

# **TUGAS AKHIR**

## **ANALISA FAKTOR DINAMIKA PADA KEKUATAN TARIK BAHAN TEMBAGA PADUAN DENGAN MENGGUNAKAN MESIN UJI IMPAK BATANG HOPKINSON**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun Oleh:**

**RIZKI AKBAR**  
**1407230241**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2019**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Rizki Akbar  
NPM : 1407230241  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Skripsi : Analisa Faktor Dinamika Pada Kekuatan Tarik Bahan Tembaga Paduan Dengan Menggunakan Mesin Uji Impak Batang Hopkinson.  
Bidang ilmu : Kontruksi dan Teknik Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 15 Maret 2019

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



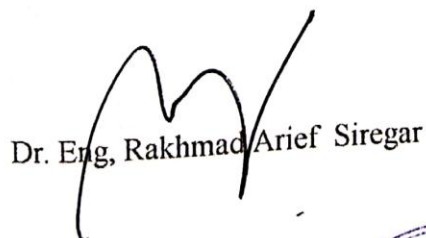
Khairul Umurani, S.T., M.T

Dosen Peguji II



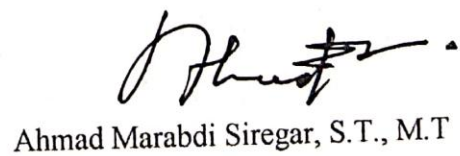
Chandra A Siregar, S.T., M.T

Dosen Penguji III



Dr. Eng, Rakhmad Arief Siregar

Dosen Peguji IV



Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T

Program Studi Teknik Mesin  
Ketua,



Aflandi, S.T., M.T

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Rizki Akbar  
Tempat /Tanggal Lahir :Rantauprapat /26 Juli 1996  
NPM : 1407230241  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

**“Analisa Faktor Dinamika Pada Kekuatan Tarik Bahan Tembaga Paduan Dengan Menggunakan Mesin Uji Impak Batang Hopkinson.”**

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 15 Maret 2019

Saya yang menyatakan,  
  
Rizki Akbar

METERAI  
TEMPEL  
DPC4FAFF844599397  
6000  
RUPIAH

## ABSTRAK

Dalam proses manufaktur informasi mengenai karakteristik material sangatlah penting, salah satunya untuk mengetahui regangan dan tegangan suatu material. Untuk memperoleh informasi dari material tersebut harus dilakukan suatu pengujian. Pada penulisan tugas akhir ini akan membahas suatu metode pengujian untuk memperoleh tegangan dan regangan bahan tembaga paduan seng dengan metode Hopkinson vertical. Pada metode ini material yang akan diuji akan mengalami deformasi akibat striker bar yang dijatuhkan dari ketinggian dengan variasi kecepatan tertentu kemudian menghantam stopper dan mengakibatkan terjadinya rambatan gelombang volt dan waktu pada software picoscope. dengan menggunakan sensor strain gauge kita dapat mengukur tegangan dan regangan. Pada pengujian ini akan membandingkan pengujian statis dan dinamik dengan menggunakan tembaga paduan seng sebagai bahan spesimen. Standar spesimen statis yang digunakan adalah E 8M sedangkan standar spesimen dinamik yang digunakan adalah ASTM D412 Type D. Hasil akhir dari penelitian ini akan digambarkan dalam bentuk grafik tegangan. Dari pengujian statis diperoleh tegangan maksimum pada spesimen 1 sebesar 232,98 MPa, spesimen 2 sebesar 334,64 Mpa dan spesimen 3 sebesar 339,25 MPa sedangkan pada pengujian dinamik diperoleh tegangan spesimen 1 sebesar 3015,11 MPa, spesimen 2 sebesar 2730,66 MPa dan spesimen 3 sebesar 1536 MPa, dari pengujian tersebut di peroleh perbandingan pengujian dinamik yang memperoleh tegangan tertinggi karena pembebanan diberikan secara cepat. Hasil dari faktor dinamik pada spesimen 1 sebesar 10,13, spesimen 2 sebesar 9,13, dan spesimen 3 sebesar 5,19.

Kata Kunci: Tembaga Paduan, Hopkinson Vertikal, Statis, Dinamik, Tegangan, Faktor Dinamik.

## **ABSTRACT**

*in the manufacturing process information about material characteristics is very important, one of which is to determine the strain and stress of a material. To obtain information from these materials a test must be carried out. In this final assignment, we will discuss a test method to obtain the stress and strain of copper zinc alloy material with the vertical Hopkinson method. In this method the material to be tested will be deformed due to the striker bar being dropped from a height with a certain speed variation then hit the stopper and result in the occurrence of volt wave propagation and time in the picoscope software. by using a strain gauge sensor we can measure stress and strain. This test will compare static and dynamic testing using copper zinc alloy as specimen material. The standard static specimen used is E 8M while the standard dynamic specimen used is ASTM D412 Type D. The final results of this study will be illustrated in the form of a stress graph. From the static test obtained the maximum stress in specimen 1 was 232.98 MPa, specimen 2 was 334.64 Mpa and specimen 3 was 339.25 MPa whereas in the dynamic test obtained the specimen 1 was 3015.11 MPa, specimen 2 was 2730.66 MPa and specimen 3 amounted to 1536 MPa, from the tests obtained a comparison of dynamic testing which obtained the highest voltage because loading was given quickly. The results of the dynamic factor in specimen 1 were 10.13, specimen 2 was 9.13, and specimen 3 was 5.19.*

*Keywords: Copper Alloy, Hopkinson Vertical, Static, Dynamic, Voltage, Dynamic Factor.*

## **KATA PENGANTAR**

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisa Faktor Dinamika Pada Kekuatan Tarik Bahan Tembaga Paduan Dengan Menggunakan Mesin Uji Impak Batang Hopkinson” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Dr. Eng, Rakhmad Arief Siregar selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT, selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Khairul Umurani, ST., MT, selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini,
4. Bapak Chandra A Siregar, ST, MT selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Affandi, ST, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Munawar Alfansury Siregar, ST, MT selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknikmesinan kepada penulis.
8. Orang tua penulis: Zulkarnaen dan Nurlaila Nasution, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
9. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Sahabat-sahabat penulis: Keluarga Besar HMM FT UMSU, BEM TEKNIK UMSU, Teknik Mesin 2014, KMFT 2014, Reza, Azhar, Sandi, Nolan, Alfi, Iqbal, Rizky dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi Teknik Mesin.

Medan, 22 Februari 2019



Rizki Akbar

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN SKRIPSI</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah	2
1.3. Ruang Lingkup	2
1.4. Tujuan Penelitian	2
1.5. Manfaat Penelitian	2
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>4</b>
2.1. Tembaga	4
2.1.1. Klasifikasi Tembaga Paduan	4
2.1.2. Sifat-Sifat Tembaga	6
2.2. Mesin Split Hopkinson Pressure Bar	8
2.2.1. Prinsip Dasar Hopkinson	9
2.2.2. Metode Uji Tarik Hopkinson	10
2.3. Pengujian Tarik	10
2.4. Statis	11
2.4.1. Tegangan	11
2.4.2. Regangan	12
2.4.3. Luas Penampang	12
2.4.4. Modulus Elastisitas	12
2.5. Dinamik	12
2.5.1. Tegangan	12
2.6. Persamaan Jembatan Wheatstone Strain Gauge	13
2.7. Faktor Dinamika	13
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN</b>	<b>14</b>
3.1. Tempat dan Waktu	14
3.1.1. Tempat	14
3.1.2. Waktu	14
3.2. Bahan dan Alat	15
3.3. Diagram Alir Penelitian	17
3.2.1. Statis	18
3.2.2. Dinamik	18
3.2.3. Alat Uji Impak Hopkinson Vertikal	19



3.4	Prosedur Penelitian	20
<b>BAB 4</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>30</b>
4.1	Hasil Pengujian Statis dan Dinamik	30
4.1.1	Spesimen 1 Statis Sebelum Pengujian	30
4.1.2	Hasil Pengujian Spesimen 1 Statis	30
4.1.3	Grafik Tegangan Regangan Statis	30
4.1.4	Hasil Perhitungan Statis Spesimen 1	31
4.1.5	Spesimen 2 Statis Sebelum Pengujian	32
4.1.6	Hasil Pengujian Spesimen 2 Statis	32
4.1.7	Grafik Tegangan Regangan Statis	33
4.1.8	Hasil Perhitungan Statis Spesimen 2	33
4.1.9	Spesimen 3 Statis Sebelum Pengujian	34
4.1.10	Hasil Pengujian Spesimen 3 Statis	34
4.1.11	Grafik Tegangan Regangan Statis	35
4.1.12	Hasil Perhitungan Statis Spesimen 3	35
4.1.13	Grafik Tegangan Regangan dari 3 Spesimen	36
4.2	Hasil Pengujian Spesimen Dinamik	36
4.2.1	Spesimen 1 Dinamik Sebelum Pengujian	36
4.2.2	Spesimen 1 Dinamik Sesudah Pengujian	37
4.3	Pembuatan Grafik Tegangan	37
4.3.1	Grafik Volt vs Waktu	37
4.3.2	Gelombang Channel A dan B	38
4.3.3	Grafik Tegangan vs Waktu	39
4.4	Hasil Pengujian Spesimen Dinamik	40
4.4.1	Spesimen 2 Dinamik Sebelum Pengujian	40
4.4.2	Spesimen 2 Dinamik Sesudah Pengujian	40
4.5	Pembuatan Grafik Tegangan	40
4.5.1	Grafik Volt vs Waktu	40
4.5.2	Gelombang Channel A dan B	41
4.5.3	Grafik Tegangan vs Waktu	42
4.6	Hasil Pengujian Spesimen Dinamik	43
4.6.1	Spesimen 3 Dinamik Sebelum Pengujian	43
4.6.2	Spesimen 3 Dinamik Sesudah Pengujian	43
4.7	Pembuatan Grafik Tegangan	43
4.7.1	Grafik Volt vs Waktu	43
4.7.2	Gelombang Channel A dan B	44
4.7.3	Grafik Tegangan vs Waktu	45
4.8	Grafik Perbandingan Tegangan Statis dan Dinamik	46
4.9	Grafik Faktor Dinamika	46
<b>BAB 5</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>47</b>
5.1.	Kesimpulan	47
5.2.	Saran	47
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		<b>48</b>

**LAMPIRAN  
LEMBAR ASISTENSI  
DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	: Sifat Fisika Tembaga	7
Tabel 2.2	: Sifat Mekanik Tembaga	7
Tabel 3.1	: Jadwal Dan Kegiatan Saat Melakukan Penelitian	14

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.2	: Desain SHPB Dengan Striker Berongga	9
Gambar 2.2	: Gambaran Singkat Uji Tarik Dan Datanya	10
Gambar 3.1	: Sensor Strain Gauge	15
Gambar 3.2	: <i>Bridge Box</i>	15
Gambar 3.3	: Picoscope	16
Gambar 3.4	: Laptop	16
Gambar 3.5	: Diagram Alir Penelitian	17
Gambar 3.6	: Spesimen Uji Statis Bahan Tembaga	18
Gambar 3.7	: Dimensi Speimen Tembaga	18
Gambar 3.8	: Spesimen Dinamik Bahan Tembaga Paduan	19
Gambar 3.9	: Dimensi Spesimen Dinamik Tembaga Paduan	19
Gambar 3.10	: Alat Uji Impak Batang Hopkinson Berintrumenstasi	20
Gambar 3.11	: Pemasangan Strain Gages	21
Gambar 3.12	: Pemasangan Besi Baja Karbon	21
Gambar 3.13	: Pemasangan Klem besi	22
Gambar 3.14	: Pemasangan Kabel Strain Gages	22
Gambar 3.15	: Pemasangan <i>Bridge Box</i>	23
Gambar 3.16	: Pemasangan <i>Osciloscop</i>	23
Gambar 3.17	: Pemasangan <i>Output Osciloscop</i> Pada PC (Laptop)	23
Gambar 3.18	: Meratakan Plat Dudukan	24
Gambar 3.19	: Pemasangan Striker Bar	24
Gambar 3.20	: Pemasangan Spesimen	25
Gambar 3.21	: Penyetelan <i>Picoscope</i>	25
Gambar 3.22	: Penyetelan <i>Software Picoscope</i>	26
Gambar 3.23	: Penyetelan Daya Batrai	26
Gambar 3.24	: Penyetelan Jarak Waktu	27
Gambar 3.25	: Penyetelan None	27
Gambar 3.26	: Penyetelan Single	27
Gambar 3.27	: Penyetelan Running	28
Gambar 3.28	: Proses Pengujian	28
Gambar 3.29	: Penyimpanan Hasil Data	29
Gambar 4.1	: Spesimen Uji Tarik Statis Tembaga Paduan	30
Gambar 4.2	: Hasil Uji Tarik Statis Tembaga Paduan	30
Gambar 4.3	: Grafik Tegangan (MPa) vs Regangan	31
Gambar 4.4	: Spesimen Uji Tarik Statis Tembaga Paduan	32
Gambar 4.5	: Hasil Uji Tarik Statis Tembaga Paduan	32
Gambar 4.6	: Grafik Tegangan (MPa) vs Regangan	33
Gambar 4.7	: Spesimen Uji Tarik Statis Tembaga Paduan	34
Gambar 4.8	: Hasil Uji Tarik Statis Tembaga Paduan	34
Gambar 4.9	: Grafik Tegangan (MPa) vs Regangan	35
Gambar 4.10	: Grafik Tegangan Dari 3 Spesimen	36
Gambar 4.11	: Spesimen Dinamik Sebelum Pengujian	36
Gambar 4.12	: Spesimen Dinamik Sesudah Pengujian	37
Gambar 4.13	: Grafik Volt vs Waktu	37
Gambar 4.14	: Grafik Volt vs Waktu dalam format Microsoft excel	38

Gambar 4.15	: Hasil grafik incident, reflected, transmitted	38
Gambar 4.16	: Grafik Tegangan vs Waktu	38
Gambar 4.17	: Spesimen Dinamik Sebelum Pengujian	40
Gambar 4.18	: Spesimen Dinamik Sesudah Pengujian	40
Gambar 4.19	: Grafik Volt vs Waktu	40
Gambar 4.20	: Grafik Volt vs Waktu dalam format Microsoft excel	41
Gambar 4.21	: Hasil grafik incident, reflected, transmitted	41
Gambar 4.22	: Grafik Tegangan vs Waktu	42
Gambar 4.23	: Spesimen Dinamik Sebelum Pengujian	43
Gambar 4.24	: Spesimen Dinamik Sesudah Pengujian	43
Gambar 4.25	: Grafik Volt vs Waktu	43
Gambar 4.26	: Grafik Volt vs Waktu dalam format Microsoft excel	44
Gambar 4.27	: Hasil grafik incident, reflected, transmitted	44
Gambar 4.28	: Grafik Tegangan vs Waktu	45
Gambar 4.29	: Grafik Perbandingan Tegangan Statis dan Dinamik	46
Gambar 4.30	: Grafik Faktor Dinamik	46

## DAFTAR NOTASI

<b>Notasi</b>		<b>Satuan</b>
$\sigma$	= Tegangan	( MPa )
A	= Luas Penampang	( mm <sup>2</sup> )
F	= Gaya (beban)	( N )
$\varepsilon$	= Regangan	
$L^0$	= Panjang awal	( mm )
$L_1$	= Panjang akhir	( mm )
E	= Modulus elastisitas	( Mpa )
t	= Waktu	( $\mu$ s )
$r^2$	= Jari-jari	( mm <sup>2</sup> )
$A_S$	= Luas penampang spesimen	( mm <sup>2</sup> )
$\varepsilon_I$	= Gelombang saat jatuh	( $\mu$ s/v )
$E_R$	= Gelombang yang diteruskan	( $\mu$ s/v )
$\varepsilon_T$	= Gelombang kembali	( $\mu$ s/v )
$eO$	= Gelombang chanel yang dihasilkan	( v )
E	= Volt Baterai	( v )
Ks	= Gage factor pada strain gauge	
$\varepsilon O$	= Regangan	
$\sigma_{Dyn}$	= Tegangan Dinamik	( MPa )
$\sigma_{Sta}$	= Tegangan Statis	( MPa )

# BAB 1 PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Suatu logam memiliki sifat-sifat tertentu yang dapat dibedakan atas sifat fisik, mekanik, *thermal*, dan korosif. Sifat mekanik adalah salah satu sifat yang terpenting dari sifat tersebut. Sifat mekanik terdiri dari kekerasan, keuletan kekuatan, dan ketangguhan. Sifat mekanik adalah salah satu acuan untuk melakukan proses selanjutnya terhadap suatu material, contohnya untuk dibentuk dan dilakukan proses permesinan. Proses pengujian logam adalah cara untuk mengetahui sifat mekanik pada suatu logam tersebut. Salah satu pengujian yang dilakukan adalah pengujian tarik.

Dalam pembuatan suatu konstruksi diperlukan material dengan spesifikasi dan sifat-sifat yang khusus pada setiap bagiannya. Sebagai contoh dalam pembuatan konstruksi sebuah jembatan. Diperlukan material yang kuat untuk menerima beban di atasnya. Material juga harus elastis agar pada saat terjadi pembebanan standar atau berlebih tidak patah. Salah satu contoh material yang sekarang banyak digunakan pada konstruksi bangunan atau umum adalah logam. Meskipun dalam proses pembuatannya telah diprediksikan sifat mekanik dari logam tersebut, kita perlu benar-benar mengetahui nilai mutlak dan akurat dari sifat mekanik logam tersebut. Oleh karena itu, sekarang ini banyak dilakukan pengujian-pengujian terhadap sampel dari material.

Pengujian ini dimaksudkan agar kita dapat mengetahui besar sifat mekanik dari material, sehingga dapat dilihat kelebihan dan kekurangannya. Material yang mempunyai sifat mekanik lebih baik dapat memperbaiki sifat mekanik dari material dengan sifat yang kurang baik dengan cara *alloying*. Hal ini dilakukan sesuai kebutuhan konstruksi dan pesanan.

Tembaga dan paduannya merupakan salah satu logam yang paling banyak dimanfaatkan oleh manusia selain karena kelimpahannya yang sangat besar di alam dan juga sifat-sifat yang dimiliki oleh tembaga. Tembaga memiliki konduktivitas *thermal* dan elektrik yang baik, relatif lunak, mudah ditempa, memberikan kilau yang indah bila digosok dan mempunyai laju korosi yang lambat. Tembaga banyak digunakan untuk komponen elektrik, produk elektrik,

peralatan rumah tangga, dan bearing. Sedangkan laju korosi tembaga yang rendah banyak di manfaatkan untuk melapisi logam lain yang mempunyai laju korosi tinggi misalnya baja. Lapisan tembaga pada baja dapat mengontrol korosi dari baja, meningkatkan konduktivitas listrik dan termal baja (Walsh,1994). Dari penjabaran di atas, maka penelitian yang akan dilakukan yaitu mengenai “Analisa Faktor Dinamika Pada Kekuatan Tarik Bahan Tembaga Paduan Dengan Menggunakan Mesin Uji Impak Batang Hopkinson”.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan di atas, maka dapat dirumuskan masalah yang terdapat dalam penelitian ini :

1. Bagaimana menganalisa faktor dinamika pada kekuatan tarik bahan Tembaga paduan dengan menggunakan mesin Uji Hopkinson Vertikal.

## 1.3 Ruang Lingkup

Pada penulisan penelitian ini ada beberapa pembatasan masalah agar penelitian ini lebih terarah dan sistematis, antara lain :

1. Material yang digunakan adalah tembaga paduan seng (Cu-Zn).
2. Pengujian dilakukan menggunakan mesin uji Hopkinson Vertikal.
3. Pengujian menggunakan standar spesimen ASTM D412 Type D.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini, diantaranya sebagai berikut:

1. Untuk menganalisa kekuatan tarik dinamik pada bahan tembaga paduan seng dengan variasi kecepatan yang berbeda menggunakan mesin uji vertikal Hopkinson.
2. Untuk membandingkan hasil uji tarik dinamik dan statis pada bahan Tembaga paduan.
3. Untuk mengetahui faktor dinamika pada kekuatan tarik Bahan tembaga paduan.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang sangat diharapkan dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Bagi peneliti dapat menambah pengetahuan, wawasan dan pengalaman tentang pengujian tarik bahan tembaga paduan.



2. Bagi akademik, penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi tambahan untuk penelitian tentang pengujian tarik tembaga paduan
3. Bagi industri dapat digunakan Sebagai acuan atau pedoman dalam pengujian bahan tembaga

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### 2.1 Tembaga

Tembaga digunakan secara luas sebagai salah satu bahan teknik, baik dalam keadaan murni maupun paduan. Tembaga memiliki kekuatan tarik hingga 150 N/mm<sup>2</sup> dalam bentuk tembaga tuangan dan dapat ditingkatkan hingga 390 N/mm<sup>2</sup> melalui proses pengerjaan dingin dan untuk jenis tuangan angka kekerasannya hanya mencapai 45 HB namun dapat ditingkatkan menjadi 90 HB melalui pengerjaan dingin, dimana dengan proses pengerjaan dingin ini akan mereduksi keuletan, walaupun demikian keuletannya dapat ditingkatkan melalui proses annealing (lihat proses perlakuan panas) dapat menurunkan angka kekerasan serta tegangannya atau yang disebut proses “temperature” dimana dapat dicapai melalui pengendalian jarak pengerjaan setelah annealing.

Tembaga memiliki sifat thermal dan electrical konduktivitas nomor dua setelah Silver. Tembaga yang digunakan sebagai penghantar listrik banyak digunakan dalam keadaan tingkat kemurnian yang tinggi hingga 99,9 %. Sifat lain dari tembaga ialah sifat ketahanannya terhadap korosi atmosferic serta berbagai serangan media korosi lainnya. Tembaga sangat mudah disambung melalui proses penyoderan, Brazing serta pengelasan. Tembaga termasuk dalam golongan logam berat dimana memiliki berat jenis 8,9 kg/m<sup>3</sup> dengan titik cair 1083 C. (Wikipedia, 2017)

##### 2.1.1 Klasifikasi Tembaga Paduan

Tembaga Membentuk larutan padat dengan unsur-unsur logam lain dalam daerah yang luas, dan di pergunakan untuk berbagai keperluan, Tabel 2.1 menunjukkan contoh dari paduan tembaga utama untuk proses pembentukan.

Paduan untuk coran hampir mempunyai komposisi kimia yang sama tetapi untuk memperbaiki mampu coranya dan mampu mesinnya komposisinya agak berbeda dalam beberapa komponen: (Tata Surdia,1999)

##### 1. Kuningan

Kuningan berasal dari zaman Romawi, Kuningan adalah paduan logam tembaga dan logam seng dengan kadar tembaga antara 60-96% massa. dan banyak paduan dari ini yang mempunyai kekuatan yang tarik yang tinggi. Paduan

dengan kira-kira 45% Zn mempunyai kekuatan yang paling tinggi akan tetapi tidak dapat dikerjakan, jadi hanya dipergunakan untuk paduan coran.

## 2. Kuningan Khusus

Kuningan yang dicampur unsur ketiga untuk memperbaiki ketahanan korosi, ketahanan aus, mampu mesin, dsb, disebut kuningan khusus. Unsur-unsur yang padukan terutama Mn, Sn, Fe, Al, Ni, Pb, dsb.

Pb larut padat dalam kuningan hanya sampai 0,4 % dan kelebihanannya mengendap dalam batas butir dan didalam butir terdispersikan secara halus yang hal ini memperbaiki mampu mesin dan membuat permukaan yang halus oleh karena itu dipergunakan untuk roda gigi pada jam yang dibebani secara ringan. Sn memperbaiki ketahanan korosi dan sifat-sifat mekaniknya kalau ditambahkan dalam daerah larutan padat. Al adalah efektif untuk memperhalus butir Kristal dan memperbaiki ketahanan korosi terhadap air laut jadi paduan ditambah 1,5 sampai 2,5% Al dapat dipergunakan untuk pipa kondensor dsb.

