

TUGAS SARJANA
KONSTRUKSI MANUFAKTUR
PENGARUH LAJU REGANGAN PADA BAHAN ALUMINIUM
TERHADAP KEKUATAN TARIK DINAMIK

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

Disusun oleh :

M.GIPARI
1307230108



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

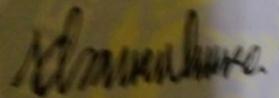
LEMBAR PENGESAHAN - I
TUGAS SARJANA
KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR
PENGARUH LAJU REGANGAN PADA BAHAN
ALUMINIUM TERHADAP KEKUATAN TARIK
DINAMIK

Disusun Oleh :

M.GIPARI
1307230108

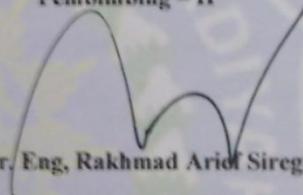
Disetujui Oleh :

Pembimbing - I



(Khairul Umurani, S. T., MT)

Pembimbing - II



(Dr. Eng. Rakhmad Arif Siregar)

Diketahui Oleh :

Ka. Program Studi Teknik Mesin


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

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

LEMBAR PENGESAHAN - II
TUGAS SARJANA
KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR
PENGARUH LAJU REGANGAN PADA BAHAN
ALUMINIUM TERHADAP KEKUATAN TARIK
DINAMIK

Diausun Oleh :

M.GIPARI
1307230108

Telah diperiksa dan diperbaiki
Pada seminar tanggal 1 September 2018

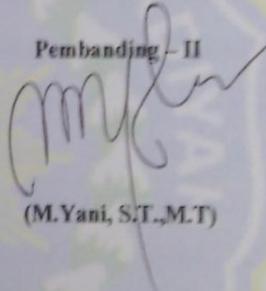
Disetujui Oleh :

Pembanding - I



(H.Muharnif, S.T.,M.Sc)

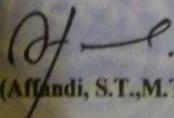
Pembanding - II



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

Diketahui Oleh :

Ka. Program Studi Teknik Mesin



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

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



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

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

Ditama pengisian agar diberikan
pencetakan yang baik

DAFTAR SPESIFIKASI
TUGAS SARJANA

Nama : M.GIPARI
NPM : 1307230108
Semester : X (Sepuluh)
SPESIFIKASI :

PENGARUH LAJU REGANGAN PADA BAHAN ALUMINIUM TERHADAP
KEKUATAN TARIK DINAMIK

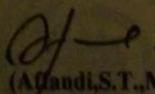
Diberikan Tanggal : 4 November 2017
Selesai Tanggal : 1 September 2018
Asistensi : Seminggu, 2 kali
Tempat Asistensi : Di Kampus Dan Di Laboratorium Teknik Mesin UMSU

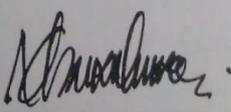
Diketahui oleh :

Medan, 01 September 2018

Ka. Program Studi Teknik Mesin

Dosen Pembimbing – I


(A. Gandi, S.T., M.T)


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



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

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

Disusun dan disetujui oleh:
Membina dan Pembimbing

DAFTAR HADIR ASISTENSI

TUGAS SARJANA

NAMA : M.GIPARI

PEMBIMBING I : Khairul Umurani, S.T., M.T

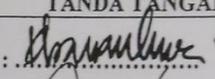
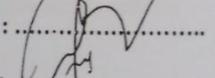
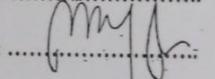
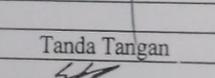
NPM : 1307230108

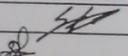
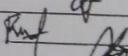
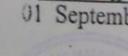
PEMBIMBING II : Dr. Eng. Rakhmad Arief Siregar

| NO | Hari / Tanggal | Uraian | Paraf |
|----|----------------|---|-------|
| | 21/8/18 | - Pembinaan proposal tugas | l |
| | 28/8/18 | - Pembinaan format penulisan lembar tabel | l |
| | 29/8/18 | - Pembinaan lampiran | l |
| | 3/2/18 | - Pembinaan bab 1 | l |
| | 8/2/18 | - Pembinaan bab 2-3 | l |
| | 17/3/18 | - Pembinaan bab 4 | l |
| | 24/3/18 | - Pembinaan ke Pemb I | l |
| | 2/6/18 | - Pembinaan A4 | l |
| | | - A4, amine | l |

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

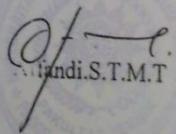
Peserta Seminar
 Nama : M.Gipari
 NPM : 1307230108
 Judul Tugas Akhir : Pengaruh Laju Regangan Pada Bahan Aluminium Terhadap Kekuatan Tarik Dinamik.

| DAFTAR HADIR | | | TANDA TANGAN |
|-----------------|---|----------------------------|--|
| Pembimbing - I | : | Khairul Umurani.S.T.M.T |  |
| Pembimbing - II | : | Dr.Rakhmad Arief Srg.M.Eng |  |
| Pembanding - I | : | H.Muharnif.S.T.M.Sc |  |
| Pembanding - II | : | M.Yani.S.T.M.T |  |

| No | NPM | Nama Mahasiswa | Tanda Tangan |
|----|------------|---------------------|--|
| 1 | 1407230169 | SAKBAN SAJEH |  |
| 2 | 1307230177 | WAN MUKRIM |  |
| 3 | 1307230153 | RANDY JURASTANTA |  |
| 4 | 1307230264 | BAYU MANDALA PUTRA |  |
| 5 | 1307230107 | RAHZI VALEU |  |
| 6 | 1307230111 | ANGGHARI EFENDI |  |
| 7 | 1307230004 | Riki syahputra |  |
| 8 | 1307230126 | RIZKI ANGGA PRATAMA |  |
| 9 | | | |
| 10 | | | |

Medan, 20 Dzulhijjah 1439 H
01 September 2018 M

Kema Prodi. T Mesin


M. Yani.S.T.M.T

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

NAMA : M.Gipari
NPM : 1307230108
Judul T.Akhir : Pengaruh Laju Regangan Pada Bahan Aluminium Terhadap Ke-
kuatan Tarik Dinamik.

Dosen Pembimbing - I : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pembimbing - II : Dr.Rakhmad Arief.Srg.M.Eng
Dosen Pembanding - I : H.Muharnif.S.T.M.Sc
Dosen Pembanding - II : M.Yani.S.T.M.T

KEPUTUSAN

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

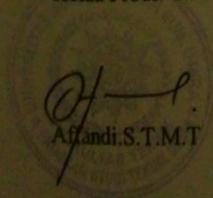
.....
Lihat buku Skripsi
.....
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

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

Medan 22 Dzulhijjah 1439H
03 September 2018 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin



Dosen Pembanding- I

H.Muharnif.S.T.M.Sc

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS SARJANA

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : M.GIPARI
Tempat/Tgl Lahir : Medan, 30 April 1995
Npm : 1307230108
Bidang Keahlian : Konstruksi Dan Teknik Manufaktur
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
(UMSU)

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

“PENGUKURAN LAJU REGANGAN PADA BAHAN ALUMINIUM TERHADAP KEKUATAN TARIK DINAMIK”

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

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidak sesuaian 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, 25 September 2018

Saya yang menyatakan,



M.GIPARI

ABSTRAK

Uji tarik merupakan jenis pengujian bahan yang paling banyak dilakukan untuk mengetahui sifat mekanik suatu bahan teknik. Laju regangan adalah perubahan regangan (deformasi) suatu material terhadap waktu. Kekuatan dinamik terletak pada saat traiker atau beban di jatuh kan pegerakannya kaku, pembebanan secara cepat ,beban tidak meningkat. Sedang kan statis pembebanan secara perlahan bertambah dan pegerakannya kaku. Hopkinson vertikal alat untuk menguji kekuatan spesimen, spesimen yang digunakan berbahan aluminium. Pengujian hopkinson vertikal digunakan untuk mengetahui kekuatan, tegangan, regangan, laju regangan terhadap kekuatan tarik dinamik. Pengujian ini melakukan perbandingan antara pengujian statis dan pengujian dinamik. Pengujian statis menggunakan spesimen berbahan aluminium sesuai dengan standar ukuran ASTM E 8M. Pengujian dinamik menggunakan spesimen berbahan aluminium sesuai dengan standar ukuran ASTM D412 Type D. Maka dari pengujian statis dihasilkan tegangan maksimum 367,12(MPa) dan regangan maksimum 0,20. Begitu jugak dari pengujian dinamik dihasilkan tegangan maksimum 6448,49 (Pa) dan laju reganagn maksimum 0,0001252

Kata kunci : Uji tarik, Laju regangan, Hopkinson vertikal, Aluminium

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji dan syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Sarjana ini dengan baik. Tugas Sarjana ini merupakan tugas akhir bagi mahasiswa Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dalam menyelesaikan studinya, untuk memenuhi syarat tersebut penulis dengan bimbingan dari para Dosen Pembimbing merencanakan sebuah **“Pengaruh Laju Regangan Pada Bahan Aluminium Terhadap Kekuatan Tarik Dinamik”**.

Shalawat serta salam penulis sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa umat muslim dari alam kegelapan menuju alam yang terang menderang. Semoga kita mendapat syafa'atnya di yaumul akhir kelak amin yarabbal alamin.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan dan masih banyak kekurangan baik dalam kemampuan pengetahuan dan penggunaan bahasa. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca.

Dalam penulisan Tugas Sarjana ini, penulis banyak mendapat bimbingan, masukan, pengarahan dari Dosen Pembimbing serta bantuan moril maupun material dari berbagai pihak sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas sarjana ini.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua tercinta, Syam Masdian dan Susi Lawati yang telah banyak memberikan kasih sayang, nasehatnya, doanya, serta pengorbanan yang tidak dapat ternilai dengan apapun itu kepada penulis selaku anak yang di cintai dalam melakukan penulisan Tugas Sarjana ini.
2. Bapak Khairul Umurani, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing I Tugas Sarjana ini dan selaku wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Dr. Eng, Rakhmad Arief Siregar selaku Dosen Pembimbing II Tugas Sarjana ini.
4. Bapak H. Muharnif, S.T., M.Sc selaku Dosen Pembimbing I.
5. Bapak M. Yani, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing II.
6. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

7. Bapak Affandi,S.T.,M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Bapak Chandra A Siregar,S.T.,MT selaku Sekretaris Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Seluruh Dosen dan Staff Pengajar di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan masukan dan dorongan dalam menyelesaikan Tugas Sarjana ini.
10. Seluruh rekan-rekan seperjuangan mahasiswa Program Studi Teknik Mesin khususnya kelas A1 Pagi, B1 Pagi dan C1 Pagi yang telah banyak membantu dan memberikan semangat kepada penulis dengan memberikan masukan-masukan yang bermanfaat selama proses perkuliahan maupun dalam penulisan Tugas Sarjana ini.

