

TUGAS AKHIR

ANALISA FAKTOR DINAMIKA PADA KEKUATAN TEKAN BAHAN KERAMIK 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:

AZHAR WADITYASMORO
1407230199



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

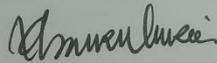
Nama : Azhar Wadityasmoro
NPM : 1407230199
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Analisa Faktor Dinamika Pada Kekuatan Tekan Bahan
Keramik Dengan Menggunakan Mesin Uji Impak Batang
Hopkinson
Bidang ilmu : Konstruksi Manufaktur

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



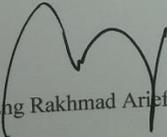
Khairul Umurani, S.T.,M.T

Dosen Penguji II



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

Dosen Penguji III



Dr. Eng Rakhmad Arief Siregar

Dosen Penguji IV



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

Program Studi Teknik Mesin
Ketua,



Affandi, S.T., M.T

:

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Azhar Wadityasmoro
Tempat /Tanggal Lahir : Medan /03 Desember 1996
NPM : 1407230199
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

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

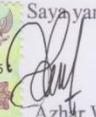
“Analisa Faktor Dinamika Pada Kekuatan Tekan Bahan Keramik Dengan Menggunakan Mesin Uji Impak Batang Hopkinson”,

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 orisinil 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 Sipil/Mesin/Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 20-03 - 2019

Saya yang menyatakan,

Azhar Wadityasmoro



ABSTRAK

Keramik merupakan campuran padat yang dibentuk dari aplikasi panas dan tekanan, berisikan sedikitnya sebuah logam dan non logam atau kombinasi sekurang-kurangnya dua unsur non logam. Pengembangan material keramik pada saat ini mulai banyak diarahkan pada pembuatan keramik lantai, salah satunya adalah fly ash sebagai matrix dipadukan dengan unsur lain untuk mendapatkan sifat yang lebih baik. Tujuan dari penelitian ini adalah bagaimana cara untuk menguji specimen keramik, dengan menggunakan Hopkinson horizontal. Hopkinson merupakan suatu alat yang diciptakan untuk menentukan sifat mekanik bahan yang berbeda pada tingkat regangan tinggi. Batang Hopkinson biasanya terdiri dari bilah masukan, specimen uji dan bilah keluaran. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan Tegangan pada specimen keramik. Pengujian ini melakukan perbandingan antara pengujian statis dan pengujian dinamik. Pengujian statis dilakukan pada bahan specimen keramik dengan ukuran specimen yang sudah ditetapkan yang berbentuk balok dan didapat tegangan 41,713 Mpa. Sedangkan pengujian pada dinamik juga menggunakan specimen berbahan keramik dengan ukuran specimen yang sama dengan statis dengan variasi tekanan angin yang berbeda dan didapatkan tegangan pada tekanan 5 bar sebesar 164,14 Mpa, tekanan 6 bar sebesar 267,63 Mpa, dan tekanan 7 bar sebesar 401,44 Mpa. Maka disimpulkan bahwa pengujian dinamik tegangannya yang lebih tinggi di karenakan pembebanan pada dinamik dengan secara cepat

Kata kunci : Hopkinsom Horizontal, keramik, dinamik, statis

ABSTRACT

Ceramics are solid mixtures that are formed from the application of heat and pressure, containing at least one metal and non-metal or a combination of at least two nonmetallic elements. The development of ceramic materials at this time began to be directed towards the manufacture of ceramic floors, one of which is fly ash as a matrix combined with other elements to get better properties. The purpose of this study is how to test ceramic specimens, using horizontal Hopkinson. Hopkinson is a tool created to determine the mechanical properties of different materials at high strain levels. The Hopkinson stem usually consists of input blades, test specimens and output blades. This test was carried out to determine the strength of the stress on ceramic specimens. This test makes a comparison between static testing and dynamic testing. Static testing was carried out on ceramic specimens with the size of specimens that had been set in the form of beams and obtained a voltage of 41.713 MPa. Whereas the dynamic test also uses ceramic specimens with the same size as the static specimens with different variations in wind pressure and the voltage at 5 bar is 164.14 Mpa, 6 bar pressure is 267.63 Mpa, and 7 bar is 401 , 44 MPa. So it was concluded that the higher dynamic test of the voltage was due to rapid loading on the dynamic

Keywords: Hopkinsom Horizontal, ceramic, dynamic, static

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 Tekan Bahan keramik 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 Pimbimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Khairul Umurani, ST., MT, selaku Dosen Pembanding 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 Pembanding 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, Rizky, 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, 16 Maret 2019



Azhar Wadityasmoro

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian	2
1.5. Manfaat Penelitian	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1. Keramik	3
2.1.1. Klasifikasi Keramik	3
2.1.2. Sifat-Sifat Keramik	5
2.1.3. Karakteristik Keramik	7
2.1.4. Kelebihan Keramik	7
2.1.5. Kekurangan Keramik	8
2.2. Mesin Split Hopkinson Pressure Bar	8
2.2.1. Prinsip Dasar Hopkinson	9
2.3. Uji Tekan	10
2.4. Tegangan-Regangan	10
2.4.1. Tegangan(stress)	11
2.4.2. Regangan(Strain)	11
2.4.3. Laju Regangan (Strain-rate)	12
2.5. Dinamik	12
2.6. Statis	13
2.7. Faktor Dinamik	13
BAB 3 METODOLOGI	14
3.1. Tempat dan Waktu	14
3.1.1. Tempat	14
3.1.2. Waktu	14
3.2. Diagram Alir Penelitian	15
3.3. Stasis	16
3.3.1. Keramik Sebagai Spesimen Statis	16

3.4	Dinamik	16
3.4.1	Dimensi uji dinamik	16
3.5	Bahan dan Alat	17
3.6	Alat Uji Impak Hopkinson Horizontal	19
3.7	Prosedur Penelitian	20
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1	Hasil Pengujian Statis	27
4.1.1	Spesimen Sebelum Pengujian Statis	27
4.1.2	Spesimen Sesudah Pengujian Statis	28
4.1.3	Grafik Tegangan Regangan Statis	28
4.1.4	Hasil Perhitungan Statis	28
4.1.5	Grafik Tegangan vs Regangan	28
4.2	Hasil Pengujian Dinamik	29
4.2.1	Spesimen sebelum pengujian Dinamik	29
4.2.2	Bentuk spesimen sesudah melakukan pengujian tekan dinamik	30
4.2.3	Grafik Voltase vs Waktu	32
4.3	Hasil Faktor Dinamik	36
4.4	Grafik Perbandingan Tegangan Statis dan Dinamik	37
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	38
5.1.	Kesimpulan	38
5.2.	Saran	38
	DAFTAR PUSTAKA	39
	LAMPIRAN	
	LEMBAR ASISTENSI	
	DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistematis perpecahan hopkinson	9
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	15
Gambar 3.2 Dimensi specimen statis	16
Gambar 3.3 Bahan uji keramik	17
Gambar 3.4 Sensor strain gauge	17
Gambar 3.5 Bridge box	18
Gambar 3.6 <i>Picoscope</i>	18
Gambar 3.7 Dudukan spesimen	19
Gambar 3.8 Laptop	19
Gambar 3.9 Alat uji impak batang hopkinson Horizontal	20
Gambar 3.10 Pemasangan strain gages	20
Gambar 3.11 Memasang kompressor dan selang penghubung ke alat uji	21
Gambar 3.12 Mengukur tahanan strain gages	21
Gambar 3.13 Pemasangan besi baja karbon	21
Gambar 3.14 Pemasangan bridge box	22
Gambar 3.15 Pemasangan <i>Oscilloscope</i>	22
Gambar 3.16 Pemasangan <i>Output Oscilloscope</i> Pada PC (laptop)	22
Gambar 3.17 Meletakkan Spesimen	23
Gambar 3.18 Penyetelan <i>picoscope</i>	23
Gambar 3.19 Penyetelan Software <i>picoscope</i>	24
Gambar 3.20 Penyetelan daya batrai	24
Gambar 3.21 Penyetelan jarak waktu	25
Gambar 3.22 Penyetelan none	25
Gambar 3.23 Penyetelan single	25
Gambar 3.24 Penyetelan running	26
Gambar 3.25 Menekan tombol swich	26
Gambar 3.26 Penyimpanan Hasil Data	26
Gambar 4.1 spesimen sebelum di uji statis	28
Gambar 4.2 spesimen sesudah pengujian statis	28
Gambar 4.3 Grafik Tegangan (Mpa) vs Regangan (mm/mm)	29
Gambar 4.4 Bentuk spesimen sebelum di uji dinamik	30
Gambar 4.5 Spesimen 1 setelah di uji Dinamik	31
Gambar 4.6 Spesimen 2 setelah di uji Dinamik	31
Gambar 4.7 Spesimen 3 setelah di uji Dinamik	31
Gambar 4.8 Grafik Voltase vs Waktu specimen 1	32
Gambar 4.9 Grafik tegangan vs waktu specimen 1	32
Gambar 4.10 Grafik Voltase vs Waktu specimen 2	33
Gambar 4.11 Grafik tegangan vs waktu specimen 2	33
Gambar 4.12 Grafik Voltase vs Waktu specimen 3	34
Gambar 4.13 Grafik tegangan vs waktu specimen 3	35
Gambar 4.14 Grafik hasil factor dinamik pada pengujian dinamik	36
Gambar 4.15 Grafikr perbandingan tegangan statis dan dinamik	37

DAFTAR NOTASI

A	= Luas Penampang (mm^2)
Π	= Dimana bilangan konstantanya 3,14
σ	= Tegangan (MPa)
F	= Gaya (Kgf)
ε	= Regangan (mm/mm)
L_0	= Panjang awal mula-mula(mm)
E	= modulus elastisitas (MPa)
t	= Waktu (μs)
ε_T	= Gelombang kembali ($\mu\text{s/v}$)
ε_R	= Gelombang diteruskan ($\mu\text{s/v}$)
ε_I	= Gelombang saat impact ($\mu\text{s/v}$)
A	= Luas penampang (mm^2)
A_S	= Luas penampang specimen (mm^2)
K_S	= Gage factor pada strain gauge
E	= Baterai (v)
ΔL	= Pertambahan panjang (mm)
ε_0	= Regangan (mm/mm)
P	= Panjang (mm)
L	= Lebar (mm)
e_0	= Output voltage baterai (v)
σ_{dyn}	= Tegangan dinamik (MPa)
σ_{sta}	= Tegangan statis (MPa)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keramik merupakan campuran padat yang dibentuk dari aplikasi panas dan tekanan, berisikan sedikitnya sebuah logam dan non logam atau kombinasi sekurang-kurangnya dua unsur non logam. Pengembangan material keramik pada saat ini mulai banyak diarahkan pada pembuatan keramik lantai, salah satunya adalah fly ash sebagai matrix dipadukan dengan unsur lain untuk mendapatkan sifat yang lebih baik.

Secara umum keramik dapat diklasifikasikan menurut tipe atau fungsi dengan berbagai cara. Dalam bidang industri, keramik dikelompokkan sebagai gerabah, produk lempung keras (bata, pipa keramik, dan sebagainya), bahan tahan-api (bata tahan api, silica, alumina, basa, netral), semen dan beton, gelas dan enamel vitrous, dan keramik rekayasa (teknik halus).

Bahan keramik mempunyai karakteristik yaitu merupakan senyawa antara logam dan bukan logam. Senyawa ini mempunyai ikatan ionik dan ikatan kovalen. Jadi, sifat-sifatnya berbeda dengan logam. Biasanya merupakan isolator, tembus cahaya (bening), tidak dapat diubah bentuknya dan sangat stabil dalam lingkungan yang sangat berat. Perbandingan fasa keramik dan bukan keramik. Kebanyakan fasa keramik mempunyai struktur kristalin. Ikatan ionik menyebabkan bahan keramik mempunyai stabilitas yang relatif tinggi. Sebagai kelompok bahan, keramik mempunyai titik cair yang tinggi dibandingkan dengan logam atau bahan organik. Biasanya lebih keras dan tahan terhadap perubahan-perubahan kimia. Keramik padat biasanya merupakan isolator sebagaimana pula halnya dengan bahan organik. Pada suhu tinggi dengan energi termal yang lebih tinggi, keramik dapat menghantar listrik meskipun daya hantarnya lebih rendah dibandingkan dengan logam. Karena tidak memiliki elektron bebas, mostly translucent ceramic material (if thin) and is a poor conductor of heat.