## 3. Kuningan berkekuatan tarik yang tinggi

Kuningan yang berkekuatan tarik yang tinggi dibuat dari kuningan 60-40 dengan paduan 5% Mn, 2% Fe dan 2% Al, tidak melebihi jumlah 3-5%. Ni memberikan pengaruh sama dan memperbaiki sifat-sifatnya sesuai dengan jumlah yang ditambahkan, yang bisa ditambahkan sampai 10%.

## 4. Perunggu

Paduan ini di kenal oleh manusia sejak lama sekali. Perunggu merupakan paduan Cu dan Sn dalam arti yang sempit. Tetapi dalam arti yang luas perunggu berarti paduan Cu dengan unsur logam lainnya selain Zn. Dibandingkan dengan tembaga murni dan kuningan, perunggu merupakan paduan yang mudah dicor dan mempunyai kekuatan yang lebih tinggi, demikian juga ketahanan ausnya dan ketahanan korosinya oleh karena itu banyak dipergunakan untuk berbagai komponen mesin, bantalan, pegas, coran artistic dsb.

## 5. Perunggu timah putih

Merupakan struktur fcc pada 520°C larut pada 15,8% Sn, dan kalau temperatur diturunkan batas kelarutan padatnya juga menurun akan tetapi memerlukan waktu yang sangat lama untuk mengendapkan fasa Sn, oleh karena itu tidak perlu memperhatikan perubahan batas kelarutan padat. Selanjutnya

komposisi dari paduan praktis adalah 4-12% Sn, oleh karena itu hampir tidak perlu memperhatikan fasa-fasa di daerah paduan tinggi.

Sn adalah lebih mahal dari kuningan. Oleh karena itu kuningan dipergunakan sebagai bahan baku dan selanjutnya bahan yang dicampur 4-5%Sn dipergunakan untuk keperluan khusus sedangkan hampir semua paduan perunggu ini dalam industry dipakai dalam bentuk coran. Brons timah putih mempunyai sejarah yang lama, sehingga dari penggunaannya paduan dasar dengan 8-12%Sn dinamakan *gun metal*, paduan dengan 10%Sn dan 23%Sn dinamakan *admiralty gun metal*. Sedangkan yang mengandung 18-23%Sn disebut “brons bell” dan paduan yang mengandung 30-32% disebut “brons kaca”.

#### 6. Perunggu posfor

Pada paduan tembaga posfor berguna sebagai penghilang oksida, oleh karena itu penambahan posfor 0,05-0,5% pada paduan memberikan kecairan logam yang lebih baik. Brons posfor mempunyai sifat-sifat lebih baik dalam keelastisannya, kekuatan dan ketahanan terhadap aus. Ada tiga macam brons posfor yang digunakan dalam industry yaitu brons biasa yang tidak mempunyai kelebihan yang dipakai dalam proses menghilangkan oksida, brons posfor untuk pegas dengan kadar 0,05-0,15% yang ditambahkan kepada brons yang mengandung Sn kurang dari 10% dan brons pospor untuk bantalan yang mengandung 0,3-1,5%P ditambahkan kepada brons yang mengandung lebih dari 10%Sn.

#### 7. Brons aluminium

Paduan yang dipergunakan dalam industry mengandung 6-7%Al dipergunakan untuk pabrikan dan paduan dengan 9-10%Al dipergunakan untuk coran. Paduan ini mempunyai kekuatan yang baik dari pada brons timah putih dengan sifat mampu bentuk yang lebih dan ketahanan korosi yang baik, sehingga penggunaannya lebih luas. Tetapi mampu coranya kurang baik sehingga memerlukan teknik yang khusus pada pengecorannya.

#### 2.1.2 Sifat- Sifat Tembaga

Menurut Tembaga mempunyai banyak sifat baik yang menguntungkan untuk dikembangkan dalam bidang industri kelistrikan (R.Bagus, 2016), antara lain :

1. Logam ringan

Tembaga merupakan salah satu logam yang ringan, beratnya sekitar  $8.906 \text{ kg/cm}^3$ . Oleh karena itu tembaga banyak menggantikan peran baja dalam berbagai hal seperti pada kederaaan, peralatan rumah.

2. Tahan Karat

Beberapa logam lain mengalami pengikisan bila terkena oksigen, air atau bahan kimia lainnya, reaksi kimia akan menyebabkan korosi pada logam tersebut.

3. Penghantar listrik dan panas yang baik

Kotoran pada tembaga akan memperkecil/mengurangi daya hantar listriknya. Selain itu, daya hantar panasnya juga tinggi oleh karenanya tembaga juga dipakai untuk kelengkapan bahan radiator, ketel, dan alat kelengk apan pemanasan.

4. Sifat Fisika Tembaga

Tabel 2.1 Sifat Fisika Tembaga (R.Bagus, 2016)

Sifat Fisika	Tembaga (Cu)
Wujud	Padat
Massa Jenis	$8.096 \text{ kg/cm}^3$
Titik Lebur	$1084.62^\circ\text{C}$
Titik didih	$2562^\circ\text{C}$
Kalor Peleburan	$13.26 \text{ kJ.mol}^{-1}$
Kalor Penguapan	$300.4 \text{ kJ.mol}^{-1}$
Kapasitas Kalor	$24.440 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$

Tabel 2.2 Sifat mekanik Tembaga (R.Bagus, 2016)

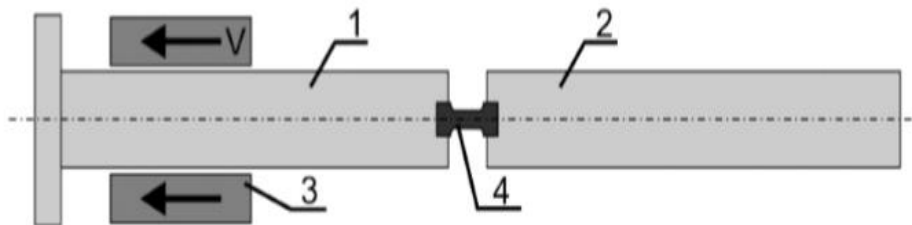
Sifat-sifat	Satuan
Kekuatan tarik	$200 \text{ N / mm}^2$
Modulus Elastisitas	$130 \text{ GPa}$
Brimell Hardness	$874 \text{ MN m-2}$

5. Karakteristik Tembaga
  - a. Tembaga merupakan logam yang berwarna kuningan seperti emas kuning seperti pada gambar dan keras bila tidak murni.
  - b. Mudah ditempa (liat) dan bersifat mulur sehingga mudah dibentuk menjadi pipa, lembaran tipis dan kawat.
  - c. Konduktor panas dan listrik yang baik, kedua setelah perak.
6. Kelebihan Tembaga
  - a. Tidak kehilangan sifat konduktif selama oksidasi
  - b. Tahan keropos, tidak berubah bentuk jika dilanda cuaca ekstrim seperti panas, kemarau, atau dingin di musim penghujan.
  - c. Desainnya dapat dibuat sesuai pesanan. Keunggulan tembaga adalah karena materialnya kuat namun bobotnya cukup ringan sehingga mudah dipindahkan dan juga mudah dirawat.
  - d. Ekonomis, dalam pengertian biaya proses pembuatan, pemasangan, dan perawatan. Tembaga lebih tahan lama.
7. Kekurangan Tembaga
  - a. Mudah tergores
  - b. Lemah terhadap benturan.
  - c. Kurang fleksibel dalam desain

## 2.2 Mesin Split Hopkinson Tekanan Bar

Split Hopkinson Pressure Bar (SHPB) adalah teknik experi-metal yang banyak digunakan untuk mengkarakterisasi sifat mekanik bahan pada tingkat regangan tinggi. Hopkinson pertama kali disarankan oleh Bertram Hopkinson pada tahun 1914 sebagai cara untuk mengukur perambatan tegangan stres dalam sebuah batang logam. Kemudian, pada tahun 1949 Herbert Kolsky menyempurnakan teknik Hopkinson dengan menggunakan dua bar Hopkinson dalam seri, sekarang dikenal sebagai bar split-Hopkinson, untuk mengukur stres dan ketegangan, menggabungkan kemajuan dalam osiloskop sinar katoda dalam hubungannya dengan unit kondensor listrik untuk merekam propagasi gelombang tekanan di pressure bar sebagaimana dipelopori oleh Rhisiart Morgan Davies setahun sebelumnya pada tahun 1948. Modifikasi kemudian telah memungkinkan untuk pengujian tarik, kompresi, dan torsi. Metode SHPB klasik telah

dimodifikasi untuk kondisi pembebanan lainnya. Mereka umumnya diklasifikasikan sebagai ketegangan dan torsi membagi Hopkinson bar metode. Modifikasi ini memungkinkan tidak hanya untuk menentukan sifat bahan di bidang deformasi strainrate tinggi, tetapi juga untuk memeriksa proses patah tulang materi di berbagai kondisi tegangan. (Robert Panowicz, 2016)



Gambar 2.1 Desain SHPB dengan striker berongga; 1- incident bar, 2- transmitted bar; 3- striker berdampak pada bar insiden dengan kecepatan sama dengan V; 4-spesimen (Robert Panowic, 2016)

### 2.2.1 Prinsip Dasar Hopkinson

Batang Hopkinson biasanya terdiri dari bilah masukan, spesimen uji dan bilah keluaran. Untuk kompresi pengujian spesimen hanya dapat terjepit di antara *input* dan *output bar*, sedangkan untuk tarik pengujian spesimen harus dipersiapkan dalam beberapa cara untuk *input* dan *output bar*. Gelombang regangan tarik disebut gelombang datang, dengan demikian menghasilkan dan merambat sepanjang *bar* masukan terhadap apa yang disebut gelombang datang. Setelah mencapai spesimen, gelombang sebagian kembali ke *bar* masukan untuk membentuk gelombang, dan sebagian dikirim ke *output bar* untuk membentuk gelombang yang ditransmisikan, dan biasanya diukur dengan cara pengukur regangan. Pengukur regangan ini terletak pada titik-titik yang dipilih dengan baik pada *input* dan *output bar* jauh dari spesimen. Dengan demikian akan bergeser ke depan atau ke belakang ke arah penumbuk antar muka dengan spesimen untuk mendapatkan kekuatan dan perpindahan di kedua ujung spesimen (Patricia Verleysen, 2000). Tujuan *Hopkinson Pressure Bar* adalah untuk menentukan sifat mekanik bahan yang berbeda pada tingkat regangan tinggi. Ada kebutuhan mengevaluasi pada tingkat regangan sangat tinggi karena banyak ilmuwan telah menyebutkan penelitian mereka bahwa bahan-bahan di bawah tekanan kuat

berperilaku berbeda ketika dibandingkan dengan bahan dibawah tekanan yang kurang intens. Sifat mekanik bahan yang berbeda di bawah tekanan beban dampak tinggi perubahan akan cepat terjadi dalam durasi mikrodetik. Dalam hitungan tekanan *bar Hopkinson* baik tekan dan gelombang, tegangan tarik yang digunakan untuk menghitung tegangan dan regangan pada benda uji yaitu gelombang tarik digunakan untuk menghitung ketegangan dan gelombang tekan digunakan untuk menghitung *stress* (Nazia Tasneem, 2002).

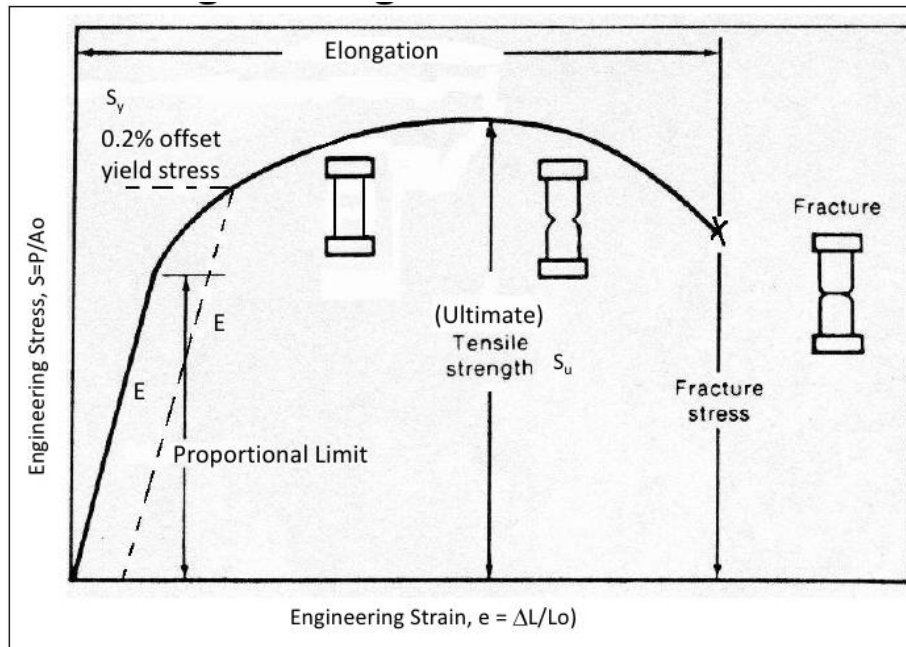
### 2.2.2 Metode Uji Tarik Hopkinson

Pada metode pengujian yang akan dilakukan ialah uji tarik (*tension test*) Hopkinson vertical. Pada pengujian Hopkinson Vertikal ini menggunakan specimen uji tarik yang berulir diantara input dan output bar, dan Striker berfungsi untuk memungkinkan input bar meneruskan gelombang dari striker bar ke output bar. Pada saat tumbukan (*impact*) terjadi, akan menghasilkan gelombang *reflected*. Dimana tekanan dari input bar akan diteruskan hingga akhir output bar dan kembali memantul menjadi pembebanan tarik (*tensile load*). (Ahmad Marabdi, 2018)

### 2.3 Pengujian Tarik

Pengujian tarik biasanya dilakukan terhadap spesimen/batang uji yang standar. Bahan yang akan diuji tarik dibuat menjadi batang uji dengan bentuk sesuai dengan suatu standar uji. Salah satu bentuk batang uji dapat dilihat pada gambar 2.1. pada bagian tengah dari batang uji (pada bagian yang paralel) merupakan bagian yang menerima tegangan yang uniform, dan pada bagian ini disebut panjang ukur (*gauge length*), yaitu bagian yang dianggap menerima pembebanan, bagian ini yang selalu diukur panjangnya selama proses pengujian. Batang uji ini dipasang pada mesin tarik, pada penarikan setiap saat tercatat dengan grafik yang tersedia pada uji tarik, besarnya gaya tarik yang bekerja dan besarnya pertambahan panjang yang terjadi akibat dari gaya tarik tersebut. Penarikan berlangsung sampai batang uji putus. (Masanobu Murata, 2017)





Gambar. 2.1. Gambaran singkat uji tarik (Nathan M. Heckman,2017)

## 2.4 Statis

Salah satu pengujian yang digunakan untuk mengetahui sifat mekanik logam adalah uji tarik. Uji tarik adalah suatu metode yang digunakan untuk menguji kekuatan suatu bahan/material dengan cara memberikan beban gaya yang berlawanan arah. Hasil yang didapatkan dari pengujian tarik sangat penting untuk rekayasa teknik dan desain produk karena menghasilkan data kekuatan material. Karena dengan pengujian tarik yang dilakukan secara perlahan-lahan pada saat bersamaan benda uji bertambah panjang maka dari itu dapat diukur ketahanan suatu material terhadap gaya statis yang diberikan secara perlahan.

### 2.4.1 Tegangan (Stress)

Perubahan bentuk dan ukuran benda bergantung pada arah dan letak gaya luar yang diberikan. Ada beberapa jenis deformasi yang bergantung pada sifat elastisitas benda antara lain tegangan (Stress) dan regangan (strain). Tegangan menunjukkan kekuatan gaya yang menyebabkan perubahan bentuk benda. Tegangan (stress) didefinisikan sebagai perbandingan antara gaya yang bekerja pada benda dengan luas penampang benda. Secara matematis dituliskan:

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (2.1)$$

#### 2.4.2 Regangan (Strain)

Regangan didefinisikan sebagai perbandingan antara pertambahan panjang batang dengan panjang mula-mula sebagai hasil dari gaya yang menarik atau yang menekan pada material dinyatakan: (S.Sharma. 2014)

$$\varepsilon = \frac{L_i - L_0}{L_0} \times 100\% \quad (2.2)$$

#### 2.4.3 Luas Penampang

Luas penampang yang dimaksud adalah luas permukaan spesimen, rumus luas penampang dapat dilihat pada persamaan 2.3

$$A = \pi \cdot r^2 \quad (2.3)$$

#### 2.4.4 Modulus Elastisitas

Regangan didapat dengan membagikan hasil tegangan dan regangan, rumus modulus elastisitas dapat dilihat pada persamaan 2.4.

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (2.4)$$

### 2.5 Dinamik

Pada uji dinamik (vertikal hopkinson) kecepatan mesin uji tarik di atur berdasarkan besar laju regangan dengan cara menjatuhkan striker bar secara vertical secara cepat dan beban tidak meningkat atau tidak berubah sesuai jarak ketinggian yang ditentukan yang nantinya akan menghasilkan gelombang pada picoscope kemudian akan dikonversikan sehingga rumus bisa diterapkan berdasarkan hasil data pengujian yang dilakukan.

#### 2.5.1 Tegangan (*Stress*)

Tegangan diberi symbol  $\sigma$ , tegangan adalah ketahanan suatu material terhadap gaya atau beban. Tegangan dapat diukur dalam bentuk gaya perluas. Tegangan umumnya dihasilkan dari gaya seperti tarikan, tekanan atau geseran yang menarik, mendorong, melintir, memotong atau mengubah bentuk potongan bahan dengan berbagai cara. Secara matematis dapat lihat dibawah ini (J.M.Lifshitz. 1993).

$$\sigma_2(t) = \frac{EA}{A_s} \varepsilon_T \quad (2.5)$$

## 2.6 Persamaan Rumus Jembatan Wheatstone Strain Gauge

Adapun rumus atau persamaan jembatan wheatstone yang dipakai pada pengujian hopkinson vertical dapat dilihat pada persamaan

$$\varepsilon_o = \frac{4.eo}{E.K_s} \quad (2.6)$$

## 2.7 Faktor Dinamika

Faktor dinamik adalah rasio sederhana dari beberapa bahan pada tingkat regangan dinamis untuk yang di kuasi-statis laju regangan menggambarkan tingkat kekuatan atau sifat mekanik lainnya (misalnya, modulus elastisitas penyerapan energi) di bawah pemuatan dinamik. Dalam tulisan ini, kita fokus pada Faktor dari tekan dan kekuatan tarik.(K.Liu,2018)

$$\text{Faktor Dinamika} = \frac{\sigma_{dyn}}{\sigma_{Sta}} \quad (2.7)$$

## BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Tempat dan Waktu

#### 3.1.1. Tempat

Tempat pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Mekanika Kekuatan Material Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jl. Kapten Muchtar Basri No.3 Medan.

#### 3.1.2. Waktu

Waktu pelaksanaan penelitian dan kegiatan pengujian dilakukan sejak tanggal usulan oleh Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara seperti yang tertera pada tabel 3.1 dibawah ini.

Tabel 3.1: Jadwal dan kegiatan saat melakukan penelitian

No	Kegiatan	Waktu ( Bulan )						
		6	7	8	9	10	11	12
1.	Study literatur	■	■					
2.	Penyempurnaan Alat		■	■				
3.	Pembuatan Spesimen			■	■			
4.	Pelaksanaan Pengujian			■	■	■		
5.	Penyusunan skripsi				■	■	■	
6.	Penyelesaian Skripsi					■	■	■

### 3.2 Bahan dan Alat

#### a. Strain Gauge

Strain Gages sebagai alat pengukur tegangan regangan yang terjadi pada spesimen setelah pengujian, sensor tersebut dibeli melalui online, strain gauge yang di gunakan model BF 350-3AA ini memiliki nilai resistansi  $350 \pm 0,1$  ohm, dapat dilihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.1 Sensor Strain Gauge

#### b. Bridge Box

*Bridge box* terdiri dari papan sirkuit cetak, 3 buah resistor dengan nilai hambatan 700 ohm ( $\Omega$ ), Sambungan kabel mur, konektor BNC, Baterai 9 volt, *bridge box* tersebut di beli dan dirakit sendiri dapat dilihat pada gambar 3.8.



Gambar 3.2 *Bridge box*

c. Picoscope

Picoscope merupakan alat *oscilloscope* yang dapat disambungkan dengan laptop atau PC Desktop yang digunakan untuk membaca nilai voltase yang dihasilkan  $V_{out}$  dari *Bridge box*. Dengan menggunakan picoscope ini dapat mempermudah dalam memperoleh data saat melakukan percobaan pengujian. *Output* dari picoscope ini dapat langsung dilihat dengan menggunakan *personal computer* (PC) yang telah terhubung langsung dan memiliki aplikasi picoscope, picoscope ini dapat dipinjam dilaboratorium teknik mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dapat dilihat pada gambar 3.9.



Gambar 3.3 Picoscope

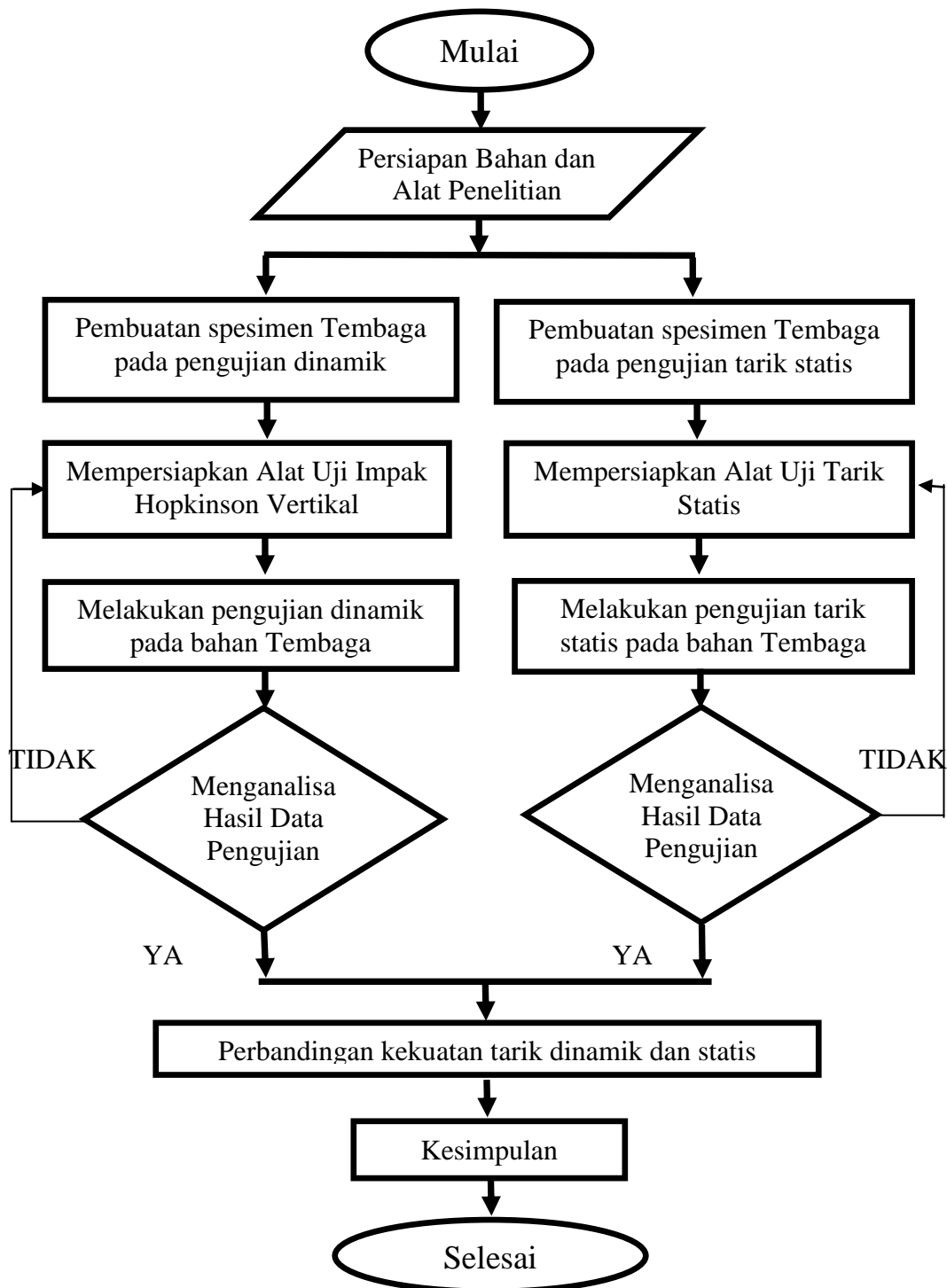
d. Laptop

Laptop yang digunakan pada saat proses pengujian adalah Asus X45Y Seridan dihubungkan dengan picoscope yang akan menampilkan hasil grafik regangan, pada saat spesimen uji diberikan beban impak, laptop yang digunakan adalah milik mahasiswa sendiri dapat dilihat pada gambar 3.10.