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

Akhir kata penulis mengharapkan semoga Tugas Sarjana ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan semoga Allah SWT selalu merendahkan hati atas segala pengetahuan yang kita miliki. Amin ya rabbal alamin.
Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Medan, 1 SEPTEMBER 2018
Penulis

M.GIPARI
1307230108

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------|
| LEMBAR PRNGESAHAN I | i |
| LEMBAR PENGESAHAN II | ii |
| LEMBAR SPESIFIKASI TUGAS SARJANA | iv |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR GAMBAR | viii |
| DAFTAR TABEL | |
| DAFTAR NOTASI | |
| | |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Batasan Masalah | 3 |
| 1.4 Tujuan Umum | 3 |
| 1.4.1 Tujuan Khusus | 3 |
| 1.6 Manfaat Penelitian | 4 |
| 1.7 Metodologi Penelitian | 4 |
| 1.8 Metodologi Penelitian | 5 |
| | |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA | 6 |
| 2.1 Laju Regangan | 6 |
| 2.1.1 Perbedaan Regangan Dan Laju Regangan | 7 |
| 2.1.2 Perbedaan Statis Dan Dinamik | 7 |
| 2.2 Mesin Tekanan Split Hopkinson Bar | 7 |
| 2.2.1 Perinsip Dasar Hopkinson | 8 |
| 2.3 Aluminium | 9 |
| 2.3.1 Klasifikasi Aluminium | 10 |
| 2.3.2 Sifat-Sifat Aluminium | 13 |
| 2.3.3 Karakteristik Aluminium | 15 |
| 2.3.4 Kelebihan Aluminium | 16 |
| 2.3.5 Kekurangan Aluminium | 16 |
| 2.4 Pengujian tarik (statis) | 17 |
| 2.4.1 Persamaan Statis | 18 |
| 2.5 Dinamik | 20 |
| 2.5.1 Tegangan, Regangan, Laju Regangan Dinamik | 20 |
| 2.5.2 Menentukan Persamaan Rumus Strain-Gage | 23 |
| 2.6 Jenis Perpatahan Material | 23 |
| 2.6.1 Perpatahan Ulet | 24 |
| 2.6.2 Perpatahan Getas | 24 |
| | |
| BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN | 26 |
| 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian | 26 |
| 3.1.1 Tempat | 26 |
| 3.1.2 Waktu Penelitian | 26 |
| 3.2 Diagram Alir Penelitian | 27 |

| | | |
|-----------------------------------|---|-----------|
| 3.3 | Persiapan Bahan Dan Alat | 28 |
| 3.3.1 | Pembuatan Spesimen | 28 |
| 3.3.2 | Alat Uji Tarik (statis) | 30 |
| 3.3.3 | Alat Uji Hopkinson Vertikal | 31 |
| 3.4 | Prosedur Penelitian Dinamik | 34 |
| BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN | | 43 |
| 4.1 | Hasil Pengujian Spesimen Statis | 43 |
| 4.1.1 | Hasil Grafik Tegangan Regangan Statis | 43 |
| 4.2 | Hasil Pengujian Spesimen Dinamik | 45 |
| 4.2.1 | Grafik Volt vs Waktu | 45 |
| 4.2.2 | Grafik Yang Dipindahkan Ke Microsoft excel | 45 |
| 4.2.3 | Grafik Hasil Pengujian Dinamik Incident, Reflected, Transmitted | 46 |
| 4.2.4 | Grafik Hasil Pengujian Dinamik Tegangan vs Regangan | 48 |
| 4.2.5 | Grafik Hasil Pengujian Dinamik Laju Regangan vs waktu | 49 |
| BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN | | 50 |
| 5.1 | Kesimpulan | 50 |
| 5.2 | Saran | 50 |
| DAFTAR PUSTAKA | | |
| LAMPIRAN | | |
| DAFTAR RIWAYAT | | |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-------------|---|----|
| Gambar 2.4 | : Perbedaan Antara Tegangan Tarik Rata-Rata Dan Aliran Material Stres | 17 |
| Gambar 2.5 | : Mekanisme Perpatahan | 23 |
| Gambar 2.6 | : Perpatahan Ulet | 24 |
| Gambar 2.7 | : Perpatahan Brittle | 25 |
| Gambar 3.1 | : Diagram Alir Penelitian | 27 |
| Gambar 3.2 | : Dimensi Spesimen Aluminium Statis | 28 |
| Gambar 3.3 | : Spesimen Berbahan Aluminium Statis | 29 |
| Gambar 3.4 | : Dimensi Spesimen Aluminium Dinamik | 29 |
| Gambar 3.5 | : Spesimen Berbahan Aluminium Dinamik | 29 |
| Gambar 3.6 | : Alat Uji Tarik Statis | 30 |
| Gambar 3.7 | : Alat Uji Hopkinson Vertikal | 31 |
| Gambar 3.8 | : Strain Gages | 32 |
| Gambar 3.9 | : Bridge box | 33 |
| Gambar 3.10 | : Picoscope | 33 |
| Gambar 3.11 | : Laptop | 34 |
| Gambar 3.12 | : Pemasangan Strain Gages | 35 |
| Gambar 3.13 | : Pemasangan Besi Baja Karbon | 35 |
| Gambar 3.14 | : Pemasangan Klem Besi | 35 |
| Gambar 3.15 | : Pemasangan Kabel Strain Gages | 36 |
| Gambar 3.16 | : Pemasangan Bridge Box | 36 |
| Gambar 3.17 | : Pemasangan Oscilloscope | 37 |
| Gambar 3.18 | : Pemasangan Output Oscilloscope Pada PC (laptop) | 37 |
| Gambar 3.19 | : Meratakan Plat Dudukan | 38 |
| Gambar 3.20 | : Pemasangan Striker Bar | 38 |
| Gambar 3.21 | : Pemasangan Spesimen | 39 |
| Gambar 3.22 | : Penyetelan Picoscope | 39 |
| Gambar 3.23 | : Penyetelan Software Picoscope | 40 |
| Gambar 3.24 | : Penyetelan Daya Batrai | 40 |
| Gambar 3.25 | : Penyetelan Jarak Waktu | 41 |
| Gambar 3.26 | : Penyetelan None | 41 |
| Gambar 3.27 | : Penyetelan Single | 41 |
| Gambar 3.28 | : Penyetelan Running | 42 |
| Gambar 3.29 | : Proses Pengujian Spesimen | 42 |
| Gambar 3.30 | : Penyimpanan Hasil Data | 42 |
| Gambar 4.1 | : Spesimen Uji Statis Berbahan Aluminium | 43 |
| Gambar 4.2 | : Grafik tegangan (MPa) vs Regangan | 43 |
| Gambar 4.3 | : Hasil Pengujian Dinamik Berbahan Aluminium | 45 |
| Gambar 4.4 | : Hasil Grafik Pengujian | 45 |
| Gambar 4.5 | : Grafik Volt Dan Waktu Dipindahkan Ke Microsoft Excel | 46 |
| Gambar 4.6 | : Hasil Data Grafik Incident, Reflected, Transmitted | 46 |
| Gambar 4.7 | : Hasil data grafik tegangan dan regangan | 48 |
| Gambar 4.8 | : Laju Regangan | 49 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|-----------|--|----|
| Tabel 2.2 | : Sifat Fisika Aluminium Dan Kkemurnian Al | 15 |
| Tabel 3.1 | : JadwalKegiatan | 26 |
| Tabel 3.2 | : Dimensi | 28 |

DAFTAR NOTASI

| Notasi | | Satuan |
|-----------------------|---------------------------------|---------------------|
| σ | =Tegangan | (MPa) |
| A | = Luas penampang | (mm ²) |
| F | = Gaya (beban) | (Kg) |
| ε | = Regangan | |
| l_0 | = Panjang awal | (mm) |
| l_i | = Panjang akhir | (mm) |
| ΔL | = Pertambahan panjang | (mm) |
| E | = Modulus elastisitas | (Mpa) |
| σ_s | = Tegangan spesimen | (Pa) |
| t | = Waktu | (μ s) |
| A_s | = Luas penampangspesimen | (mm ²) |
| ε_s | =Regangan | |
| $\dot{\varepsilon}_s$ | = Laju regangan | |
| c_o | = KecepatanSuara | (m/s) |
| l_o | = Panjang awal spesimen | (mm) |
| $d\zeta$ | = Perubahan waktu | (μ s/v) |
| ε_I | = Gelombang jatuh | (μ s/v) |
| ε_R | = Gelombang diteruskan | (μ s/v) |
| ε_T | = Gelombang kembali | (μ s/v) |
| e_0 | = Output voltage baterai | (v) |
| E | = Baterai | (v) |
| Ks | = Gage factor pada strain gauge | |
| ε_0 | = Regangan | |

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Laju regangan adalah tingkat perubahan regangan material terhadap waktu. Dalam konteks sederhana, untuk menggambarkan regangan, dan oleh karena itu laju regangan.

Pengukuran regangan yang akurat dapat sangat bermanfaat di bidang metalurgi dan teknik korosi. Karena bahan dapat mengalami deformasi dalam berbagai tingkat dan arah, belajar bagaimana mengukur laju regangan sehubungan dengan elemen-elemen tertentu seperti waktu, kecepatan dan lain-lain sangat penting dalam penentuan kekuatan material dan titik dimana korosi, khususnya korosi retak tegangan, bias terjadi. Pengguna tingkat regangan rendah sekarang merupakan teknik yang banyak digunakan dalam mengevaluasi respon material terhadap stres.

Aluminium mempunyai unsur logam yang paling berlimpah-limpah di dalam kerak bumi. Negara penghasil aluminium paling besar adalah Rusia, China, Amerika Serikat dan Kanada.

Sifat mekanik material merupakan salah satu faktor terpenting yang mendasari pemilihan bahan dalam suatu perancangan. Sifat mekanik dapat diartikan sebagai respon atau perilaku material terhadap pembebanan yang diberikan, dapat berupa gaya, torsi atau gabungan keduanya. Dalam prakteknya pembebanan pada material terbagi dua yaitu beban statik dan beban dinamik. Perbedaan antara keduanya hanya pada fungsi waktu dimana beban statik tidak

dipengaruhi oleh fungsi waktu sedangkan beban dinamik dipengaruhi oleh fungsi waktu. Untuk mendapatkan sifat mekanik material, biasanya dilakukan pengujian mekanik. Pengujian mekanik pada dasarnya bersifat merusak (*destructive test*), dari pengujian tersebut akan dihasilkan kurva atau data yang mencirikan keadaan dari material tersebut.

Setiap material yang diuji dibuat dalam bentuk sampel kecil atau spesimen. Spesimen pengujian dapat mewakili seluruh material apabila berasal dari jenis, komposisi dan perlakuan yang sama. Pengujian yang tepat hanya didapatkan pada material uji yang memenuhi aspek ketepatan pengukuran, kemampuan mesin, kualitas atau jumlah cacat pada material dan ketelitian dalam membuat spesimen. Sifat mekanik tersebut meliputi antara lain: kekuatan tarik, ketangguhan, kelenturan, keuletan, kekerasan, ketahanan aus, kekuatan impact, kekuatan mulur, kekuatan leleh dan sebagainya.

Uji tarik merupakan salah satu pengujian untuk mengetahui sifat sifat suatu bahan. Dengan menarik suatu bahan kita akan segera mengetahui bagaimana bahan tersebut bereaksi terhadap tenaga tarikan dan mengetahui sejauh mana material itu bertambah panjang. Di umum, kurva tegangan aliran bahan diperoleh dengan uji tarik menggunakan spesimen berbentuk halter karena metode sederhana, hubungan antara aliran stres dan tegangan tarik rata-rata dan skema spesimen bar bulat yang digunakan dalam uji tarik. Setelah penciutan terjadi dalam spesimen, daerah necking dikenai stres multiaksial.

Dynamic (beban dinamis) jenis pembebanan pada suatu sistem yang nilainya berubah-ubah berdasarkan fungsi waktu. Contoh pembebanan dinamis

yaitu getaran pada permesinan. Dalam sebuah struktur, suatu respon akan terjadi apabila diberikan pembebanan dengan nilai tertentu

1.2 Rumusan Masalah

Sehubungan dengan judul tugas akhir ini maka perumusan masalah yang diperoleh dalam tugas sarjana ini adalah :

1. Bagaimana cara mengukur laju regangan pada bahan Aluminium ?
2. Bagaimanamengevaluasi kekuatan tarik dinamik terhadap laju regangan ?
3. Bagaimana menguji kekuatan tarik dinamik pada bahan Aluminium dengan mesin Uji Vertikal Split Hopkinson Bar ?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini yaitu mengetahui laju regangan dan kekuatan tarik dinamik, dengan menggunakan mesin Uji Vertikal Hopkinson, kemudian memplotnya ke dalam bentuk grafik.

1.4 Tujuan Umum

Untuk menganalisa laju regangan dinamik pada material aluminium terhadap mesin uji *vertical split hopkinsson pressure bar*.

1.4.1. Tujuankhusus

Adapun tujuandaripenelitianini adalah

- a) Untuk membuat spesimen, untuk menguji pengaruh laju regangan.
- b) Untuk menguji kekuatan tarik dinamik pada bahan Aluminium dengan mesin Uji Vertikal Split Hopkinson Bar.

- c) Untuk mengevaluasi kekuatan tarik dinamik terhadap laju regangan.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari pembuatan alat ini adalah sebagai berikut:

1. Menghasilkan informasi ilmiah dalam pengujian Vertikal Hopkinson Bar
2. Mendapat ilmu pengetahuan khususnya bidang pengujian material logam Aluminium.
3. Dapat menambah alat uji khususnya Vertikal Hopkinson Bar Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

1.6 Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang digunakan penulisan dalam penulisan tugas akhir adalah:

1. Studi Pustaka

Studi pustaka adalah suatu metode yang dipergunakan dalam penelitian dalam penelitian ilmiah yang dilakukan dengan membaca dan mengolah data yang diperoleh dari literatur. Data yang dibaca dan diolah data yang berhubungan dengan hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan oleh para peneliti sebelumnya.