Dari penjabaran di atas, maka penelitian yang akan dilakukan yaitu mengenai “ANALISA FAKTOR DINAMIKA PADA KEKUATAN TEKAN BAHAN KERAMIK DENGAN MENGGUNAKAN MESIN UJI IMPAK BATANG HOPKINSON”.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana analisa faktor dinamik pada kekuatan tekan bahan Keramik dengan menggunakan mesin uji impak batang Hopkinson Horizontal

1.3 Ruang lingkup

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

1. Membahas mengenai uji tekan dinamik dan uji tekan statis bahan Keramik dengan mesin Uji impak batang Hopkinson Horizontal.
2. Bahan uji yang di gunakan hanya menggunakan keramik.
3. Pengujian di lakukan di laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan tekan dinamika pada bahan keramik dengan menggunakan mesin Uji Horizontal Split Hopkinson Bar adalah :

1. Untuk mengetahui kekuatan tekan dinamik pada bahan keramik dengan variasi tekanan angini yang berbeda.
2. Untuk membandingkan hasil uji tekan dinamik dan statis pada uji tekan bahan keramik. Untuk mengetahui factor dinamika.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari pembuatan alat ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat mengetahui kekuatan uji tekan material keramik dengan variasi tekanan angina yang berbeda.
2. Menambah pengetahuan mahasiswa sebagai referensi untuk membuat tugas sarjana yang berhubungan dengan kekuatan uji tekan bahan keramik.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

LAMPIRAN

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Keramik

Keramik merupakan campuran padat yang dibentuk dari aplikasi panas dan tekan, yang berisikan sedikitnya sebuah logam dan non logam atau kombinasi kurang lebih dua unsur non logam. Pengembangan material keramik pada saat ini mulai banyak diarahkan pada pembuatan keramik lantai, salah satunya adalah fly ash sebagai matrix dipadukan dengan unsur lain untuk mendapatkan sifat yang lebih baik.

Umumnya senyawa keramik lebih stabil dalam lingkungan termal dan kimia dibandingkan elemennya. Bahan baku keramik yang umum dipakai adalah felspar, ball clay, kwarsa, kaolin, dan air. Sifat keramik sangat ditentukan oleh struktur kristal, komposisi kimia dan mineral bawaannya. Oleh karena itu sifat keramik juga tergantung pada lingkungan geologi di mana bahan diperoleh. Secara umum strukturnya sangat rumit dengan sedikit elektron-elektron bebas.

Kurangnya beberapa elektron bebas keramik membuat sebagian besar bahan keramik secara kelistrikan bukan merupakan konduktor dan juga menjadi konduktor panas yang jelek. Di samping itu keramik mempunyai sifat rapuh, keras, dan kaku. Keramik secara umum mempunyai kekuatan tekan lebih baik dibanding kekuatan tariknya.

2.1.1 Klasifikasi keramik

Secara umum keramik dapat diklasifikasikan menurut tipe ataupun fungsi dengan berbagai cara. Dalam bidang industri, keramik dikelompokkan sebagai gerabah, produk lempung keras (pipa, bata keramik, dan sebagainya), bahan tahan-api (bata tahan api, alumina, silica, basa, netral), semen dan beton, gelas dan enamel vitrous, dan keramik rekayasa (teknik halus).

1. Fasa Keramik

Bahan keramik mempunyai karakteristik yaitu merupakan senyawa antara logam dan bukan logam. Senyawa ini mempunyai ikatan ionik dan ikatan kovalen. Jadi, sifat-sifatnya berbeda dengan logam. Biasanya

merupakan isolator, tembus cahaya (bening), tidak dapat diubah bentuknya dan sangat stabil dalam lingkungan yang sangat berat. Perbandingan fasa keramik dan bukan keramik. Kebanyakan fasa keramik mempunyai struktur kristalin. Ikatan ionik menyebabkan bahan keramik mempunyai stabilitas yang relatif tinggi. Sebagai kelompok bahan, keramik mempunyai titik cair yang tinggi dibandingkan dengan logam atau bahan organik. Biasanya lebih keras dan tahan terhadap perubahan-perubahan kimia. Keramik padat biasanya merupakan isolator sebagaimana pula halnya dengan bahan organik. Pada suhu tinggi dengan energi termal yang lebih tinggi, keramik dapat menghantar listrik meskipun daya hantarnya lebih rendah dibandingkan dengan logam. Karena tidak memiliki elektron bebas, kebanyakan bahan keramik tembus cahaya (bila tipis) dan merupakan penghantar panas yang buruk. (Nurzal, 2012)

Pada prinsipnya keramik terbagi atas:

a. Keramik Tradisional

Keramik tradisional yaitu keramik yang dibuat dengan menggunakan bahan alam, seperti kuarsa, kaolin, dll. Yang termasuk keramik ini adalah: barang pecah belah (dinnerware), keperluan rumah tangga (tile, bricks), dan untuk industri (refractory).

b. Keramik Halus

Fine ceramics (keramik modern atau biasa disebut keramik teknik, advanced ceramic, engineering ceramic, technical ceramic) adalah keramik yang dibuat dengan menggunakan oksida-oksida logam atau logam, seperti: oksida logam (Al_2O_3 , ZrO_2 , MgO , dll). Penggunaannya: elemen pemanas, semikonduktor, komponen turbin, dan pada bidang medis. (Joelianingsih, 2004).

c. . Keramik Konstruksi

Klasifikasi produk keramik konstruksi merupakan keramik tradisional yang digunakan dalam konstruksi yang didasarkan pada lingkup:

- elemen untuk lantai, dinding, atap (bata);
- alat angkut cairan dan pembuangan (pipa periuk);
- peralatan sanitasi (kesehatan);

- lantai dan dinding (ubin).

2.1.2 Sifat- Sifat Keramik

Secara umum kramik merupakan paduan antara logam dan non logam , senyawa paduan tersebut memiliki ikatan ionik dan ikatan kovalen . untuk lebih jelasnya mengenai sifat-sifat kramik berikut ini akan dijelaskan lebih detail.

a. Sifat Mekanik

Keramik merupakan material yang kuat, keras dan juga tahan korosi. Selain itu keramik memiliki kerapatan yang rendah dan juga titik lelehnya yang tinggi. Keterbatasan utama keramik adalah kerapuhannya, yakni kecenderungan untuk patah tiba-tiba dengan deformasi plastik yang sedikit. Di dalam keramik, karena kombinasi dari ikatan ion dan kovalen, partikel-partikelnya tidak mudah bergeser.

Faktor rapuh terjadi bila pembentukan dan propagasi keretakan yang cepat. Dalam padatan kristalin, retakan tumbuh melalui butiran (trans granular) dan sepanjang bidang cleavage (keretakan) dalam kristalnya. Permukaan tempat putus yang dihasilkan mungkin memiliki tekstur yang penuh butiran atau kasar. Material yang amorf tidak memiliki butiran dan bidang kristal yang teratur, sehingga permukaan putus kemungkinan besar terjadi. Kekuatan tekan penting untuk keramik yang digunakan untuk struktur seperti bangunan. Kekuatan tekan keramik biasanya lebih besar dari kekuatan tariknya. Untuk memperbaiki sifat ini biasanya keramik di-pretekan dalam keadaan tertekan

b. Sifat Termal

Sifat termal bahan keramik adalah kapasitas panas, koefisien ekspansitermal, dan konduktivitas termal. Kapasitas panas bahan adalah kemampuan bahan untuk mengabsorbsi panas dari lingkungan. Panas yang diserap disimpan oleh padatan antara lain dalam bentuk vibrasi (getaran) atom/ion penyusun padatan tersebut.

Keramik biasanya memiliki ikatan yang kuat dan atom-atom yang ringan. Jadi getaran-getaran atom-atomnya akan berfrekuensi tinggi dan karena ikatannya kuat maka getaran yang besar tidak akan menimbulkan gangguan yang terlalu banyak pada kisi kristalnya.

Sebagian besar keramik memiliki titik leleh yang tinggi, artinya walaupun pada temperatur yang tinggi material ini dapat bertahan dari deformasi dan dapat bertahan dibawah tekanan tinggi. Akan tetapi perubahan temperatur yang besar dan tiba-tiba dapat melemahkan keramik. Kontraksi dan ekspansi pada perubahan temperatur tersebutlah yang dapat membuat keramik pecah.

c. Sifat Optik

Bila cahaya mengenai suatu obyek cahaya dapat ditransmisikan, diabsorpsi, atau dipantulkan. Bahan bervariasi dalam kemampuan untuk mentransmisikan cahaya, dan biasanya dideskripsikan sebagai transparan, translusen, atau opaque. Material yang transparan, seperti gelas, mentransmisikan cahaya dengan difusi, seperti gelas frosted, disebut bahan translusen. Batuan yang opaque tidak mentransmisikan cahaya. Dua mekanisme penting interaksi cahaya dengan partikel dalam padatan adalah polarisasi elektronik dan transisi elektron antar tingkat energi. Polarisasi adalah distorsi awan elektron atom oleh medan listrik dari cahaya. Sebagai akibat polarisasi, sebagian energi dikonversikan menjadi deformasi elastik (fonon), dan selanjutnya panas.

d. Sifat kimia

Salah satu sifat khas dari keramik adalah kestabilan kimia. Sifat kimia dari permukaan keramik dapat dimanfaatkan secara positif. Karbon aktif, silika gel, zeolit, dsb, mempunyai luas permukaan besar dan dipakai sebagai bahan pengabsorb. Kalau oksida logam dipanaskan pada kira-kira 500 C, permukaannya menjadi bersifat asam atau bersifat basa. Alumina, zeolit, lempung asam atau $\text{SiO}_2 - \text{TiO}_2$ demikian juga berbagai oksida biner dipakai sebagai katalis, yang memanfaatkan aksi katalitik dari titik bersifat asam dan basa pada permukaan.

e. Sifat fisik

Sebagian besar keramik adalah ikatan dari karbon, oksigen atau nitrogen dengan material lain seperti logam ringan dan semilogam. Hal ini menyebabkan keramik biasanya memiliki densitas yang kecil. Sebagian keramik yang ringan mungkin dapat sekeras logam yang berat. Keramik yang keras juga tahan terhadap gesekan. Senyawa keramik yang paling keras adalah berlian, diikuti boron nitrida pada urutan kedua dalam bentuk kristal kubusnya. Aluminium oksida dan silikon karbida biasa digunakan untuk memotong, menggiling, menghaluskan dan menghaluskan material-material keras lain.

2.1.3 Karakteristik Keramik

Sifat yang umum dan mudah dilihat secara fisik pada kebanyakan jenis keramik adalah brittle atau rapuh, hal ini dapat kita lihat pada keramik jenis tradisional seperti barang pecah belah, gelas, kendi, gerabah dan sebagainya, coba jatuhkan piring yang terbuat dari keramik bandingkan dengan piring dari logam, pasti keramik mudah pecah, walaupun sifat ini tidak berlaku pada jenis keramik tertentu, terutama jenis keramik hasil sintering, dan campuran sintering antara keramik dengan logam. sifat lainnya adalah tahan suhu tinggi, sebagai contoh keramik tradisional yang terdiri dari tanah liat, flint, dan feldspar tahan sampai dengan suhu 1200 C, keramik hasil rekayasa seperti keramik oksida mampu tahan sampai dengan suhu 2000 C. Kekuatan tekan tinggi merupakan sifat yang membuat penelitian tentang keramik terus berkembang.

2.1.4 Kelebihan Keramik

- a. Tahan lama, bahkan mampu bertahan hingga puluhan tahun,
- b. Tersedia dalam beragam bentuk, ukuran, warna, pola, dan tekstur,
- c. Perawatannya mudah, cukup dibersihkan dengan menggunakan kain basah,
- d. Tahan dan tidak menyerap air,

- e. Harga yang ditawarkan sangat bervariasi, dari murah sampai mahal, tergantung dari kualitas dan ukuran.