Gambar 3.4 Laptop

### 3.3 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.5 Diagram Alir Penelitian

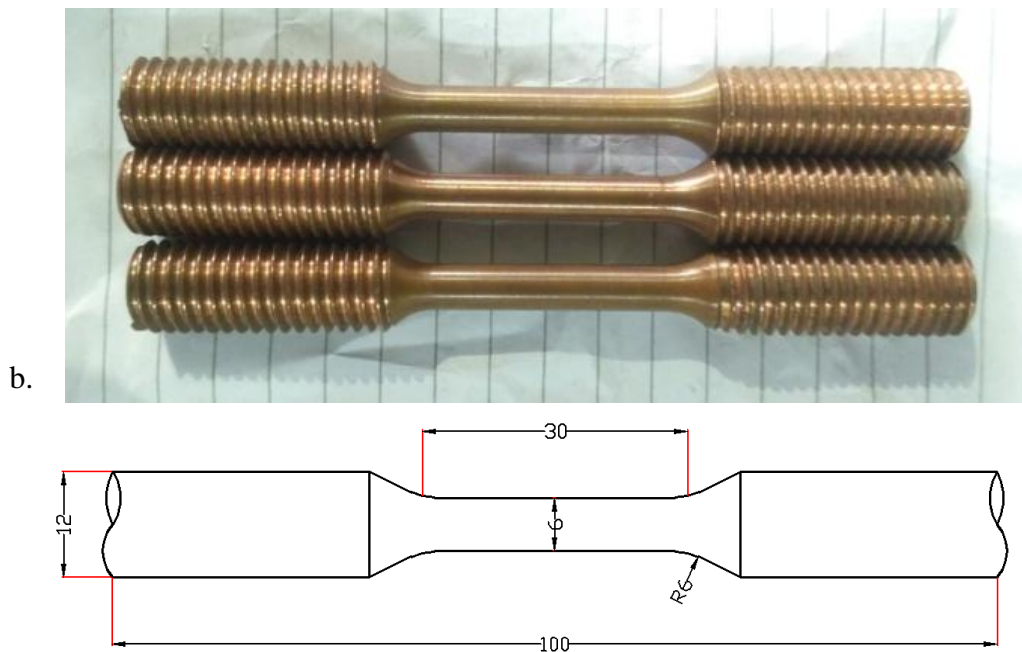
Keterangan diagram alir penelitian :

### 3.2.1 Statis

Mempersiapkan bahan percobaan atau spesimen. Bahan yang digunakan ialah tembaga. Setelah membentuk spesimen sesuai dengan standar pengujian, melakukan penelitian dengan pengujian tarik statis. Setelah itu, mencatat hasil data dari pengujian yang dilakukan, dapat dilihat pada gambar 3.1

#### a. Tembaga sebagai bahan spesimen statis

Tembaga berfungsi sebagai benda kerja yang akan diuji untuk mengetahui tingkat kekuatan tarik secara statis, spesimen dibuat dengan proses permesinan (*machining*) hasil pembentukan spesimen dapat dilihat pada gambar 3.2



Gambar 3.7 Dimensi Spesimen Tembaga

o.	Spesimen	Dimensi		
		Diameter	Panjang Ukur	Radius
	1,2 dan 3	$6,0 \pm 0,1$ mm	$30 \pm 0,1$ mm	6mm

### 3.2.2 Dinamik

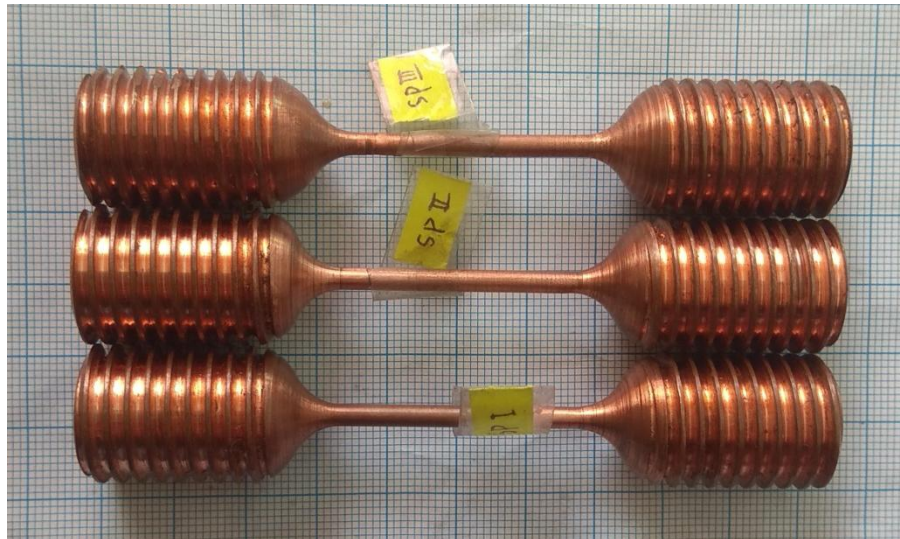
Mempersiapkan bahan percobaan atau spesimen. Bahan yang digunakan ialah tembaga. Setelah membentuk spesimen, melakukan penelitian dengan



pengujian regangan dinamik. Setelah itu, mencatat hasil data dari pengujian yang dilakukan, dapat dilihat pada gambar 3.1

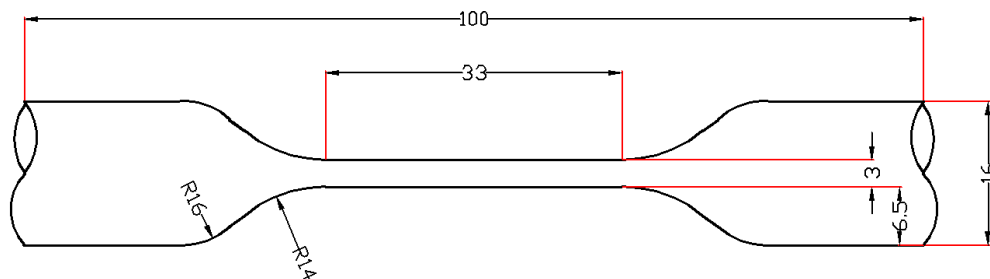
a. Tembaga sebagai bahan spesimen dinamik

Tembaga berfungsi sebagai benda yang akan diuji untuk mengetahui kekuatan uji tarik dinamik, Spesimen yang akan diuji, menggunakan tembaga, bentuk dan ukuran spesimen pengujian tarik menggunakan standar ASTM D 412 tipe D. Spesimen dibuat dengan proses persmesinan hasil pembentukan spesimen uji dapat dilihat pada gambar 3.8 berikut.



Gambar 3.8 Spesimen dinamik Bahan Tembaga Paduan

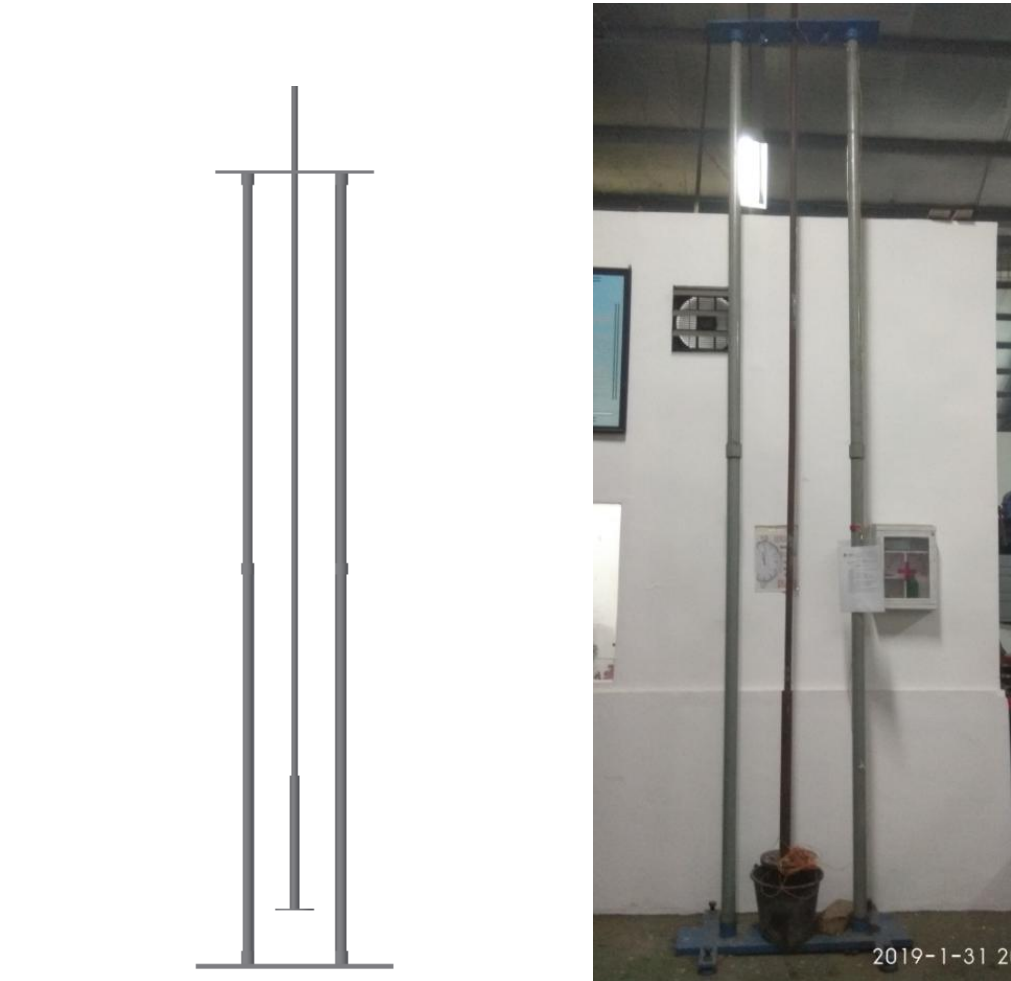
b. Dimensi spesimen dinamik



Gambar 3.9 Dimensi spesimen dinamik tembaga paduan

3.2.3 Alat Uji Impak Hopkinson Vertikal

Merupakan alat uji yang akan digunakan untuk mengetahui laju regangan dinamik. Fungsinya ialah untuk mengetahui laju regangan dinamik dengan menggunakan spesimen bervariasi, alat uji ini dibuat oleh peneliti sebelumnya dapat dilihat pada gambar 3.10



Gambar 3.10 Alat Uji Impak Batang Hopkinson Berinstrumentasi

#### 3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur pengujian dengan menggunakan, jarak jatuh striker bar yang bervariasi, dengan menggunakan alat uji impak hopkinson vertikal, dengan cara sebagai berikut:

1. Mempersiapkan alat uji serta bahan-bahan yang akan digunakan untuk pengujian.
2. Memasang strain gages pada besi baja karbon menggunakan lem perekat, dengan jarak 600 mm diukur dari ujung pencekam spesimen, strain gages yang digunakan berjumlah 4, berada pada sisi depan dan belakang, dapat dilihat pada gambar 3.11.



Gambar 3.11 Pemasangan Strain Gages

3. Pemasangan besi baja karbon, dapat dilihat pada gambar 3.12



Gambar 3.12 Pemasangan besi baja karbon

4. Pemasangan klem besi, dapat dilihat pada gambar 3.13.



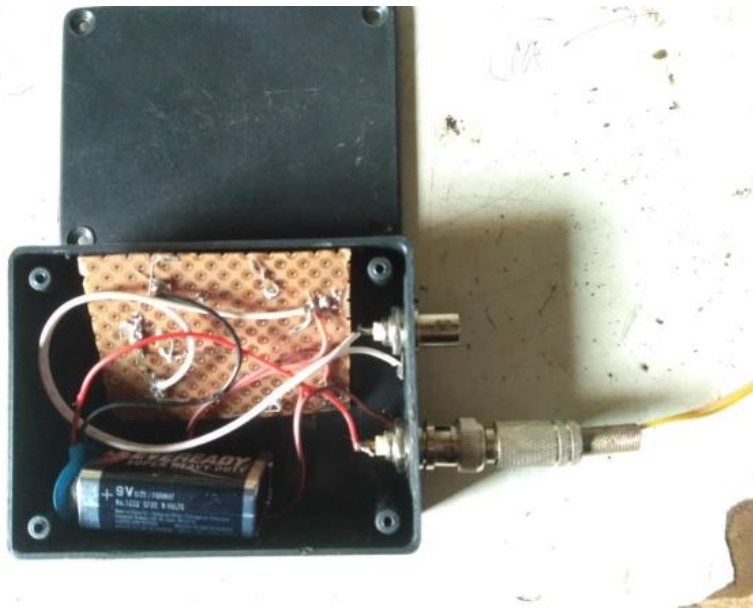
Gambar 3.13 Pemasangan klem besi

5. Memasang kabel strain gages pada besi baja karbon menggunakan lem lakban, dapat dilihat pada gambar 3.14.



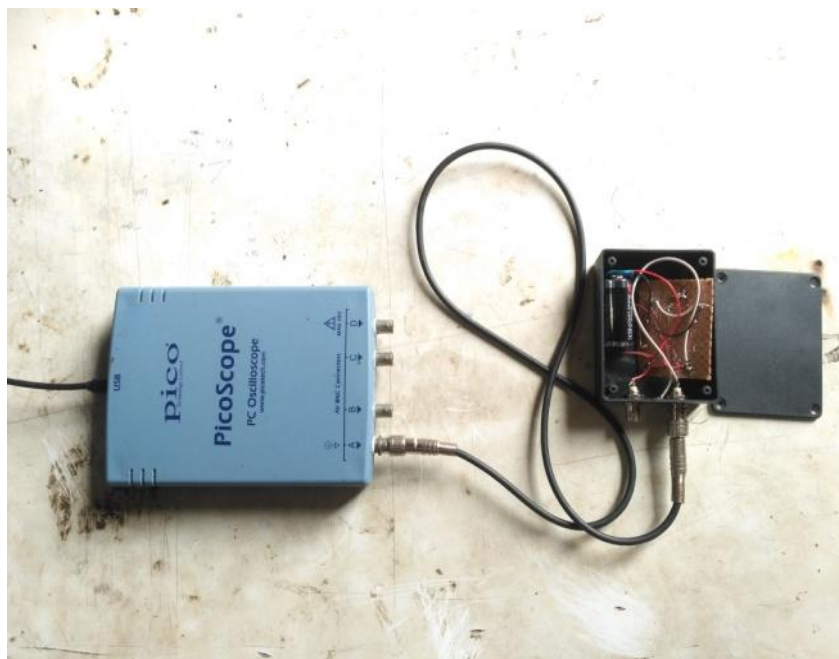
Gambar 3.14 Pemasangan Kabel Strain Gages

6. Menghubungkan kabel strain gages pada input bridge box, dapat dilihat pada gambar 3.15.



Gambar 3.15 Pemasangan Bridge Box

7. Menghubungkan kabel *bridge box* pada *input oscilloscope*, dapat dilihat pada gambar 3.16.



Gambar 3.16 Pemasangan *Oscilloscope*

8. Menghubungkan output oscilloscope pada PC (laptop) menggunakan kabel usb, dapat dilihat pada gambar 3.17.



Gambar 3.17 Pemasangan *Output Oscilloscope* Pada PC (laptop)

9. Meratakan plat dudukan bawah dengan menggunakan water pass, dapat dilihat pada gambar 3.18.



Gambar 3.18 Meratakan plat dudukan

10. Pemasangan Striker, striker bar yang digunakan seberat 2,5 kg. Dapat dilihat pada gambar 3.19.



Gambar 3.19 Pemasangan Striker Bar

11. Memasang spesimen tembaga pada pencekam besi baja karbon, dapat dilihat pada gambar 3.20.



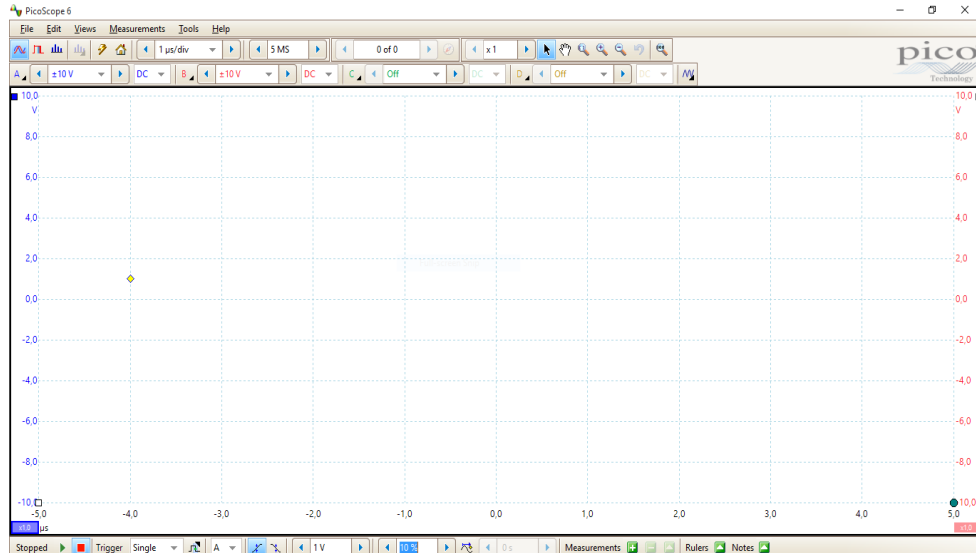
Gambar 3.20 Pemasangan Spesimen

12. Klik dua kali pada ikon desktop picoscope untuk membukakan program gambar 3.21.



Gambar 3.21 Penyetelan picoscope

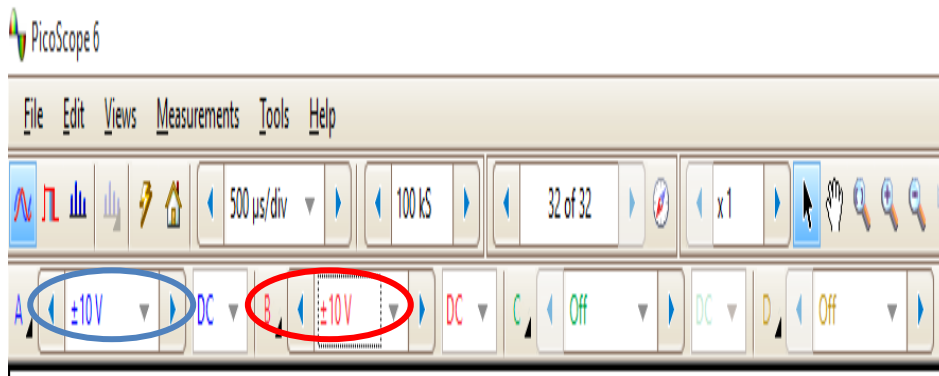
13. Penyetelan *software picoscope* pada laptop yang akan menghasilkan grafik regangan dapat dilihat pada gambar 3.22.



Gambar 3.22 Penyetelan Software picoscope

14. Merubah daya batrai  $\pm 10V$  arus dc pada channel A(biru) dan merubah daya batrai  $\pm 10V$  arus DC pada channel B(merah) dapat dilihat pada gambar 3.23.





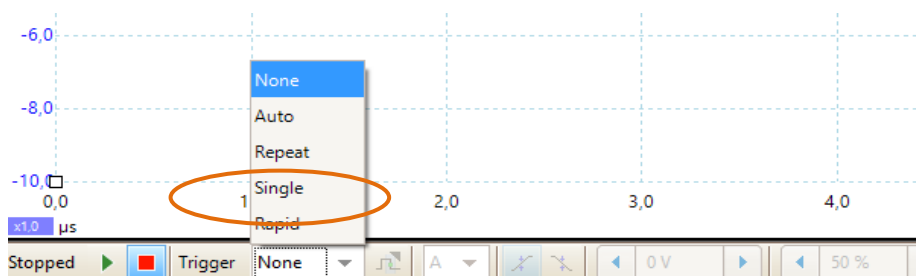
Channel 'A' biru Channel 'B' merah elan daya batrai

- Atur jarak waktu menjadi  $1\mu\text{s}/\text{div}$  sebagai titik awal dapat dilihat pada gambar 3.24.



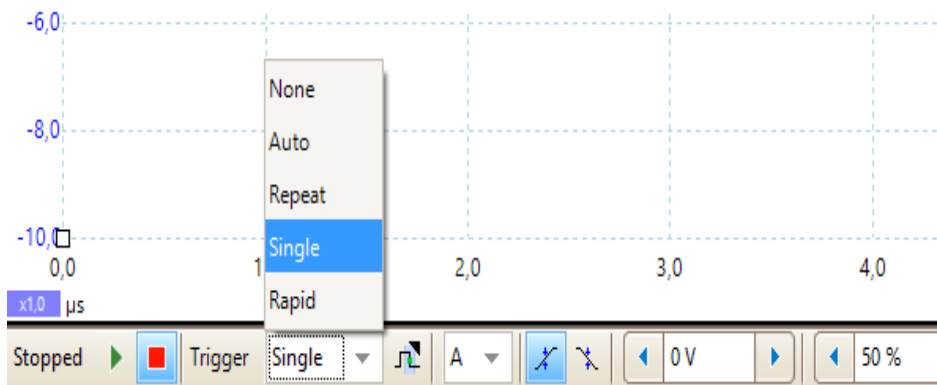
Gambar 3.24 Penyetelan jarak waktu

- None akan digunakan untuk pengkondisian sinyal pada waktu belum ditentukan dapat dilihat pada gambar 3.25.