2. Studi Simulasi dan Analitik

Metode simulasi dilakukan dengan cara mensimulasikan kasus yang dihadapi kedalam pemodelan sesuai dengan program yang digunakan. Dan selanjutnya hasil dari pemodelan dianalisa dengan teori-teori yang sudah ada dan membandingkannya dengan data pustaka.

3. Konsultasi dan Bimbingan

Bertujuan untuk mendapatkan tambahan pengetahuan dan masukan dari dosen pembimbing serta koreksi terhadap kesalahan-kesalahan yang terjadi dalam penyusunan tugas terakhir.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir, yang diawali pada Lembar Pengesahan, Lembar Asistensi, Kata Pengantar, Daftar Isi, Daftar Tabel, Daftar Gambar, dan di bagi menjadi lima bab :

- Bab 1** : Berisi tentang latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian, sistematika penulisan.
- Bab 2** : Berisi tentang penjelasan mengenai Hopkinson Bar, klasifikasi material Aluminium, laju regangan, kekuatan tarik dinamik, serta teori teori yang mendukung penulisan tugas akhir.
- Bab 3** : Menjelaskan tentang metode dan tahap penelitian, alat pengujian dan cara pengujian
- Bab4** : Menjelaskan mengenai data dan analisa pada penelitian.
- Bab5** : Menjelaskan mengenai kesimpulan dari penelitian dan saran. Diakhiri dengan daftar pustaka, daftar riwayat hidup, dan beberapa lampiran-lampiran lainnya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Laju Regangan

Metalurgi Amerika, Jade Lecocq, yang didefinisikan atau pertama memperkenalkan laju regangan pada tahun 1867. Dalam fisika, laju regangan secara umum didefinisikan sebagai turunan dari regangan terhadap waktu. Definisi yang tepat tergantung bagaimana strain diukur.

Laju regangan adalah tingkat perubahan regangan material terhadap waktu. Dalam konteks sederhana, untuk menggambarkan regangan, dan oleh karena itu laju regangan. Misalnya, ketika karet gelang panjang dan seragam secara bertahap diregangkan dengan menarik ujungnya, regangan dapat didefinisikan sebagai rasio epsilon antara jumlah peregangkan dan panjang asli. Tingkat regangan melibatkan tingkat dimana material menyusut atau mengembang dan laju deformasi yang dibawah oleh geseran progresif tanpa perubahan volume.

Pengukuran regangan yang akurat dapat sangat bermanfaat di bidang metalurgi dan teknik korosi. Karena bahan dapat mengalami deformasi dalam berbagai tingkat dan arah, belajar bagaimana mengukur laju regangan sehubungan dengan elemen-elemen tertentu seperti waktu, kecepatan dan lain-lain sangat penting dalam penentuan kekuatan material dan titik dimana korosi, khususnya korosi retak tegangan, bias terjadi. Pengguna tingkat regangan rendah sekarang merupakan teknik yang banyak digunakan dalam mengevaluasi respon material terhadap stres. (Welsh, L. M.1985).

2.1.1 Untuk Mengetahui Perbedaan Regangan, Laju Regangan

a. Regangan

Regangan adalah perubahan regangan (deformasi) suatu material terhadap panjang awal dan panjang akhir.

b. Laju Regangan

Laju regangan adalah perubahan regangan (deformasi) suatu material terhadap waktu.

2.1.2 Untuk Mengetahui Perbedaan Statis Dan Dinamik

a. Statis

Pada uji statis (uji tarik) pada saat pengujian terhadap spesimen pembebanan bertambah, dilakukan secara perlahan dan pergerakannya kaku saat pengujian

b. Dinamik

Pada uji dinamik (vertikal Hopkinson) pada saat pengujian menaikkan dan menjatuhkan striker secara vertikal pergerakannya tidak kaku, pembebanan secara cepat dan beban tidak meningkat (tidak berubah sesuai jarak ketinggian ditentukan)

2.2 Mesin Tekanan Split Hopkinson Bar

Bar Tekanan Split Hopkinson pertama kali diperkenalkan oleh Bertram Hopkinson 1914. Hopkinson menggunakan prinsip tersebut untuk mengukur tekanan yang dikembangkan di sebuah bar saat ledakan terjadi di salah satu ujungnya, sebuah bar ditanggihkan dengan satu ujung yang melekat pada

mekanisme peledakan dan ujung satunya dalam kontak magnetik dengan potongan waktu.

Selanjutnya, prinsip Hopkinson digunakan oleh Robertson pada tahun 1921 dan oleh Landon dan Quinney pada tahun 1923. Teknik ini kemudian dimodifikasi pada tahun 1948 oleh Davies yang menggunakan kondensor untuk mengukur perpindahan di bar tekanan. Pada tahun 1949, Kolsky memodifikasi pengaturan lebih lanjut dengan menambahkan bar tekanan kedua dan meletakkan spesimen di antara kedua batang.

Kolsky menggunakan mikrofon kondensor silindris untuk mengukur amplitudo pulsa tekanan yang dihasilkan dengan menembaki detonator di ujung bebas dari batang kejadian. Pada tahun 1963 J L Chiddster, dkk. memperkenalkan teknik untuk tes kompresi suhu tinggi. Pada saat yang akan datang, tes batang Hopkinson diperluas untuk melakukan pengujian torsi (Nikhil A. Singh, 2015).

2.2.1 Prinsip Dasar Hopkinson

Batang Hopkinson biasanya terdiri dari, spesimen uji. Untuk kompresi pengujian spesimen hanya dapat terjepit di antara *input* dan *output bar*, sedangkan untuk tarik pengujian spesimen harus di-persiapkan 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).

2.3 Aluminium

Aluminium adalah logam berwarna putih keperakan yang lunak. Aluminium ditemukan oleh Sir Humphrey Davy tahun 1809 sebagai suatu unsur, dan pertama kali di reduksi sebagai logam oleh H. C. Oersted tahun 1825. Secara industri Paul Heroult di Perancis dan C. M. Hall di Amerika Serikat secara terpisah telah memperoleh logam aluminium dari alumina dengan cara elektrolisa dari garamnya yang terfusi. Sampai sekarang proses Heroult Hall masih dipakai untuk memproduksi aluminium.

Aluminium adalah logam yang paling banyak terdapat di kerak bumi dan unsur ketiga terbanyak setelah oksigen dan silikon. Aluminium terdapat dikerak

bumi sebanyak kira-kira 8,07% hingga 8,23% dari seluruh massa padat dari kerak bumi, dengan produksi tahunan dunia sekitar 30 juta ton pertahun dalam bentuk bauksit dan bebatuan lain (*corrundum, gibbsite, boehmite, diaspore*, dan lain-lain). Sulit menemukan aluminium murni di alam karena aluminium merupakan logam yang cukup reaktif.

Aluminium murni adalah logam yang lunak, tahan lama, ringan, dan dapat ditempa dengan penampilan luar bervariasi antara keperakan hingga abu-abu, tergantung kekasaran permukaannya.

Aluminium murni 100% tidak memiliki kandungan unsur apapun selain aluminium itu sendiri, namun aluminium murni yang dijual dipasaran tidak pernah mengandung 100% aluminium, melainkan selalu ada pengotor yang terkandung di dalamnya. Pengotor yang mungkin berada di dalam aluminium murni biasanya adalah gelembung gas di dalam yang masuk akibat proses peleburan dan pendinginan/pegecoran yang tidak sempurna.

Material cetakan akibat kualitas cetakan yang tidak baik, atau pengotor lainnya akibat kualitas bahan baku yang tidak baik (misalnya pada proses daur ulang aluminium). Umumnya, aluminium murni yang dijual dipasaran adalah aluminium murni 99%, misalnya aluminium foil. ([www.slideshare.net > nandifirdaus / Jurnal aluminium –Slideshare](http://www.slideshare.net/nandifirdaus))

2.3.1 Klasifikasi Aluminium Dan Penggolongan Paduannya

a. Paduan Aluminium-Silikon

Paduan aluminium dengan silikon hingga 15% akan memberikan kekerasan dan kekuatan tensil yang cukup besar, hingga mencapai 525 Mpa pada aluminium paduan yang dihasilkan pada perlakuan panas. Jika konsentrasi silikon

lebih tinggi dari 15%, tingkat kerapuhan logam akan meningkat secara drastis akibat terbentuknya kristal granula silika.

b. Paduan Aluminium-Magnesium

Keberadaan magnesium hingga 15,35% dapat menurunkan titik lebur logam paduan yang cukup drastis, dari 660 °C hingga 450 °C. Namun, hal ini tidak menjadikan aluminium paduan dapat ditempa menggunakan panas dengan mudah karena korosi akan terjadi pada suhu di atas 60 °C. Keberadaan magnesium juga menjadikan logam paduan dapat bekerja dengan baik pada temperatur yang sangat rendah, di mana kebanyakan logam akan mengalami *failure* pada temperatur tersebut.

c. Paduan Aluminium-Tembaga

Paduan aluminium-tembaga juga menghasilkan sifat yang keras dan kuat, namun rapuh. Umumnya, untuk kepentingan penempaan, paduan tidak boleh memiliki konsentrasi tembaga di atas 5,6% karena akan membentuk senyawa CuAl_2 dalam logam yang menjadikan logam rapuh.

d. Paduan Aluminium-Mangan

Penambahan mangan memiliki akan berefek pada sifat dapat dilakukan pengerasan tegangan dengan mudah (*work-hardening*) sehingga didapatkan logam paduan dengan kekuatan tensil yang tinggi namun tidak terlalu rapuh. Selain itu, penambahan mangan akan meningkatkan titik lebur paduan aluminium.

e. Paduan Aluminium-Seng

Paduan aluminium dengan seng merupakan paduan yang paling terkenal karena merupakan bahan pembuat badan dan sayap pesawat terbang. Paduan ini memiliki kekuatan tertinggi dibandingkan paduan lainnya, aluminium dengan

5,5% seng dapat memiliki kekuatan tensil sebesar 580 MPa dengan elongasi sebesar 11% dalam setiap 50 mm bahan. Bandingkan dengan aluminium dengan 1% magnesium yang memiliki kekuatan tensil sebesar 410 MPa namun memiliki elongasi sebesar 6% setiap 50 mm bahan.

f. Paduan Aluminium-Lithium

Lithium menjadikan paduan aluminium mengalami pengurangan massa jenis dan peningkatan modulus elastisitas; hingga konsentrasi sebesar 4% lithium, setiap penambahan 1% lithium akan mengurangi massa jenis paduan sebanyak 3% dan peningkatan modulus elastisitas sebesar 5%. Namun aluminium-lithium tidak lagi diproduksi akibat tingkat reaktivitas lithium yang tinggi yang dapat meningkatkan biaya keselamatan kerja.

g. Paduan Aluminium-Skandium

Penambahan skandium ke aluminium membatasi pemuaihan yang terjadi pada paduan, baik ketika pengelasan maupun ketika paduan berada di lingkungan yang panas. Paduan ini semakin jarang diproduksi, karena terdapat paduan lain yang lebih murah dan lebih mudah diproduksi dengan karakteristik yang sama, yaitu paduan titanium. Paduan Al-Sc pernah digunakan sebagai bahan pembuat pesawat tempur Rusia, MIG, dengan konsentrasi Sc antara 0,1-0,5%. (Zaki dan Schwarz, 2004).

h. Paduan Aluminium-Besi

Besi (Fe) juga kerap kali muncul dalam aluminium paduan sebagai suatu "kecelakaan". Kehadiran besi umumnya terjadi ketika pengecoran dengan menggunakan cetakan besi yang tidak dilapisi batuan kapur atau keramik. Efek kehadiran Fe dalam paduan adalah berkurangnya kekuatan tensil secara

signifikan, namun diikuti dengan penambahan kekerasan dalam jumlah yang sangat kecil. Dalam paduan 10% silikon, keberadaan Fe sebesar 2,08% mengurangi kekuatan tensil dari 217 hingga 78 MPa, dan menambah skala Brinell dari 62 hingga 70. Hal ini terjadi akibat terbentuknya kristal Fe-Al-X, dengan X adalah paduan utama aluminium selain Fe.

i. Aluminium Paduan Cor

Komposisi utama aluminium paduan cor pada umumnya adalah tembaga, silikon, dan magnesium. Al-Cu memberikan keuntungan yaitu kemudahan dalam pengecoran dan memudahkan pengerjaan permesinan. Al- Si memberikan kemudahan dalam pengecoran, kekuatan, ketahanan pada temperatur tinggi, dan pemuaian yang rendah. Sifat pemuaian merupakan sifat yang penting dalam logam cor dan ekstrusi, yang pada umumnya merupakan bagian dari mesin. Al-Mg juga memberikan kekuatan, dan lebih baik dibandingkan Al-Si karena memiliki ketahanan yang lebih tinggi hingga logam mengalami deformasi plastis (elongasi). Namun konsentrasi lebih dari 10% dapat mengurangi kemudahan dalam pengecoran.

