

**ANALISIS FRAKTUR MATERIAL MORTAR BERBENTUK
CAKRAM PADA TAKIK V DENGAN LUBANG DI
UJUNGNYA AKIBAT BEBAN DINAMIS**

SKRIPSI

OLEH:

**HERWIN MARTO PANAHTATAN SIBURIAN
208130053**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2025**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 23/2/26

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)23/2/26

HALAMAN JUDUL

ANALISIS FRAKTUR MATERIAL MORTAR BERBENTUK CAKRAM PADA TAKIK V DENGAN LUBANG DI UJUNGNYA AKIBAT BEBAN DINAMIS

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

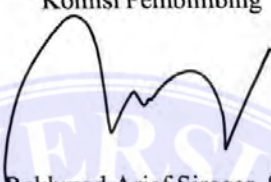
Oleh:
HERWIN MARTO PANAHAATAN SIBURIAN
208130053

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2025**

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Proposal : Analisis Fraktur Material Mortar Berbentuk
Cakram pada Takik V dengan Lubang di
Ujungnya Akibat Beban Dinamis
Nama Mahasiswa : Herwin Marto Panahatan Siburian
NIM : 208130053
Fakultas : Teknik Mesin

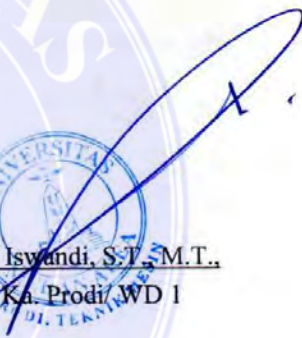
Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing


Dr. Eng. Rakhmad Arief Siregar, ST., M.Eng.

Pembimbing


Dr. Eng. Supriatno, S.T., M.T.,

Dekan


Dr. Iswandi, S.T., M.T.,

Ka. Prodi/ WD 1

Tanggal Lulus : 5 Agustus 2025

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai sorma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, (5 Agustus 2025)



Herwin Marto Panahatan Siburian

208130053

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Herwin Marto Panahatan Siburian
Npm : 208130053
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul: Analisis Fraktur Material Mortar Berbentuk Cakram Pada Takik V Dengan Lubang Di Ujungnya Akibat Beban Dinamis.

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non eksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, merawat, mempublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan
Pada tanggal : 5 Agustus 2025
Yang Menyatakan



(Herwin Marto Panahatan Siburian)

ABSTRAK

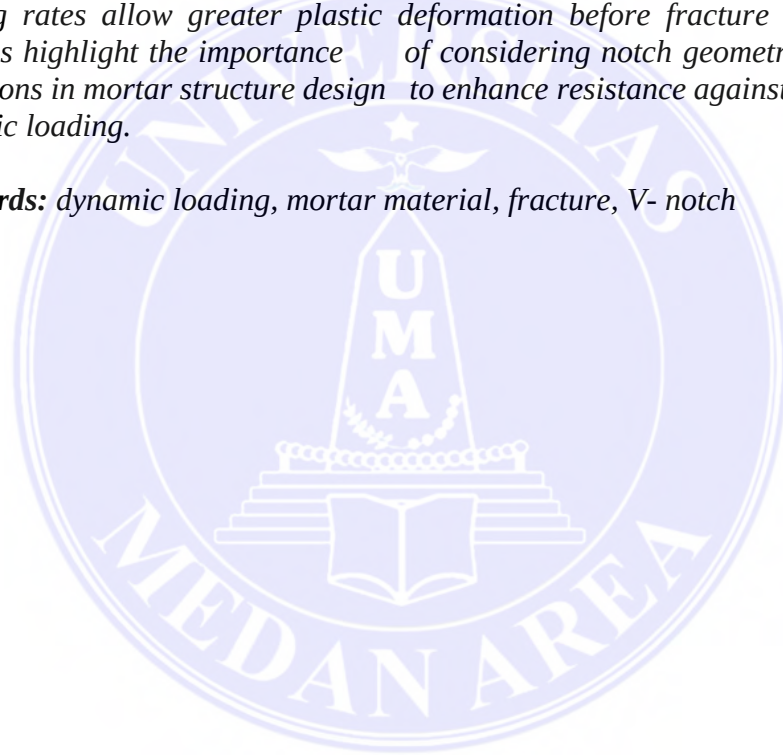
Industri manufaktur terus mengembangkan bahan mortar yang lebih kuat dan tahan terhadap tekanan mekanis, mirip dengan pengembangan material teknik lainnya. Penelitian ini menyelidiki perilaku fraktur pada material mortar berbentuk cakram dengan takik V dan lubang di ujungnya di bawah beban dinamis. Geometri spesifik ini dipilih untuk memahami pengaruh konsentrasi tegangan yang diakibatkan oleh takik dan lubang terhadap inisiasi dan propagasi retak. Metodologi penelitian melibatkan pengujian eksperimental dengan variasi ukuran panjang takik serta lubang untuk mengevaluasi ketangguhan fraktur material mortar. Hasil menunjukkan bahwa peningkatan ukuran takik dan lubang secara signifikan meningkatkan konsentrasi tegangan, yang berpotensi menurunkan ketangguhan fraktur material. Selain itu, laju pembebanan yang lebih tinggi cenderung menyebabkan fraktur getas dengan deformasi plastis minimal, sedangkan laju pembebanan yang lebih rendah memungkinkan deformasi plastis lebih besar sebelum terjadinya fraktur. Temuan ini menegaskan pentingnya mempertimbangkan ketangguhan patah dan kondisi pembebanan dalam desain struktur mortar untuk meningkatkan ketahanan terhadap kegagalan akibat beban dinamis.

Kata kunci : beban dinamis, fraktur, material mortar, takik V

ABSTRACT

The manufacturing industry continues to develop stronger mortar materials that are resistant to mechanical stress, similar to advancements in other engineering materials. This study investigates the fracture behavior of disc-shaped mortar material with a V-notch and an end hole under dynamic loading. This specific geometry was chosen to understand the effect of stress concentration caused by the notch and hole on crack initiation and propagation. The research methodology involves experimental testing with variations in notch length and hole size to evaluate the fracture toughness of the mortar material. The results indicate that increasing the notch and hole size significantly enhances stress concentration, potentially reducing the material's fracture toughness. Additionally, higher loading rates tend to cause brittle fracture with minimal plastic deformation, whereas lower loading rates allow greater plastic deformation before fracture occurs. These findings highlight the importance of considering notch geometry and loading conditions in mortar structure design to enhance resistance against failure due to dynamic loading.

Keywords: dynamic loading, mortar material, fracture, V- notch

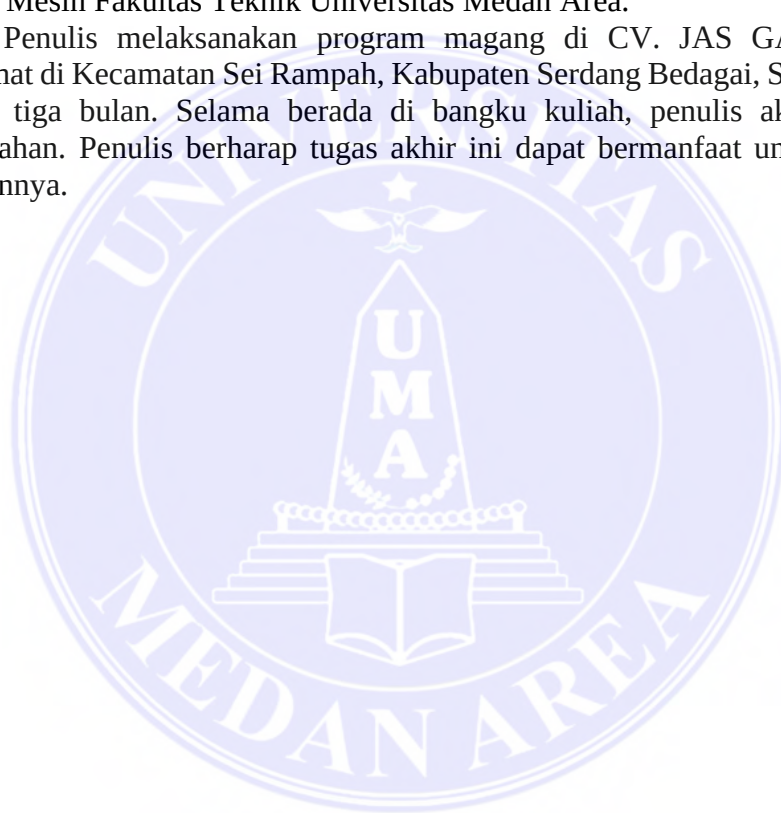


RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Lumban Barat, pada tanggal 16 Juli 2002 dari pasangan Bapak Hetler Siburian dan Ibu Elfrida Sianturi. Penulis merupakan anak keempat dari empat bersaudara. Penulis bertempat tinggal di Jl Solagratia, Kecamatan Paranginan, Kabupaten Humbang Hasundutan, Kelurahan Lumban Barat, Sumatera Utara.

Pada tahun 2008 penulis memulai pendidikan formal di SD Negeri 174534 Paranginan. Selanjutnya pada tahun 2014 penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 1 Paranginan. Kemudian pada tahun 2017 melanjutkan Pendidikan di SMA 1 Paranginan. Pada tahun 2020 penulis terdaftar menjadi mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Penulis melaksanakan program magang di CV. JAS GARAGE yang beralamat di Kecamatan Sei Rampah, Kabupaten Serdang Bedagai, Sumatera Utara selama tiga bulan. Selama berada di bangku kuliah, penulis aktif mengikuti perkuliahan. Penulis berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat untuk penelitian kedepannya.



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah menyertai selama proses penulisan skripsi ini, tanpa bimbingan, kekuatan, dan kasih setia-Nya, saya tidak akan mampu menyelesaikan semua tantangan yang ada. Skripsi ini merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi bagi setiap mahasiswa Universitas Medan Area untuk menyelesaikan pendidikan dengan mendapatkan gelar Sarjana di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

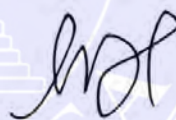
Dalam Penulisan skripsi ini banyak kendala yang penulis alami, namun berkat bantuan moral dan material dari berbagai pihak, maka proposal ini dapat diselesaikan, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih :

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng., M.Sc., selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak Dr.Eng. Supriatno, ST., MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Bapak Dr. Iswandi, ST., MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area.
4. Bapak Ir. Tino Hermanto, ST., M. Sc., IPP. selaku Kabid. Pembelajaran & Sistem Informasi Akademik Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area.
5. Bapak Dr.Eng. Rakhmad Arief Siregar ST, M. Eng, selaku Dosen Pembimbing.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen program studi Teknik Mesin dan pegawai Fakultas Teknik di Universitas Medan Area.
7. Kedua orang tua tercinta, Bapak Hetler Siburian dan Ibu Elfrida Sianturi yang selalu memberi dukungan, berupa moral dan materi serta doa yang tak pernah putus kepada penulis dalam melakukan penulisan skripsi ini.

8. Teman-teman Teknik Mesin Angkatan 20 kelas malam yang senantiasa membantu dan mendukung penulis dalam mengerjakan skripsi ini.
9. Terima kasih buat abang kandung saya Henri Warnek Siburian yang selama perkuliahan sejak 2020 menjadi donatur.
10. *Last but not least, I wanna thank me, I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing all these hard work, I wanna thank me for having no days off, I wanna thank me for never quitting, I wanna thank me for always being a giver and trying give more than i receive, I wanna thank me for trying to do more right than wrong, I wanna thank me for just being me at all times.*

Penulis berusaha untuk memberikan yang terbaik, tetapi penulis menyadari sebagai seorang manusia tentunya tidak luput dari segala kesalahan. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis meminta maaf jika dalam skripsi ini masih terdapat berbagai kesalahan dan kekurangan. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak.

Penulis



Herwin Marto Panahatan Siburian

NPM. 208130053

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR NOTASI	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Hipotesis Penelitian	2
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Analisis Fraktur	4
2.2. Mortar	8
2.3. Uji Impak.....	17
2.4. Cakram	27
2.5. Beban Dinamis	32
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	35
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	35
3.2. Alat dan Bahan	36
3.3. Metode Penelitian.....	43
3.4. Populasi dan Sampel	44
3.5. Prosedur Kerja	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	48

4.1	Hasil.....	48
4.2.	Pembahasan	51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		69
5.1.	Kesimpulan.....	69
5.2.	Saran	69
DAFTAR PUSTAKA		70



DAFTAR TABEL

Table 3.1. Jadwal waktu dan kegiatan	35
Table 3.2. Jumlah Spesimen yang akan di uji.....	44
Table 4.1. Hasil Pengujian Dinamis.....	63
Table 4.2. Hasil Tegangan	65
Table 4.3. Hasil Analisis	66



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Perpatahan Ulet	6
Gambar 2.2.	Perpatahan Getas	7
Gambar 2.3.	Perpatahan campuran	8
Gambar 2.4.	Mortar Semen <i>Portland</i>	10
Gambar 2.5.	Mortar <i>Lime</i>	11
Gambar 2.6.	Mortar Campuran	11
Gambar 2.7.	Mortar Polimer	12
Gambar 2.8.	Mortar <i>Fiber-Reinforced</i>	13
Gambar 2.9.	<i>Split Hopkinson Pressure Bar</i>	21
Gambar 2.10.	Uji impak Jatuh Bebas	23
Gambar 2.11.	Metode <i>Izod</i>	25
Gambar 2.12.	Metode <i>Charpy</i>	26
Gambar 2.13.	Cakram Logam.....	30
Gambar 2.14.	Cakram Keramik	30
Gambar 2.15.	Cakram Komposit	31
Gambar 2.16.	Cakram Abrasif	31
Gambar 2.17.	Cakram Plastik atau Polimer.....	32
Gambar 3.1.	Mesin Uji Statis.....	36
Gambar 3.2.	Mesin Uji Impak Batang	36
Gambar 3.3.	Cetakan.....	38
Gambar 3.4.	Mixer	39
Gambar 3.5.	Baskom plastik	39
Gambar 3.6.	<i>Picoscope</i>	40
Gambar 3.7.	<i>Strain Gauge</i>	40
Gambar 3.8.	Timbangan digital.	41
Gambar 3.9.	Bubuk Semen	41
Gambar 3.10.	Pasir sungai	42
Gambar 3.11.	Air.....	42
Gambar 3.12.	Gambar Teknik Spesimen 2D	45
Gambar 3.13.	Diagram Alir Pembuatan Spesimen	46
Gambar 3.14.	Diagram Alir Proses Pengujian	46
Gambar 3.15.	Diagram Alir Penelitian	47
Gambar 4.1.	Spesimen Material Mortar.....	50
Gambar 4.2.	Spesimen Setelah Di Uji	50
Gambar 4.3.	Spesimen Setelah Pengujian Beban Dinamis.....	51
Gambar 4.4.	Grafik Hasil Pengujian Variasi 1 MM	52
Gambar 4.5.	Grafik Hasil Pengujian Variasi 2 MM	52
Gambar 4.6.	Grafik Hasil Pengujian Variasi 4 MM	52
Gambar 4.7.	Grafik Tegangan.....	53
Gambar 4.8.	Grafik Regangan	55

Gambar 4.9. Grafik Modulus Elastisitas	56
Gambar 4.10. Grafik Ketangguhan Patah/Retak.....	58
Gambar 4.11. Grafik Tegangan Terhadap Waktu Dengan Tekanan Udara 2 Bar	60
Gambar 4.12. Grafik Tegangan Terhadap Waktu Dengan Tekanan Udara 1 Bar	61
Gambar 4.13. Grafik Tegangan Terhadap Waktu Dengan Tekanan Udara 0,5 Bar	62
Gambar 4.14. Grafik Regangan Dengan Pengujian Dinamis	63
Gambar 4.15. Grafik Tegangan Pengujian Beban Dinamis.....	64
Gambar 4.16. Grafik KiC Hasil Pengujian Beban Dinamis.....	65
Gambar 4.17. Grafik Perbedaan Pengujian Statis Dan Dinamis.....	67



DAFTAR NOTASI

Notasi		Satuan
σ	= Tegangan	(a)
A	= Luas penampang	(mm ²)
F	= Gaya (beban)	(Kgf)
ε	= Regangan	
l_0	= Panjang awal	(mm)
l_i	= Panjang akhir	(mm)
ΔL	= Pertambahan panjang	(mm)
E	= Modulus elastisitas	(MPa)
t	= Waktu	(μ s)
A_s	= Luas penampang specimen	(mm ²)
l_o	= Panjang awal spesimen	(mm)
e_0	= Output voltage baterai	(v)
E	= Baterai	(v)
Ks	= Gage factor pada strain gauge	
ε_0	= Regangan	

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Material mortar merupakan komponen penting dalam konstruksi bangunan, digunakan sebagai bahan pengikat bata, beton, dan elemen konstruksi lainnya. Kekuatan dan ketahanan mortar terhadap beban sangat berpengaruh pada kestabilan dan keamanan struktur bangunan. Dalam berbagai situasi, struktur yang menggunakan mortar dapat mengalami beban dinamis, seperti gempa bumi, ledakan, atau benturan keras (Qiu et al., 2021). Oleh karena itu, pemahaman tentang perilaku fraktur mortar di bawah beban dinamis menjadi sangat penting untuk memastikan keandalan struktur yang dibangun.

Analisis fraktur material mortar berbentuk cakram dengan takik V pada beban dinamis memberikan wawasan yang lebih mendalam mengenai perilaku retak dan ketahanan material terhadap kondisi ekstrem. Penggunaan spesimen cakram bertakik V memungkinkan identifikasi lokasi dan pola retakan yang lebih terfokus, sekaligus memudahkan penentuan konsentrasi tegangan. Takik V berfungsi sebagai titik awal fraktur, yang menyerupai cacat atau ketidaksempurnaan alami dalam material, sehingga memberikan simulasi yang lebih realistis terhadap situasi di lapangan. Pengujian beban dinamis pada mortar dapat dilakukan menggunakan.

Mesin Hopkinson, yang dikenal efektif dalam mensimulasikan kondisi tekanan tinggi dan laju regangan tinggi. Dengan menggunakan *Split Hopkinson Pressure Bar (SHPB)*, dapat dianalisis bagaimana mortar berbentuk cakram dengan

takik V berperilaku di bawah kondisi beban yang tiba-tiba dan intens (Guo et al., 2015). Ini sangat relevan dalam konteks struktur yang mungkin mengalami tekanan mendadak akibat bencana atau kecelakaan.

1.2. Perumusan Masalah

Bagaimana cara menganalisis fraktur material mortar berbentuk cakram pada takik V dengan lubang di ujungnya akibat beban dinamis.

1.3. Tujuan Penelitian

1. Membuat spesimen uji impact batang material mortar berbentuk cakram pada takik V dengan lubang di ujungnya akibat beban dinamis.
2. Menguji spesimen uji impact batang material mortar berbentuk cakram pada takik V dengan lubang di ujungnya akibat beban dinamis.
3. Analisis fraktur material mortar berbentuk cakram pada takik V dengan lubang di ujungnya akibat beban dinamis.

1.4. Hipotesis Penelitian

Pada material mortar berbentuk cakram yang memiliki takik V dengan lubang di ujungnya, beban dinamis cenderung menghasilkan fraktur awal di sekitar area lubang tersebut karena konsentrasi tegangan yang tinggi. Konsentrasi tegangan ini dipengaruhi oleh geometri takik dan sifat material mortar yang relatif getas. Seiring bertambahnya intensitas beban dinamis, pola retakan yang terbentuk akan mengikuti lintasan tegangan maksimum, mengakibatkan kegagalan fraktur yang diprediksi terjadi lebih cepat dibandingkan material yang tidak memiliki takik atau lubang.

1.5. Manfaat Penelitian

- a. Penelitian ini memberikan kontribusi penting terhadap ilmu material dan mekanika fraktur. Hasil dan temuan penelitian dapat digunakan sebagai referensi dalam pendidikan tinggi, membantu mahasiswa/i dan peneliti lain memahami fenomena kompleks yang terkait dengan fraktur material mortar.
- b. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan pengetahuan kepada pembaca tentang uji impak terhadap material mortar berbentuk cakram pada takik V akibat beban dinamis.
- c. Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan pengetahuan kepada pembaca mengenai bagaimana material mortar bereaksi terhadap beban dinamis dapat membantu dalam pengembangan material yang lebih kuat dan tahan lama.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Analisis Fraktur

Fraktur material adalah fenomena yang signifikan dalam bidang teknik mesin, karena menentukan kegagalan struktural suatu komponen yang beroperasi di bawah beban (Meyers, 1994). *Fatigue* atau lelah merupakan bentuk dari kegagalan yang terjadi pada struktur yang disebabkan karena beban dinamik yang berfluktuasi dibawah kekuatan luluhnya yang terjadi dalam waktu yang lama dan berulang-ulang. Retak *fatigue* biasanya bermula dari permukaan yang merupakan tempat beban berkonsentrasi. *Fatigue* menyerupai patah getas yaitu ditandai dengan deformasi plastis yang sangat sedikit. Proses terjadinya *fatigue* ditandai dengan retak awal, perambatan retak dan patah akhir (Aji & Nugroho, 2018)

Analisis fraktur material melibatkan studi mendalam mengenai mekanisme pecahnya material di bawah berbagai kondisi beban, baik statis maupun dinamis (Berto et al., 2013). Dalam konteks teknik mesin, fraktur bisa terjadi pada berbagai jenis material, seperti logam, keramik, polimer, dan komposit. Setiap jenis material, baik logam, non-logam, polimer, maupun keramik, memiliki perilaku yang unik saat mengalami fraktur di bawah pengaruh beban dinamis. (Torabi & Amininejad, 2015). Ketangguhan patah adalah kemampuan material untuk menahan penyebaran cacat di bawah tekanan. Ketangguhan patah dapat diukur dengan melakukan pengujian *fracture toughness* (K_{1c}). Pengujian *fracture toughness* (K_{1c}) bertujuan untuk mengetahui ketangguhan terhadap retak pada specimen. Nilai *fracture toughness* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.1.

$$K_{IC} = \frac{\sqrt{2\pi \cdot \rho^{1-\lambda}} (1+\lambda+\phi_1(\gamma) \cdot \sigma_{max})}{g_1+g_2+g_3+g_4} \dots\dots\dots (2.1)$$

$$\sigma = \varepsilon \times \varepsilon_o$$

Dimana : ρ = Diameter lubang

λ = Parameter eksponen

$\phi_1(\gamma)$ = Faktor koreksi

ε_o = Output Voltase (Volt)

ε_o = Rengangan

E = Voltase USB (5 Volt)

K_s = Faktor Koreksi (1,2)

2.2.1. Jenis-jenis patahan

Perpatahan pada suatu komponen baik yang diakibatkan oleh beban dinamis maupun beban statis biasanya dimulai dari posisi yang paling rentan yaitu di daerah yang mengalami konsentrasi tegangan paling besar atau jika materialnya tidak homogen, maka retak dan patah dimulai di daerah yang materialnya paling lemah. Konsentrasi tegangan bisa timbul karena disain yang mengandung sudut tajam, ulir, takikan perubahan diameter yang besar. Selain itu konsentrasi tegangan juga dapat dihasilkan oleh perlakuan panas, proses pengubahan bentuk, pengerjaan mesin atau karena cacat misalnya adanya rongga, porositas dan inklusi. Patahan material adalah fenomena ketika suatu bahan atau material mengalami kerusakan atau retakan akibat tegangan atau tekanan yang melebihi batas kekuatan material tersebut. Perpatahan impact digolongkan menjadi 3 jenis, yaitu :

1. Perpatahan ulet (*Ductile Fracture*)

Patahan ulet merupakan patah yang diakibatkan beban statis yang diberikan pada material, jika beban dihilangkan maka penjalaran retak akan berhenti (Azwinur et al., 2020). Patah ulet ini ditandai dengan penyerapan energi disertai

dengan penyerapan energi disertai adanya deformasi plastis yang cukup besar di sekitar patahan, sehingga permukaan patahan Nampak kasar, beserabut (*fibrous*), dan berwarna kelabu. Selain itu, komposisi material juga mempengaruhi jenis patahan yang dihasilkan, jadi bukan karena pengaruh beban saja. Biasanya patah ulet terjadi pada material berstruktur banit yang merupakan baja dengan karbon yang rendah. Patahan ini terjadi ketika suatu material mampu mengalami deformasi plastis yang signifikan sebelum akhirnya mengalami kerusakan total. Hal ini ditandai dengan permukaan patahan berserat yang berbentuk dimpel yang menyerap cahaya dan memiliki tampilan buram. Patah ulet terjadi apabila material logam pada saat akan patah mengalami deformasi plastis yang cukup besar, penampang melintang di daerah patahan biasanya berkurang karena penipisan (*necking*), terjadi patahan retak berjalan lambat. Dapat kita lihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Perpatahan Ulet

2. Perpatahan getas (*Granular Fracture*)

Patahan getas ialah fenomena patah pada material yang diawali terjadinya retakan secara cepat dibandingkan patah ulet tanpa deformasi plastis terlebih dahulu dan dalam waktu yang singkat (Azwinur et al., 2020). Dalam kehidupan nyata,

peristiwa patah getas lebih berbahaya daripada payah ulet karena terjadi tanpa disadari begitu saja. Biasanya pada getas terjadi pada material berstruktur martensit, atau material yang memiliki komposisi karbon yang sangat tinggi sangat kuat tetapi rapuh. Jenis patahan yang dihasilkan oleh mekanisme pembelahan (*cleavage*) pada butir-butir dari bahan yang rapuh.

Fraktur getas menjadi lebih kritis ketika komponen rekayasa mengandung diskontinuitas seperti retakan, takik, inklusi, goresan. Hal ini karena diskontinuitas tersebut merupakan sumber konsentrasi tegangan dan karenanya secara signifikan menurunkan kekuatan komponen (Internasional et al., 2015). Hal ini ditandai dengan permukaan patahan yang datar dan mampu memberikan daya pantul cahaya yang tinggi. Patah getas memiliki ciri yang berbeda dengan perpatahan ulet, pada saat akan patah tidak mengalami perubahan bentuk plastis atau pengecilan penampang, dapat dilihat pada gambar 2.2.



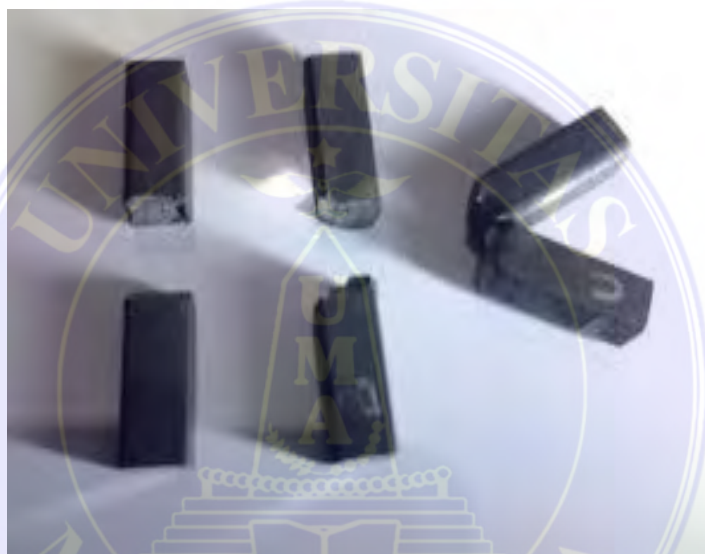
Gambar 2.2. Perpatahan Getas

3. Perpatahan Campuran (berserat dan *granular*)

Merupakan kombinasi dua jenis perpatahan di atas. Informasi lain yang dapat dihasilkan dari pengujian impak adalah temperatur transisi bahan. Temperatur transisi adalah temperatur yang menunjukkan transisi perubahan jenis perpatahan suatu bahan bila diuji pada temperatur yang berbeda-beda(Yopi

Handoyo, 2018). Karena sifatnya yang tidak sepenuhnya dapat diprediksi, perpatahan campuran menjadi perhatian penting dalam analisis kegagalan.

Perpatahan campuran terjadi ketika suatu material menunjukkan perilaku deformasi plastis sebelum patah, namun juga memiliki ciri-ciri keretakan cepat dan mendadak. Perpatahan ini biasanya terjadi ketika sebuah material mengalami tekanan atau beban yang melebihi batas kekuatannya, menyebabkan keretakan atau kerusakan yang diinginkan, dapat kita lihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3. Perpatahan campuran

2.2. Mortar

Mortar paling awal yang diketahui digunakan oleh orang Mesir kuno dan dibuat dari gipsum (Kristiawan et al., 2018). Bentuk ini pada dasarnya merupakan campuran plester dan pasir dan cukup lembut. Ini digunakan pada pertengahan abad kesembilan belas, sebagai bagian dari upaya pengembangan ilmiah mortar yang lebih kuat daripada yang ada pada saat itu. Itu dipopulerkan pada akhir kesembilan belas abad.

Mortar adalah bahan konstruksi yang sangat penting, berfungsi sebagai pengikat antara elemen struktural seperti batu bata dan blok (Qiu et al., 2021). Dalam dunia teknik mesin, pemilihan jenis material mortar menjadi aspek kritis yang mempengaruhi kekuatan, daya tahan, dan fungsionalitas bangunan. Berikut standar umum campuran mortar menurut SNI 03-6882-2002 dan praktik di lapangan atau laboratorium : Jenis mortar perbandingan campuran (Semen : Pasir : Air). Mortar khusus (struktur) 1 : 2 – 1 : 4 + aditif tergantung kebutuhan kekuatan tekan.

Dengan beragam jenis mortar yang tersedia, penting bagi insinyur dan arsitek untuk memilih jenis yang paling sesuai dengan kebutuhan spesifik proyek. Pemahaman yang mendalam tentang sifat dan karakteristik masing-masing jenis mortar akan membantu dalam menciptakan struktur yang lebih aman, tahan lama, dan efisien. Terdapat beberapa jenis material mortar yang umum digunakan, di antaranya :

1. Mortar Semen *Portland*

Mortar yang dihasilkan dari semen ini memiliki kemampuan adhesi yang tinggi dan ketahanan terhadap berbagai kondisi cuaca. Kelebihan ini menjadikannya bahan yang ideal untuk konstruksibaik didalam maupun luar ruangan. pembuatan semen *Portland* ini dimulai dengan pemilihan bahan baku berkualitas, Semen *Portland* yang harus memenuhi standar tertentu untuk memastikan kekuatan dan ketahanan. Agregat halus yang digunakan, seperti pasir, harus bersih, dan bebas dari kotoran yang dapat mengurangi daya rekat. Campuran untuk semen ini semen, agregat, dan air. Sehingga mortar dapat

mongering dengan baik dan memiliki daya tahan yang lama. Dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4. Mortar Semen *Portland*

2. Mortar *Lime*

Mortar ini mengandung kapur dan dikenal karena fleksibilitas dan kemampuan untuk beradaptasi terhadap gerakan struktur. Kelebihannya adalah kemampuannya dalam mengatur kelembapan. Kegunaan utama mortar lime ialah dalam pengikat dalam pembuatan struktur dan komponen yang memerlukan sifat elastis. Misalnya ,dalam konstruksi mesin yang membutuhkan sambungan yang dapat menyerap getaran, dengan sifat-sifat uniknya yang memungkinkan fleksibilitas,ketahan terhadap korosi, dan kemudahan aplikasi, mortar lime menjadi solusi yang efektif untuk berbagai tantangandalam dunia teknik. Dapat kita lihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5. Mortar *Lime*

3. Mortar Campuran

Merupakan kombinasi dari berbagai bahan pengikat, agregat, dan adiktif yang digunakan dalam konstruksi untuk memberikan kekuatan dan daya rekat. Mortar ini memiliki peranan penting dalam memiliki ketahanan yang tinggi dan sifat mekanik yang optimal. Dalam industri otomotif mortar campuran juga dapat digunakan dalam penyambungan dan pelapisan komponen. Misalnya, dalam proses perakitan kendaraan, mortar ini dapat berfungsi sebagai pengikat bagian-bagian logam, memberikan kekuatan sambungan yang diperlukan untuk menahan tekanan dan getaran. Dapat kita lihat pada gambar 2.6

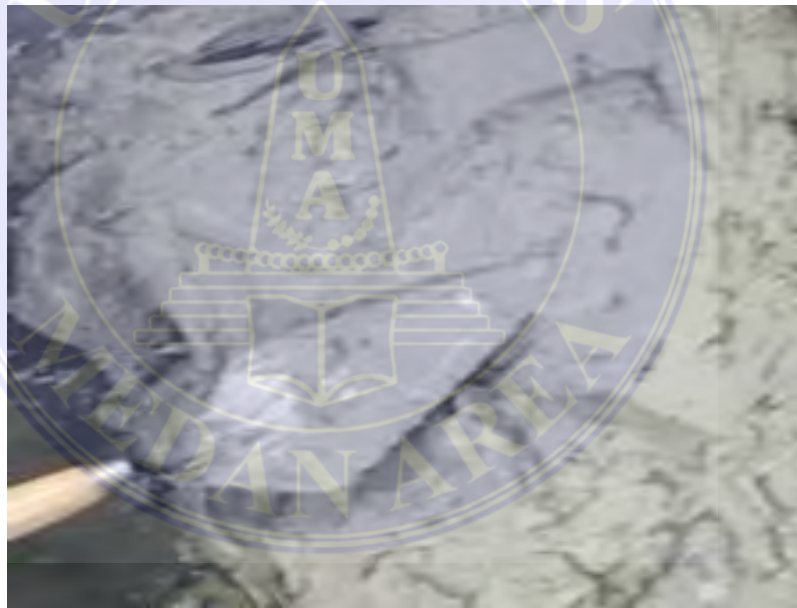


Gambar 2.6. Mortar Campuran

4. Mortar Polimer

Mortar ini ditambahkan polimer untuk meningkatkan daya rekat dan fleksibilitas. Mortar polimer memiliki beragam kegunaan yang signifikan. Mortar ini digunakan untuk menyambung dan memperbaiki komponen mesin berbahan beton ataupun logam, memberikan daya rekat yang kuat dan memperpanjang umur pakai.

Mortar polimer berperan sebagai pelapis anti korosi, melindungi permukaan logam dari kerusakan akibat lingkungan yang keras. Mortar ini berfungsi sebagai isolator termal dan akustik, meningkatkan stabilitas dan mengurangi kebisingan pada mesin. Dapat kita lihat pada gambar 2.7



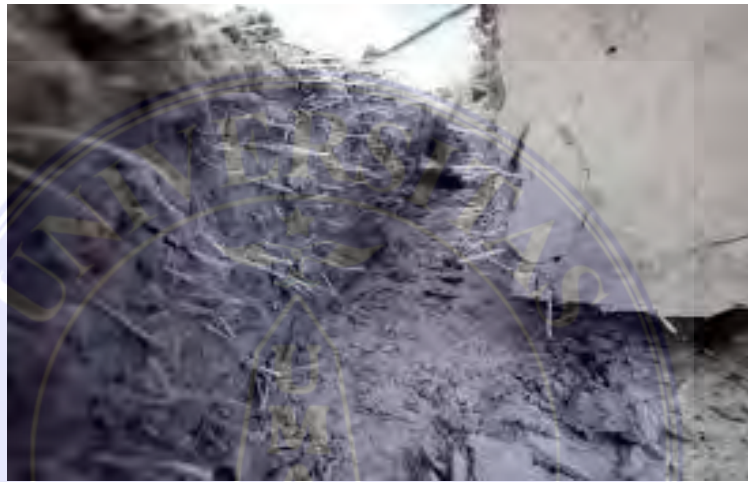
Gambar 2.7. Mortar Polimer

5. Mortar *Fiber-Reinforced*

Penambahan serat, baik organik maupun anorganik, ke dalam mortar dapat meningkatkan ketahanan terhadap retak dan memperbaiki sifat elastisitas. Dalam teknik mesin mortar ini memiliki beberapa kegunaan penting, yaitu penambahan

serat memberikan ketahanan terhadap retak dan deformasi sehingga cocok untuk aplikasi yang membutuhkan daya tahan tinggi.

Mortar ini dapat digunakan dalam struktur pendukung dan pelapisan pada mesin, meningkatkan daya tahan terhadap beban dinamis. Sifat elastisitas mortar ini serat membantu menyerap getaran, yang berkontribusi pada pengurangan kebisingan dan kenyamanan tingkat operasional. Dapat kita lihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8. Mortar *Fiber-Reinforced*

2.2.1. Sifat-sifat mortar

Telah dilakukan penelitian mengenai analisa pengaruh penambahan variasi bubuk andesit terhadap karakteristik kuat tekan mortar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan bubuk andesit terhadap sifat dan kekuatan mortar yang ditambahkan dalam campuran mortar dengan membandingkan mortar tanpa penambahan bubuk andesit. Komposisi variasi bubuk andesit yang ditambahkan yaitu berturut-turut 10%, 20%, 30%, 40% dan 50% dari berat semen (Herullah et al., 2018).

Material mortar merupakan elemen penting dalam konstruksi yang berfungsi sebagai pengikat antara elemen struktur. Pemahaman mengenai sifat-sifat

material mortar sangat krusial dalam teknik mesin dan rekayasa sipil, karena sifat-sifat ini mempengaruhi kinerja, daya tahan, dan keamanan struktur. Fleksibilitas juga menjadi karakteristik yang tak kalah penting. Mortar yang fleksibel mampu menyerap perubahan dan pergeseran yang terjadi akibat variasi suhu atau beban, sehingga mengurangi resiko retak pada struktur, dimana komponen sering mengalami fluktuasi beban, sifat ini sangat krusial untuk menjaga integritas bangunan. Berikut sifat-sifat pada mortar

1. Kekuatan Tekan

Kuat tekan beton merupakan sifat yang paling penting pada beton. Kekuatan beton dipengaruhi kualitas material dasar, perbandingan mix design, metode pembuatan, hingga tahap perawatan beton. (Purwanto et al., 2018) Salah satu sifat utama mortar adalah kekuatan tekan. Mortar yang baik harus memiliki kekuatan yang cukup untuk menahan beban struktural. Kekuatan tekan mortar dipengaruhi oleh rasio campuran semen dan agregat, serta kondisi curing. Kekuatan yang tinggi diperlukan untuk mencegah kerusakan akibat beban eksternal, kekuatan ini biasanya diukur dalam satuan megapascals dan dapat bervariasi tergantung pada komposisi material, rasio campuran dan metode pengolahan.

2. Daya Rekat

Ini adalah aspek krusial dalam teknik mesin, terutama dalam konteks perbaikan dan penyambungan komponen. Daya rekat yang tinggi memastikan bahwa mortar dapat secara efektif melekat pada berbagai permukaan, seperti beton, logam, atau bahan komposit sehingga menghasilkan sambungan yang kuat dan stabil. Dengan demikian, pemahaman yang mendalam tentang daya rekat mortar memungkinkan

insinyur mesin untuk merancang solusi perbaikan yang lebih efektif, memastikan integritas structural dan umur pakai komponen mesin yang lebih lama.

3. Ketahanan Terhadap Air

Ketahanan terhadap air sangat penting untuk memastikan bahwa mortar tidak mengalami kerusakan akibat infiltrasi air. Dalam konteks pemeliharaan dan perbaikan struktur mesin. Mortar yang tahan air dirancang untuk mencegah penetrasi kelembapan yang dapat menyebabkan korosi, pelapukan, dan degradasi material lainnya. Ketahanan terhadap air dapat diacapai dengan menambahkan bahan aditif seperti polimer atau agen hidrofobik, yang meningkatkan sifat impermeabilitas mortar. Dengan demikian, mortar ini tidak hanya melindungi komponen yang diperbaiki, tetapi juga memastikan daya rekat tetap optimal, mencegah kerusakan lebih lanjut yang diakibatkan oleh kelembapan. Mortar tahan air juga menyegel sambungan antara elemen-elemen struktural, sehingga mengurangi resiko infiltrasi air yang dapat merusak sistem mekanis atau elektrik.

4. Elastisitas

Mortar harus memiliki elastisitas yang cukup untuk menyesuaikan dengan pergerakan struktur akibat beban dinamis dan perubahan suhu. Mortar yang terlalu kaku dapat menyebabkan retak pada sambungan. Kadar air dan teknik pengeringan juga berperan dalam menentukan sifat elastisitas mortar. Mortar yang optimal harus memiliki kelembapan yang tepat untuk mencapai kekuatan maksimum dan elastisitas yang diinginkan. Selain itu, pengujian modulus elastisitas menjadi langkah penting dalam evaluasi material, memastikan bahwa mortar dapat berfungsi sesuai dengan spesifikasi teknik yang diperlukann.

5. Sifat Termal

Sifat termal mortar, seperti konduktivitas termal dan koefisien ekspansi termal, juga mempengaruhi kinerjanya dalam berbagai kondisi. Pengujian sifat termal termasuk konduktivitas termal dan koefisien ekspansi termal, adalah langkah penting dalam pengembangan dan pemilihan material. Dengan memahami sifat-sifat ini, insinyur mesin dapat merancang solusi yang lebih efektif untuk masalah termal, memastikan kinerja optimal dalam berbagai kondisi operasional. Dengan demikian, sifat termal mortar bukan hanya sekedar fitur material, tetapi merupakan elemen kunci dalam merancang dan memproduksi mesin yang efisien dan tahan lama.

6. Ketahanan Terhadap Lingkungan

Mortar harus tahan terhadap kondisi lingkungan yang ekstrem, seperti suhu tinggi, bahan kimia, dan siklus pembekuan-pencairan. Ketahanan terhadap kelembaban adalah salah satu karakteristik penting, karena paparan air dapat menyebabkan korosi dan degradasi material. Di sisi lain dalam lingkungan yang sangat kering, mortar juga harus mampu mempertahankan integritasnya tanpa mengalami retak. Paparan bahan kimia seperti asam atau basa dapat menyebabkan kerusakan pada mortar. Oleh karena itu, dilakukan pemilihan bahan baku yang tepat dan penerapan teknik perlindungan, seperti penggunaan bahan tambahan, yang dapat meningkatkan ketahanan terhadap korosi kimia. Memahami sifat-sifat ini sangat penting untuk merancang mortar yang sesuai dengan kebutuhan spesifik proyek, serta memastikan keamanan dan daya tahan struktur. Inovasi dalam material mortar dan teknik pengujian dapat membuka jalan bagi pengembangan produk yang lebih unggul.

2.3. Uji Impak

Pengujian impak merupakan cara yang tepat dalam memahami sifat mekanis material, khususnya ketangguhan dan responsnya terhadap beban dinamis (Elektro et al., 2023). Metode yang telah menjadi standar untuk uji impak ini ada 2, yaitu uji impak metode *Charpy* dan metode *Izod*. Metode *charpy* banyak digunakan di Amerika Serikat, sedangkan metode *izod* lebih sering digunakan di sebagian besar dataran Eropa. Batang uji metode *charpy* memiliki spesifikasi, luas penampang 10 mm x 10 mm, takik berbentuk V. Proses pembebanan uji impak pada metode *charpy* dan metode *izod* dengan sudut 45°, kedalaman takik 2 mm dengan radius pusat 0.25 mm.

System pengujian impak adalah dengan mematahkan benda (*specimen*) uji, sehingga melalui pengujian tersebut akan didapatkan energi yang diserap. Uji impak bisa diartikan sebagai suatu tes yang mengukur kemampuan suatu bahan dalam menerima beban tumbuk yang diukur dengan besarnya energi yang diperlukan untuk mematahkan spesimen dengan ayunan (Harijono & Purwanto, 2017). Dengan memposisikan pendulum dengan ketinggian yang sudah di setting kemudian pendulum tersebut diayunkan menuju spesimen, maka akan terjadi patah pada sasaran yang sudah ditentukan, perhatikan gambar 1 yaitu mesin uji impak beserta komponen pendukungnya. Posisi nomor 1 (satu) adalah pendulum yang sedang menghantam benda uji, kemudian untuk nomor yang kedua adalah posisi awal pendulum sebelum pengujian, berat pendulum sekitar 15-25 kg tergantung dari kebutuhan pengujian, kemudian yang ke tiga adalah skala pembacaan hasil dari pengujian dan hasil energi yang diserap (Putra et al., 2023).

Dua metode ini juga memiliki perbedaan pada proses pembebanan. Uji impak adalah pengujian dengan menggunakan pembebanan yang cepat (*rapid loading*). Pada pembebanan cepat atau disebut juga beban impak, terjadi proses penyerapan energi yang besar dari energi kinetik suatu beban yang menumbuk ke spesimen. Proses penyerapan energi ini akan diubah dalam berbagai respon pada material seperti deformasi plastis, gesekan dan efek inersia. Dalam situasi seperti ini, perlu diketahui karakteristik pada material sehingga tidak terjadi kerusakan atau kegagalan (Fan et al., 2023). Proses uji impak biasanya dilakukan menggunakan alat yang disebut mesin uji impak, yang terdiri dari lengan ayun atau bandul yang dilepaskan untuk menumbuk sampel material. Selama pengujian, energi yang diserap oleh material saat terkena tumbukan dihitung dari perbedaan ketinggian bandul sebelum dan sesudah menumbuk sampel. Nilai energi yang diserap menunjukkan seberapa banyak energi yang mampu ditahan oleh material sebelum akhirnya mengalami patah atau retak. Hasil dari uji impak ini biasanya dinyatakan dalam satuan Joule (J).

Pengujian impak dapat mengungkap beberapa karakteristik material, seperti apakah material tersebut cenderung getas atau ulet. Material yang bersifat getas akan menyerap energi yang lebih sedikit sebelum patah, sedangkan material yang ulet mampu menyerap energi lebih banyak dan biasanya menunjukkan deformasi sebelum mengalami kerusakan. Misalnya, material seperti besi tuang cenderung lebih getas dibandingkan baja, sehingga baja lebih cocok untuk aplikasi yang memerlukan ketahanan terhadap benturan.

2.3.1. *Split Hopkinson Pressure Bar*

Split Hopkinson Pressure Bar 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 ditangguhkan dengan satu ujung yang melekat pada mekanisme peledakan dan ujung satunya dalam kontak magnetik dengan potongan waktu. Ketika ledakan terjadi di satu sisi, sebuah denyut nadi bergerak melalui batang yang tersuspensi dan berdampak pada potongan waktu. Pada ujung bebas dari antarmuka potongan-batang waktu, potongan waktu memisahkan dari bar dan terbang ke dalam mekanisme perangkat momentum.

Energi yang dicatat oleh perangkat momentum sesuai dengan energi dua kali panjang gelombang pulsa tekanan pada 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 (Numerik et al., 2018) .

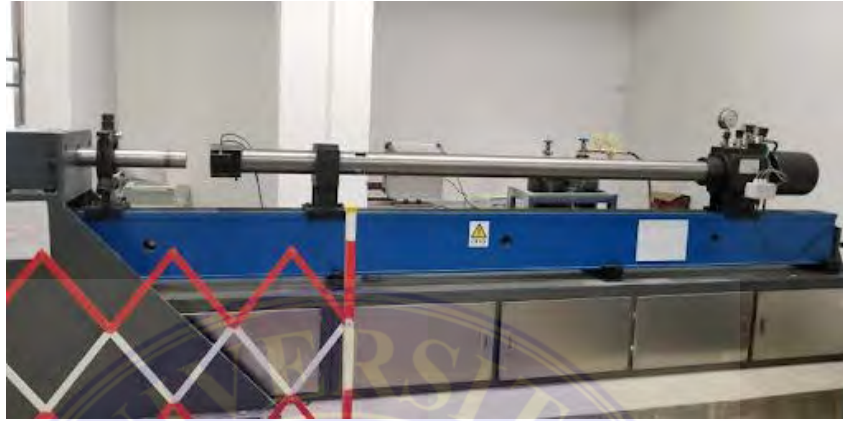
Split Hopkinson Pressure Bar atau biasa dikenal sebagai *Kolsky bar* ialah sebuah metode yang digunakan untuk mengetahui karakteristik dinamis suatu material pada kondisi strain rate tinggi (Guo et al., 2015). Metode *SHPB* yaitu dengan memanfaatkan tumbukan yang diberikan kepada sistem yang selanjutnya tumbukan tersebut akan menghasilkan gelombang yang melewati spesimen uji. Gelombang sebelum dan sesudah melewati spesimen uji ini yang selanjutnya

diukur dengan sistem instrumen yang menggunakan strain gages spesimen sebagai sensor dan dibandingkan sehingga didapatkan sifat dari spesimen tersebut. Pada umumnya *Split Hopkinson Pressure Bar* digunakan untuk material yang diperkirakan memiliki nilai regangan yang tinggi yaitu 10^2 - 10^4 s⁻¹ seperti logam, batuan, ataupun material komposit.

Split Hopkinson Pressure Bar pada umumnya memiliki empat komponen utama yaitu striker bar yang berfungsi untuk memberikan tumbukan, incident bar sebagai penghantar gelombang untuk melewati spesimen, spesimen uji, dan transmitted bar yang berfungsi untuk menerima gelombang setelah melewati spesimen. Metode pembebanan yang lebih umum digunakan pada *Split Hopkinson Pressure Bar* saat ini merupakan pembebanan dinamis, dimana penumbuk (*striker bar*) digunakan untuk memberikan gaya tumbukan pada incident bar. Tumbukkan oleh striker bar dapat menggunakan gas gun ataupun dengan metode bandul dengan memanfaatkan grafitasi sehingga kecepatan tumbukkan dapat diatur. Gaya tumbukkan yang diberikan oleh striker bar akan menghasilkan sinyal tegangan-regangan yang kemudian merambat dari *incident bar* menuju spesimen. Saat sinyal merambat sampai ujung yang bersentuhan dengan spesimen uji sebagian gelombang akan dipantulkan kembali di incident bar dan sebagian gelombang akan diteruskan melewati spesimen lalu ke transmission bar.

Secara keseluruhan, *Split Hopkinson Pressure Bar* adalah alat yang sangat berguna dalam studi mekanika bahan, terutama untuk memahami respons dinamis material dibawah tekanan ekstrem. Penggunaannya membantu dalam mendesain material yang lebih tahan benturan dan berkinerja tinggi, yang penting dalam pengembangan produk inovatif dan teknologi baru. Dengan berbagai kemajuan

dalam teknik pengukuran dan analisis, *Spilt Hopkinson Pressure Bar* menjadi alat penting dalam penelitian ilmiah dan rekayasa material diberbagai bidang industri. Dapat kita lihat pada gambar 2.9.



Gambar 2.9. *Split Hopkinson Pressure Bar*

SHPB (Split Hopkinson Pressure Bar) banyak digunakan dalam pengujian bahan – bahan seperti logam, polimer, komposit, dan material geologi. Beberapa aplikasi spesifiknya meliputi :

1. Pengujian material pada laju regangan tinggi seperti yang terjadi pada kecelakaan, ledakan, atau tumbukan
2. Karakterisasi dinamis material untuk keperluan militer, otomotif, dan aerospace.
3. Penelitian tentang deformasi plastis dan patah pada materi

2.3.2. Uji impak Jatuh Bebas

Pengujian impak jatuh bebas adalah pengujian dimana benda jatuh bebas dari keadaan mulamula diam kemudian bergerak dan mengalami pertambahan kecepatan selama benda tersebut jatuh (suci, 2019). Jika benda jatuh ke bumi dari ketinggian tertentu relatif kecil dibandingkan jari-jari bumi, maka benda mengalami

pertambahan kecepatan ke bawah dengan harga yang sama setiap detik. Hal ini berarti bahwa percepatan benda berkurang dengan harga yang sama jika sebuah benda ditembakkan ke atas kecepatannya berkurang dengan harga yang sama setiap detik dan perlambatan ke atasnya konstan.

Uji impak jatuh bebas adalah salah satu metode pengujian material yang digunakan untuk mengevaluasi ketahanan material terhadap beban dinamis atau tumbukan. Teknik ini penting dalam bidang teknik mesin karena dapat memberikan informasi kritis tentang perilaku material saat mengalami beban impak yang tiba-tiba, yang sering terjadi dalam aplikasi praktis seperti otomotif, penerbangan, dan infrastruktur.

Walau uji impak *charpy* dan *izod* yang paling sering digunakan, uji impak yang satu ini tak kalah penting perannya dalam sebuah penelitian. Uji impak jatuh bebas merupakan suatu pengujian untuk mensimulasikan kondisi operasi material yang sering ditemui dimana beban tidak selamanya terjadi secara perlahan-lahan melainkan datang secara tiba-tiba. Alat uji impak jatuh bebas ini memanfaatkan massa benda serta gaya gravitasi. Prosedur yang dilakukan dalam penelitian yang menggunakan alat uji impak jatuh bebas ini meliputi pengujian dan pengambilan data untuk mengetahui energi yang diserap, harga impak, momentum, *impuls*, dan ketangguhan pada material saat diberi beban kejut.

Salah satu penelitian mengenai alat uji impak jatuh bebas dibahas pada jurnal teknik mesin yang ditulis oleh Goodman Pakpahan, Muhammad Yusuf R.Siahaan, Rakhmad Arief Siregar dengan judul Perancangan alat uji impak anak panah jatuh bebas 2023, untuk menguji lembaran plastik dengan kapasitas 120 gr. Pengujian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh pembebanan impak jatuh

bebas pada plastik yang dijatuhkan dari ketinggian 0.66 m. langkah yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi pengujian dan pengambilan data untuk mengetahui energi yang diserap, harga impak, momentum, impuls, dan ketangguhan pada material baja struktur saat diberi beban kejut. Pada pengujian impak jatuh bebas ini, mempunyai jarak dan berat beban yaitu pada beban (m) = 30, 45, 60 gr dengan jarak ketinggian (h) = 0.66 m (Pakpahan et al., 2022). Dapat kita lihat pada gambar 2.10.



Gambar 2.10. Uji impak Jatuh Bebas

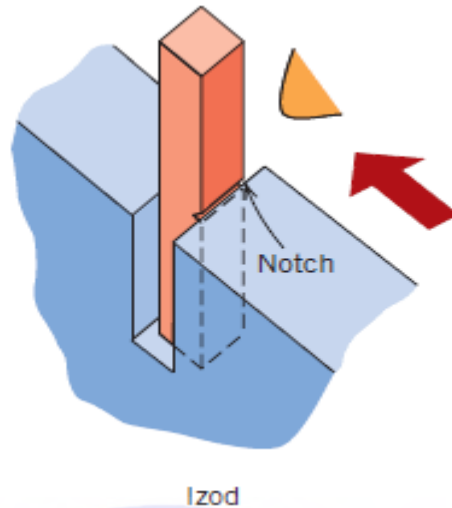
2.3.3. Metode *Izod*

Uji impak bandul *Izod* sering digunakan untuk mengukur ketahanan impak plastik. Spesimen uji agak mirip dengan spesimen takik V *Charpy* yang sering digunakan untuk menguji transisi getas-ulet pada baja struktural, tetapi dalam uji *Izod* spesimen bertakik berdiri dijepit dalam posisi vertikal, dan bandul menghantam spesimen yang dijepit di dekat ujung bebas. Menurut ASTM D256 spesimen plastik memiliki dimensi panjang, kedalaman, dan takik standar, tetapi

pengujian dilakukan dengan lebar spesimen yang berbeda, mulai dari lebar yang sama dengan kedalaman spesimen (penampang spesimen persegi) hingga lebar sekitar seperempat dari nilai tersebut. Spesimen dengan lebar kecil memberikan deformasi dalam kondisi di dekat tegangan bidang sementara spesimen penampang persegi memberikan kendala yang lebih tinggi pada aliran plastik, dan dengan demikian tingkat tegangan yang lebih tinggi (Tvergaard & Needleman, 2008).

Metode *Izod* merupakan pengujian impak dengan meletakkan posisi spesimen uji pada tumpuan dengan posisi dan arah pembebanan searah dengan arah takikan. Prosedur pengujian uji impak metode *Izod* dimulai dengan persiapan spesimen berbentuk batang yang memiliki takik pada satu sisi. Takik ini berfungsi sebagai titik awal retak yang akan terjadi saat spesimen diberi beban benturan. Spesimen kemudian dipasang pada alat uji dengan posisi tegak lurus dan bagian yang bertakik menghadap ke arah pendulum. Sebuah pendulum dilepaskan dari ketinggian tertentu untuk menumbuk spesimen dengan kecepatan tinggi. Saat pendulum mengenai spesimen, sebagian energi dari benturan akan diserap oleh spesimen, sedangkan sisanya menyebabkan spesimen patah.

Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi hasil pengujian uji impak metode *Izod*, seperti jenis material, suhu pengujian, bentuk dan ukuran spesimen, serta kecepatan pendulum. Sebagai contoh, pengujian pada suhu rendah dapat menyebabkan material yang biasanya ulet menjadi lebih rapuh, sehingga penting untuk menyesuaikan kondisi pengujian dengan kondisi sebenarnya yang akan dihadapi oleh material tersebut. Dapat kita lihat pada gambar 2.11.



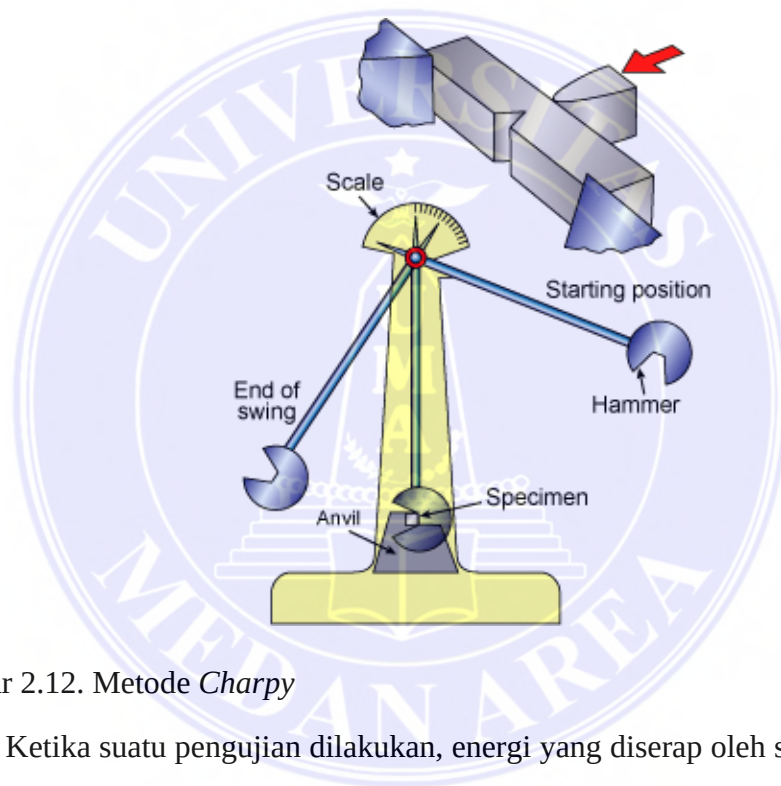
Gambar 2.11. Metode *Izod*

2.3.4. Metode *Charpy*

Batang impact biasa, banyak di gunakan di Amerika Serikat. Benda uji *Charpy* mempunyai luas penampang lintang bujursangkar (10 x 10 mm) dan mengandung takik V-45o , dengan jari-jari dasar 0,25 mm dan kedalaman 2 mm. Benda uji diletakan pada tumpuan dalam posisi mendatar dan bagian yang tak bertakik diberi beban impact dengan ayunan bandul (kecepatan impact sekitar 16 ft/detik). Benda uji akan melengkung dan patah pada laju regangan yang tinggi, kira-kira 103 detik (Majanasatra, 2013).

Pengujian impact *Charpy* (juga dikenal sebagai tes *Charpy v-notch*) merupakan stando pengujian laju regangan tinggi yang menentukan jumlah energi yang diserap oleh bahan selama terjadi patahan (Nuhgraha et al., 2020). Energi yang diserap adalah ukuran ketangguhan bahan tertentu dan bertindak sebagai alat untuk belajar bergantung pada suhu transisi ulet getas. Metode ini banyak digunakan pada industri dengan keselamatan yang kritis, karena mudah untuk dipersiapkan dan dilakukan. Kemudian hasil pengujian dapat diperoleh dengan cepat dan murah.

Metode pengujian material ini sekarang digunakan di banyak industri untuk menguji material yang digunakan dalam pembangunan kapal, jembatan, dan untuk menentukan bagaimana keadaan alam (badai, gempa bumi, dan lain-lain) akan mempengaruhi bahan yang digunakan dalam berbagai macam aplikasi industri. Tujuan uji impact charpy adalah untuk mengetahui kegetasan atau keuletan suatu bahan (spesimen) yang akan diuji dengan cara pembebanan secara tiba-tiba terhadap benda yang akan diuji secara statik. Dapat kita lihat pada gambar 2.12.



Gambar 2.12. Metode *Charpy*

Ketika suatu pengujian dilakukan, energi yang diserap oleh suatu benda uji (atau lebih tepatnya energi yang dilepaskan oleh pendulum selama tumbukan) dihitung dari selisih antara tinggi palu pendulum terhadap benda uji sebelum dan sesudah tumbukan serta massa dari palu pendulum itu sendiri. Energi yang diserap dapat dihitung menggunakan rumus berikut (Material & Energi, 2023).

$$W = m_p \cdot g \cdot L_p (\cos \alpha_2 - \cos \alpha_1) \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

$$\begin{aligned} W &= \text{Energi (J)} \\ Mp &= \text{Massa pendulun (Kg)} \\ g &= \text{Gravitasi (9,81 m/s}^2\text{)} \\ Lp &= \text{Panjang Lengan Pendulun (m)} \end{aligned}$$

Untuk mengukur kekuatan impak *charpy* maupun *izod*, spesimen berlekuk diposisikan secara terpusat pada penopang dan takik pada permukaan tarikannya. Oleh karena itu tumbukan terjadi pada sisi takik yang berlawanan (sisi takik dalam uji *izod*). Kekuatan takik *charpy* a_{cN} , dihitung dari energi yang diserap selama tumbukan Wc dalam kaitannya dengan luas penampang awal terkecil dari spesimen di dasar takikan.

$$a_{cN} = \frac{Wc}{bn.h} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana

$$\begin{aligned} a_{cN} &= \text{Kekuatan impak (J/mm}^2\text{)} \\ Wc &= \text{Energi (J)} \\ bn &= \text{Lebar benda uji (mm)} \\ h &= \text{Tinggi benda uji (mm)} \end{aligned}$$

2.4. Cakram

Bentuk cakram telah lama menjadi subjek penelitian yang relevan dalam bidang teknik mesin, khususnya dalam studi fraktur material akibat beban dinamis. Cakram banyak digunakan sebagai elemen struktural dalam berbagai aplikasi teknik, termasuk rotor, rem, dan komponen turbin. Geometri cakram yang simetris memberikan distribusi tegangan yang spesifik ketika dikenakan beban dinamis,

menjadikannya ideal untuk studi tentang bagaimana material bereaksi terhadap kondisi beban ekstrim (Elhafid et al., 2017).

Bentuk cakram merupakan salah satu geometri yang umum digunakan dalam berbagai aplikasi teknik mesin dan rekayasa material. Cakram sering ditemui dalam komponen seperti rem kendaraan, rotor turbin, dan disk penyimpanan.

2.4.1. Karakteristik Geometri Cakram

Bentuk cakram memiliki beberapa karakteristik geometri yang berpengaruh pada kinerjanya dalam aplikasi teknik (Dowling, 2013). Berikut adalah beberapa karakteristik utama dari geometri cakram :

1. Diameter dan Ketebalan

Diameter memengaruhi area penampang cakram dan distribusi beban. Cakram dengan diameter lebih besar cenderung memiliki kekuatan yang lebih tinggi, tetapi juga dapat menyebabkan peningkatan momen inersia. Ketebalan menentukan kapasitas cakram untuk menahan beban. Cakram yang lebih tebal biasanya memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap deformasi dan fraktur.

2. Permukaan Rata

Permukaan datar pada kedua sisi cakram memungkinkan distribusi tekanan yang lebih merata saat digunakan dalam aplikasi seperti rem atau rotor. Permukaan yang halus juga mengurangi risiko gesekan yang berlebihan dan keausan.

3. Konsentrasi Stres

Pada tepi cakram, sering terjadi konsentrasi stres yang lebih tinggi dibandingkan dengan bagian tengah. Hal ini perlu diperhatikan dalam desain untuk mencegah kegagalan di titik-titik lemah.

4. Pusat Simetris

Cakram biasanya memiliki pusat simetris yang membuatnya seimbang saat berputar. Kesimbangan ini penting untuk mengurangi getaran dan meningkatkan kinerja komponen, terutama dalam aplikasi rotasi.

5. Sifat Rotasi:

Cakram sering digunakan dalam aplikasi rotasi, sehingga penting untuk mempertimbangkan momen inersia dan kecepatan putar. Karakteristik ini mempengaruhi gaya sentrifugal yang dialami oleh cakram.

6. Material dan Ketahanan:

Geometri cakram harus dipadukan dengan material yang memiliki ketahanan fraktur dan kelelahan yang baik. Pemilihan material yang tepat, seperti komposit atau logam khusus, dapat meningkatkan performa dan daya tahan cakram.

2.4.2. Jenis-jenis Cakram

1. Cakram Logam

Cakram logam sering digunakan dalam berbagai industri, termasuk otomotif, mesin, dan konstruksi. Dalam industri otomotif, misalnya, cakram logam digunakan sebagai komponen rem cakram pada kendaraan. Saat rem ditekan, kampas rem akan menjepit cakram ini, menghasilkan gesekan yang memperlambat atau menghentikan laju kendaraan. Ini membuat cakram logam menjadi bagian penting dari sistem pengereman. Selain itu, cakram logam juga memiliki peran dalam industri permesinan sebagai bahan baku untuk komponen mesin atau suku cadang.

Cakram ini dapat dipotong, dibor, atau dibentuk sesuai kebutuhan untuk membuat komponen seperti roda gigi, flange, atau bagian lainnya yang memerlukan bentuk bulat. Proses pembuatan cakram logam melibatkan teknik pemotongan,

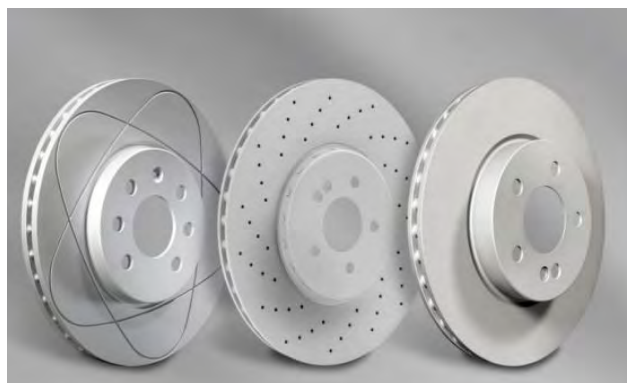
penempaan, atau pengecoran. Setelah terbentuk, cakram tersebut mungkin mengalami proses tambahan seperti pemolesan atau pelapisan untuk meningkatkan ketahanan terhadap korosi dan memperpanjang umur pakainya. Dapat kita lihat pada gambar 2.13



Gambar 2.13. Cakram Logam

2. Cakram Keramik

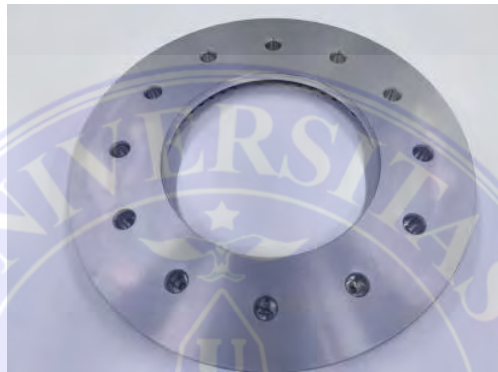
Terbuat dari serat keramik yang dicampur dengan serbuk logam, biasanya digunakan dalam aplikasi otomotif performa tinggi seperti mobil sport. Kelebihan cakram keramik adalah daya tahan panas yang sangat baik, ketahanan aus, dan kinerja yang lebih konsisten pada suhu tinggi. Selain itu, cakram keramik menghasilkan lebih sedikit debu dibandingkan cakram baja atau besi tuang. mesin ringan atau alat-alat tertentu yang tidak memerlukan kekuatan cakram. Dapat kita lihat pada gambar 2.14.



Gambar 2.14. Cakram Keramik

3. Cakram Komposit

Umumnya digunakan dalam balap dan penerbangan karena sangat ringan dan mampu menahan suhu ekstrem. Cakram ini dibuat dari serat karbon yang diolah menjadi struktur komposit. Meskipun memiliki ketahanan panas yang luar biasa dan berat yang ringan, cakram karbon-karbon sangat mahal dan biasanya tidak diperlukan dalam kendaraan biasa. Dapat kita lihat pada gambar 2.15



Gambar 2.15. Cakram Komposit

4. Cakram Abrasif

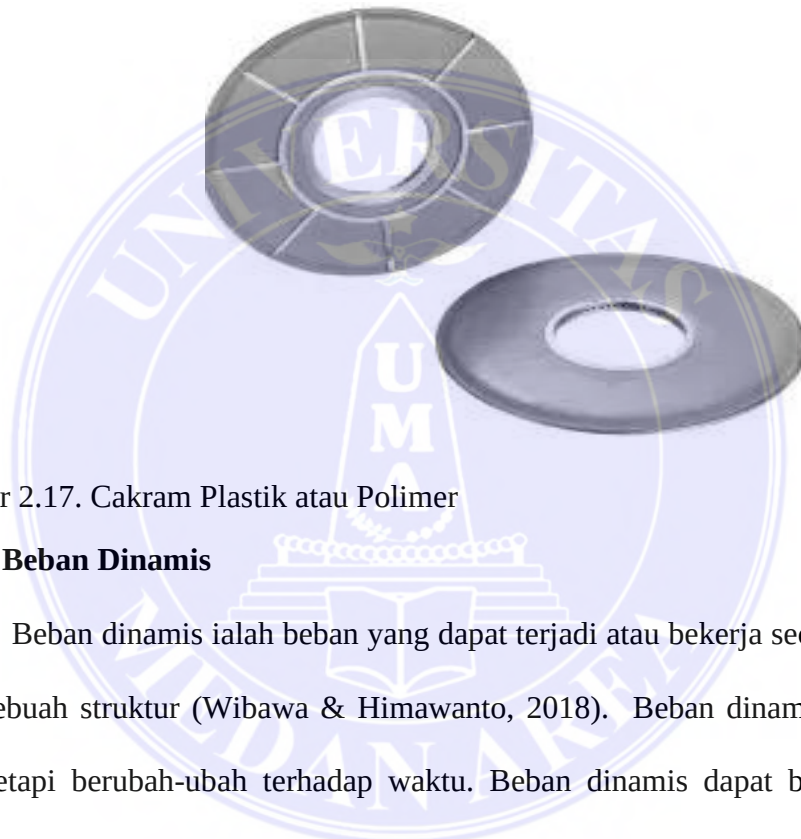
Digunakan dalam mesin penggiling untuk memotong, mengasah, atau membentuk material lain. Cakram ini biasanya terbuat dari bahan abrasif seperti aluminium oksida, silikon karbida, atau zirkonia. Bahan-bahan abrasif ini memungkinkan cakram untuk memotong atau mengasah material lain dengan cepat, meskipun cepat aus dan perlu diganti secara berkala. Dapat kita lihat pada gambar 2.16.



Gambar 2.16. Cakram Abrasif

5. Cakram Plastik atau Polimer

Lebih jarang digunakan dalam aplikasi teknik berat, namun dapat ditemukan pada cakram untuk mesin ringan atau alat-alat tertentu yang tidak memerlukan kekuatan tinggi. Kelebihan dari cakram berbahan polimer adalah bobotnya yang sangat ringan, namun mereka tidak tahan terhadap panas tinggi dan beban berat. Dapat kita lihat pada gambar 2.17



Gambar 2.17. Cakram Plastik atau Polimer

2.5. Beban Dinamis

Beban dinamis ialah beban yang dapat terjadi atau bekerja secara tiba-tiba pada sebuah struktur (Wibawa & Himawanto, 2018). Beban dinamis umumnya kecil tetapi berubah-ubah terhadap waktu. Beban dinamis dapat berupa beban angin, beban seismik, beban *fatigue*, dan frekuensi natural. Dalam konteks ini, karakterisasi sifat mekanis melalui pengujian impak menjadi langkah penting untuk meningkatkan pemahaman kita tentang bagaimana material berperilaku dalam kondisi beban yang ekstrem (Elektro et al., 2023). Berbeda dengan beban statis yang konstan, beban dinamis bervariasi seiring waktu dan dapat berasal dari berbagai sumber, seperti kendaraan yang bergerak, mesin bergetar, atau beban

lingkungan seperti angin dan gempa. Pemahaman yang baik mengenai beban dinamis sangat penting untuk memastikan keamanan dan keandalan struktur.

Dalam konteks teknik mesin, beban dinamis sering kali diukur dalam bentuk gaya, momen, atau energi yang berubah secara terus-menerus. Misalnya, dalam desain jembatan, beban yang disebabkan oleh lalu lintas kendaraan dapat dianggap sebagai beban dinamis yang mempengaruhi kinerja dan umur jembatan tersebut. Beban dinamis dalam teknik mesin memainkan peran krusial dalam perancangan dan analisis struktur. Klasifikasi beban dinamis penting untuk memahami bagaimana beban ini berinteraksi dengan material dan struktur yang dirancang untuk menahan mereka. Beban dinamis dapat dibedakan menjadi beberapa kategori berdasarkan sifat dan pola aplikasinya. Berikut beberapa klasifikasi beban dinamis yaitu :

1. Beban periodik adalah beban yang berulang dalam interval waktu tertentu. Contoh umum termasuk beban yang ditimbulkan oleh mesin berputar, di mana gaya dan momen berulang mengikuti pola yang dapat diprediksi.
2. Beban acak adalah beban acak terjadi tanpa pola yang dapat diprediksi dan sering kali disebabkan oleh faktor eksternal, seperti getaran dari mesin atau lingkungan
3. Beban impulsif bersifat mendadak dan berlangsung dalam waktu singkat, sering kali mengakibatkan lonjakan tegangan yang signifikan. Beban ini dapat dihasilkan dari benturan atau ledakan
4. Beban stasional adalah beban yang tetap dan tidak berubah selama periode waktu tertentu. Meskipun lebih sering dianggap sebagai beban statis, dalam konteks dinamis, beban ini bisa berfluktuasi akibat interaksi dengan beban

dinamis lainnya kelelahan, di mana interaksi dengan beban dinamis dapat mempengaruhi umur material. Klasifikasi beban dinamis tidak hanya membantu dalam pemahaman teoritis, tetapi juga memiliki implikasi praktis dalam desain dan pemilihan material.

a Tegangan

Nilai tegangan dapat dihitung dengan persamaan 2.4.

$$\sigma_{\max} = F_{\max} / A \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan:

$\sigma_{\max}$ = Tegangan (MPa)

$F_{\max}$ = Beban/ Gaya (N)

A = Luas Penampang (m²)

b Regangan

Nilai regangan dapat dihitung dengan persamaan 2.5.

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100 \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan:

ε = Regangan (%)

ΔL = Pertambahan panjang (mm)

L_0 = Panjang mula- mula (mm)

c Modulus Elastisitas

Nilai modulus elastis dapat dihitung pada persamaan 2.6.

$$E = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{\varepsilon_1 - \varepsilon_2} \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan

E = Modulus elastisitas (MPa)

σ = Tegangan (MPa)

ε = Regangan (%)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

3.1.1. Waktu

Adapun waktu penelitian diawali sejak tanggal dikeluarkannya Surat keputusan tugas akhir dan penentuan dosen pembimbing dengan detail jadwal tugas akhir seperti pada.

Table 3.1. Jadwal waktu dan kegiatan

	Tahun 2024				Tahun 2025		
Aktivitas	Ags	Sep	Nov	Des	Apr	Juni	Ags
Pengajuan judul							
Penulisan Proposal							
Seminar Proposal							
Proses Penelitian							
Pengolahan data							
Penyelesaian laporan							
Seminar hasil							
Evaluasi dan persiapan							
Sidang sarjana							

3.1.2. Tempat

Adapun pengujian eksperimen dilaksanakan di Labolatorium Manufaktur Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area.

3.2. Alat dan Bahan

3.2.1. Alat

1. Mesin Uji Statis

Mesin yang digunakan pada pengujian ini memiliki kapasitas load cell 100 kilogram, dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. Mesin Uji Statis

2. Mesin *Hopkinson*

Mesin uji impak batang yang digunakan pada pengujian ini memiliki tekanan udara maksimal 10 bar, dapat dilihat pada gambar 3.2



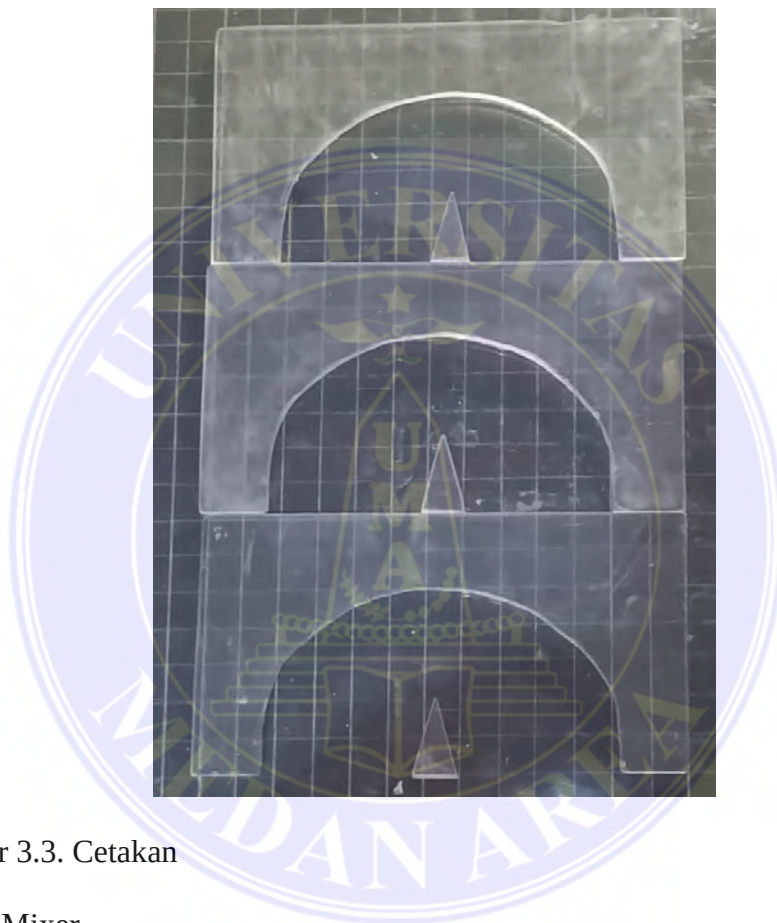
Gambar 3.2. Mesin Uji Impak Batang

Berikut adalah daftar komponen pada alat uji dinamis *Split Hopkinson Pressure Bar (SHPB)* :

No	Nama komponen	Fungsi
1	Plat baja	Sebagai meja landasan alat uji
2	Poros baja diameter 19 mm	Sebagai striker bar
3	Poros baja diamter 19 mm	Sebagai batang penerus (<i>transmition bar</i>)
4	Bearing duduk	Sebagai tumpuan batang striker dan batang penerus
5	Pipa steam selongsong	Sebagai rumah stiker bar yang berisi udara bertekanan
6	Tabung udara	Untuk tempat penyimpanan udara bertekanan
7	Mesin kompresor	Sebagai penyuplai udara pada tabung
8	Selang kompresor	Untuk saluran transmisi udara dari kompresor
9	<i>Elektric valve</i>	Sebagai pengatur untuk mengendalikan aliran udara
10	<i>Strain gauge</i>	Sebagai sensor pembaca untuk pengukur regangan
11	<i>Presuure gauge</i>	Sebagai sensor pembaca tingkat angin
12	<i>Power supply</i>	Mengubah tegangan AC ke <u>DC</u>
13	Plat baja persegi	Sebagai dudukan spesimen dan stoper
14	Dudukan tabung	Untuk menenpatkan tabung pada posisi vertikal
15	Tombol <i>start push</i>	Untuk memulai pengoprasian alat
16	Keran komresor	Mengatur buka tutup udara
17	<i>Flexible hose</i>	Saluran transmisi udara bertekanan
18	<i>MCB</i>	Sebagai sistem proteksi instalasi
19	Saklar (<i>switch</i>)	Mengontrol rangkaian aliran listrik

3. Cetakan

Alat yang digunakan Alat yang digunakan dalam pembentukan material. Mortar untuk membuat spesimen berbentuk cakram atau piringan. Cetakan cakram ini terbuat dari kaca dengan ukuran 91,65 mm dan tinggi 50 mm dengan ketebalan 3 mm. berikut gambar cetakan dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3. Cetakan

4. Mixer

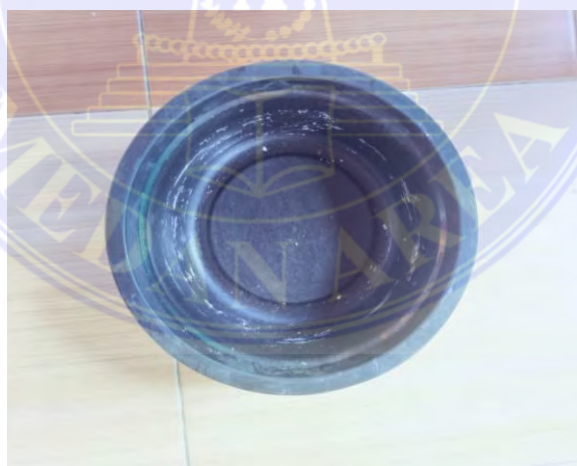
Mixer adalah alat yang digunakan untuk mencampurkan bahan-bahan agar tercampur rata atau memiliki konsistensi yang diinginkan. berikut spesifikasi mixer yang digunakan *Hyperlite stand mixer* TSM 1501 dengan daya 150 Watt (220-240V / 50HZ) untuk Putaran motor 1000-1400RPM. Berikut dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4. Mixer

5. Wadah Plastik

Baskom plastik adalah wadah berbentuk cekung yang terbuat dari bahan plastik. Disini Wadah berbentuk cekung yang terbuat dari bahan plastik, yang digunakan sebagai media untuk melakukan pencampuran bahan-bahan pembuatan mortar. Berikut dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5. Baskom plastik

6. *Picoscope*

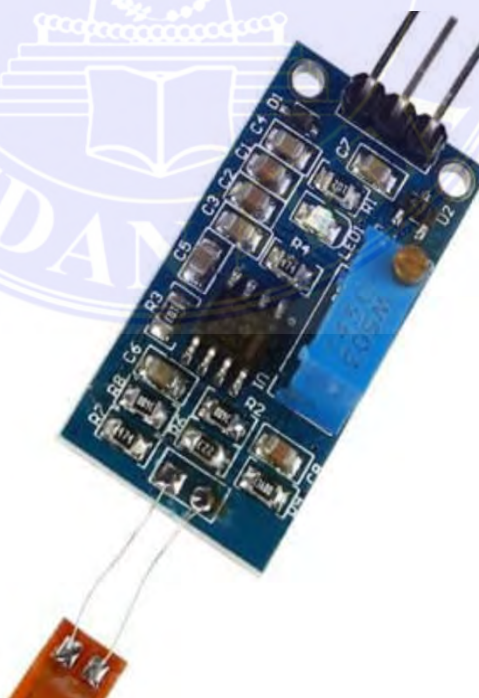
PicoScope digunakan untuk memeriksa sinyal dari berbagai sensor. *Picoscope* digunakan untuk mengamati, merekam, dan menganalisis sinyal listrik dalam bentuk gelombang. Berikut dapat dilihat pada gambar 3.6.



Gambar 3.6. Picoscope

7. Strain Gauge

Strain gauge adalah alat sensor yang digunakan untuk mengukur seberapa besar regangan (perubahan panjang) yang terjadi pada suatu benda saat benda itu dikenai gaya, dapat dilihat pada Gambar 3.7



Gambar 3. 7. Strain Gauge

8. Timbangan Digital

Menggunakan sensor elektronik untuk mengukur berat atau massa dan menampilkan hasilnya secara digital, alat ini digunakan untuk mengukur komposisi bahan yang akan digunakan untuk membuat Mortar. Berikut dapat dilihat pada gambar 3.8.



Gambar 3.8. Timbangan digital.

3.2.2. Bahan

1. Semen

Berfungsi sebagai bahan perekat yang menyatukan butiran pasir dan air membentuk massa padat yang kuat, jenis semen yang digunakan yakni semen tiga roda ukuran 50 kg, dapat dilihat seperti pada gambar 3.9.



Gambar 3.9. Bubuk Semen

2. Pasir

Agregat halus yang memberikan kekuatan dan stabilitas pada mortar, dan membantu mengisi ruang kosong antara partikel semen, mengurangi penyusutan, dan memberikan struktur fisik yang lebih padat, dapat dilihat pada gambar 3.10.



Gambar 3.10. Pasir sungai

3. Air

Air digunakan dalam jumlah yang cukup untuk memfasilitasi proses kimia yang membuat mortar mengeras, namun kelebihan air dapat mengurangi kekuatan akhir mortar, dapat dilihat pada gambar 3.11.



Gambar 3.11. Air.

3.3. Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental. Metode eksperimental adalah pendekatan dalam penelitian yang digunakan untuk menguji hipotesis melalui pengamatan langsung dan pengendalian variabel. Metode ini bertujuan untuk menentukan hubungan sebab akibat dengan cara mengatur dan mengatur kondisi tertentu agar hasilnya dapat diprediksi dengan akurasi tinggi.

3.3.1. Sistematika Pengujian

Pengujian eksperimental merupakan suatu metode ilmiah yang digunakan untuk menguji hipotesis, memverifikasi teori atau memahami fenomena tertentu melalui serangkaian percobaan yang terkendali. Adapun sistematika pada studi eksperimental analisis fraktur material mortar berbentuk cakram pada takik V akibat beban dinamis adalah sebagai berikut :

1. Studi literatur untuk mencari sumber penelitian yang berkaitan dengan judul studi eksperimental analisis fraktur material mortar berbentuk cakram pada takik V akibat beban dinamis seperti jurnal nasional, jurnal internasional dan buku yang berkaitan.
2. Observasi lapangan yang dilakukan yaitu dalam dunia industri terdapat beberapa bahan mortar yang digunakan terhadap suatu alat atau benda. Dengan memahami dan menganalisis fraktur material mortar di bawah kondisi dinamis, dapat mengembangkan material yang lebih baik dan lebih aman, serta meningkatkan desain dan kinerja komponen yang menggunakannya. Maka berangkat dari hal tersebut saya memilih judul studi eksperimental analisis fraktur material mortar berbentuk cakram pada takik V akibat beban dinamis untuk menjadi tugas akhir saya.

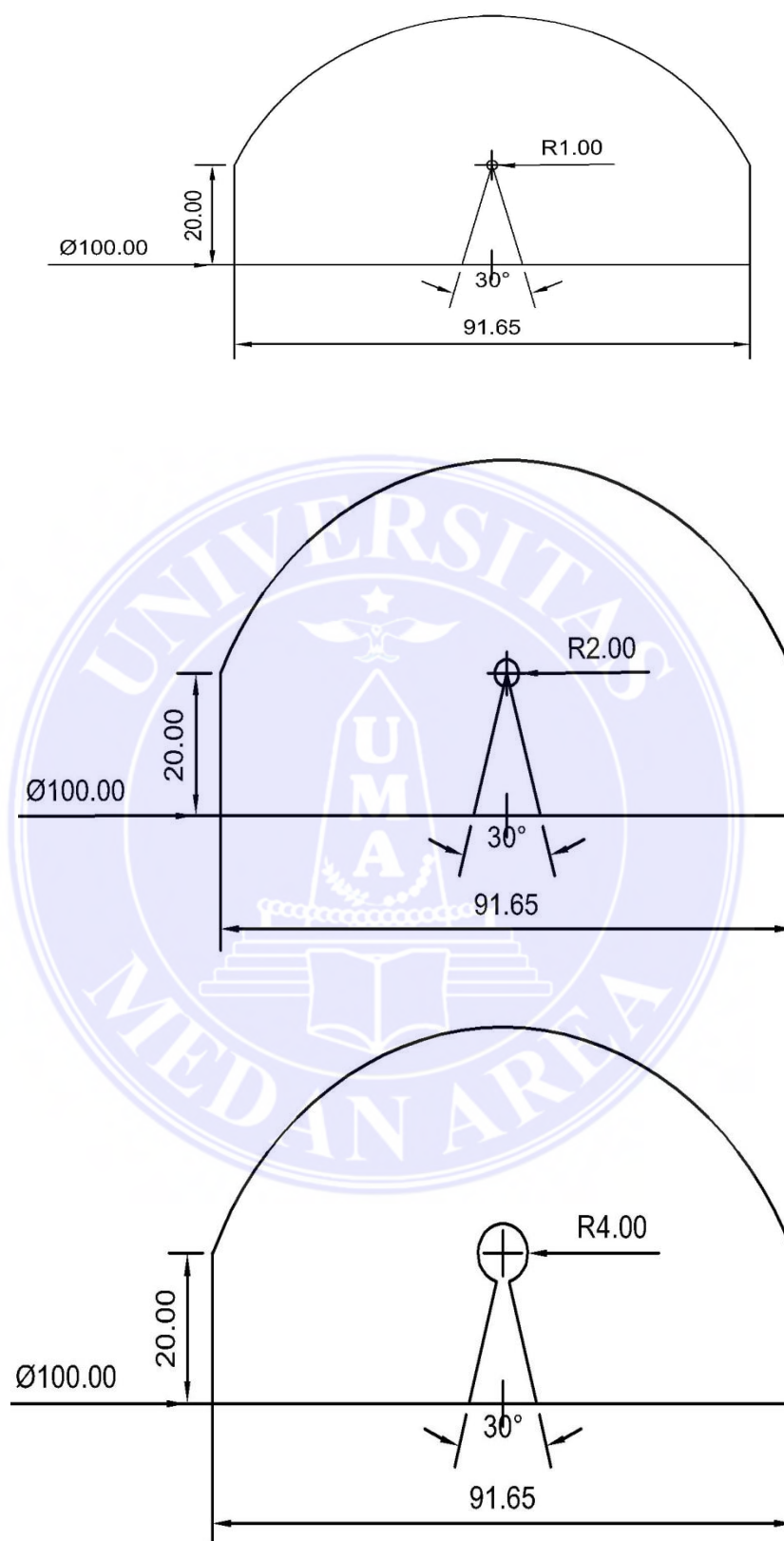
3. Melakukan perhitungan terhadap material mortar yang dibuat dengan spesifikasi tertentu lalu dilakukan uji impak dengan mesin *Split Hopkinson Pressure Bar*.
4. Menganalisa hasil yang didapatkan dan membandingkan hasil dari masing masing material mortar yang diuji menggunakan mesin *Split Hopkinson Pressure Bar* untuk mengetahui kekuatan bahan mortar.
5. Menarik kesimpulan dari hasil pengujian.

3.4. Populasi dan Sampel

Takik V merupakan jenis takik yang memiliki bentuk seperti huruf "V" dan biasanya digunakan dalam pengujian mekanik untuk menilai sifat-sifat material, seperti ketahanan terhadap retak dan kelelahan. Takik ini dirancang untuk menciptakan konsentrasi tegangan di area tertentu, sehingga memudahkan pengamatan perilaku material ketika diberi beban. Berikut dapat dilihat pada tabel 3.2, dan gambar 3.12.

Table 3.2. Jumlah Spesimen yang akan di uji

No	Material	Diameter Spesimen (mm)	Tebal (mm)	Sudut Takik (mm)	Diameter Lubang (mm)	Jumlah Spesimen
1	Mortar	100	3	30	1	3
2	Mortar	100	3	30	2	3
3	Mortar	100	3	30	4	3



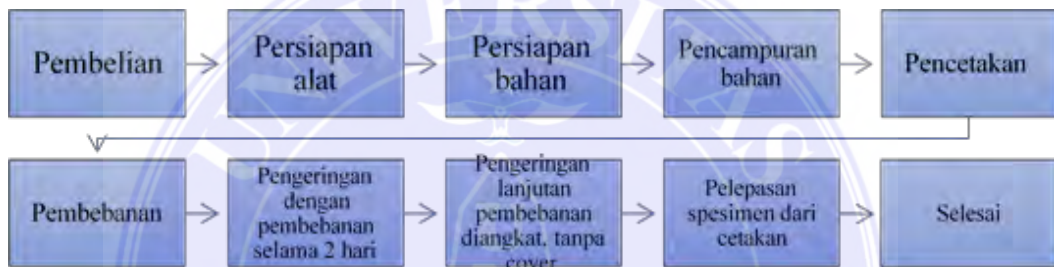
Gambar 3.12. Gambar Teknik Spesimen 2D

3.5. Prosedur Kerja

Prosedur kerja penelitian dimulai dari mempersiapkan bahan-bahan untuk membuat material lalu dibentuk sesuai kebutuhan serta dilakukan pengujian terhadap material tersebut, dapat dilihat sebagai berikut :

3.5.1. Prosedur pembuatan spesimen

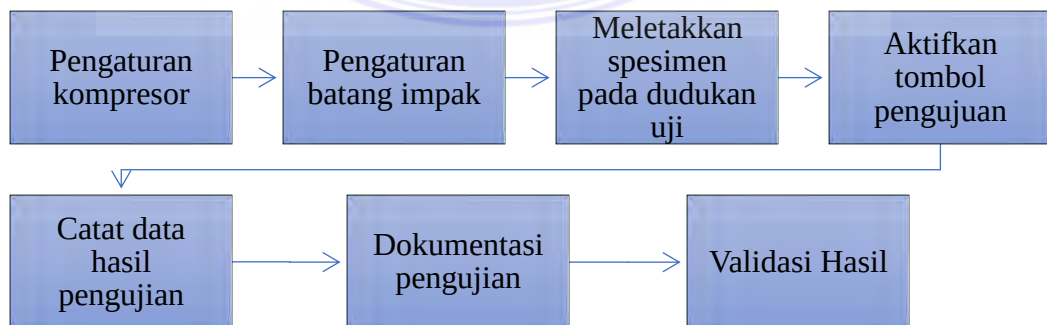
Prosedur pembuatan spesimen Pembuatan spesimen dilakukan dengan beberapa tahapan, dimulai dari persiapan bahan bahan pembuatan material sampai terbentuk menjadi spesimen sesuai dengan dibutuhkan. Dapat dilihat gambar 3.13.



Gambar 3.13. Diagram Alir Pembuatan Spesimen

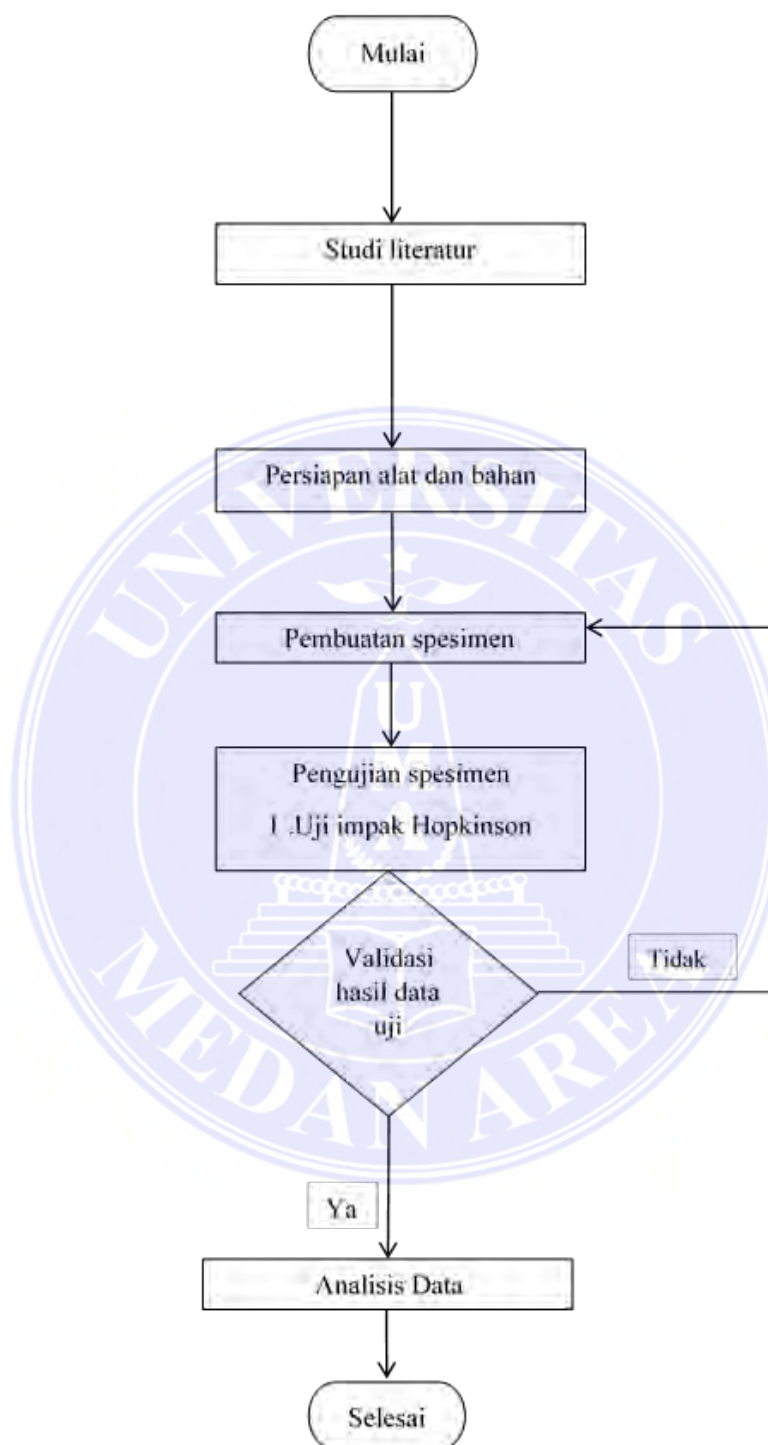
3.5.2. Prosedur pengujian

Dalam proses pengujian spesimen dengan tujuan untuk menganalisis fraktur yang terjadi, dimulai dari mempersiapkan spesimen yang akan diuji sampai memvalidasi hasil. Berikut dapat dilihat diagram pada gambar 3.14.



Gambar 3.14. Diagram Alir Proses Pengujian

3.5.3. Diagram Alir



Gambar 3.15. Diagram Alir Penelitian

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

- a. Berhasil membuat spesimen sebanyak 3 pcs pada setiap variasi takik dengan lubang di ujungnya 1 mm, 2 mm, 4 mm.
- b. Fraktur pada cakram mortar pada takik V dengan lubang di ujungnya cenderung dimulai dari ujung takik akibat konsentrasi tegangan yang tinggi. Takik yang lebih lebih dalam menghasilkan tegangan yang lebih tinggi di sekitar ujung takik, mempercepat kegagalan fraktur.
- c. Peningkatan beban dinamis mempercepat retak. Kecepatan pembebanan yang lebih tinggi mengurangi waktu bagi material untuk mendistribusikan tegangan, sehingga kegagalan terjadi lebih cepat dibandingkan beban statis.

5.2. Saran

- a. Melaksanakan pengujian material mortar dengan menggunakan komposisi yang berbeda untuk mengetahui ketangguhan fraktur.
- b. Melaksanakan pengujian dengan jenis material yang lain untuk mengetahui ketangguhan fraktur.
- c. Melakukan penelitian dengan desain takik untuk mengurangi konsentrasi tegangan dan meningkatkan ketahanan material terhadap fraktur.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, W. S., & Nugroho, S. (2018). Analisis Kegagalan Baut Pengikat Gearbox Pada Lokomotif Kereta Rel Diesel Elektrik (Krde). *Jurnal Teknik Mesin*, 2(4), 413–420.
- Azwinur, A., A, J., M, Y., & Zulkifli, Z. (2020). Pengaruh Media Pendingin terhadap Kekerasan dan Ketangguhan Hasil Pengelasan Material AISI 1050 pada Proses las MAG. *Jurnal POLIMESIN*, 18(2), 124–130.
- Berto, F. A., Indonesia, P. L. A., B, T. A., Teknik, M., Padova, U., Nicola, S. S., Kelelahan, P., Keunggulan, P., Padat, M., & Mesin, F. T. (2013). *Fraktur getas pada takik V tajam dan tumpul pada grafit isostatik di bawah beban kompresi murni*. 3. <https://doi.org/10.1016/j.carbon.2013.06.045>
- Dowling, N. E. (2013). *Mechanical Behavior of Materials*. Angshuman Chakraborty.
- Elektro, T., Sipil, T., Susanto, D., Rahman, M., & Irawan, Y. (2023). *Evaluasi+Ketangguhan+Alumunium+terhadap+Beban+Dinamis+melalui+Pengujian++Impak+Charpy+Takikan+V*. 7(1), 25–33.
- Elhafid, M. M., Susilo, D. D., & Widodo, P. J. (2017). Pengaruh bahan kampas rem terhadap respon getaran pada sistem rem cakram. *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, 12(1), 1–7. <https://doi.org/10.36289/jtmi.v12i1.28>
- Fan, J., Saragi, H. T., Pratama, A. B., Putra, E., Boangmanalu, D., & Qadry, A. (2023). *Pengaruh Temperatur terhadap Kekuatan Impak pada Material Besi Nako 10 mm*. 04(01).
- Guo, X., Heuzé, T., Racineux, G., & Othman, R. (2015). Direct-impact Hopkinson tests on the Ti-6Al-4V alloy at very high strain rate and inverse identification of the Johnson-Cook constitutive model. *Colloque National MECAMAT Sur Matériaux Sous Sollicitations Intenses Grandes Vitesses et Fortes Pressions : De l'impact à La Planétologie*, 0–4.
- Harijono, & Purwanto, H. (2017). Analisis Keakuratan hasil Uji Impact dengan Metode Izod dan Charpy. *Seminar Nasional Hasil Penelitian*, 130–135.
- Herullah, Karo-Karo, P., Supriyatna, Y. I., & Amin, M. (2018). Analisa Pengaruh Penambahan Variasi Bubuk Andesit Terhadap Karakteristik Kuat Tekan Mortar. *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika*, 06(01), 1–10.
- Internasional, J., Firoozabadi, M. B., Ayatollahi, T., & Indonesia, B. (2015). *Analisis patah getas pada takik V tumpul akibat kompresi*. 68, 219–230. <https://doi.org/10.1016/j.ijsolstr.2015.04.022>
- Kristiawan, S., Santosa, B., Purwanto, E., & Caesar, R. A. (2018). Slant shear strength of fibre reinforced polyvinyl acetate (PVA) modified mortar. *MATEC Web of Conferences*, 195, 1–9. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201819501016>
- Majanasastra, R. B. S. (2013). *KARBON TINGGI (AISI D2) HASIL PERLAKUAN PANAS*. 1(2), 61–66.
- Material, J. R., & Energi, M. (2023). *Baterai – Solar Panel FT-UMSU Jurnal Rekayasa Material , Manufaktur dan Energi FT-UMSU*. 6(1), 48–53.
- Meyers, M. A. (1994). *Dynamic Behavior of Materials*. John Wiley & Sons.

- Nuhgraha, Y., Rosa, M. K. A., & Agustian, I. (2020). Perancangan Alat Uji Impak Digital dengan Metode Charpy Untuk Mengukur Kekuatan Material Polimer. *Jurnal Amplifier : Jurnal Ilmiah Bidang Teknik Elektro Dan Komputer*, 10(2), 15–19. <https://doi.org/10.33369/jamplifier.v10i2.15316>
- Numerik, A., Gigi, R., Dengan, M., Tekan, S., & Bervariasi, Y. (2018). *Tugas Sarjana Konstruksi Dan Teknik Manufaktur*.
- Purwanto, Indarto, H., Pratiwi, Y. A., Rabbani, N. dan, & Anggraeni, M. D. (2018). Pengaruh Mutu Mortar dan Dimensi Inklusi Terhadap Kuat Tekan Mortar-Inklusi. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 22(1), 16–23.
- Putra, E., Boangmanalu, D., Pratama, A. B., Qadry, A., & Fan, J. (2023). *Charpy and Izod Method Impak Strength Analysis on ST 37 Steel with Temperature Variations Analisis Kekuatan Impak Metode Charpy dan Izod Pada Baja ST 37 dengan Variasi Temperature*. 2(12), 3329–3342.
- Qiu, H., Wang, F., Zhu, Z., Wang, M., Yu, D., Luo, C., & Wan, D. (2021). Study on dynamic fracture behaviour and fracture toughness in rock-mortar interface under impact load. *Composite Structures*, 271(May), 114174. <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2021.114174>
- suci. (2019). Edisi Cetak Jurnal Dinamis , Desember 2019 (ISSN : 0216-7492)
Edisi Cetak Jurnal Dinamis , Desember 2019 (ISSN : 0216-7492). *Jurnal Dinamis*, 4, 21–27.
- Torabi, A. R., & Amininejad, S. H. (2015). Brittle fracture in V-notches with end holes. *International Journal of Damage Mechanics*, 24(4), 529–545. <https://doi.org/10.1177/1056789514538293>
- Tvergaard, V., & Needleman, A. (2008). An analysis of thickness effects in the Izod test. *International Journal of Solids and Structures*, 45(14–15), 3951–3966. <https://doi.org/10.1016/j.ijsolstr.2008.02.024>
- Wibawa, L. A. N., & Himawanto, D. A. (2018). Analisis Ketahanan Beban Dinamis Material Turbin Angin Terhadap Kecepatan Putar Rotor (Rpm) Menggunakan Metode Elemen Hingga. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 9(2), 803–808. <https://doi.org/10.24176/simet.v9i2.2343>
- Yopi Handoyo. (2018). Perancangan Alat Uji Impak Metode Charpy Kapasitas 100 Joule. *Jurnal Imiah Teknik Mesin*, 1(2), 17–25.