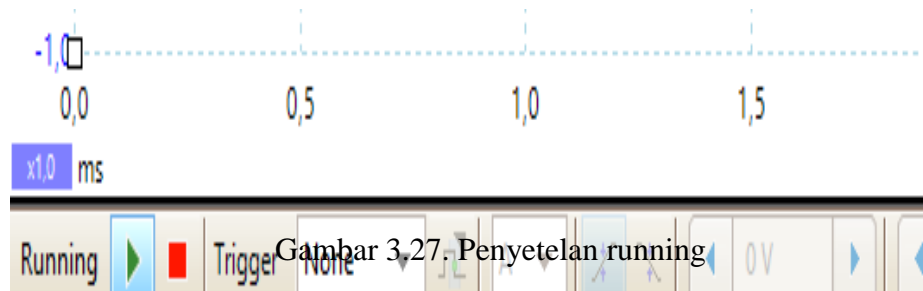
Gambar 3.25 Penyetelan none

- Single mendapat kan hasil gelombang channel A dan channel B saat straiker dijatuhkan dapat dilihat pada gambar 3.26.



Gambar 3.26 Penyetelan single

18. Running Untuk memulai merekam gelombang channel A dan channel B dapat dilihat pada gambar 3.27.



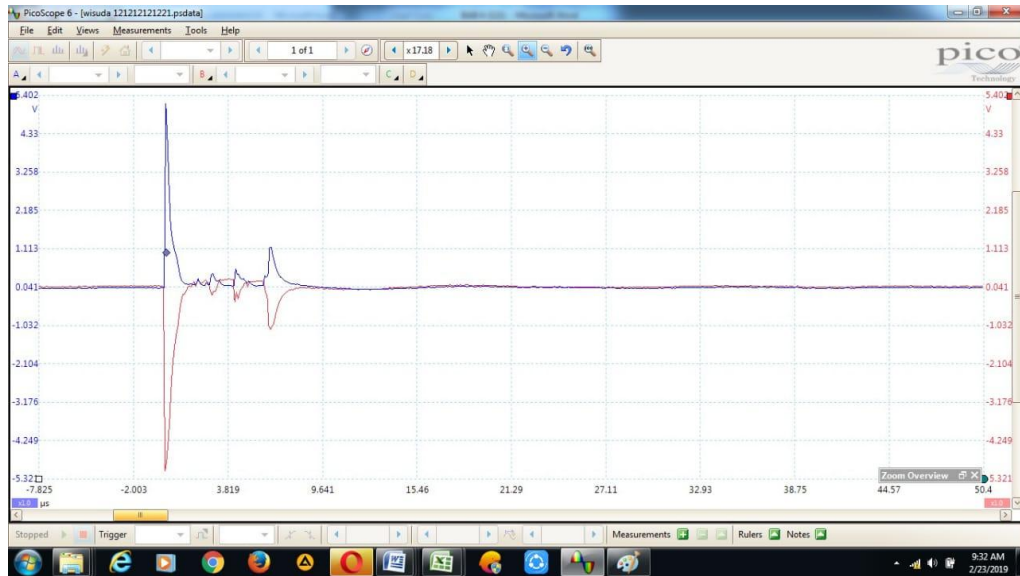
Gambar 3.27. Penyetelan running

19. Proses pengujian spesimen dengan menjatuhkan striker bar dapat dilihat pada gambar 3.28



Gambar 3.28 Proses proses pengujian

20. Penyimpanan data grafik setelah selesai pengujian, dapat dilihat pada gambar 3.28.



Gambar 3.28 Penyimpanan Hasil Data

21. Setelah selesai pengujian non aktifkan *software*, *oscilloscope*, dan *bridge box*.

## BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Pengujian Statis dan Dinamik

#### 4.1.1 Spesimen 1 Statis Sebelum Pengujian

Bentuk spesimen pengujian statis sebelum pengujian bisa dilihat pada gambar 4.1



Gambar 4.1 Spesimen uji tarik statis tembaga paduan

#### 4.1.2 Hasil Pengujian Spesimen 1 Statis

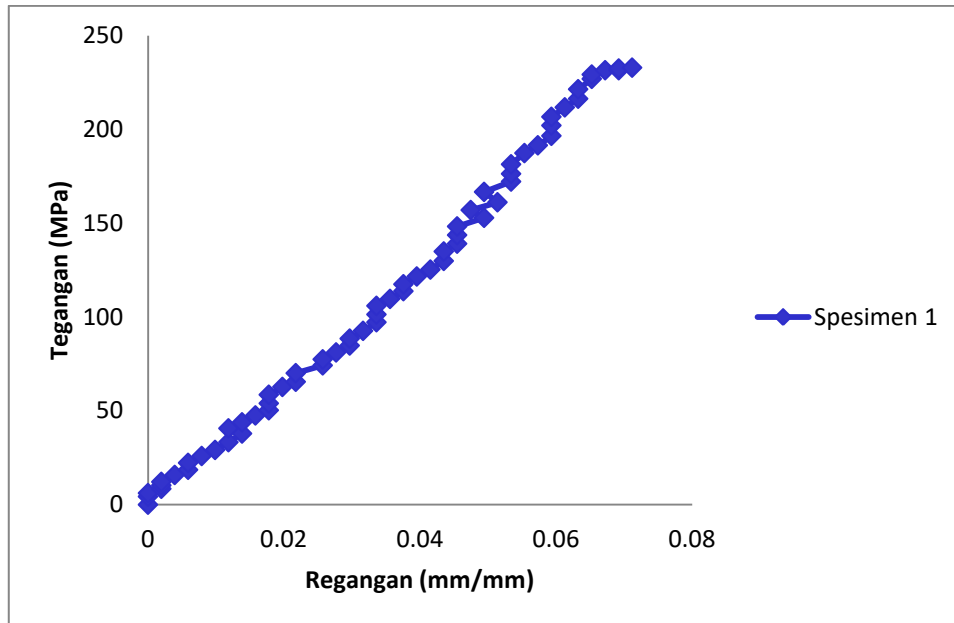
Bentuk spesimen setelah proses pengujian statis bisa dilihat pada gambar 4.2



Gambar 4.2 Hasil uji tarik statis tembaga paduan

#### 4.1.3 Grafik Tegangan Regangan Statis

Berikut adalah hasil grafik tegangan dan regangan setelah dilakukan pengujian statis (Uji tarik) pada bahan tembaga paduan, dengan hasil gaya *maximum force* yang di dapat sebesar 671,84 kgf.



Gambar 4.3 Grafik tegangan (MPa) vs Regangan

#### 4.1.4 Hasil Perhitungan Statis Spesimen 1

Berikut data yang diketahui :

Panjang awal spesimen ( $L_0$ ) = 30 mm

Panjang akhir spesimen ( $L_i$ ) = 35,96 mm

Jari-jari ( $r$ ) = 3 mm

Gaya maksimum  $F_{maks} = 671,84 \text{ kgf/mm}^2$ . ~~dikonversi~~

$671,84 \text{ kgf/mm}^2 \times 9,8 \text{ N} = 6584,032 \text{ N}$

Berdasarkan data spesimen tembaga paduan yang diuji dengan metode statis maka didapatkan hasil sebagai berikut :

Luas Penampang  $A = \pi \cdot r^2$

$$= 3,14 \times 3^2$$

$$= 28,26 \text{ mm}^2$$

Tegangan Patah  $\sigma = \frac{F}{A}$

$$= \frac{6584,032 \text{ N}}{28,26 \text{ mm}^2}$$

$$= 232,980 \text{ MPa}$$

Regangan Patah  $\epsilon = \frac{L_i - L_0}{L_0} \times 100\%$

$$= \frac{35,96 - 30}{30} \times 100\%$$

$$= 19,86 \%$$

Modulus elastisitas  $E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$

$$= \frac{232,980 \text{ MPa}}{0,1986}$$

$$= 1173,114 \text{ MPa}$$

#### 4.1.5 Spesimen 2 Statis Sebelum Pengujian

Bentuk spesimen pengujian statis sebelum pengujian bisa dilihat pada gambar 4.4



Gambar 4.4 Spesimen uji tarik statis tembaga paduan

#### 4.1.6 Hasil Pengujian Spesimen 2 Statis

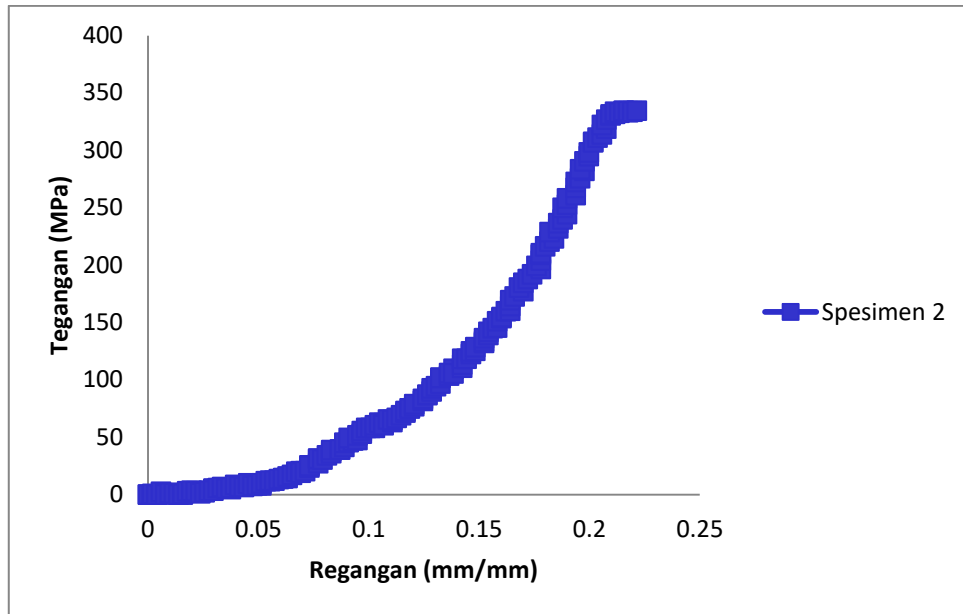
Bentuk spesimen setelah proses pengujian statis bisa dilihat pada gambar 4.5



Gambar 4.5 Hasil uji tarik statis tembaga paduan

#### 4.1.7 Grafik Tegangan Regangan Statis

Berikut adalah hasil grafik tegangan dan regangan setelah dilakukan pengujian statis (Uji tarik) pada bahan tembaga paduan, dengan hasil gaya *maximum force* yang di dapat sebesar 965,02 kgf.



Gambar 4.6 Grafik tegangan (MPa) vs Regangan

#### 4.1.8 Hasil Perhitungan Statis Spesimen 2

Berikut data yang diketahui :

Panjang awal spesimen ( $L_0$ ) = 30 mm

Panjang akhir spesimen ( $L_i$ ) = 36,9 mm

Jari-jari ( $r$ ) = 3 mm

Gaya maksimum  $F_{maks} = 965,02 \text{ kgf/mm}^2$ . —dikonversi

$965,02 \text{ kgf/mm}^2 \cdot 9,8 \text{ N} = 9457,196 \text{ N}$

Berdasarkan data spesimen tembaga paduan yang diuji dengan metode statis maka didapatkan hasil sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Luas Penampang} \quad A &= \pi \cdot r^2 \\ &= 3,14 \times 3^2 \\ &= 28,26 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tegangan Patah} \quad \sigma &= \frac{F}{A} \\ &= \frac{9457,196 \text{ N}}{28,26 \text{ mm}^2} \\ &= 334,649 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Regangan Patah} \quad \epsilon &= \frac{L_i - L_0}{L_0} \times 100\% \\ &= \frac{36,9 - 30}{30} \times 100\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 23\% \\
 \text{Modulus elastisitas} \quad E &= \frac{\sigma}{\varepsilon} \\
 &= \frac{334,649 \text{ MPa}}{0,23} \\
 &= 1454,995 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

#### 4.1.9 Spesimen 3 Statis Sebelum Pengujian

Bentuk spesimen pengujian statis sebelum pengujian bisa dilihat pada gambar 4.7



Gambar 4.7 Spesimen uji tarik statis tembaga paduan

#### 4.1.10 Hasil Pengujian Spesimen 3 Statis

Bentuk spesimen setelah proses pengujian statis bisa dilihat pada gambar 4.8

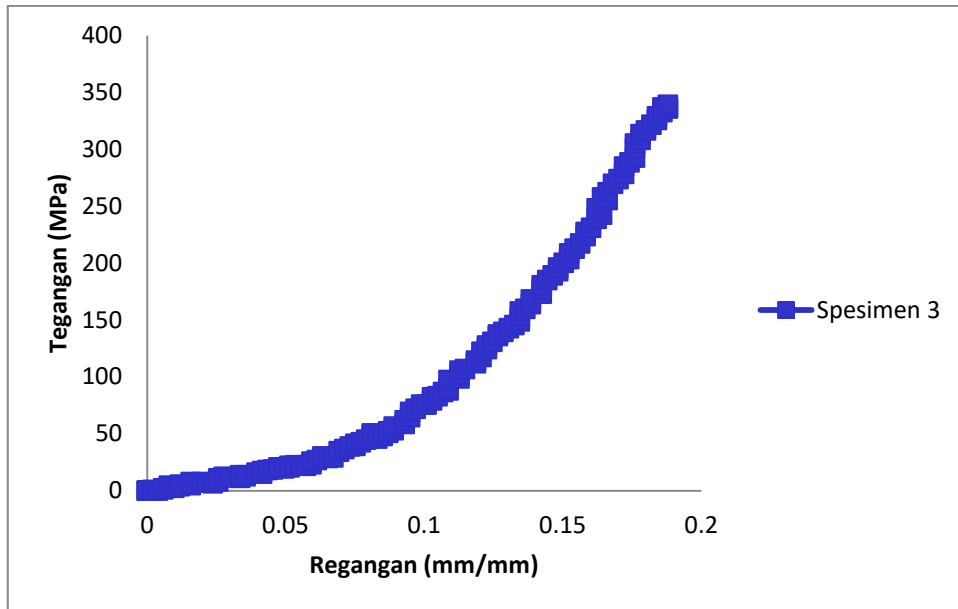


Gambar 4.8 Hasil uji tarik statis tembaga paduan

#### 4.1.11 Grafik Tegangan Regangan Statis

Berikut adalah hasil grafik tegangan dan regangan setelah dilakukan pengujian statis (Uji tarik) pada bahan tembaga paduan, dengan hasil gaya *maximum force* yang di dapat sebesar 978,29 kgf.





Gambar 4.9 Grafik tegangan (MPa) vs Regangan

#### 4.1.12 Hasil Perhitungan Statis Spesimen 3

Berikut data yang diketahui :

Panjang awal spesimen ( $L_0$ ) = 30 mm

Panjang akhir spesimen ( $L_i$ ) = 36,21 mm

Jari-jari ( $r$ ) = 3 mm

Gaya maksimum  $F_{maks} = 978,29 \text{ kgf/mm}^2$ . ~~dikonversi~~

$978,29 \text{ kgf/mm}^2 \times 9,8 \text{ N} = 9587,242 \text{ N}$

Berdasarkan data spesimen tembaga paduan yang diuji dengan metode statis maka didapatkan hasil sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Luas Penampang} \quad A &= \pi \cdot r^2 \\ &= 3,14 \times 3^2 \\ &= 28,26 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tegangan Patah} \quad \sigma &= \frac{F}{A} \\ &= \frac{9587,242 \text{ N}}{28,26 \text{ mm}^2} \\ &= 339,251 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\text{Regangan Patah} \quad \varepsilon = \frac{L_i - L_0}{L_0} \times 100\%$$

$$= \frac{36,21 - 30}{30} \times 100\%$$

$$= 20,7 \%$$

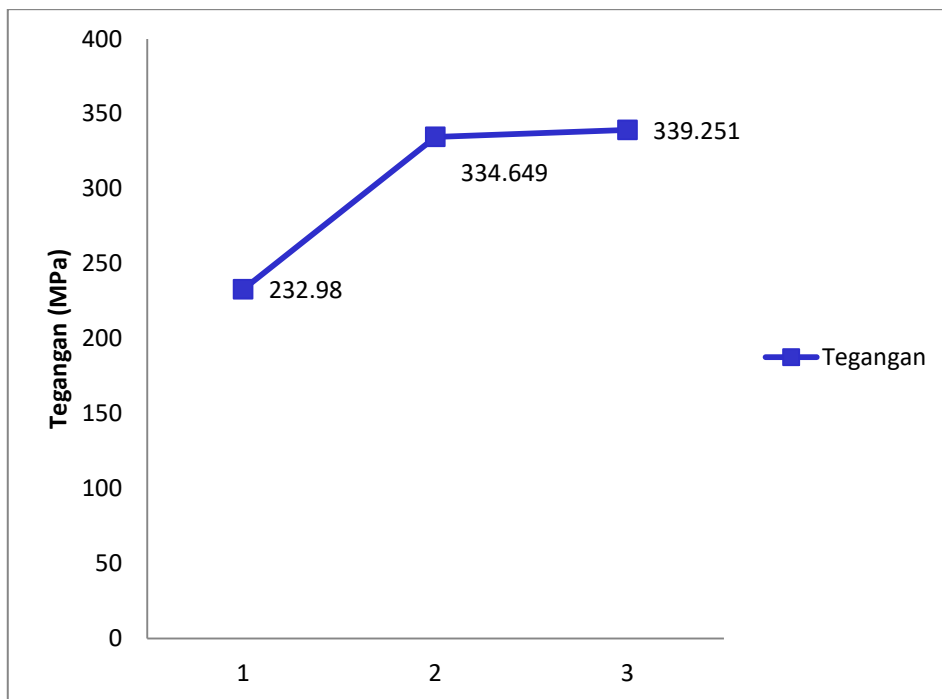
Modulus elastisitas  $E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$

$$= \frac{339,251 \text{ MPa}}{0,207}$$

$$= 1638,893 \text{ MPa}$$

#### 4.1.13 Grafik Tegangan dari 3 Spesimen

Berikut adalah hasil grafik tegangan dan regangan dari 3 spesimen setelah dilakukan pengujian statis (uji tarik) pada bahan tembaga paduan, dengan hasil nilai yang konsisten pada setiap pengujian yang dapat kita lihat pada gambar 4.10.



Gambar 4.10 Grafik tegangan dari 3 spesimen

## 4.2 Hasil Pengujian Spesimen Dinamik

### 4.2.1 Spesimen 1 Dinamik Sebelum Pengujian

Berikut bentuk spesimen tembaga paduan yang digunakan untuk menuju proses pengujian dinamik bisa dilihat pada gambar 4.11



Gambar 4.11 Spesimen Dinamik Sebelum Pengujian

#### 4.2.2 Spesimen 1 Dinamik Sesudah Pengujian

Berikut bentuk spesimen tembaga paduan yang digunakan setelah proses pengujian dinamik bisa dilihat pada gambar 4.12

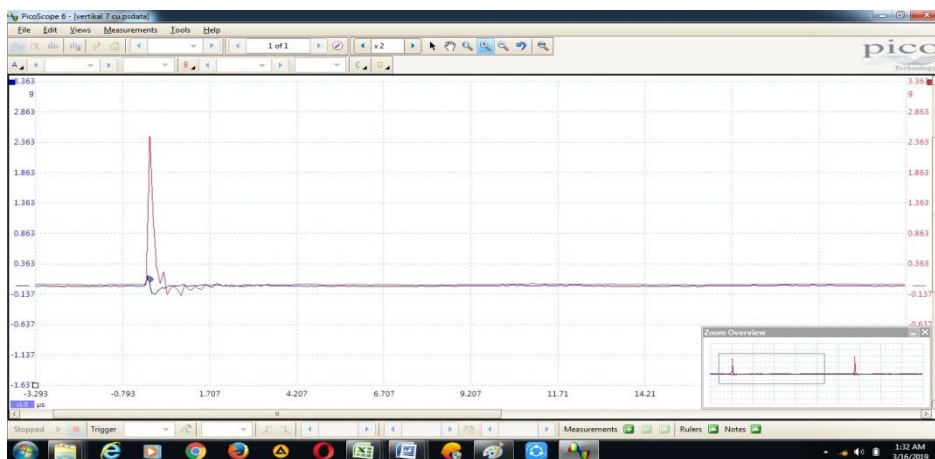


Gambar 4.12 Spesimen Dinamik Sesudah Pengujian

#### 4.3 Pembuatan Grafik Tegangan

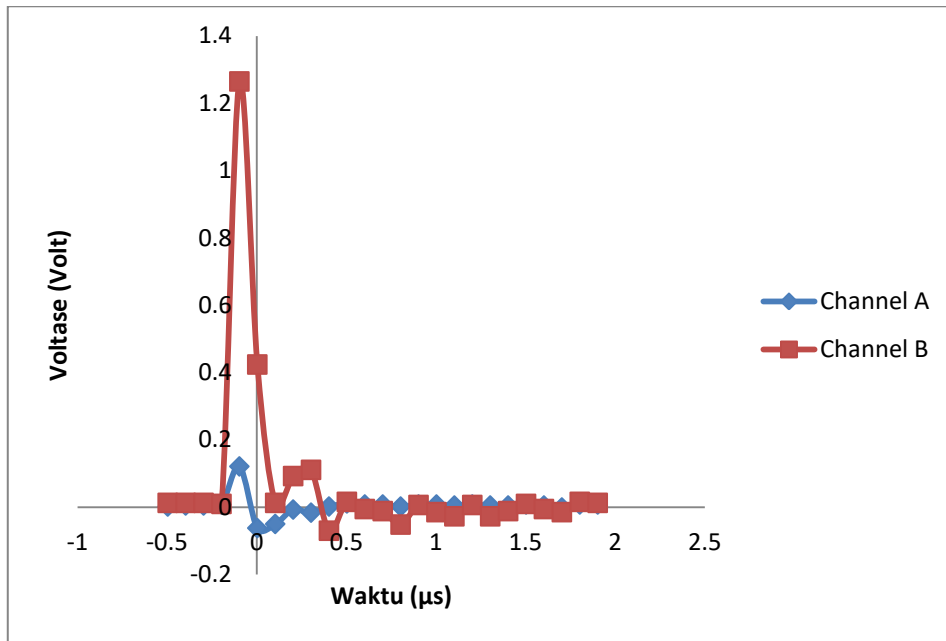
##### 4.3.1 Grafik Volt vs Waktu

Setelah dilakukan pengujian dinamik menggunakan bahan tembaga paduan maka didapatkan grafik volt vs waktu, yang di dapat dari software picoscope kemudian dibuat kedalam bentuk microsoft office excel yang bisa dilihat pada gambar 4.13



Gambar 4.13 Grafik Volt vs Waktu

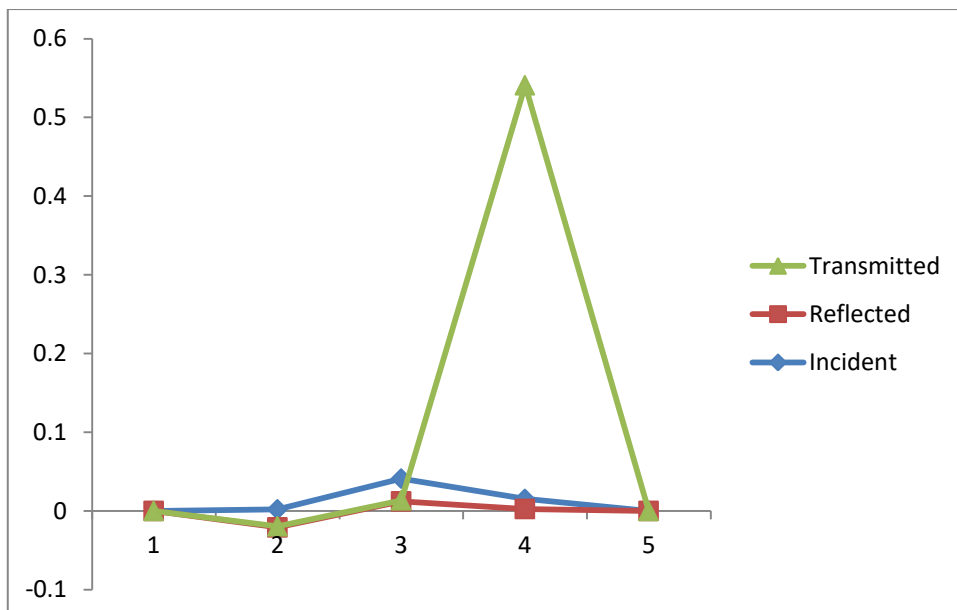
Setelah data didapat dalam bentuk software picoscope kemudian dimuat kedalam Microsoft office excel , dapat kita lihat pada gambar 4.14.



