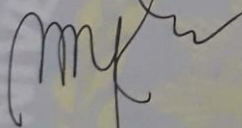
Disusun Oleh

YONGKI SIMBOLON

1207230191

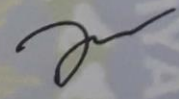
Telah diperiksa dan diperbaiki
Pada seminar tanggal 20 Agustus 2018

Pembanding-I



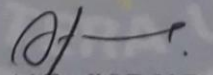
(M. Yani.S.T.,M.T)

Pembanding-II



(Bekt Suroso.S.T.,M.Eng)

Diketahui Oleh :
Ka.Program Studi Teknik Mesin



(Affandi.S.T.,M.T)

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIFERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018**



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Pusat Administrasi: Jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Telp. (061) 6611233 – 6624567 –
6622400 – 6610450 – 6619056 Fax. (061) 6625474 Medan 20238
Website : <http://www.umsu.ac.id>

3. merupakan surat ini agar dibuktikan
sebelum dan tenggalnya

DAFTAR SPESIFIKASI
TUGAS SARJANA

Nama Mahasiswa : Yongki Simbolon
NPM : 120720191
Semester : XI (Sebelas)
SPESIFIKASI :

Pengaruh Ukuran Diameter Terhadap Tegangan Kritisal Pada Silinder Melingkar

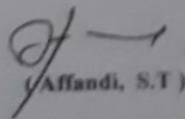
Bahan Tembaga Yang Ditekan Secara Statik

Diberikan Tanggal : 14 Juni - 2017
Selesai Tanggal : 13 Oktober - 2017
Asistensi : Pemrograman
Tempat Asistensi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

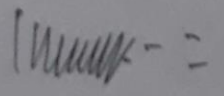
Medan, 14 Juni 2017

Diketahui oleh :

Ka. Program Studi Teknik Mesin


(Affandi, S.T)

Dosen Pembimbing - I


(Rahmatullah, S.T., M.Sc)



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Pusat Administrasi: Jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Telp. (061) 6611233 - 6624567 -
6622400 - 6610450 - 6619056 Fax. (061) 6625474 Medan 20238
Website : <http://www.umsu.ac.id>

DAFTAR HADIR ASISTENSI
TUGAS SARJANA

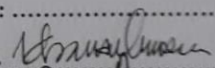
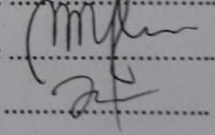

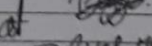

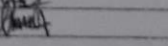


NAMA : Yongki Simbolon
NPM : 1207230191

PEMBIMBING - I : Rahmatullah, S.T.,M.sc.
PEMBIMBING - II : Khairul Umurani, S.T.,M.T

NO	Hari / Tanggal	Uraian	Paraf
	14 Juni 2017	- Pemberian spesifikasi tugas	e
	13 Juli 2017	- Perbincangan mengenai penelitian	e
	09 Agustus - 2017	- Perbincangan mengenai pustaka	e
	08 - September	- Perbincangan mengenai analisis data	e
	12 September - 2017	- Perbincangan mengenai Metode Penelitian	e
	06-Oktober - 2017	- lanjut ke pembelajaran	e
	13-Oktober - 2017	- ke rumah	e

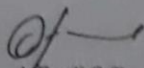
**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2018 – 2019**

Peserta Seminar
 Nama : Yongki Simbolon
 NPM : 1207230191
 Judul Tugas Akhir : Pengaruh Ukuran Diameter Terhadap Tegangan Kritisal Pada Slinder Melingkar Bahan Tembaga Yang Ditekan – Secara Statik.

DAFTAR HADIR		TANDA TANGAN	
Pembimbing – I	: Rahmatullah.S.T.M.Sc	:
Pembimbing – II	: Khairul Umurani.S.T.M.T	:	
Pembanding – I	: M.Yani.S.T.M.T	:
Pembanding – II	: Bakti Suroso.S.T.M.Eng	:	
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1307230177	WAN MUKRIM	
2	1307230264	BAKU MANDALA PUTRA	
3	1307230111	ANGGHARI EFENDI	
4	1307230003	David S. Harbuan	
5	1307230004	Kiki syah putra	
6	1307230035	Ahmad Penggabean	
7			
8			
9			
10			

Medan, 08 Dzulhijjah 1439 H
 20 Agustus 2018 M

Ketua Prodi. T Mesin


 Mfandi.S.T

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Yongki Simbolon
NPM : 1207230191
Judul T.Akhir : Pengaruh Ukuran Diameter Terhadap Tegangan Kritisal Pada –
Sylinder Melingkar Bahan Tembaga Yang Ditekan Secara Statik.

Dosen Pembimbing – I : Rahmatullah.S.T.M.Sc
Dosen Pembimbing – II : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pembanding - I : M.Yani.S.T.M.T
Dosen Pembanding - II : Bekti Suroso.S.T.M.T

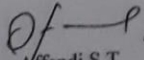
KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
*Perbaikan ditama menurut petunjuk
yang ada di draft skripsi*
3. Harus mengikuti seminar kembali

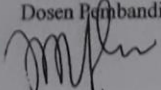
Perbaikan :
.....
.....
.....

Medan 08 Dzulhijjah 1439H
20 Agustus 2018 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin


Affandi.S.T

Dosen Pembanding- I


M.Yani.S.T.M.T

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Yongki Simbolon
NPM : 1207230191
Judul T.Akhir : Pengaruh Ukuran Diameter Terhadap Tegangan Kritisal Pada –
Slinder Melingkar Bahan Tembaga Yang Ditekan Secara Statik.

Dosen Pembimbing – I : Rahmatullah.S.T.M.Sc
Dosen Pembimbing – II : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pemanding - I : M.Yani.S.T.M.T
Dosen Pemanding - II : Bekti Suroso.S.T.M. *Eng*

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

*perbaikan pada metode penelitian
Analisa & hasil kesimpulan*

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin

Affandi.S.T
Affandi.S.T

Medan 08 Dzulhijjah 1439H
20 Agustus 2018 M

Dosen Pemanding- II

Bekti Suroso.S.T.M. Eng
Bekti Suroso.S.T.M. *Eng*

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS SARJANA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Yongki Simbolon
NPM : 1207230191
Tempat/Tgl Lahir : Palembang, 08 Agustus 1993
Bidang Keahlian : Konstruksi dari Teknik Manufaktur
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
Judul Skripsi : Pengaruh Ukuran Diameter Terhadap Tegangan Kritisal Pada Silinder Melingkar Bahan Tembaga Yang Ditekan Secara Statik.

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini merupakan hasil karya asli saya yang diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Strata I Teknik di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Semua sumber yang saya gunakan dalam penulisan ini telah saya cantumkan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
3. Jika dikemudian hari terbukti bahwa karya ini bukan hasil karya asli saya atau merupakan hasil jiplakan dari karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran saya sendiri dan tidak ada paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Oktober 2018

ya yang menyatakan

YONGKI SIMBOLON



ABSTRAK

Tembaga adalah bahan penting dan sangat diperlukan dalam banyak aplikasi karena sifat fisik dan mekanis. Oleh karena itu timbul usaha manusia untuk memperbaiki sifat-sifat dari logam tersebut, yaitu dengan merubah sifat mekanis dan sifat fisiknya. Sifat mekanis dari suatu logam antara lain adalah kekerasan, keuletan, dan lain lain. Dalam pengujian penelitian ini bahan yang digunakan adalah 6 spesimen tembaga dengan memiliki diameter berbeda diantaranya adalah ukuran spesimen yang berdiameter 15,76 mm, 13,84 mm dan 11,74 mm dan memiliki tebal spesimen adalah 2 mm dan 4 mm. Pengujian ini menggunakan alat uji tekan, Alat uji Tekan digunakan untuk menguji spesimen Tembaga, Dengan demikian tegangan, regangan dan modulus elastisitas pada spesimen uji dalam penelitian ini dapat diketahui. Hasil pengujian pertama memperlihatkan bahwa nilai tegangan sebesar 7,42 kgf/mm², regangan sebesar 29 mm, dan modulus elastisitas 0,25 kgf/mm². Hasil pengujian kedua memperlihatkan bahwa nilai tegangan 16,74 kgf/mm², dan regangan sebesar 24 mm, dan modulus elastisitas 0,69kgf/mm². Hasil pengujian ketiga dengan nilai tegangan 4,64kgf/mm², regangan sebesar 9 mm, dan modulus elastisitas 0,51 kgf/mm². Hasil pengujian keempat dengan nilai tengangan 0,89 kgf/mm², regangan sebesar 7 mm, dan modulus elastisitas 0,12 kgf/mm². Hasil pengujian kelima dengan tegangan 3,63 kgf/mm², regangan sebesar 11 mm, dan modulus elastisitas 0,33 kgf/mm². Hasil pengujian keenam memperlihatkan bahwa nilai tegangan sebesar 1,61 kgf/mm², regangan 16 mm, dan modulus elastisitas 0.10 kgf/mm².

Kata kunci : Tembaga, Kekuatan tekan, Silinder Melingkar

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat serta hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“PENGARUH UKURAN DIAMETER TERHADAP TEGANGAN KRITIKAL PADA SILINDER MELINGKAR BAHAN TEMBAGA YANG DITEKAN SECARA STATIK”**

Tugas Sarjana ini merupakan tugas akhir bagi mahasiswa **Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara** dalam menyelesaikan studinya.

Dalam menyelesaikan tugas ini penulis banyak mengalami hambatan dan rintangan yang disebabkan minimnya pengetahuan dan pengalaman penulis, namun berkat petunjuk Allah SWT yang trus-menerus hadir dan atas kerja keras penulis, dan atas banyaknya bimbingan dari pada dosen pembimbing, serta bantuan moril maupun material dari berbagai pihak akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas sarjana ini.

Untuk itu penulis pada kesempatan ini menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ayahanda dan Ibunda tercinta yang senantiasa selalu memberikan dukungan moril, material dan do'a.
2. Bapak Rahmatullah, S.T.,M.Sc. selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Khairul Umurani, S.T.,M.T, selaku Dosen Pembimbing II
3. Bapak Munawar Alfansury Srg .S.T.,M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
4. Bapak Dr. Faisal, S.,T.M.Sc. selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
5. Bapak Khairul Umurani, S.T.,M.T, selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Affandi, S.T, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Bapak Chandra A Siregar, S.T,M.T selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
8. Bapak/Ibu dan staf pengajar di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Rekan-rekan mahasiswa, Himpunan Mahasiswa Mesin (HMM) dan Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah menemani berproses
10. Kepada teman seperjuangan dalam berproses dan bermasalah M, Fachri Zendrato, M. Juhri Sipayung, M. Teguh Fatahillah, Cebol, Boyor, Alfin, Aldi Metal, Mustakin dan teman Stambuk 2012 lain nya yang tak bisa saya tuliskan disini. Beserta Adik adikan stambuk 2013 dan 2014 banyak memberikan semangat dalam menjalani skripsi.

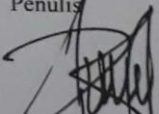
11. Rekan-rekan Mahasiswa Fakultas Teknik dan Kawan-kawan Pengurus Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Teknik Muhammadiyah Sumatera Utara.
12. Hulyan yusuf selaku motivaasi dalam keseharian saya , dan yang telah membantu, dan memberi dukungan selama proses pengerjaan skripsi ini.
13. Keluarga besar tercinta, dan yang selalu memberikan semangat bagi penulis dalam pengerjaan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa tugas ini masih jauh dari sempurna dan tidak luput dari kekurangan, karena itu dengan senang hati dan penuh lapang dada penulis menerima segala bentuk kritik dan saran dari pembaca yang sifatnya membangun demi kesempurnaan penulisan tugas akhir ini.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin Ya Rabbal A'lam.

Billahi fii sabilil haq fastabiqul khairat
Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh...

Medan, 26 Agustus 2018
Penulis


LONGKI SIMBOLON
1207230191

DAFTAR ISI

HALAMAN

LEMBAR PENGESAHAN –I	
LEMBAR PENGESAHAN – II	
SPESIFIKASI TUGAS	
LEMBAR ASISTENSI	
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR NOTASI	viii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pendahuluan	4
2.2 Tembaga	4
2.2.1 Pengolahan Tembaga	6
2.2.2 Mikrostruktur	6
2.2.3 Sifat – Sifat Tembaga	7
2.2.3.1 Sifat Fisis	8
2.2.3.2 Sifat Mekanik	8
2.3 Aplikasi Tembaga Untuk Propeller Kapal	8
2.4 Deformasi Plastis Menyuruh	9
2.4.1 <i>Accumulative Rol l- Bonding</i> (ARB)	9
2.4.2 Prinsip dari Proses ARB	10
2.4.3 Aplikasi ARB	11
2.5 Pengujian Mekanik	11
2.6 Uji Tekan (<i>Compression Strength</i>)	12
2.6.1 Prosedur Pengujian Tekan	12
2.6.2 Perhitungan Pada Uji Tekan	13

BAB 3 METODEN PENELITIAN	14
3.1 Waktu	14
3.2 Tempat	14
3.3 Diagram Penelitian	15
3.4 Alat dan Bahan	16
3.4.1 Alat	16
3.4.2 Bahan	19
3.5 Metode Pengumpulan Data	22
3.6 Prosedur Pengujian	22
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Hasil Data Pengujian Uji Tekan	23
4.2 Pembahasan	25
4.2.1 Hasil Uji Tekan Tembaga Diameter 15,76 mm dan tebal 4 mm	25
4.2.2 Hasil Uji Tekan Tembaga Diameter 15,76 mm dan tebal 2 mm	26
4.2.3 Hasil Uji Tekan Tembaga Diameter 13,84 mm dan tebal 4 mm	26
4.2.4 Hasil Uji Tekan Tembaga Diameter 13,84 mm dan tebal 2 mm	27
4.2.5 Hasil Uji Tekan Tembaga Diameter 11,74 mm dan tebal 4 mm	28
4.2.6 Hasil Uji Tekan Tembaga Diameter 11,74 mm dan tebal 2 mm	29
4.3 Gambar Spesimen Tembaga Setelah Pengujian	30
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	33
5.1 Kesimpulan	33
5.2 Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	
CURICULUM VITAE	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	HALAMAN
Tabel 2.1 Sifat Fisis Tembaga	8
Tabel 2.2 Sifat Mekanika Tembaga	8
Tabel 2.3 Tabel Data Propeller Kapal Nelayan	9
Tabel 3.1 Jadwal waktu dan kegiatan saat melakukan penelitian	14
Tabel 4.1 Hasil pengujian uji tekan tembaga	23

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Prinsip Proses ARB	10
Gambar 2.2 Uji Tekan	13
Gambar 3.1 Diagram Alir	15
Gambar 3.2 Alat Uji Tekan (<i>Tensile Test</i>)	16
Gambar 3.3 Jangka Sorong	17
Gambar 3.4 Pelindung Telinga	17
Gambar 3.5 Mesin Gerinda	18
Gambar 3.6 Mata Bor	18
Gambar 3.7 Mesin Bubut	19
Gambar 3.8 Tembaga/ Benda Kerja sebelum di uji	20
Gambar 3.9 Pipa Tembaga Diameter 11,74 mm	20
Gambar 3.10 Pipa Tembaga Diameter 13,84 mm	21
Gambar 3.11 Pipa Tembaga Diameter 15,76 mm	21
Gambar 4.1 Grafik Tegangan Tembaga setelah di uji Tekan	23
Gambar 4.2 Grafik Regangan Tembaga setelah di uji Tekan	24
Gambar 4.3 Grafik Modulus Elastisitas Tembaga setelah di uji Tekan	24
Gambar 4.4 Spesimen dengan diameter 15,76 mm dengan tebal 4 mm	30
Gambar 4.5 Spesimen dengan diameter 15,76 mm dengan tebal 2 mm	30
Gambar 4.6 Spesimen dengan diameter 13,84 mm dengan tebal 4 mm	31
Gambar 4.7 Spesimen dengan diameter 13,84 mm dengan tebal 2 mm	31
Gambar 4.8 Spesimen dengan diameter 11,74 mm dengan tebal 4 mm	32
Gambar 4.9 Spesimen dengan diameter 11,74 mm dengan tebal 2 mm	32

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
σ	Tegangan	Kg/mm^2
M_{max}	Momen Maksimal	M_2max
I_p	Momen Inersia Polar	mm
F	Gaya (beban)	kg
A	Luas penampang	mm^2
ε	Regangan	-
L_0	Panjang awal	mm

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Segala kebutuhan manusia secara dominan terbuat dari unsur logam. Karena hampir semua alat yang digunakan manusia terbuat dari unsur logam. Sehingga logam menjadi peranan aktif dalam kehidupan manusia dan menunjang teknologi di zaman sekarang. Oleh karena itu timbul usaha manusia untuk memperbaiki sifat-sifat dari logam tersebut, yaitu dengan merubah sifat mekanis dan sifat fisiknya.

Sifat mekanis dari suatu logam antara lain: kekerasan, keuletan, dan lain lain. Sedangkan dari sifat fisiknya dimensi konduktivitas listrik, struktur mikro, densitas dan lain lain. Karena banyaknya permintaan yang bermacam macam maka dibagi bagi bahan bahan tersebut sesuai dengan kegunaan dan fungsinya. Seperti misalnya tembaga. Tembaga adalah suatu unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang (Cu). Lambang nya berasal dari bahasa latin Cuprum. Tembaga merupakan konduktor panas dan listrik yang baik, selain itu unsur ini memiliki korosi yang cepat sekali. Tembaga murni sifat nya halus dan lunak, dengan permukaan berwarna jingga kemerahan.

Tembaga mempunyai suatu elektron pada kulit atom dengan sifat konduktivitas listrik yang baik. Sifat lunak tembaga dapat dijelaskan oleh konduktivitas listriknya yang tinggi dan oleh karena itu juga mempunyai konduktivitas termal yang tinggi (kedua tertinggi) di antara semua logam murni. Tembaga adalah satu dari empat logam dengan warna asli selain abu abu atau

perak. Tembaga murni berwarna merah orange dan menjadi kemerahan bila kontak dengan udara.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan di atas, maka dapat dirumuskan masalah yang terdapat dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh ukuran diameter pada bahan Tembaga yang ditekan secara statik.

1.3 Batasan Masalah

Pada penulisan penelitian ini, terdapat batasan masalah agar penelitian ini lebih terarah dan sistematis. Antara lain yaitu dengan membahas mengenai pengaruh ukuran diameter terhadap tegangan kritis pada silinder melingkar dengan menggunakan bahan tembaga yang ditekan secara statik.

1.4 Tujuan Penelitian

Mengetahui pengaruh ukuran diameter terhadap tegangan kritis pada bahan Tembaga yang di tekan secara statik.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah :

- Mampu memberikan kontribusi dan pengembangan teknologi mengenai pengaruh tegangan kritis pada saat tembaga ditekan secara statik.
- Dalam bidang ilmu pengetahuan dan teknologi, tembaga sangat bermanfaat dalam industri dan alat – alat mekanik.
- Manfaat bagi mahasiswa adalah sebagai referensi untuk membuat tugas sarjana yang berhubungan dengan pengaruh tegangan kritis pada saat tembaga ditekan secara statik.

- Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan menambah pengetahuan serta pengalaman penulis agar dapat mengembangkan ilmu yang diperoleh selama mengikuti perkuliahan di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan proposal berdasarkan format yang ditentukan

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dibahas tentang latar belakang, batasan masalah, rumusan masalah, manfaat, tujuan, dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dibahas mengenai tinjauan pustaka yang berisikan paparan tentang sifat-sifat Tembaga

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan membahas mengenai lokasi penelitian, alat-alat yang digunakan pada pelaksanaan penelitian, data-data penelitian, jalannya penelitian dan jadwal penelitian.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Tentang analisa penelitian.