2.3.2 Sifat- Sifat Aluminium

Sifat-sifat penting yang dimiliki aluminium sehingga banyak digunakan sebagai material teknik adalah sebagai berikut:

a. Berat jenisnya ringan

(hanya $2,7 \text{ gr/cm}^3$, sedangkan besi $\pm 8,1 \text{ gr/cm}^3$)

b. Tahan korosi

Sifat bahan korosi dari aluminium diperoleh karena terbentuknya lapisan aluminium oksida (Al_2O_3) pada permukaan aluminium (fenomena

pesivasi). Pasivasi adalah pembentukan lapisan pelindung akibat reaksi logam terhadap komponen udara sehingga lapisan tersebut melindungi lapisan dalam logam dari korosi. Lapisan ini membuat Al tahan korosi tetapi sekaligus sukar dilas, karena perbedaan *Melting Point* (titik lebur).

c. Penghantar listrik dan panas yang baik

Aluminium juga merupakan konduktor panas dan elektrik yang baik. Jika dibandingkan dengan massanya, aluminium memiliki keunggulan dibandingkan dengan tembaga, yang saat ini logam konduktor panas dan listrik yang cukup baik, namun cukup berat.

d. Mudah difabrikasi/ditempa

Sifat lain yang menguntungkan dari aluminium adalah sangat mudah difabrikasi, dapat dituang (dicor) dengan cara penuangan apapun. Dapat deforming dengan cara: *rolling, drawing, forging, extrusi*, dan lain-lain. Dan menjadi bentuk yang rumit sekalipun.

e. Kekuatannya

Kekuatannya rendah tetapi pepaduan (*alloying*) kekuatannya bisa ditingkatkan

Kekuatan dan kekurangan aluminium tidak begitu tinggi dengan pepaduan dan *heat treatment* dapat ditingkatkan kekuatan dan kekerasannya. Kekuatan mekanik meningkat dengan penambahan Cu, Mg, Si, Mn, Zn dan Ni. Sifat elastisnya yang sangat rendah, hampir tidak dapat diperbaiki baik dengan pepaduan maupun dengan *heat treatment*. Selain sifat yang diatas, aluminium juga memiliki sifat fisika, mekanik yaitu:

a. Sifat Fisika Aluminium

Tabel 2.2 Sifat fisika aluminium dan kemurnian Al

| Sifat – sifat | Kemurnian Al | |
|-------------------------------|------------------------|-----------------------|
| | 99,996 % | >99,0% |
| Massa Jenis (20°C) | 2,6989 | 2,71 |
| Titik Cair | 660,2 | 653,657 |
| Panas Jenis (cal/g°C)(100°C) | 0,2226 | 0,2297 |
| Hantaran Listrik (%) | 64,94 | 59 (dianil) |
| Koefisien Pemuaian (20-100°C) | $23,86 \times 10^{-6}$ | $23,5 \times 10^{-6}$ |

b. Sifat Mekanik Aluminium

Sifat mekanik bahan aluminium murni dan aluminium paduan dipengaruhi oleh konsentrasi bahan dan perlakuan yang di berikan terhadap bahan tersebut.

Aluminium terkenal sebagai bahan yang tahan terhadap korosi, hal ini disebabkan oleh fenomena pasivasi, yaitu proses pembentukan lapisan aluminium oksida di permukaan logam aluminium segera setelah logam terpapar oleh udara bebas. Lapisan aluminium oksida ini mencegah terjadinya oksidasi lebih jauh. Namun, pasivasi dapat terjadi lebih lambat jika dipadukan dengan logam yang bersifat lebih katodik, karena dapat mencegah oksidasi aluminium. (www.slideshare.net>nandifirdaus/Jurnal aluminium–Slideshare).

2.3.3 Karakteristik Aluminium

Aluminium merupakan logam berwarna putih keperakan dengan sifat ringan, kuat, namun mudah dibentuk. Nomor atom aluminium adalah 13 dan diwakili dengan simbol Al. Dalam kerak bumi, aluminium merupakan unsur paling berlimpah ketiga setelah oksigen dan silikon.

Aluminium merupakan konduktor panas dan listrik yang sangat baik, bahkan lebih baik dari tembaga. Logam ini merupakan elemen yang sangat reaktif dan membentuk ikatan kimia yang kuat dengan oksigen. Aluminium akan membentuk lapisan sangat tipis oksida aluminium ketika beraksi dengan udara yang akan melindungi dari karat ([www.slideshare.net/nandifirdaus/Jurnal aluminium-Slideshare](http://www.slideshare.net/nandifirdaus/Jurnal-aluminium-Slideshare)).

2.3.4 Kelebihan Aluminium

- a. Tahan keropos dan tidak akan dimakan rayap. Bahan aluminium yang lebih tahan lama daripada kayu. Tidak menyusut seperti kayu, dan bentuk tidak akan pernah berubah atau jadi melengkung jika dilanda cuaca ekstrim seperti panas, kemarau, atau dingin di musim penghujan.
- b. Desainnya dapat dibuat sesuai pesanan. Keunggulan aluminium adalah karena materialnya kuat namun bobotnya tetap ringan sehingga mudah dipindahkan. Bahan aluminium juga mudah dirawat.
- c. Ekonomis, dalam pengertian biaya proses pembuatan, pemasangan, dan perawatan. Aluminium lebih murah dan tahan lama. (www.aluminiumspesialis.wordpress.com)

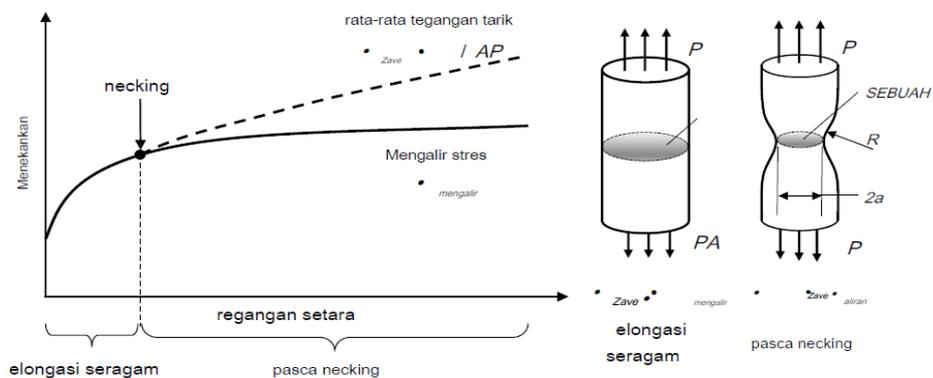
2.3.5 Kekurangan Aluminium

- a. Mudah tergores
- b. Lemah terhadap benturan
- c. Kurang fleksibel dalam desain

2.4 Pengujian Tarik (Statis)

Uji tarik merupakan salah satu pengujian untuk mengetahui sifat sifat suatu bahan. Dengan menarik suatu bahan kita akan segera mengetahui bagaimana bahan tersebut bereaksi terhadap tenaga tarikan dan mengetahui sejauh mana material itu bertambah panjang. Uji tarik statis adalah pembebanan secara perlahan dan pegerakannya kaku.

Di umum, kurva tegangan aliran bahan diperoleh dengan uji tarik menggunakan spesimen berbentuk halter karena metode sederhana Gambar. 2.4 menunjukkan hubungan antara aliran stres dan tegangan tarik rata-rata dan skema spesimen bar bulat yangdigunakan dalam uji tarik. Setelah penciutan terjadi dalam spesimen, daerah necking dikenai stres multiaksial. Oleh karena itu, Rata-rata stres dalam arah sumbu tarik diperoleh dengan terus menerus pengukuran (selanjutnya, tegangan tarik rata-rata), $\sigma_{Zave} = P / A$, tidak setuju dengan tegangan alir material, $\sigma_{mengalir}$, dimana P adalah beban tarik dan minimum tegak lurus luas penampang selama kontinyu pengukuran. Pengukuran langsung dari tegangan alir setelah terjadinya penciutan tidak mungkin (Masanobu Murata, 2017).



Gambar. 2.4. Perbedaan antara tegangan tarik rata-rata dan aliran material *stres* dalam perpanjangan lokal setelah *necking*

2.4.1 Persamaan Statis

statis dirumuskan sebagai berikut. Berdasarkan hasil pengujian tarik yaitu berupa data dan perpanjangan, maka dapat dianalisa luas penampang, tegangan, regangan, dan modulus elastis, yaitu persamaannya:

a. Luas penampang

Luas penampang adalah perkalian antara pi dengan jari-jarinya, rumus luas penampang dapat dilihat pada persamaan 2.1.

$$A = \pi \cdot r^2 \quad (2.1)$$

Dimana

A = Luas penampang

π = Dimana bilangan konstannya 3,14

r = Jari jari

b. Tegangan

Tegangan adalah perbandingan antara gaya tarik terhadap luas penampang benda, rumus tegangan dapat dilihat pada persamaan 2.2.

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (2.2)$$

Dimana

σ = Tegangan

F = Gaya

A = Luas penampang

c. Regangan

Regangan adalah perbandingan antara pertambahan panjang benda uji dengan panjang mula mula benda uji, rumus tegangan dapat dilihat pada persamaan 2.3.

$$\varepsilon = \frac{L_i - L_o}{L_o} = \frac{\Delta L}{L_o} \quad (2.3)$$

Dimana

ε = Regangan

L_i = Panjang sesudah pengujian

L_o = Panjang sebelum pengujian

ΔL = Pertambahan panjang

d. Modulus Elastisitas

Regangan adalah tegangan yang diperlukan untuk menghasilkan regangan tertentu, semakin besar nilai modulus elastisitas semakin besar tegangan yang diperlukan untuk regangan tertentu, rumus modulus elastisitas dapat dilihat pada persamaan 2.4.

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

Dimana

E = Modulus elastis

σ = Tegangan

ε = Regangan

2.5 Dinamik

Dynamic (beban dinamis) jenis pembebanan pada suatu sistem yang nilainya berubah-ubah berdasarkan fungsi waktu. Contoh pembebanan dinamis yaitu getaran pada permesinan. Dalam sebuah struktur, suatu respon akan terjadi apabila diberikan pembebanan dengan nilai tertentu. Respon dinamik merupakan pola deformasi dengan diaplikasikannya beban dinamis. Respons dari struktur juga bergantung pada variabel waktu. Respon dinamik dapat diukur melalui deformasi, (*displacement or rotasi*), kecepatan (*velocity*), dan percepatan (*acceleration*). Gaya dinamik, $F(t)$, didefinisikan sebagai gaya yang dapat mengubah nilai, arah, maupun sense dalam interval waktu yang lebih singkat, atau dengan kata lain, beban dinamik mempunyai variasi yang kontinu terhadap waktu. *Prescribed dynamic loading* merupakan variasi pembebanan yang bersifat teratur (*regular*), di mana terdapat siklus yang bisa ditentukan dari pembebanan berulang pada interval waktu yang sama (Teddy Suryosambodho. 2013).

2.5.1 Tegangan, Regangan, Laju regangan Dinamik

Sifat-sifat mekanik material yang dikuantifikasikan salah satunya dengan kuat tarik dapat diperoleh dengan pengujian tarik. Pada pengujian tarik uniaksial atau uji satu arah, benda uji diberi beban atau gaya tarik pada satu arah dan gaya yang diberikan bertambah besar secara kontinu. Pada saat bersamaan benda uji akan bertambah panjang dengan bertambah gaya yang diberikan. Berdasarkan hasil pengujian tarik yaitu berupa data dan perpanjangan, maka dapat dianalisis tegangan, regangan, dan laju regangan.

a. Tegangan (Stress)

Tegangan adalah tahanan material terhadap gaya atau beban. Tegangan diukur dalam bentuk gaya per luas. Tegangan dihasilkan dari gaya seperti: tarikan, tekanan atau geseran yang menarik, mendorong, melintir, memotong atau mengubah bentuk potongan bahan dengan berbagai cara Tegangan diberi simbol σ (dibaca sigma). Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut (J.M.Lifshitz,1993)

$$\sigma_s(t) = \frac{EA}{2A_s} [\varepsilon_I + \varepsilon_R + \varepsilon_T] \quad (2.5)$$

Dimana

σ_s = Tegangan spesimen (N/m²)

t = Waktu (μs)

E = Modulus elastic (N/m²)

A = Luas penampang (m²)

ε_I = Gelombang saat jatuh (V/ μs)

ε_R = Gelombang diteruskan (V/ μs)

ε_T = Gelombang kembali (V/ μs)

b. Regangan (Strain)

Regangan didefinisikan sebagai perubahan ukuran atau bentuk material dari panjang awal sebagai hasil dari gaya yang menarik atau yang menekan pada material (J.M.Lifshitz,1993).

$$\varepsilon_s(t) = \frac{C_o}{l_o} \int_0^t [(\varepsilon_I + \varepsilon_T + \varepsilon_R)] d\xi \quad (2.6)$$

Dimana

ε_s = Regangan

- t = Waktu (μs)
- c_o = Kecepatan suara (μs)
- L_o = Tegangan spesimen (N/m^2)
- ε_I = Gelombang sat jatuh ($\text{V}/\mu\text{s}$)
- ε_R = Gelombang diteruskan ($\text{V}/\mu\text{s}$)
- ε_T = Gelombang kembali ($\text{V}/\mu\text{s}$)
- $d\zeta$ = Perubahan waktu

c. Laju Regangan (strain-rate)

Strain rate adalah laju deformasi benda ketika mendapat beban. Efek dari *strain rate* pada *flow stress* adalah semakin tinggi *strain rate*, makin tinggi *flow stress*. Efek ini adalah kebalikan dari efek temperatur pada *flow stress* (J.M.Lifshitz,1993).

$$\dot{\varepsilon}_s(t) = \frac{C_o}{l_o} (\varepsilon_I + \varepsilon_T + \varepsilon_R) \quad (2.7)$$

Dimana

- $\dot{\varepsilon}_s$ = Laju regangan spesimen
- t = Waktu (μs)
- c_o = Kecepatan suara (m/s)
- L_o = Tegangan spesimen (N/m^2)
- ε_I = Gelombang saat jatuh ($\text{V}/\mu\text{s}$)
- ε_R = Gelombah diteruskan ($\text{V}/\mu\text{s}$)
- ε_T = Gelombang kembali ($\text{V}/\mu\text{s}$)

2.5.2 Menentukan Persamaan Rumus Strain-Gage Bridges

Berikut rumus atau persamaan yang digunakan sesuai dengan letak strain gauge yang digunakan (www.kyowa-ci.co.jp, diakses tanggal 20 februari 2018).

$$\varepsilon_o = \frac{4 \cdot e_o}{E \cdot K_S} \quad (2.8)$$

Dimana

ε_o = Regangan

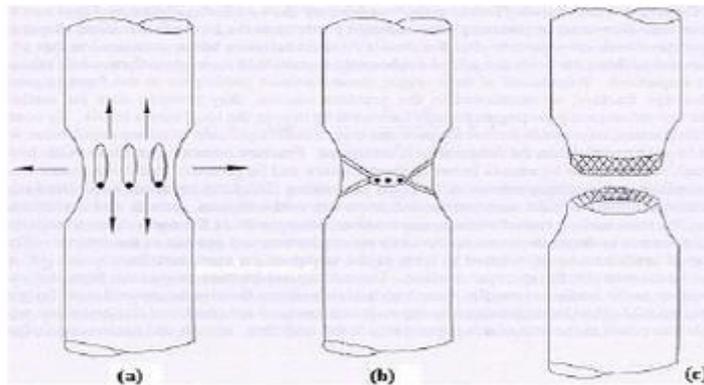
e_o = Output voltage channel picooscope

E = Batrai

K_S = Gage factor strain gauge

2.6 Jenis Perpatahan Material

Sampel hasil pengujian tarik dapat menunjukkan beberapa tampilan perpatahan seperti ditunjukkan pada Gambar 2.5:



Gambar 2.5 Mekanisme perpatahan (Setiaji, R. 2012)

Pengamatan kedua tampilan perpatahan ulet dan getas dapat dilakukan baik dengan mata telanjang maupun dengan bantuan *stereoscan macroscopem*. Pengamatan lebih detil dimungkinkan dengan penggunaan SEM (*Scanning Electron Microscope*).

2.6.1 Perpatahan Ulet (Ductile Fracture)

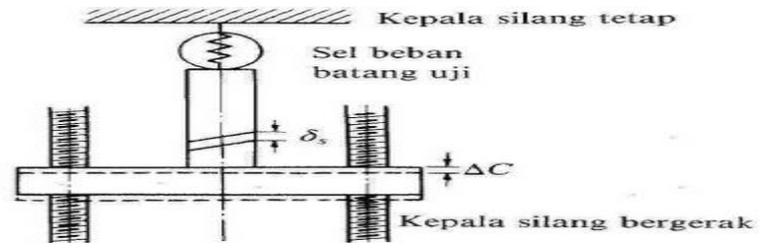
Patah ductile terjadi apabila material logam pada saat patah mengalami Terjadi deformasi plastis yang cukup besar sebelum patah, Penampang melintang di daerah patahan biasanya berkurang karena pengecilan penipisan (*necking*), Terjadi patahan retak berjalan lambat seperti ditunjukkan pada Gambar 2.6:



Gambar 2.6 Perpatahan Ulet

2.6.2 Perpatahan Getas

Perpatahan getas memiliki ciri-ciri mempunyai ciri-ciri yang berbeda dengan perpatahan ulet. Pada perpatahan getas tidak ada atau sedikit sekali terjadi deformasi plastis pada material. Perpatahan jenis ini merambat sepanjang bidang-bidang kristalin membelah atom-atom material. Pada material yang lunak dengan butir kasar akan ditemukan pola *chevrons* atau *fanlike pattern* yang berkembang keluar dari daerah kegagalan. Material keras dengan butir halus tidak dapat dibedakan sedangkan pada material amorphous memiliki permukaan patahan yang bercahaya dan mulus (Setiaji, R. 2012).



Gambar 2.7 Perputahan Brittle (Setiaji, R. 2012)

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1. Tempat

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

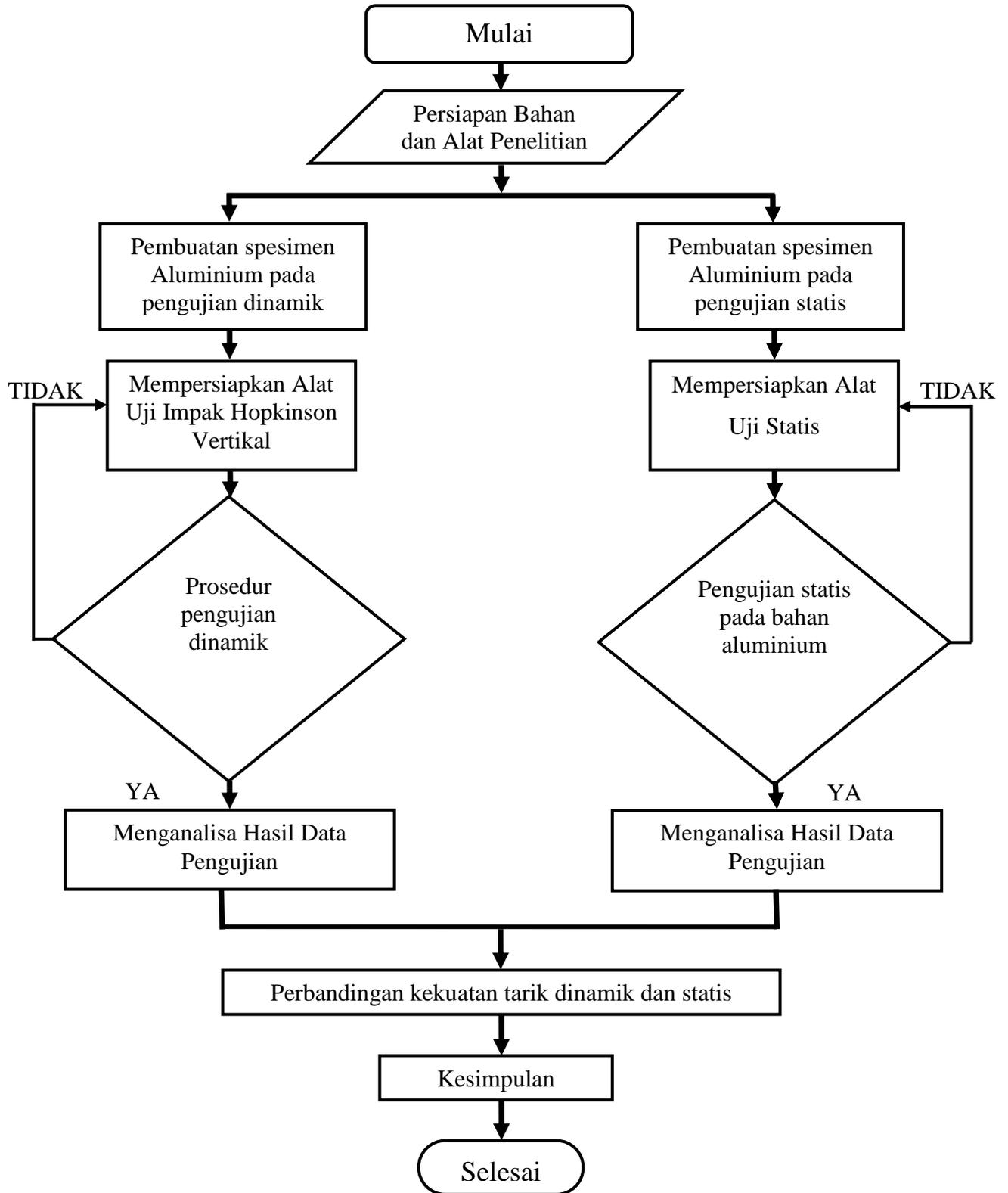
3.1.2. Waktu Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian dilakukan setelah mendapat persetujuan dari pembimbing terhitung dari tanggal 25 Oktober 2017 sampai dengan selesai.

Tabel 3.1 Jadwal dan kegiatan saat melakukan penelitian

| No. | Kegiatan | Oktober | November | Desember | Januari | Februari | Maret | April |
|-----|-----------------------|---------|----------|----------|---------|----------|-------|-------|
| 1. | Study literatur | | | | | | | |
| 2. | Perancangan Alat | | | | | | | |
| 3. | Pembuatan Spesimen | | | | | | | |
| 4. | Pelaksanaan Pengujian | | | | | | | |
| 5. | Penyusunan skripsi | | | | | | | |
| 6. | Penyelesaian Skripsi | | | | | | | |

3.2 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Keterangan diagram alir penelitian :

3.3 Persiapan Bahan Dan Alat

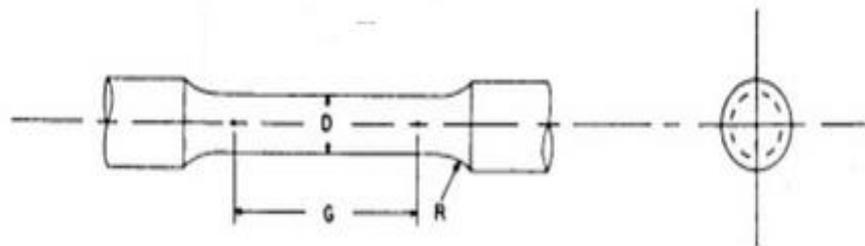
Adapun bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

3.3.1 Pembuatan Spesimen Bahan Aluminium Statis Dan Dinamik

Alumunium berfungsi sebagai benda yang akan diuji untuk mengetahui kekuatan uji tarik statis,dan uji dinamik

a. Bentuk Dan Ukuran Spesimen Uji Tarik Statis

Alumunium berfungsi sebagai benda yang akan diuji untuk mengetahui kekuatan uji tarik statis, Spesimen yang akan diuji, menggunakan alumunium, bentuk dan ukuran spesimen pengujian tarik menggunakan standar A 8M, dapat dilihat pada gambar 3.2



Gambar 3.2 Dimensi Spesimen Aluminium

Tabel 3.2 Dimensi Spesimen

| No | Spesimen | Dimensi | | |
|----|----------|----------------|--------------------|--------------|
| | | Diameter (D) | Panjang Ukur (G) | Radius (R) |
| 1 | 1 | 6,0 ± 0,1 mm | 30 ± 0,1 mm | 6 mm |

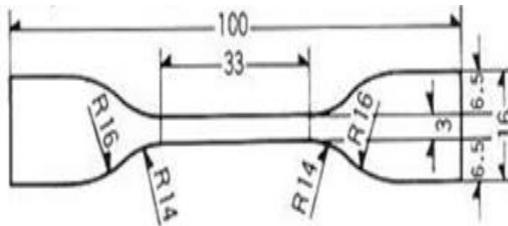
Pembentukan atau pembuatan spesimen uji statis bahan aluminium dilihat pada gambar 3.3



Gambar 3.3 Spesimen Uji Statis Bahan Aluminium

b. Bentuk Dan Ukuran Spesimen Dinamik

Aluminium berfungsi sebagai benda yang akan diuji untuk mengetahui kekuatan uji tarik dinamik, Spesimen yang akan diuji, menggunakan aluminium, bentuk dan ukuran spesimen pengujian tarik menggunakan standar ASTM D 638 tipe IV, dapat dilihat pada gambar 3.4



Gambar 3.4 Spesimen Dan Dimensi Aluminium

Pembentukan atau pembuatan spesimen uji statis bahan aluminium dilihat pada gambar 3.5



Gambar 3.5 Spesimen Uji Dinamik Bahan Aluminium

3.3.2 Alat Uji Tarik Statis

Merupakan alat uji yang akan digunakan untuk mengetahui tegangan dan regangan statis. Fungsinya ialah untuk mengetahui tegangan dan regangan dengan menggunakan spesimen aluminium, dapat dilihat pada gambar 3.5



Gambar 3.6 Alat uji tarik statis

3.3.3 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 aluminium, dapat dilihat pada gambar 3.6



Gambar 3.7 Alat Uji Impak Batang Hopkinson Bar

a. Strain Gages

Strain Gages sebagai alat pengukur tegangan regangan yang terjadi, pada spesimen setelah pengujian, strain gages ini memiliki nilai resistansi $120,2 \pm 0,2$ ohm, dapat dilihat pada gambar 3.8



Gambar 3.8 Sensor Strain Gages

b. Bridge Box

Bridge box terdiri dari papan sirkuit cetak, 3 resistor dengan nilai hambatan 120 ohm(Ω), variabel resistor (resistor tidak tetap) nilai max 500 ohm (Ω), konektor BNC, Sambungan kabel mur, Baterai 3 volt, dapat dilihat pada gambar 3.9



Gambar 3.9 *Bridge box*

c. Oscilloscope digital

Picoscope merupakan alat *oscilloscope* yang dipergunakan 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, dapat dilihat pada gambar 3.10



Gambar 3.10 Picoscope

d. Laptop

Laptop Acer digunakan pada saat proses pengujian dan dihubungkan dengan picoscope yang akan menampilkan hasil grafik regangan, pada saat spesimen uji diberikan beban impact, dapat dilihat pada gambar 3.11



Gambar 3.11 Laptop

3.4 Prosedur Penelitian Dinamik

Prosedur pengujian dengan menggunakan, jarak jatuh striker bar yang bervariasi, dengan menggunakan alat uji impact 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 500 mm diukur dari ujung pencekam spesimen, strain gages yang digunakan berjumlah 4, berada pada sisi depan dan belakang, dapat dilihat pada gambar 3.12



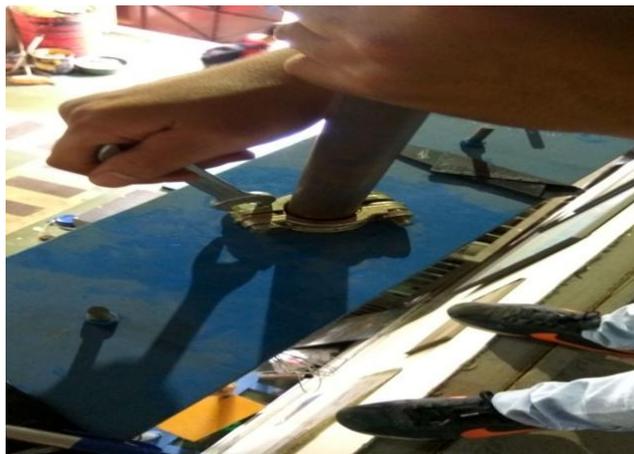
Gambar 3.12 Pemasangan Strain Gages

3. Pemasangan besi baja karbon, dapat dilihat pada gambar 3.13



Gambar 3.13 Pemasangan Besi Baja Karbon

4. Pemasangan kelm besi, dapat dilahat pada gambar 3.14



Gambar 3.14 Pemasangan Kelm Besi

5. Memasang kabel strain gages pada besi baja karbon menggunakan lem lakban, dapat dilihat pada gambar 3.15



Gambar 3.15 Pemasangan Kabel Strain Gages

6. Menghubungkan kabel strain gages pada input bridge box, dapat dilihat pada gambar 3.16



Gambar 3.16 Pemasangan Bridge Box

7. Menghubungkan kabel *bridge box* pada *input oscilloscope*, dapat dilihat pada gambar 3.17



Gambar 3.17 Pemasangan *Oscilloscope*

8. Menghubungkan output oscilloscope pada PC (laptop) menggunakan kabel usb/.... , dapat dilihat pada gambar 3.18



Gambar 3.18 Pemasangan *Output Oscilloscope* Pada PC (laptop)

9. Meratakan plat dukungan bawah dengan menggunakan water pass, dapat dilihat pada gambar 3.19



Gambar 3.19 Meratakan Plat Dudukan

10. Pemasangan Striker, striker bar yang digunakan seberat 2,5 kg. Dapat dilihat pada gambar 3.20



Gambar 3.20 Pemasangan Striker Bar

11. Memasang spesimen alumunium pada pencekam besi baja karbon, dapat dilihat pada gambar 3.21



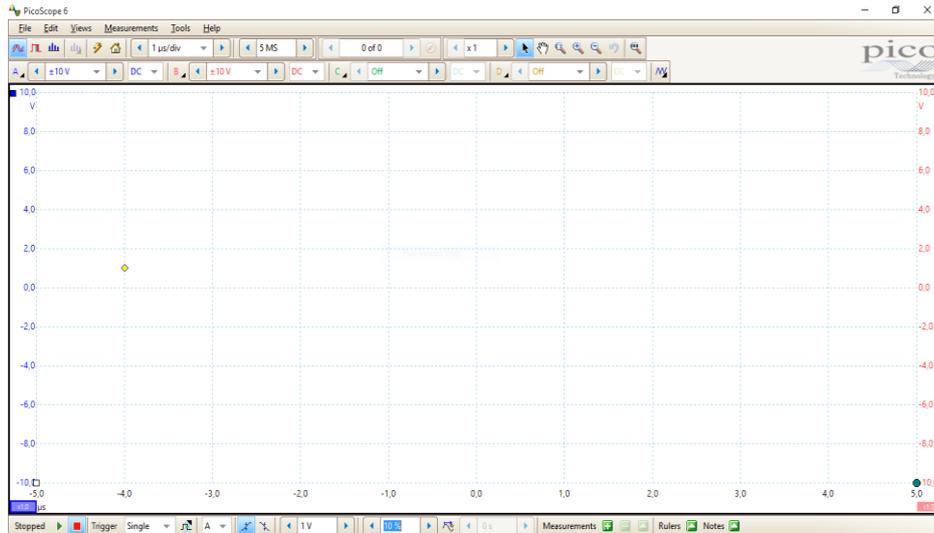
Gambar 3.21 Pemasangan Spesimen

12. Klik dua kali pada ikon desktop picoscope untuk membukak program gambar 3.22



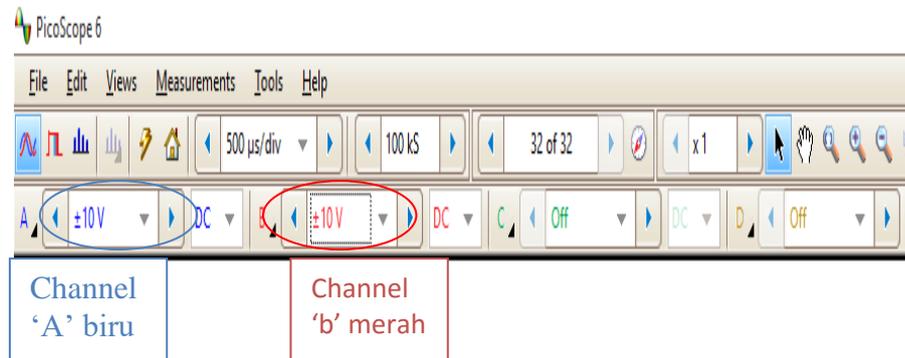
Gambar 3.22 Penyetelan Picoscope

13. Penyetelan *software picoscope* pada laptop yang akan menghasilkan grafik regangan dapat dilihat pada gambar 3.23



Gambar 3.23 Penyetelan Software Picoscope

14. Mengatur daya batrai $\pm 10V$ arus DC pada channel A(biru) dan mengatur daya batrai $\pm 10V$ arus DC pada channel B(merah) dapat dilihat pada gambar 3.24



