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

Irfan Al Ayubbi¹ Seno Darmanto², Didik Ariwibowo³
Universitas Diponegoro; Jl.Hayam Wuruk No.4 Pleburan Semarang 50241 Sekolah
Vokasi Rekayasa Perancangan Mekanik, Departemen Teknologi Industri UNDIP,
Semarang
e-mail: alayubbi.irfan@gmail.com

Abstrak

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

Abstract

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

1. PENDAHULUAN

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 [1].

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 [2],[3]. 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 [5].

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 Strenght), Kekuatan mulur (Yield Strenght or Yield Point), Elongasi (Elongation) dan Elastisitas (Elasticity) [6]. 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 [8].

Uji tarik banyak dilakukan untuk melengkapi informasi rancangan dasar kekuatan suatu bahan dan sebagai data pendukung bagi spesifikasi bahan [2]. 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 [4].

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 [6].

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 : [7].

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 pengujian 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 [7].

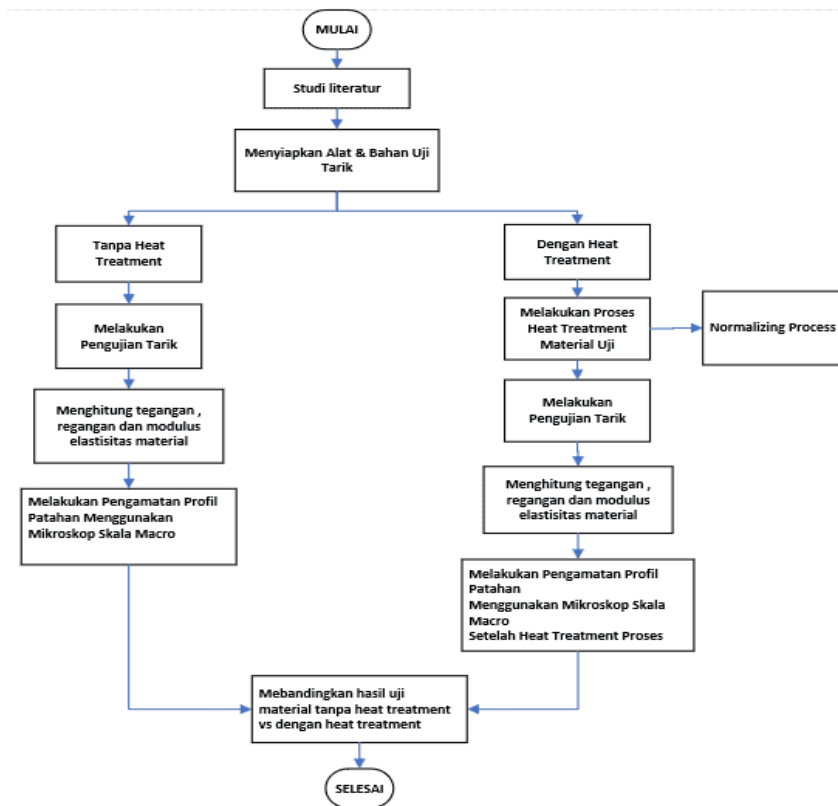
Tujuan dari penelitian ini untuk Menganalisa dan mengamati struktur patahan dari material uji tanpa heat treatment dan menggunakan heat treatment menggunakan mikroskop skala macro.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di laboratorium produksi, Departemen Teknologi Industri, Sekolah Vokasi Rekayasa Perancangan Mekanik Universitas Diponegoro. Dalam hal ini, peneliti menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode pengumpulan data studi literatur. Cara mengumpulkan data-data melalui buku-buku literatur, materi perkuliahan dan buku-buku yang berhubungan dengan obyek tugas akhir serta browsing internet untuk mendalami pemahaman tentang sebuah pengujian uji tarik.

Alat analisis data yang digunakan pada penelitian ini menggunakan alat uji tarik, mikroskop, tungku furnace memiliki tujuan untuk menganalisis perbandingan kekuatan antar material Besi ST 40, Aluminium, Kuningan "*Seamless Brass Tube*", dan Besi Beton TP 280.

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 1 Diagram alir penelitian uji tarik

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Alat uji tarik

Berdasarkan pengujian menggunakan alat uji tarik diperoleh data berikut:

Tabel 1. Data pengujian alat uji tarik tanpa *heat treatment*

No.	Spesimen Sample	D_{dalam} (mm)	r_{dalam} (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 2. Data pengujian alat uji tarik menggunakan *heat treatment*

No.	Spesimen Sample	D _{dalam} (mm)	r _{dalam} (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

3.2. Menentukan Tegangan Spesimen Tanpa *heat treatment* dan dengan menggunakan *heat treatment*

Berdasarkan Tabel 1 dan Tabel 2 dapat diperoleh nilai tegangan spesimen menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan:

σ : besarnya tegangan (N/mm²)

F : Gaya (kN)

A₀ : Luas penampang awal benda uji (mm²)

Tegangan Spesimen tanpa *heat treatment*

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

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

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

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

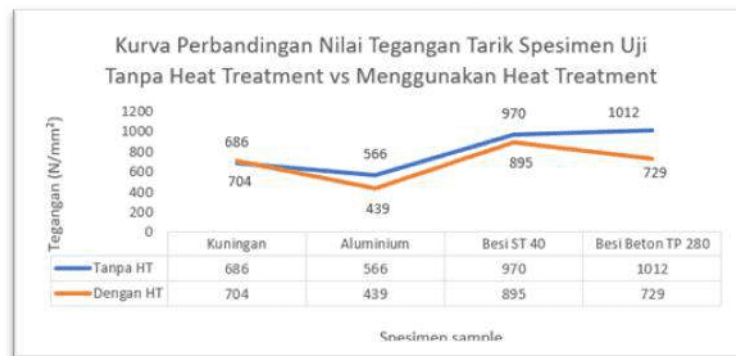
Tegangan Spesimen menggunakan *heat treatment*

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

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

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

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



Grafik 1. Kurva Perbandingan Nilai Tegangan Spesimen Uji

Pada Grafik 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 N/(mm²) (tanpa heat treatment) dan 439 N/(mm²) (menggunakan heat treatment). Sedangkan untuk spesimen yang mempunyai tegangan tarik terbesar yaitu besi beton tp 280 (tanpa heat treatment) sebesar 1012 N/(mm²) dan besi st 40 (menggunakan heat treatment) sebesar 895 N/(mm²).

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

Nilai regangan spesimen dapat diperoleh menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan ;

e : Besar regangan

ΔL : penambahan panjang benda (mm)

L_0 : Panjang awal benda uji (mm)

Regangan spesimen *tanpa heat treatment*

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

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

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

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

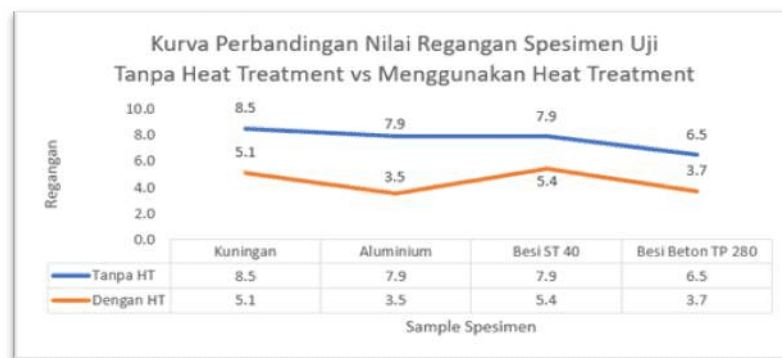
Regangan spesimen menggunakan *heat treatment*

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

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

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

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



Grafik 2. Kurva Perbandingan Nilai Regangan Spesimen Uji

Pada Grafik 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

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

Nilai modulus elastisitas spesimen dapat diperoleh menggunakan rumus:

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

Keterangan :

E : Besar modulus elastisitas (N/mm²)

e : regangan

σ : Tegangan (N/mm²)

Modulus elastisitas tanpa heat treatment

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

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

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

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

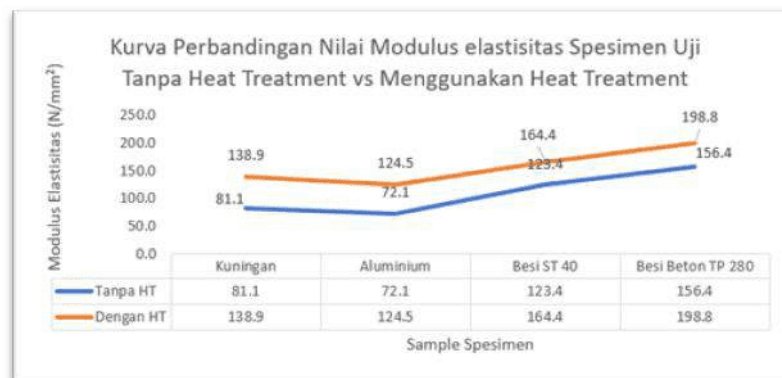
Modulus elastisitas menggunakan heat treatment

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

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

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

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



Grafik 3. Kurva Perbandingan Nilai Modulus Elastisitas Spesimen Uji

Pada Grafik 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 N/(mm²) (tanpa heat treatment) dan 124,5 N/(mm²) (menggunakan heat treatment). Sedangkan spesimen yang memiliki modulus elastisitas terbesar yaitu besi beton tp 280 dengan nilai 156,4 N/(mm²) (tanpa heat treatment) dan 198,8 N/(mm²) (menggunakan heat treatment).

Tabel 3. Hasil perhitungan uji tarik tanpa *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)
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

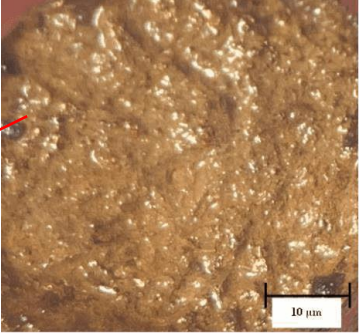
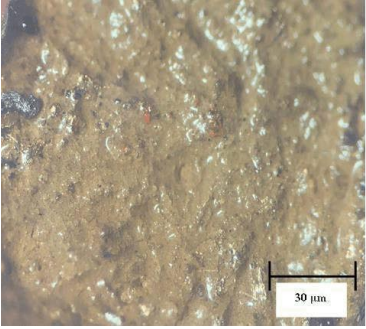
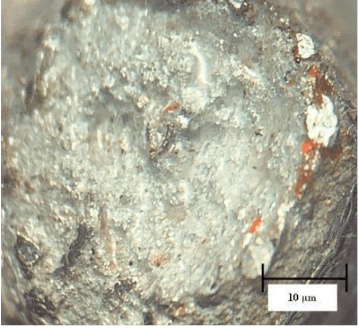
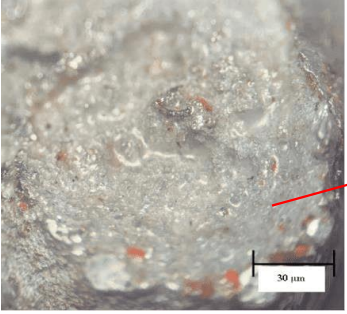
Tabel 4. Hasil perhitungan uji tarik menggunakan *heat treatment*

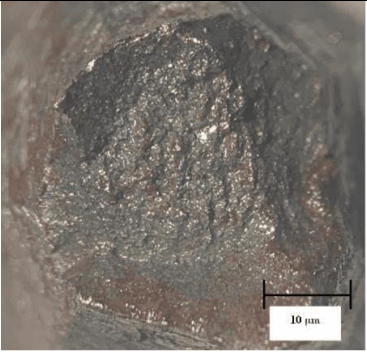


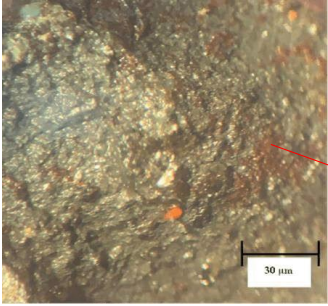
No.	Spesimen Sample	D _{dalam} mm	r _{dalam} mm	F (kN)	Panjang Awal (mm)	Pertambahan panjang (mm)	Tegangan (N/mm ²)	Regangan	Modulus Elastisitas (N/mm ²)	Temp Heat Treatment °C
1.	Kuningan	6	3	19,9	110	21,7	704	5,1	138,9	585
2.	Aluminium	6	3	12,4	110	31,2	439	3,5	124,5	427
3.	Besi ST 40	6	3	25,3	110	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

3.5. Mikroskop MakroStruktur




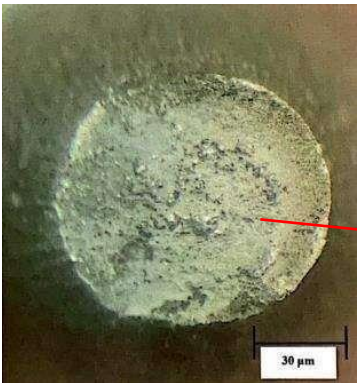
Berdasarkan pengujian menggunakan alat Mikroskop makrostruktur diperoleh hasil foto spesimen sebagai berikut:


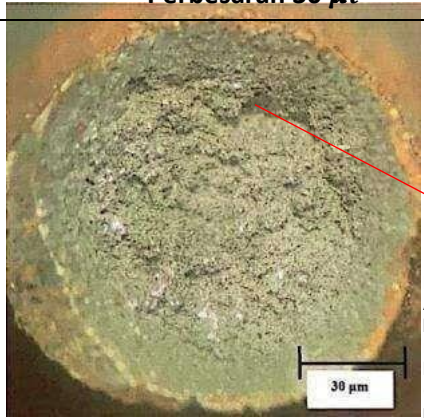
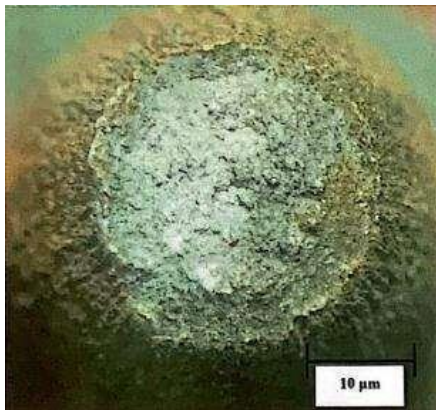
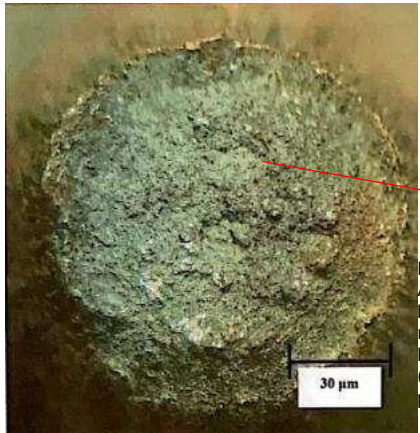
Tabel 5. Hasil Foto Spesimen Uji Tanpa *Heat Treatment*

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 Ada 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>Ulet</p> <p>Ditandai dgn Ada banyaknya rongga2 atau lubang2 kecil (cavity) pada patahan</p>
4.	Besi Beton TP 280			<p>Ulet</p> <p>Ditandai dgn Ada banyaknya rongga2 atau lubang2 kecil (cavity) pada patahan</p>

Tabel 6. 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>Getas</p> <p>Ditandai dgn Adanya banyak perpotongan pada bulir2 patahan</p>
2.	Aluminium			<p>Ulet</p> <p>Ditandai dgn Adanya banyak perpotongan pada bulir2 patahan</p>

No.	Sample Spesimen	Foto Spesimen Perbesaran 10 μm	Foto Spesimen Perbesaran 30 μm	Kategori Spesimen
3.	Besi ST 40		 <p data-bbox="1315 584 1426 730">Ditandai dgn Ada banyaknya rongga2 atau lubang2 kecil (cavity) pada patahan</p>	Ulet
4.	Besi Beton TP 280		 <p data-bbox="1311 1048 1423 1205">Ditandai dgn Ada banyaknya rongga2 atau lubang2 kecil (cavity) pada patahan</p>	Ulet

4. KESIMPULAN

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 $566 \text{ N}/(\text{mm}^2)$ (tanpa heat treatment) dan $439 \text{ N}/(\text{mm}^2)$ (menggunakan heat treatment). Sedangkan untuk spesimen yang mempunyai tegangan tarik terbesar yaitu Besi Beton TP 280 (tanpa heat treatment) sebesar $1012 \text{ N}/(\text{mm}^2)$ dan Besi ST 40 (menggunakan heat treatment) sebesar $895 \text{ N}/(\text{mm}^2)$.
2. Hasil dari pengujian 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.

3. Hasil dari pengujian 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 $72,1 \text{ N}/(\text{mm}^2)$ (tanpa heat treatment) dan $124,5 \text{ N}/(\text{mm}^2)$ (menggunakan heat treatment). Sedangkan spesimen yang memiliki modulus elastisitas terbesar yaitu Besi Beton TP 280 dengan nilai $156,4 \text{ N}/(\text{mm}^2)$ (tanpa heat treatment) dan $198,8 \text{ N}/(\text{mm}^2)$ (menggunakan heat treatment).
4. 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. SARAN

Perlu dilakukannya analisa uji tarik serta analisa struktur material dengan perbandingan temperatur heat treatment yang lebih bervariasi untuk mengetahui karakteristik dari struktur material yang lebih mendetail.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih, D4 RPM sekolah vokasi UNDIP sebagai pemberi dana, dan Lab Metalurgi Teknik Mesin UNDIP yang membantu proses pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Budiman, H. (2016). Analisis pengujian tarik (tensile test) pada baja st37 dengan alat bantu ukur load cell. *Jurnal J-Ensitac*, 3(1), 9–13.
- [2] Dieter, G. E., & Bacon, D. (1976). *Mechanical metallurgy* (Vol. 3). McGraw-hill New York.
- [3] Firmansyah. (2020). *Tensile Test: Pengertian, Prosedur, Acceptance dan Standard*. <https://www.detech.co.id/tensile-test/>.
- [4] Husni, H. (2011). *Uji Tarik*. <https://belajarmetalurgi.blogspot.com/2011/02/>
- [5] Novyanto, O. (2009). "*MengenalPengujianTarik*"(Online). <https://okasatria.blogspot.com/2008/02/pengujian-tarik.html>
- [6] Roni, A. (2020). *Laporan Praktikum Material Teknik Uji Tarik*". Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Pertamina.
- [7] Unknown. (2013). "*MakalahPermesinan*". <https://terasepte.blogspot.com/2013/10/laporan-material-teknik-uji-tarik.html>
- [8] Unpas.ac.id. (2019). *repository.unpas.ac.id*. http://repository.unpas.ac.id/28719/7/09%20BAB%20II_Dasar%20Teori.doc