BAB 5 PENUTUP

Kesimpulan dan saran tentang hasil penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pendahuluan

Tembaga merupakan salah satu logam yang paling penting dan banyak dipakai mulai dari industri sederhana sampai industri berteknologi tinggi. Hal ini digunakan baik murni atau paduan dengan logam lain. Secara fisika tembaga berwarna coklat kemerahan, lunak sehingga mudah di tempa, dapat dibentuk dan merupakan konduktor panas dan penghantar listrik yang baik. Tembaga adalah bahan penting dan sangat diperlukan dalam banyak aplikasi karena sifat fisik dan mekanis, termasuk konduktivitas listrik dan panas luar biasa tinggi, ketahanan terhadap korosi yang tinggi, sehingga daktilitas kemudahan pengolahan, dan mampu las yang baik. Banyak penelitian dasar dan terapan telah dilakukan pada tembaga dan paduannya, baik secara mikroskopik maupun makroskopik. Penelitian menggunakan *accumulative roll-bonding* terhadap tembaga telah banyak dilakukan beberapa tahun tahun yang lalu.

2.2 Tembaga

2.2.1 Pengolahan Tembaga

Tembaga diperoleh dari biji tembaga yang disebut Chalcopirit. Besi yang ada larut dalam terak dan tembaga yang tersisa/matte dituangkan kedalam konverter. Udara dihembuskan kedalamnya selama 4 atau 5 jam, kotoran teroksidasi, dan besi membentuk terak yang dibuang pada waktu tertentu. Bila udara dihentikan, oksida kupro bereaksi dengan sulfida kupro maka akan

membentuk Tembaga blister dan Dioksida belerang. Tembaga blister ini dilebur dan dicor menjadi slab, kemudian diolah secara elektrolitik menjadi tembaga murni.

Pembuatan tembaga dilakukan dalam beberapa tahap. Tembaga terikat secara kimia di dalam biji pada bahan yang disebut batu gang. Untuk mengumpulkan biji-biji itu biasanya dilakukan dengan membersihkannya dalam cairan berbuih, dimana disitu ditiupkan udara. Ikatan tembaga dari biji yang digiling sampai halus dicampur dengan air dan zat-zat kimia sehingga menjadi *pulp* bubur pada suatu bejana silinder. Zat-zat kimia yang disebut *Reagens* berfungsi untuk mempercepat terpisahnya tembaga. Pada bubur tersebut ditiupkan udara atau gas sehingga timbul buih yang banyak. Bagian-bagian logam yang kecil sekali melekat pada gelembung udara atau gas tersebut. Disitu terdapat semacam kincir yang berputar dengan kecepatan sedemikian rupa sehingga gaya sentrifugal melemparkan buih tersebut dengan mineral keluar tepi bejana sehingga terpisah dari batu gang. Setelah proses tersebut logam dihilangkan airnya. Proses selanjutnya adalah pencarian di dalam suatu dapur mantel dengan jalan membakarnya dengan arang debu. Disini dapat dipisahkan zat asam dan batu-batu silikon dan besinya dioksidasikan menjadi terak yang mengapung pada copper sulfida. Pengolahan tembaga selanjutnya adalah dengan membawa isi dapur yang disebut *matte* ke konverter mendatar. Disini belerang akan terbakar oleh arus udara yang kuat. Kemudian tembaga yang disebut blister sekali lagi dicairkan di dalam sebuah dapur anode. Dalam proses ini yang disebut *polen* terjadi proses pengurangan zat asam. Proses selanjutnya adalah pencarian di dalam suatu dapur mantel dengan jalan membakarnya dengan arang debu. Disini dapat dipisahkan

zat asam dan batu-batu silikon dan besinya dioksidasikan menjadi terak yang mengapung pada copper sulfida.

2.2.2 Mikrostruktur

Struktur mikro merupakan butiran -butiran suatu benda logam yang sangat kecil dan tidak dapat dilihat dengan mata telanjang, sehingga perlu menggunakan mikroskop optik atau mikroskop elektron untuk pemeriksaan butiran-butiran logam tersebut. Struktur material berkaitan dengan komposisi, sifat ,sejarah dan kinerja pengolahan, sehingga dengan mempelajari struktur mikro akan memberikan informasi yang menghubungkan komposisi dan pengolahan sifat serta kinerjanya.

Analisis struktur mikro digunakan untuk menentukan apakah parameter struktur berada dalam spesifikasi tertentu dan didalam penelitian digunakan untuk menentukan perubahan-perubahan struktur mikro yang terjadi sebagai akibat komposisi atau perlakuan panas.

Metalografi merupakan disiplin ilmu yang mempelajari karakteristik mikrostruktur suatu logam dan paduannya serta hubungannya dengan sifat-sifat logam dan paduannya tersebut. Ada beberapa metode yang dipakai yaitu: mikroskop (optik maupun elektron), difraksi (sinar-X, elektron dan neutron), analisis (*X-ray fluorescence, elektron mikroprobe*) dan juga *stereometric* metalografi. Pada praktikum metalografi ini digunakan metode mikroskop, sehingga pemahaman akan cara kerja mikroskop, baik optik maupun elektron perlu diketahui.

Analisa mikro adalah suatu analisa mengenai struktur logam melalui pembesaran dengan menggunakan mikroskop khusus metalografi. Dengan analisa mikro struktur, kita dapat mengamati bentuk dan ukuran kristal logam, kerusakan logam akibat proses deformasi, proses perlakuan panas, dan perbedaan komposisi. Sifat-sifat logam terutama sifat mekanis dan sifat fisis sangat dipengaruhi oleh mikro struktur logam dan paduannya, disamping komposisi kimianya. Struktur mikro dari logam dapat diubah dengan jalan perlakuan panas ataupun dengan proses perubahan bentuk (deformasi) dari logam yang akan diuji.

Pengamatan metalografi dengan mikroskop umumnya dibagi menjadi dua, yaitu:

1. Metalografi makro, yaitu pengamatan struktur dengan perbesaran 10 – 100 kali,
2. Metalografi mikro, yaitu pengamatan struktur dengan perbesaran diatas 100 kali

2.2.3 Sifat-Sifat Tembaga

Produksi tembaga sebagian besar dipergunakan dalam industri kelistrikan, karena tembaga mempunyai daya hantar listrik yang tinggi. Kotoran yang terdapat dalam tembaga akan memperkecil/mengurangi daya hantar listriknya. Selain mempunyai daya hantar listrik yang tinggi, daya hantar panasnya juga tinggi dan tahan karat. Oleh karena itu tembaga juga dipakai untuk kelengkapan bahan radiator, ketel, dan alat kelengkapan pemanasan. Tembaga mempunyai sifat dapat dirol, ditarik, ditekan, ditekan tarik dan dapat ditempa (*meleable*).

2.2.3.1 Sifat Fisis

Tabel 2.1. Sifat fisis Tembaga

Sifat fisis	Satuan
Densitas	8920 kg / m ³
Ekspansi	16,5 x 10 ⁻⁶ K ⁻¹
Konduktifitas panas	400 / mK

Sumber :WebElements,2009b

2.2.3.2 Sifat Mekanik

Tabel 2.2 Sifat Mekanik Tembaga

Sifat Mekanik	Satuan
Kuat Tarik	200 N / mm ²
Modulus Elastisitas	130 Gpa
Brinell Hardness	874 m ⁻²

Sumber :WebElements,2009c

2.3 Aplikasi Tembaga Untuk Propeller Kapal

Aplikasi tembaga banyak ditemukan dalam transportasi khususnya pada propeller kapal. Persaingan di dunia perkapalan di Indonesia, baik transportasi laut maupun barang semakin berkembang. Hal ini membuat owner kapal berupaya untuk meningkatkan kualitas mutu operasional kapal dan berpikir untuk menciptakan efisiensi pada operasional kapal sehingga biaya operasional dapat diminimalkan. Hal tersebut menjadi sangat penting bagi sebuah owner kapal.

Propeler atau baling-baling kapal merupakan alat penting dalam sistem perkapalan. Baling-baling merupakan kitiran yang berfungsi untuk menggerakkan

kapal. Kitiran tersebut cara kerjanya yakni dengan memindahkan tenaga dengan melakukan konversi gerakan rotasi menjadi daya dorong untuk menggerakkan sebuah kapal. Tembaga banyak digunakan dalam propeller karena kemampuan tembaga yang baik, ketahanan terhadap korosi sangat baik dan mudah ditempa.

Dari data hasil pengujian sifat fisis dan mekanis tembaga yang dilakukan dengan propeller (baling-baling) yang sering digunakan pada kapal nelayan. yang diperoleh hasil atau data-data dapat dilihat pada tabel 2.3 berikut.