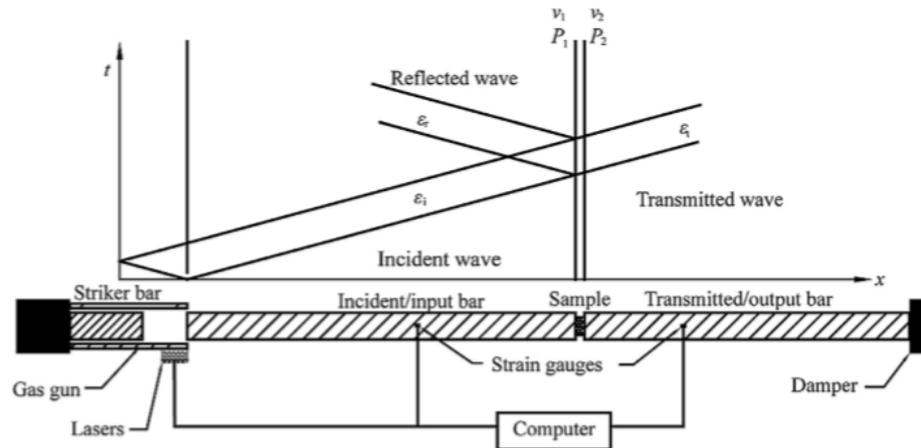
2.1.5 Kekurangan Keramik

- a. Menciptkan kesan Dingin,
- b. Termasuk material keras dan licin sehingga kurang nyaman diinjak, apabila basah,
- c. Mudah pecah saat pemasangan dan saat pengangkutan

2.2 Mesin Split Hopkinson Tekanan Bar

Bar Tekanan Split Hopkinson berasal dari Jhon Hopkinson dan putranya Bertram Hopkinson. Jhon Hopkinson menyelidiki propagasi gelombang stress di ironwire dan putranya Bertram Hopkinson menemukan sebuah bar tekanan untuk mendapatkan kurva tekanan-waktu dengan beban dinamis yang diberikan detonasi. Namun, pengukuran tidak akurat karena keterbatasan dari teknik pengukuran. Kemudian pada tahun 1948 Davies meningkatkan teknik pengukuran dengan memanfaatkan metode listrik. Kemudian dilanjutkan oleh Klosky pada tahun 1949 mengembangkan perpecahan bar system, yang termasuk dua bar (dikenal sebagai insiden bar dan bar ditransmisikan) dengan specimen di antaranya. Itulah sebabnya Split Hopkinson Tekanan Bar juga disebut Bar Kolsky. Menggunakan system Split Hopkinson Tekanan Bar nya,

Kolsky diperoleh hubungan dinamis antara stress dan ketegangan selama beberapa bahan dengan mikrofon kondensor. Tak lama setelah itu, pada tahun 1954 Krafft et al diadopsi strain gauge untuk mengukur gelombang stress dan diterapkan striker bar untuk menghasilkan gelombang stress dampak diulang di bar insiden. Dalam rangka untuk mengukur sifat dinamis yang valid dari bahan yang berbeda. Kemudian dikembangkan lagi oleh Lindholm pada tahun 1964 dikombinasikan modi sebelumnya fi kation dan dirancang versi terbaru dari system bar Kolsky, yang menjadi template system Split Hopkinson Tekanan Bar saat ini. Setelah itu, system Split Hopkinson Tekanan Bar telah terus-menerus ditingkatkan untuk memperoleh pengukuran yang lebih akurat untuk bahan yang berbeda di bawah tingkat pembebanan regangan tinggi.



Gambar 2.1 Sistematis dari perpecahan Hopkinson tekanan bar (SHPB) sistem dan diagram propagasi gelombang stres di SHPB (setelah Xia et al., 2011).

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*.

2.2.1 Prinsip Dasar Hopkinson

Batang Hopkinson terdiri dari tiga bagian yaitu 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).

2.3 Pengujian Tekan

Benda memiliki kekuatan yang tak bisa di terka atau di perkirakan, terkadang ada benda yang memiliki kekuatan yang kuat dan juga ringan. Namun berhati hatilah terhadap benda kuat atau berat yang akan bisa melukai diri kita dan sampai membuat kita meninggal. Namun setelah berkembangnya dunia pada saat sekarang ini kekuatan benda tersebut dapat di ukur atau di ketahui dengan alat uji tekan.

Uji tekan adalah suatu alat uji mekanik yang berguna untuk mengukur dan mengetahui kekuatan benda terhadap gaya tekan. Uji tekan ini memiliki kinerja yang bagus dan berkualitas untuk mengetahui kekuatan benda. Pada umumnya uji tekan ini digunakan pada logam yang bersifat getas, karena alat uji tekan ini memiliki titik hancur yang terlihat jelas di saat melakukan pengujian benda tersebut.

Keragaman fungsi dan dimensional uji tekan ini menjadikan beragam ragam syarat mekanis yang perlu di penuhi karena akan beragam pula gaya dan arah gaya yang akan di uji kekuatan benda tersebut. Pada beberapa alat yang akan di uji yang di buat panjang, dia akan melengkung jika di uji dengan alat uji tekan. Uji tekan ini memiliki alat yang canggih, berat dan tenaga yang kuat serta kualitas dan kinerja yang menjanjikan untuk para pengguna alat uji tekan tersebut. Sebesar apapun benda yang akan di uji tekannya dengan alat uji tekan ini kita bisa mengetahui kekuatan suatu benda tersebut.

Uji tekan akan memberikan hasil pengukuran kekuatan benda tersebut mengenai besar pengukuran yang di uji terhadap bahan yang akan di uji sehingga

standarisasi yang di inginkan akan tercapai sempurna. Sebesar apa benda yang akan di uji maka akan di stabilkan juga dengan alat uji tekan yang akan memberikan hasil dan kinerja yang baik dan hasilnya akan lebih bagus.

2.4 Tegangan-Regangan

Sifat-sifat mekanik material yang dikuantifikasikan salah satunya dengan kuat tekan dapat diperoleh dengan pengujian tekan. Beberapa bahan akan patah pada batas tekan, beberapa mengalami deformasi yang tidak dapat dikembalikan. Deformasi tertentu dapat dianggap sebagai batas kekuatan tekan, meski belum patah, terutama pada bahan yang tidak dapat kembali ke kondisi semula (*irreversible*).

2.4.1 Tegangan

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).

Tegangan normal dianggap positif jika menimbulkan suatu tarikan (*tensile*) dan dianggap negatif jika menimbulkan penekanan (*compression*) dengan persamaan (2-3) berikut:

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

2.4.2 Regangan

Regangan didefinisikan sebagai perubahan ukuran atau bentuk material dari panjang awal sebagai hasil dari gaya yang menarik atau yang menekan pada material. Apabila suatu spesimen struktur material diikat pada jepitan mesin penguji dan beban serta penambahan panjang spesifikasi diamati serempak, maka dapat digambarkan pengamatan grafik dimana ordinat menyatakan beban dan absis menyatakan pertambahan panjang. Batasan sifat elastis perbandingan regangan dan tegangan akan linier akan berakhir sampai pada titik mulur.

hubungan tegangan dan regangan tidak lagi linier pada saat material mencapai pada batasan fase sifat plastis. Menurut Marciniak dkk (2002), regangan

dibedakan menjadi dua yaitu: *engineering strain* dan *true strain*. *engineering strain* adalah regangan yang dihitung menurut dimensi benda aslinya (panjang awal). Sehingga untuk mengetahui besarnya regangan yang terjadi adalah dengan membagi perpanjangan dengan panjang semula.

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \quad (2.2)$$

2.4.3 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* (S.Sharma. 2014).

$$\sigma_1(t) = \frac{EA}{A_s} [\varepsilon_I(t) + \varepsilon_R(t)] \quad (2.3)$$

$$\sigma_2(t) = \frac{EA}{A_s} \varepsilon_T(t) \quad (2.4)$$

$$\dot{\varepsilon}_S(t) = \frac{C}{L_S} [\varepsilon_I(t) - \varepsilon_R(t) - \varepsilon_T(t)] \quad (2.5)$$

$$\varepsilon_S(t) = \frac{C}{L_S} \int_0^t [\varepsilon_T(t) - \varepsilon_R(t) - \varepsilon_T(t)] dt \quad (2.6)$$

$$\sigma_S(t) = \frac{EA}{2A_s} [\varepsilon_I(t) + \varepsilon_R(t) + \varepsilon_T(t)] \quad (2.7)$$

2.4.4 Modulus Elastisitas

Nilai modulus elastisitas bahan dapat di ketahui melalui *slope* garis elastis linier, sehingga secara matematis, nilai modulus elastisitas akibat beban statik dapat ditulis dengan menggunakan persamaan (2.3)

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (2.8)$$

2.5 Uji Statis

Pengujian statis salah satu pengujian mekanik dan tergolong pada jenis pengujian yang merusak dimana gaya luar yang diberikan atau penekanan segaris dengan sumbu spesimen. Pengujian tekan ini bertujuan untuk mencari sifat mekanik dan beban tekan maksimum yang dapat diterima benda atau spesimen uji.

2.6 Faktor Dinamika

Faktor dinamik merupakan rasio sederhana dari beberapa bahan pada tingkat regangan dinamik untuk yang di kuasi-statis laju regangan menggambarkan tingkat kekuatan ataupun sifat mekanik lainnya (misalnya, modulus elastisitas penyerapan energy) dibawah pemutaran dinamik. Dalam penulisan ini, kita fokus pada factor dari tekan statis dan dinamik.

$$\text{Faktor Dinamika} = \frac{\sigma_{\text{dyn}}}{\sigma_{\text{sta}}} \quad (2.9)$$

Pengujian dinamik (kekuatan pantul) dilakukan dengan cara menghitung energi impact yang dihasilkan oleh striker bar pada permukaan specimen.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1. Tempat

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.

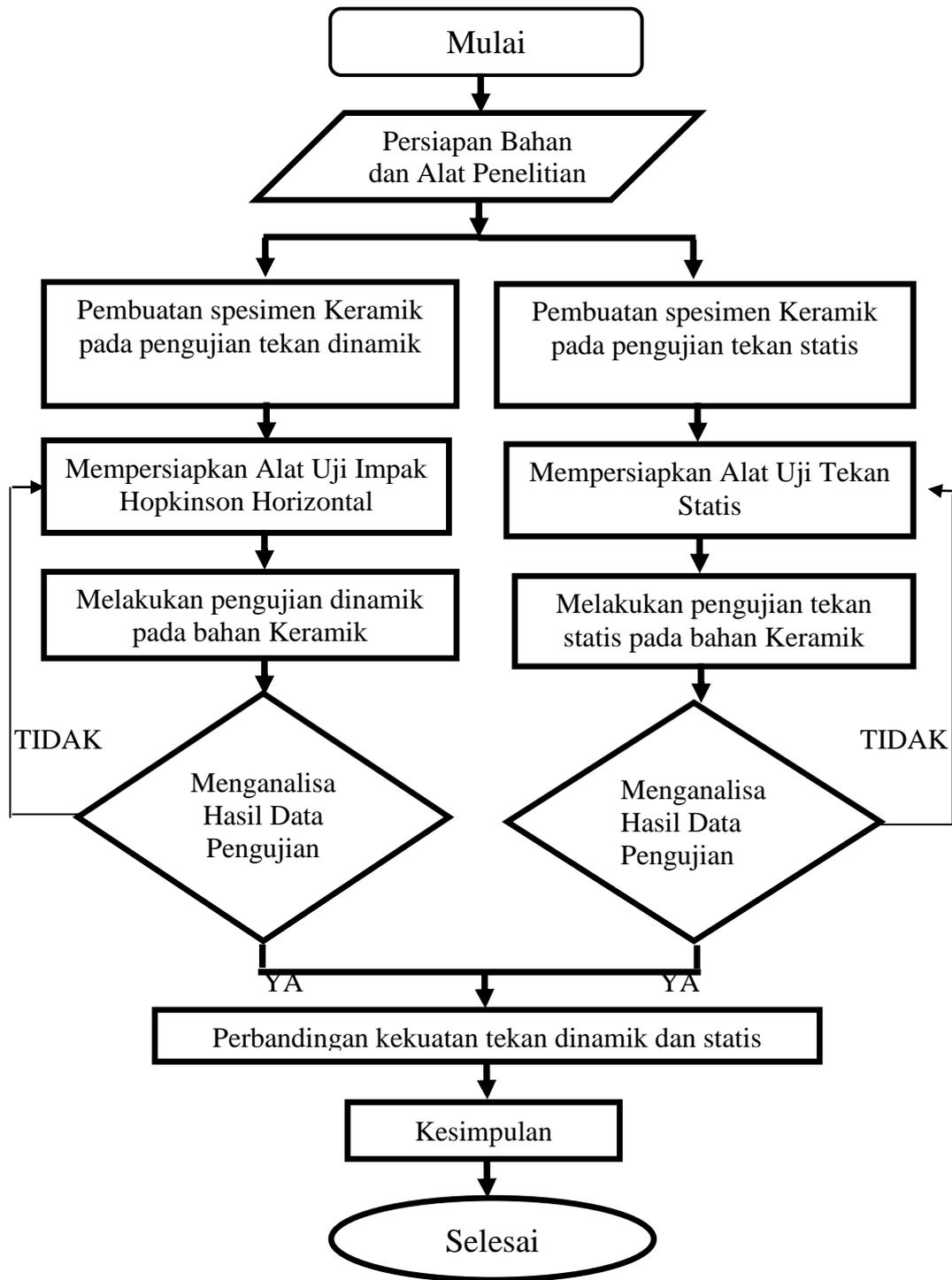
3.1.2. Waktu Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian dan kegiatan uji coba 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	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des	Jan	Feb
1	Study Litelatur	■	■							
2	Penyempurnaan alat		■							
3	Pembuatan cetakan dan spesiman			■	■					
4	Pelaksanaan pengujian				■	■				
5	Penyusunan skripsi					■	■			
6	Penyelesaian skripsi							■	■	■