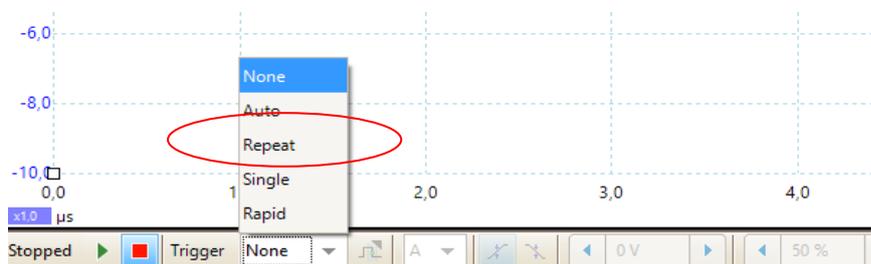
Gambar 3.24 Penyetelan Daya Batrai

15. Atur jarak waktu menjadi $1\mu s/div$ sebagai titik awal dapat dilihat pada gambar 3.25



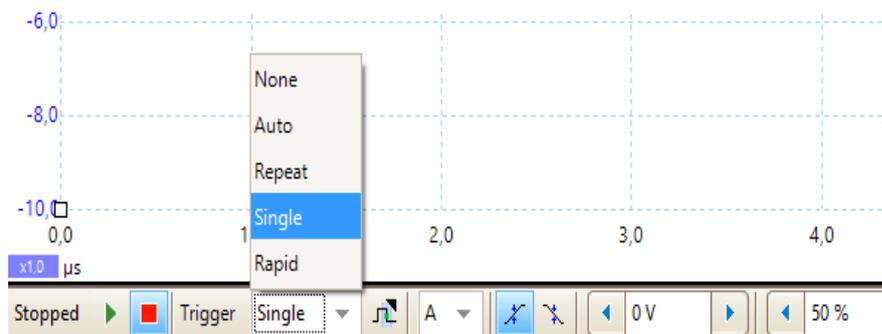
Gambar 3.25 Penyetelan Jarak Waktu

16. None akan digunakan untuk pengkondisian sinyal pada waktu belum ditentukan dapat dilihat pada gambar 3.26



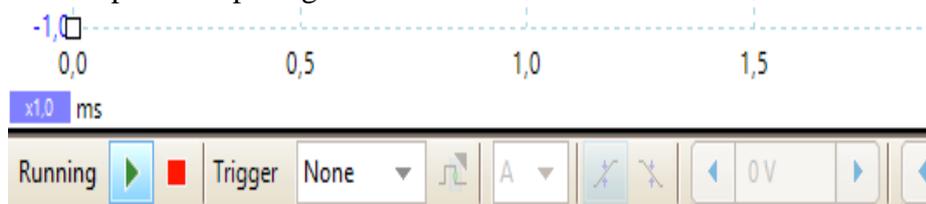
Gambar 3.26 Penyetelan None

17. Single mendapat hasil gelombang channel A dan channel B saat traiker dijatuhkan dapat dilihat pada gambar 3.27



Gambar 3.27 Penyetelan Single

18. Running Untuk memulai merekam gelombang channel A dan channel B dapat dilihat pada gambar 3.28



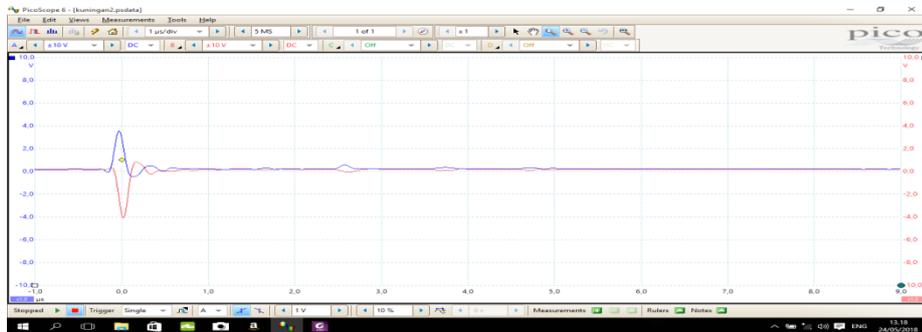
Gambar 3.28 Penyetelan Running

19. Proses pengujian spesimen dengan jarak jatuh strikeri dengan ketinggian 3765 mm, dapat dilihat pada gambar 3.29



Gambar 3.29 Proses Pengujian Spesimen

20. Penyimpanan data grafik setelah selesai pengujian, dapat dilihat pada gambar 3.30



Gambar 3.30 Penyimpanan Hasil Data

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

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Spesimen Statis

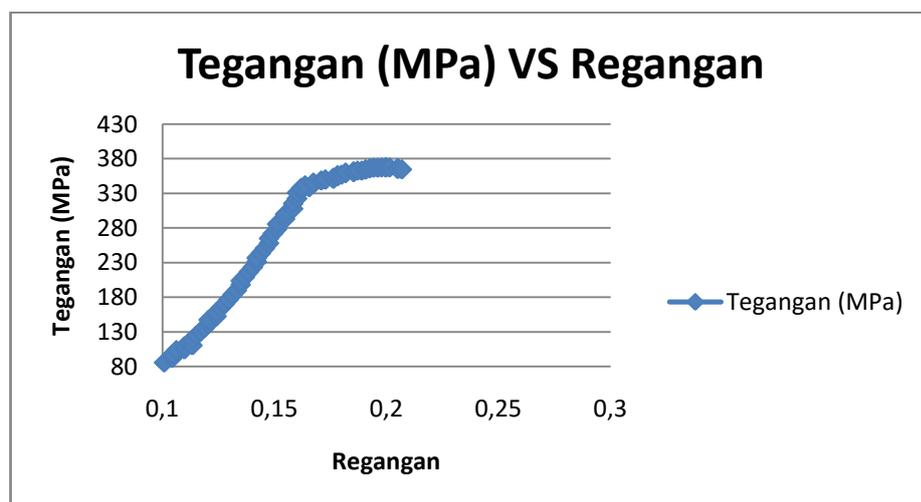
Berikut adalah hasil pengujian statis dengan menggunakan 1 spesimen yang berbahan aluminium, dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut:



Gambar 4.1 Spesimen Uji Statis Berbahan Aluminium

4.1.1 Hasil Grafik Tegangan Regangan Statis

Berikut adalah hasil grafik tegangan dan regangan setelah pengujian statis (uji tarik) pada bahan aluminium, dengan gaya (maximum force) yang dihasilkan 1060,54 kgf. Grafik tegangan vs regangan dapat dilihat pada gambar 4.2



Gambar 4.2 Grafik tegangan (MPa) vs Regangan

Hasil data yang diketahui:

$$L_0 = \text{Panjan ukur awal} = 30 \text{ mm}$$

$$L_1 = \text{Panjang ukur sesudah pengujian} = 36,6 \text{ mm}$$

$$r = \text{Jari jari} = 3 \text{ mm}$$

$$F = \text{gaya (maximum force)} = 1060,54 \text{ kgf} \times 9,8 \text{ N} = 10.393,29 \text{ N}$$

Hasil data spesimen uji statis berbahan aluminium, maka didapatkan hasil berikut ini:

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

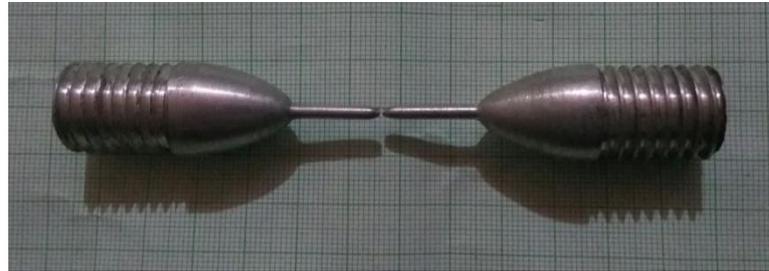
$$\begin{aligned} \text{Tegangan} \quad \sigma &= \frac{F}{A} \\ &= \frac{10.393,29 \text{ N}}{28,26 \text{ mm}^2} \\ &= 367,77 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Regangan} \quad \varepsilon &= \frac{L_1 - L_0}{L_0} = \frac{\Delta L}{L_0} \\ &= \frac{36,6 - 30}{30} = \frac{6,6}{30} \\ &= 0,22 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Modulus elastis} \quad E &= \frac{\sigma}{\varepsilon} \\ &= \frac{367,77 \text{ MPa}}{0,22} \\ &= 1671,7 \text{ MPa} \end{aligned}$$

4.2 Hasil Pengujian Spesimen Dinamik

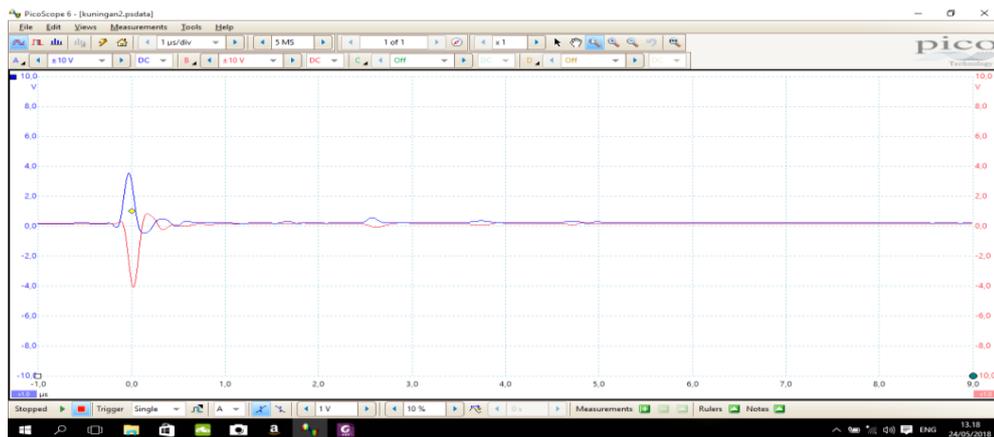
Berikut adalah hasil pengujian dinamik dengan menggunakan 1 spesimen yang berbahan aluminium, dapat dilihat pada gambar 4.3



Gambar 4.3 Hasil Pengujian Dinamik Berbahan Aluminium

4.2.1 Grafik Volt vs Waktu

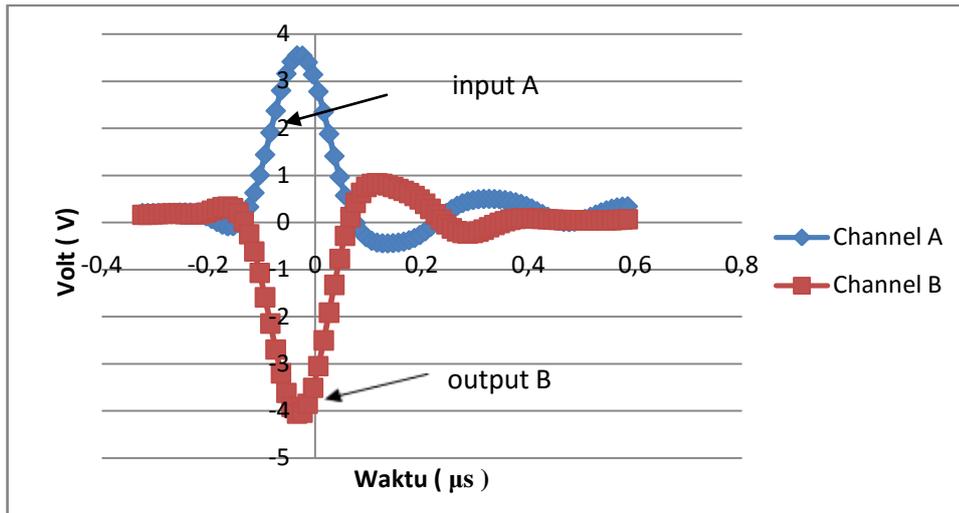
Berikut adalah hasil grafik pengujian menggunakan 1 spesimen berbahan aluminium, dapat dilihat pada gambar 4.4



Gambar 4.4 Hasil Grafik Pengujian

4.2.2 Grafik Volt vs Waktu Yang Dipindahkan Ke Microsoft Excel

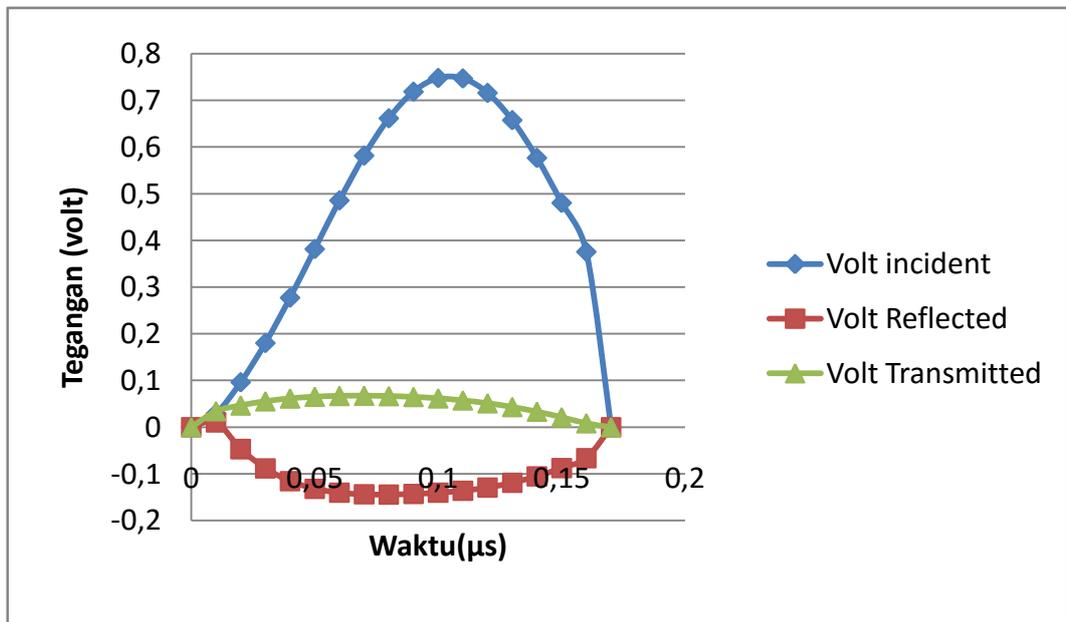
Berikut adalah hasil grafik pengujian yang dipindahkan ke Microsoft office excel, channel A menunjukkan input yang dapat dilihat pada garis gelombang warna biru, channel B menunjukkan output yang dapat dilihat pada garis gelombang warna merah, dapat dilihat pada gambar 4.5 :



Gambar 4.5 Grafik Volt Dan Waktu Dipindahkan Ke Microsoft Excel

4.2.3 Grafik hasil pengujian dinamik incident, reflected, transmitted

Berikut adalah hasil gabungan graik gelombang incident, gelombang reflected, gelombang transmitted dilihat pada gambar 4.6



Gambar 4.6 Hasil Data Grafik Incident, Reflected, Transmitted

Untuk mengubah voltase menjadi regangan diterapkan perhitungan dan rumus dibawah ini:

$$\begin{aligned}
 \text{Gelombang Incident (i)} \quad \varepsilon_o &= \frac{4 \cdot e_o}{E \cdot K_s} \\
 &= \frac{4 \cdot 0,76}{8,6 \cdot 2,08} \\
 &= 0,27
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Gelombang Reflected (r)} \quad \varepsilon_o &= \frac{4 \cdot e_o}{E \cdot K_s} \\
 &= \frac{4 \cdot (-0,09)}{8,6 \cdot 2,08} \\
 &= -0,02
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Gelombang Transmitted (t)} \quad \varepsilon_o &= \frac{4 \cdot e_o}{E \cdot K_s} \\
 &= \frac{4 \cdot 0,03}{8,6 \cdot 2,08} \\
 &= 0,008
 \end{aligned}$$