Tabel 2.3. Tabel data propeller kapal nelayan

Tipe	Tegangan Tarik Puncak (Mpa)	Tegangan yield (Mpa)	Brinell Hardness
Red brass	270	70	34

Sumber: Morgan Napitupulu, korosi pada baling-baling, FTUI 1999

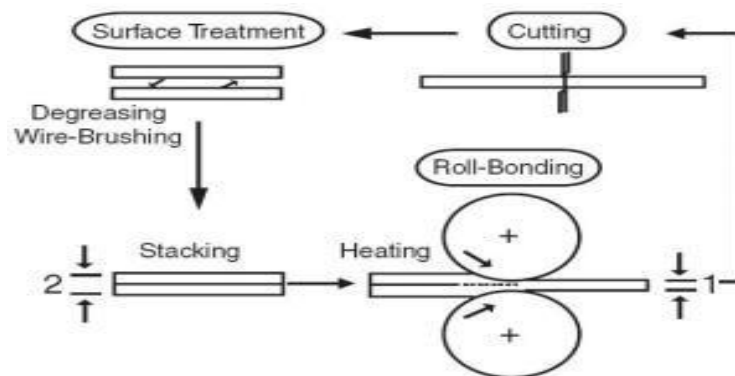
2.4 Deformasi Plastis Menyeluruh

2.4.1 *Accumulative Roll-Bonding (ARB)*

Deformasi plastis menyeluruh telah dikembangkan oleh ilmuan Rusia sebagai sebuah metode baru dalam manufaktur bahan-bahan paduan butiran sangat halus tanpa porosity dengan memberikan regangan plastis menyeluruh dan telah dikembangkan oleh banyak peneliti lain. Proses deformasi plastis menyeluruh telah menjadi subjek penelitian intensive dalam tahun-tahun terakhir karena sifat-sifat fisik dan mekanis melekat dalam berbagai bahan butiran sangat halus. Beberapa metode deformasi plastis menyeluruh yaitu *High Pressure Torsion* (HPT, Valiev et al., 1997), *Equal Channel Angular Pressing* (ECAP, Segal, 1977), *Cyclic Extrusion-Compression* (CEC, J. and M. Richert, Zasadzinski, Korbel, 1979), *Multiaxial Forging* (CCDF, Ghosh, 1988),

Accumulatibe Roll Bonding (ARB, Saito, Tsuji, Utsunomiya, Sakai, 1998), *Repetitive Corrugation And Straightening* (RCS, Zhu, Lowe, Jiang, Huang, 2001). Memacu kepada beberapa metode yang telah dikembangkan untuk mengenalkan struktur butiran sangat halus dalam berbagai logam dan paduan murni.

Accumulative Roll-Bonding singkatnya proses ARB ditemukan oleh ilmuwan jepang dari universitas Osaka yang bernama Nobuhiro Tsuji pada tahun 1998. Adapun detail mengenai proses *Accumulative Roll-Bonding* bisa dilihat dari gambar 2.1 dibawah ini.



Gambar 2.1 Prinsip Proses ARB

2.4.2 Prinsip dari Proses ARB

Teknik ini menggunakan mesin pengerolan logam konvensional. Lempengan logam di rol dengan kondisi panas sehingga ketebalannya berkurang setengahnya dari tebal awal logam sebelum di rol. Kemudian lempengan logam yang telah di rol dipotong menjadi 2 bagian, dan di tumpuk menjadi 1 lapisan. Untuk memperoleh rekatan yang baik selama proses pengerolan, permukaan 2 logam yang akan saling kontak harus di bersihkan dahulu. Biasanya proses pembersihan dilakukan dengan proses penghilangan minyak (degreasing) dan

pembersihan kotoran yang menempel dengan sikat kawat (*wire brushing*). Setelah bersih, lempengan logam tersebut kemudian ditumpuk menjadi 1 lapisan, dan di rol kembali sehingga ketebalannya berkurang setengahnya dari tebal awal. Proses ini (*rolling->cutting->surface treatment->stacking*) terus berulang-ulang dilakukan sehingga regangan yang sangat besar bisa diperoleh dan terkumpul pada logam yang diproses.

2.4.3 Aplikasi ARB

Proses ini bisa digunakan untuk membuat metal-matriks komposit dengan menyelubungi (*sheathing*) serbuk yang sudah dicampur dan kemudian memprosesnya dengan pengerolan. Selain itu, melalui proses ini bisa diperoleh material yang memiliki butir (submikron~nanometer) dimana submikron sebesar ($1\ \mu\text{m} = 10^{-6}\ \text{m}$) dan nanometer sebesar ($1\ \text{nm} = 10^{-9}\ \text{m}$) berukuran besar yang tentunya memiliki sifat mekanik maupun fisik yang lebih baik dibandingkan dengan material / logam yang dibuat dengan proses konvensional.

2.5 Pengujian Mekanik

Untuk mengetahui sifat-sifat suatu bahan, tentu kita harus mengadakan pengujian terhadap bahan tersebut. Ada tiga jenis uji coba yang akan dilakukan, yaitu uji tarik (*tensile test*), uji Kekerasan (*Hardness Test*), Foto Mikro (*Metallography Test*).

2.6 Uji Tekan (*Compression Strength*)

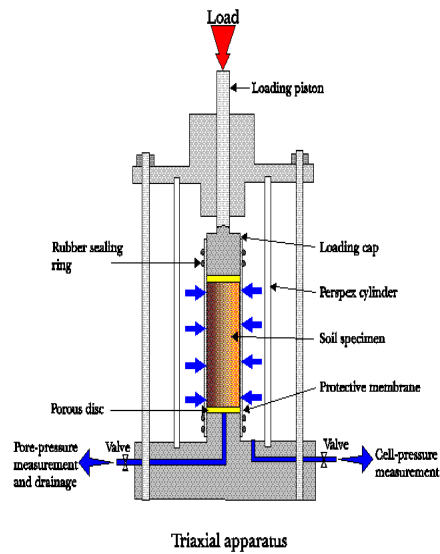
Tes ini dilakukan untuk mempelajari sifat mekanik dari material saat diberikan tekanan pada regangan yang relatif kecil. Biasanya dilakukan pada material yang diaplikasikan pada struktur yang mengalami beban tekan.

Pada tes ini material diberikan beban tekan hingga mengalami patah. Hasil pengujian yang didapat dari pengujian ini adalah kurva beban (kg) vs deformasi (mm) (terlampir) yang kemudian dapat diolah menjadi nilai *compression strength*, *compression strain*, *compression stress* serta modulus elastisitas.

2.6.1. Prosedur Pengujian Tekan.

Pengujian ini dilakukan berdasarkan ASTM D 695, dengan prosedur :

- a) Ukuran lebar dan ketebalan spesimen, tentukan dan catat nilai minimal luas penampang dan panjang sample.
- b) Letakkan sampel pada antara permukaan pada mesin uji tekan, pastikan sample pada kondisi lurus tidak miring serta berada tepat ditengah area pembebanan.
- c) Atur permukaan alat penekan pada mesin hingga bersentuhan pada permukaan sample.
- d) Berikan beban tekan pada material hingga material mengalami patah.



Gambar 2.2 Uji Tekan

2.6.2. Perhitungan pada Uji Tekan

Pada pengujian tekan, berdasarkan *pipe schedules*, bisa di dapat nilai-nilai sebagai berikut :

- a) *Compressive strength*, merupakan nilai kekuatan tekan maksimum yang dapat diterima oleh area penampang terkecil spesimen selama pengujian dalam satuan MPa.

$$\sigma_c = \frac{F_c}{A} \quad (2.4)$$

Keterangan :

σ_c : Compressive strength

F_c : Bebab Tekan (Newton)

A : Luas penampang terkecil spesimen (mm)

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1. Waktu

Waktu penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 14 Juni 2017 sampai dengan 13 Oktober 2017. Dan langkah - langkah penelitian dilakukan pada tabel 3.1 dibawah ini.

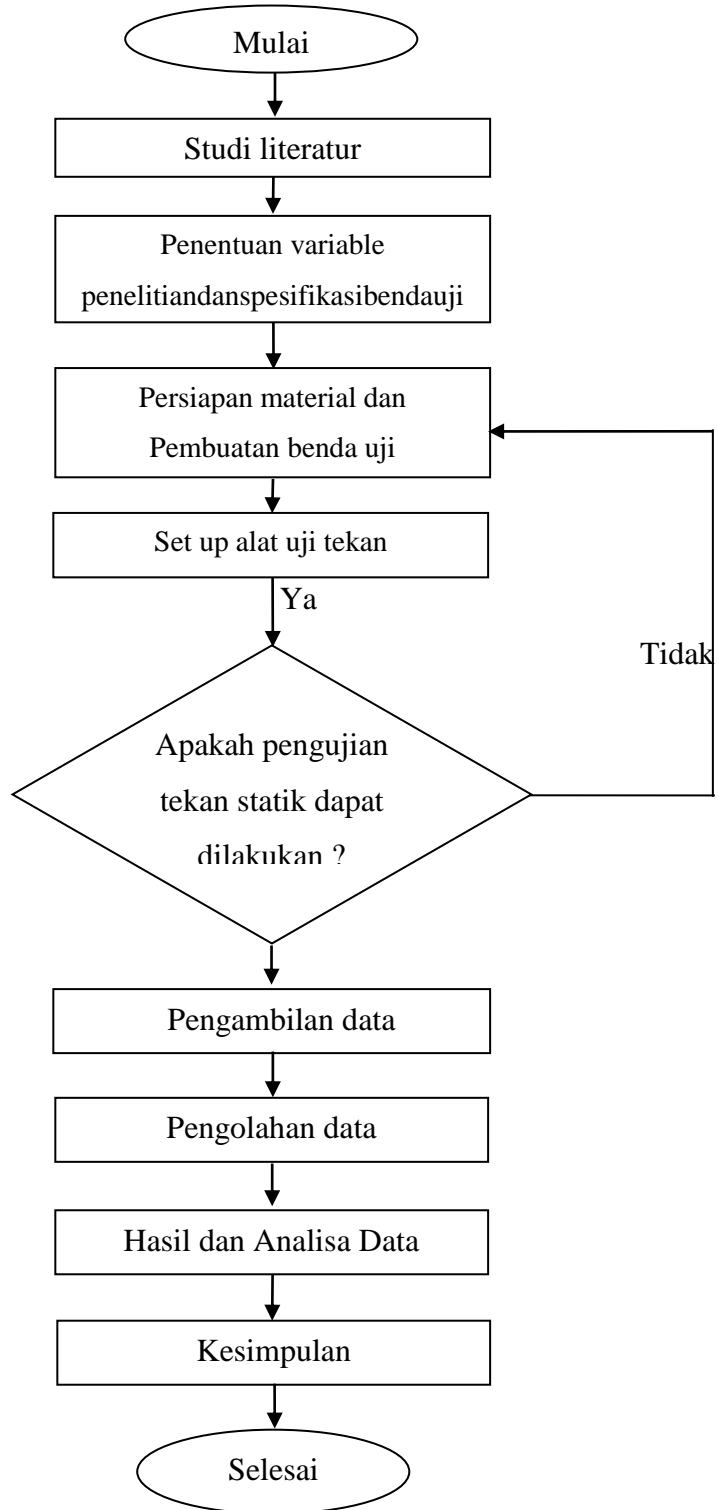
Tabel 3.1 Jadwal waktu dan kegiatan saat melakukan penelitian.

No	Kegiatan	Bulan (Tahun 2017/2018)						
		Juni 2017	Juli 2017	Agustus 2017	November 2017	September 2017	Oktober 2017	
1	Pengajuan Judul							
2	Studi Literatur							
3	Penyiapan Alat Dan Bahan							
4	Pembuatan AlatUji							
5	Pengujian Spesimen							
6	Penyelesaian Skripsi							

3.2. Tempat

Penelitian ini dilaksanakan dilaboratorium Mekanika Kekuatan Material Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Jalan Kapten. Muchtar Basri No. 3 Medan.

3.3. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.4. Alat dan Bahan

3.4.1. Alat

A. Alat Uji Tekan

Alat uji Tekan digunakan untuk menguji spesimen Tembaga, Dengan demikian tegangan, regangan dan modulus elastisitas pada spesimen uji dalam penelitian ini dapat diketahui.

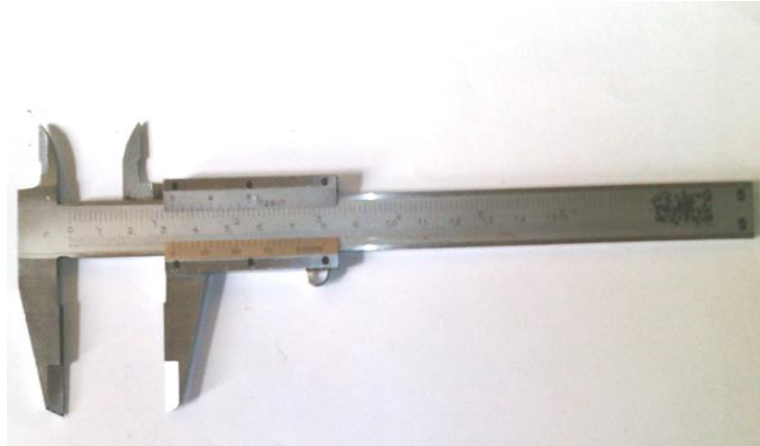
Pengujian Tekan dilakukan untuk mencari tegangan dan regangan (*stress strain test*). Dari pengujian ini dapat kita ketahui beberapa sifat Mekanik Material yang sangat dibutuhkan dalam desain rekayasa. Alat uji tarik yang digunakan dalam penelitian ini diperlihatkan pada gambar 3.2 berikut ini :



Gambar 3.2 Alat Uji Tekan (*Tensile Tes*)

B. Jangka Sorong

Jangka sorong digunakan untuk mengukur diameter spesimen benda kerja seperti pada gambar 3.3 bawah ini :



Gambar 3.3 Jangka Sorong

C. Pelindung Telinga

Pelindung Telinga Berfungsi sebagai pelindung telinga pada saat bekerja seperti gambar 3.4 berikut ini:



Gambar 3.4 Pelindung Telinga

D. Mesin Gerinda

Mesin Gerinda adalah mesin yang digunakan untuk memotong benda kerja, seperti pada gambar 3.5 di bawah ini :



Gambar 3.5 Mesin Gerinda

E. Mata Bor

Mata bor adalah sebuah alat yang berfungsi untuk membuat lubang pada benda kerja. Seperti pada gambar 3.6 di bawah ini :



Gambar 3.6 Mata Bor

F. Mesin Bubut

Mesin bubut adalah sebuah alat yang digunakan untuk memotong dan membuat diameter pada benda kerja. Seperti pada gambar 3.7 di bawah ini :



Gambar 3.7 Mesin bubut

3.4.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah spesimen jenis Tembaga, yaitu :

A. Spesimen Tembaga sebelum di uji

Bahan utama yang digunakan untuk pengujian adalah pipa tembaga dengan diameter 15,76 mm, diameter 13,84 mm dan diameter 11,74 mm dan memiliki ketebalan 4 mm dan 2 mm dengan panjang benda kerja 60 mm digunakan sebagai bahan pengujian pada alat uji tekan. Jumlah pipa tembaga digunakan sebanyak 6 batang dengan diameter yang berbeda dan ketebalan berbeda. Seperti pada gambar 3.8 di bawah ini.



Gambar 3.8 Tembaga/Benda kerjasebelum di uji.

Pada spesimen dibawah ni adalah pipa tembaga yang memiliki diameter 11,74 mm, pajang 60 mm dan memiliki ketebalan yaitu 4 mm dan 2 mm.



Gambar 3.9 Pipa tembaga diameter 11,74 mm.

Pada spesimen dibawah ini adalah pipa tembaga yang memiliki diameter 13,84 mm, pajang 60 mm dan memiliki ketebalan yaitu 4 mm dan 2 mm.



Gambar 3.10 Pipa tembaga diameter 13,84 mm.

Pada spesimen dibawah ini adalah pipa tembaga yang memiliki diameter 15,76 mm, panjang 60 mm dan memiliki ketebalan yaitu 4 mm dan 2 mm.



Gambar 3.11 Pipa tembaga diameter 15,76 mm

3.5 Metode Pengumpulan Data

Prosedur yang dilakukan dalam pengujian uji tekan tembaga dilaksanakan setelah seluruh tahap persiapan selesai. Adapun tahapan persiapan dalam pengujian ini yaitu :

- a. Mempersiapkan benda kerja yang akan dilakukan pengujian dalam Uji tekan.
- b. Mempersiapkan alat uji tekan yang akan digunakan dalam pengujian.

3.6 Prosedur Pengujian

Pada pengujian ini digunakan alat uji tekan untuk mendapatkan nilai dan pengaruh tembaga setelah diuji. Prosedur pengujian dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan benda kerja Tembaga
2. Menyiapkan Alat uji tekan
3. Menghidupkan Alat uji Tekan dan PC (Personal Computer)
4. Meletakkan Benda kerja Tembaga pada dudukan spesimen yang ada pada alat uji tekan.
5. Mengkoneksikan PC (personal Computer) dengan alat uji tekan
6. Memulai pengambilan data saat mesin uji Tekan dan PC (Personal Computer) beroperasi atau menekan benda kerja.
7. Menyimpan data setelah benda kerja selesai di uji pada PC (Personal Computer)
8. Menghitung hasil tekanan pada benda kerja yang telah disimpan di PC (Personal Computer)

BAB 4

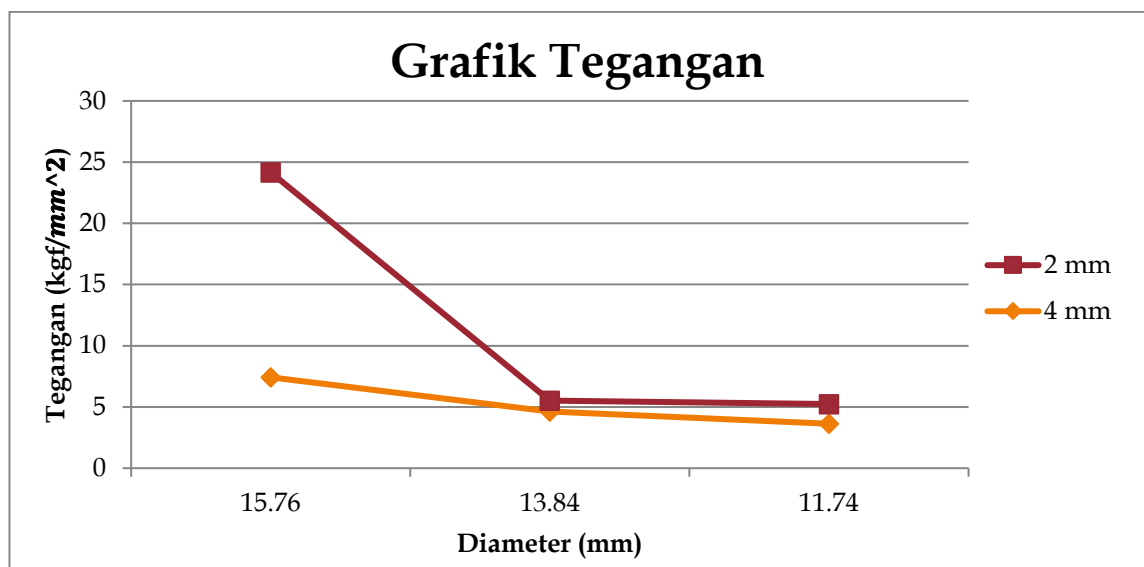
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Data pengujian uji Tekan

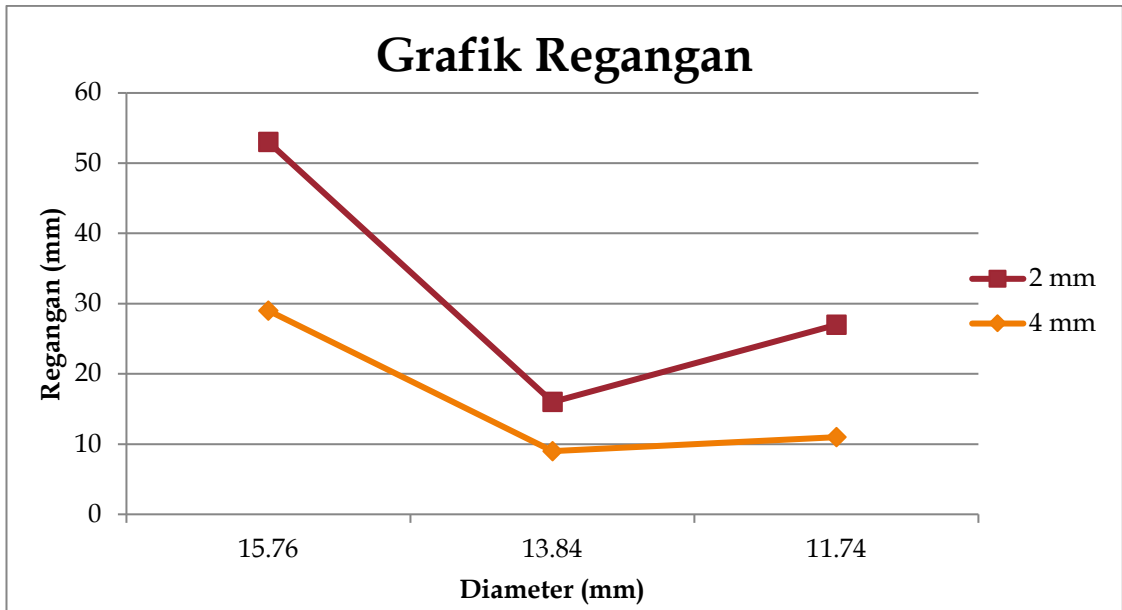
Dari hasil pengujian 6 spesimen dengan memiliki diameter yang berbeda, dan mendapatkan hasil uji tekan dengan beban maksimal. Dapat dilihat dari tabel 4.1 hasil pengujian uji tekan tembaga.

tabel 4.1 hasil pengujian uji tekan tembaga.

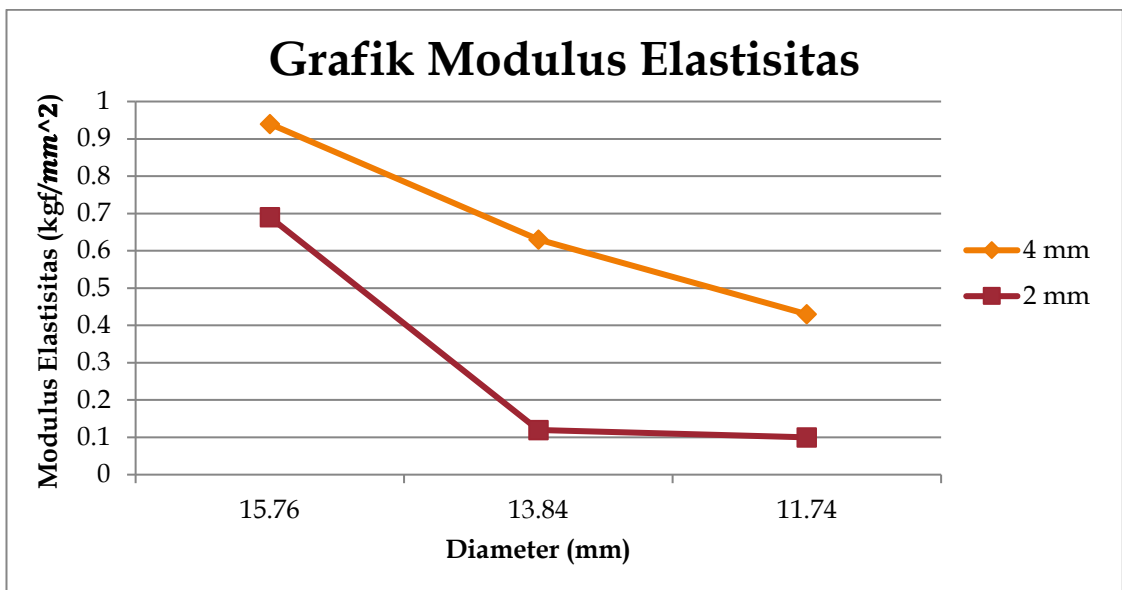
No	Spesimen	Diameter (mm)	Tebal (mm)	Tegangan (kgf/mm^2)	Regangan (mm)	Modulus Elastisitas (kgf/mm^2)
1	1	15,76	4	7,42	29	0,25
2	2	13,84		4,64	9	0,51
3	3	11,74		3,63	11	0,33
4	1	15,76	2	16,74	24	0,69
5	2	13,84		0,89	7	0,12
6	3	11,74		1,61	16	0,10



Gambar 4.1 Grafik Tegangan Tembaga setelah di uji Tekan



Gambar 4.2 Grafik Regangan Tembaga setelah di uji Tekan



Gambar 4.3 Grafik Modulus Elastisitas Tembaga setelah di uji Tekan

4.2. Pembahasan

4.2.1 Hasil uji tekan Tembaga dengan diameter 15,76 mm dan tebal 4 mm

Dari hasil setelah pengujian maka dapat dilakukan penghitungan Hasil uji tekan Tembaga dengan diameter 15,76 mm dengan ketebalan 4 mm dan panjang 60 mm, yaitu :

Tegangan

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{F}{A} \\ &= \frac{1942,73 \text{ kgf}}{261,54 \text{ mm}} \\ &= 7,42 \text{ kgf/mm}^2\end{aligned}$$

Regangan

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{L_0 - L_1}{L_0} \\ &= \frac{100 - 71}{100} \times 100\% \\ &= 29 \text{ mm}\end{aligned}$$

Modulus Elastisitas

$$\begin{aligned}\frac{\sigma}{\varepsilon} &= \frac{7,42}{29} \\ &= 0,25 \text{ kgf/mm}^2\end{aligned}$$

4.2.2 Hasil uji tekan Tembaga dengan diameter 15,76 mm dan tebal 2 mm

Dari hasil setelah pengujian maka dapat dilakukan penghitungan Hasil uji tekan Tembaga dengan diameter 15,76 mm dengan ketebalan 2 mm dan panjang 60 mm, yaitu :

Tegangan

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{F}{A} \\ &= \frac{1788,84}{106,81} \\ &= 16,74 \text{ kgf/mm}^2\end{aligned}$$

Regangan

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{L_0 - L_1}{L_0} \\ &= \frac{100 - 76}{100} \times 100\% \\ &= 24 \text{ mm}\end{aligned}$$

Modulus Elastisitas

$$\begin{aligned}\frac{\sigma}{\varepsilon} &= \frac{16,74}{24} \\ &= 0,69 \text{ kgf/mm}^2\end{aligned}$$

4.2.3 Hasil uji tekan Tembaga dengan diameter 13,84 mm dan tebal 4 mm

Dari hasil setelah pengujian maka dapat dilakukan penghitungan Hasil uji tekan Tembaga dengan diameter 13,84 mm dengan ketebalan 4 mm dan panjang 60 mm, yaitu :

Tegangan

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{F}{A} \\ &= \frac{1051,25}{226,19} \\ &= 4,64 \text{ kgf/mm}^2\end{aligned}$$

Regangan

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{L_0 - L_1}{L_0} \\ &= \frac{100-91}{100} \times 100\% \\ &= 9 \text{ mm}\end{aligned}$$

Modulus Elastisitas

$$\begin{aligned}\frac{\sigma}{\varepsilon} &= \frac{4,64}{9} \\ &= 0,51 \text{ kgf/mm}^2\end{aligned}$$

4.2.4 Hasil uji tekan Tembaga dengan diameter 13,84 mm dan tebal 2 mm

Dari hasil setelah pengujian maka dapat dilakukan penghitungan Hasil uji tekan Tembaga dengan diameter 13,84 mm dengan ketebalan 2 mm dan panjang 60 mm, yaitu :

Tegangan

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{F}{A} \\ &= \frac{115,99}{129,59} \\ &= 0,89 \text{ kgf/mm}^2\end{aligned}$$

Regangan

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{L_0 - L_1}{L_0} \\ &= \frac{100-93}{100} \times 100\% \\ &= 7 \text{ mm}\end{aligned}$$

Modulus Elastisitas

$$\begin{aligned}\frac{\sigma}{\varepsilon} &= \frac{0,89}{7} &= \\ &= 0,12 \text{ kgf/mm}^2\end{aligned}$$

4.2.5 Hasil uji tekan Tembaga dengan diameter 11,74 mm dan tebal 4 mm

Dari hasil setelah pengujian maka dapat dilakukan penghitungan Hasil uji tekan Tembaga dengan diameter 11,74 mm dengan ketebalan 4 mm dan panjang 60 mm, yaitu :

Tegangan

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{F}{A} \\ &= \frac{731,54}{201,06} \\ &= 3,63 \text{ kgf/mm}^2\end{aligned}$$

Regangan

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{L_0 - L_1}{L_0} \\ &= \frac{100 - 89}{100} \times 100\% \\ &= 11 \text{ mm}\end{aligned}$$

Modulus Elastisitas

$$\begin{aligned}\frac{\sigma}{\varepsilon} &= \frac{3,63}{11} \\ &= 0,33 \text{ kgf/mm}^2\end{aligned}$$

4.2.6 Hasil uji tekan Tembaga dengan diameter 11,74 mm dan tebal 2 mm

Dari hasil setelah pengujian maka dapat dilakukan penghitungan Hasil uji tekan Tembaga dengan diameter 11,74 mm dengan ketebalan 2 mm dan panjang 60 mm, yaitu :

Tegangan

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{F}{A} \\ &= \frac{183,65}{113,65} \\ &= 1,61 \text{ kgf/mm}^2\end{aligned}$$

Regangan

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{L_0 - L_1}{L_0} \\ &= \frac{100-84}{100} \times 100\% \\ &= 16 \text{ mm}\end{aligned}$$

Modulus Elastisitas

$$\begin{aligned}\frac{\sigma}{\varepsilon} &= \frac{1,61}{16} \\ &= 0,10 \text{ kgf/mm}^2\end{aligned}$$

4.3 Gambar Spesimen Tembaga Setelah Pengujian

Dari hasil pengujian Tembaga dengan menggunakan alat uji tekan, menghasilkan perubahan bentuk fisik dari benda kerja yang berbeda. Diantara nya adalah :

1. Gambar spesimen tembaga setelah diuji tekan dengan diameter 15,76 mm dengan tebal 4 mm dan panjang 60 mm. Diantara nya adalah terlihat pada gambar 4.4 dibawah ini :



Gambar 4.4 Spesimen dengan diameter 15,76 mm dengan tebal 4 mm

2. Gambar spesimen tembaga setelah diuji tekan dengan diameter 15,76 mm dengan tebal 2 mm dan panjang 60 mm. Diantara nya adalah terlihat pada gambar 4.5 dibawah ini :



Gambar 4.5 Spesimen dengan diameter 15,76 mm dengan tebal 2 mm

3. Gambar spesimen tembaga setelah diuji tekan dengan diameter 13,84 mm dengan tebal 4 mm dan panjang 60 mm. Di antara nya adalah terlihat pada gambar 4.6 dibawah ini.



Gambar 4.6 Spesimen dengan diameter 13,84 mm dengan tebal 4 mm

4. Gambar spesimen tembaga setelah diuji tekan dengan diameter 13,84 mm dengan tebal 2 mm dan panjang 60 mm. Di antara nya adalah terlihat pada gambar 4.7 dibawah ini.



Gambar 4.7 Spesimen dengan diameter 13,84 mm dengan tebal 2 mm

5. Gambar spesimen tembaga setelah diuji tekan dengan diameter 11,74 mm dengan tebal 4 mm dan panjang 60 mm. Diantara nya adalah terlihat pada gambar 4.8 dibawah ini.



Gambar 4.8 Spesimen dengan diameter 11,74 mm dengan tebal 4 mm

6. Gambar spesimen tembaga setelah diuji tekan dengan diameter 11,74 mm dengan tebal 2 mm dan panjang 60 mm. Diantara nya adalah terlihat pada gambar 4.9 dibawah ini.



Gambar 4.9 Spesimen dengan diameter 11,74 mm dengan tebal 2 mm

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan data yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa, saat benda uji yang di tekan terjadi perubahan bentuk pada spesimen tembaga yang berbeda. Perbedaan bentuk spesimen dihasil dari Semakin besar gaya yang diberikan maka semakin besar juga defleksi yang terjadi pada spesimen.
2. Dari hasil penelitian dengan menggunakan alat uji tekan dengan menggunakan spesimen tembaga menghasilkan regangan, tahanan, dan modulus elastisitas pada spesimen yang berbeda setelah dilakukan pembahasan.

5.2 Saran

1. Untuk penelitian selanjutnya agar kiranya melakukan variasi material sebagai spesimen.
2. Perlu melakukan pengujian ulang lebih dari sekali agar tingkat perbandingan dan ketelitian lebih absolute.
3. Agar lebih akurat dalam melakukan pengujian spesimen. Dan lebih teliti dalam melakukan pengujian.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Kautsar, Fahmi,.Hydroforming Pipes Al Alloy 6063, TeknikMesin, Universitas Gundarma,2010 Based Material for Engine Application”, JMEPEG, 12-288-297, ASM International.
- Laboratorium Teknik Mesin Lanjut Modul Praktikum Material Teknik, UniversitasGunadarma, Jakarta, 2010.
- ASM Speciality Handbook Tembaga(Cu) C84800
- Mehl, Robert F, (2000),“Metal Handbook Atlas of Microstructures of Industrial Alloys”, Edisi 8, vol 7, American Society for Metal.
- Schey, A. John. ”Proses Manufaktur”, Departmen of Mechanical Engineering University of Waterloo, Ontario, 1999.
- Surdia,T. dan Saito, S.,Pengetahuan Bahan Teknik,Jakarta,;Pradnya Paramita 1995.
- Yuan,Shijian. Zhubin He and Gang Liu. 2012 “*New Development of Hydroforming In China* “<http://labolan.es/categorias.php?idarea=17&lang=en> (januari2010)Ye,H, 2002, “ An Overview of the Development of Al-Si-Alloy.

LAMPIRAN

1. Hasil uji tekan Tembaga dengan diameter 15,76 mm dan tebal 4 mm

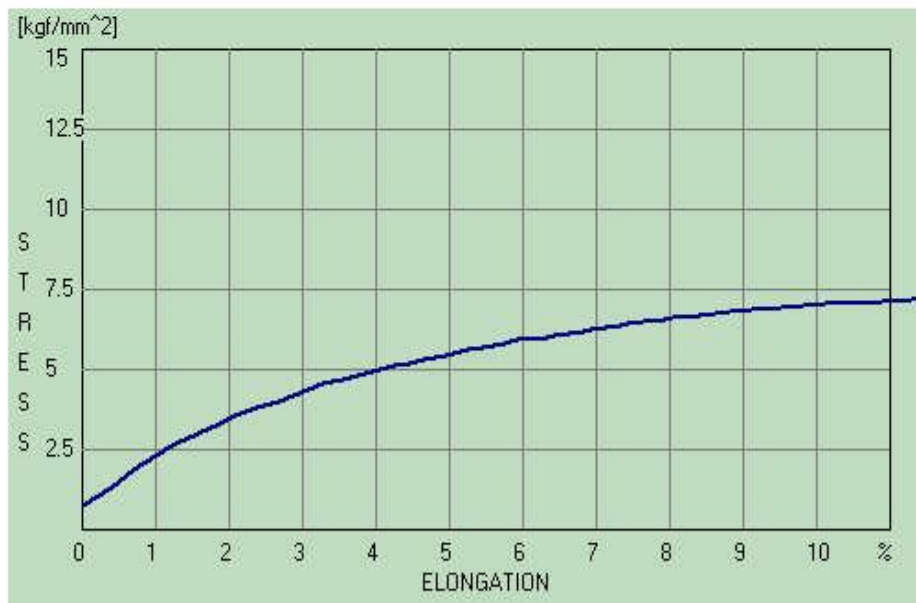


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Kampus: Jl. Kapten Mochtar Basri, BA. No. 3, Email: proditmesin_fatek@umsu.ac.id

TEST REPORT

Test No. :	2	Max. Force :	1942.73 (kgf)
Test Type :	3P-Bending	Break Force :	1851.19 (kgf)
Date Test :	9-10-2017 ; 17:55:44	Yield Strength :	0.04 (kgf/mm ²)
Specimens :	Copper	Tensile Strength :	7.43 (kgf/mm ²)
Area :	261.54 (mm ²)	Elongation :	0.00 (%)



2. Hasil uji tekan Tembaga dengan diameter 15,76 mm dan tebal 2 mm

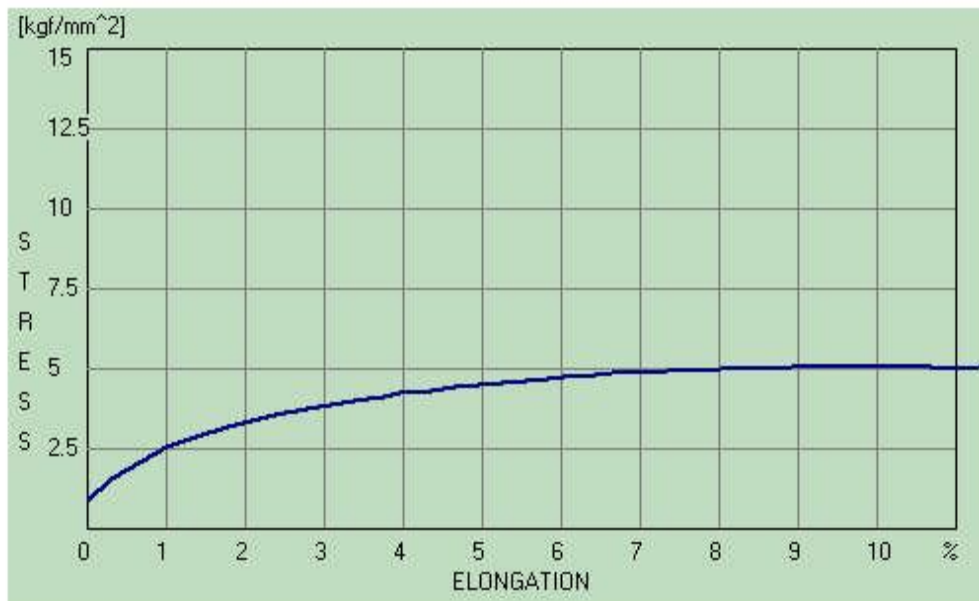


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Kampus: Jl. Kapten Muchtar Basri, BA. No. 3, Email: proditmesin_fatek@umsu.ac.id

TEST REPORT

Test No. :	3	Max. Force :	1051.25 (kgf)
Test Type :	3P-Bending	Break Force :	946.45 (kgf)
Date Test :	9-10-2017 ; 18:12:2	Yield Strength :	0.05 (kgf/mm ²)
Specimens :	Copper	Tensile Strength :	4.65 (kgf/mm ²)
Area :	226.19 (mm ²)	Elongation :	0.00 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

3. Hasil uji tekan Tembaga dengan diameter 13,84 mm dan tebal 4 mm

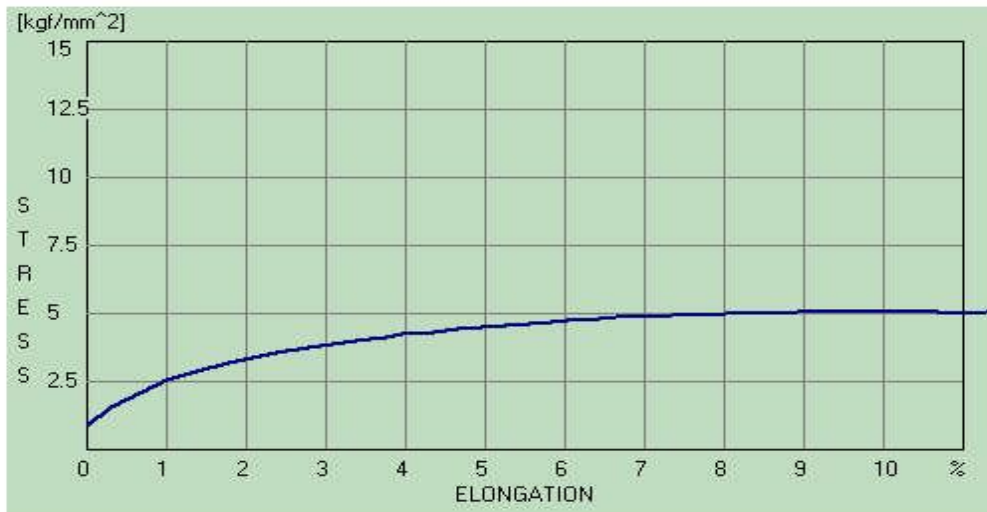


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Kampus: Jl. Kapten Mochtar Basri, BA. No. 3, Email: proditmesin_fatek@umsu.ac.id

TEST REPORT

Test No. :	3	Max. Force :	1051.25 (kgf)
Test Type :	3P-Bending	Break Force :	946.45 (kgf)
Date Test :	9-10-2017 ; 18:12:2	Yield Strength :	0.05 (kgf/mm ²)
Specimens :	Copper	Tensile Strength :	4.65 (kgf/mm ²)
Area :	226.19 (mm ²)	Elongation :	0.00 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

4. Hasil uji tekan Tembaga dengan diameter 13,84 mm dan tebal 2 mm

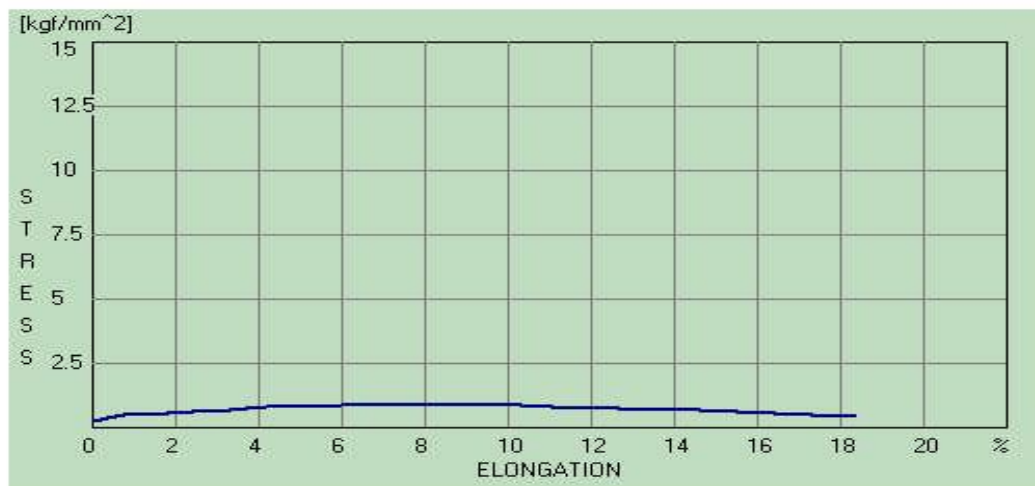


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Kampus: Jl. Kapten Mochtar Basri, BA. No. 3, Email: proditmesin_fatek@umsu.ac.id

TEST REPORT

Test No. :	4	Max. Force :	115.99 (kgf)
Test Type :	3P-Bending	Break Force :	57.62 (kgf)
Date Test :	9-10-2017 ; 18:15:12	Yield Strength :	0.08 (kgf/mm ²)
Specimens :	Copper	Tensile Strength :	0.90 (kgf/mm ²)
Area :	129.59 (mm ²)	Elongation :	18.33 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

5. Hasil uji tekan Tembaga dengan diameter 11,74 mm dan tebal 4 mm

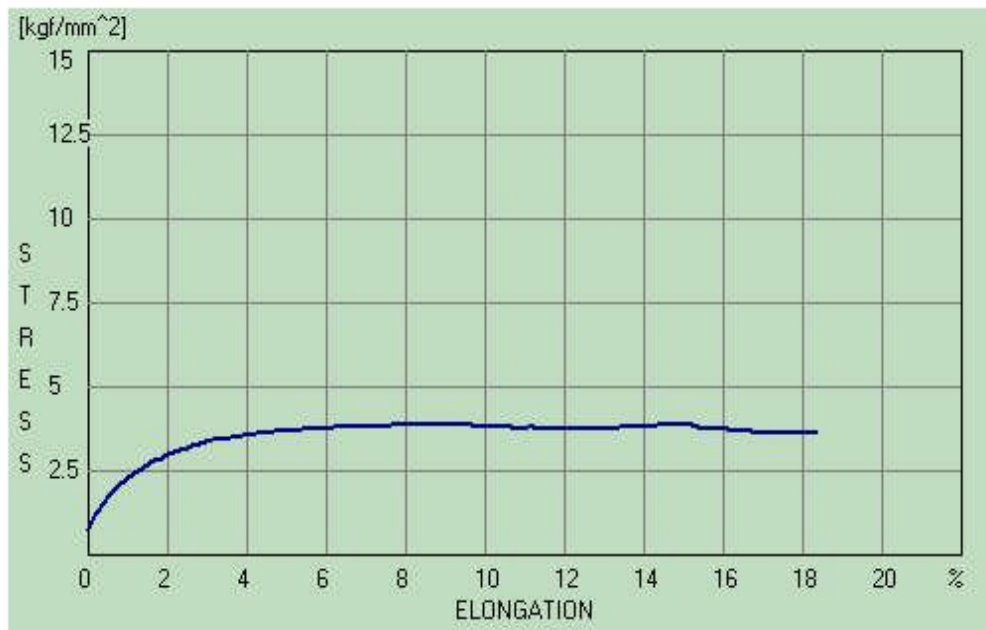


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Kampus: Jl. Kapten Mochtar Basri, BA. No. 3, Email: proditmesin_fatek@umsu.ac.id

TEST REPORT

Test No. :	5	Max. Force :	731.54 (kgf)
Test Type :	3P-Bending	Break Force :	730.21 (kgf)
Date Test :	9-10-2017 ; 18:36:13	Yield Strength :	0.05 (kgf/mm ²)
Specimens :	Copper	Tensile Strength :	3.64 (kgf/mm ²)
Area :	201.06 (mm ²)	Elongation :	18.33 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

6. Hasil uji tekan Tembaga dengan diameter 11,74 mm dan tebal 2 mm

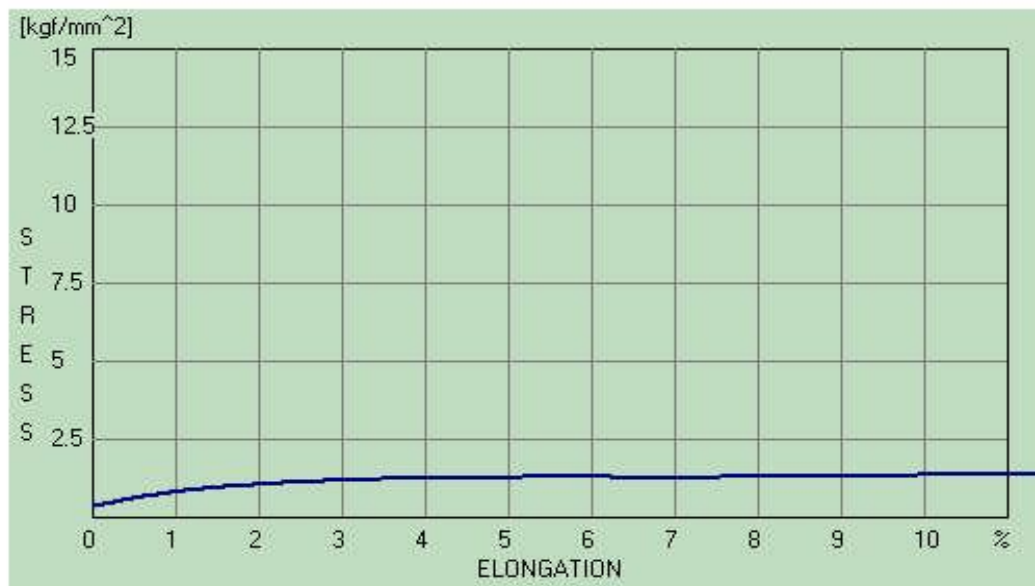


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Kampus: Jl. Kapten Mochtar Basri, BA. No. 3, Email: proditmesin_fatek@umsu.ac.id

TEST REPORT

Test No. :	6	Max. Force :	183.65 (kgf)
Test Type :	3P-Bending	Break Force :	135.89 (kgf)
Date Test :	9-10-2017 ; 18:50:5	Yield Strength :	0.10 (kgf/mm ²)
Specimens :	Copper	Tensile Strength :	1.61 (kgf/mm ²)
Area :	113.88 (mm ²)	Elongation :	0.00 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Yongki Simbolon
NPM : 1207230191
Tempat/ Tanggal Lahir : Palembang, 08 Agustus 1993
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
Alamat : HUTA SINAGA
Kecamatan : Sumbul
Kabupaten : Pangguruan
Provinsi : Sumatra Utara
Nomor HP : 082277589720
E-mail : Yongkibol@gmail.com
Nama Orang Tua
Ayah : Rinto Simbolon
Ibu : Salimi padang

PENDIDIKAN FORMAL

2000 - 2006 : SD Negeri No.030346 Sumbul, Dairi.
2006 - 2009 : SMP Negeri 1 Sumbul, Dairi.
2009 - 2012 : SMK Swasta Dharma Bakti Medan
2012 - 2018 : Mengikuti Pendidikan S1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