3.2 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

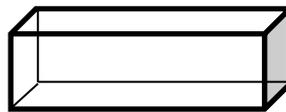
Keterangan diagram alir penelitian :

3.3 Statis

Mempersiapkan bahan percobaan. Bahan yang digunakan adalah Keramik. Setelah membentuk spesimen sesuai dengan standar pengujian, melakukan penelitian dengan pengujian tekan statis. Setelah itu, mencatat hasil data dari pengujian yang dilakukan.

3.3.1.1 Keramik sebagai spesimen statis

Keramik sebagai spesimen yang akan diuji statis untuk mengetahui kekuatan tekan secara statis, dapat dilihat pada gambar 3.2



Gambar 3.2 Dimensi uji statis dan dinamis bahan Keramik

Keterangan :

P : 14 mm

L : 7 mm

3.4 Dinamik

Mempersiapkan bahan percobaan atau spesimen. Bahan yang digunakan ialah Keramik. Setelah membentuk spesimen, melakukan penelitian dengan pengujian regangan dinamik. Setelah itu, merekap hasil data dari pengujian yang dilakukan.

3.4.1 Dimensi uji dinamik

Spesimen yang akan di uji, menggunakan bahan keramik, bentuk dan ukuran spesimen pengujian tekan menggunakan ukuran yang sama dengan statis. dapat dilihat pada gambar 3.2 diatas

3.5 Persiapan Bahan dan Alat

3.5.1 Bahan

a. Keramik

Keramik berfungsi sebagai benda yang akan di untuk mengetahui uji tekan dinamik dengan bentuk spesimen yang berbeda-beda, dapat di lihat pada gambar 3.3 dibawah ini:



Gambar 3.3 Bahan uji Keramik

b. Strain Gages

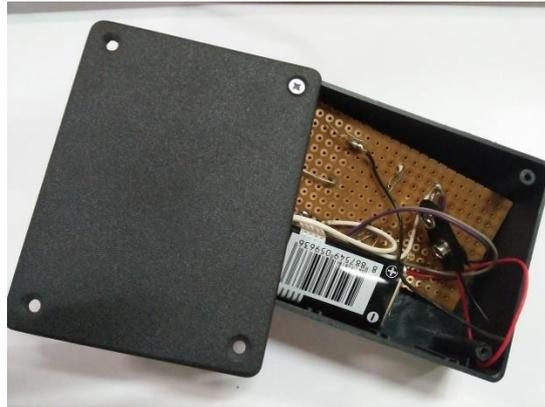
Strain Gages sebagai alat pengukur tegangan regangan yang terjadi, pada spesimen setelah pengujian, strain gages bermerek SKU14480 ini memiliki nilai resistan $350 \pm 0,1$ ohm, dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Sensor Strain Gage

c. Bridge Box

Bridge box terdiri dari papan sirkuit cetak, 6 resistor dengan nilai hambatan 700 ohm (Ω), 2 konektor BNC, Baterai 9 volt, dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 Bridge box

d. 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 dapat mempermudah dalam memperoleh data saat melakukan percobaan pengujian regangan. *Output* dari picoscope ini dapat langsung dilihat dengan menggunakan *personal computer* (PC) yang telah terhubung langsung dan memiliki aplikasi picoscope, dapat dilihat pada gambar 3.6



Gambar 3.6 Picoscope

e. Dudukan Spesimen

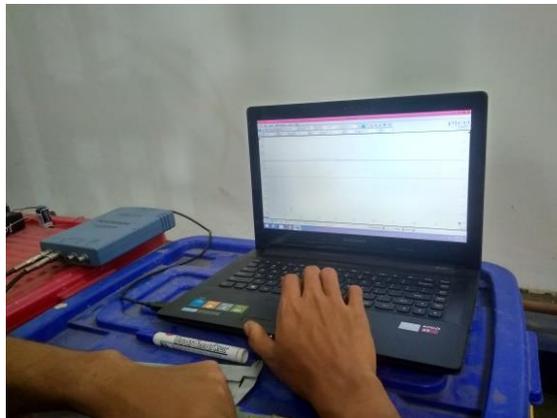
Dudukan spesimen digunakan pada saat mau melakukan proses pengujian, spesimen diletakkan di atas dudukan tersebut. dapat dilihat pada gambar 3.7



Gambar 3.7 Dudukan spesimen

f. Laptop

Laptop 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 3.8.



Gambar 3.8 Laptop

3.5.2 Alat

a. Alat uji impact batang hopkinson Horizontal

Merupakan alat uji yang digunakan untuk melakukan pengujian dinamik, fungsinya ialah untuk mengetahui laju tegangan regangan dinamik dengan menggunakan spesimen keramik, dapat di lihat pada gambar 3.9



Gambar 3.9 Alat uji impak batang hopkinson Horizontal

3.6 Prosedur penelitian

Prosedur pengujian dengan menggunakan kompresor angin sebesar 6 bar, dengan menggunakan alat uji impak hopkinson horizontal, 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 400 mm diukur dari ujung batang output dan 800 mm di ukur dari ujung batang output, strain gages yang digunakan berjumlah 4, berada pada sisi depan dan belakang, dapat dilihat pada gambar 3.10.



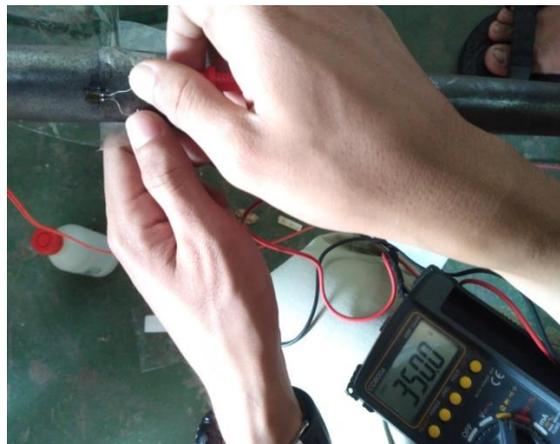
Gambar 3.10 Pemasangan Strain Gages

3. Memasang kompresor dan selang penghubung ke alat uji mesin hopkinson horizontal, dapat dilihat pada gambar 3.11



Gambar 3.11 menghubungkan dengan kompresor

4. Mengukur kembali tahanan strain gages dengan menggunakan multi tester, dapat dilihat pada gambar 3.12.



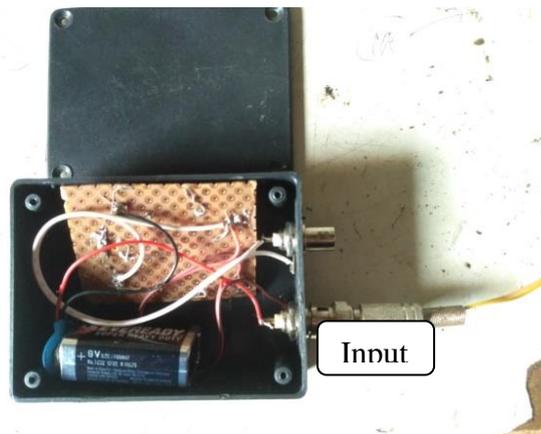
Gambar 3.12 Mengukur tahanan strain gages

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



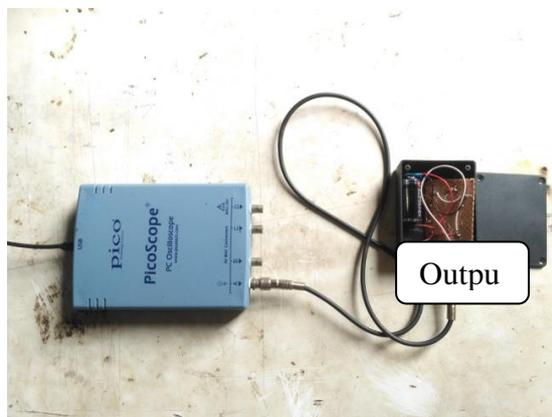
Gambar 3.13 Pemasangan besi baja karbon

6. Menghubungkan kabel strain gages pada input bridge box, dapat dilihat pada gambar 3.14.



Gambar 3.14 Pemasangan Bridge Box

7. Menghubungkan kabel *bridge box* pada *input oscilloscope*, dapat dilihat pada gambar 3.15



Gambar 3.15 Pemasangan *Oscilloscope*

8. Menghubungkan output oscilloscope pada PC (laptop) menggunakan kabel usb/.... , dapat dilihat pada gambar 3.16.



Gambar 3.16 Pemasangan *Output Oscilloscope* Pada PC (laptop)

9. Meletakkan spesimen plaster padaudukan yang sudah di buat, dapat dilihat pada gambar 3.17.



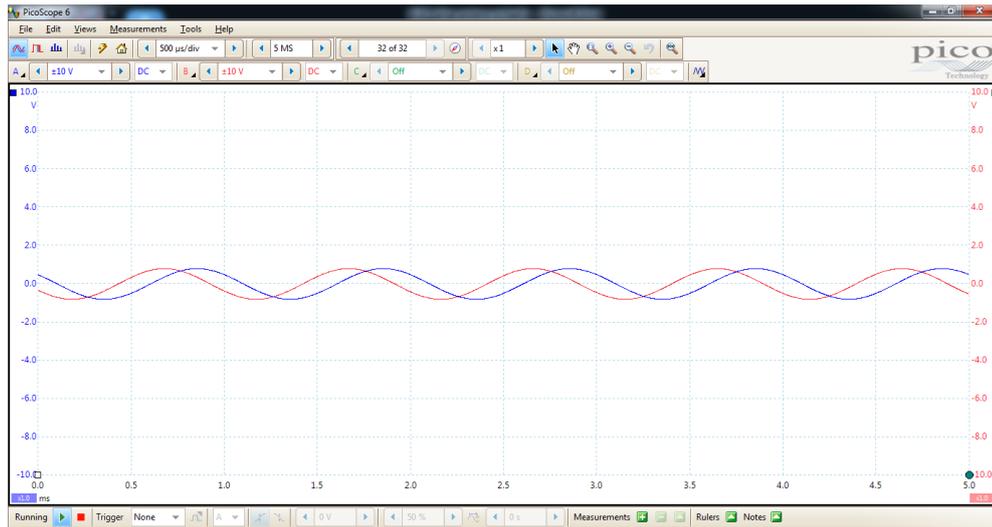
Gambar 3.17 meletakkan Spesimen

10. Klik dua kali pada ikon desktop picoscope untuk membukak program gambar 3.18.



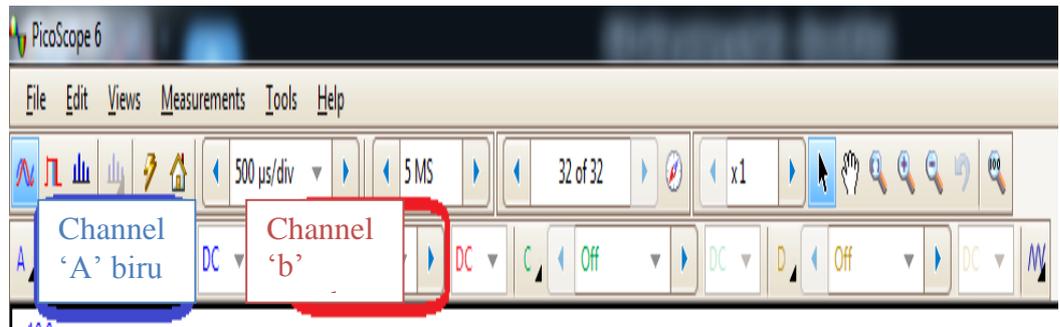
Gambar 3.18 Penyetelan picoscope

11. Penyetelan *software picoscope* pada laptop yang akan menghasilkan grafik regangan dapat dilihat pada gambar 3.19.



Gambar 3.19 Penyetelan Software picoscope

12. Mengatur daya baterai menjadi $\pm 10V$ arus dc pada channel A(biru) dan mengatur daya baterai $\pm 10V$ arus DC pada channel B(merah) dapat dilihat pada gambar 3.20.



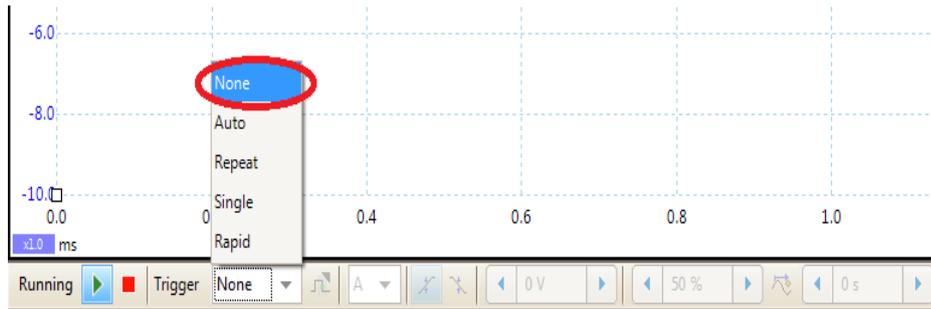
Gambar 3.20 Penyetelan daya batrai

13. Atur jarak waktu menjadi $200 \mu s/div$ sebagai titik awal dapat dilihat pada gambar 3.21.



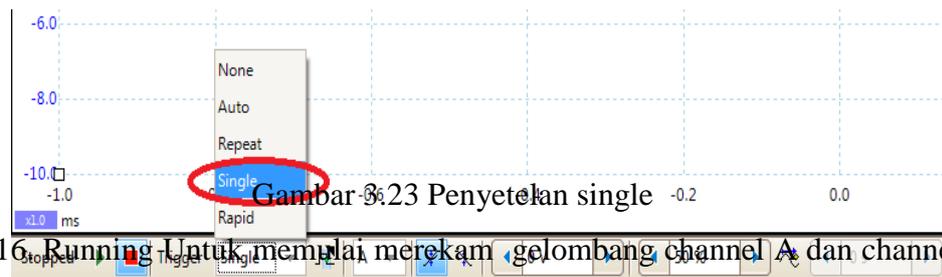
Gambar 3.21 Penyetelan jarak waktu

14. None akan digunakan untuk pengkondisian sinyal pada waktu belum ditentukan dapat dilihat pada gambar 3.22



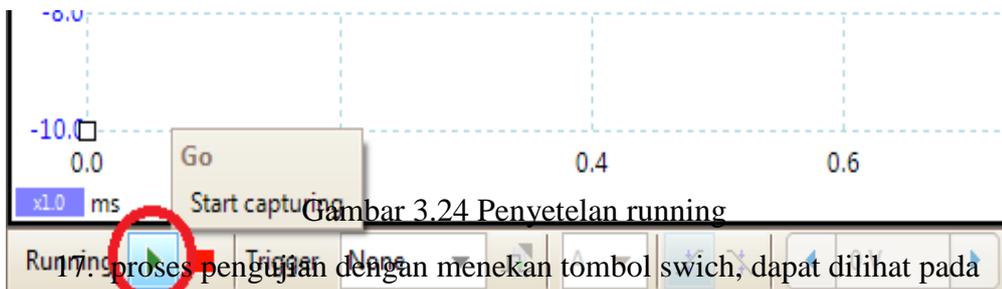
Gambar 3.22 Penyetelan none

15. Single mendapat kan hasil gelombang channel A dan channel B saat traiker dijatuhkan dapat dilihat pada gambar 3.23.



Gambar 3.23 Penyetelan single

16. Running Untuk memulai merekam gelombang channel A dan channel B dapat dilihat pada gambar 3.24.



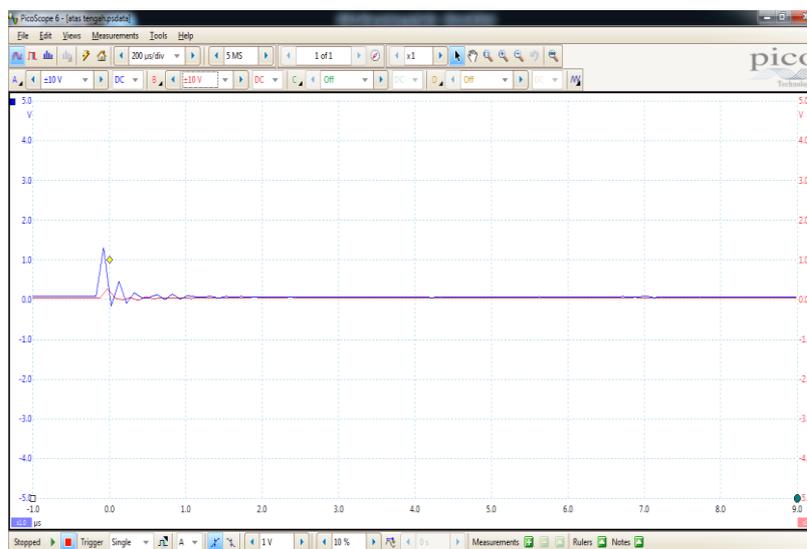
Gambar 3.24 Penyetelan running

17. proses pengujian dengan menekan tombol swich, dapat dilihat pada gambar 3.25.



Gambar 3.25 menekan tombol swich

18. Penyimpanan data grafik setelah selesai pengujian, dapat dilihat pada gambar 3.26.



Gambar 3.26 Penyimpanan Hasil Data

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

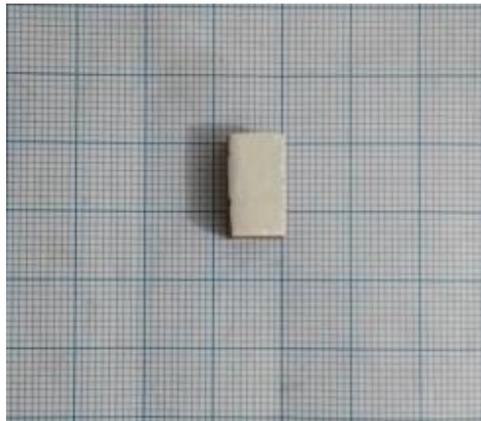
BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Spesimen Sebelum Pengujian Statis

4.1.1 Spesimen sebelum pengujian

Bentuk spesimen sebelum proses pengujian statis yang berbentuk balok dengan ukuran panjang 14 mm dan tinggi 7 mm, bisa dilihat pada gambar 4.1 dibawah ini



Gambar 4.1 sebelum uji tekan statis pada spesimen keramik

4.1.2 Spesimen sesudah pengujian

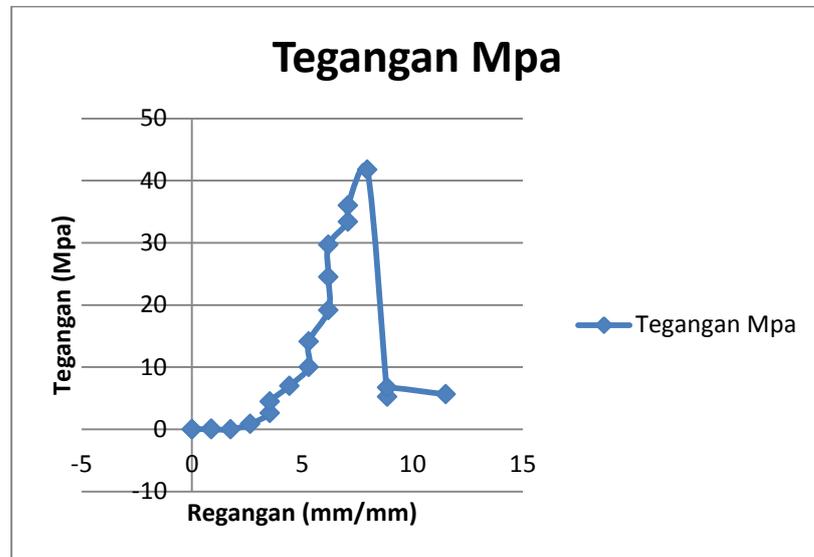
Bentuk spesimen setelah proses pengujian statis mengalami perpecahan bisa dilihat pada gambar 4.2



Gambar 4.2 sesudah uji tekan statis pada spesimen keramik

4.1.3 Grafik Tegangan Regangan Statis

Berikut adalah hasil grafik tegangan regangan setelah pengujian statis (uji tekan) pada bahan keramik, dengan gaya maksimum force yang dihasilkan 417,13 kgf. Grafik dapat dilihat pada gambar 4.3 .



Gambar 4.3 Grafik tegangan regangan

4.1.4 Hasil Perhitungan Statis

Berikut data yang diketahui :

$$P = 14 \text{ mm}$$

$$L = 7 \text{ mm}$$

$$t = 7 \text{ mm}$$

$$F = 417,13 \text{ kgf} \longrightarrow 417,13 \text{ kgf} \times 9,8 \text{ N} = 4087,874 \text{ N}$$

Berdasarkan data spesimen uji statis bahankeramik, maka di dapatkan hasil berikut ini:

$$\begin{aligned} \text{Luas Penampang} \quad A &= p \times L \\ &= 14 \times 7 \\ &= 98 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

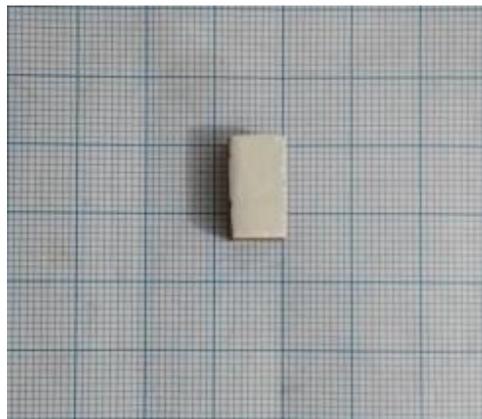
$$\begin{aligned} \text{Tegangan} \quad \sigma &= \frac{f}{A} \\ &= \frac{4087,874 \text{ N}}{98 \text{ mm}^2} \\ &= 41,71 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Regangan	$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$ $= \frac{0,9428}{14}$ $= 0,0673$
Modulus elastisitas	$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$ $= \frac{41,71 \text{ MPa}}{0,0673}$ $= 619,61 \text{ MPa}$

4.2 Hasil Pengujian Dinamik

4.2.1 Spesimen sebelum pengujian Dinamik

Berikut ini spesimen sebelum pengujian dinamik. Pada pengujian dinamik menggunakan 3 bentuk specimen yang sama dengan tekanan angin yang berbeda yaitu 5 bar, 6 bar, dan 7 bar, dimana bentuk dan ukuran spesimen sama seperti spesimen statis, dan menggunakan material keramik bisa dilihat pada gambar 4.4



Gambar 4.4 spesimen sebelum pengujian uji tekan dinamik

4.2.2 Bentuk spesimen sesudah melakukan pengujian tekan dinamik
Spesimen 1 setelah di uji dinamik degan tekanan angin 5 bar, 6 bar, dan 7 bar, dapat dilihat pada gambar 4.5, 4.6, 4.7 dibawah ini



Gambar 4.5 Hasil uji tekan dinamik 5 bar



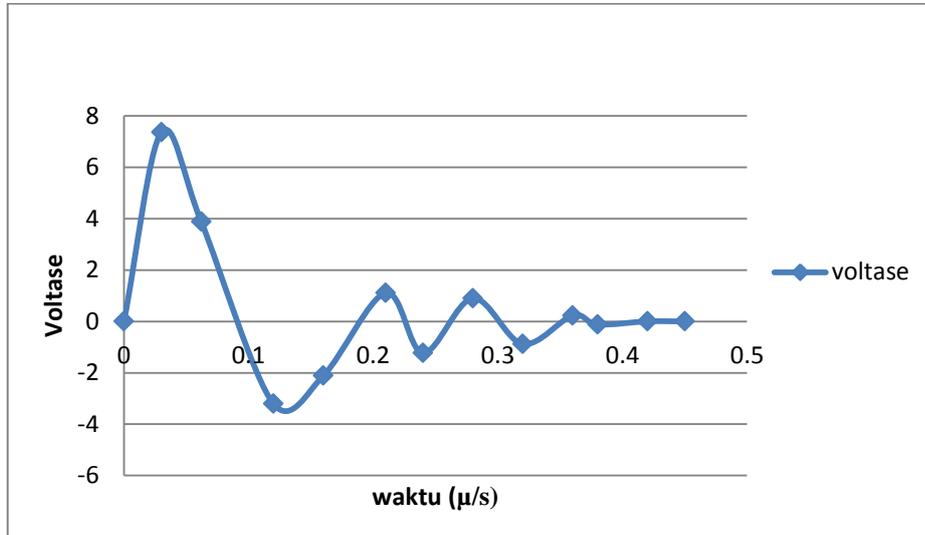
Gambar 4.6 Hasil uji tekan dinamik 6 bar



Gambar 4.7 Hasil uji tekan dinamik 7 bar

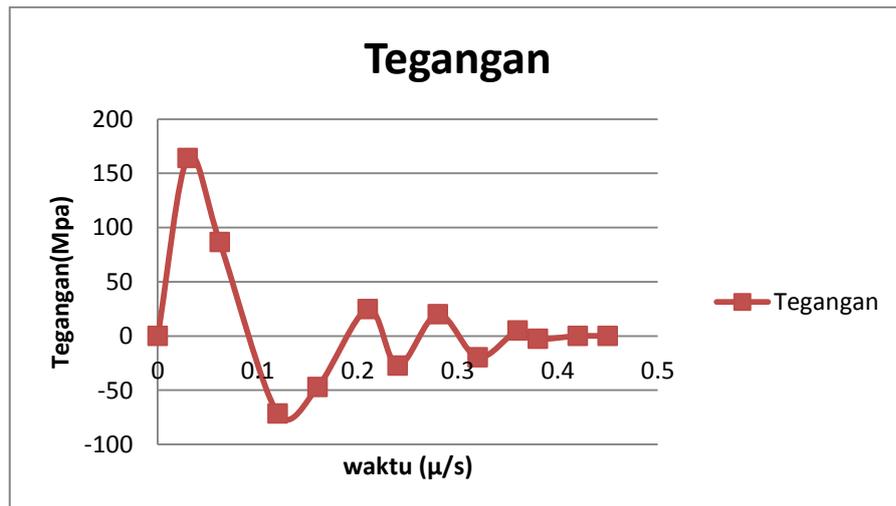
4.2.3 Grafik Voltase vs Waktu

a. Setelah melakukan pengujian dinamis pada specimen 1 dengan tekanan 5 bar maka didapatkan gelombang grafik voltase vs waktu dalam bentuk Microsoft excel, dapat dilihat pada gambar 4.8



Gambar 4.8 grafik voltase vs waktu

Maka didapatkan hasil grafik tegangan vs waktu pada specimen 1, gambar dapat dilihat pada gambar 4.9



Gambar 4.9 grafik tegangan vs waktu

Dari hasil grafik diatas maka dapat hasil tegangan sebesar 164,14 Mpa dari penjabaran dibawah ini :

$$\varepsilon_o = \frac{4 e o}{E K s}$$

$$\frac{4 \times 7,36}{8,5 \times 2,11}$$

$$= 1,64 \text{ Mpa}$$

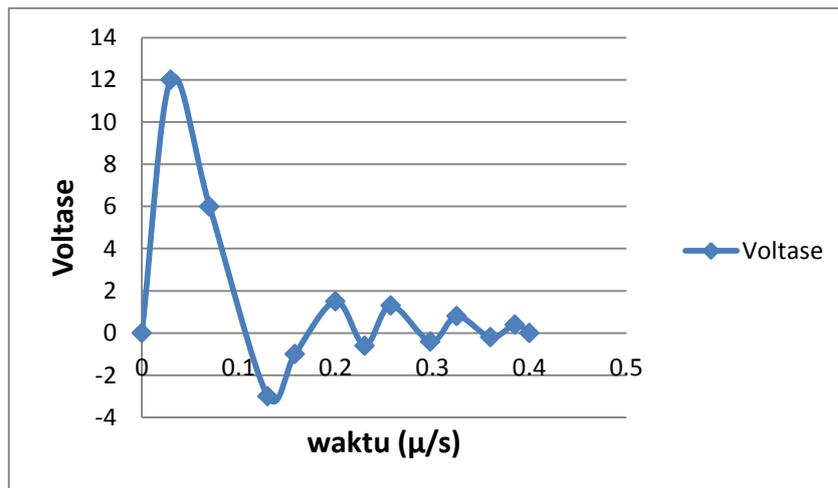
$$\text{Modulus besi } E = 200 \text{ Gpa} - 200 \times 1000 = 200000 \text{ Mpa}$$

$$\sigma = E \varepsilon_0$$

$$= 200000 \text{ Mpa} \times 1,64$$

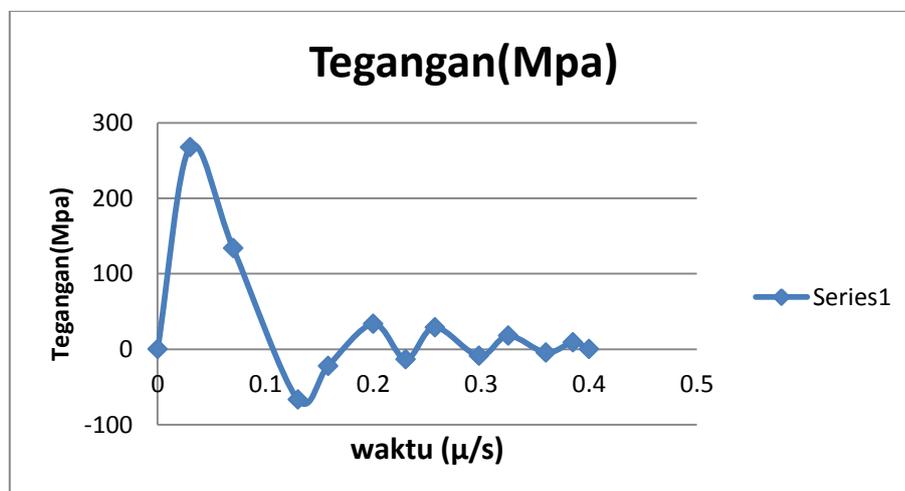
$$= 164,14 \text{ Mpa}$$

- b. Setelah melakukan pengujian dinamis pada specimen 2 dengan tekanan 6 bar maka didapatkan gelombang grafik voltase vs waktu dalam bentuk Microsoft excel, dapat dilihat pada gambar 4.10



Gambar 4.10 grafik voltase vs waktu

- Maka didapatkan hasil grafik tegangan vs waktu pada specimen 2, gambar dapat dilihat pada gambar 4.11



Gambar 4.11 grafik tegangan vs waktu

Dari hasil grafik diatas maka dapat hasil tegangan sebesar 267,63 Mpa dari penjabaran dibawah ini :

$$\varepsilon_o = \frac{4 e o}{E K_s}$$

$$= \frac{4 \times 12}{8,5 \times 2,11}$$

$$= 2,67 \text{ Mpa}$$

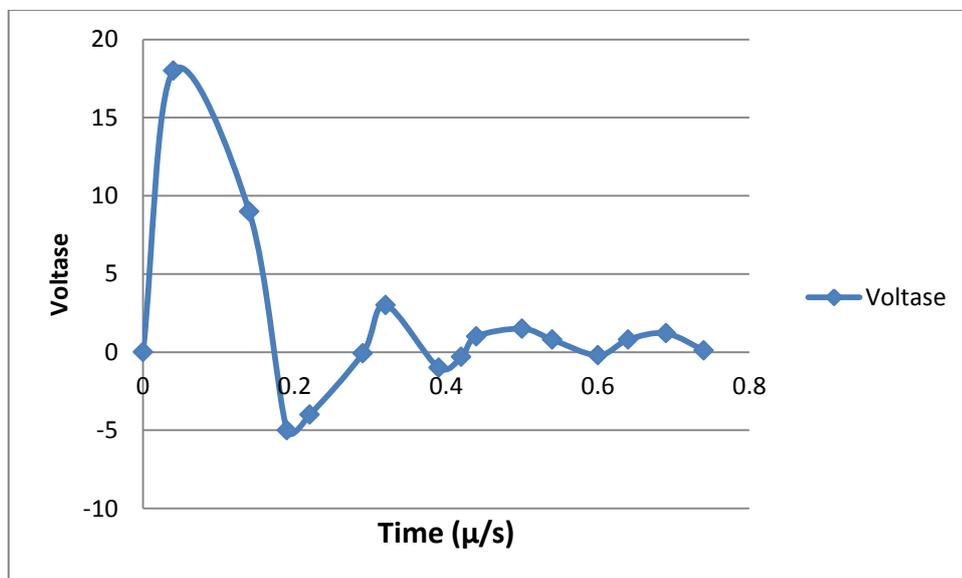
$$\text{Modulus besi } E = 200 \text{ Gpa} - 200 \times 1000 = 200000 \text{ Mpa}$$

$$\sigma = E \varepsilon_o$$

$$= 200000 \text{ Mpa} \times 2,67$$

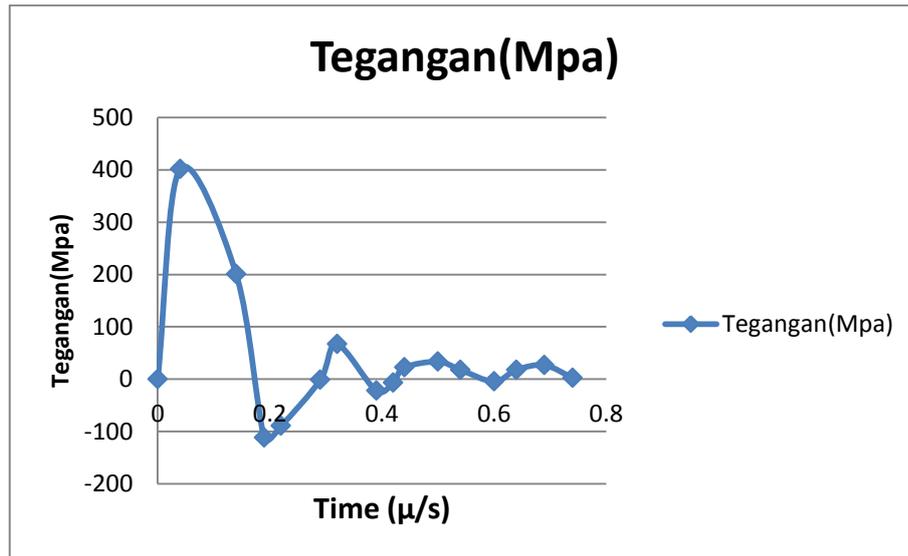
$$= 267,63 \text{ Mpa}$$

c. Setelah melakukan pengujian dinamis pada specimen 3 dengan tekanan 7 bar maka didapatlah gelombang grafik voltase vs waktu dalam bentuk Microsoft excel, dapat dilihat pada gambar 4.12



Gambar 4.12 Grafik voltase vs waktu specimen 3r

Maka didapatlah hasil grafik tegangan vs waktu pada specimen 3 tekanan 7 bar, gambar dapat dilihat pada gambar 4.13



Gambar 4.13 Grafik Tegangan vs Waktu specimen 3

Dari hasil grafik diatas maka dapat hasil tegangan sebesar 401,44 Mpa dari penjabaran dibawah ini :

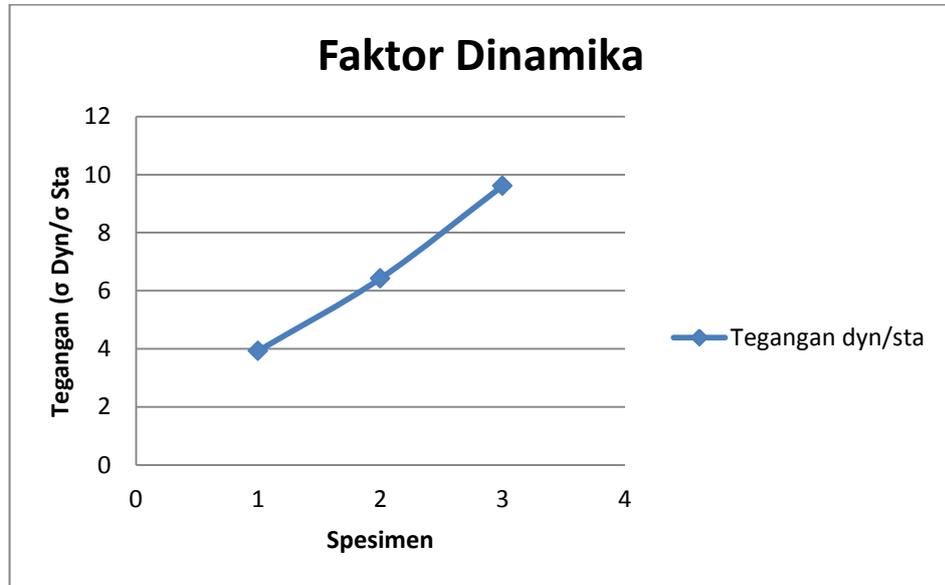
$$\begin{aligned} \varepsilon_o &= \frac{4 e o}{E K s} \\ &= \frac{4 \times 18}{8,5 \times 2,11} \\ &= 4,014 \end{aligned}$$

Modulus besi E = 200 Gpa – 200 x 1000 = 200000 Mpa

$$\begin{aligned} \sigma &= E \varepsilon_o \\ &= 200000 \text{ Mpa} \times 4,014 \\ &= 401,44 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

4.3 Hasil Faktor Dinamik

Dari hasil pengujian statis dan dinamik maka dapat hasil factor dinamik pada grafik dibawah ini



Gambar 4.14 Grafik hasil factor dinamik pada pengujian dinamik

Dari hasil grafik diatas maka dapat factor dinamika pada specimen 1 tekanan 5 bar , specimen 2 tekanan 6 bar , dan specimen 3 tekanan 7 bar ,dengan penjabaran dibawah ini.

Faktor dinamik :

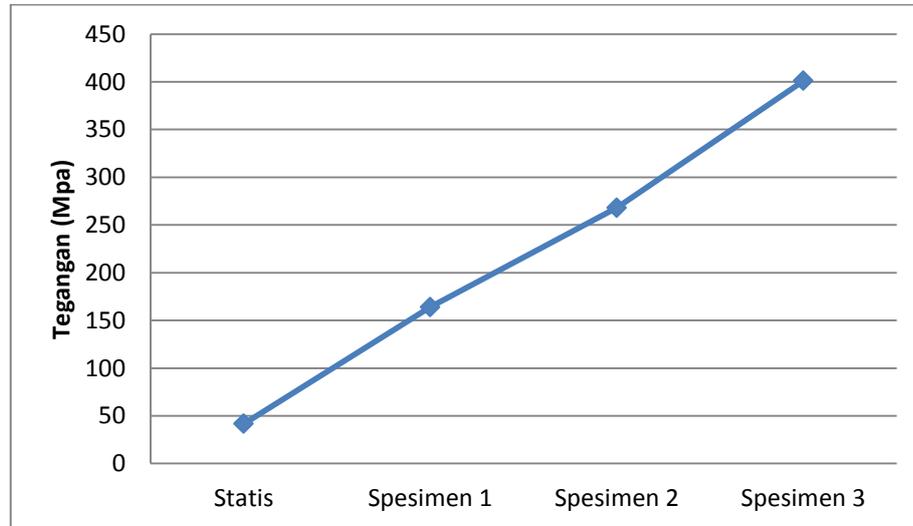
$$\begin{aligned}\text{Spesimen 1} &= \frac{\sigma \text{ dinamik}}{\sigma \text{ statis}} \\ &= \frac{164,14}{41,71} \\ &= 3,93 \text{ Mpa}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Spesimen 2} &= \frac{\sigma \text{ dinamik}}{\sigma \text{ statis}} \\ &= \frac{267,63}{41,71} \\ &= 6,41 \text{ Mpa}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Spesimen 3} &= \frac{\sigma \text{ dinamik}}{\sigma \text{ statis}} \\ &= \frac{401,44}{41,71} \\ &= 9,62 \text{ Mpa}\end{aligned}$$

4.4 Grafik Perbandingan Tegangan Statis dan Dinamik

Hasil perbandingan uji tekan tegangan statis dan dinamik setelah pengujian dapat dilihat pada gambar 4.15



Gambar 4.15 Grafiker perbandingan tegangan statis dan dinamik

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Pada pengujian kekuatan tekan statis dan dinamik pada bahan keramik di dapat beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada pengujian statis maka didapat tegangan dari Keramik berbentuk balok persegi panjang yaitu 41,713 Mpa dan pada pengujian dinamik dengan 3 variasi tekanan angin yang berbeda berbentuk sama seperti specimen statis didapat tegangan pada tekanan 5 bar sebesar 164,14 Mpa, tekanan 6 bar sebesar 267,63 Mpa, dan tekanan 7 bar sebesar 401,44 Mpa maka pada pengujian ini dapat disimpulkan bahwa pengujian dinamik yang paling tinggi tegangannya..
2. Perbandingan pada pengujian dinamik dan statis didapat nilai yang tertinggi yaitu dinamis karena pembebanan pada statis dengan secara perlahan.
3. Pada factor dinamik maka didapat hasil pada specimen 1 yaitu 3,9 Mpa, pada specimen 2 yaitu 6,41 Mpa, dan pada specimen 3 yaitu 9,62 Mpa

5.2 Saran

1. Untuk pengujian berikutnya disarankan untuk membuat spesimen keramik buatan sendiri agar dapat melakukan perbandingan.
2. Untuk pengujian selanjutnya disarankan untuk menyempurnakan settingan sensor agar grafik mudah didapat saat melakukan pengujian

DAFTAR PUSTAKA

- Akx Malik, Tanusree Chakraborty, K. Seshagiri Rao, (2017) "Strain Rate Effect on the Mechanical Behavior of Basalt: Observation From Static and Dynamic Test", Thin-Walled Structures, Department of Civil and Engineering The Northcap University, Gurugram, India.
- Hailiang Nie, Tao Suo, Beibei Wu, Yulonf Li, Han Zhao, (2017) "A Versatile Split Hopkinson Pressure Bar Using Electromagnetic Loading", International Journal of Impact Engineering, School of Aeronautics Northwestern Polytechnical University, Xi'an, Shaansi 710072, pr China,94-104.
- J. Rodriguez, C. Navarro, V. Sanches-Galvez, (1994) "Splitting tests: an alternative to determine the dynamic tensile strength of ceramic materials". Journal de physique IV Colloque, 1994, 04 (C8), pp.C8-101-C8-106.
- Kaiwen Xia, Wei Yao,(2015) "Dynamic Rock Test Using Split Hopkinson (Klosky) Bar System-A Review", Departement of civil Engineering University of Toronto, Toronto, M5s1A4, Canada.
- Mei Li, Hong Hao, Yanchao Shi, Yifie Hao, (2017), "Specimen Shape and Size Effects on the Concreta Compressive Strength Under Static and Dynamic Tests", Contruction and Building Materials, Key Laboratory of Coat Civil Structural Safety of the Ministry of Education, Tianjin University, Tianjin 300072, China, 84-93.
- Nurzal dan Okto siswanto, (2014) "Pengaruh proses Wet Pressing dan suhu sinter terhadap densitas dan kekerasan Vickers pada Manufactur Keramik Lantai", Dosen Teknik Mesin – Institut Teknologi Padang, Alumni Teknik Mesin ITM.
- Sudheera, Y S Rammohan, Pradep M S, (2016) "Split Hopkinson Pressure Bar Apparatus for Compression Testing A Review", ICAMA, Department of Mechanical Engineering, BMS College of Engineering, Bengaluru, India, 2824-2829.
- S. Rajavelu, (2015) "Theoretical Study on Some of the Physical Properties of a Ceramic Material", Departement of physics, PSNA College of Engineering and technology, Dindigul, Tamilnadu.
- Xuping Zhang, Guiji Wang, Binqiang Luo, Simon N. Bland, (2017) "Mechanical Response of Near-Equiatomic Niti Alloy at Dynamic High Pressure and Strain Rate", Journal of Alloy and Compounds, Institute of Fluid Physical, china Academy of Engineering Physics, Mianyang 621999, China,569-576.

Zhang Qinghui, Qin Kun, Song Li, (2016) “A Technique for-Speed Indentation Experiment Based on Hopkinson Bar”, International Symposium on Plasticity and Impact Mechanics, Implast, Faculty of Mechanical Engineering and Mechanics, Ningbo 315211, China, 601-607.

<https://www.coursehero.com/file/p79nn64k/KELEBIHAN-DAN-KEKURANGAN-KERAMIK-Adapun-kelebihan-dari-material-keramik-yaitu-a/>

<https://fiqrotul.wordpress.com/2011/12/14/karakteristik-struktur-dan-sifat-keramik/>

<http://repository.umy.ac.id/bitstream/handle/123456789/10962/BAB%203%20PDF.pdf?sequence=6&isAllowed=y>

LAMPIRAN

LAMPIRAN

1. Data grafik uji statis

NO	FORCE[kGf]	STROKE[m]	STRESS[kGf/mm ²]	Regangan	Tegangan Mpa
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0.01	0	0
3	0.57	0.059	0.01	0.880597015	0.057
4	0	0.059	0.02	0.880597015	0
5	0	0.118	0.03	1.76119403	0
6	8.53	0.177	0.03	2.641791045	0.853
7	25.78	0.237	0.04	3.537313433	2.578
8	44.35	0.237	0.04	3.537313433	4.435
9	69.56	0.296	0.05	4.417910448	6.956
10	100.07	0.355	0.05	5.298507463	10.007
11	141.2	0.355	0.06	5.298507463	14.12
12	191.61	0.415	0.06	6.194029851	19.161
13	244.67	0.415	0.07	6.194029851	24.467
14	296.41	0.415	0.07	6.194029851	29.641
15	333.55	0.474	0.08	7.074626866	33.355
16	360.09	0.474	0.08	7.074626866	36.009
17	417.13	0.533	0.09	7.955223881	41.713
18	52.31	0.593	0.09	8.850746269	5.231
19	66.91	0.593	0.1	8.850746269	6.691
20	56.29	0.771	0.1	11.50746269	5.629

1. Data grafik uji dinamik 5 bar

time	voltase	tegangan (mpa)	Tegangan
0	0	0	0
0.03	7.36	328296.6	164.1483
0.062	3.88	173069.4	86.53471
0.12	-3.21	-143184	-71.5919
0.16	-2.11	-94117.6	-47.0588
0.21	1.11	49512.13	24.75606
0.24	-1.23	-54864.8	-27.4324
0.28	0.9	40144.97	20.07248
0.32	-0.88	-39252.9	-19.6264
0.36	0.23	10259.27	5.129635
0.38	-0.12	-5352.66	-2.67633
0.42	0	0	0
0.45	0	0	0

2. Data grafik uji dinamik 6 bar

Time	Voltase	Tegangan(Mpa)	Tegangan
0	0	0	0
0.03	12	535266.2	267.6331
0.07	6	267633.1	133.8166
0.13	-3	-133817	-66.9083
0.158	-1	-44605.5	-22.3028
0.2	1.5	66908.28	33.45414
0.23	-0.6	-26763.3	-13.3817
0.257	1.3	57987.18	28.99359
0.298	-0.4	-17842.2	-8.9211
0.325	0.8	35684.42	17.84221
0.36	-0.2	-8921.1	-4.46055
0.385	0.4	17842.21	8.921104
0.4	0	0	0

3. Data grafik uji dinamik 7 bar

Time	Voltase	Tegangan(Mpa)	Tegangan(Mpa)
0	0	0	0
0.04	18	802899.4	401.4497
0.14	9	401449.7	200.7248
0.19	-5	-223028	-111.514
0.22	-4	-178422	-89.211
0.29	-0.07	-3122.39	-1.56119
0.32	3	133816.6	66.90828
0.39	-1	-44605.5	-22.3028
0.42	-0.3	-13381.7	-6.69083
0.44	1	44605.52	22.30276
0.5	1.5	66908.28	33.45414
0.54	0.8	35684.42	17.84221
0.6	-0.2	-8921.1	-4.46055
0.64	0.8	35684.42	17.84221
0.69	1.2	53526.62	26.76331
0.74	0.1	4460.552	2.230276
	0	0	0

How to Form Strain-gage Bridges

No.	Name	Application Sample	Circuit	Output	Remarks	Bridge Box DB-120A/350A
1	1-active-gage 2-wire system Number of gages: 1	 Uniaxial stress (uniform tension/compression)		$e_o = \frac{E}{4} K_s \cdot \epsilon_o$ K _s : Gage factor ε _o : Strain E: Bridge voltage e _o : Output voltage R _g : Gage resistance R: Fixed resistance	Suitable for use under environment of less ambient temperature changes; no temperature compensation. x1 output	
2	1-active-gage 3-wire system Number of gages: 1	 Uniaxial stress (uniform tension/compression)		$e_o = \frac{E}{4} K_s \cdot \epsilon_o$	No temperature compensation; thermal effect of leadwires cancelled. x1 output	
3	Dual 1-active-gage 2-wire system in series (to cancel bending strain) Number of gages: 2	 Bending Uniaxial stress (uniform tension/compression)		$e_o = \frac{E}{4} K_s \cdot \epsilon_o$ R _{g1} Strain: ε ₁ R _{g2} Strain: ε ₂ $\epsilon_o = \frac{\epsilon_1 + \epsilon_2}{2}$ R: Fixed resistance R = R _{g1} + R _{g2}	No temperature compensation; bending strain cancelled. x1 output	
4	Dual 1-active-gage 3-wire system in series (to cancel bending strain) Number of gages: 2	 Bending Uniaxial stress (uniform tension/compression)		$e_o = \frac{E}{4} K_s \cdot \epsilon_o$ R _{g1} Strain: ε ₁ R _{g2} Strain: ε ₂ $\epsilon_o = \frac{\epsilon_1 + \epsilon_2}{2}$ R: Fixed resistance R = R _{g1} + R _{g2}	No temperature compensation; bending strain cancelled; thermal effect of leadwires cancelled. x1 output	
5	Active-dummy 2-gage system Number of gages: 2	 Active gage Uniaxial stress (uniform tension/compression) Dummy gage		$e_o = \frac{E}{4} K_s \cdot \epsilon_o$ K _s : Gage factor ε _o : Strain E: Bridge voltage e _o : Output voltage R _{g1} : Strain: ε _o R _{g2} Strain: 0	Temperature compensation; thermal effect of leadwires cancelled. x1 output	
6	Orthogonal 2-active-gage system Number of gages: 2	 Uniaxial stress (uniform tension/compression)		$e_o = \frac{(1 + \nu)}{4} E K_s \cdot \epsilon_o$ ν: Poisson's ratio R _{g1} , R _{g2} : Gage resistance R _{g1} Strain: ε _o R _{g2} Strain: -ν ε _o R: Fixed resistance	Temperature compensation; thermal effect of leadwires cancelled. x(1+ν) output	

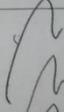
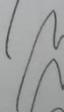
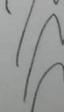
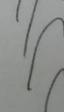
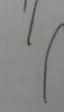
No.	Name	Application Sample	Circuit	Output	Remarks	Bridge Box DB-120A/350A
9	Opposite side 2-active-gage 3-wire system Number of gages: 2	 Uniaxial stress (uniform tension/compression)		$C_o = \frac{E}{2} K_s \cdot \epsilon_o$ $R_{G1} \dots \text{Strain: } \epsilon_o$ $R_{G2} \dots \text{Strain: } \epsilon_o$ $R: \text{Fixed resistance}$	No temperature compensation; thermal effect of leadwires cancelled; bending strain cancelled by bonding to the front and rear. x2 output	
10	4-active-gage system (for bending strain measurement) Number of gages: 4	 Bending stress		$C_o = K_s \cdot \epsilon_o \cdot E$ $R_{G1}, R_{G2} \dots$ $\text{Bending strain: } \epsilon_o$ $R_{G3}, R_{G4} \dots$ $\text{Bending strain: } -\epsilon_o$	Temperature compensation; thermal effect of leadwires cancelled; compressive/tensile strain cancelled. x4 output	
11	Orthogonal 4-active-gage system Number of gages: 4	 Poisson's ratio		$C_o = \frac{(1 + \nu)}{2} E K_s \cdot \epsilon_o$ $\nu: \text{Poisson's ratio}$ $R_{G1}, R_{G2} \dots$ $\text{Strain: } \epsilon_o$ $R_{G3}, R_{G4} \dots$ $\text{Strain: } -\nu \epsilon_o$	Temperature compensation; thermal effect of leadwires cancelled. x2(1+) output	
12	Active-dummy 4-gage system Number of gages: 4	 Active gages Uniaxial stress (uniform tension/compression) Dummy gages		$C_o = \frac{E}{2} K_s \cdot \epsilon_o$ $R_{G1}, R_{G2} \dots$ $\text{Strain: } \epsilon_o$ $R_{G3}, R_{G4} \dots$ $\text{Strain: } 0$	Temperature compensation; thermal effect of leadwires cancelled; bending strain cancelled by bonding to the front and rear. x2 output	
13	2-active-gage system (for bending strain measurement) Number of gages: 2	 Bending strain		$C_o = \frac{E}{2} K_s \cdot \epsilon_o$ $R_{G1} \dots$ $\text{Bending strain: } \epsilon_o$ $R_{G2} \dots$ $\text{Bending strain: } -\epsilon_o$ $R: \text{Fixed resistance}$	Temperature compensation; thermal effect of leadwires cancelled. x2 output	
14	4-active-gage system (for bending strain measurement) Number of gages: 4	 Bending strain		$C_o = K_s \cdot \epsilon_o \cdot E$ $R_{G1}, R_{G2} \dots$ $\text{Bending strain: } \epsilon_o$ $R_{G3}, R_{G4} \dots$ $\text{Bending strain: } -\epsilon_o$	Temperature compensation; thermal effect of leadwires cancelled. x4 output	
	4-active-1-dummy			$C_o = \frac{E}{2} K_s \cdot \epsilon_o$	No temperature compensation	

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Analisa Faktor Dinamika Pada Kekuatan Tarik Bahan Keramik Dengan Menggunakan Mesin Uji Impak Batang Hopkinson

Nama : Azhar Wadityasmoro
NPM : 1407230199

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

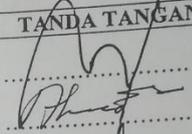
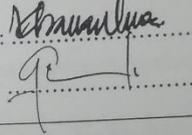
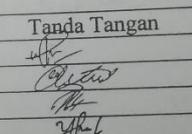
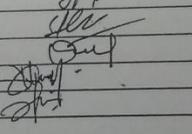
No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	15 September 2018	Perbaiki Bab 1 dan Bab 2	
2.	16 September 2018	Perbaiki Bab 2 dan Bab 3	
3.	12 Januari 2019	Perbaiki bab 3	
1.	2. Februari 2019	Perbaiki bab 1	
		Uji Puntur	

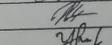
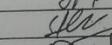
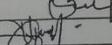
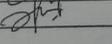
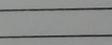
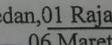
All Seminar

28/2/2019. Dec. persiapan seminar 1077.

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

Peserta seminar
 Nama : ~~Ahmad~~ Wadiyasmoro
 NPM : 1407230129
 Judul Tugas Akhir : Analisa Faktor Bahan ~~Keramik~~ Dengan Menggunakan -
 Mesin Uji Impak Batang Hopkinson.

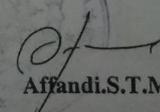
DAFTAR HADIR		TANDA TANGAN
Pembimbing – I	: DR.Rakhmad Arief Srg.M.Eng	: 
Pembimbing – II	: Ahmad Marabdi Srg.S.T.M.T	: 
Pembanding – I	: Khairul Umurani.S.T.M.T	: 
Pembanding – II	: Chandra A Siregar.S.T.M.T	: 

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1407230231	N.Amin	
2	1407230296	Ali RAHWAZIR	
3	1407230179	RAHMU RAMADHAN	
4	1507230218	Yogi pranata	
5	1507230197	Setiawan Hadi	
6	1407230226	IQBAL YAMIN	
7	1307230016	HUSNIZAH RAMADHAN	
8	1307230140	Satria Yudha Setiawan	
9			
10			

Medan, 01 Rajab 1440 H
06 Maret 2019M

Ketua Prodi T. Mesin




Affandi.S.T.M.T

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Azhar Wadityasmoro
NPM : 1407230199
Judul T.Akhir : Analisa Faktor Bahan Keramik Dengan Menggunakan Mesin Uji
Impak Batang Hopkinson.

Dosen Pembimbing - I : DR.Rakhmad Arief Srg.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 :

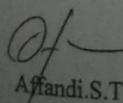
Format tulisan, Abstrak, pendahuluan,
sistematika, Daftar isi, dan lain-lain.

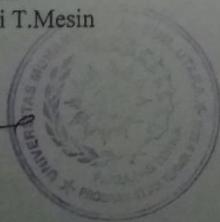
- 3 Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

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

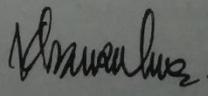
Medan 01 Rajab 1440 H
06 Maret 2019M

Diketahui :
Ketua Prodi T.Mesin


Affandi.S.T



Dosen Pembeding - I


Khairul Umurani.S.T.M.T

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Azhar Wadityasmoro
NPM : 1407230199
Judul T.Akhir : Analisa Faktor Bahan Keramik Dengan Menggunakan Mesin Uji Impak Batang Hopkinson.

Dosen Pembimbing - I : DR.Rakhmad Arief Srg.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 :

..... Unit bus mesin akhir

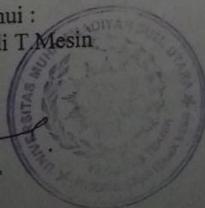
- 3 Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

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

Medan 01 Rajab 1440 H
06 Maret 2019M

Diketahui :
Ketua Prodi T.Mesin

Affandi.S.T



Dosen Pembeding - II

Chandra A Siregar.S.T.M.T

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA PRIBADI

Nama : Azhar Wadityasmoro
NPM : 1407230199
Tempat/ Tanggal Lahir : Medan, 03 Desember 1996
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
Alamat : Jl. Prona 1 No.13 Padang Bulan Medan
Kecamatan : Medan Selayang
Kabupaten : Medan Kota
Provinsi : Sumatera Utara
Nomor HP : 085834348758
E-mail : azharwadityasmoro@gmail.com
Nama Orang Tua
Ayah : Mulyono
Ibu : Dewi Rahayu

PENDIDIKAN FORMAL

2002 -2008 : SDN 064024
2008-2011 : Yayasan Swasta Nurcahaya
2011-2014 : SMK Negeri 2 Medan
2014-2019 : Mengikuti Pendidikan S1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas
Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