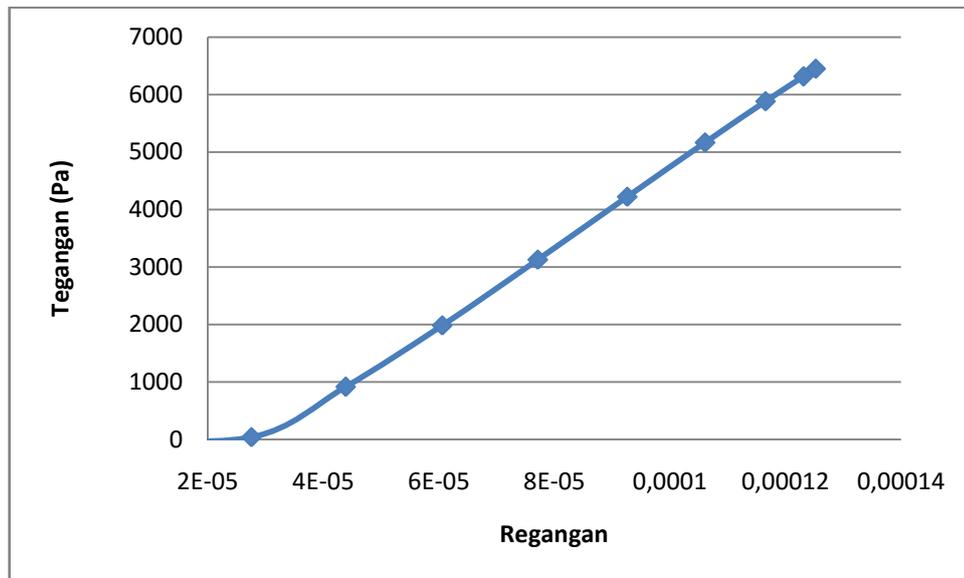
Berikut data perhitungan dan grafik yang diketahui setelah pengujian dinamik:

$$\begin{aligned}
 \text{Luas penampang} \quad A &= \pi \cdot r^2 \\
 &= 3,14 \cdot 1,5^2 \\
 &= 7,065
 \end{aligned}$$

$$\text{Modulus elastis} \quad E = 200 \text{Gpa}$$

4.2.4 Grafik hasil pengujian dinamik tegangan vs regangan

Berikut adalah pengujian 1 spesimen berbahan aluminium, dengan hasil grafik regangan vs waktu, dengan nilai maksimum tegangan 6448,49 (Pa) dan regangan maksimum 0,00012 (mm/mm) dapat dilihat pada gambar 4.7



Gambar 4.7 Hasil data grafik tegangan dan regangan

Berdasarkan hasil diagram diatas didapatkan hasil perhitungan tegangan vs regangan:

$$\begin{aligned}
 \text{Tegangan dinamik} \quad \sigma_s(t) &= \frac{EA_2}{2A_s} [\varepsilon_I + \varepsilon_R - \varepsilon_T] \\
 &= \frac{200 \cdot 7,065}{2 \cdot 7,065} [0,64] \\
 &= 6448,49 Pa
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil diagram diatas didapatkan hasil perhitungan regangan vs tegangan:

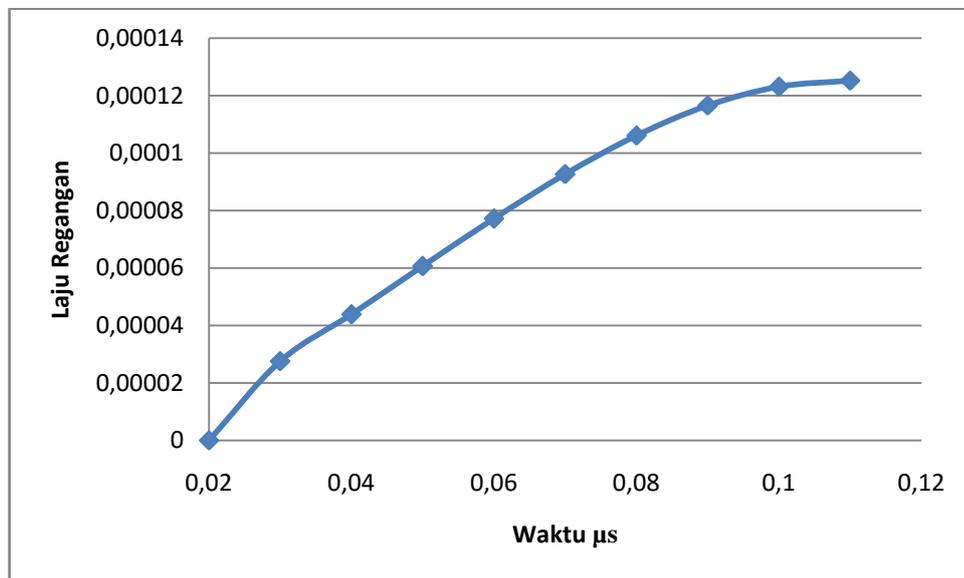
$$\text{Regangan dinamik} \quad \varepsilon_s(t) = \frac{C_o}{l_o} \int_0^t [\varepsilon_I - \varepsilon_R + \varepsilon_T]$$

$$= \frac{5960}{33 \cdot 10^{-3}} [0,82]$$

$$= 0,00012$$

4.2.5 Grafik Hasil Pengujian Dinamik Laju Regangan vs Waktu

Berikut adalah pengujian 1 spesimen berbahan aluminium, dengan hasil grafik laju regangan vs waktu, dengan nilai maksimum 0,0001252 dan waktu maksimum 0,11(μ s) dapat dilihat pada gambar 4.8



Gambar 4.8 Laju Regangan vs Waktu

Laju regangan dinamik

$$\dot{\varepsilon}(t) = \frac{C_o}{l_o} [\varepsilon_I + \varepsilon_R + \varepsilon_T]$$

$$= \frac{5960}{33 \cdot 10^{-3}} [0,63]$$

$$= 0,0001252$$

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Pada pembuatan alat manufaktur mesin uji *impact* vertikal ini didapat beberapa kesimpulan yaitu :

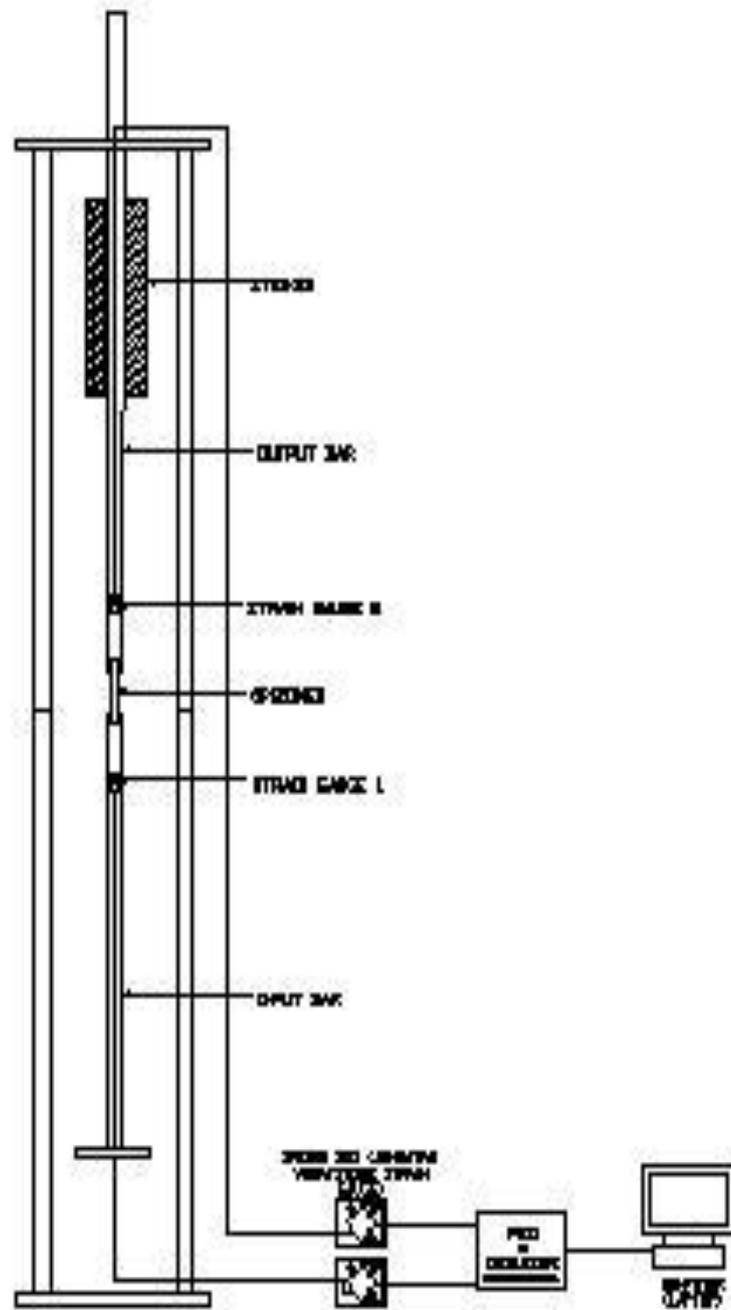
1. Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan bahwa hasil uji tarik statis tegangan maksimum 367,12 (MPa) dan regangan maksimum 0,20 Begitu jugak dengan hasil dinamik laju regangan maksimum 0,0001252
2. Semakin jauh traiker atau beban di jatuhkan semakin besar grafik yang akan di dapat.
3. Pada hasil pengujian maka didapat hasil nilai maksimum tegangan dan regangan.

5.2 Saran

1. Pada pengujian mesin uji *impact* vertikal penulis menyadari mesin belum sempurna terutama pada pencekam klem besi yang digunakan.
2. Pada saat melakukan pengujian dan penggunaan alat penulis menyarankan agar dari segi keamanan dan prosedur penggunaan alat haruslah sangat diperhatikan, agar tidak terjadinya kejadian yang tidak diinginkan.
3. Pemasangan sensor khususnya sensor *strain gage* haruslah dilakukan sangat hati-hati dan dijaga dengan baik karna sifatnya yang sensitif.

DAFTAR PUSTAKA

- Emira Eldina Ihsan, Gusdikal Candra, Nandi Firdaus, Setri Delvita Sari, Ananda Putra. Jurnal Aluminium – Slideshare
[https://www.slideshare.net > nandifirdaus](https://www.slideshare.net/nandifirdaus)
- Masanobu Murata, Yoshinori Yoshida, Takeshi Nishiwaki (2017) Identification of ductile fracture parameter with stress correction method using notched round-bar tensile test. Daido University, Nagayo, Aichi 457-8530, Japan
- Nikhil A. Singh, Santosh R. Wankhade. (2015). "Strain Rate Analysis Of Aluminum Specimen Using Split Hopkinson Pressure Bar ". International Journal of Management and Applied Science (IJMAS), pp. 67-72, Volume-3, Issue-22
- Novri Adrian. (2011). "Hopkinson bar"
<http://digilib.itb.ac.id/gdl.php?mod=browse&op=read&id=jbptibpp-gdl-novriadria18817/>20> nop 2017.
- S, Sharma, V.M. Chavan, Tasneem, Nazia (2000) Study Of Wave Shaping Techniques Of Split Hopkinson Pressure Bar Using Finite Element Analysis. Department Of Mechanical Engineering, Osmani University. Hal 1-77.
- 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
- Setiaji, R. (2012). "Penguujian Tarik"
<http://www.scribd.com/doc/21704287/pengujiantarik/>01mei2016>
- Teddy, Suryosambodho. (2013). "beban dinamik" https://digilib.itb.ac.id/tiki/view_forum_thread.php?comments_parentId=2410&display=print/
- 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.
- Welsh, L. M. (1985). Harding, J. Effect of strain rate on the tensile failure of woven reinforced polyester resin composites. *Jurnal de physique colloques*, v. 4466, n. 6, p. 405-414
- Yuliana Margareta. (2012) Perbedaan antara beban dinamik dan beban statik.
<http://yulianamargareta.wordpress.com/2012/01/25/perbedaan-antara-beban-dinamik-dan-beban-statik/amp/>
<http://aluminiumspesialis.wordpress.com>
(www.kyowa-ci.co.jp, diakses tanggal 20 februari 2018).



XXXXX VERTICAL BAR INSTRUMENTATION

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : M.GIPARI
NPM : 1307230108
Tempat/ Tanggal Lahir : Medan, 30 April 1995
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
Alamat : Jl. Prajurit No 11
 Kel/Desa : Durian
 Kecamatan : Medan Timur
 Provinsi : Sumatera Utara
Nomor HP/ WA : 087777705869
E-Mail : muhammadgipari30@gmail.com
Nama Orang Tua
 Ayah : Syam Masdian
 Ibu : Susi Lawati

PENDIDIKAN FORMAL

2001-2007 : SD N Pendidikan
2007-2010 : SMP Swasta Adhyaksa
2010-2013 : SMA N 7 Medan
2013-2018 : Mengikuti Pendidikan S1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas
Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara