



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**ANALISA PERBANDINGAN HASIL UJI TARIK PADA
BEBERAPA SPESIMEN DENGAN *LOAD CELL* BERKAPASITAS
500 KN**

TUGAS AKHIR

IRFAN AL AYUBBI

40040220655007

**PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG
AGUSTUS 2022**



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**ANALISA PERBANDINGAN HASIL UJI TARIK PADA
BEBERAPA SPESIMEN DENGAN *LOAD CELL* BERKAPASITAS
500 KN**

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat
Untuk memperoleh gelar sarjana Terapan**

**IRFAN AL AYUBBI
40040220655007**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO**


**SEMARANG
AGUSTUS 2022**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Irfan Al Ayubbi

NIM : 40040220655007

Tanda Tangan : 

Tanggal : 25 Juli 2022

SURAT TUGAS



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEKOLAH VOKASI

Jalan Prof. Sudarto, S.H.
Tembalang, Semarang Kode Pos 50275
Tel./Faks (024) 7471379
www.vokasi.undp.ac.id
email: vokasi@live.undp.ac.id

TUGAS AKHIR

No. 1 / TA / DIV RPM / 2022

Dengan ini diberikan Tugas Akhir untuk Mahasiswa berikut :

N a m a : Irfan Al Ayubbi
NIM : 40040220655007
Judul Tugas Akhir : Analisa perbandingan hasil uji tarik pada beberapa spesimen dengan *Load Cell* berkapasitas 500 KN

Isi Tugas :

1. Menganalisa perbandingan kekuatan material uji tanpa *heat treatment* dan dengan menggunakan *heat treatment*.
2. Menganalisa dan mengamati struktur patahan dari material uji tanpa *heat treatment* dan menggunakan *heat treatment* menggunakan mikroskop skala macro.
3. Melakukan *heat treatment* pada material uji menggunakan tungku *furnace*
4. Melakukan uji tarik material menggunakan alat uji tarik berkapasitas 500 KN.

Demikian agar diselesaikan selama-lamanya 6 bulan terhitung sejak diberikan tugas ini , dan diwajibkan konsultasi sedikitnya 12 kali demi kelancaran penyelesaian tugas.

Semarang , 22 Februari 2022

Ketua PSD IV Rekayasa Perancangan mekanik

 Dr. Seno Darmanto, S.T, M.T
NIP. 197110301998021001 

Tembusan :

Dosen Pembimbing

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Dengan ini menerangkan bahwa Laporan Tugas Akhir dengan judul :

“Analisa Perbandingan Hasil Uji Tarik Pada Beberapa Spesimen Dengan *Load Cell* Berkapasitas 500” yang telah disusun oleh :

Nama : Irfan Al Ayubbi
NIM : 40040220655007
Program Studi : Diploma IV Rekayasa Perancangan Mekanik
Perguruan Tinggi : Universitas Diponegoro

Telah disetujui dan disahkan di Semarang pada :

Hari : Selasa
Tanggal : Semarang, 09 Agustus 2022

Semarang, 09 Agustus 2022

Ketua PSD IV Rekayasa
Perancangan Mekanik

Dosen Pembimbing

Dr. Seno Darmanto, S.T, M.T

NIP 197110301998021001

Dr. Seno Darmanto, S.T, M.T

NIP 197110301998021001

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh

Nama : Irfan Al Ayubbi

NIM : 40040220655007

Program Studi : Diploma IV Rekayasa Perancangan Mekanik

Judul : Analisa Perbandingan Hasil Uji Tarik Pada Beberapa
Spesimen Dengan *Load Cell* Berkapasitas 500 KN

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan (S.Tr.) pada Program Studi Diploma IV Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing : Dr. Seno Darmanto, S.T, M.T ()

Penguji I : Didik Ariwibowo, S.T, M.T ()

Penguji II : Drs. Juli Mrihardjono, M.T ()

Semarang, 09 Agustus 2022

Ketua PSD IV Rekayasa

Perancangan Mekanik

Dr. Seno Darmanto, S.T, M.T

NIP 197110301998021001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Irfan Al Ayubbi
NIM : 40040220655007
Jurusan/Program Studi : D IV Rekayasa Perancangan Mekanik
Departemen : Teknologi Industri
Fakultas : Sekolah Vokasi
Jenis Karya : Tugas Akhir

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :


ANALISA PERBANDINGAN HASIL UJI TARIK PADA BEBERAPA SPESIMEN DENGAN *LOAD CELL* BERKAPASITAS 500 KN

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal : 25 Juli 2022

Yang menyatakan


(Irfan Al Ayubbi)

HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto :

“Dimanapun kita berada, dan apapun yang kita kerjakan. Selalu lakukan dan berikan yang terbaik dari apa yang kita bisa. “B.J Habibie”

Persembahan :

1. Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia yang diberikannya sampai hari ini.
2. Bapak dan Ibu tercinta yang telah memberikan dukungan dan doa yang tiada hentinya.
3. Istri dan Anakku tercinta yang selalu memberikan dukungan dan semangat
4. Teman-teman lanjutan D4 RPM kelas thermal yang telah memberikan berjuta kenangan dan semangat.
5. Segenap dosen, teknisi, dan karyawan PSD IV Rekayasa Perancangan Mekanik Universitas Diponegoro.
6. Rekan kerja di PT Geothermal Energy Area Karaha yang telah memberi masukan dalam penyusunan laporan proyek akhir ini.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala karena atas izin dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan Proyek Akhir dengan tepat waktu. Penulis menemukan banyak sekali kemudahan dan bantuan yang diberikan lewat tangan-tangan tak terduga, sesuai dengan janji-Nya bahwa setelah kesulitan selalu ada kemudahan, maka sekali lagi hanya kepada Allah penulis memanjatkan puji dan syukur.

Penyusunan Laporan Proyek Akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Diploma IV Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.

Pelaksanaan Proyek Akhir ini tak akan pernah selesai tanpa bantuan, bimbingan, dan dukungan dari banyak pihak, maka pada kesempatan ini, penulis ingin memberikan penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Budiyo, M.Si , selaku Dekan Sekolah Vokasi.
2. Bapak Dr. Seno Darmanto, S.T, M.T, selaku Ketua Program Studi Diploma IV Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
3. Bapak Dr. Seno Darmanto, S.T, M.T selaku Dosen Pembimbing Proyek Akhir.
4. Bapak Didik Ariwibowo, S.T, M.T selaku Dosen Wali.
5. Seluruh dosen dan staf Program Studi Diploma IV Rekayasa Perancangan Mekanik.
6. Istri dan Anakku yang selalu memberikan support dan doanya
7. Semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini terdapat kesalahan dan kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi penyempurnaan laporan ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan sivitas akademika pada umumnya dan bagi penulis pada khususnya.

Semarang, 25 Juli 2022

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Irfan Al Ayubbi', enclosed within a circular scribble.

Irfan Al Ayubbi

ANALISA PERBANDINGAN HASIL UJI TARIK PADA BEBERAPA SPESIMEN DENGAN *LOAD CELL* BERKAPASITAS 500 KN

Uji tarik banyak dilakukan untuk melengkapi informasi rancangan dasar kekuatan suatu bahan dan sebagai data pendukung bagi spesifikasi bahan. Pada uji tarik benda uji diberi beban gaya tarik sesumbu yang bertambah secara kontiniu, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan mengenai perpanjangan yang dialami benda uji. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat mekanik dan perubahannya dari suatu logam terhadap pembebanan tarik dengan menggunakan metode kualitatif dan metode pengumpulan data yang menggunakan kajian literatur. Kajian yang dilakukan dengan cara mengumpulkan data-data melalui buku literatur yang berhubungan dengan obyek tugas akhir. Hasil uji material yang memiliki nilai terkecil yaitu Aluminium didapatkan, nilai tanpa *heat treatment* yaitu Tegangan=566 N/mm², Regangan=7.9 , ME=72.1 N/mm²) dan nilai menggunakan *heat treatment* yaitu Tegangan=439 N/mm², Regangan=3.5, ME=124.5 N/mm²). Sedangkan nilai terbesar yaitu Besi Beton TP 280 didapatkan, nilai tanpa *heat treatment* yaitu Tegangan=1012 N/mm², Regangan=6.5 , ME=156.4 N/mm²). Sedangkan nilai saat menggunakan *heat treatment* yaitu Tegangan=729 N/mm², Regangan=3.7, ME = 198.8 N/mm²). Dapat disimpulkan hasil dari analisa perbandingan kekuatan material uji tanpa *heat treatment* dan menggunakan *heat treatment* ini diketahui saat material di panaskan sampai mendekati titik kritisnya, material tersebut akan membentuk sebuah sifat baru yang akan membuatnya berubah sifat menjadi ulet atau getas.

Kata kunci : Uji Tarik, Tegangan, Regangan, ME “Modulus Elastisitas”, *Heat Treatment*

COMPARATIVE ANALYSIS OF TENSILE TEST RESULTS ON SEVERAL SPECIMENS WITH A LOAD CELL WITH A CAPACITY OF 500 KN

Many tensile tests are carried out to complete the basic design information of the strength of a material and as supporting data for material specifications. In the tensile test, the test object is given a load of tensile force that increases continuously, at the same time observations are made regarding the extension experienced by the test object. This study aims to determine the mechanical properties and their changes from a metal to tensile loading using qualitative methods and data collection methods using literature review. The study is carried out by collecting data through a literature book related to the object of the final project. The test results of the material that has the smallest value, namely Aluminum, are obtained, the value without heat treatment is Voltage = 566 N / mm², Strain = 7.9 , ME = 72.1 N / mm²) and the value using heat treatment is Voltage = 439 N / mm²), Strain = 3.5, ME = 124.5 N / mm²). While the largest value, namely Iron Concrete TP 280, was obtained, the value without heat treatment was Voltage = 1012 N / mm², Strain = 6.5 , ME = 156.4 N / mm²). While the values when using heat treatment are Voltage = 729 N / mm²), Strain = 3.7, ME = 198.8 N / mm²). It can be concluded that the results of the comparative analysis of the strength of the test material without heat treatment and using heat treatment are known when the material is heated until it is close to its critical point, the material will form a new property that will make it change its properties to be tenacious or brittle.

Keywords : Tensile Test, Stress, Strain, ME "Modulus of Elasticity", Heat Treatment

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
SURAT TUGAS	iv
HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vii
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	viii
KATA PENGANTAR	ix
ABSTRAK	xi
ABSTRACT.....	xii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB I PENDAHULUAN	1

1.1. Latar belakang.....	1
1.2. Tujuan penelitian	3
1.3. Batasan masalah.....	4
1.4. Output	4
BAB II TINJAUAN UMUM PERUSAHAAN	5
2.1. Dasar pengujian logam	5
2.2. Kekuatan tarik (<i>Tensile Strenght</i>)	9
2.3. Regangan tarik (<i>Strain</i>).....	12
2.4. Modulus elastisitas.....	13
2.5. Spesifikasi material uji.....	14
2.5.1. Kuningan	14
2.5.2. Besi beton	15
2.5.3. Baja karbon.....	16
2.5.4. Aluminium.....	17
2.6. Mode perpatahan material.....	18
2.6.1. Perpatahan ulet	19
2.6.2. Perpatahan getas	20
BAB III METODE PENELITIAN.....	23
3.1. Diagram alir penelitian.....	23

3.2. Alat-alat yang digunakan dalam pengujian tarik	24
3.2.1. Mesin uji tarik.....	24
3.2.2. Jangka sorong	25
3.2.3. Meteran / penggaris	25
3.2.4. Mikroskop skala macro	26
3.2.5. Tungku furnace.....	26
3.3. Bahan-bahan yang digunakan dalam pengujian tarik	27
3.4. Prosedur pengujian tarik	28
3.5. Pengumpulan data.....	28
3.5.1. Kajian literatur / tinjauan pustaka.....	28
3.5.2. Wawancara (<i>Interview</i>).....	29
3.5.3. Akses dokumen standard and code.....	29
3.6. Analisis Data.....	29
3.6.1. Penelitian menggunakan alat uji tarik	30
3.6.2. Penelitian menggunakan mikroskop.....	32
3.6.3. Penelitian menggunakan tungku furnace.....	32
3.7. Penyusunan laporan	33
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	 34
4.1. Hasil pengolahan uji tarik.....	34
4.2. Menentukan tegangan spesimen tanpa <i>heat treatment</i> dan menggunakan <i>heat treatment</i>	35

4.2.1. Tegangan spesimen tanpa <i>heat treatment</i>	35
4.2.2. Tegangan spesimen menggunakan <i>heat treatment</i>	35
4.3. Menentukan regangan spesimen tanpa <i>heat treatment</i> dan menggunakan <i>heat treatment</i>	37
4.3.1. Regangan spesimen tanpa <i>heat treatment</i>	38
4.3.2. Regangan spesimen menggunakan <i>heat treatment</i>	38
4.4. Menentukan modulus elastitas tanpa <i>heat treatment</i> dan menggunakan <i>heat treatment</i>	39
4.4.1. Modulus elastisitas spesimen tanpa <i>heat treatment</i>	40
4.4.2. Modulus elastisitas spesimen menggunakan <i>heat treatment</i>	40
4.5. Mikroskop macrostruktur	42
BAB V PENUTUP.....	46
5.1. Kesimpulan.....	46
5.2. Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Mesin uji tarik dilengkapi spesimen ukuran standar	6
Gambar 2.2. Dimensi dan ukuran spesimen untuk uji tarik standard E8	7
Gambar 2.3. Contoh kurva uji tarik	8
Gambar 2.4. Spesimen uji tarik bentuk tulangan polos	15
Gambar 2.5. Ilustrasi penampang samping bentuk perpatahan benda uji tarik sesuai dengan tingkat keuletan/kegetasan.....	19
Gambar 2.6. Tahapan terjadinya perpatahan ulet pada sampel uji tarik	19
Gambar 2.7. Tampilan permukaan patahan	20
Gambar 2.8. Perpatahan getas pada dua sampel logam berpenampang lintang Persegi Panjang (pelat).....	21
Gambar 2.9a. Foto SEM sampel dengan perpatahan getas memotong butir (<i>transgranular fracture</i>).....	21
Gambar 2.9b. Foto SEM sampel dengan perpatahan getas melalui batas butir material (<i>intergranular fracture</i>)	22
Gambar 3.1. Diagram alir penelitian uji tarik	23
Gambar 3.2. Alat uji tarik	24

Gambar 3.3 Jangka sorong.....	25
Gambar 3.4. Penggaris	26
Gambar 3.5. Mikroskop	26
Gambar 3.6. Tungku furnace	27
Gambar 3.7. Sample uji tarik material	27
Gambar 3.8. Form pengujian uji tarik.....	30
Gambar 3.9. Contoh foto profil patahan ulet struktur macro.....	32
Gambar 3.10. Contoh foto profil patahan getas struktur macro.....	32
Gambar 3.11. Form analisa profil patahan.....	32
Gambar 3.12. Contoh tabel titik lebur pada material logam.....	33
Gambar 4.1. Kurva perbandingan nilai tegangan spesimen uji	37
Gambar 4.2. Kurva perbandingan nilai regangan spesimen uji	39
Gambar 4.3. Kurva perbandingan nilai modulus elastisitas spesimen uji.....	41

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Harga modulus elastisitas pada berbagai suhu.....	14
Tabel 2.2. Spesifikasi material kuningan	15
Tabel 2.3. Spesifikasi material besi beton.....	16
Tabel 2.4. Spesifikasi material baja karbon	17
Tabel 2.5. Spesifikasi materil aluminium	18
Tabel 3.1. Spesifikasi mesin uji tarik	24
Tabel 3.2. Data pengujian alat uji tarik tanpa <i>heat treatment</i>	31
Tabel 3.3 Data pengujian alat uji tarik menggunakan <i>heat treatment</i>	31
Tabel 3.4. <i>Temperature heat treatment</i> material uji tarik	33
Tabel 4.1. Hasil perhitungan uji tarik tanpa <i>heat treatment</i>	34
Tabel 4.2. Hasil perhitungan uji tarik menggunakan <i>heat treatment</i>	35
Tabel 4.3. Hasil foto spesimen uji tanpa <i>heat treatment</i>	42
Tabel 4.4. Hasil foto spesimen uji menggunakan <i>heat treatment</i>	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	51
------------------	----

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Salah satu sifat penting dari material logam adalah sifat mekanik. Sifat mekanik ini terdiri dari keuletan, kekerasan, kekuatan, dan ketangguhan. Sifat mekanik merupakan salah satu acuan untuk melakukan proses selanjutnya terhadap suatu material. Untuk mengetahui sifat mekanik pada suatu logam harus dilakukan pengujian terhadap logam tersebut. Salah satu pengujian yang dilakukan adalah Pengujian Tarik. Dari pengujian ini kita dapat mengetahui sifat mekanik dari material, sehingga dapat dilihat kelebihan dan kekurangannya (Roni, Apri 2020).

Uji Tarik (*Tensile Test*) adalah suatu metode yang digunakan untuk menguji kekuatan (*tensile strength*) suatu material/bahan dengan cara memberikan beban (gaya statis) yang sesumbu dan diberikan secara lambat atau cepat. Diperoleh hasil sifat mekanik dari pengujian ini berupa kekuatan dan elastisitas dari material/bahan (Firmansyah, 2020).

Tujuan pengujian mekanik suatu logam, yakni dengan percobaan-percobaan yang dilakukan terhadap suatu logam adalah untuk mendapatkan data-data yang dapat menunjukkan sifat-sifat mekanik logam tersebut. Pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat mekanik dan perubahan-perubahannya dari suatu logam terhadap pembebanan tarik. (Okasatria, 2009).

Pengujian tarik merupakan salah satu pengujian material yang paling banyak dilakukan di dunia industri. Karena pengujian ini terbilang yang paling mudah dan banyak data yang bias diambil dari pengujian ini. Diantaranya yang bisa didapat dari pengujian tarik ini adalah Kekuatan tarik (*Ultimate Tensile Strength*), Kekuatan mulur (*Yield Strength or Yield Point*), Elongasi (*Elongation*) dan Elastisitas (*Elasticity*). (Budiman, Haris 2016). Secara umum prinsip kerja pengujian tarik adalah menarik sebuah spesimen dengan alat penarik yang dilengkapi alat pencatat data, sampai spesimen tersebut putus. Pencatatan data dilakukan mulai spesimen ditarik sampai spesimen tersebut putus. (unpas.ac.id, 2019).

Uji tarik banyak dilakukan untuk melengkapi informasi rancangan dasar kekuatan suatu bahan dan sebagai data pendukung bagi spesifikasi bahan. (Dieter, 1986). Pada uji tarik benda uji diberi beban gaya tarik sesumbu yang bertambah secara kontiniu, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan mengenai perpanjangan yang dialami benda uji. (Husni, Hafidz 2011).

Uji tarik merupakan salah satu pengujian yang bersifat merusak. Standar pengujian tarik mengacu pada ASTM E8/E8M. Uji tarik banyak digunakan di industri karena informasi yang diberikannya mengenai sifat mekanik material cukup banyak dan mudah untuk diolah. Selain itu, pengujian ini juga dapat digunakan untuk hampir semua jenis material, dimulai dari logam, keramik, dan polimer. (Roni, Apri 2020)

Pengujian tarik ini dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat mekanis suatu

material, khususnya logam diantara sifat-sifat mekanis yang dapat diketahui dari hasil pengujian tarik adalah sebagai berikut : (unknown, 2013)

1. Kekuatan tarik
2. Kuat luluh dari material
3. *Modulus elastic* dari material

Oleh karena pentingnya pengujian tarik ini, kita sebagai mahasiswa teknik mesin hendaknya mengetahui mengenai pengujian ini. Dengan adanya kurva tegangan regangan kita dapat mengetahui kekuatan tarik, kekuatan luluh, keuletan, modulus elastisitas, dan lain-lain. Pada pegujian tarik ini kita juga harus mengetahui dampak pengujian terhadap sifat mekanis dan fisik suatu logam. Dengan mengetahui parameter tersebut, maka kita dapat data dasar mengenai kekuatan suatu bahan atau logam. (Unknown, 2013)

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

- a. Menganalisa perbandingan kekuatan material uji tanpa *heat treatment* dan dengan menggunakan *heat treatment* menggunakan furnace.
- b. Menganalisa dan mengamati struktur patahan dari material uji tanpa *heat treatment* dan menggunakan *heat treatment* menggunakan mikroskop skala macro.
- c. Melakukan uji tarik material menggunakan alat uji tarik berkapasitas 500 KN.

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam percobaan ini yaitu melakukan pengujian pada material Aluminium, Kuningan (*Seamless Brass Tube*), Besi ST 40 dan Besi Beton TP (*Tulangan Polos*) 280 yang berbentuk kawat sampai material tersebut putus, tanpa dilakukan *heat treatment* dan menggunakan *heat treatment* dengan tungku furnace. Dari hasil pengujian yang diperoleh, dicari berapa besar *yield strength*, *tensile strength* dan modulus elastisitasnya serta mendapatkan kurva perbandingan dari hasil pengujian uji tarik. Lalu dilakukan pengamatan struktur patahan dengan mikroskop skala macro untuk mengetahui karakteristik dari material uji.

1.4. Output

Pelaksanaan tugas akhir ini menghasilkan output, yaitu:

- a. Laporan tugas akhir
- b. Analisa data pengujian material besi st 40, aluminium, kuningan dan besi beton TP 280
- c. Instrumentasi alat uji tarik skala laboratorium
- d. Paper dari laporan tugas akhir berskala Sinta 3 yang di upload di website Polines

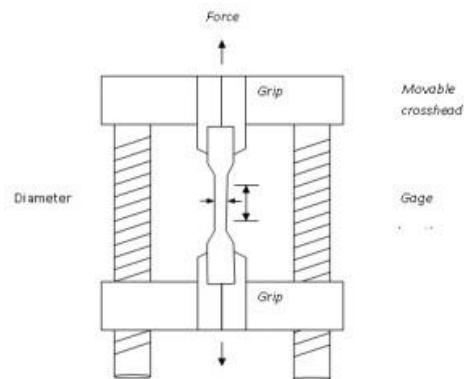
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Dasar pengujian logam

Uji tarik adalah pengujian mekanik yang memberikan beban tarik pada material uji dengan kecepatan pembebanan yang statis. Pada uji tarik, spesimen diberi beban gaya tarik pada satu sumbu yang bertambah secara kontinyu, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan terhadap perpanjangan yang dialami oleh benda uji. Standar pengujian tarik mengacu pada ASTM E8/E8M. Kurva tegangan regangan rekayasa diperoleh dari pengukuran perpanjangan benda uji. Tegangan yang dipergunakan pada kurva adalah tegangan membujur rata-rata dari pengujian tarik yang diperoleh dengan membagi beban dengan luas awal penampang melintang benda uji. (Dieter, 1986)

Hasil yang didapatkan dari pengujian tarik sangat penting untuk rekayasa teknik dan desain produk karena menghasilkan data kekuatan material. Pengujian uji tarik digunakan untuk mengukur ketahanan suatu material terhadap gaya statis yang diberikan secara lambat.



Gambar 2.1. Mesin uji tarik dilengkapi spesimen ukuran standar.

Seperti pada gambar 2.1 benda yang di uji tarik diberi pembebanan pada kedua arah sumbunya. Pemberian beban pada kedua arah sumbunya diberi beban yang sama besarnya. Pengujian tarik adalah dasar dari pengujian mekanik yang dipergunakan pada material. Dimana spesimen uji yang telah di standarisasi, dilakukan pembebanan *uniaxial* sehingga spesimen uji mengalami peregangan dan bertambah panjang hingga akhirnya patah. Pengujian tarik relatif sederhana, murah dan sangat terstandarisasi dibanding pengujian lain. Hal-hal yang perlu diperhatikan agar pengujian menghasilkan nilai yang valid adalah; bentuk dan dimensi spesimen uji, pemilihan grips dan lain-lain.

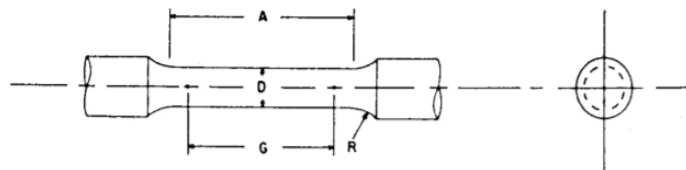
1. Bentuk dan dimensi spesimen uji

Spesimen uji harus memenuhi standar dan spesifikasi dari ASTM E8 atau D638. Bentuk dari spesimen penting karena kita harus menghindari terjadinya patah atau retak pada daerah grip atau yang lainnya. Jadi standarisasi dari bentuk spesimen uji dimaksudkan agar retak dan patahan terjadi di daerah gage length.

2. Grip and face selection

Face dan *grip* adalah faktor penting. Dengan pemilihan *setting* yang tidak tepat, spesimen uji akan terjadi slip atau bahkan pecah dalam daerah *grip* (*jaw break*). Ini akan menghasilkan hasil yang tidak valid. *Face* harus selalu tertutupi di seluruh permukaan yang kontak dengan *grip*. Agar spesimen uji tidak bergesekan langsung dengan permukaan (*face*).

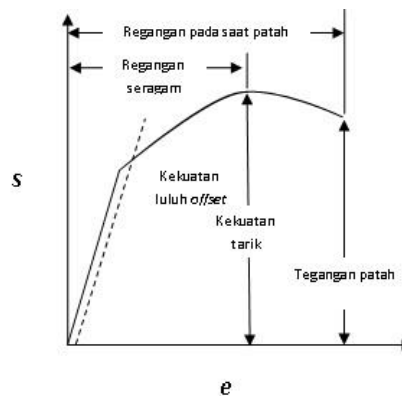
Beban yang diberikan pada bahan yang di uji ditransmisikan pada pegangan bahan yang di uji. Dimensi dan ukuran pada benda uji disesuaikan dengan standar baku pengujian. (Salindeho, 2013)



Dimensions, mm [in.]					
For Test Specimens with Gauge Length Four times the Diameter [E8]					
	Standard Specimen	Small-Size Specimens Proportional to Standard			
	Specimen 1	Specimen 2	Specimen 3	Specimen 4	Specimen 5
G —Gauge length	50.0 ± 0.1 [2.000 ± 0.005]	36.0 ± 0.1 [1.400 ± 0.005]	24.0 ± 0.1 [1.000 ± 0.005]	16.0 ± 0.1 [0.640 ± 0.005]	10.0 ± 0.1 [0.450 ± 0.005]
D —Diameter (Note 1)	12.5 ± 0.2 [0.500 ± 0.010]	9.0 ± 0.1 [0.350 ± 0.007]	6.0 ± 0.1 [0.250 ± 0.005]	4.0 ± 0.1 [0.160 ± 0.003]	2.5 ± 0.1 [0.113 ± 0.002]
R —Radius of fillet, min	10 [0.375]	8 [0.25]	6 [0.188]	4 [0.156]	2 [0.094]
A —Length of reduced section, min (Note 2)	56 [2.25]	45 [1.75]	30 [1.25]	20 [0.75]	16 [0.625]

Gambar 2.2 Dimensi dan ukuran spesimen untuk uji tarik standard E8

Kurva tegangan-regangan teknik dibuat dari hasil pengujian yang didapatkan.



Gambar 2.3. Contoh Kurva Uji Tarik

Bentuk dan besaran pada kurva tegangan-regangan suatu logam tergantung pada komposisi, perlakuan panas, deformasi plastik, laju regangan, temperatur dan keadaan tegangan yang menentukan selama pengujian. Parameter-parameter yang digunakan untuk menggambarkan kurva tegangan-regangan logam adalah kekuatan tarik, kekuatan luluh atau titik luluh, persen perpanjangan dan pengurangan luas.

Bentuk kurva tegangan-regangan pada daerah elastis tegangan berbanding lurus terhadap regangan. Deformasi tidak berubah pada pembebanan, daerah remangan yang tidak menimbulkan deformasi apabila beban dihilangkan disebut daerah elastis. Apabila beban melampaui nilai yang berkaitan dengan kekuatan luluh, benda mengalami deformasi plastis bruto. Deformasi pada daerah ini bersifat permanen, meskipun bebannya dihilangkan. Tegangan yang dibutuhkan untuk menghasilkan deformasi plastis akan bertambah besar dengan bertambahnya regangan plastik.

Pada mulanya pengerasan regang lebih besar dari yang dibutuhkan untuk

mengimbangi penurunan luas penampang lintang benda uji dan tegangan teknik (sebanding dengan beban F) yang bertambah terus, dengan bertambahnya regangan. Akhirnya dicapai suatu titik di mana pengurangan luas penampang lintang lebih besar dibandingkan pertambahan deformasi beban yang diakibatkan oleh pengerasan regang. Keadaan ini untuk pertama kalinya dicapai pada suatu titik dalam benda uji yang sedikit lebih lemah dibandingkan dengan keadaan tanpa beban. Seluruh deformasi plastis berikutnya terpusat pada daerah tersebut dan benda uji mulai mengalami penyempitan secara lokal. Karena penurunan luas penampang lintang lebih cepat daripada pertambahan deformasi akibat pengerasan regang, beban sebenarnya yang diperlukan untuk mengubah bentuk benda uji akan berkurang dan demikian juga tegangan teknik pada persamaan (1) akan berkurang hingga terjadi patah.

Dari kurva uji tarik yang diperoleh dari hasil pengujian akan didapatkan beberapa sifat mekanik yang dimiliki oleh benda uji, sifat-sifat tersebut antara lain [Dieter, 1993]:

1. Kekuatan tarik
2. Regangan tarik
3. *Modulus elastic*

2.2. Kekuatan tarik (*tensile strenght*)

Kekuatan yang ditentukan dari suatu hasil pengujian tarik adalah kuat luluh (*Yield Strength*) dan kuat tarik (*Ultimate Tensile Strength*). Kekuatan tarik

atau kekuatan tarik maksimum (*Ultimate Tensile Strength / UTS*), adalah beban maksimum dibagi luas penampang lintang awal benda uji. Tegangan dapat dirumuskan dengan persamaan (Callister, 1991)

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

Keterangan ;

σ : tegangan (N/mm²) atau (MPa)

F : gaya (N)

A : luas penampang awal spesimen (mm²)

Tegangan tarik adalah nilai yang paling sering dituliskan sebagai hasil suatu uji tarik, tetapi pada kenyataannya nilai tersebut kurang bersifat mendasar dalam kaitannya dengan kekuatan bahan. Untuk logam-logam yang liat kekuatan tariknya harus dikaitkan dengan beban maksimum, di mana logam dapat menahan beban sesumbu untuk keadaan yang sangat terbatas. Akan ditunjukkan bahwa nilai tersebut kaitannya dengan kekuatan logam kecil sekali kegunaannya untuk tegangan yang lebih kompleks, yakni yang biasanya ditemui. Untuk berapa lama, telah menjadi kebiasaan mendasarkan kekuatan struktur pada kekuatan tarik, dikurangi dengan faktor keamanan yang sesuai.

Kecenderungan yang banyak ditemui adalah menggunakan pendekatan yang lebih rasional yakni mendasarkan rancangan statis logam yang liat pada kekuatan luluhnya. Akan tetapi, karena jauh lebih praktis menggunakan

kekuatan tarik untuk menentukan kekuatan bahan, maka metode ini lebih banyak dikenal, dan merupakan metode identifikasi bahan yang sangat berguna, mirip dengan kegunaan komposisi kimia untuk mengenali logam atau bahan. Selanjutnya, karena kekuatan tarik mudah ditentukan dan merupakan sifat yang mudah dihasilkan kembali (*reproducible*). Kekuatan tersebut berguna untuk keperluan spesifikasi dan kontrol kualitas bahan. Korelasi empiris yang diperluas antara kekuatan tarik dan sifat-sifat bahan misalnya kekerasan dan kekuatan lelah, sering dipergunakan. Untuk bahan-bahan yang getas, kekuatan tarik merupakan kriteria yang tepat untuk keperluan perancangan.

Tegangan di mana deformasi plastik atau batas luluh mulai teramati tergantung pada kepekaan pengukuran regangan. Sebagian besar bahan mengalami perubahan sifat dari elastik menjadi plastik yang berlangsung sedikit demi sedikit, dan titik di mana deformasi plastik mulai terjadi dan sukar ditentukan secara teliti. Telah digunakan berbagai kriteria permulaan batas luluh yang tergantung pada ketelitian pengukuran regangan dan data-data yang akan digunakan.

1. Batas elastik sejati berdasarkan pada pengukuran regangan mikro pada skala regangan 2×10^{-6} inci/inci. Batas elastik nilainya sangat rendah dan dikaitkan dengan gerakan beberapa ratus dislokasi.
2. Batas proporsional adalah tegangan tertinggi untuk daerah hubungan proporsional antara tegangan-regangan. Harga ini diperoleh dengan cara

mengamati penyimpangan dari bagian garis lurus kurva tegangan-regangan.

3. Batas elastik adalah tegangan terbesar yang masih dapat ditahan oleh bahan tanpa terjadi regangan sisa permanen yang terukur pada saat beban telah ditiadakan. Dengan bertambahnya ketelitian pengukuran regangan, nilai batas elastiknya menurun hingga suatu batas yang sama dengan batas elastik sejati yang diperoleh dengan cara pengukuran regangan mikro. Dengan ketelitian regangan yang sering digunakan pada kuliah rekayasa (10^{-4} inci/inci), batas elastik lebih besar daripada batas proporsional. Penentuan batas elastik memerlukan prosedur pengujian yang diberi beban-tak diberi beban (*loading-unloading*) yang membosankan.

2.3. Regangan (*Strain*)

Regangan adalah perubahan ukuran atau bentuk benda yang mengalami tegangan. Regangan didefinisikan sebagai perbandingan antara pertambahan panjang benda terhadap panjang benda semula. Regangan dapat dirumuskan dengan persamaan (Callister, 1991)

$$e = \frac{\Delta l}{l_0}$$

Keterangan ;

e : Besar regangan

Δl : Pertambahan panjang atau elongasi (mm)

l_0 : Panjang awal benda uji (mm)

Tegangan di mana deformasi plastis atau batas luluh mulai teramati tergantung pada kepekaan pengukuran regangan. Sebagian besar bahan mengalami perubahan sifat dari elastik menjadi plastis yang berlangsung sedikit demi sedikit, dan titik di mana deformasi plastis mulai terjadi dan sukar ditentukan secara teliti.

2.4. Modulus elastisitas

Modulus elastisitas adalah ukuran kekuatan suatu bahan akan keelastisitasannya. Makin besar modulus, makin kecil regangan elastik yang dihasilkan akibat pemberian tegangan. Modulus elastisitas ditentukan oleh gaya ikat antar atom, karena gaya-gaya ini tidak dapat dirubah tanpa terjadi perubahan mendasar pada sifat bahannya. Maka modulus elastisitas salah satu sifat-sifat mekanik yang tidak dapat diubah. Sifat ini hanya sedikit berubah oleh adanya penambahan paduan, perlakuan panas, atau pengerjaan dingin.

Secara matematis persamaan *modulus elastic* dapat dirumuskan dengan persamaan (Callister,1991).

$$E = \frac{\sigma}{e}$$

Keterangan :

E : Besar modulus elastisitas (N/mm^2) atau (Mpa),

e : regangan

σ : Tegangan (N/mm^2) atau (Mpa)

Tabel 2.1 Harga modulus elastisitas pada berbagai suhu [Askeland, 1985]

Bahan	Modulus elastisitas, psi x 10 ⁶				
	Suhu kamar	400 ⁰ F	800 ⁰ F	1000 ⁰ F	1200 ⁰ F
Baja karbon	30,0	27,0	22,5	19,5	18,0
Baja tahan karat austenit	28,0	25,5	23,0	22,5	21,0
Paduan titanium	16,5	14,0	10,7	10,1	
Paduan aluminium	10,5	9,5	7,8		

2.5. Spesifikasi material Uji

Dalam penelitian proyek akhir yang dilakukan, digunakan material uji dengan spesifikasi sebagai berikut :

2.5.1. Kuningan

Logam kuningan 60/40 (CuZn) unsur paduan utamanya tembaga dan seng. Proses pembentukan kuningan lebih mudah, biaya produksi murah, tahan korosi, kekuatan tinggi, konduktor panas, sifat mampu cor dan kemampuan mesin yang baik. Kuningan 60/40 adalah paduan tembaga yang terdiri dari 60% tembaga dan 40% seng dan memiliki mineral pengotor (miner impurities).

Dalam proses paduan logam kuningan dengan konsentrasi Zn dari 36% menjadi 40%, fasa tersebut terbentuk saat perubahan fasa cair ke fasa padat (solidification) saat cairan logam tersebut dituang. Temperatur cairan menurun drastis karena panas terserap oleh cetakan dan area sekitarnya. Kecepatan transfer panas tergantung sifat konduktivitas cetakan, proses pengecoran dan dimensi coran, sehingga mampu meningkatkan sifat mekanik

dengan baik saat proses pengerjaan dingin (cold forming) pada logam (Abdalla Saif EM, 2019).

Tabel 2.2 Spesifikasi material kuningan

Alloy Type	UNS Grade	Yield Strength (0.5%)		Tensile Strength (0.5%)		Elongation (%)
		MPa	ksi	MPa	ksi	
Yellow Brass	C85200	90	13	262	38	35
	C85400	83	12	234	34	35
	C85700	124	18	345	50	40
	C85800	207	30	379	55	15
	C87900	241	35	483	70	25
White Brass	C99700	172	25	379	55	25
	C99750	221	32	448	65	30

2.5.2. Besi beton

Besi beton diproduksi secara umum terdiri dari 2 jenis yaitu besi beton permukaan polos (round bar) dan besi beton ulir (deformed bar). Perbedaan dua jenis besi tersebut adalah terletak pada bagian permukaannya. Besi polos mempunyai penampang bundar dengan permukaan tidak bersirip, sedangkan besi ulir memiliki berbentuk sirip melintang (sirip ikan).

Pada Gambar 2.6. ditunjukkan perbedaan antara besi beton polos dan besi beton ulir.



Gambar 2.4 Spesimen uji tarik bentuk tulangan polos

Karakteristik beton bertulang mengacu pada batang logam yang dimanfaatkan untuk memberikan dukungan tambahan pada struktur beton. Aertinya, besi tipe ini merupakan besi yang banyak digunakan untuk menjadi penulangan pada berbagai macam konstruksi beton.

Besi tulangan ini tersusun dari beberapa komposisi seperti sulphur, carbon, phosphorus serta bijih besi. Melalui beberapa campuran atau komposisi kandungan tersebut mampu menciptakan tingkat kekerasan pada material menjadi sangat tinggi.

Tabel 2.3. Spesifikasi material besi beton

Kelas Baja Tulangan	Nomor Batang Uji	Uji Tarik			Uji Lengkung	
		Batas ulur kgf/mm ² (N/mm ²)	Kuat tarik kgf/mm ² (N/mm ²)	Regangan (%)	Sudut Lengkung	Diameter Pelengkung
BjTP 24	No. 2	Minimum 24 (235)	Minimum 39 (380)	20	180°	3 x d
	No. 3			24		
BjTP 30	No. 2	Minimum 30 (295)	Minimum 45 (440)	18	180°	d > 16 = 3xd d > 16 = 4xd
	No. 3			20		
BjTP 30	No. 2	Minimum 30 (295)	Minimum 45 (440)	10	180°	d ≤ 16 = 3xd d > 16 = 4xd
	No. 3			18		

2.5.3. Baja Karbon

Baja karbon 0,4% (oil quench-temper) memiliki kandungan karbon pada besi sebanyak 0,4% C, proses quenching yaitu pengerasannya dengan dipanaskan diikuti proses pendinginan cepat menggunakan media oli kemudian dipanaskan kembali melalui proses tempering, paduannya menghasilkan sifat mekanis kuat, kekerasan tinggi dan ulet. Baja karbon sedang (medium carbon steel) mirip dengan baja karbon rendah perbedaanya pada kadar kandungan karbonnya yaitu dari 0,30% hingga 0,60% dan kadar kandungan mangan dari

0,60% hingga 1,65%. Proses meningkatkan kandungan karbon menjadi sekitar 0,5% disertai peningkatan mangan memungkinkan baja karbon sedang tersebut untuk dilakukan pengerasan dengan proses quenching dan proses tempering (Ramesh Singh, 2020).

Struktur mikro pada baja sangat mempengaruhi sifat mekaniknya. Dengan proses perlakuan panas struktur mikro sangat mudah berubah. Klasifikasi baja berdasarkan jumlah kandungan karbonnya, yaitu baja karbon rendah atau baja ringan (mild steel) atau baja perkakas, bukan kategori baja keras, karena kandungan karbon rendah dibawah 0,3%. Baja karbon sedang kandungan karbon 0,3-0,6% dan baja dapat dikeraskan sebagian melalui perlakuan panas (*heat treatment*) yang sesuai. Baja karbon tinggi kandungan karbon 0,6-1,5%, dibuat melalui proses penggilangan panas (Jaenal A, Helmy P dan Imam S, 2017).

Tabel 2.4. Spesifikasi material Baja Karbon (mechanicalc.com)

Alloy Steel

Material	Condition	Yield Strength [ksi]	Ultimate Strength [ksi]	Elongation %	Elastic Modulus [psi]	Density [lb/in ³]	Poisson's Ratio
AISI 4130	Hot Rolled	70	90	20	29e6	0.283	0.32
	Stress Relieved	85	105	10			
	Annealed	55	75	30			
	Normalized	60	90	20			
AISI 4140	Hot Rolled	90	120	15	29.7e6	0.283	0.32
	Stress Relieved	100	120	10			
	Annealed	60	80	25			
	Normalized	90	120	20			

2.5.4. Aluminium

Aluminium adalah logam yang paling banyak terdapat di kerak bumi dan unsur ketiga terbanyak setelah oksigen dan silikon. Aluminium terdapat di kerak bumi sebanyak kira-kira 8,07% hingga 8,23% dari seluruh massa

padat dari kerak bumi, dengan produksi tahunan dunia sekitar 30 juta ton pertahun dalam bentuk bauksit dan bebatuan lain (corrundum, gibbsite, boehmite, diaspore, dan lainlain). Sulit menemukan aluminium murni dialam karena aluminium merupakan logam yang cukup reaktif. Aluminium murni adalah logam yang lunak, tahan lama, ringan, dan dapat ditempa dengan penampilan luar bervariasi antara keperakan hingga abu-abu, tergantung kekasaran permukaannya. Aluminium murni 100% tidak memiliki kandungan unsur apapun selain aluminium itu sendiri, namun aluminium murni yang dijual dipasaran tidak pernah mengandung 100% aluminium, melainkan selalu ada pengotor yang terkandung di dalamnya. Pengotor yang mungkin berada di dalam aluminium murni biasanya adalah gelembung gas di dalam yang masuk akibat proses peleburan dan pendinginan/pengecoran yang tidak sempurna.

Tabel 2.5. Spesifikasi material aluminium (mechanicalc.com)

Aluminum Alloys

Material	Condition	Yield Strength [ksi]	Ultimate Strength [ksi]	Elongation %	Elastic Modulus [psi]	Density [lb/in ³]	Poisson's Ratio
Al 2014	T6, T651	59	67	7	10.5e6	0.101	0.33
Al 2024	T4	40	62	10	10.5e6	0.1	0.33
Al 5052	H32	23	38	9	10.1e6	0.097	0.33
Al 5083	H116, H321	31	44	10	10.3e6	0.096	0.33
	H32	31	56	12			
Al 6061	T4	16	26	16	9.9e6	0.098	0.33
	T6	35	38	8			
Al 7075	T6, T651	68	78	6	10.3e6	0.101	0.33

2.6. Mode perpatahan material

Sampel hasil pengujian tarik dapat menunjukkan beberapa tampilan perpatahan seperti diilustrasikan oleh Gambar 2.4. di bawah ini:

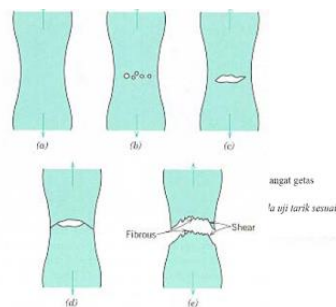


Gambar 2.5 . Ilustrasi penampang samping bentuk perpatahan benda uji tarik sesuai dengan tingkat keuletan/kegetasan

Perpatahan ulet memberikan karakteristik berserabut (*fibrous*) dan gelap (*dull*), sementara perpatahan getas ditandai dengan permukaan patahan yang berbutir (*granular*) dan terang. Perpatahan ulet umumnya lebih disukai karena bahan ulet umumnya lebih tangguh dan memberikan peringatan lebih dahulu sebelum terjadinya kerusakan. Pengamatan kedua tampilan perpatahan itu dapat dilakukan baik dengan mata telanjang maupun dengan bantuan *stereoscan microscope*.

2.6.1. Perpatahan ulet

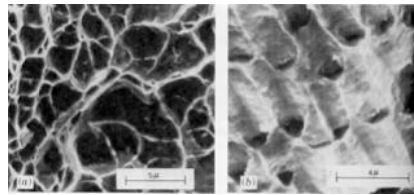
Gambar 2.5 di bawah ini memberikan ilustrasi skematis terjadinya perpatahan ulet pada suatu spesimen yang diberikan pembebanan tarik:



Gambar 2.6 . Tahapan terjadinya perpatahan ulet pada sampel uji tarik

Berikut keterangan **Gambar 2.5**: (a) Penyempitan awal, (b) Pembentukan rongga-rongga kecil (cavity), (c) Penyatuan rongga-rongga membentuk suatu retakan, (d) Perambatan retak, (e) Perpatahan geser akhir pada sudut 45° (a) (b) (c) (d) (e).

Tampilan foto SEM dari perpatahan ulet diberikan oleh Gambar 2.6 berikut.



Gambar 2.6. Tampilan permukaan patahan

Gambar tampilan permukaan patahan di atas menunjukkan dari suatu sampel logam yang ditandai dengan lubang-lubang dimpel sebagai suatu hasil proses penyatuan rongga-rongga kecil (cavity) selama pembebanan berlangsung.

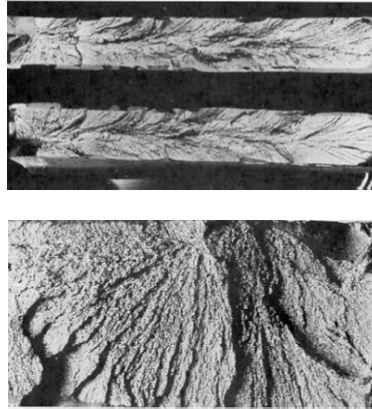
2.6.2. Perpatahan getas

Perpatahan getas memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

1. Tidak ada atau sedikit sekali deformasi plastis yang terjadi pada material
2. Retak/perpatahan merambat sepanjang bidang-bidang kristalin membelah atom-atom material (*transgranular*).
3. Pada material lunak dengan butir kasar (*coarse-grain*) maka dapat dilihat pola-pola yang dinamakan *chevrons* or *fan-like pattern* yang berkembang keluar dari daerah awal kegagalan.
4. Material keras dengan butir halus (*fine-grain*) tidak memiliki pola-pola yang mudah dibedakan.

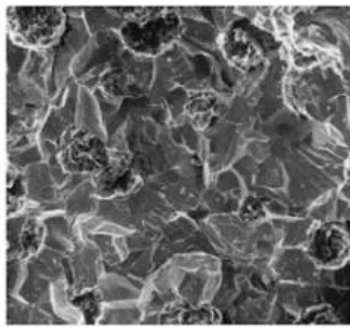
5. Material amorphous (seperti gelas) memiliki permukaan patahan yang bercahaya dan mulus.

Contoh perpatahan getas dari suatu benda uji berbentuk pelat diberikan oleh Gambar 2.7. dibawah ini.

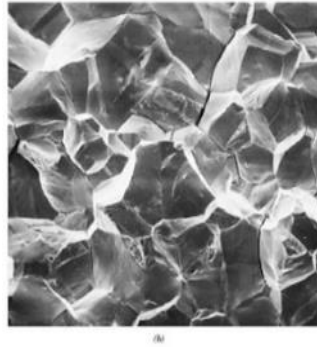


Gambar 2.8. Perpatahan getas pada dua sampel logam berpenampang lintang persegi panjang (pelat)

Sedangkan hasil foto SEM sampel dengan perpatahan getas diberikan oleh Gambar 2.8. pada halaman berikut ini:



Gambar 2.9a. Foto SEM sampel dengan perpatahan getas memotong butir (*transgranular fracture*)



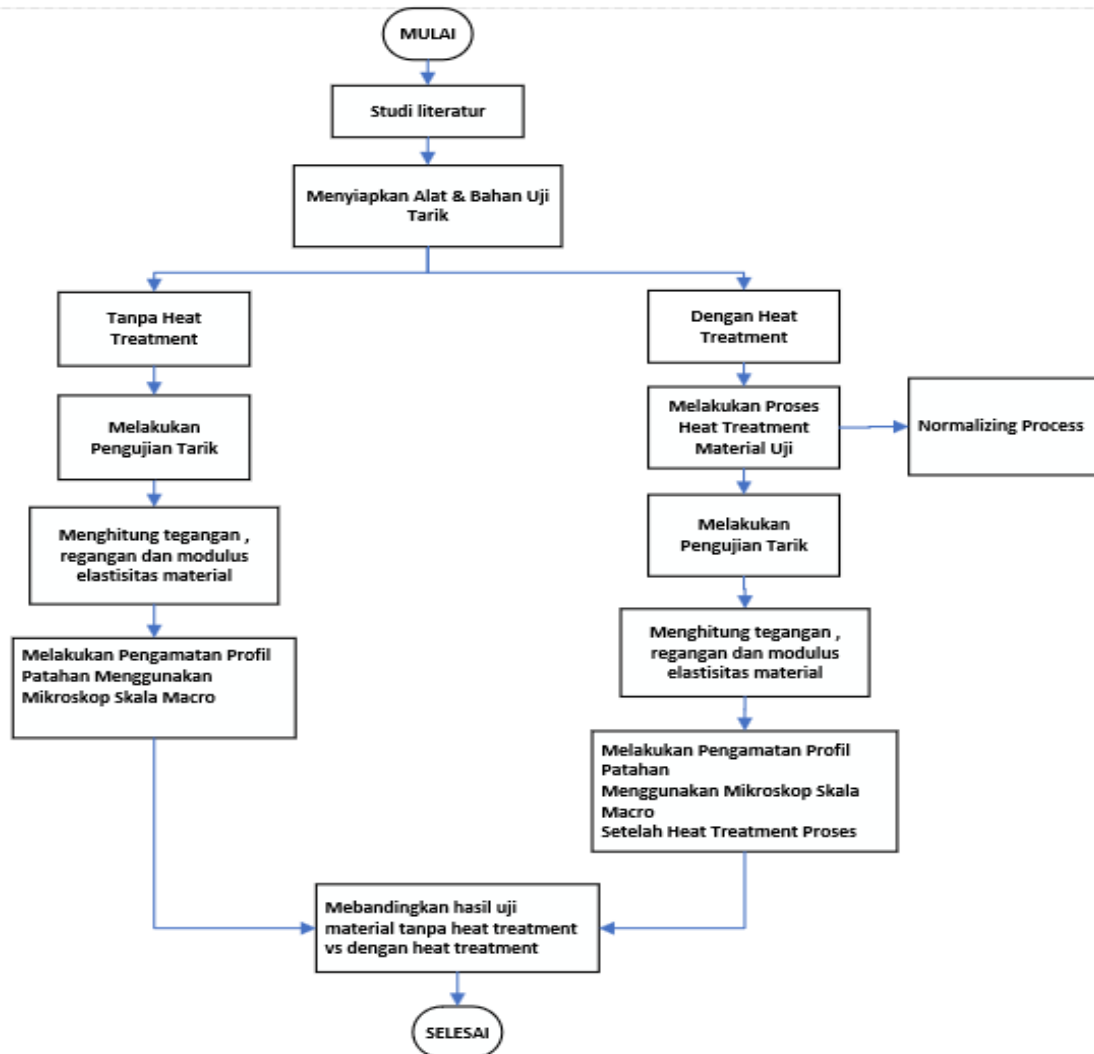
Gambar 2.9b. Foto SEM sampel dengan perpatahan getas melalui batas butir material (*intergranular fracture*). (Yuwono,2009)

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Diagram alir penelitian

Ada beberapa tahap yang harus dilakukan dalam kegiatan penelitian ini. Disusun diagram alir sebagai urutan proses yang dilakukan dalam melakukan pengujian tarik. Diagram alir itu ditunjukkan sebagai berikut:



Gambar 3.1. Diagram alir penelitian uji tarik.

3.2. Alat-alat yang digunakan dalam pengujian tarik

Ada beberapa macam alat-alat yang digunakan dalam penelitian pengujian uji tarik ini, antara lain yaitu :

3.2.1. Mesin uji tarik

Mesin uji tarik adalah alat yang digunakan untuk menarik suatu bahan dan akan mengetahui segera bagaimana bahan tersebut bereaksi terhadap tenaga tarikan dan mengetahui sejauh mana material itu bertambah panjang



Gambar 3.2 Alat uji tarik

Tabel 3.1. Spesifikasi mesin uji tarik

Manufactur	Taharica
Type	Tensile test machine capacity 500 KN
Load range	100 Kn x 5 Kn Increments
For tension	500 Ln x 1 Kn
Load power	Motorized hydraulic pump 220 v AC 50-60 Hz, 1000 watt, 1 phase, Double Action, Variabel speed 6000 ml reservoir capacity

Spec for compression	340 mm (max. vertical clearance)
Distance between grip	250 mm (max horizontal clearance)
Griped diameter	6 to 19 mm (max sample bar size)
Overall weight	500 kg (approx)
Overall Dimension	1500 (L) x 1000 (W) x 1500 (H)

3.2.2. Jangka sorong

Jangka sorong adalah alat yang digunakan untuk mengukur panjang, diameter luar maupun diameter dalam suatu benda. Selain itu, bisa juga untuk mengukur kedalaman lubang



Gambar 3.3 Jangka Sorong

3.2.3. Meteran / penggaris

Meteran atau penggaris biasa dipakai untuk mengukur benda-benda yang berbidang datar dengan dimensi yang standar atau kecil. Satu dari macammacam alat ukur panjang ini biasanya dipakai untuk menggambar garis atau bidang lurus.



Gambar 3.4. Penggaris

3.2.4. Mikroskop skala macro

Mikroskop adalah alat laboratorium yang digunakan untuk mengamati benda yang sangat kecil dan benda yang tidak tampak oleh indra penglihatan secara langsung.



Gambar 3.5. Mikroskop

3.2.5. Tungku furnace

Furnace adalah alat atau instrumen laboratorium yang berbentuk seperti tungku dan menghasilkan panas. Pada tahapan ini berlangsung proses *heat transfer* dari tungku ke material uji, dimana material yang sudah di melalui proses *heat treatment* akan merubah struktur atau karakteristiknya menjadi getas atau ulet tergantung dari seberapa tinggi tingkat suhu yang di digunakan pada material uji tersebut. Material yang digunakan antara lain yaitu

aluminium, kuningan, besi st 40 dan besi beton tp 280



Gambar 3.6. Tungku furnace

3.3. Bahan-bahan yang digunakan dalam pengujian tarik

Dalam uji Tarik ini menggunakan standart ASTM (*American Society for Testing Materials*) dengan standart ASTM E8 karena standart tersebut adalah standart dari pengujian Tarik berbahan dasar logam. Spesimen uji Tarik menggunakan standart ASTM E8 berbentuk round bar, bahan yang digunakan untuk melakukan pengujian yaitu :

- a. Besi ST 40
- b. Aluminium
- c. Kuningan (*seamless brass tube*)
- d. Besi beton TP 280



Gambar 3.7. Sample uji tarik material

3.4. Prosedur pengujian tarik

Adapun prosedur dalam proses pengujian tarik dapat di lihat pada langkah-langkah berikut, antara lain :

1. Mengukur benda uji dengan ukuran standar
2. Mengukur panjang awal (*Lo*) atau *gage length* dan luas penampang irisan benda uji.
3. Mengukur benda uji pada pegangan (*grip*) atas dan pegangan bawah pada mesin uji tarik.
4. Pasang sensor regangan pada benda uji dan posisikan pada *range* dari titik uji yang akan di amati.
5. Nyalakan mesin uji tarik dan lakukan pembebanan tarik sampai benda uji putus.
6. Mencatat beban luluh dan beban putus yang terdapat pada skala.
7. Melepaskan benda uji pada pegangan atas dan bawah, kemudian satukan keduanya seperti semula.
8. Mengukur panjang regangan yang terjadi.
9. Mengamati profil patahan menggunakan mikroskop untuk menentukan karakteristik dari material uji tersebut.

3.5. Pengumpulan data

Untuk mendapatkan data-data yang diperlukan, metode pengumpulan data yang dilakukan adalah sebagai berikut :

3.5.1. Kajian literatur / tinjauan pustaka

Kajian literatur dilakukan dengan cara mengumpulkan data-data

melalui buku-buku literatur, materi perkuliahan dan buku-buku yang berhubungan dengan obyek proyek akhir serta browsing internet untuk mendalami pemahaman tentang sebuah pengujian uji tarik.

3.5.2. Wawancara (Interview)

Wawancara bertujuan untuk memperoleh data-data lapangan yang lebih lengkap mengenai obyek tugas akhir. Wawancara tersebut meliputi wawancara langsung dengan vendor dari alat uji tarik, maupun terhadap dosen yang sudah ahli dalam bidang pengujian uji tarik ini.

3.5.3. Akses dokumen Standard and code

Memilih dan mengaplikasikan dokumen *standard and code* yang relevan dengan permasalahan tersebut. Standard pada uji tarik yang dimaksud diantaranya secara umum adalah :

1. DIN EN ISO 6892-1 Tensile test on metals at ambient temperature
2. American Society for Testing Materials (ASTM) E8 / E 8M-04
3. ASTM A356/A356M Specification for Steel Castings, Carbon, Low Alloy, and Stainless Steel.
4. ASTM B557 / B557M Test Methods for Tension Testing Wrought and Cast Aluminum- and Magnesium-Alloy Products

3.6. Analisis Data

Analisis Data bertujuan untuk menganalisis perbandingan kekuatan antar spesimen material uji dengan tanpa *heat treatment* dan menggunakan *heat treatment* serta mengamati profil patahan dari material tersebut dengan mikroskop skala macro.

3.6.1. Penelitian menggunakan Alat Uji Tarik

Pada penelitian menggunakan alat uji tarik, diperoleh :

1. Nilai tegangan dari spesimen material uji , berdasarkan rumus :

$$\sigma = \frac{F}{A_0} = \frac{F}{\pi r^2}$$

Keterangan:

σ : besarnya tegangan (N/mm²)

F : Gaya (kN)

A₀ : Luas penampang awal benda uji (mm²)

2. Nilai regangan dari spesimen material uji , berdasarkan rumus :

$$e = \frac{\Delta L}{L_0}$$

Keterangan ;

e : Besar regangan

ΔL : Pertambahan panjang benda (mm)

L₀ : Panjang awal benda uji (mm)

DATA UJI TARIK MATERIAL										
No	DATA SAMPEL							DATA PENGUJIAN		Keterangan
	Kode Spes	Diameter	Tipe / Merk	D Spes (mm)	Berat (gr)	Panjang (cm)	L Awal (mm)	P Tarik Yield (KN)	P Tarik Max (KN)	
1										
2										
3										
4										
5										

Gambar 3.8. Form pengujian uji tarik

Kemudian, berdasarkan nilai dari tegangan dan regangan yang sudah di dapatkan tersebut, dapat di analisis dan diperoleh :

1. Kurva perbandingan tegangan dari spesimen material uji
2. Kurva perbandingan regangan dari spesimen material uji
3. Nilai Modulus Elastisitas dari spesimen material uji dengan rumus

$$E = \frac{\sigma}{e}$$

Keterangan :

E : Besar modulus elastisitas (N/mm²)

e : regangan

σ : Tegangan (N/mm²)

Berdasarkan pengujian menggunakan alat uji tarik diperoleh data berikut:

Tabel 3.2. Data pengujian alat uji tarik tanpa *heat treatment*

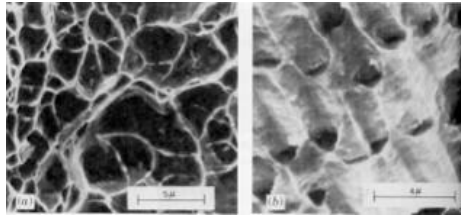
No.	Spesimen Sample	Ddalam (mm)	rdalam (mm)	F (kN)	Panjang Awal (mm)	Pertambahan panjang (mm)
1.	Kuningan	6	3	19,4	110	13
2.	Aluminium	6	3	16,0	110	14
3.	Besi ST 40	6	3	27,4	110	14
4.	Besi Beton TP 280	6	3	28,6	110	17

Tabel 3.3. Data pengujian alat uji tarik menggunakan *heat treatment*

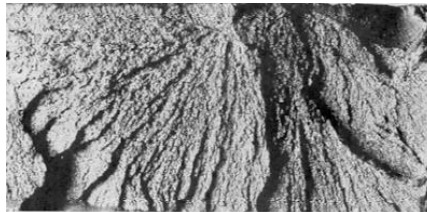
No.	Spesimen Sample	Ddalam (mm)	rdalam (mm)	F (kN)	Panjang Awal (mm)	Pertambahan panjang (mm)
1.	Kuningan	6	3	19,9	110	21.7
2.	Aluminium	6	3	12,4	110	31.2
3.	Besi ST 40	6	3	25,3	110	20.2
4.	Besi Beton TP 280	6	3	20,6	110	30

3.6.2. Penelitian menggunakan mikroskop

Dari penelitian menggunakan mikroskop, diperoleh data berupa foto profil dari patahan spesimen-spesimen material uji yang dilakukan melalui perbesaran 10 micron sampai 30 micron.



Gambar 3.9. Contoh foto profil patahan ulet struktur macro



Gambar 3.10. Contoh foto profil patahan getas struktur macro

TABEL PENELITIAN			
No	SPESIMEN	FOTO	KATEGORI
1			
2			
3			
4			
5			

Gambar 3.11. Form analisa profil patahan

3.6.3. Penelitian menggunakan tungku furnace.

Dari penelitian menggunakan *furnace*, diperoleh hasil uji material berupa spesimen besi ST 40, aluminum, kuningan “*seamless brass tube*” dan besi beton TP (tulangan polos) 280 yang dipanaskan dengan perbandingan *temperature* masing-masing material uji yaitu sampai 65% dari titik kritisnya.

Tabel Titik Lebur Logam :

No	Logam dan Oksida Logam	Suhu Lebur (°C)
1	Aluminium	657
2	Aluminium Oxide	2020-2050
3	Besi	1535
4	Besi Tuang Kelabu	1200
5	Baja Karbon Rendah	1500
6	Baja Karbon Tinggi	1300-1400
7	Tembaga	1083
8	Brass	850-900
9	Zinc	419
10	Oksida Zinc	1800
11	Oksida Tembaga	1236
12	Tin Bronze	850-950
13	FeO	1370
14	Fe ₂ O ₃	1565
15	Fe ₃ O ₄	1527

Gambar 3.12. Contoh tabel titik lebur pada material logam**Tabel 3.4** *Temperature heat treatment material uji tarik*

No	Material	Heat Treatment Temperatur
1	Aluminium	427 °C
2	Kuningan	585 °C
3	Besi ST 40	1000 °C
4	Besi Beton TP 280	1000 °C

3.7. Penyusunan laporan

Laporan tugas akhir disusun dengan merujuk pada buku panduan penulisan tugas akhir.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil pengolahan uji tarik

Pada analisis data uji tarik yang telah dilakukan, didapatkan hasil perhitungan dengan kategori tanpa *heat treatment* dan menggunakan *heat treatment*, sebagai berikut :

Tabel 4.1 Hasil perhitungan uji tarik tanpa *heat treatment*

No.	Spesimen Sample	Ddalam (mm)	rdalam (mm)	F (kN)	Panjang Awal (mm)	Pertambahan panjang (mm)	Tegangan (N/mm ²)	Regangan	Modulus Elastisitas (N/mm ²)
1.	Kuningan	6	3	19,4	110	13	686	8,5	81,1
2.	Aluminium	6	3	16,0	110	14	566	7,9	72,1
3.	Besi ST 40	6	3	27,4	110	14	970	7,9	123,4
4.	Besi Beton TP 280	6	3	28,6	110	17	1012	6,5	156,4

Tabel 4.2 Hasil perhitungan uji tarik menggunakan *heat treatment*

No.	Spesimen Sample	D _{dalam} (mm)	r _{dalam} (mm)	F (kN)	Panjang Awal (mm)	Pertambahan panjang (mm)	Tegangan (N/mm ²)	Regangan	Modulus Elastisitas (N/mm ²)	Temp HeatTreatment °C
1.	Kuningan	6	3	19,9	110	21,7	704	5,1	138,9	585
2.	Aluminium	6	3	12,4	110	31,2	439	3,5	124,5	427
3.	Besi ST 40	6	3	25,3	110	20,2	895	5,4	164,4	1000
4.	Besi Beton TP 280	6	3	20,6	110	30	729	3,7	198,8	1000

4.2. Menentukan nilai tegangan spesimen tanpa *heat treatment* dan menggunakan *heat treatment*

Berdasarkan analisis data perhitungan yang telah dilakukan pada tabel 4.1 dan 4.2 dapat diperoleh nilai perhitungan tegangan spesimen dan kurva tegangan sebagai berikut :

4.2.1. Tegangan spesimen tanpa *heat treatment*

$$\sigma_{kuningan} = \frac{F}{\pi r^2} = \frac{19400}{3,14 \times 3^2} = 686 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{Aluminium} = \frac{F}{\pi r^2} = \frac{16000}{3,14 \times 3^2} = 566 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{Besi ST 40} = \frac{F}{\pi r^2} = \frac{27400}{3,14 \times 3^2} = 970 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{Besi Beton Tp 280} = \frac{F}{\pi r^2} = \frac{28600}{3,14 \times 3^2} = 1012 \text{ N/mm}^2$$

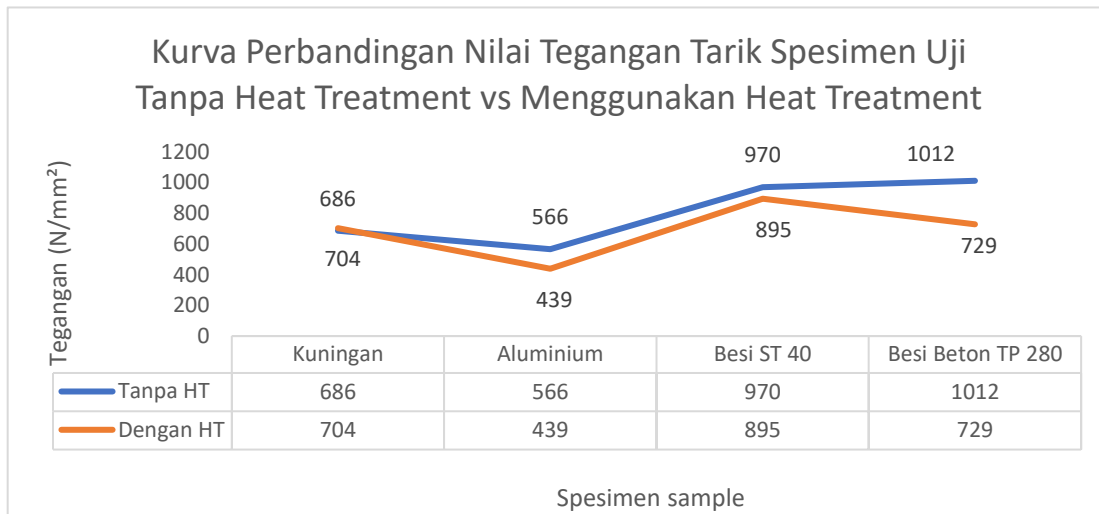
4.2.2. Tegangan spesimen menggunakan *heat treatment*

$$\sigma_{kuningan} = \frac{F}{\pi r^2} = \frac{19900}{3,14 \times 3^2} = 704 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{Aluminium} = \frac{F}{\pi r^2} = \frac{12400}{3,14 \times 3^2} = 439 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{Besi ST 40} = \frac{F}{\pi r^2} = \frac{25300}{3,14 \times 3^2} = 895 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{Besi Beton Tp 280} = \frac{F}{\pi r^2} = \frac{20600}{3,14 \times 3^2} = 729 \text{ N/mm}^2$$



Gambar 4.1 Kurva perbandingan nilai tegangan spesimen uji

Gambar 4.1 menunjukkan perbandingan nilai tegangan tarik pada ke-4 spesimen uji tanpa *heat treatment* dan menggunakan *heat treatment*, diketahui spesimen yang mempunyai tegangan tarik terkecil yaitu aluminium sebesar $566 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ (*tanpa heat treatment*) dan $439 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ (menggunakan *heat treatment*). Sedangkan untuk spesimen yang mempunyai tegangan tarik terbesar yaitu besi beton tp 280 (*tanpa heat treatment*) sebesar $1012 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ dan besi st 40 (menggunakan *heat treatment*) sebesar $895 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$.

4.3. Menentukan regangan spesimen tanpa *heat treatment* dan menggunakan *heat treatment*

Berdasarkan analisis data perhitungan yang telah dilakukan pada tabel 4.1 dan 4.2 dapat diperoleh nilai regangan spesimen dan kurva regangan sebagai berikut :

4.3.1. Regangan spesimen tanpa *heat treatment*

$$e_{kuningan} = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{13}{110} = 8,5$$

$$e_{Aluminium} = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{14}{110} = 7,9$$

$$e_{Besi ST 40} = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{14}{110} = 7,9$$

$$e_{Besi beton TP 280} = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{17}{110} = 6,5$$

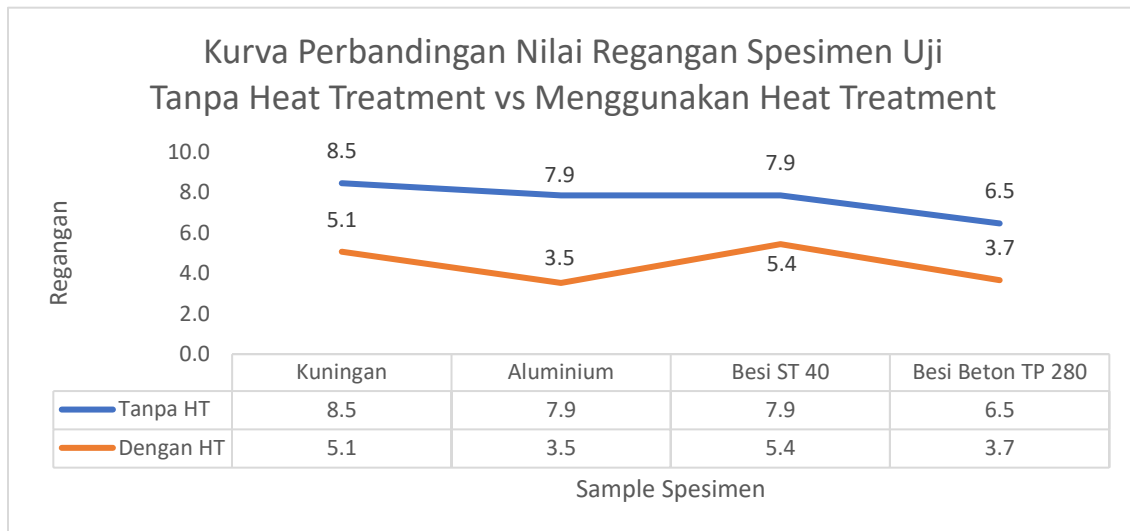
4.3.2. Regangan spesimen menggunakan *heat treatment*

$$e_{kuningan} = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{21,7}{110} = 5,1$$

$$e_{Aluminium} = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{31,2}{110} = 3,5$$

$$e_{Besi ST 40} = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{20,2}{110} = 5,4$$

$$e_{Besi beton TP 280} = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{30}{110} = 3,7$$



Gambar 4.2. Kurva Perbandingan Nilai Regangan Spesimen Uji

Gambar 4.2 menunjukkan perbandingan nilai regangan tarik pada ke-4 spesimen uji tanpa *heat treatment* vs menggunakan *heat treatment*, didapatkan data spesimen yang mempunyai regangan tarik terkecil yaitu besi beton tp 280 (tanpa *heat treatment*) sebesar 6,5 dan aluminium (menggunakan *heat treatment*) sebesar 3,5. Sedangkan untuk Spesimen yang mempunyai regangan tarik terbesar yaitu kuningan (tanpa *heat treatment*) sebesar 8,5 dan Besi ST 40 (menggunakan *heat treatment*) sebesar 5,4.

4.4. Menentukan modulus elastisitas tanpa *heat treatment* dan menggunakan *heat treatment*

Berdasarkan analisis data perhitungan yang telah dilakukan pada tabel 4.1 dan 4.2 dapat diperoleh nilai modulus elastisitas spesimen dan kurva modulus elastisitas sebagai berikut :

4.4.1. Modulus elastisitas tanpa *heat treatment*

$$E_{Kuningan} = \frac{\sigma}{e} = \frac{686}{8,5} = 81,1 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{Aluminium} = \frac{\sigma}{e} = \frac{566}{7,9} = 72,1 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{Besi ST 40} = \frac{\sigma}{e} = \frac{970}{7,9} = 123,4 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{Besi Beton TP 280} = \frac{\sigma}{e} = \frac{1012}{6,5} = 156,4 \text{ N/mm}^2$$

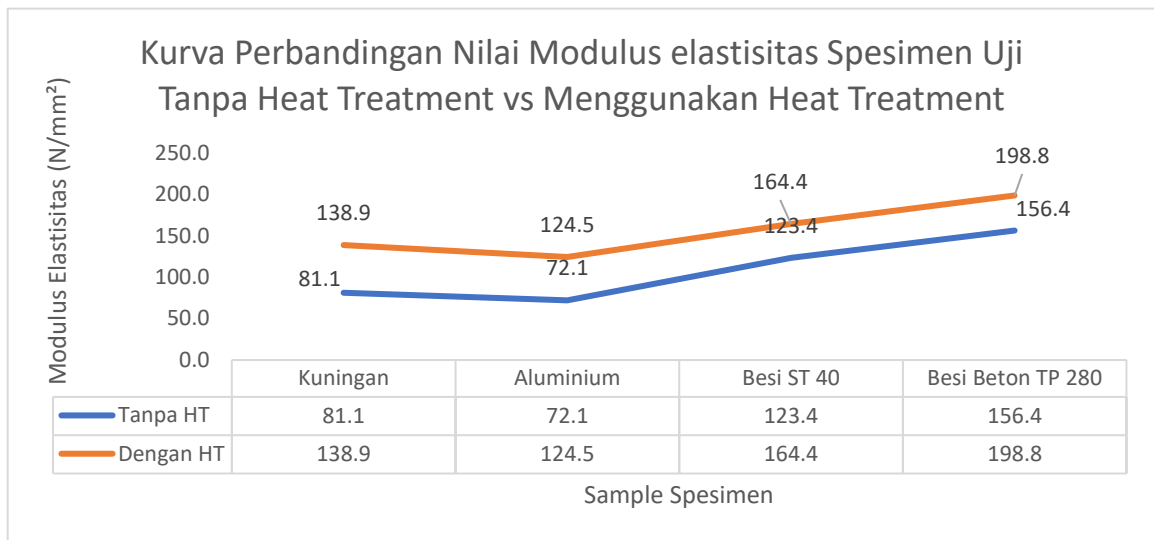
4.4.2. Modulus elastisitas menggunakan *heat treatment*

$$E_{Kuningan} = \frac{\sigma}{e} = \frac{704}{5,1} = 138,9 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{Aluminium} = \frac{\sigma}{e} = \frac{439}{3,5} = 124,5 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{Besi ST 40} = \frac{\sigma}{e} = \frac{895}{5,4} = 164,4 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{Besi Beton TP 280} = \frac{\sigma}{e} = \frac{729}{3,7} = 198,8 \text{ N/mm}^2$$



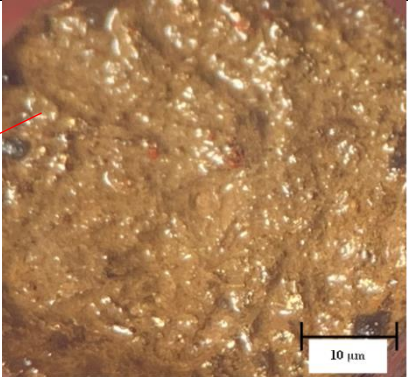
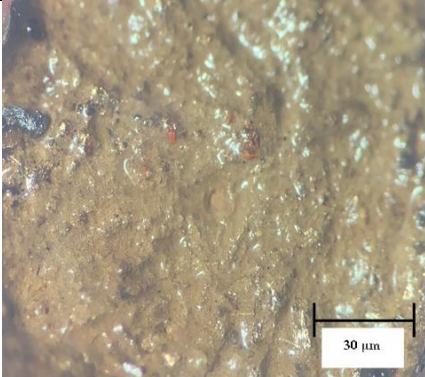
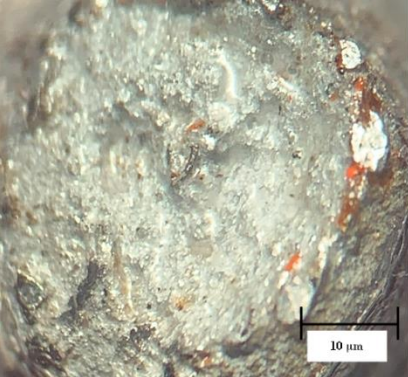
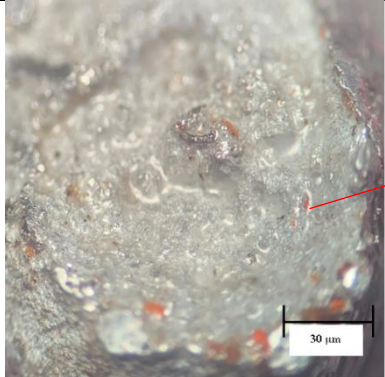
Gambar 4.3 Kurva Perbandingan Nilai Modulus Elastisitas Spesimen Uji

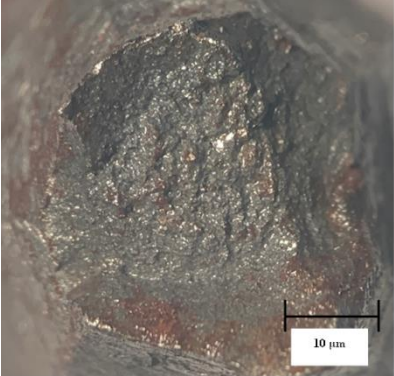
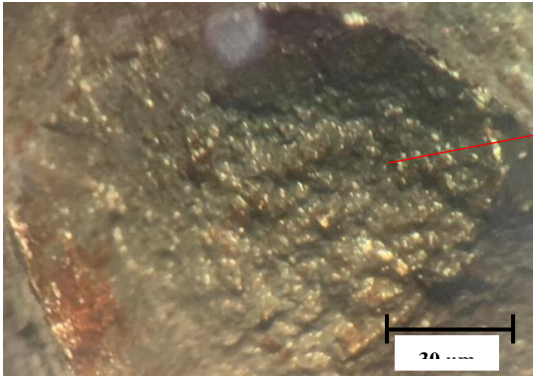

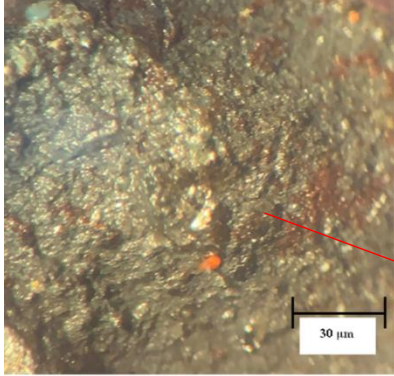
Gambar 4.3 menunjukkan perbandingan nilai modulus elastisitas pada ke-4 spesimen uji tanpa *heat treatment* vs menggunakan *heat treatment*, didapatkan data spesimen yang mempunyai modulus elastisitas terkecil yaitu aluminium sebesar $72,1 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ (tanpa *heat treatment*) dan $124,5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ (menggunakan *heat treatment*). Sedangkan spesimen yang memiliki modulus elastisitas terbesar yaitu besi beton tp 280 dengan nilai $156,4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ (tanpa *heat treatment*) dan $198,8 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ (menggunakan *heat treatment*).

4.5. Mikroskop MakroStruktur


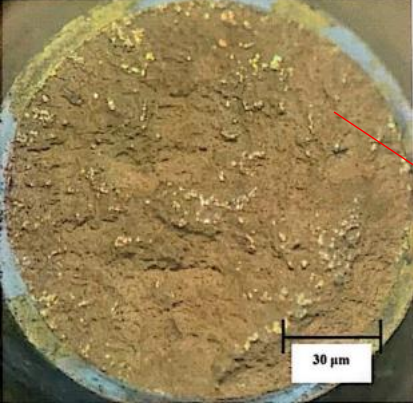


Berdasarkan pengujian menggunakan alat Mikroskop makrostruktur diperoleh hasil foto spesimen sebagai berikut:

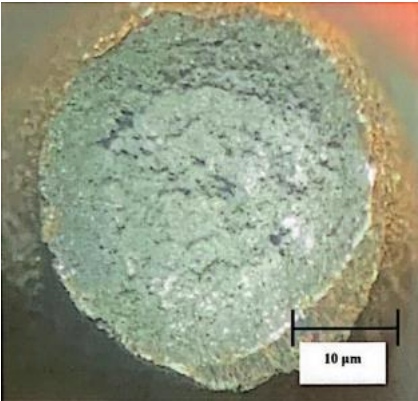

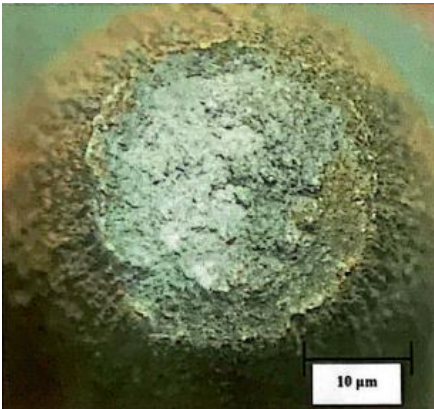
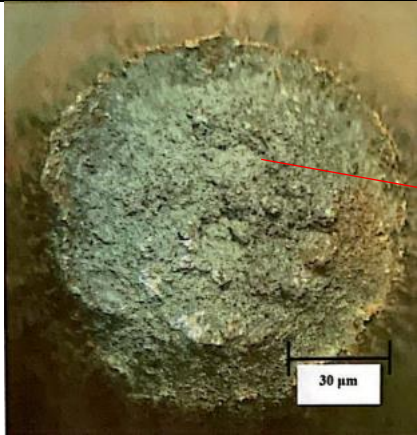
Tabel 4.3 Hasil Foto Spesimen Uji Tanpa *Heat Treatment*

No.	Sample Spesimen	Foto Spesimen Perbesaran 10 μm	Foto Spesimen Perbesaran 30 μm	Kategori Spesimen
1.	Kuningan Ditandai dgn Adanya banyak perpotongan pada bulir2 patahan			Getas
2.	Aluminium			Ulet Ditandai dgn banyaknya rongga2 atau lubang2 kecil (cavity) pada patahan

No.	Sample Spesimen	Foto Spesimen Perbesaran 10 μm	Foto Spesimen Perbesaran 30 μm	Kategori Spesimen
3.	Besi ST 40		 <p data-bbox="1640 480 1827 570">Ditandai dgn Ada banyaknya rongga2 atau lubang2 kecil (cavity) pada patahan</p>	Ulet
4.	Besi Beton TP 280		 <p data-bbox="1625 1019 1812 1109">Ditandai dgn Ada banyaknya rongga2 atau lubang2 kecil (cavity) pada patahan</p>	Ulet

Tabel 4.4 Hasil Foto Spesimen Uji Menggunakan *Heat Treatment*

No.	Sample Spesimen	Foto Spesimen Perbesaran 10 μm	Foto Spesimen Perbesaran 30 μm	Kategori Spesimen
1.	Kuningan		 <p data-bbox="1629 667 1787 756">Ditandai dgn Adanya banyak perpotongan pada bulir2 patahan</p>	Getas
2.	Aluminium		 <p data-bbox="1608 967 1829 1049">Ditandai dgn Ada banyaknya rongga2 atau lubang2 kecil (cavity) pada patahan</p>	Ulet

No.	Sample Spesimen	Foto Spesimen Perbesaran 10 μm	Foto Spesimen Perbesaran 30 μm	Kategori Spesimen
3.	Besi ST 40		 <p data-bbox="1612 597 1837 683">Ditandai dgn Ada banyaknya rongga2 atau lubang2 kecil (cavity) pada patahan</p>	Ulet
4.	Besi Beton TP 280		 <p data-bbox="1604 1024 1837 1110">Ditandai dgn Ada banyaknya rongga2 atau lubang2 kecil (cavity) pada patahan</p>	Ulet

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dapat disimpulkan hasil dari Analisa Perbandingan kekuatan material uji adalah sebagai berikut :

1. Hasil dari pengujian tegangan tarik pada ke-4 spesimen uji tanpa *heat treatment* dan menggunakan *heat treatment*, didapatkan data spesimen yang mempunyai tegangan tarik terkecil yaitu Aluminium sebesar $566 \frac{N}{mm^2}$ (*tanpa heat treatment*) dan $439 \frac{N}{mm^2}$ (menggunakan *heat treatment*). Sedangkan untuk spesimen yang mempunyai tegangan tarik terbesar yaitu Besi Beton TP 280 (*tanpa heat treatment*) sebesar $1012 \frac{N}{mm^2}$ dan Besi ST 40 (menggunakan *heat treatment*) sebesar $895 \frac{N}{mm^2}$.
2. Hasil dari pengujian regangan pada ke-4 spesimen uji tanpa *heat treatment* vs menggunakan *heat treatment*, didapatkan data spesimen yang mempunyai regangan tarik terkecil yaitu Besi Beton TP 280 (*tanpa heat treatment*) sebesar 6,5 dan Aluminium (menggunakan *heat treatment*) sebesar 3,5. Sedangkan untuk Spesimen yang mempunyai regangan tarik terbesar yaitu Kuningan (*tanpa heat treatment*) sebesar 8,5 dan Besi ST 40 (menggunakan *heat treatment*) sebesar 5,4.
3. Hasil dari pengujian modulus elastisitas pada ke-4 spesimen uji tanpa *heat treatment* vs menggunakan *heat treatment*, didapatkan data spesimen yang

4. mempunyai modulus elastisitas terkecil yaitu Aluminium sebesar $72,1 \frac{N}{mm^2}$ (tanpa *heat treatment*) dan $124,5 \frac{N}{mm^2}$ (menggunakan *heat treatment*).
Sedangkan spesimen yang memiliki modulus elastisitas terbesar yaitu Besi Beton TP 280 dengan nilai $156,4 \frac{N}{mm^2}$ (tanpa *heat treatment*) dan $198,8 \frac{N}{mm^2}$ (menggunakan *heat treatment*).
5. Hasil dari pengujian mikroskop macro struktur, ketika material dipanaskan sampai mendekati titik kritisnya, material tersebut akan membentuk sebuah sifat baru yang akan membuatnya berubah sifat menjadi ulet atau getas.

5.2 Saran

1. Pada saat pemilihan bahan untuk pengujian Proyek Akhir ini diperlukan pengetahuan yang baik dan benar serta kemudahan dalam mencari material uji tersebut.
2. Sebelum dilakukannya pengujian sebaiknya mahasiswa melakukan pembelajaran teori pada buku atau jurnal, untuk menambah wawasan dan pengetahuan mengenai pengujian Tarik, pengujian struktur macro pada sample uji dan uji *heat treatment*. Serta perlu diperhatikan dengan seksama agar tidak adanya kesalahan pada data yang dihasilkan nantinya
3. Dalam pembuatan laporan tugas akhir yang berjudul “ANALISA PERBANDINGAN HASIL UJI TARIK PADA BEBERAPA SPESIMEN DENGAN LOAD CELL BERKAPASITAS 500 KN” ini yang harus selalu

diperhatikan adalah keselamatan kerja dan menggunakan alat yang safety saat melakukan pengujian. Setelah dilakukan pengujian Tarik, pengujian struktur macro dan uji *heat treatment* pada sample uji, sebaiknya alat bisa dikembangkan lagi supaya menunjang kemampuan mahasiswa saat melakukan praktikum

DAFTAR PUSTAKA

- Abdalla Saif EM (2019). Analysis of Structural State of 60/40 Brass Cartridge Case (BCC) after Being Exposed to High Pressure and Temperature of Firing. *Journal of Applied Sciences*. (9): 710-724.
- ASTM E8. (2010). ASTM E8/E8M standard test methods for tension testing of metallic materials 1. Annual Book of ASTM Standards 4, C, 1–27.
- Budiman, Haris. “ANALISIS PENGUJIAN TARIK (TENSILE TEST) PADA BAJA ST37 DENGAN ALAT BANTU UKUR LOAD CELL”. *Jurnal J-Ensitec*, Vol 03. No.01, 2016, Tanggal Akses 18 Januari 2022
- Callister, W. D. (1991). *Materials science and engineering: An introduction* (2nd edition). *Materials & Design*, 12(1), 59. [https://doi.org/10.1016/0261-3069\(91\)90101-9](https://doi.org/10.1016/0261-3069(91)90101-9)
- Dieter, G., 1986. *Mechanical Metallurgy*. 1st penyunt. New Jersey: Mc. Graw-Hill.
- Firmansyah,2020.” Tensile Test : Pengertian, Prosedur, Acceptance dan Standard” <https://www.detech.co.id/tensile-test/>. Diakses pada 12 Januari 2022
- Husni,Hafidz.(2011, 27 Februari). "Uji Tarik". Diperoleh 20 Januari 2022, dari <https://belajarmetalurgi.blogspot.com/2011/02/>
- Jaenal A, Helmy P dan Imam S (2017). Pengaruh Jenis Elektroda Terhadap Sifat Mekanik Hasil Pengelasan Smaw Baja ASTM A36. *Momentum*, 13 (1) : 27-31.
- Junior,fhian.(2011, 18 Oktober). "Puntiran". Diperoleh 18 Januari 2022, dari <https://fhianunikoe.blogspot.com/>
- Novyanto,Okasatria“MengenalPengujianTarik”(Online)<https://okasatria.blogspot.com/2008/02/pengujian-tarik.html>. Diakses pada tanggal 21 Januari 2022

Ramesh Singh (2020). *Applied Welding Engineering Processes, Codes, and Standards* (3rd Edition). ButterworthHeinemann. S K Mondal's (2007). *Strength of Materials*. Author of *Hydro Power Familiarization* (NTPC Ltd). p 1-429.

Roni, Apri. (2020) "*Laporan Praktikum Material Teknik Uji Tarik*". Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Pertamina.

Salindeho, R. D., Soukotta, J., & Poeng, R. (2013). *Pemodelan pengujian tarik untuk menganalisis sifat mekanik material*. JURNAL ONLINE POROS TEKNIK MESIN UNSRAT, 2(2).

Unknown.(2013,01Oktober)."*MakalahPermesinan*"(Online)

<https://terasepte.blogspot.com/2013/10/laporan-material-teknik-uji-tarik.html>. Diakses pada tanggal 25 Januari 2022

Unpas.ac.id, 2019. repository.unpas.ac.id. [Online] Available at: http://repository.unpas.ac.id/28719/7/09%20BAB%20II_Dasar%20Teori.doc. [Diakses 25 Januari 2022]

Yuwono, A. Herman "*Buku Panduan Praktikum Karakterisasi Material I pengujian Merusak (Destructive Testing)*"(Online)<https://repository.ui.ac.id>

[/contents/koleksi/11/.pdf](#). Diakses pada tanggal 21 Januari 2022

LAMPIRAN 1

Pengoperasian Digital

1. Tombol ON
2. Load = Nilai actual
3. Peak = Nilai Maximal Elongation jarak
4. Keypad = a. Untuk Setting Kalibrasi
 - b. Tombol untuk Zero
 - c. untuk pengisian tanggal

Cara Pengoperasian Digital :

1. Nyalakan Tombol On
2. Sebelum melakukan pengujian terlebih dahulu melakukan setting
 - a. Dengan memasukan data tanggal pada keypad
 - b. Zero = setelah pengetasan untuk mengembalikan ke angka 0
3. Nyalakan mesin pompa hidrolik
4. Masukan benda uji kedalam Grip mesin Tarik baja
5. Setelah dilakukan pengetasan maka hasil yang didapat tertera pada layar Digital
 - a. Benda uji hingga terputus
 - b. jarak benda uji

pemeliharaan harus dilakukan agar peralatan dapat digunakan dengan baik.