Gambar 4.14 Grafik Volt vs Waktu dalam format Microsoft excel

#### 4.3.2 Gelombang Channel A dan B

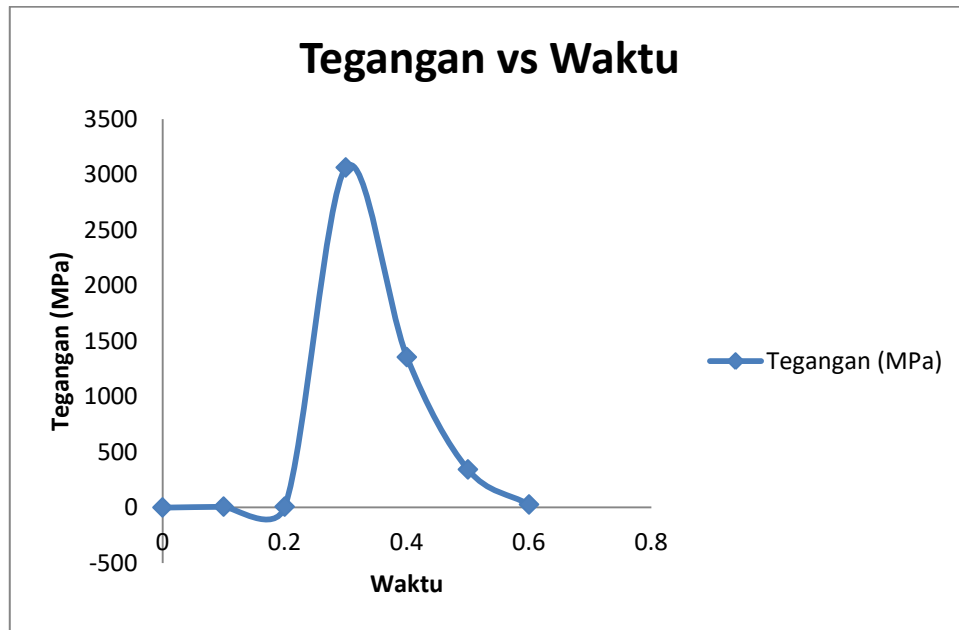
Setelah grafik dimuat kedalam bentuk Microsoft office maka didapat gelombang saat jatuh, gelombang diteruskan, gelombang kembali, yang telah didapat dari gelombang channel A dan B menggunakan persamaan 2.6 dapat dilihat pada gambar 4.15



Gambar 4.15 Hasil grafik incident, refleeted, transmited

#### 4.3.3 Grafik Tegangan vs Waktu

Setelah dilakukan pengujian spesimen tembaga paduan maka didapat dengan hasil grafik tegangan vs waktu, dengan nilai tegangan maksimum 3062,82 (MPa), dapat dilihat pada gambar 4.16



Gambar 4.16 Grafik Tegangan vs Waktu

Berdasarkan hasil grafik diatas dapat dihasilkan perhitungan pada tegangan dinamik, berikut adalah data perhitungan yang diketahui setelah pengujian dinamik :

Luas Penampang

$$\begin{aligned} A_2 &= \pi \cdot r^2 \\ &= 3,14 \times 8^2 \\ &= 200,96 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_s &= \pi \cdot r^2 \\ &= 3,14 \times 1,5^2 \\ &= 7,065 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Modulus Elastis

$$E = 200000 \text{ MPa}$$

Tegangan Dinamik

$$\begin{aligned} \sigma_2(t) &= \frac{EA}{A_s} \varepsilon_T \\ &= \frac{200,000 \cdot 200,96}{7,065} [0,53] \\ &= 3062,82 \text{ MPa} \end{aligned}$$

#### 4.4 Hasil Pengujian Spesimen Dinamik

##### 4.4.1 Spesimen 2 Dinamik Sebelum Pengujian

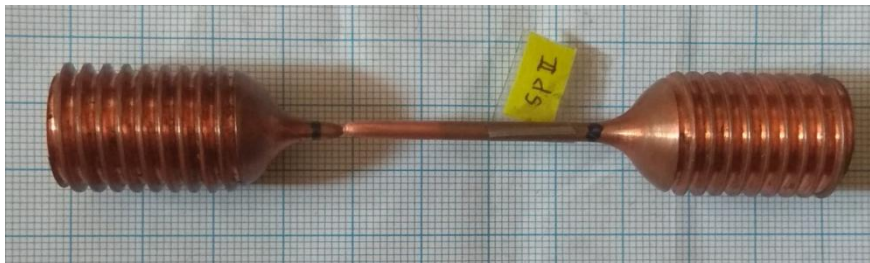
Berikut bentuk spesimen tembaga paduan yang digunakan untuk menuju proses pengujian dinamik bisa dilihat pada gambar 4.17



Gambar 4.17 Spesimen Dinamik Sebelum Pengujian

##### 4.4.2 Spesimen 2 Dinamik Sesudah Pengujian

Berikut bentuk spesimen tembaga paduan yang digunakan setelah proses pengujian dinamik bisa dilihat pada gambar 4.18

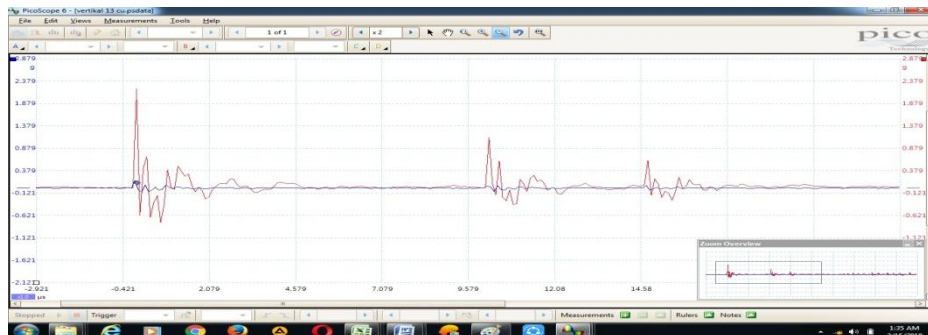


Gambar 4.18 Spesimen Dinamik Sesudah Pengujian

#### 4.5 Pembuatan Grafik Tegangan

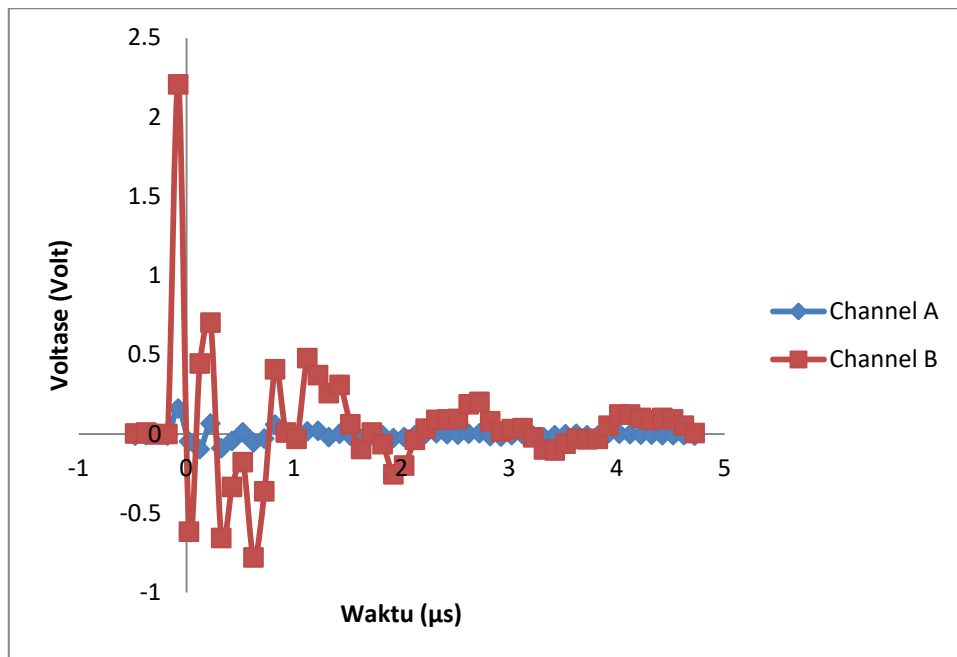
##### 4.5.1 Grafik Volt vs Waktu

Setelah dilakukan pengujian dinamik menggunakan bahan tembaga paduan maka didapatkan grafik volt vs waktu, yang di dapat dari software picoscope kemudian dibuat kedalam bentuk microsoft office excel yang bisa dilihat pada gambar 4.19



Gambar 4.19 Grafik Volt vs Waktu

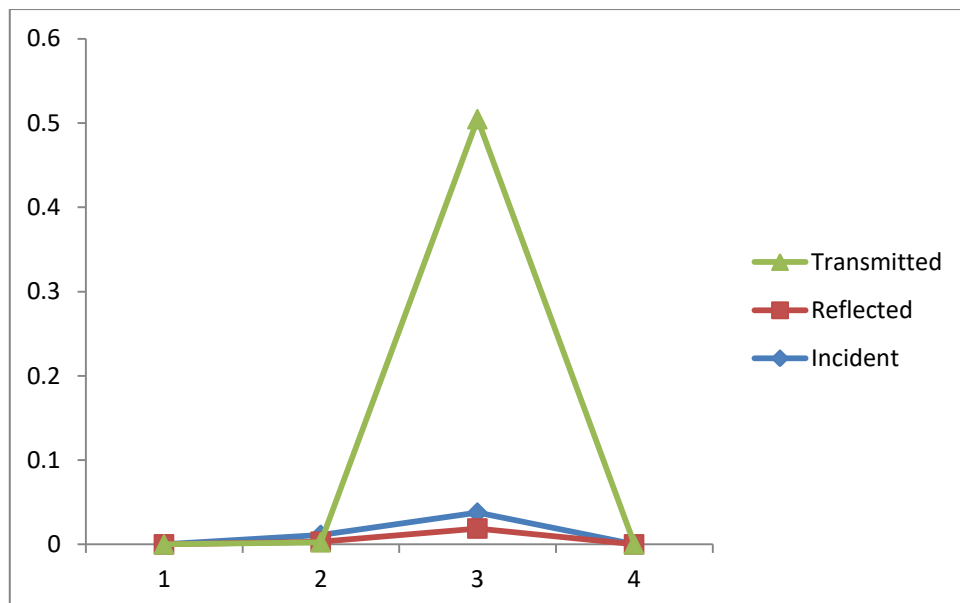
Setelah data didapat dalam bentuk software picoscope kemudian dimuat kedalam Microsoft office excel , dapat kita lihat pada gambar 4.20.



Gambar 4.20 Grafik Volt vs Waktu dalam format Microsoft excel

#### 4.5.2 Gelombang Channel A dan B

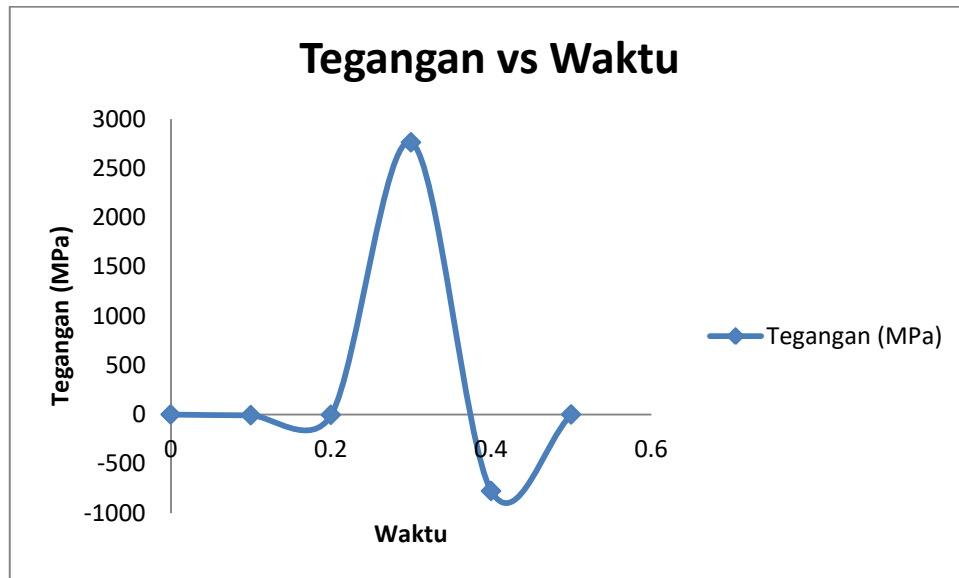
Setelah grafik dimuat kedalam bentuk Microsoft office maka didapat gelombang saat jatuh, gelombang diteruskan, gelombang kembali, yang telah didapat dari gelombang channel A dan B menggunakan persamaan 2.6 dapat dilihat pada gambar 4.21



Gambar 4.21 Hasil grafik incident, refleeted, transmitted

### 4.5.3 Grafik Tegangan vs Waktu

Setelah dilakukan pengujian spesimen tembaga paduan maka didapat dengan hasil grafik tegangan vs waktu, dengan nilai tegangan maksimum 2762,78 (MPa), dapat dilihat pada gambar 4.22



Gambar 4.22 Grafik Tegangan vs Waktu

Berdasarkan hasil grafik diatas dapat dihasilkan perhitungan pada tegangan dinamik, berikut adalah data perhitungan yang diketahui setelah pengujian dinamik :

Luas Penampang

$$\begin{aligned} A_2 &= \pi \cdot r^2 \\ &= 3,14 \times 8^2 \\ &= 200,96 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_s &= \pi \cdot r^2 \\ &= 3,14 \times 1,5^2 \\ &= 7,065 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Modulus Elastis

$$E = 200000 \text{ MPa}$$

Tegangan Dinamik

$$\begin{aligned} \sigma_2(t) &= \frac{EA}{A_s} \varepsilon_T \\ &= \frac{200,000 \cdot 200,96}{7,065} [0,48] \\ &= 2762,78 \text{ MPa} \end{aligned}$$



#### 4.6 Hasil Pengujian Spesimen Dinamik

##### 4.6.1 Spesimen 3 Dinamik Sebelum Pengujian

Berikut bentuk spesimen tembaga paduan yang digunakan untuk menuju proses pengujian dinamik bisa dilihat pada gambar 4.23



Gambar 4.23 Spesimen Dinamik Sebelum Pengujian

##### 4.6.2 Spesimen 2 Dinamik Sesudah Pengujian

Berikut bentuk spesimen tembaga paduan yang digunakan setelah proses pengujian dinamik bisa dilihat pada gambar 4.24

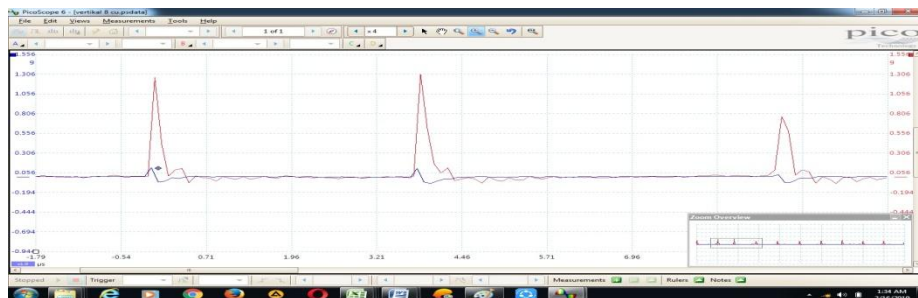


Gambar 4.24 Spesimen Dinamik Sesudah Pengujian

#### 4.7 Pembuatan Grafik Tegangan

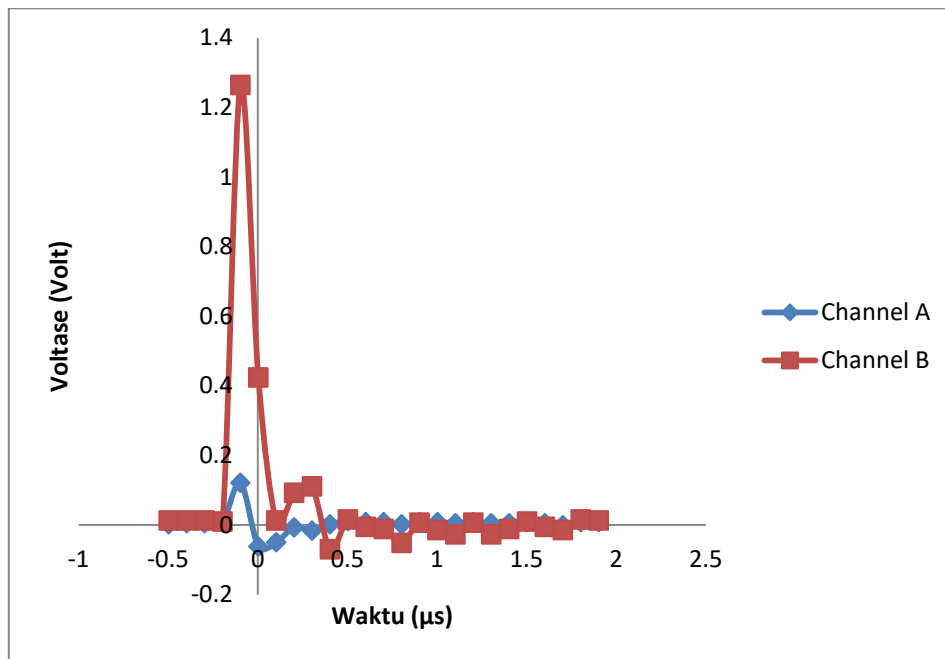
##### 4.7.1 Grafik Volt vs Waktu

Setelah dilakukan pengujian dinamik menggunakan bahan tembaga paduan maka didapatkan grafik volt vs waktu, yang di dapat dari software picoscope kemudian dibuat kedalam bentuk microsoft office excel yang bisa dilihat pada gambar 4.25



Gambar 4.25 Grafik Volt vs Waktu

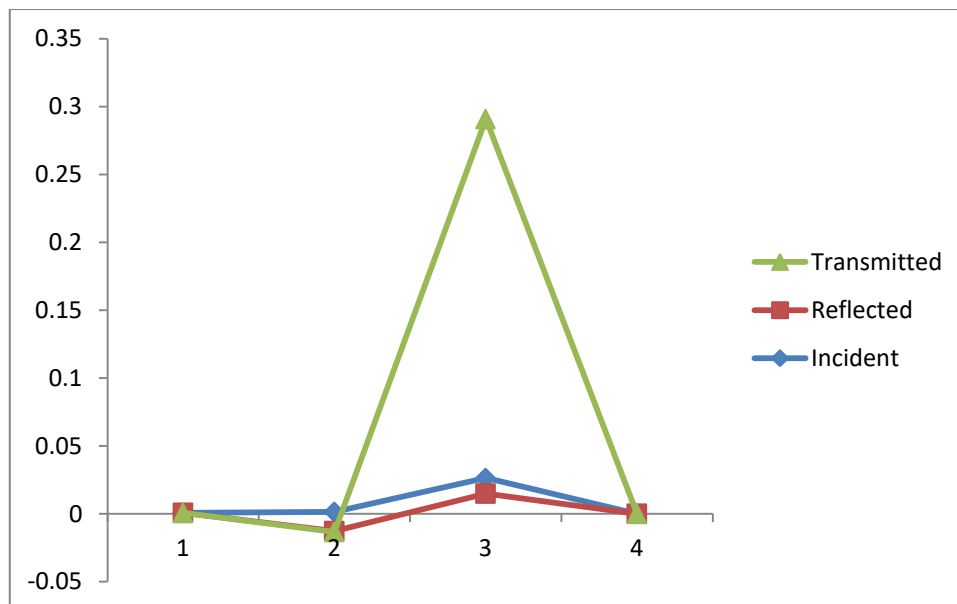
Setelah data didapat dalam bentuk software picoscope kemudian dimuat kedalam Microsoft office excel , dapat kita lihat pada gambar 4.26.



Gambar 4.26 Grafik Volt vs Waktu dalam format Microsoft excel

#### 4.7.2 Gelombang Channel A dan B

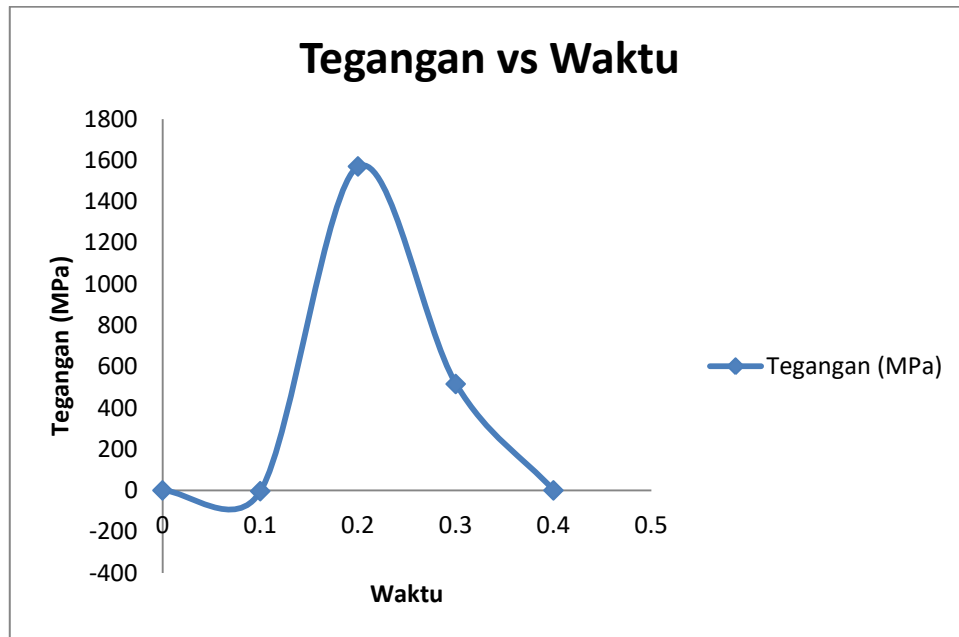
Setelah grafik dimuat kedalam bentuk Microsoft office maka didapat gelombang saat jatuh, gelombang diteruskan, gelombang kembali, yang telah didapat dari gelombang channel A dan B menggunakan persamaan 2.6 dapat dilihat pada gambar 4.27



Gambar 4.27 Hasil grafik incident, refleeted, transmitted

#### 4.7.3 Grafik Tegangan vs Waktu

Setelah dilakukan pengujian spesimen tembaga paduan maka didapat dengan hasil grafik tegangan vs waktu, dengan nilai tegangan maksimum 1569,87 (MPa), dapat dilihat pada gambar 4.28



Gambar 4.28 Grafik Tegangan vs Waktu

Berdasarkan hasil grafik diatas dapat dihasilkan perhitungan pada tegangan dinamik, berikut adalah data perhitungan yang diketahui setelah pengujian dinamik :

Luas Penampang

$$\begin{aligned} A_2 &= \pi \cdot r^2 \\ &= 3,14 \times 8^2 \\ &= 200,96 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_s &= \pi \cdot r^2 \\ &= 3,14 \times 1,5^2 \\ &= 7,065 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Modulus Elastis

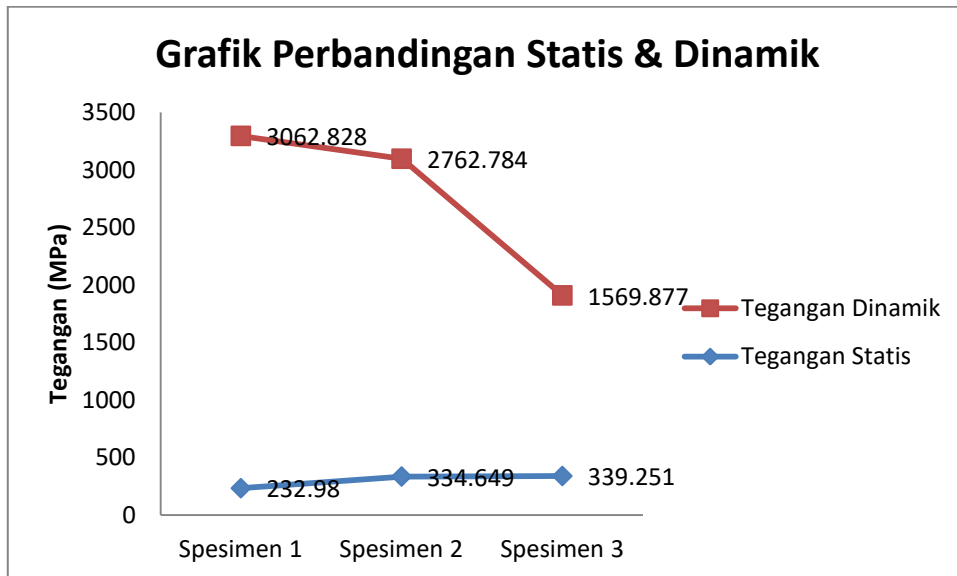
$$E = 200000 \text{ MPa}$$

Tegangan Dinamik

$$\begin{aligned} \sigma_2(t) &= \frac{EA}{A_s} \varepsilon_T \\ &= \frac{200,000 \cdot 200,96}{7,065} [0,27] \\ &= 1569,87 \text{ MPa} \end{aligned}$$

#### 4.8 Grafik Perbandingan Tegangan Statis dan Dinamik

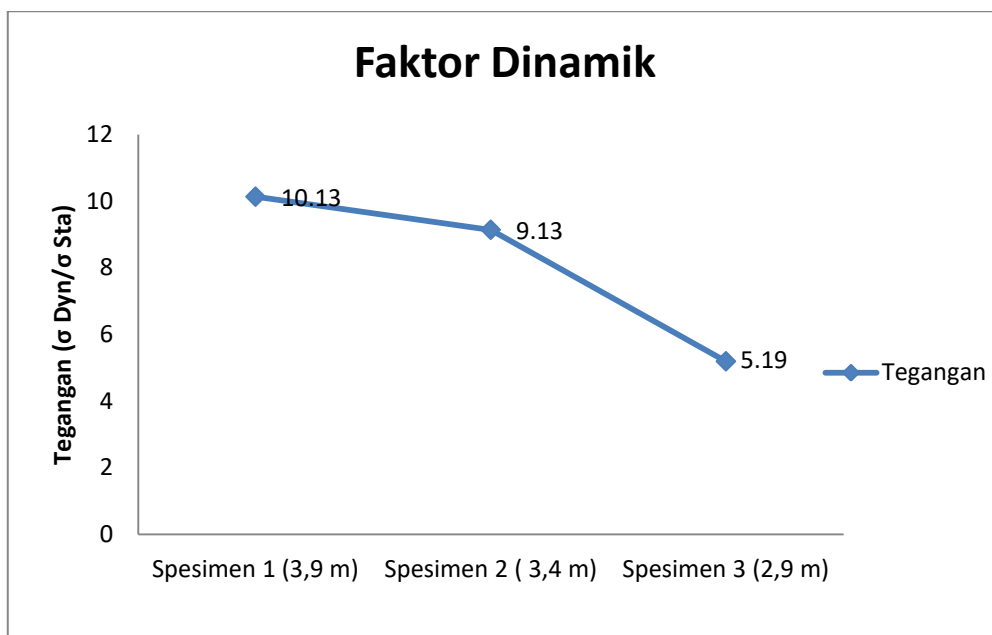
Berikut adalah hasil grafik perbandingan tegangan statis dan dinamik setelah dilakukan pengujian pada bahan tembaga paduan dengan hasil grafik yang dapat dilihat pada gambar 4.29.



Gambar 4.29 Grafik perbandingan tegangan statis dan dinamik

#### 4.9 Grafik Faktor Dinamika

Berikut adalah hasil grafik faktot dinamik setelah dilakukan pengujian yang di dapat menggunakan persamaan (2.7) dengan hasil grafik yang dapat dilihat pada gambar 4.30.



Gambar 4.30 Grafik Faktor Dinamik

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### 5.1 Kesimpulan

Pada pengujian analisa faktor dinamika pada kekuatan tarik bahan tembaga paduan dengan menggunakan mesin uji impak batang Hopkinson didapat beberapa kesimpulan yaitu :

1. Dari hasil pengujian statis dengan spesimen tembaga paduan seng didapat hasil grafik tegangan maksimum pada spesimen 1 sebesar 232,980 MPa , pada spesimen 2 sebesar 334, 649 MPa, dan spesimen 3 sebesar 339,251 MPa.
2. Sedangkan pada pengujian dinamik menggunakan spesimen tembaga paduan seng didapatkan hasil grafik pada spesimen 1 dengan tegangan maksimum sebesar 3062,828 MPa, pada spesimen 2 sebesar 2762,784 MPa dan pada spesimen 3 sebesar 1569,877 MPa
3. Dari pengujian statis dan dinamik diperoleh perbandingan tegangan dan diperoleh hasil tegangan tertingi pada pengujian dinamik.
4. Dari hasil pengujian di dapat faktor dinamika pada spesimen 1 sebesar 10,13, pada spesimen 2 sebesar 9,13 dan pada spesimen 3 sbesar 5,19.
5. Pada pengujian dinamik semakin tinggi striker bar dijatuhkan maka semakin besar pula gelombang channel yang di dapat.

#### 5.2 Saran

1. Untuk mahasiswa yang ingin meneruskan penelitian ini diharapkan striker dimodifikasi untuk menjatuhkan striker tidak harus menaiki tangga
2. Memodifikasi pencekam spesimen agar dapat menggunakan beberapa jenis ASTM dinamik.
3. Membuat Alur kabel Strain gauge agar tidak sering putus terkena striker pada saat pengujian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Marabdi Siregar, Juliansyah Fauzan Nasution, (2018). "*Efek Kecepatan Pembebanan Pada Bahan Baja Terhadap Kekuatan Tarik Impak*". Jurnal Ilmiah "MEKANIK" Teknik Mesin ITM Vol 4, Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan
- J.M. Lifshitz, H. Leber, (1993) "*Data Processing In The Split Hopkinson Pressure Bar Test*", Material Mechanics Laboratory, Faculty Of Mechanical Engineering, Haifa 32000
- K. Liu, Q.B. Zhang & J. Zhao (2018) "*Dynamic Increase Faktor Of Rock Strength*". Department Of Civil Engineering, Monash University, Clayton, Vic 3800, Australia
- Masanobu Murata, Yoshinori Yoshida, Takeshi Nishiwaki (2017) "*identification of ductile fracture parameter with stress correction method using notched roudbar tensile test*", Daido university, nagayo, aichi 457-8530, japan
- Nathan M. Heckman, Matthew F. Berwind, Christoph Eberl. (2017) "*Microstruktural Deformation In Fatigued Nanotwinned Copper Alloys*". Department Of Aerospace And Mechanical Engineering", Mork Family Department Of Chemical Engineering And Material Science, University of Southern California, Los Angeles, CA 900089, USA
- Nazia Tasneem, (2002) "*Study Of Wave Shaping Techniques Of Split Hopkinson Pressure Bar Using Finite Element Analysis*" B.E., Mechanical Engineering, Osmania University
- Prof. Ir. Tata Surdia. (1999). *Pengujian tekan statik*. Buku Pengetahuan Bahan Teknik. Vol. 21.
- Prof. DR. SHINROKU SAITO. (1999). *Aluminium dan paduannya*. Buku Pengetahuan Bahan Teknik. Vol. 134.
- R.Bagus Suryasa Majanasastra (2016). "*Analisis Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Hasil Proses Hydroforming pada Material Tembaga (Cu) C84800 Dan Aluminium Al 6063*". Program Studi Teknik Mesin, Universitas Islam 45 Bekasi
- Robert Panowicz, Jacek Janiszewski, (2016) "*Tensile split Hopkinson bar technique: numerical analysis of the problem of the problem of wave disturbance and specimen geometry selection*" Military University of Technology, Faculty of Mechanical Engineering, Kaliskiego 2, 00-908 Warsaw, Poland.
- S. Sharma, V.M. Chavan and R.J. Patel, (2014) "*Evaluation of Material Properties of SA 516, Gr. 70 Using Split Hopkinson Bar Technique under*

*Tensile and Compressive High Strain-Rate Loading* Refuelling Technology Division, Bhabha Atomic Research Centre, Mumbai-400085, India

Verleysen, Patricia., Degrieck, Joris. (2000) "*Non-homogeneous and multi-axial stress distribution in concrete specimens during split Hopkinson tensile tests*". Computers and Structures , vol 77 hal 669-676.

Walsh D.E, (1994). "*Direct partial oxidation of methan over ZSM-5 catalyst: metals effect on higher hydrocarbon formation*". Jurnsl of catalysis. 148: 134-137.

Wikipedia, Tembaga. <https://id.wikipedia.org/wiki/Tembaga>. diakses tanggal 01 Agustus 2018

# LAMPIRAN





**LABORATORIUM PENGUJIAN MATERIAL  
TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI MEDAN**

Jl. Willem Iskandar Pasar V Medan Estate. Telp. (061) 6625971  
e-mail : [labmat.mes@unimed.co.id](mailto:labmat.mes@unimed.co.id)



**SURAT KETERANGAN**

No. 057/LAB-MAT/I/2019

Tentang Pengujian Material

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Dr.Ir. Erma Yulia, MT.  
Jabatan : Kepala Laboratorium Pengujian Material  
Teknik Mesin Unimed

Menyatakan bahwa :

Nama : Rizki Akbar  
NPM : 1407230241  
Fakultas : UMSU

Adalah benar nama tersebut diatas telah melakukan pengujian material Metode Uji Komposisi di Laboratorium Pengujian Material Teknik Mesin UNIMED dalam pelaksanaan penelitian TUGAS AKHIR yang berjudul **"ANALISA FAKTOR DINAMIKA PADA KEKUATAN TARIK BAHAN TEMBAGA PADUAN DENGAN MENGGUNAKAN MESIN UJI IMPAK BATANG HOPKINSON"** dengan data hasil terlampir.

Demikian surat keterangan ini dibuat, agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Medan, 23 Januari 2019

Kepala,



Dr.Ir. Erma Yulia, MT  
NIP.19680611 199702 2 001

LABORATORIUM/WORKSHOP TEKNIK MESIN  
 UNIVERSITAS NEGERI MEDAN  
 Jl. Willem Iskandar Psr. V Medan Estate 20221  
 Medan - Sumatera Utara  
 Telp. (061) 6625971/085206008181

WORDLWIDE ANALYTICAL SYSTEMS AG  
 WAS Sampel Testing of Different Qualities

Chemical Result

Sample ID	151	Material	Tembaga
Costumer	Reza dan Rizki	Dimension	19 mm x 59 mm
Institution	Universitas Negeri Medan	Filler Metal	-
Lab No	151/Lab-Mat/I/2019	Heat Treatment	-
PTQ No	0	Heat No	-

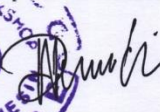
	Al	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Cr
1	0.0148	0.0018	0.0079	84.76	0.0025	0.531	6.08	0.173
2	0.0148	0.0032	0.0078	84.61	0.0123	0.514	6.05	0.183
3	0.0148	0.0013	0.0077	84.76	0.0128	0.566	6.03	0.160
Ave	0.0148	0.0021	0.0078	84.71	0.0092	0.537	6.05	0.174

	Ni	Ti	Be	Ca	Li	Pb	Sn	Sr
1	> 0.71	> 0.300	0.0035	> 0.0200	0.0006	3.03	4.32	0.0011
2	> 0.78	> 0.300	0.0040	> 0.0200	0.0005	3.05	4.32	0.0011
3	> 0.07	> 0.300	0.0048	> 0.0200	0.0006	3.45	4.19	0.0011
Ave	> 0.52	> 0.300	0.0041	> 0.0200	0.0006	3.17	4.27	0.0011

	V	Na	Bi	Zr	B	Ga	Cd	Co
1	> 0.160	0.0271	0.0035	> 0.250	> 0.0250	0.0204	0.133	0.0839
2	> 0.160	0.0285	0.0004	> 0.250	> 0.0250	0.0204	0.120	0.0767
3	> 0.160	0.0265	0.0048	> 0.250	> 0.0250	0.0217	0.136	0.1137
Ave	> 0.160	0.0273	0.0029	> 0.250	> 0.0250	0.0208	0.130	0.0914

	Ag	Hg	In	Sb	Ce	La
1	0.193	< 0.0120	> 0.150	< 0.0100	> 0.0153	> 0.0350
2	0.188	< 0.0120	> 0.150	< 0.0100	> 0.0151	> 0.0350
3	0.211	< 0.0120	> 0.150	< 0.0100	> 0.0151	> 0.0350
Ave	0.197	< 0.0120	> 0.150	< 0.0100	> 0.0151	> 0.0350

Date 01/02/2019  
 Tester  
 Enginner Mhd. Agus Salim, S.T.  
 University State University of Medan  
 Foundry Master Grade

Kepala Laboratorium  
  
 Erma Yulia, M.T.  
 0680611 199702 2 001

### Data Hasil Pengujian Statis Spesimen 1

Force (kgf)	Stroke (mm)	Strain (mm/mm)	Stress (Mpa)
0	0	0	0
12.51	0	0	4.33601727
17.82	0	0	6.176485032
24.45	0.059	0.001966667	8.474470203
29.76	0.059	0.001966667	10.31493797
35.07	0.059	0.001966667	12.15540573
45.68	0.118	0.003933333	15.83287521
53.64	0.177	0.0059	18.59184383
64.25	0.177	0.0059	22.26931332
74.86	0.237	0.0079	25.9467828
84.15	0.296	0.009866667	29.16673487
96.09	0.355	0.011833333	33.3051878
109.36	0.415	0.013833333	37.90462419
117.32	0.355	0.011833333	40.66359281
126.6	0.415	0.013833333	43.88007884
137.22	0.474	0.0158	47.56101437
145.18	0.533	0.017766667	50.31998299
155.79	0.533	0.017766667	53.99745247
169.05	0.533	0.017766667	58.59342282
180.99	0.593	0.019766667	62.73187575
188.95	0.652	0.021733333	65.49084437
202.22	0.652	0.021733333	70.09028076
214.16	0.771	0.0257	74.22873369
223.45	0.771	0.0257	77.44868576
234.06	0.83	0.027666667	81.12615525
244.67	0.89	0.029666667	84.80362473
255.28	0.89	0.029666667	88.48109421
267.22	0.949	0.031633333	92.61954714
280.49	1.008	0.0336	97.21898353
292.43	1.008	0.0336	101.3574365
305.69	1.008	0.0336	105.9534068
316.31	1.068	0.0356	109.6343423
328.25	1.127	0.037566667	113.7727953
338.86	1.127	0.037566667	117.4502647
350.8	1.186	0.039533333	121.5887177
361.41	1.246	0.041533333	125.2661872
374.68	1.305	0.0435	129.8656235
389.27	1.305	0.0435	134.9225773
401.21	1.364	0.045466667	139.0610303
414.48	1.364	0.045466667	143.6604667
427.74	1.364	0.045466667	148.256437

---

441.01	1.483	0.049433333	152.8558734
452.95	1.424	0.047466667	156.9943263
464.89	1.542	0.0514	161.1327793
480.81	1.483	0.049433333	166.6507165
496.73	1.602	0.0534	172.1686537
508.67	1.602	0.0534	176.3071067
523.26	1.602	0.0534	181.3640605
540.5	1.661	0.055366667	187.3395151
552.44	1.72	0.057333333	191.4779681
567.04	1.78	0.059333333	196.5383879
582.96	1.78	0.059333333	202.0563251
596.22	1.78	0.059333333	206.6522955
610.81	1.839	0.0613	211.7092493
624.08	1.898	0.063266667	216.3086857
638.67	1.898	0.063266667	221.3656395
654.59	1.958	0.065266667	226.8835767
661.23	1.958	0.065266667	229.1850279
667.86	2.017	0.067233333	231.4830131
667.86	2.077	0.069233333	231.4830131
670.51	2.077	0.069233333	232.4015139
671.84	2.136	0.0712	232.8624974

---

### Data Hasil Pengujian Statis Spesimen 2

Force (kGf)	Stroke (mm)	Strain (mm/mm)	stress (MPa)
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0.059	0.001966667	0
0	0.059	0.001966667	0
1.9	0.059	0.001966667	0.658547787
0	0.118	0.003933333	0
0	0.118	0.003933333	0
7.21	0.177	0.0059	2.499015549
3.23	0.237	0.0079	1.119531237
0	0.237	0.0079	0
4.55	0.296	0.009866667	1.577048647
3.23	0.355	0.011833333	1.119531237
0	0.415	0.013833333	0
0	0.474	0.0158	0
1.9	0.474	0.0158	0.658547787
8.53	0.533	0.017766667	2.956532958
7.21	0.593	0.019766667	2.499015549
9.86	0.593	0.019766667	3.417516409
8.53	0.652	0.021733333	2.956532958
7.21	0.712	0.023733333	2.499015549
3.23	0.712	0.023733333	1.119531237
5.88	0.771	0.0257	2.038032098
9.86	0.83	0.027666667	3.417516409
13.84	0.89	0.029666667	4.79700072
15.17	0.89	0.029666667	5.257984171
9.86	0.89	0.029666667	3.417516409
16.49	0.949	0.031633333	5.715501581
19.15	1.008	0.0336	6.637468482
15.17	1.068	0.0356	5.257984171
13.84	1.127	0.037566667	4.79700072
17.82	1.127	0.037566667	6.176485032
24.45	1.186	0.039533333	8.474470203
20.47	1.246	0.041533333	7.094985892
19.15	1.305	0.0435	6.637468482
28.43	1.364	0.045466667	9.853954514
27.11	1.364	0.045466667	9.396437105
21.8	1.424	0.047466667	7.555969343
23.13	1.483	0.049433333	8.016952793
23.13	1.542	0.0514	8.016952793
28.43	1.542	0.0514	9.853954514
33.74	1.602	0.0534	11.69442228
33.74	1.661	0.055366667	11.69442228

---

35.07	1.661	0.055366667	12.15540573
35.07	1.72	0.057333333	12.15540573
39.05	1.78	0.059333333	13.53489004
41.7	1.839	0.0613	14.4533909
41.7	1.898	0.063266667	14.4533909
40.37	1.839	0.0613	13.99240745
45.68	1.898	0.063266667	15.83287521
49.66	1.958	0.065266667	17.21235952
57.62	2.017	0.067233333	19.97132814
58.95	2.077	0.069233333	20.43231159
54.97	2.077	0.069233333	19.05282728
58.95	2.136	0.0712	20.43231159
68.23	2.195	0.073166667	23.64879763
73.54	2.195	0.073166667	25.48926539
72.21	2.195	0.073166667	25.02828194
78.84	2.314	0.077133333	27.32626711
89.46	2.314	0.077133333	31.00720263
90.78	2.314	0.077133333	31.46472004
88.13	2.373	0.0791	30.54621918
98.74	2.433	0.0811	34.22368867
109.36	2.492	0.083066667	37.90462419
104.05	2.492	0.083066667	36.06415643
112.01	2.492	0.083066667	38.82312505
113.34	2.611	0.087033333	39.2841085
113.34	2.611	0.087033333	39.2841085
119.97	2.67	0.089	41.58209367
130.58	2.67	0.089	45.25956315
131.91	2.729	0.090966667	45.72054661
135.89	2.789	0.092966667	47.10003092
142.52	2.729	0.090966667	49.39801609
137.22	2.848	0.094933333	47.56101437
149.15	2.848	0.094933333	51.69600126
153.13	2.907	0.0969	53.07548557
159.77	2.907	0.0969	55.37693678
167.73	2.967	0.0989	58.13590541
167.73	3.026	0.100866667	58.13590541
167.73	3.085	0.102833333	58.13590541
174.36	3.085	0.102833333	60.43389058
180.99	3.145	0.104833333	62.73187575
179.67	3.204	0.1068	62.27435834
174.36	3.204	0.1068	60.43389058
188.95	3.263	0.108766667	65.49084437
182.32	3.323	0.110766667	63.1928592
187.63	3.323	0.110766667	65.03332696

---

---

192.93	3.382	0.112733333	66.87032868
199.57	3.441	0.1147	69.1717799
206.2	3.501	0.1167	71.46976507
210.18	3.501	0.1167	72.84924938
216.81	3.56	0.118666667	75.14723455
216.81	3.56	0.118666667	75.14723455
222.12	3.62	0.120666667	76.98770231
227.42	3.62	0.120666667	78.82470403
235.38	3.738	0.1246	81.58367266
240.69	3.738	0.1246	83.42414042
249.98	3.798	0.1266	86.64409249
251.3	3.798	0.1266	87.1016099
259.26	3.857	0.128566667	89.86057852
267.22	3.857	0.128566667	92.61954714
272.53	3.916	0.130533333	94.46001491
279.16	3.976	0.132533333	96.75800008
293.76	3.976	0.132533333	101.8184199
293.76	3.976	0.132533333	101.8184199
299.06	4.094	0.136466667	103.6554216
305.69	4.094	0.136466667	105.9534068
316.31	4.154	0.138466667	109.6343423
304.37	4.154	0.138466667	105.4958894
318.96	4.272	0.1424	110.5528432
326.92	4.272	0.1424	113.3118118
341.51	4.272	0.1424	118.3687656
341.51	4.332	0.1444	118.3687656
353.45	4.391	0.146366667	122.5072185
360.09	4.391	0.146366667	124.8086698
361.41	4.45	0.148333333	125.2661872
370.7	4.45	0.148333333	128.4861392
381.31	4.569	0.1523	132.1636087
385.29	4.569	0.1523	133.543093
393.25	4.569	0.1523	136.3020617
401.21	4.628	0.154266667	139.0610303
409.17	4.628	0.154266667	141.8199989
418.46	4.688	0.156266667	145.039951
419.78	4.747	0.158233333	145.4974684
435.7	4.747	0.158233333	151.0154056
443.66	4.806	0.1602	153.7743742
446.32	4.806	0.1602	154.6963411
460.91	4.866	0.1622	159.7532949
462.23	4.925	0.164166667	160.2108124
474.17	4.925	0.164166667	164.3492653
488.77	4.925	0.164166667	169.4096851

---

---

498.05	4.985	0.166166667	172.6261712
511.32	5.103	0.1701	177.2256075
520.61	5.044	0.168133333	180.4455596
532.55	5.103	0.1701	184.5840125
541.83	5.163	0.1721	187.8004986
553.77	5.222	0.174066667	191.9389515
567.04	5.341	0.178033333	196.5383879
575	5.281	0.176033333	199.2973565
588.26	5.341	0.178033333	203.8933269
602.86	5.341	0.178033333	208.9537467
606.84	5.341	0.178033333	210.333231
624.08	5.4	0.18	216.3086857
636.02	5.459	0.181966667	220.4471386
643.98	5.519	0.183966667	223.2061072
659.9	5.459	0.181966667	228.7240445
669.19	5.578	0.185933333	231.9439965
682.45	5.578	0.185933333	236.5399669
691.74	5.637	0.1879	239.759919
705	5.697	0.1899	244.3558893
720.92	5.637	0.1879	249.8738265
728.88	5.697	0.1899	252.6327952
744.8	5.697	0.1899	258.1507324
752.76	5.815	0.193833333	260.909701
771.33	5.815	0.193833333	267.3461391
785.93	5.815	0.193833333	272.406559
795.21	5.875	0.195833333	275.623045
813.79	5.934	0.1978	282.0629491
817.77	5.875	0.195833333	283.4424335
837.67	5.934	0.1978	290.339855
850.93	5.993	0.199766667	294.9358254
860.22	5.993	0.199766667	298.1557774
886.75	6.053	0.201766667	307.3511842
885.42	6.053	0.201766667	306.8902007
897.36	6.112	0.203733333	311.0286536
905.32	6.171	0.2057	313.7876223
919.92	6.231	0.2077	318.8480421
929.2	6.171	0.2057	322.0645281
942.47	6.231	0.2077	326.6639645
953.08	6.29	0.209666667	330.341434
955.73	6.29	0.209666667	331.2599349
957.06	6.35	0.211666667	331.7209183
962.37	6.35	0.211666667	333.5613861
959.71	6.409	0.213633333	332.6394192
963.69	6.468	0.2156	334.0189035

---



---

965.02	6.468	0.2156	334.4798869
961.04	6.528	0.2176	333.1004026
963.69	6.528	0.2176	334.0189035
963.69	6.587	0.219566667	334.0189035
962.37	6.587	0.219566667	333.5613861
965.02	6.646	0.221533333	334.4798869

---

### Data Hasil Pengujian Statis Spesimen 3

Force (kgf)	Stroke (mm)	Strain (mm/mm)	Stress (Mpa)
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
1.9	0.059	0.001966667	0.658547787
0	0.118	0.003933333	0
3.23	0.177	0.0059	1.119531237
5.88	0.177	0.0059	2.038032098
12.51	0.237	0.0079	4.33601727
9.86	0.296	0.009866667	3.417516409
7.21	0.296	0.009866667	2.499015549
15.17	0.355	0.011833333	5.257984171
11.19	0.355	0.011833333	3.87849986
13.84	0.474	0.0158	4.79700072
21.8	0.474	0.0158	7.555969343
17.82	0.474	0.0158	6.176485032
21.8	0.593	0.019766667	7.555969343
20.47	0.652	0.021733333	7.094985892
19.15	0.712	0.023733333	6.637468482
19.15	0.712	0.023733333	6.637468482
23.13	0.771	0.0257	8.016952793
31.09	0.771	0.0257	10.77592142
35.07	0.83	0.027666667	12.15540573
33.74	0.89	0.029666667	11.69442228
32.41	1.008	0.0336	11.23343883
39.05	1.008	0.0336	13.53489004
39.05	1.068	0.0356	13.53489004
36.39	1.068	0.0356	12.61292314
45.68	1.186	0.039533333	15.83287521
43.03	1.246	0.041533333	14.91437435
49.66	1.246	0.041533333	17.21235952
52.31	1.305	0.0435	18.13086038
53.64	1.364	0.045466667	18.59184383
57.62	1.424	0.047466667	19.97132814
58.95	1.424	0.047466667	20.43231159
56.29	1.483	0.049433333	19.51034469
58.95	1.542	0.0514	20.43231159
62.93	1.542	0.0514	21.81179591
64.25	1.602	0.0534	22.26931332
64.25	1.661	0.055366667	22.26931332
64.25	1.72	0.057333333	22.26931332
62.93	1.72	0.057333333	21.81179591

---

66.91	1.78	0.059333333	23.19128022
73.54	1.78	0.059333333	25.48926539
77.52	1.839	0.0613	26.8687497
86.8	1.898	0.063266667	30.08523573
82.82	1.958	0.065266667	28.70575142
84.15	2.017	0.067233333	29.16673487
100.07	2.077	0.069233333	34.68467212
98.74	2.077	0.069233333	34.22368867
105.38	2.136	0.0712	36.52513988
112.01	2.195	0.073166667	38.82312505
113.34	2.255	0.075166667	39.2841085
118.64	2.255	0.075166667	41.12111022
122.62	2.314	0.077133333	42.50059453
129.26	2.373	0.0791	44.80204574
139.87	2.433	0.0811	48.47951523
145.18	2.433	0.0811	50.31998299
131.91	2.492	0.083066667	45.72054661
138.54	2.551	0.085033333	48.01853178
146.5	2.611	0.087033333	50.7775004
150.48	2.611	0.087033333	52.15698471
153.13	2.67	0.089	53.07548557
162.42	2.67	0.089	56.29543764
169.05	2.789	0.092966667	58.59342282
178.34	2.789	0.092966667	61.81337489
186.3	2.848	0.094933333	64.57234351
199.57	2.848	0.094933333	69.1717799
207.53	2.907	0.0969	71.93074852
218.14	2.967	0.0989	75.608218
218.14	3.026	0.100866667	75.608218
228.75	3.085	0.102833333	79.28568748
236.71	3.085	0.102833333	82.04465611
239.36	3.145	0.104833333	82.96315697
249.98	3.204	0.1068	86.64409249
253.96	3.263	0.108766667	88.0235768
260.59	3.263	0.108766667	90.32156197
280.49	3.263	0.108766667	97.21898353
284.47	3.382	0.112733333	98.59846784
293.76	3.382	0.112733333	101.8184199
304.37	3.382	0.112733333	105.4958894
308.35	3.441	0.1147	106.8753737
322.94	3.56	0.118666667	111.9323275
329.57	3.56	0.118666667	114.2303127
338.86	3.62	0.120666667	117.4502647
352.13	3.62	0.120666667	122.0497011

---

---

358.76	3.679	0.122633333	124.3476863
368.05	3.679	0.122633333	127.5676384
377.33	3.738	0.1246	130.7841244
391.92	3.798	0.1266	135.8410782
395.9	3.798	0.1266	137.2205625
402.54	3.857	0.128566667	139.5220137
411.82	3.916	0.130533333	142.7384998
419.78	3.976	0.132533333	145.4974684
429.07	4.035	0.1345	148.7174205
441.01	4.035	0.1345	152.8558734
454.28	4.035	0.1345	157.4553098
460.91	4.094	0.136466667	159.7532949
472.85	4.154	0.138466667	163.8917479
484.79	4.154	0.138466667	168.0302008
499.38	4.272	0.1424	173.0871546
509.99	4.272	0.1424	176.7646241
520.61	4.272	0.1424	180.4455596
533.87	4.332	0.1444	185.04153
545.81	4.391	0.146366667	189.1799829
556.42	4.45	0.148333333	192.8574524
565.71	4.45	0.148333333	196.0774044
577.65	4.51	0.150333333	200.2158574
586.94	4.569	0.1523	203.4358094
601.53	4.569	0.1523	208.4927632
613.47	4.628	0.154266667	212.6312162
626.73	4.688	0.156266667	217.2271865
645.31	4.747	0.158233333	223.6670907
655.92	4.747	0.158233333	227.3445601
666.53	4.806	0.1602	231.0220296
689.08	4.866	0.1622	238.837952
699.7	4.925	0.164166667	242.5188876
715.62	4.866	0.1622	248.0368248
736.84	4.985	0.166166667	255.3917638
743.48	4.925	0.164166667	257.693215
756.74	4.985	0.166166667	262.2891853
777.97	5.044	0.168133333	269.6475903
789.91	5.103	0.1701	273.7860433
803.17	5.163	0.1721	278.3820136
821.75	5.163	0.1721	284.8219178
832.36	5.222	0.174066667	288.4993873
844.3	5.281	0.176033333	292.6378402
868.18	5.281	0.176033333	300.9147461
880.12	5.281	0.176033333	305.053199
889.4	5.341	0.178033333	308.269685

---

---

904	5.341	0.178033333	313.3301049
913.28	5.4	0.18	316.5465909
927.87	5.459	0.181966667	321.6035447
939.81	5.519	0.183966667	325.7419976
949.1	5.519	0.183966667	328.9619497
959.71	5.578	0.185933333	332.6394192
969	5.637	0.1879	335.8593712
971.65	5.578	0.185933333	336.7778721
970.33	5.637	0.1879	336.3203547
978.29	5.637	0.1879	339.0793233

---

**Data Hasil Pengujian Dinamik Spesimen 1**

Time	Channel A	Channel B	Time	Output	Output	Input
-0.36552	-0.00702	0.021973	0	0.021973	0	0
-0.26552	-0.00397	0.028077	0.1	0.028077	0.006104	0.003052
-0.16552	0.001984	0.028077	0.2	0.028077	0.006104	0.009003
-0.06552	0.179296	2.46437	0.3	2.46437	2.442397	0.186315
0.034483	-0.11093	1.102023	0.4	1.102023	1.08005	-0.10392
0.134483	-0.1384	0.295114	0.5	0.295114	0.273141	-0.13138
0.234483	-0.065	0.043489	0.6	0.043489	0.021516	-0.05799
0.334483	-0.02838	0.230567	0.7	0.230567	0.208594	-0.02136
0.434483	-0.04059	-0.14359	0.8	-0.14359	-0.16556	-0.03357
0.534483	0.008087	-0.03311	0.9	-0.03311	-0.05509	0.015107
0.634483	0.008087	-0.00244	1	-0.00244	-0.02441	0.015107
0.734483	0.008087	-0.06378	1.1	-0.06378	-0.08576	0.015107
0.834483	0.001984	-0.1619	1.2	-0.1619	-0.18387	0.009003
0.934483	0.023347	0.021973	1.3	0.021973	0	0.030366
1.034483	-0.00092	-0.04837	1.4	-0.04837	-0.07035	0.006104
1.134483	-0.00092	-0.06989	1.5	-0.06989	-0.09186	0.006104
1.234483	0.011139	0.000458	1.6	0.000458	-0.02152	0.018159
1.334483	0.001984	-0.04837	1.7	-0.04837	-0.07035	0.009003
1.434483	0.011139	-0.05158	1.8	-0.05158	-0.07355	0.018159
1.534483	0.014191	0.025025	1.9	0.025025	0.003052	0.02121
1.634483	0.011139	-0.0116	2	-0.0116	-0.03357	0.018159
1.734483	0.005036	-0.03006	2.1	-0.03006	-0.05203	0.012055
1.834483	0.017243	0.043489	2.2	0.043489	0.021516	0.024262
1.934483	0.014191	0.034181	2.3	0.034181	0.012207	0.02121
2.034483	0.008087	0.000458	2.4	0.000458	-0.02152	0.015107
2.134483	0.008087	0.01587	2.5	0.01587	-0.0061	0.015107
2.234483	-0.00092	-0.00244	2.6	-0.00244	-0.02441	0.006104
2.334483	0.011139	-0.00855	2.7	-0.00855	-0.03052	0.018159
2.434483	0.005036	0.006561	2.8	0.006561	-0.01541	0.012055
2.534482	0.008087	-0.00549	2.9	-0.00549	-0.02747	0.015107
2.634482	0.008087	-0.0177	3	-0.0177	-0.03967	0.015107
2.734482	0.014191	0.000458	3.1	0.000458	-0.02152	0.02121
2.834482	0.011139	0.01587	3.2	0.01587	-0.0061	0.018159
2.934482	0.005036	0.00351	3.3	0.00351	-0.01846	0.012055
3.034482	0.011139	0.012818	3.4	0.012818	-0.00916	0.018159
3.134482	0.008087	0.01587	3.5	0.01587	-0.0061	0.015107
3.234482	0.008087	0.009766	3.6	0.009766	-0.01221	0.015107
3.334482	0.014191	0.025025	3.7	0.025025	0.003052	0.02121
3.434482	0.008087	0.012818	3.8	0.012818	-0.00916	0.015107
3.534482	0.008087	0.012818	3.9	0.012818	-0.00916	0.015107
3.634482	0.001984	0.012818	4	0.012818	-0.00916	0.009003

---

3.734482	0.008087	0.01587	4.1	0.01587	-0.0061	0.015107
3.834482	0.001984	0.025025	4.2	0.025025	0.003052	0.009003
3.934482	0.005036	0.012818	4.3	0.012818	-0.00916	0.012055
4.034482	0.001984	0.01587	4.4	0.01587	-0.0061	0.009003
4.134482	-0.00397	0.034181	4.5	0.034181	0.012207	0.003052
4.234482	0.008087	0.028077	4.6	0.028077	0.006104	0.015107
4.334482	-0.00092	0.034181	4.7	0.034181	0.012207	0.006104
4.434482	-0.00397	0.028077	4.8	0.028077	0.006104	0.003052

---

### Data Hasil Pengujian Dinamik Spesimen 2

Time	Channel A	Channel B	Time	Output	Output	Input
-0.475	-0.010071	0.0035096	0	0.00351	0	0
-0.375	-0.007019	0.0097659	0.1	0.009766	0.006256	0.003052
-0.275	0.0050356	-0.002441	0.2	-0.00244	-0.00595	0.015107
-0.175	-0.010071	0.0004578	0.3	0.000458	-0.00305	0
-0.075	0.1609851	2.206641	0.4	2.206641	2.203131	0.171056
0.025001	-0.046693	-0.616016	0.5	-0.61602	-0.61953	-0.03662
0.125001	-0.095676	0.4454176	0.6	0.445418	0.441908	-0.0856
0.225001	0.0662252	0.7031465	0.7	0.703147	0.699637	0.076296
0.325001	-0.089572	-0.655995	0.8	-0.656	-0.65951	-0.0795
0.425001	-0.043641	-0.33372	0.9	-0.33372	-0.33723	-0.03357
0.525001	0.0111393	-0.177313	1	-0.17731	-0.18082	0.02121
0.625001	-0.052797	-0.77868	1.1	-0.77868	-0.78219	-0.04273
0.725001	-0.028382	-0.361339	1.2	-0.36134	-0.36485	-0.01831
0.825001	0.0601215	0.4086428	1.3	0.408643	0.405133	0.070193
0.925001	0.0141911	0.0097659	1.4	0.009766	0.006256	0.024262
1.025001	-0.028382	-0.030061	1.5	-0.03006	-0.03357	-0.01831
1.125001	0.017243	0.4791406	1.6	0.479141	0.475631	0.027314
1.225001	0.0202948	0.3717155	1.7	0.371716	0.368206	0.030366
1.325001	-0.019227	0.2581866	1.8	0.258187	0.254677	-0.00916
1.425001	0.0019837	0.3103732	1.9	0.310373	0.306864	0.012055
1.525001	-0.010071	0.0618	2	0.0618	0.05829	0
1.625001	-0.031434	-0.094455	2.1	-0.09445	-0.09796	-0.02136
1.725001	-0.007019	0.0097659	2.2	0.009766	0.006256	0.003052
1.825001	-0.007019	-0.063784	2.3	-0.06378	-0.06729	0.003052
1.925001	-0.02533	-0.254067	2.4	-0.25407	-0.25758	-0.01526
2.025001	-0.019227	-0.198828	2.5	-0.19883	-0.20234	-0.00916
2.125001	-0.007019	-0.036164	2.6	-0.03616	-0.03967	0.003052
2.225001	0.0019837	0.0341807	2.7	0.034181	0.030671	0.012055
2.325001	0.0050356	0.0894192	2.8	0.089419	0.08591	0.015107
2.425001	-0.000916	0.0924711	2.9	0.092471	0.088961	0.009156
2.525001	-0.003967	0.0956755	3	0.095676	0.092166	0.006104
2.625001	0.0019837	0.1876888	3.1	0.187689	0.184179	0.012055
2.725001	0.0050356	0.2029481	3.2	0.202948	0.199438	0.015107
2.825001	-0.013123	0.0802637	3.3	0.080264	0.076754	-0.00305
2.925001	-0.016175	0.0158696	3.4	0.01587	0.01236	-0.0061
3.025001	-0.007019	0.0311289	3.5	0.031129	0.027619	0.003052
3.125001	-0.000916	0.0373852	3.6	0.037385	0.033876	0.009156
3.225001	-0.010071	-0.020753	3.7	-0.02075	-0.02426	0
3.325001	-0.022279	-0.097507	3.8	-0.09751	-0.10102	-0.01221
3.425001	-0.007019	-0.10361	3.9	-0.10361	-0.10712	0.003052
3.525	-0.000916	-0.060732	4	-0.06073	-0.06424	0.009156
3.625	0.0019837	-0.030061	4.1	-0.03006	-0.03357	0.012055



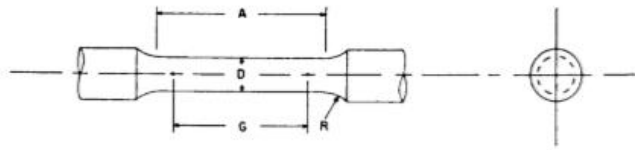
---

3.725	-0.007019	-0.033113	4.2	-0.03311	-0.03662	0.003052
3.825	-0.010071	-0.030061	4.3	-0.03006	-0.03357	0
3.925	0.0050356	0.0526444	4.4	0.052644	0.049135	0.015107
4.025	0.0019837	0.1232948	4.5	0.123295	0.119785	0.012055
4.125	-0.000916	0.1232948	4.6	0.123295	0.119785	0.009156
4.225	-0.003967	0.1017792	4.7	0.101779	0.09827	0.006104
4.325	-0.003967	0.0894192	4.8	0.089419	0.08591	0.006104
4.425	-0.007019	0.1017792	4.9	0.101779	0.09827	0.003052
4.525	-0.007019	0.0924711	5	0.092471	0.088961	0.003052
4.625	-0.007019	0.0526444	5.1	0.052644	0.049135	0.003052
4.725	-0.010071	0.0065615	5.2	0.006561	0.003052	0

### Data Hasil Pengujian Dinamik Spesimen 3

Time	Channel A	Channel B	Time	Output	Output	Input
-0.4973	0.001984	0.0128178	0	0.012818	0	0
-0.3973	0.005036	0.0128178	0.1	0.012818	0	0.003052
-0.2973	0.005036	0.0128178	0.2	0.012818	0	0.003052
-0.1973	0.008087	0.0097659	0.3	0.009766	-0.00305	0.006104
-0.0973	0.121159	1.264687	0.4	1.264687	1.251869	0.119175
0.002703	-0.061953	0.4239021	0.5	0.423902	0.411084	-0.06394
0.102703	-0.049745	0.0128178	0.6	0.012818	0	-0.05173
0.202703	-0.007019	0.0924711	0.7	0.092471	0.079653	-0.009
0.302703	-0.016175	0.1109348	0.8	0.110935	0.098117	-0.01816
0.402703	0.001984	-0.069887	0.9	-0.06989	-0.08271	0
0.502703	0.011139	0.0158696	1	0.01587	0.003052	0.009156
0.602703	0.008087	-0.005493	1.1	-0.00549	-0.01831	0.006104
0.702703	0.008087	-0.011597	1.2	-0.0116	-0.02441	0.006104
0.802703	0.001984	-0.051576	1.3	-0.05158	-0.06439	0
0.902703	0.008087	0.0065615	1.4	0.006561	-0.00626	0.006104
1.002703	0.008087	-0.014649	1.5	-0.01465	-0.02747	0.006104
1.102703	0.005036	-0.027009	1.6	-0.02701	-0.03983	0.003052
1.202703	0.008087	0.0065615	1.7	0.006561	-0.00626	0.006104
1.302703	0.005036	-0.027009	1.8	-0.02701	-0.03983	0.003052
1.402703	0.005036	-0.011597	1.9	-0.0116	-0.02441	0.003052
1.502703	0.008087	0.0097659	2	0.009766	-0.00305	0.006104
1.602703	0.005036	-0.005493	2.1	-0.00549	-0.01831	0.003052
1.702703	-0.000916	-0.014649	2.2	-0.01465	-0.02747	-0.0029
1.802703	0.008087	0.0158696	2.3	0.01587	0.003052	0.006104
1.902703	0.008087	0.0128178	2.4	0.012818	0	0.006104

 E8/E8M - 13a



Dimensions, mm [in.]

**For Test Specimens with Gauge Length Four times the Diameter [E8]**

	Standard Specimen		Small-Size Specimens Proportional to Standard		
	Specimen 1	Specimen 2	Specimen 3	Specimen 4	Specimen 5
G—Gauge length	50.0 ± 0.1 [2.000 ± 0.005]	36.0 ± 0.1 [1.400 ± 0.005]	24.0 ± 0.1 [1.000 ± 0.005]	16.0 ± 0.1 [0.640 ± 0.005]	10.0 ± 0.1 [0.450 ± 0.005]
D—Diameter (Note 1)	12.5 ± 0.2 [0.500 ± 0.010]	9.0 ± 0.1 [0.350 ± 0.007]	6.0 ± 0.1 [0.250 ± 0.005]	4.0 ± 0.1 [0.160 ± 0.003]	2.5 ± 0.1 [0.113 ± 0.002]
R—Radius of fillet, min	10 [0.375]	8 [0.25]	8 [0.188]	4 [0.156]	2 [0.094]
A—Length of reduced section, min (Note 2)	56 [2.25]	45 [1.75]	30 [1.25]	20 [0.75]	16 [0.625]

Dimensions, mm [in.]

**For Test Specimens with Gauge Length Five times the Diameter [E8M]**

	Standard Specimen		Small-Size Specimens Proportional to Standard		
	Specimen 1	Specimen 2	Specimen 3	Specimen 4	Specimen 5
G—Gauge length	62.5 ± 0.1 [2.500 ± 0.005]	45.0 ± 0.1 [1.750 ± 0.005]	30.0 ± 0.1 [1.250 ± 0.005]	20.0 ± 0.1 [0.800 ± 0.005]	12.5 ± 0.1 [0.565 ± 0.005]
D—Diameter (Note 1)	12.5 ± 0.2 [0.500 ± 0.010]	9.0 ± 0.1 [0.350 ± 0.007]	6.0 ± 0.1 [0.250 ± 0.005]	4.0 ± 0.1 [0.160 ± 0.003]	2.5 ± 0.1 [0.113 ± 0.002]
R—Radius of fillet, min	10 [0.375]	8 [0.25]	8 [0.188]	4 [0.156]	2 [0.094]
A—Length of reduced section, min (Note 2)	75 [3.0]	54 [2.0]	36 [1.4]	24 [1.0]	20 [0.75]

Note 1—The reduced section may have a gradual taper from the ends toward the center, with the ends not more than 1 % larger in diameter than the center (controlling dimension).

Note 2—If desired, the length of the reduced section may be increased to accommodate an extensometer of any convenient gauge length. Reference marks for the measurement of elongation should, nevertheless, be spaced at the indicated gauge length.

Note 3—The gauge length and fillets may be as shown, but the ends may be of any form to fit the holders of the testing machine in such a way that the force shall be axial (see Fig. 9). If the ends are to be held in wedge grips it is desirable, if possible, to make the length of the grip section great enough to allow the specimen to extend into the grips a distance equal to two thirds or more of the length of the grips.

Note 4—On the round specimens in Figs. 8 and 9, the gauge lengths are equal to four [E8] or five times [E8M] the nominal diameter. In some product specifications other specimens may be provided for, but unless the 4-to-1 [E8] or 5-to-1 [E8M] ratio is maintained within dimensional tolerances, the elongation values may not be comparable with those obtained from the standard test specimen.

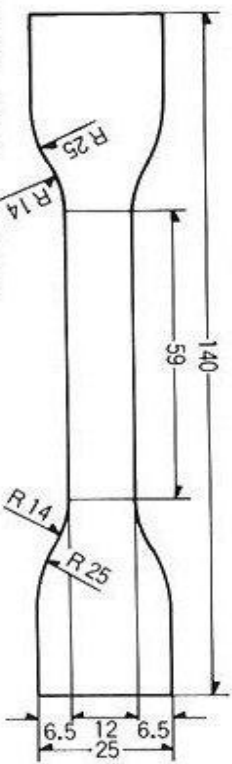
Note 5—The use of specimens smaller than 6-mm [0.250-in.] diameter shall be restricted to cases when the material to be tested is of insufficient size to obtain larger specimens or when all parties agree to their use for acceptance testing. Smaller specimens require suitable equipment and greater skill in both machining and testing.

Note 6—For inch/pound units only: Five sizes of specimens often used have diameters of approximately 0.505, 0.357, 0.252, 0.160, and 0.113 in., the reason being to permit easy calculations of stress from loads, since the corresponding cross-sectional areas are equal or close to 0.200, 0.100, 0.0500, 0.0200, and 0.0100 in.<sup>2</sup>, respectively. Thus, when the actual diameters agree with these values, the stresses (or strengths) may be computed using the simple multiplying factors 5, 10, 20, 50, and 100, respectively. (The metric equivalents of these five diameters do not result in correspondingly convenient cross-sectional areas and multiplying factors.)

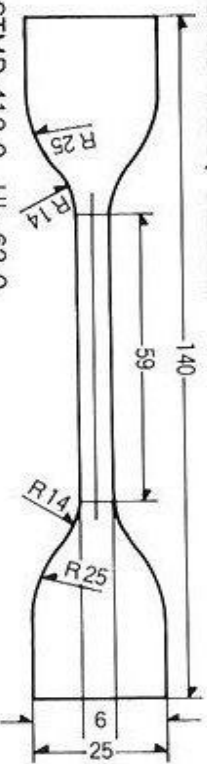
**FIG. 8 Standard 12.5-mm [0.500-in.] Round Tension Test Specimen and Examples of Small-Size Specimens Proportional to the Standard Specimen**

# ASTM D412 TYPE A, B, C, D, E, F

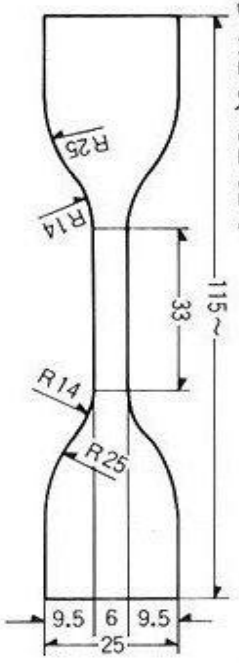
ASTMD-412-A, UL-62-A



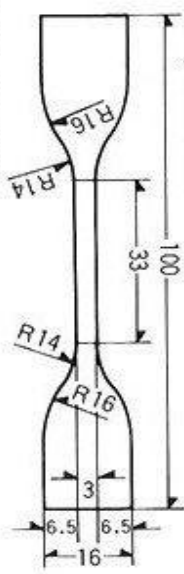
ASTMD-412-B, UL-62-B



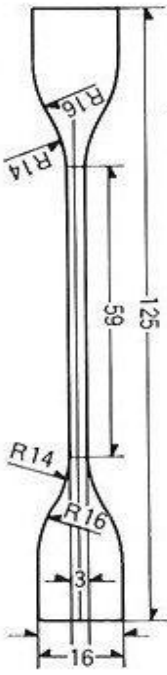
ASTMD-412-C, UL-62-C



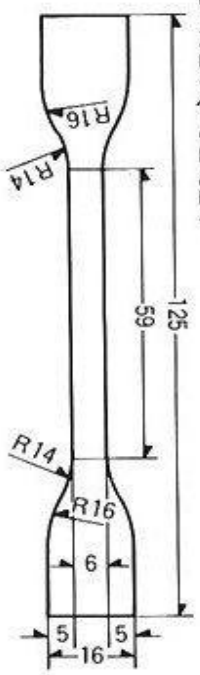
ASTMD-412-D, UL-62-D



ASTMD-412-E, UL-62-E



ASTMD-412-F, UL-62-F



## How to Form Strain-gage Bridges

No.	Name	Application Sample	Circuit	Output	Remarks	Bridge Box DB-120 A/B 50 A
1	Half-bridge Wheeler type	 Wheeler type Wheeler type	 $R_1$	$e_o = \frac{1}{2} K_f \epsilon$ $K_f$ : Gauge factor $\epsilon$ : Strain $R_1$ : Gauge resistance $R_2$ : Fixed resistance	Suitable for use under any condition of temperature changes; temperature compensation of output	
2	Half-bridge Wheeler type	 Wheeler type Wheeler type	 $R_1$	$e_o = \frac{1}{2} K_f \epsilon$	It requires adjustment of leadwire resistance of output	
3	Full-bridge Wheeler type Bending (axial bending)	 Bending Wheeler type Wheeler type	 $R_1$ $R_2$	$e_o = \frac{1}{2} K_f \epsilon$ $R_1$ : Int. L. $R_2$ : Int. L. $R_3$ : Int. L. $R_4$ : Int. L. $R_1$ : Int. L. $R_2$ : Int. L.	It requires adjustment of leadwire resistance of output	
4	Full-bridge Wheeler type Bending (axial bending)	 Bending Wheeler type Wheeler type	 $R_1$ $R_2$	$e_o = \frac{1}{2} K_f \epsilon$ $R_1$ : Int. L. $R_2$ : Int. L. $R_3$ : Int. L. $R_4$ : Int. L. $R_1$ : Int. L. $R_2$ : Int. L.	It requires adjustment of leadwire resistance of output	
5	Wheeler type Wheeler type	 Wheeler type Wheeler type	 $R_1$	$e_o = \frac{1}{2} K_f \epsilon$ $K_f$ : Gauge factor $\epsilon$ : Strain $R_1$ : Bridge voltage or supply voltage $R_2$ : Strain 0 $R_3$ : Strain 0 $R_4$ : Strain 0	Temperature compensation; temperature compensation of output	
6	Integral 2-active-gage Wheeler type	 Wheeler type Wheeler type	 $R_1$ $R_2$	$e_o = \frac{1}{2} K_f \epsilon$ $K_f$ : Poisson's ratio $R_1$ : Gauge resistance $R_2$ : Int. L. $R_3$ : Int. L. $R_4$ : Int. L.	Temperature compensation; temperature compensation of output	
7	2-active-gage Wheeler type (axial bending)	 Wheeler type Wheeler type	 $R_1$ $R_2$	$e_o = \frac{1}{2} K_f \epsilon$ $R_1$ : Strain 0 $R_2$ : Int. L. $R_3$ : Fixed resistance	Temperature compensation; temperature compensation of output	
8	Opposite the Wheeler type Wheeler type	 Wheeler type Wheeler type	 $R_1$ $R_2$	$e_o = \frac{1}{2} K_f \epsilon$ $R_1$ : Int. L. $R_2$ : Int. L. $R_3$ : Int. L.	It requires adjustment of leadwire resistance of output	

No.	Name	Application Sample	Circuit	Output	Remarks	Bridge Box DB-120 A/350 A
9	Single active strain-gage wire strain  Refer to page 2	 Solid wire (wire strain transducer)		$e = \frac{1}{4} K_f \epsilon$ $R_1 = \text{Int. } 1 \times$ $R_2 = \text{Int. } 1 \times$ $R_3 = \text{Int. } 1 \times$ $R_4 = \text{Int. } 1 \times$	Separate exciting DC supply not canceled exciting DC supply not canceled x2 output	
10	Active strain-gage wire (or bonding wire measurement)  Refer to page 3	 Active wire		$e = K_f \epsilon / 2$ $R_1 = R_2 =$ exciting DC supply not canceled $R_3 = R_4 =$ exciting DC supply not canceled x2 output	Separate exciting DC supply not canceled exciting DC supply not canceled x2 output	
11	Integral active strain-gage wire  Refer to page 3	 Active wire		$e = \frac{1}{2} K_f \epsilon$ ν: Poisson's ratio $R_1 = R_2 =$ Strain $R_3 = R_4 =$ Int. 1 ×	Separate exciting DC supply not canceled exciting DC supply not canceled x2 output	
12	Wire-bonding active strain-gage wire  Refer to page 3	 Active gages Solid wire (wire strain transducer) Dummy gages		$e = \frac{1}{2} K_f \epsilon$ $R_1 = R_2 =$ Strain $R_3 = R_4 =$ Int. 1 ×	Separate exciting DC supply not canceled exciting DC supply not canceled x2 output	
13	Active strain-gage system (or bonding wire measurement)  Refer to page 2			$e = \frac{1}{4} K_f \epsilon$ $R_1 =$ exciting DC supply not canceled $R_2 =$ exciting DC supply not canceled Bending strain = $\epsilon$ $R_3 = \text{Int. } 1 \times$ $R_4 = \text{Int. } 1 \times$	Separate exciting DC supply not canceled exciting DC supply not canceled x2 output	
14	Active strain-gage wire (or bonding wire measurement)  Refer to page 3			$e = K_f \epsilon / 2$ $R_1 = R_2 =$ exciting DC supply not canceled $R_3 = R_4 =$ exciting DC supply not canceled Bending strain = $\epsilon$	Separate exciting DC supply not canceled exciting DC supply not canceled x2 output	
15	Active strain-gage wire (or bonding wire measurement)  Refer to page 3			$e = \frac{1}{4} K_f \epsilon$ $e = \frac{1}{2} K_f \epsilon$ $R_1 = \text{Int. } 1 \times$ $R_2 = \text{Int. } 1 \times$ $R_3 = \text{Int. } 1 \times$ $R_4 = \text{Int. } 1 \times$	Separate exciting DC supply not canceled exciting DC supply not canceled x1 output	

●Relation between strain and voltage

The output of a strain-gage bridge is expressed as a strain quantity ( $\mu\epsilon$ ) or an output voltage (mV or  $\mu$  V) against the bridge voltage. The strain quantity and the output voltage have the following relation:

$$e = \frac{1}{4} K_f \epsilon$$

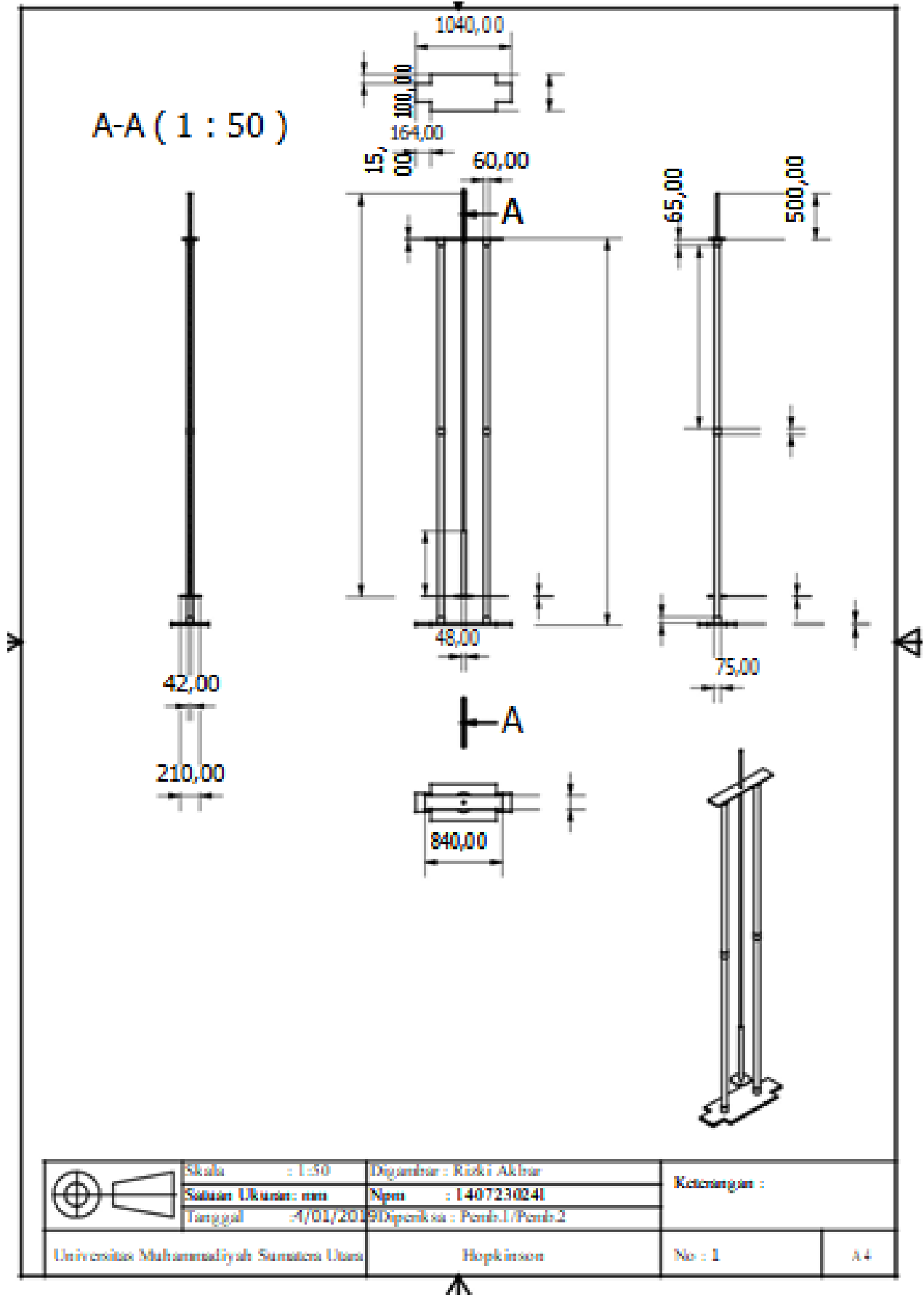
If the bridge voltage  $E = 1$  V and the gage factor  $K_f = 2.00$ ,

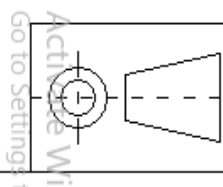
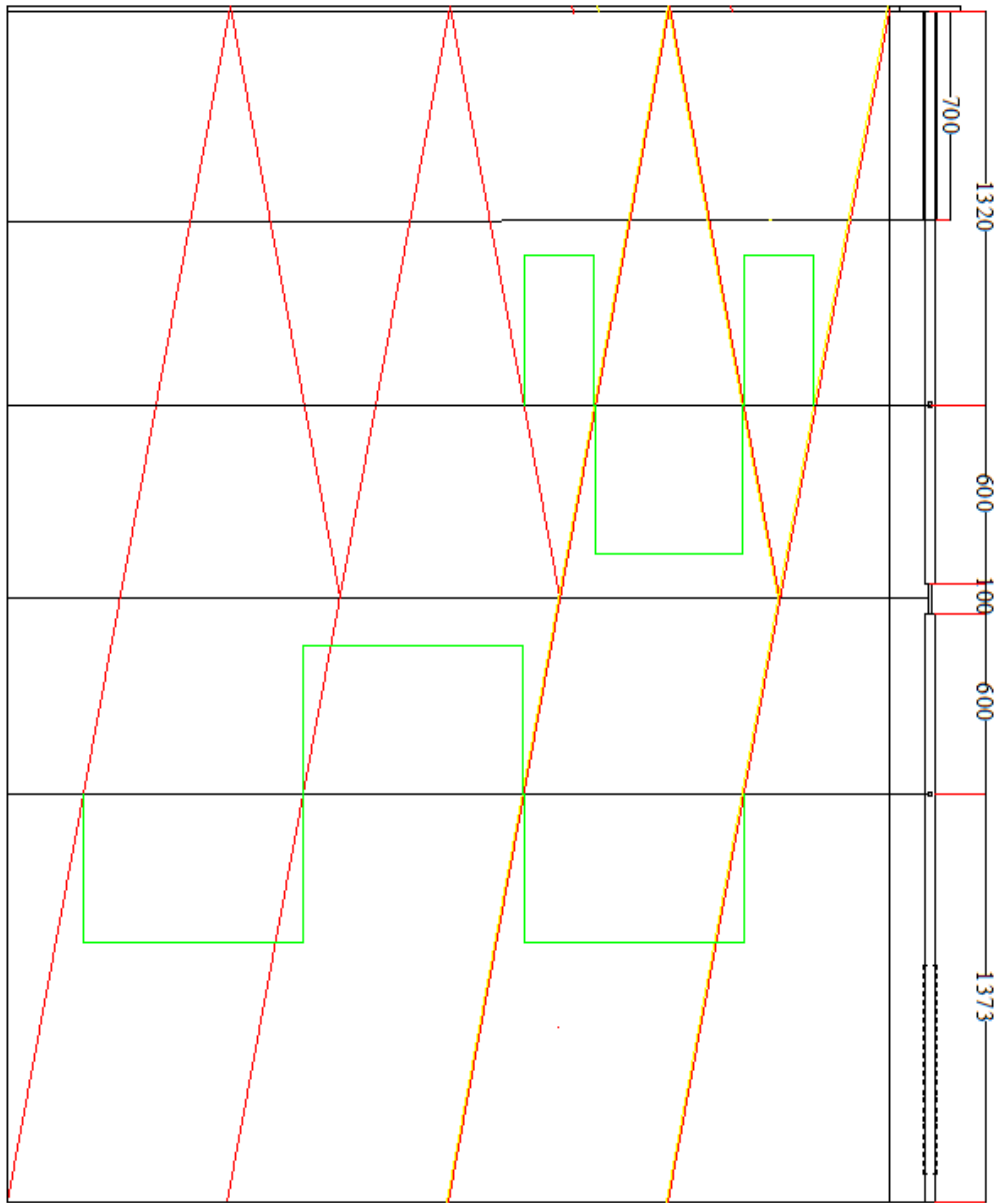
$$2\mu\epsilon = e \times$$

Thus, a strain output is always 2 times larger than a bridge output voltage.

$$\text{e.g. } 3000\mu\epsilon \rightarrow 1500\mu\text{ V} = 1.5\text{ mV}$$

A-A ( 1 : 50 )





Skala : 1:1	Digambar : Team Hopkinson	Keterangan :	
Satuan Ukuran : mm	Dilihat : Pem I dan Pem II	No.	A4
Tanggal : 02 Maret 2019	Diperiksa : Pembanding I, II, III dan IV		
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	<b>Lagrange Diagram For Dynamic</b>		



## LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

**Analisa Faktor Dinamika Pada Kekuatan Tarik Bahan Tembaga paduan Dengan Menggunakan Mesin Uji Impak Batang Hopkinson**

Nama : Rizki Akbar  
NPM : 1407230241

Dosen Pembimbing 1 : Dr. Eng, Rakhmad Arief Siregar  
Dosen Pembimbing 2 : Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
	15 Sept. 2018.	prohaksi bab 1 dan 2.	
	21 Oct 2018.	prohaksi bab 2.	
	15. Oct. 2018.	lempet bab 3	
	12. Jan. 2019.	lempet. bab 4.	
	25. Feb 2019.	lempet bab 5	

26. Feb 2019. All Seminar

$\frac{27}{2}$  2019 : Pre persiapan seminar

**DAFTAR HADIR SEMINAR  
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK – UMSU  
TAHUN AKADEMIK 2016 – 2017**

Peserta Seminar

Nama

: Rizki Akbar

NPM

: 1407230241

Judul Tugas Akhir

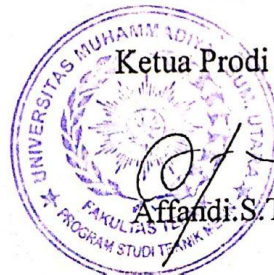
: Analisa Faktor Dinamika Pada Kehidupan Tarik Bahan Tembaga Paduan Menggunakan Mesin Uji Impak Batang Hopkinson.

DAFTAR HADIR		TANDA TANGAN
Pembimbing – I	: DR.Rakhmad Arief Srg M.Eng	.....
Pembimbing – II	: Ahmad Marabdi Srg.S.T.M.T	.....
Pemanding – I	: Khairul Umurani.S.T.M.T	.....
Pemanding – II	: Chandra A Siregar.ST.M.T	.....

	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1407230231	M. Amin	.....
2	1407230246	ALI MARABDI	.....
3	1407230178	PAHIMI RAMADHAN	.....
4	1507230218	Yoni Pramata	.....
5	1507230197	Sekawan Haeli	.....
6	1407230226	IQBAL YAMIN	.....
7	1307230016	HUSFAAR RAMADHAN	.....
8	1407230001	Muhammad Ramadhan	.....
9			
10			

Medan, 01 Rajab 1440 H  
06 Maret 2019 M

Ketua Prodi T. Mesin



Affandi.S.T.M.T

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

---

NAMA : Rizki Akbar  
NPM : 1407230241  
Judul T.Akhir : Analisa Faktor Dinamika Pada Kekuatan Tarik Bahan Tembaga –  
Paduan Menggunakan Mesin Uji Batang Hopkinson.

Dosen Pembimbing - I : DR.Rakhmad Arief Seg.M.Eng  
Dosen Pembimbing - II : Ahmad Marabdi Srg/S.T.M.T  
Dosen pembeding - I : Khairul Umurani.S.T.M.T  
Dosen Pembeding - II : Chandra A Siregar 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 :

*..... buat catatan pada buku .....  
.....  
.....  
.....*

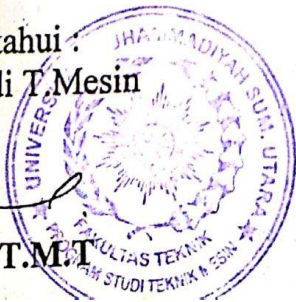
- 3 Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

.....  
.....  
.....  
.....

Medan 01 Rajab 1440 H  
06 Maret 2019 M

Diketahui :  
Ketua Prodi T.Mesin

*Affandi S.T.M.T*



Dosen Pembeding - I

*Khairul Umurani*

Khairul Umurani.S.T.M.T

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

---

NAMA : Rizki Akbar  
NPM : 1407230241  
Judul T.Akhir : Analisa Faktor Dinamika Pada Kekuatan Tarik Bahan Tembaga –  
Paduan Menggunakan Mesin Uji Batang Hopkinson.

Dosen Pembimbing - I : DR.Rakhmad Arief Seg.M.Eng  
Dosen Pembimbing - II : Ahmad Marabdi Srg/S.T.M.T  
Dosen pembeding - I : Khairul Umurani.S.T.M.T  
Dosen Pembeding - II : Chandra A Siregar 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 :

..... *titik batan tugas akhir* .....

.....

.....

- 3 Harus mengikuti seminar kembali
- Perbaikan :

.....

.....

.....

.....

Medan 01 Rajab 1440 H  
06 Maret 2019 M

Diketahui:  
Ketua Prodi T.Mesin

*[Signature]*  
Affandi S.T.M.T



Dosen Pembeding - II

*[Signature]*  
Chandra A Siregar.S.T.M.T

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### **DATA PRIBADI**

Nama : Rizki Akbar  
NPM : 1407230241  
Tempat/ Tanggal Lahir : Rantauprapat, 26 Juli 1996  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Agama : Islam  
Status : Belum Menikah  
Alamat : Jl. Padang Bulan, Rantauprapat No.18  
Kecamatan : Rantau Utara  
Kabupaten : Labuhanbatu  
Provinsi : Sumatera Utara  
Nomor HP : 082167674915  
E-mail : rizkiakbarmesinumsu@gmail.com  
Nama Orang Tua  
Ayah : Zulkarnain Siregar  
Ibu : Nurlaila Nasution

### **PENDIDIKAN FORMAL**

2002-2008 : SDN 112134 Rantauprapat  
2008-2011 : MTsN 1 Rantauprapat  
2011-2014 : SMK Swasta Pemda Rantauprapat  
2014-2019 : S1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas  
Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara