

Teknik Mesin

Panduan Praktikum
Pengujian Logam

Disusun Oleh:
Dr. Ir. Priyagung Hartono, M.T.
Ismi Choirotin, S.T., M.T., M.Sc
Artono Raharjo, S.T., M.T.



**PANDUAN PRAKTIKUM
PENGUJIAN LOGAM**



Program Studi Teknik Mesin (PSTM)

Fakultas Teknik

Universitas Islam Malang

Revisi	:	1 (Satu)
Tanggal	:	18 September 2019
Dikaji ulang oleh	:	Sekretaris Program Studi Teknik Mesin
Dikendalikan oleh	:	Gugus Penjaminan Mutu
Disetujui oleh	:	Ketua Program Studi Teknik Mesin

Proses	Penganggung Jawab			Tanggal
	Nama	Jabatan	Tanda Tangan	
Perumus	Mochammad Basjir, ST., MT.	SekProdi PSTM		21 September 2019
Persetujuan	Nur Robbi, ST., MT.	KaProdi PSTM		30 September 2019
	H.M. Taqiyyuddin A, ST., MT.	WD I FT Unisma		1 Oktober 2019
Penetapan	Ir. H. Warsito, MT.	Dekan FT Unisma		1 Oktober 2019
Pengendalian	Artono Raharjo, ST., MT.	GPM PSTM		2 Oktober 2019

KATA PENGANTAR

Atas berkat rahmat Allah SWT, maka penyusun dapat menyelesaikan penyusunan buku petunjuk praktikum Pengujian Logam ini.

Buku praktikum ini dibuat untuk dipergunakan sebagai acuan para mahasiswa/i yang mengikuti kegiatan praktikum Pengujian Logam di Laboratorium Pengujian Logam Fakultas Teknik Universitas Islam Malang.

Sebelum melakukan kegiatan praktikum, mahasiswa/i diwajibkan untuk memahami proses pengoperasian mesin-mesin Pengujian Logam yang digunakan.

Diharapkan dengan adanya buku panduan praktikum ini dapat membantu mahasiswa/i dalam kegiatan praktikum serta penyusunan laporan.

Akhirnya tak lupa penyusun sampaikan terima kasih kepada semua pihak dan seluruh kerabat asisten praktikum Pengujian Logam 2003-2004 yang telah membantu terselesaikannya buku petunjuk praktikum ini.

Malang, 18 September 2019

Penyusun

(.....)

PERATURAN PRAKTIKUM

1. Labulaturium adakah tempat praktikum karenanya :
 - a. Jagalah sopan santun didalam laboratorium.
 - b. Berpakaianlah yang bisa dipakai dalam labolaturium, pakaian kerja yang sopan (bersepatu).
2. Para mahasiswa praktikum diwajibkan datang dan melakukan praktek sesuai dengan jadwal yang sudah ditetapkan.
3. Waktu praktikum :
 - a. Datanglah tepat pada waktunya, bila terlambat datang 15 menit atau lebih tanpa alasan yang bisa diterima maka praktikan tidak diperkenankan melakukan praktikum.
 - b. Bila praktikan tidak hadir pada waktu praktikum atau sampai selesainya praktikum maka biaya praktikum digugurkan.
4. Prosedur pengujian :
 - a. Sebelum pengujian hendaknya dilakukan pemahaman tentang cara pengoperasian alat-alat yang dipakai.
 - b. Sebelum menjalankan alat-alat hendaknya praktikan harus mendapat izin atau petunjuk asisten yang bertugas.
 - c. Setiap praktikan meninggalkan meninggalkan praktikumnya pada jam praktikum harus minta izin dari asisten yang bertugas.
5. Alat-alat :
 - a. Jagalah keamanan alat-alat yang saudara pergunakan, karena kerusakan/kehilangan alat-alat tersebut merupakan tanggung jawab praktikan.
 - b. Praktikan tidak boleh melanjutkan praktikumnya sebelum menyelesaikan tanggung jawabnya tersebut.
 - c. Setelah praktikum, praktikan harus mengatur kembali alat-alat dan membersihkannya.
6. Masing-masing praktikan harus membuat atau menyerahkan laporan hasil praktikumnya secara berkelompok, laporan harus jelas dan diketik di kertas A4.
7. Waktu penyerahan laporan di tentukan 4 minggu setelah praktum selesai.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
PERATURAN PRAKTIKUM.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan Pengujian	2
1.2.1. Tujuan Umum	2
1.2.2. Tujuan Khusus	2
1.3. Manfaat	2
1.4. Batasan Masalah	3
BAB II PENGUJIAN <i>HEAT TREATMENT</i>	4
2.1 Dasar Teori.....	4
2.2 <i>Heat Treatment</i> dapat diklasifikasikan:	4
2.2.1. <i>Annealing</i>	4
2.2.2. <i>Normalizing</i>	5
2.2.3. Pembentukan permukaan	5
2.2.4. Tempering	5
2.3. Media Pendingin	6
2.3.1. Air	6
2.3.2. Udara.....	6
2.3.3. Minyak (<i>olie</i>).....	6
2.4. Prosedur Percobaan.....	7
2.4.1. Alat yang digunakan	7
2.4.2. Langkah Percobaan.....	8
2.5 Hipotesa	8
BAB III PENGUJIAN <i>IMPACT</i>	9
3.1. DASAR TEORI	9
3.2. PERALATAN YANG DIGUNAKAN.....	11
3.3. PROSEDUR PENGUJIAN.....	12
3.4. DATA PENGUJIAN <i>IMPACT</i> :	13

3.5.	TUGAS SESUDAH PRAKTIKUM	13
3.6.	LITERATUR	14
BAB IV PENGUJIAN KEKERASAN		15
4.1.	Tujuan	15
4.2.	Mantaat	15
4.3.	Dasar Teori.....	15
4.4.	Peralatan Percobaan	15
4.4.1.	Bahan Yang Digunakan Plat baja	15
4.4.2.	<i>Furnace</i> (Dapur Listrik)	15
4.4.3.	Mesin Penguji Kekerasan Logam, Dengan Spesifikasi	15
4.5.	Prosedur Pengujian	16
4.6.	Tugas Sesudah Praktikum.....	16
4.7.	Literatur.....	16
BAB V PENGUJUAN TARIK.....		18
5.1.	pendahuluan	18
5.2.	Dasar Teori.....	18
5.2.1.	Definisit Tegangan.....	20
5.2.2.	<i>Offset line</i> (Garis Pembetulan)	21
5.2.3.	Maksud dan tujuan percobaan.....	21
5.2.4.	Prosedur Percobaan.....	22
5.2.5.	Perhitungan gaya penarikan pada mesin uji tarik.....	23
5.2.6.	Data Hasil Pengujian.....	23

- Aplikasi dan scope
 1. Rockwell: material hasil thermal-treatment
 2. Brinell: pengecoran, paduan logam, logam non fero
 3. Vickers: lembaran, metal foil, logam hasil pelapisan, part2 kecil.
- Test force
 1. Rockwell: 60, 100, 150 kgf (hra, hrb, hrc)
 2. Brinell: 15,625; 31,25; 125;187,5 kgf (hbw)
 3. Vickers: 5, 10, 20, 30, 50, 100 kgf (hv)
- Test range
 1. Rockwell: 5-650 hbw
 2. Brinell: 20-95 hra, 10-100 hrbw, 20-70 hra
 3. Vickers: 10-2900hv
- Reference blok
 1. Rockwell: hrbw
 2. Brinell: hra, hrb, hrc
 3. Vickers: hv30
- Pengoperasian rockwell
 1. Pilih menu rockwell
 2. Masukkan user id
 3. Masukkan upper limit dan lower limit pengukuran
 4. Masukkan durasi pengukuran
 5. Pilih skala (hra/hrb/hrc dst)
 6. Lakukan pengujian
 7. Jika hasil pengujian nilai referensi mengalami perbedaan 3 angka, maka alat harus dikalibrasi:
 - A. Klik tombol kalibrasi
 - B. Masukkan nilai referensi, tekan callibration key
 - C. Jika nilai pengukuran dan nilai referensi sama atau menyimpang kurang dari 1,5 hr, maka nilai pengujian dapat digunakan
 - D. Jika nilai simpangan mencapai 3 hr, lakukan langkah berikut:
 - Kembali ke menu awal rockwell
 - Pilih hrc

- Klik tombol rockwell hardness calibration
- Masukkan nilai blok referensi pada kolom hardness input dan tekan tombol start
- Mesin akan bekerja otomatis
- Jika status menunjukkan no action, tekan tombol kalibrasi, lalu kembali ke menu utama

8. Mean value: tekan mean value, pilih print untuk mencetak hasil pengujian

➤ Pengoperasian brinell

1. Pilih menu brinell
2. Masukkan user id
3. Masukkan upper limit dan lower limit pengukuran
4. Masukkan durasi pengukuran
5. Pilih perbesaran (2.5x, 5x, 10x, 20x)
6. Pilih perbesaran sesuai dengan lensa yang terpasang
7. Pilih skala
8. Untuk tes mesin, gunakan reference blok
9. Jika selisih nilai pengukuran dan nilai referensi lebih dari 3% maka diperlukan kalibrasi:
 - A. Klik hardness calibration
 - B. Masukkan nilai pada reference block, tekan calibration
 - C. Setelah kalibrasi, kembali ke menu utama, lakukan pengujian block
10. Mean value: tekan mean value, pilih print untuk mencetak hasil pengujian

➤ Pengoperasian vickers

1. Pilih menu vickers
2. Masukkan user id
3. Masukkan upper limit dan lower limit pengukuran
4. Masukkan durasi
5. Pilih perbesaran (2.5x, 5x, 10x, 20x)
6. Pilih perbesaran sesuai dengan lensa yang terpasang
7. Pilih skala vickers (hv5, hv10, hv20, hv30, hv50, hv100)
8. Untuk tes mesin, gunakan reference blok
9. Jika selisih nilai pengukuran dan nilai referensi lebih dari 3% maka diperlukan kalibrasi:

- D. Klik vickers calibration
 - E. Masukkan nilai pada reference block, tekan calibration
 - F. Setelah kalibrasi, kembali ke menu utama, lakukan pengujian block
10. Mean value: tekan mean value, pilih print untuk mencetak hasil pengujian

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perencanaan suatu produk apapun tidak lepas dari bagaimana dan diperlukan seperti apa bagian-bagian atau penyusunan suatu produk materi tersebut. Segala macam bentuk konstruksi, peralatan dan bagian-bagian mesin membutuhkan kekuatan. Kekuatan ini untuk mengimbangi adanya bahan luar yang bekerja padanya.

Dewasa ini terdapat berbagai jenis bahan yang dapat di gunakan sebagai bahan baku industri. Jenis-jenis bahan yang ada sangat beragam, terkadang dapat menyulitkan kita dalam pemilihannya secara tepat. Bahan yang mempunyai keunggulan dalam berbagai hal biasanya mempunyai harga yang cukup mahal. Oleh karena itu pemilihan tidak semata-mata berdasarkan pertimbangan teknis, pertimbangan ekonomis pun memegang peranan yang tidak kalah penting.

Penentuan bahan secara tepat pada dasarnya merupakan kompromi antara berbagai sifat, lingkungan, cara penggunaan dan sampai dimana sifat bahan dapat memenuhi persyaratan yang telah ditentukan.

Di bawah ini disebutkan beberapa sifat teknis yang harus diperhatikan sewaktu pemilihan:

1. Sifat Mekanis:

a) Kekerasan

b) *Impact*

c) Modulus elastisitas

d) Batas mulur

e) Keuletan

f) Kekuatan tarik

g) Sifat fatigue

h) Pertimbangan kekuatan berat

i) Tahanan aus

j) Perbandingan kekuatan berat

k) Daya tahan terhadap:

- Tekuk - Geser - Fatik Tatik
- Torsi - Peka Tatik

2. Sifat yang diperlukan selama proses pembentukan
 - a) Mampu mesin (*machinability*)
 - b) Mampu las (*weldability*)
 - c) Karakteristik pengerjaan dingin
 - d) Mampu tempa
3. Sifat-sifat yang penting sehubungan dengan pengaruh lingkungan
 - a) Daya kontrol
 - ◆ Dalam cuaca/lingkungan biasa
 - ◆ Dibawah pengaruh unsur kimia, minyak, stemplet, pelumas, korosi, lubang, dll.
 - b) Daya tahan panas
 - c) Ketahanan keausan
 - d) Pelapukan

Pemilihan bahan akhirnya ditentukan dengan memperhatikan hal-hal yang tersebut diatas, selain itu juga memperhatikan sifat berat jenisnya muai panas, daya hantar panas, kelistrikkannya, kemagnetannya tetapi sifat yang utama adalah kekerasan dan kekuatan tarik.

Untuk beberapa bahan baku, Indonesia masih banyak mengimpor dari luar negeri faktor-faktor diatas bisa berubah sewaktu-waktu sesuai dengan keadaan.

1.2. Tujuan Pengujian

1.2.1. Tujuan Umum

Pengujian ini bertujuan agar mahasiswa dapat mengetahui sejauh kekuatan, kekerasan logam yang sebenarnya agar nantinya dapat mengaplikasikan baik dalam bidang kontruksi dan metalurgi.

1.2.2. Tujuan Khusus

- Dapat membedakan kekerasan logam antara sesudah dan sebelum di *hardening* dan tempering
- Dapat menentukan kekuatan logam (pengujian *Impact*)
- Dapat melakukan percobaan dengan bena

1.3. Manfaat

Manfaat dari pengujian logam ini adalah mengetahui ketahanan logam terhadap

beban secara tiba-tiba, beban pukul, baik sesudah proses pemanasan maupun sebelumnya yang berguna untuk kemampuan kita dalam hal pemilihan bahan baku sesuatu peralatan.

1.4. Batasan Masalah

Setiap jenis logam mempunyai sifat, mutu, dan kegunaan yang berbeda. Untuk memudahkan dalam membedakan jenis logam, maka diperlukan suatu percobaan. Dalam pengujian ini penulis hanya melakukan tiga metode pengujian yaitu pengujian *Heat Treatmen*, *Impact*, kekerasan, dan uji tarik. Untuk pengujian kekerasan terdiri dari tiga sistem yaitu system *Brinel*, system *Rockwel* dan system *Vicker*. Adapun mesin - mesin uji dijelaskan pada pembahasan tiap-tiap pengujian.

BAB II

PENGUJIAN *HEAT TREATMENT*

2.1 Dasar Teori

Heat treatment adalah proses pemanasan dan pendinginan yang terkontrol dengan maksud mengubah sifat fisik dari logam pada dasarnya *Heat Treatment* meliputi :

1. *Heating* (Pemanasan)

Pada proses ini logam dipanaskan sampai suhu tertentu, dan periode waktu tertentu juga. Tujuannya untuk memberi kesempatan pada atomnya sehingga logam mengalami perubahan.

2. *Holding* (penahanan suhu)

Pada penahan proses ini suhu ditahan pada temperatur tertentu, pada waktu tertentu pula bertujuan untuk meratakan perubahan struktur logam.

3. *Cooling* (Pendinginan)

Proses pendinginan dilakukan dengan kecepatan dan media pendingin tertentu. Tujuannya untuk mendapat struktur dan sifat logam yang diinginkan.

2.2 *Heat Treatment* dapat diklasifikasikan:

2.2.1. *Annealing*

Adalah proses pemanasan yang digunakan untuk:

- a) Mengurangi kekerasan
- b) Menghilangkan tegangan sisa
- c) Memperbaiki kekuatan
- d) Memperbaiki keuletan
- e) Menghaluskan ukuran butir

• Macam-macam *annealing*

a) *Full annealing*

Proses ini bertujuan untuk merubah bentuk lapisan sementit. dalam pearlit dan sementit ada butiran dari baja karbon tinggi menjadi *spheroidal*.

b) *Reeystallizaton annealing*

Baja hasil pengerjaan karena adanya rekristalisasi dan pengembangan bentuk struktur, menghasilkan benda kerja berupa baja permukaan halus dan mudah dalam pengerjaan dingin tanpa keretakan.

c) *Stressrelaxing annealing*

Proses untuk menghilangkan tegangan dalam. tujuannya menghilangkan tegangan sisa dalam baja tuang yang tebal dan pada logam yang mengalami pengelasan sebelumnya. Hasilnya memperbaiki sifat mampu dimesin.

d) *Spherization*

Bertujuan untuk membentuk (menghasilkan sementit dengan menghancurkan bentuk spearlit/bulatan kecil dalam kandungan ferrit).

2.2.2. Normalizing

Proses ini bertujuan mendapatkan struktur butiran halus dan seragam juga menghilangkan tegangan dalam. Biasanya proses ini untuk baja konstruksi, baja sol, material yang mengalami penempaan yang tidak mempunyai struktur yang sama.

Karena beban tidak sebanding dengan perubahan bentuk pada tahap pendinginan yang tidak merata juga ketebalan yang tidak sama. Prosesnya adalah dengan memanaskan sampai suhu kritis ± 60 °C. setelah itu didinginkan dengan udara yang gunanya untuk memperoleh sifat mampu dimesin.

2.2.3. Pembentukan permukaan

a) *Carburizing* (perubahan carbon)

Adalah suatu metode yang digunakan untuk menghasilkan permukaan keras pada baja yang berkadar carbon pada temperatur 900-950⁰ C

b) *Flame Hardening*

Proses ini sangat cepat untuk menghasilkan permukaan yang keras dari baja yang kadar carbonnya lebih dari 0,4 %

c) *Nitriding* (penambahan nitrogen)

Baja yang di nitriding adalah baja paduan rendah dan kandungan nikel dan vanadiumnya. juga untuk paduan rendah yang mengandung kromium dan malibaen.

2.2.4. Tempering

Proses ini adalah proses memanaskan kembali baja yang telah dikeraskan untuk menghilangkan tegangan dalam mengurangi kekerasan.

- Tempering terbagi atas:

a) Tempering pada suhu rendah (150-300⁰ C)

b) Tempering pada suhu menengah ($300-500^0$ C)

c) Tempering pada suhu tinggi ($500-650^0$ C)

2.3. Media Pendingin

2.3.1. Air

Biasanya air digunakan untuk pendingin baja karbon rendah dimana perubahan temperatur secara cepat untuk menghasilkan kekerasan dan kekuatan yang tinggi. Sifat air mendinginkan secara tiba-tiba dapat menimbulkan tegangan dalam, distorsi, perpatahan. Sifat kekerasan dari bahan yang didinginkan air kurang baik di bandingkan dengan logam yang didinginkan dengan air garam.

2.3.2. Udara

Sifat udara yaitu dapat mendinginkan tetapi dengan perlahan-lahan, temperatur teoritisnya diatas temperatur kamar. Biasanya digunakan pada proses normalizing, dimana tujuannya adalah memperbaiki sifat mampu bentuk permesinan dan menghasilkan sifat mekanis yang agak lunak.

2.3.3. Minyak (*olie*)

Olie lebih kental dari pada air, titik leburnya diatas temperatur kamar pendinginan dengan media olie lajunya lambat jika dibandingkan dengan air garam dan air sehingga struktur yang terbentuk *mastensif* dan *sementit*. Karena karbon masih dapat bereaksi dengan Fe, sifat kekerasannya dibawah pendinginan air dan air garam.

a) Kesimpulan tentang kecepatan pendingin

Pendinginan dengan media udara bersifat *continue* dan lambat, tetapi hasil yang diperoleh adalah bahan kuat dan ulet, sedangkan pendinginan dengan air garam bersifat cepat dan akibatnya logam keras dan rapuh, sama sifatnya dengan pendinginan yang menggunakan air es.

2.4. Prosedur Percobaan

2.4.1. Alat yang digunakan

- a) *Elektrik Furnace* (dapur tinggi listrik).

Alat ini berfungsi untuk memanaskan benda uji secara langsung pada temperatur tertentu.



Gambar 2.1 *Elektrik Furnace* (Dapur Tinggi Listrik)

- b) Kertas gosok digunakan untuk menghaluskan benda uji dari permukaan yang kasar.



Gambar 2.2 Kertas Gosok

- c) Alat pengujian kekerasan sesudah proses *Heat Treatment*.



Gambar 2.3 Alat Penguji Kekerasan

2.4.2. Langkah Percobaan

- 1) Menggosok benda uji sampai halus.
- 2) Memanaskan benda uji dengan suhu tertentu



Gambar 2.4 Memanaskan Benda Uji

- 3) Mendinginkan benda uji yang sudah dipanaskan dengan media tertentu.

(A)

(B)

(C)



Gambar 2.5 Mendinginkan Benda Uji Dengan Media (A) Air, (B) Oli, (C) Udara.

- 4) Melakukan pengujian kekerasan benda uji.

2.5 Hipotesa

Dalam praktikum ini digunakan bahan untuk diuji adalah besi dengan ST..... benda uji diuji setelah dilakukan proses *Heat Treatment* pada suhu.....⁰ C dalam waktu kurang lebih.....menit. Kemudian didinginkan dengan udara, Air atau oli.

BAB III PENGUJIAN *IMPACT*

3.1. DASAR TEORI

Pengujian *Impact* benda uji yang diberi tarikan (*notch*) pada suatu sisinya. Sedangkan yang diukur dalam pengujian ini adalah harga *impact* (kerja persatuan luas), kekuatan *impact* suatu bahan adalah merupakan karakteristik gabungan-gabungan dari sifat ketegaran dan kekuatan bahan.

Dalam persoalan *impact*, bentuk kepatahan bahan dapat menunjukkan apakah bahan tersebut liat atau rapuh. Bahan yang liat bentuk patahannya seperti berserabut dan kelihatan adanya deformasi plastis. Bila bentuk patahannya campuran maka dapat diperitungkan berapa persen yang rapuh.

Pehitungan *impact* didasarkan pada energi potensial, benda uji yang bertakik diletakkan pada tempatnya dengan posisi takiknya dibuka. Pendulum dilepaskan dari ketinggian yang telah ditentukan, setelah mematahkan benda uji pendulum, masih bergerak maju.

Perhitungan energi :

- Perhitungan energi *ideal* :

$$\begin{aligned} E_a &= m \cdot g \cdot h_1 - m \cdot g \cdot h_2 \\ &= m \cdot g (h_1 - h_2) \\ &= m \cdot g [(R + R \cdot \cos \alpha_1) - (R - R \cdot \cos \alpha_2)] \end{aligned}$$

- Perhitungan energi *ideal* :

$$\begin{aligned} E_b &= m \cdot g \cdot h_1' - m \cdot g \cdot h_2' \\ &= m \cdot g (h_1' - h_2') \\ &= m \cdot g [(R + R \cdot \cos \alpha_1') - (R - R \cdot \cos \alpha_2')] \end{aligned}$$

- Energi bersih yang diperlukan untuk mematahkan benda uji adalah:

$$E = E_a - E_b$$

- *Impact* yang diperlukan sebesar:

$$E_i = \frac{E}{A}$$

- Energi *Impact* = X % . E_i
- Energi Bending = (100 - X) % . E_i

Keterangan :

E_a = energi *ideal*

E_b = kerugian energi

E = energi bersih

A = luas penampang patahan benda uji

X = prosentase penampang patahan akibat *impact*

R = jari-jari pendulum

M = massa pendulum

h_1 = ketinggian pendulum saat diangkat

h_2 = ketinggian pendulum saat sisa ayunan

h_1' = ketinggian pendulum saat diangkat ada benda uji

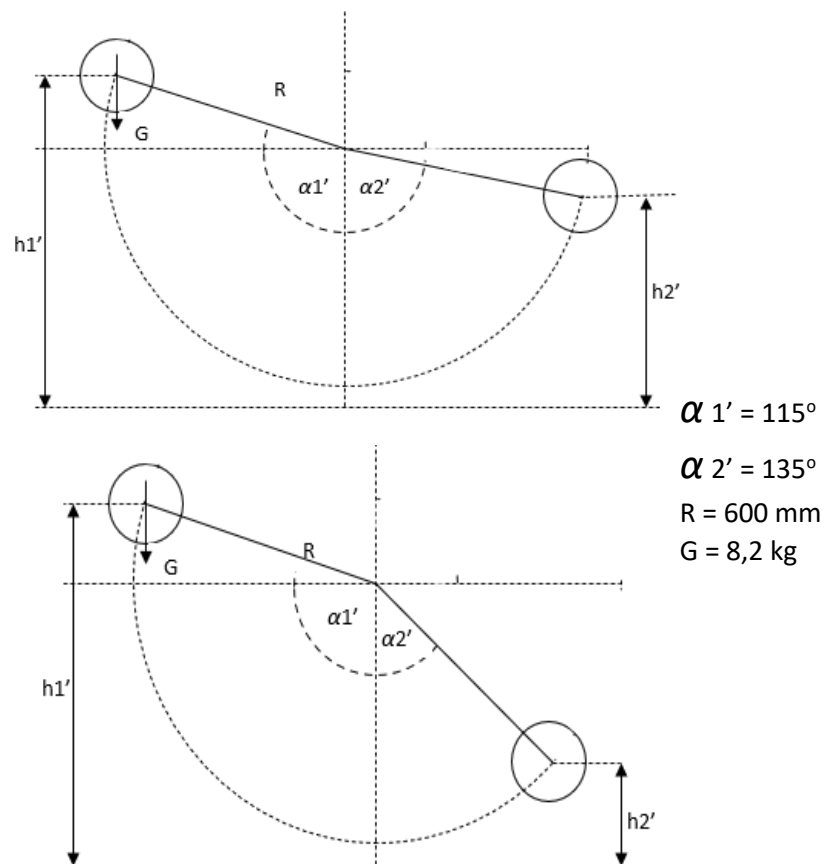
h_2' = ketinggian pendulum saat sisa ayunan ada benda uji

1 = sudut pendulum saat diangkat

2 = sudut pendulum saat sisa ayunan

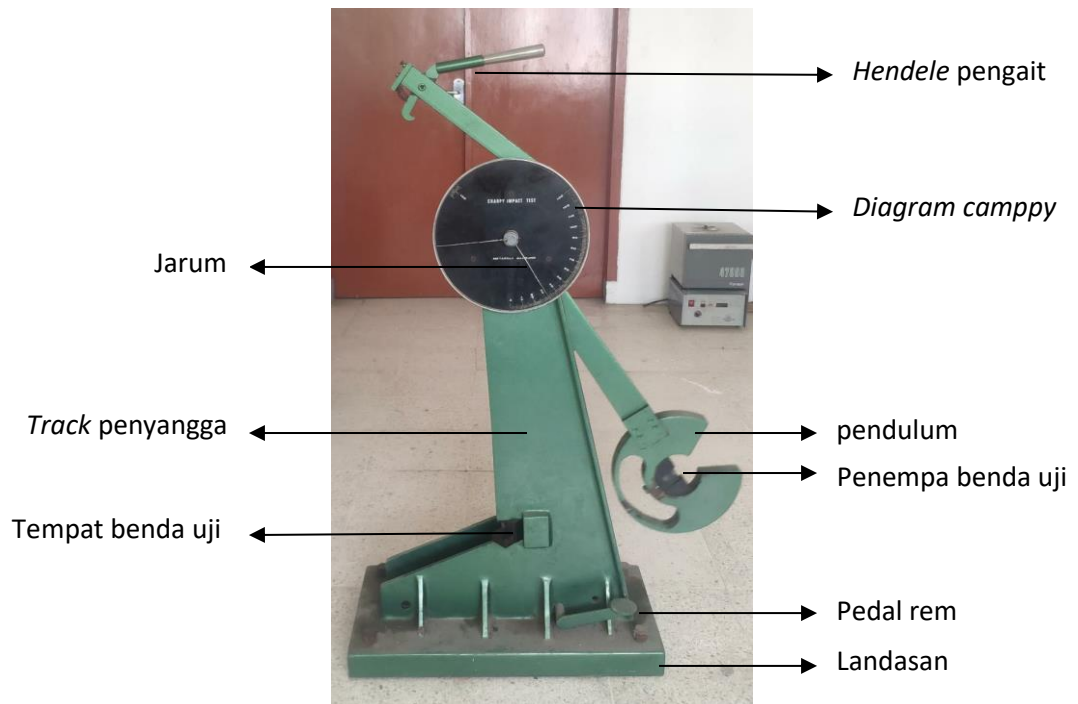
1' = sudut pendulum saat diangkat ada benda uji

2' = sudut pendulum saat sisa ayunan ada benda uji



3.2. PERALATAN YANG DIGUNAKAN

1. Alat uji *impact*



Gambar 3.1 Alat Uji *Impact*

2. Dapur listrik



Gambar 3.2 Dapur Listrik

3. Alat pendingin

4. Benda kerja



Gambar 3.3 Benda Kerja

3.3. PROSEDUR PENGUJIAN

Tahapan pengujian dilakukan seperti berikut:

1. Perlakuan awal

Perlakuan awal adalah pengondisian benda uji pada saat belum diuji impact. Yang termasuk perlakuan awal adalah:

- a) Pembuatan *Notch*/celah pada benda uji.
- b) Pembersihan benda uji sebelum diperlakukan selanjutnya dan jangan lupa mengukur dimensinya.
- c) Memanaskan benda uji dengan dapur listrik dan disesuaikan dengan suhu yang dikehendaki dan dilakukan *holding time* sesuai dengan ketebalan benda ujinya, *holding time* biasanya rata-rata satu (1) menit per meter.
- d) Bila perlu diadakan pendinginan pada benda uji dengan memakai *nitrogen cair*.

2. Pelaksanaan pengujian

Setelah benda uji mengalami perlakuan awal selanjutnya dapat dilakukan pelaksanaan pengujian seperti dibawah ini:

- a) Posisi pendulum/pemukul diletakkan pada penggantung dan jangan lupa jarum penunjuknya diikuti pula. Lepaskan pendulum dengan menekan pengaitnya, pendulum akan lepas bebas dan mengayun. Setelah kembali mengayun tekan rem agar pendulum berhenti dan selanjutnya baca jarum penunjuk pada sudut berapa. Pada keadaan ini perlu dicatat untuk mengetahui pendulum pada beban kosong.



Gambar 3.5 Peletakkan Posisi Benda Kerja Sebelum Di uji

Letakkan kembali posisi pendulum pada keadaan seperti semula.

- b) Pasang benda uji pada tempatnya, dengan posisi bagian punggung yang akan di pukul.

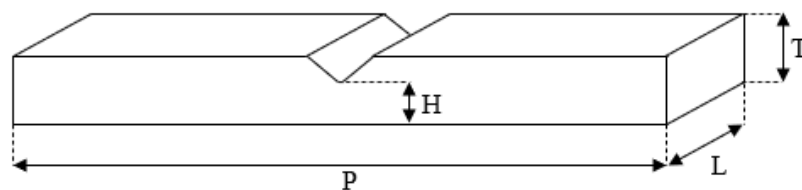
- c) Pastikan bahwa rem dalam keadaan tidak mengering dan tidak ada benda lain yang akan menghalangi gerak dari pendulum
- d) Tekan pengunci pendulum, maka pendulum akan berayun mematahkan benda kerja.
- e) Selanjutnya baca posisi jarum setelah pendulum berhenti di rem.

3.4. DATA PENGUJIAN *IMPACT* :

Tabel 3.1 Hasil Pengujian Uji *Impact*

NO	Bahan	P (mm)	L (mm)	T (mm)	H (mm)	T ($^{\circ}$ C)	Luas (mm)	Energi (joule)	Ei J/m ²	Permukaan Patahan
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										

Data tabel diatas merupakan pengukuran sebelum pengujian *speciment*.



Gambar 3.6 contoh pengukuran benda kerja

3.5. TUGAS SESUDAH PRAKTIKUM

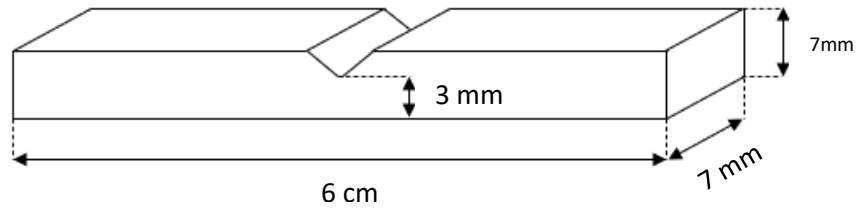
5. Jelaskan perbedaan utama antara patah ulet dengan patah getas.
6. Hal manakah yang cenderung menyebabkan patah getas? Jelaskan
7. Berikan interpretasi tentang harga *impact* serta bentuk patahan dan pengujian yang dilakukan.
8. Buatlah grafik dan analisa hasil pengujian.

3.6. LITERATUR

Davis, HE, et al, "THE TESTING AND INSPECTION OF ENGGINERING MATERIAL", Mc. Graw Hill Book Co.

Dieter, G.E, "MECHANICAL METALLURGY", Mc. Graw Hill Book Co.

Job Shet Pengujian Impact :



BAB IV PENGUJIAN KEKERASAN

4.1. Tujuan

Praktikan diharapkan mampu menentukan dan melakukan langkah-langkah praktek uji kekerasan untuk membedakan kekerasan bahan antara sebelum dan sesudah di Heattreatment, dalam hal penelitian kekerasan material.

4.2. Mantaat

Petunjuk praktikum uji kekerasan ini guna memudahkan proses dan kesiapan praktikan dalam penelitian dengan pengambilan data dilaboraturium.

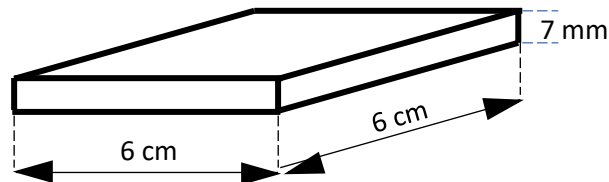
4.3. Dasar Teori

Suatu material pasti mempunyai sifat mekanis tertentu yang dikandungnya, salah satu sifat mekanis yang ada 3 macam metode yang umum dipakai yaitu :

- Metode *Brinell*
- Metode *Rockwell*
- Metode *Vickers*

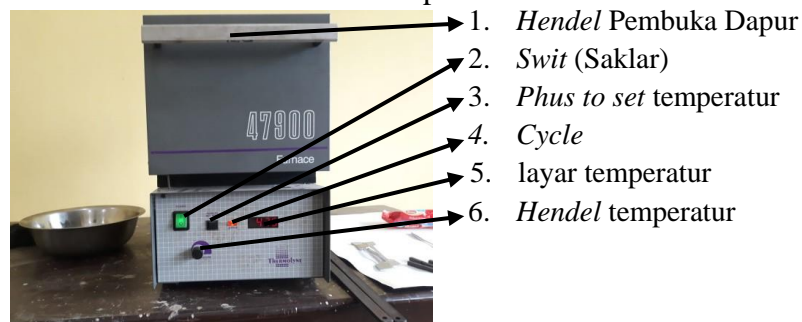
4.4. Peralatan Percobaan

4.4.1. Bahan Yang Digunakan Plat baja



4.4.2. Furnace (Dapur Listrik)

Gambar 4.1 Dapur Listrik



4.4.3. Mesin Penguji Kekerasan Logam, Dengan Spesifikasi

1. Merek : *CV Instruments*
2. *Memory Capacity* : 350 Data

3. *Battrey* : 9V PP3 (ALKALINE)
4. *Wight (in Case)* : 3 Kg
5. *Operating Temperatur* : (-5 °C s/d + 35 °C)

4.5. Prosedur Pengujian

Perlakuan awal

Perlakuan awal yaitu guna pengkondisian benda uji pada saat belum diuji kekerasan, yang termasuk perlakuan awal :

- Benda uji dipotong sesuai dengan ukuran landasan mesin uji kekerasan.
- Memanaskan benda uji dengan dapur listrik sesuai dengan *temperature* yang dikehendaki, diholding sesuai dengan ketebalan benda uji (1 menit/mm).
- Pendinginan benda uji dengan media Es, Oli, Air, Udara.

Pelaksanaan Ujian

- Benda uji dibersihkan (diampelas hingga rata).
- Benda uji diletakkan dilandasan alat uji kekerasan .
- *Hendel* alat uji ditekan, *layer* monitor alat uji menampilkan data.

Data Pengamatan Pengujian Kekerasan

- Hasil pengamatan diisi pada table terlampir.

4.6. Tugas Sesudah Praktikum

1. Jelaskan perbedaan utama antara benda uji kekerasan sebelum dan sesudah perlakuan.
2. Pada saat dimana benda uji dapat berubah kekerasannya.
3. Buatlah grafik dari hasil pengolahan data pengujian.

4.7. Literatur

Davis, HE, et al. "THE TESTING AND INSPECTION OF ENGGINERING MATERIAL", Mc. Graw Hill Book Co

Dieter, G.E, "MECHANICAL METALLURGY", Mc. Graw Hill Book Co Buku petunjuk dari *CV INSTRUMENTS*.

BAB V

PENGUJUAN TARIK

5.1. pendahuluan

Segala macam bentuk konstruksi peralatan dan bagian-bagian mesin membutuhkan kekuatan. Kekuatan ini untuk mengimbangi adanya beban luar yang bekerja padanya. Beban tersebut bisa berupa: gaya, *moment*, tekanan uap, tekanan air, dan lain sebagainya.

Agar konstruksi tetap dapat memenuhi persyaratan maka beban yang bersangkutan harus masih dalam batas-batas yang diijinkan.

Melihat jenis beban tersebut, maka tegangan yang ditimbulkan dapat berupa:

- Tegangan tarik
- Tegangan tekan
- Tegangan geser

5.2. Dasar Teori

Telah kita ketahui bahwa terjadinya tegangan tarik (*tension stress*) pada suatu bahan adalah disebabkan adanya *tension load* yang bekerja padanya, Dimana hal tersebut mengakibatkan deformasi atau perubahan dimensi terhadap material yang bersangkutan. Dilihat dari sifatnya, deformasi pada logam ada duamacam:

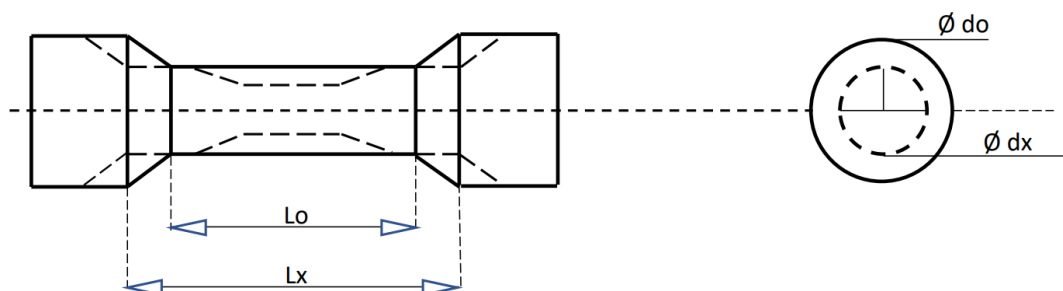
a. Deformasi elastis.

Deformasi yang dapat hilang dengan sendirinya apabila pembebanan atau tegangan ditiadakan (pengaruh luar hilang).

b. Deformasi plastis.

Deformasi yang masih akan teta pada meskipu npenyebabnya ditiadakan (permanen).

Gambar 1.



Keterangan gambar:

F = Tension load

Lo . do = Dimensi sebelum penarikan

Lx . dx = Dimensi setelah penarikan

———— = Bentuk bahan sebelum penarikan

----- = Bentuk bahan setelah penarikan

Jelas disini dengan adanya penarikan gaya, maka deformaasi yang terjadi terdiri dari penyusutan penampang. Maka Deformasi yang terjadi terdiri dari penyusutan penampang:

$$A = A_o - A_x$$

$$D = d_o - d_x \dots \dots \dots (1)$$

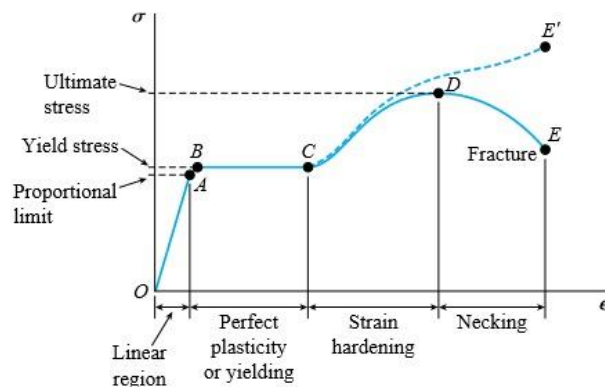
$$\Delta L = L_x - L_o \dots \dots \dots (2)$$

Jika perubahan dimensi akibat deformasi, dinyatakan dalam prosentase terhadap keadaan awal, maka disebut *Strain* dan Kontraksi dinyatakan dengan notasi, yaitu:

$$\text{Strain} = \Sigma = \frac{L_o - L_o}{L_o} \times 100 \% \dots \dots \dots (3)$$

$$\text{Kontraksi} = O = \frac{A_o - A_x}{A_o} \times 100 \% \dots \dots \dots (4)$$

Hubungan antara *Strain* dan *stress*, dapat dilihat pada grafik berikut ini:



Gambar.2.Keterangan gambar:

P = Proporsional limit (batas proporsional)

σ_p = Tegangan batas proporsional (Kg/mm^2)

Fp = Gaya tarik pada batas proporsional (Kg)

ϵ_p = Strain atau regangan yang terjadi pad kondisi batas proporsional

Lop = Perpanjangan dimensi Lo batas proporsional (mm)

- E = *Elastic limit* (batas elastis)
 σ_E = Tegangan bebas elastis (Kg/mm^2)
 FE = Gaya tarik pada batas elastis (Kg)
 εE = Regangan yang terjadi pada kondisi elastis (%)
 ΔL_{oE} = Perpanjangan dimensi L_o pada elastis (mm)

Bila dalam hal ini e = Modulus elastisitas yang berlaku didaerah elastisitas maka berlaku urumus:

$$e = \frac{\sigma}{\delta} \operatorname{tg} \alpha \dots \dots \dots (5)$$

Dimana:

- α = Sudut kemiringan grafik
 e = *Modulus elastisitas*
 y = *Yield point* (titik luluh)
 σ_y = tegangan batas *yield* (Kg/mm^2)
 F_y = gaya tarik pada *yield point* (Kg)
 Δy = regangan *yield point* (%)
 ΔL_y = perpanjangan pada *yield point* (mm)
 U = *ultimate point* (titik *extim/maximum*)
 σ_u = Tegangan *Ultimate* batang logam akibat gaya tarik (Kg/mm^2)
 F_u = Gaya tarik maksimum yang terjadi pada batang logam (Kg)
 ε_u = Regangan yang terjadi pada kondisi *ultimate strength* (mm)
 B = *Break point* (Titik patah)

5.2.1. Definisi Tegangan

Tegangan adalah besarnya bebantarik yang bekerja pada setiap satuan penampang bahan.

$$\alpha = \frac{F}{A_o} \dots \dots \dots (6)$$

Dimana:

- α = Tegangan yang terjadi (Kg/mm^2)
 F = Beban tarik yang bekerja (Kg)
 A_o = Luas penampang (mm^2)

5.2.2. Offset line (Garis Pembetulan)

Pada gambar yang ditunjukkan buku petunjuk praktikum, terlihat dua buah *offset line* yang menggabungkan antara titik-titik E dan Y dengan sumbu absis ε . Garis-garis tersebut dimaksudkan untuk menentukan letak (Koordinat) titik E dan Y pada kurva yang terjadi, secara grafis, yaitu dengan cara menarik garis *offset* dengan garis lurus *OF* dengan suatu jarak tertentu.

Menurut *engineering physical metalurgi* by: Prof. Y. Lakhtin untuk menentukan titik E secara grafis, Jarak penarikan garis *offset* dari kurva *OF* adalah sejauh $\varepsilon = 0.005\%$, sedangkan untuk titik Y, *offset line* ditarik sejauh 0.2% dari garis kurva *OF*. Dari grafis $\sigma - \varepsilon$ hasil suatu pengujian dapat kita tentukan apakah jenis *test piece* yang bersangkutan, getas (rapuh, *brittle*) ataukah *ductile* (liat), hal ini tergantung dari besar kecilnya yang terjadi.

Seperti dikatakan diatas bahwa diagram $F - \Delta L$ identik dengan $\sigma - \varepsilon$ hal ini dapat dibuktikan dengan rumus-rumus (6) dan (3), yaitu:

$\sigma = \frac{F}{A_0}$ berarti $\sigma - F$ dengan faktor pengalinya $\frac{1}{A_0}$ yang merupakan Konstanta.

$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$ berarti $\varepsilon - \Delta L$ dengan faktor pengalinya $\frac{1}{L_0}$ jadi diagram $F - \Delta L$ identik dengan $\sigma - \varepsilon$

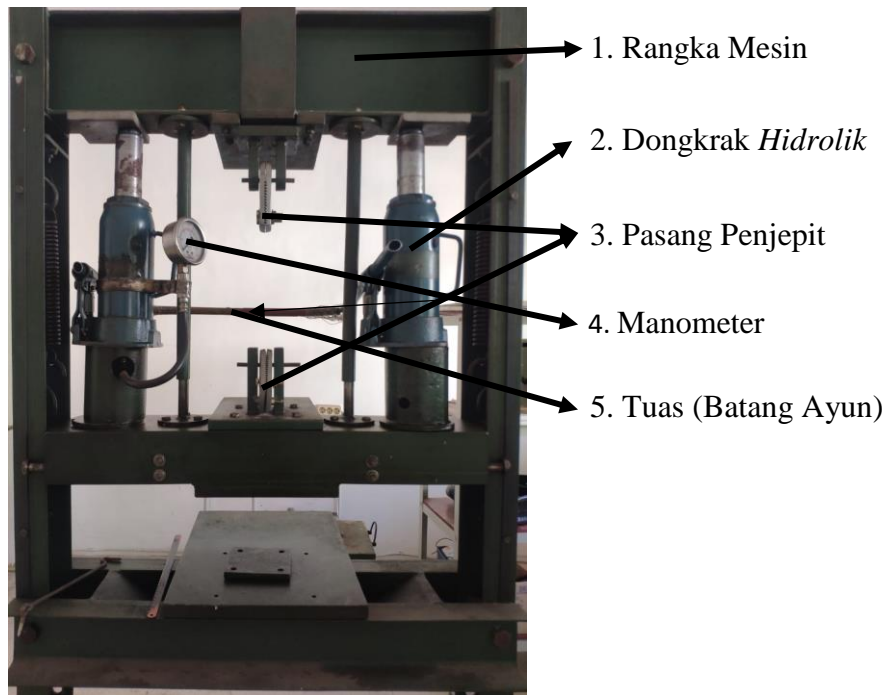
5.2.3. Maksud dan tujuan percobaan.

Percobaan ini dimaksudkan untuk mengetahui kekuatan (perlawanan) suatu material logam terhadap pemutusan (gaya tarik) penarikan dilakukan dengan pembebanan statis yang berubah perlahan-lahan. Tujuan yang lain dari percobaan tarik adalah:

- a. Membuat diagram (grafik) $F - \Delta L$ dan $\sigma - \varepsilon$ dari data hasil pengujian dan pengamatan untuk macam-macam bahan.
- b. Menentukan harga-harga:
 - Tegangan Tarik (σ)
 - Modulus Elastis (E)
 - Regangan (*Strain*) (ε)
 - Kontraksi
 - Tegangan Yield (σ_y)

- Menentukan deformasi maximum.

Jadi dengan adanya percobaan ujitarik ini, dapat diketahui kemampuan uji untuk menerima bebantarik.



5.2.4. Prosedur Percobaan

- Pasang penjepit (*holder*) specimen dan dongkrak hidrolik pada posisinya.
- Ukur diameter dan panjang *speciment*, selanjutnya pasang *speciment* pada penjepit (*holder*).
- Pastikan katup dongkrak hidrolik dalam posisi tertutup dan atur posisi speciment dan penjepit dalam posisi lurus dan garis kerja.
- Setting speciment* dalam posisi nol dengan cara dongkrak dipomp sampai posisi jarum manometer mulai bergerak (pada angka nol).
- Pengukuran dan pengamatan panjang *speciment* dan diameter *speciment* segera dilakukan untuk setiap perubahan tekanan manometer sesuai kebutuhan (10,20,30, $\frac{Kg}{mm^2}$ dst).
- Amati pada tekanan beberapa jarum manometer tidak berjalan meskipun *hidrolik* terus dipompa (menunjukkan terjadinya peluluhan *speciment*).
- Amati pada tekanan puncak yang terjadi karena setelah tekanan puncak dicapai *hidrolik* terus dipompa tekanan tidak naik tetapi tekanan terusturun (menunjukkan terjadi peluluhan *speciment*).

5.2.5. Perhitungan gaya penarikan pada mesin uji tarik

Tekanan manometer menyebabkan spesiment tertarik dengan gaya penarikan F yang dirumuskan sebagai berikut:

$$F = n A_{sl} P \text{ (Kg)}$$

Dimana:

n = Jumlah dongkrak *hidrolik*.

A_{sl} = Luas penampang silinder *hidrolik* = $0,785 \times 4^2 = 12,56 \text{ Cm}^2$

P = Tekanan manometer (Kg/cm^2).

Perhitungan tegangan σ spesiment dirumuskan sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{F}{A_{sp}} \dots\dots (\text{Kg/mm}^2)$$

Dimana:

A_{sp} = Luas Penampang *Spesiment* (mm^2)

5.2.6. Data Hasil Pengujian

Setelah melakukan penelitian yang telah dilakukan mulai dari awal pembuatan benda uji sampai pengambilan data, maka diperoleh data yang diperlukan yaitu mulai dari data pengujian tarik, Data tersebut kemudian dianalisa dengan menggunakan metode statistik baik secara hitungan matematis serta melalui program *Ms.Excel*.

Tabel 5.1 Tabel Data Hasil Perhitungan Tegangan Regangan Teknik Dengan Pendingin Udara

No.	P (Tekanan Mamometer) kg/mm ²	ΔL Perpanjangan n	F (Beban/Gaya Tarik) (kg)	σ Teg.Tarik (Kg/mm ²)	ϵ Regangan

Tabel 5.2 Tabel Data Hasil Perhitungan Tegangan Regangan Teknik Dengan Pendingin Air

No.	P (Tekanan Mamometer) kg/mm ²	ΔL Perpanjangan	F (Beban/Gaya Tarik) (kg)	σ Teg.Tarik (Kg/mm ²)	ϵ Regangan

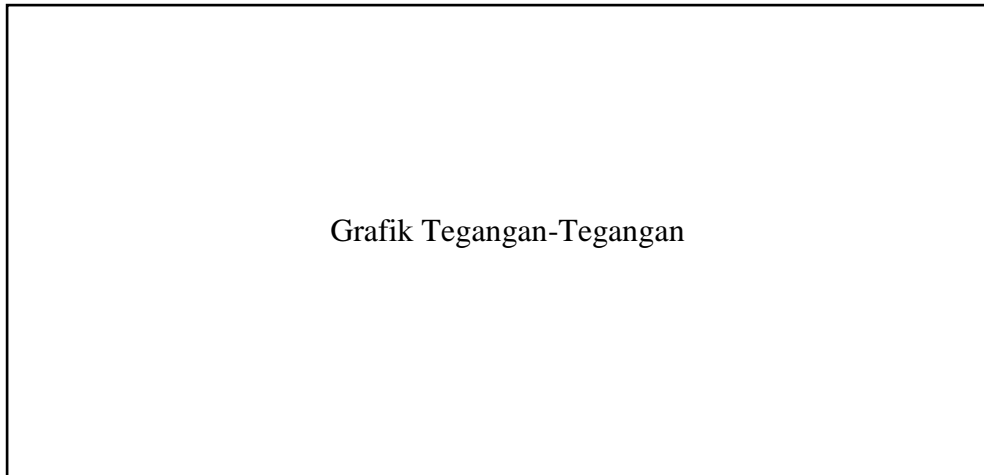
Tabel 5.3 Tabel Data Hasil Perhitungan Tegangan Regangan Teknik Dengan Pendingin Oli

No.	P (Tekanan Mamometer) kg/mm ²	ΔL Perpanjangan	F (Beban/Gaya Tarik) (kg)	σ Teg.Tarik (Kg/mm ²)	ϵ Regangan

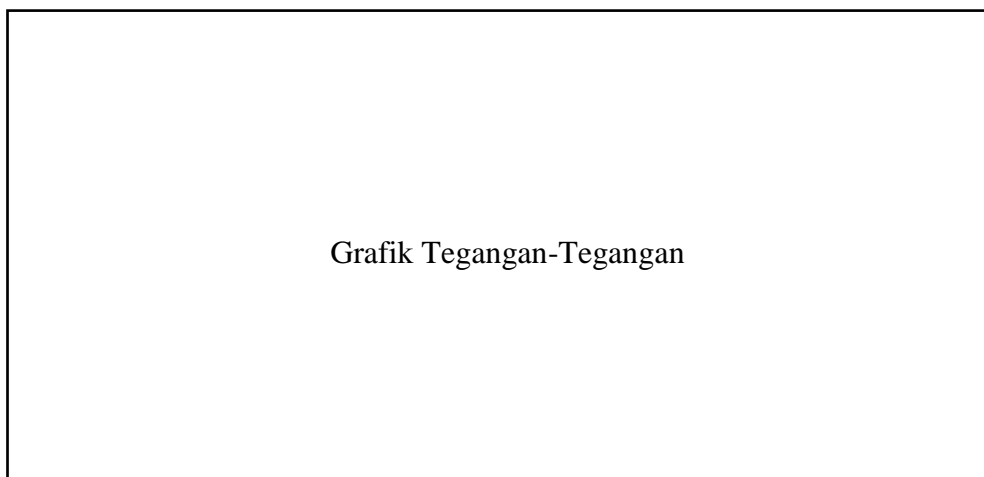
Tabel 5.4 Tabel Data Hasil Perhitungan Tegangan Dan Regangan Sebenarnya

No.	σ (Kg/mm ²)	ϵ (%)	$\sigma_t = \sigma (1+\epsilon)$	$\epsilon_t = \epsilon (1+\epsilon)$

❖ **Grafik Bagan Tegangan Regangan Perlakuan Pendinginan Udara**



❖ **Grafik Bagan Tegangan Regangan Perlakuan Pendinginan Air**



❖ **Grafik Bagan Tegangan Regangan Perlakuan Pendinginan Oli**

