

Rancang Bangun Mesin Uji Tarik, Tekan Dan Tekuk (*Bending*) Menggunakan Tenaga Hidrolik

Gerson^{1*}, Shinta Tri Kismanti², Muhammad Firdan Nurdin³,

^{1,2,3}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Borneo Tarakan

E-mail: ^{1*}gerson.bmc.gb@gmail.com, ²kismanti88@gmail.com, ³firdan@borneo.ac.id
*Corresponding author**

ABSTRACT

The Universal Testing Machine (UTM) is a device used to measure the compressive and tensile strengths of various materials. Three tests are included in a Universal Testing Machine: a tensile test, a compression test, and a bending test. The purpose of this study was to develop a hydraulically powered universal testing apparatus. This study employed an experimental research approach including planning, design, manufacturing, and testing phases. The experiment's findings on the tensile and bending test specimens revealed that both tests were successful but the compression test was unsuccessful. While the compression test was conducted on deformed steel material with a height of 25 mm and a diameter of 13 mm, the tensile and bending tests were conducted on aluminum grade 1100 material with thicknesses of 2 mm and 3 mm. In the compressive test, the capacity of the 2 ton hydraulic jack was not able to carry out the compression test of the screw bars because the maximum force of the hydraulic jack was less than the force required by the specimen. The results of the tensile test experienced a fracture at the fulcrum or clamp.

Keywords: *bending test, compression test, tensile test, universal testing machine*

ABSTRAK

Universal testing machine (UTM) merupakan sebuah mesin pengujian untuk menguji tegangan tarik dan kekuatan tekan bahan atau material. Universal testing machine terdiri dari tiga pengujian diantaranya uji tarik, uji tekan dan uji tekuk. Tujuan penelitian ini adalah mendesain dan merancang mesin pengujian universal menggunakan tenaga hidrolik. Metode penelitian ini menggunakan model penelitian eksperimental yang terdiri dari tahap perencanaan, tahap perancangan, tahap pembuatan dan pengujian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari hasil percobaan pada spesimen uji tarik dan uji tekuk, kedua pengujian berhasil dilakukan sedangkan untuk uji tekan mengalami kegagalan. Uji tarik dan uji tekuk yang dilakukan dengan material alumunium grade 1100 dengan ketebalan 2 mm dan 3 mm, sedangkan uji tekan dilakukan pada material besi beton ulir dengan tinggi 25 mm dan diameter 13 mm. Hasil pengujian tarik mengalami perpatahan pada titik tumpuan atau penjepit sedangkan pada uji tekan kapasitas dongkrak hidrolik 2 ton tidak mampu melakukan pengujian tekan besi beton ulir dikarenakan gaya maksimal dongkrak hidrolik lebih rendah dibandingkan gaya yang diperlukan spesimen.

Kata Kunci: *uji tarik, uji tekan, uji tekuk, universal testing machine*

I. PENDAHULUAN

Material dalam konteks metalurgi yang mengkaji proses pengolahan dan perekayasaan mineral dan logam berupa sifat elastis (kecenderungan bahan padat untuk kembali ke bentuk aslinya setelah terdeformasi) dan plastis (kondisi suatu bahan padat yang tidak dapat kembali ke bentuk semula setelah diberikan pembebanan). Untuk mengetahui sifat tersebut dilakukan melalui tahapan pengujian yakni –

pengujian mekanis. Pengujian mekanis adalah pengujian material yang diklasifikasikan menjadi pengujian merusak (*destructive test*) dan pengujian tidak merusak (*non-destructive test*). Pengujian merusak digunakan untuk mengetahui sifat mekanis suatu material diantaranya pengujian tarik, pengujian tekan, pengujian tekuk. Sedangkan pengujian tidak merusak digunakan untuk mengetahui cacat suatu material tanpa merusak material yang diuji [1]. Untuk melakukan tiga pengujian (tarik, tekan dan tekuk), maka diperlukan alat uji yakni Mesin Uji *Universal (Universal testing Machine)* atau UTM. Pada umumnya, daya penggerak yang digunakan dalam mesin uji universal menggunakan sistem kerja hidrolik dan motor listrik. Pengaplikasian sistem kerja hidrolik pada mesin UTM digunakan untuk pengujian material dengan kekuatan uji yang besar. Sistem hidrolik ini terbilang sangat multi-guna, efisiensi dan sederhana dalam pengalihan *power/tenaga*. Pengaplikasian yang sederhana dan lebih hemat serta dapat menghasilkan tenaga yang besar. Sedangkan untuk pengaplikasian sistem kerja motor listrik pada UTM digunakan pada pengujian material dengan kekuatan uji yang tidak besar. Berdasarkan penjelasan di atas, maka dalam penelitian ini akan dilakukan Rancang Bangun Mesin Uji Tarik, Tekan dan Tekuk Menggunakan Tenaga Hidrolik. Dengan adanya mesin uji universal ini diharapkan dapat menguji dan mengetahui kekuatan tarik, kekuatan tekan dan kekuatan tekuk pada suatu material dengan mengacu pada *American Standart Testing & Material (ASTM)* untuk logam dengan memanfaatkan dongkrak hidrolik (*bottled jack*).

II. METODE PENELITIAN

Pada studi literatur, kegiatan dilakukan dengan mengambil data-data dari sumber-sumber misalnya jurnal, *thesis*, buku dan lain-lain, yang berkaitan dengan penelitian ini yaitu rancang bangun mesin uji tarik, tekan dan tekuk (*bending*) menggunakan tenaga hidrolik, selain itu dilakukan observasi di Laboratorium Manufaktur Teknik Mesin, Universitas Borneo Tarakan. Penelitian ini meliputi menentukan bahan material rangka konstruksi, dimensi konstruksi dan komponen konstruksi rancang bangun mesin uji universal. Setelah itu munculah suatu permasalahan yang ada pada sumber-sumber pada jurnal, *thesis*, buku dll di mana permasalahan tersebut dirumuskan sebagai berikut yaitu rancang bangun mesin uji tarik, tekan dan tekuk (*bending*) menggunakan tenaga hidrolik, dengan mengembangkan alat yang sudah ada sebelumnya. Rumusan masalah yang sudah ada nantinya akan terjawab dengan tujuan penelitian dan kesimpulan dari hasil pengujian uji tarik, tekan dan tekuk (*bending*), setelah itu dilakukan pemilihan material untuk rangka konstruksi guna untuk menampung beban yang besar, setelah dilakukan studi literatur dan studi lapangan maka bahan material yang mendominasi dipakai untuk suatu rangka konstruksi yaitu material besi kanal UNP (DIN 1026-1), material ini digunakan dikarenakan memiliki tingkat kekerasan yang cukup tinggi untuk suatu pembuatan kerangka konstruksi, selain itu juga material ini sering digunakan untuk pembuatan konstruksi bangunan seperti jembatan rangka rumah dan lain-lain.

Setelah memilih material tahap selanjutnya merancang gambar mesin uji universal menggunakan *software solidworks*, dalam perancangan ini diambil bentuk dari penelitian sebelumnya kemudian dimodifikasi dengan mengacu pada beberapa sumber jurnal untuk ukuran bentuk dimensi, selanjutnya ialah menentukan material untuk pengujian dan standar ASTM yang digunakan yaitu aluminium *grade 1100* dengan uji tarik standar ASTM E8, uji tekan standar ASTM E-09 dan uji tekuk (*bending*) standar ASTM E-290. Pada proses selanjutnya akan dilakukan pembuatan mesin uji universal yang telah dirancang sebelumnya, setelah itu dilakukan pengujian untuk mendapatkan hasil data dari pengujian tarik, tekan dan tekuk, kemudian yang terakhir dilakukan perhitungan manual di mana dalam menganalisis hasil ini menggunakan rumus dari beberapa sumber jurnal, buku maupun internet sesuai dengan rumus yang berlaku.

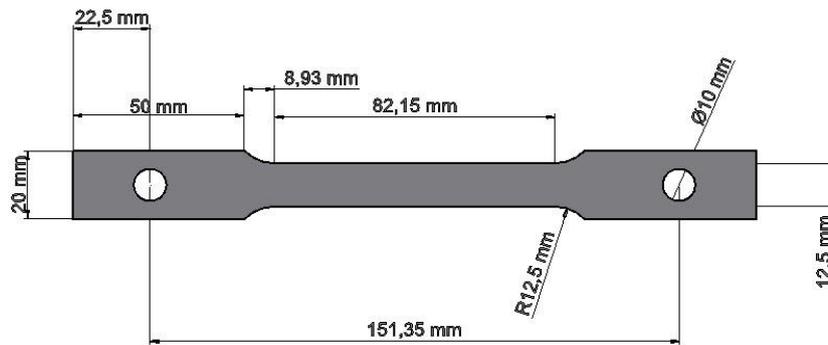
1. Perancangan Alat dan Spesimen

Pertimbangan perancangan alat didasarkan dari konseptual rancangan yang diinginkan seperti rupa, fungsi dan inovasi yang dipakai. Mesin uji universal (UTM) ini terdiri dari mesin uji tarik, uji tekuk dan uji tekan. Yang menggunakan penjepit *grip* untuk lempengan/ plat sedangkan sistem dan penggerak mesin untuk penggerak *grip* adalah dongkrak hidrolik yang memiliki kapasitas 2 ton. Pertimbangan rancangan secara rinci adalah sebagai berikut:

1. UTM terbuat dari besi UNP tipe 8 (6 mm) untuk konstruksi mesin uji universal.
2. Mesin uji universal dirancang untuk melakukan uji tarik, tekuk pada material jenis alumunium 1100. Sedangkan uji tekan menggunakan material besi beton ulir.
3. Dimensi spesimen uji tarik berdasarkan kepada standar ASTM E8 [2], tekuk standar ASTM E290 [3] dan tekan mengacu kepada standar ASTM E-09 [4].
4. Mekanisme uji universal menggunakan sistem hidrolis (*bottle jack*) yang disambungkan menggunakan *gearbox* dan motor sebagai penggerak.

- Uji tarik

Spesimen uji tarik yang dipakai adalah spesimen plat (*rectangular cross-section specimen*).



Gambar 1. Spesimen Uji Tarik pada Penelitian

- Uji tekuk (*bending*)

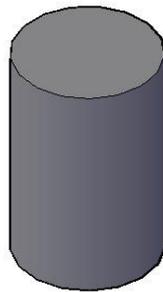
Pengujian tekuk yang digunakan pada plat menggunakan standar ukuran ASTM E-290. Adapun ukuran dimensi dari spesimen tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Spesimen Uji Tekuk ASTM E-290

- Uji tekan

Pengujian tekan yang akan digunakan yaitu menggunakan besi beton ulir tanpa rongga. Adapun ukuran dimensi dari spesimen yaitu diameter 13 mm dan tinggi 25 mm seperti pada Gambar 3.

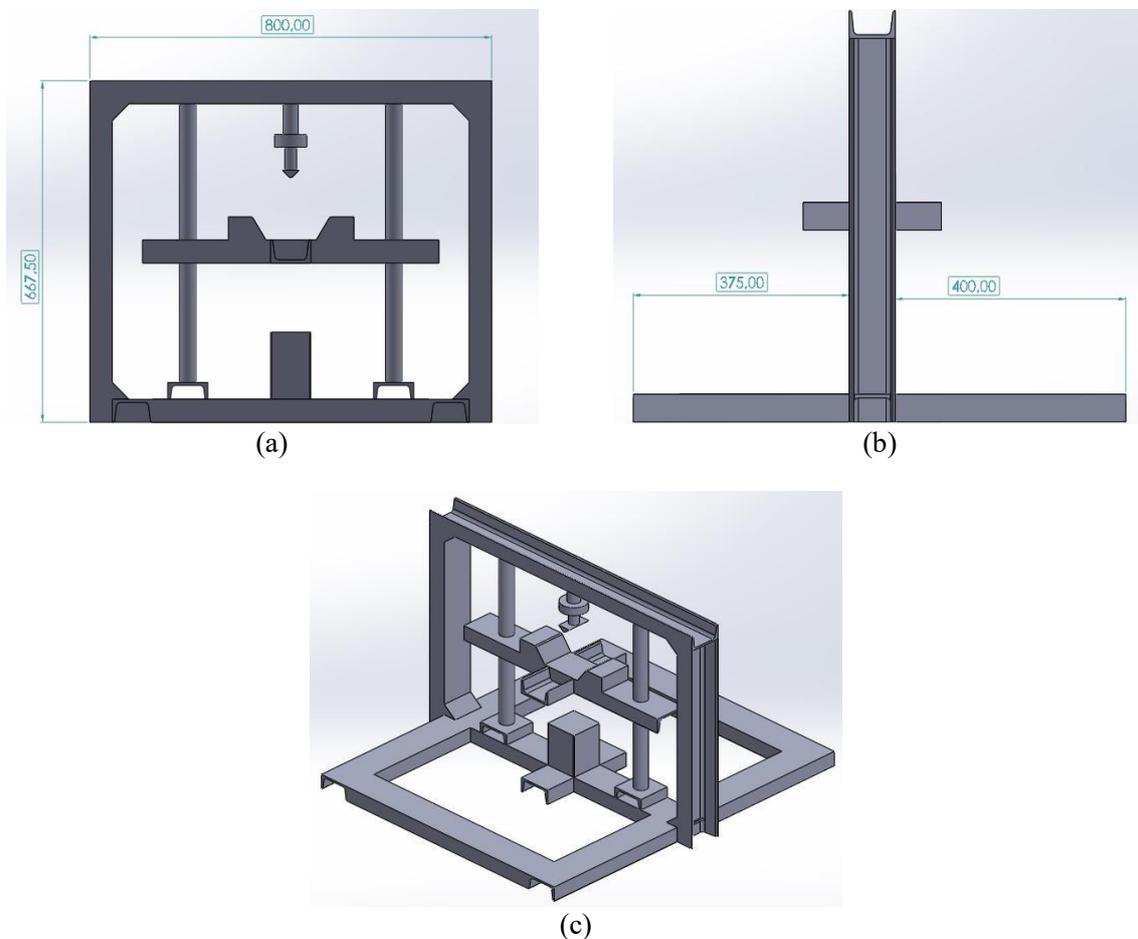


Gambar 3. Spesimen Uji Tekan ASTM E-09

2. Perancangan Alat

- Desain Mesin Uji Universal

Konsep desain alat uji universal ini menggunakan rangka dengan panjang 800 mm, lebar total 855 mm dan tinggi 667,50 mm. sedangkan ukuran dudukan ragum 80 mm untuk besi tengah sebagai tumpuan ragum memiliki ukuran 710 mm dan tinggi besi bulat penopang besi tengah yaitu 544,50 mm serta dudukan besi tengah 33 mm.



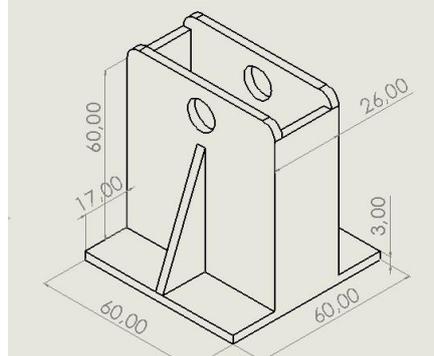
Gambar 4. Desain Mesin Universal Tampak Depan (a), Tampak Samping (b) dan Isometri (c)

- Desain Penjepit Uji Universal

Adapun penjepit yang digunakan sebagai tempat peletakan spesimen mesin uji universal diantaranya sebagai berikut:

1. Ragum uji tarik

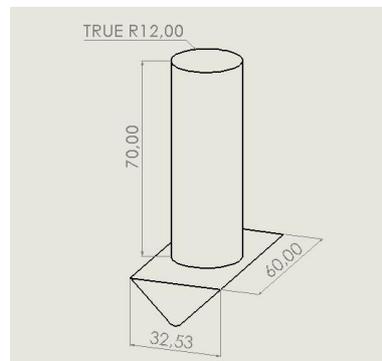
Ragum uji tarik berfungsi sebagai penjepit spesimen uji tarik berbahan besi unip yang dicustom dengan ukuran dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Desain Ragum Uji Tarik

2. Ragum uji tekuk (*Bending*)

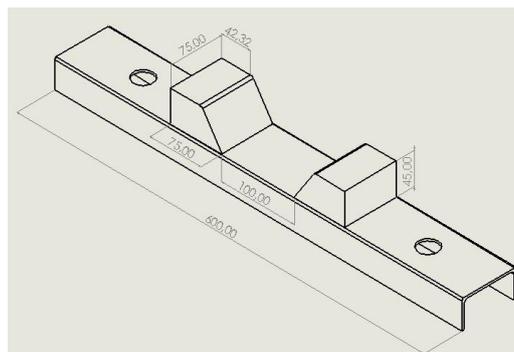
Ragum uji tekuk berfungsi sebagai sebagai indentor penekan oleh *Support Span* untuk mengetahui kekuatan bending material uji. Dengan kemiringan 30° untuk mata *bending*.



Gambar 6. Desain Ragum Uji Tekuk

3. *Support span*

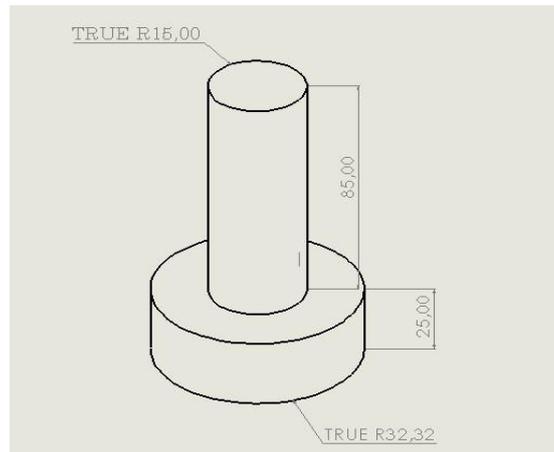
Support span ini berfungsi mengetahui tegangan *bending* yang dapat diterima akibat pembebanan tanpa mengalami deformasi atau kegagalan secara maksimal. Adapun ukuran desain dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Desain *Support Span* Uji Tekuk

4. Ragum uji tekan

Ragum uji tekan berfungsi untuk melakukan penekanan terhadap spesimen yang berbentuk silinder.



Gambar 8. Desain Ragum Uji Tekan

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perhitungan Uji Tarik

Dikarekankan luas penampang pengujian tarik berada pada daerah titik tumpuan pin pengunci spesimen, maka diperoleh luas penampang sebesar 30 mm².

$$l = 20 \text{ mm} \qquad t = 2 \text{ mm} \qquad A_0 = 30 \text{ mm}^2$$

a. Tegangan

$$\sigma = \frac{F}{A_0}$$

$$F = m \cdot a = 19,2 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 = 188,16 \text{ N}$$

$$\sigma = \frac{188,16}{30} = 6,272 \text{ N/mm}^2 = 6,272 \text{ Mpa}$$

b. Regangan

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} = \frac{0,5 \text{ mm}}{200 \text{ mm}} = 0,0025$$

c. Modulus elastisitas

$$E = \frac{\Delta \sigma}{\Delta \varepsilon} = \frac{1,63 \text{ N/mm}^2}{0,0002} = 8.150 \text{ N/mm}^2$$

d. Keuletan

$$\begin{aligned} \varepsilon (\%) &= [(L_f - L_o)/L_o] \times 100\% \\ &= [(200,5 \text{ mm} - 200 \text{ mm})/200 \text{ mm}] \times 100\% = 0,0025\% \end{aligned}$$

e. Kekuatan Tarik Maksimum

$$UTS = \frac{P_{max}}{A_0} = \frac{19,2 \text{ kg}}{30 \text{ mm}^2} = 0,64 \text{ kg/mm}^2$$

Berdasarkan hasil perhitungan untuk mencari tegangan dan regangan uji tarik spesimen 2 mm sehingga diperoleh kekuatan tarik maksimum 0,64 kg/mm² untuk material alumunium 1100. Untuk –

mengetahui hasil perhitungan tegangan dan regangan serta kekuatan tarik maksimum spesimen 3 mm dapat dilihat pada Tabel 1 – Tabel 4.

Tabel 1. Hasil Data Tegangan Uji Tarik Aluminium Ukuran 2 mm

Massa (kg)	Gaya (N)	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Tegangan, σ (Mpa)
5	49	2	20	1,63
10	98	2	20	3,26
15	147	2	20	4,9
19,2	188,16	2	20	6,272

Tabel 2. Hasil Data Regangan Uji Tarik Aluminium Ukuran 2 mm

Massa (kg)	L_0 (mm)	L (mm)	ΔL (mm)	Regangan (ϵ)
5	200	200,05	0,05	0,00025
10	200	200,09	0,09	0,00045
15	200	200,1	0,1	0,0005
19,2	200	200,5	0,5	0,0025

Tabel 3. Hasil Data Tegangan Uji Tarik Aluminium Ukuran 3 mm

Massa (kg)	Gaya (N)	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Tegangan, σ (Mpa)
4,4	43,12	3	20	0,86
11,8	115,64	3	20	2,31
17,3	169,54	3	20	3,39
26,8	262,64	3	20	5,25
28,2	276,36	3	20	5,53

Tabel 4. Hasil Data Regangan Uji Tarik Aluminium Ukuran 3 mm

Massa (kg)	L_0 (mm)	L (mm)	ΔL (mm)	Regangan (ϵ)
4,4	200	200,03	0,03	0,00015
11,8	200	200,08	0,08	0,0004
17,3	200	200,1	0,1	0,0005
26,8	200	200,3	0,3	0,0015
28,2	200	200,4	0,4	0,002

Berdasarkan Tabel 1 dan Tabel 2, tegangan maksimal yang didapatkan yaitu 6,272 Mpa untuk nilai regangan maksimal yaitu 0,0025 dengan waktu lama penarikan spesimen hingga putus yaitu 23 detik. Sedangkan untuk tabel 3 dan 4, tegangan maksimal yang didapatkan yaitu 5,53 Mpa untuk nilai regangan maksimal yaitu 0,002 dengan waktu lama penarikan spesimen hingga putus yaitu 28 detik.

Pengukuran tegangan dihasilkan dari beban untuk mendapatkan gaya sehingga dapat dibagi luas penampang. Sedangkan untuk pengukuran regangan dapat diperoleh dari perubahan panjang spesimen dibagi dengan panjang spesimen awal. Adapun pengaruh penambahan beban terhadap deformasi spesimen sehingga menghasilkan tegangan dan regangan yang bervariasi. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan nilai grafik tegangan regangan. Dari hasil data pengujian tarik diatas pada aluminium ukuran 2 mm dan 3 mm.

2. Perhitungan Uji Tekuk (*Bending*)

Pengumpulan data pengujian *bending* dilakukan dengan mengukur dimensi spesimen kemudian memberi beban (F) pada bagian tengah spesimen yang ditumpu oleh dua tumpuan sesuai standar *three point bending* ASTM E290-14.

a. Gaya *bending* (N)

$$F = m \cdot a = 35 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 343 \text{ N}$$

b. Tegangan *bending*

$$\sigma_b = \frac{3PL}{2bd^2} = \frac{3.4,2875 \text{ N/mm}^2 \times 100 \text{ mm}}{2.40 \text{ mm} \times 2 \text{ mm}^2} = 8,04 \text{ N}$$

c. Momen lentur *bending*

$$M_b = \frac{P}{2} \times \frac{L}{2} = \frac{343 \text{ N}}{2} \times \frac{200 \text{ mm}}{2} = 17.150 \text{ N.mm}$$

d. Momen inersia *bending*

$$I = \frac{1}{12} \times b \times d^3 = \frac{1}{12} \times 40 \times 3^3 = 10 \text{ mm}^4$$

e. Modulus elastisitas *bending*

$$E_b = \frac{1}{4} \times \frac{L^3}{bd^3} \times \frac{P}{\delta} = \frac{1}{4} \times \frac{200 \text{ mm}^3}{40 \text{ mm} \cdot 3 \text{ mm}^3} \times \frac{343 \text{ N}}{44 \text{ mm}} = 3,116 \text{ N}$$

f. Kekakuan *bending*

$$D = E_b \times I = 3,116 \text{ N} \times 10 \text{ mm}^4 = 31,16 \text{ N.mm}^4$$

Berdasarkan hasil perhitungan uji tekuk/ *bending* dengan menggunakan pengujian *three point bending* diperoleh gaya maksimal 509,6 N dengan tegangan maksimal 425 Mpa nilai ini diperoleh dengan melakukan 5 kali pengujian.

Tabel 5. Spesimen Uji *Three Point Bending*

Spesimen (mm)	Beban Tekan (N)	Panjang (mm)	Tebal (mm)	Lebar (mm)
1	343	200	3	40
2	416,5	200	3	40
3	460,6	200	3	40
4	467,46	200	3	40
5	509,6	200	3	40

Tabel 6. Hasil Uji *Three Point Bending*

Spesimen (mm)	Tegangan (Mpa)	Momen Lentur (N.mm)	Modulus Elastisitas (Mpa)	Kekakuan (N.mm ²)	Defleksi (mm)
1	286	8575	14436,03	1294045,45	44
2	347	10412,5	16988,91	1522885,46	45,4
3	384	11515	18148,15	1626800,00	47
4	390	11686,5	18148,15	1626800,00	47,7
5	425	12740	18687,20	1675120,79	50,5

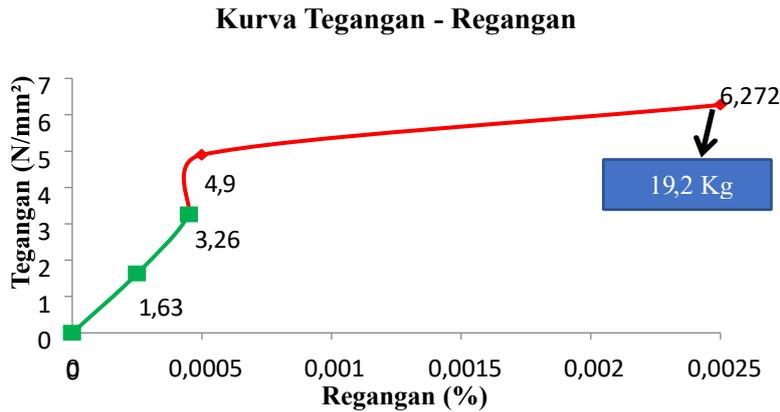
Pada data hasil pengujian *three point bending* yang terdapat pada tabel 6 di atas, didapat dari hasil uji spesimen menunjukkan besarnya beban tekan maksimal untuk menentukan tegangan *bending* (Mpa), regangan *bending* (mm) dan defleksi *bending* (mm) serta modulus elastisitas *bending* (Mpa).

Berdasarkan data di atas dapat ditunjukkan bahwa tegangan pada spesimen 1 memiliki tegangan paling rendah dengan selisih 61 Mpa terhadap spesimen 2, untuk spesimen 3 memiliki kekuatan tegangan *bending* yang hampir sama dengan spesimen 4 selisih 6 Mpa, sedangkan untuk spesimen 5 memiliki nilai tegangan *bending* yang tinggi yaitu 425 Mpa pada pembebanan maksimal 509,6 N.

3. Pembahasan

Pada subbab ini akan dilakukan analisis terhadap hasil pengambilan data spesimen. Analisis terhadap spesimen pengujian tarik, tekuk (*bending*) dan tekan dilakukan melalui hasil pengukuran.

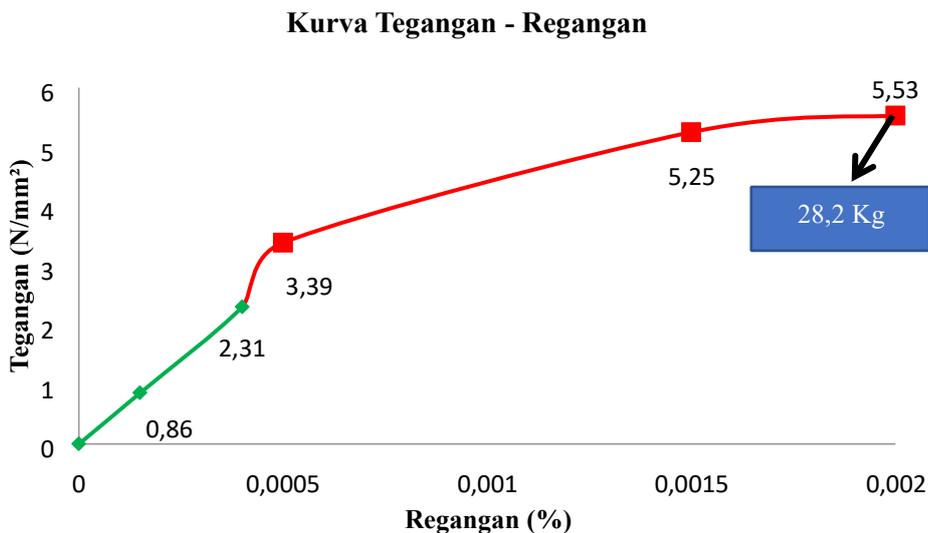
- Pengukuran Tegangan-Regangan Uji Tarik Variasi 2 mm



Gambar 9. Hubungan Kurva Tegangan-Regangan Variasi 2 mm

Perbandingan tegangan terhadap regangan pada spesimen alumunium 1100 variasi 2 mm ditandai dengan perubahan warna dimana pada warna hijau mengalami deformasi elastis sedangkan warna merah mengalami deformasi plastis mencangkup kekuatan tarik maksimum spesimen hingga putus. Dari grafik diatas menunjukkan bahwa batas nilai tegangan maksimal hingga spesimen putus yaitu 6,272 Mpa dengan beban maksimal 19,2 kg. sedangkan elastisitas untuk alumunium adalah pada tegangan 3,26 Mpa. Dapat disimpulkan terlihat pada kurva tegangan 4,9 Mpa dan 6,272 Mpa jarak antara titik ke titik cukup jauh disebabkan oleh penambahan beban lebih sehingga deformasi spesimen semakin tinggi. Sehingga dapat disimpulkan beban yang di berikan besar, tegangan yang di hasilnya juga semakin tinggi [5].

- Pengukuran Tegangan-Regangan Uji Tarik Variasi 3 mm



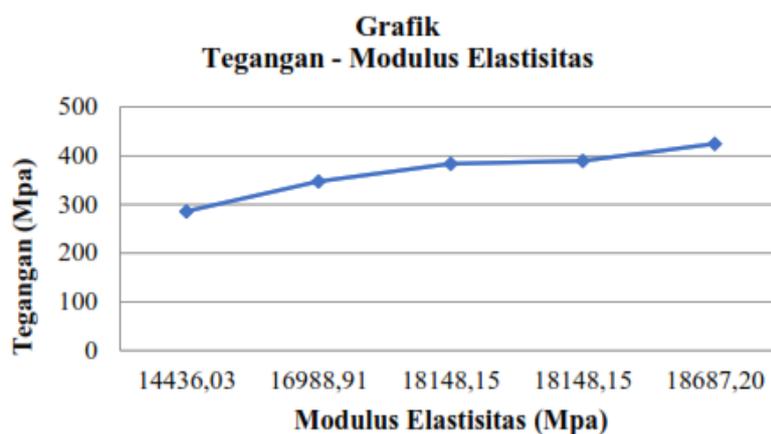
Gambar 10. Hubungan Kurva Tegangan-Regangan Variasi 3 mm

Dari kedua grafik di atas dapat dilihat bahwa batas elastis spesimen 2 mm dan 3 mm hampir sama dengan selisih 1,8 kg, untuk deformasi plastis pada spesimen 2 mm berada dinilai tegangan 3,26 Mpa untuk spesimen 3 mm berada dinilai tegangan 2,31 Mpa. Selanjutnya nilai *Ultimate Tensile Strenght* (UTS) diketahui untuk spesimen 2 mm yaitu 0,64 kg/mm^2 dan tegangannya 6,272 Mpa, sedangkan spesimen 3 mm yaitu 0,564 kg/mm^2 dan nilai tegangannya 5,53 Mpa.

Menurut Sulaeman Budiawan, pada data ini sangat besar penyimpangannya. Selanjutnya jika dilihat dari hasil pengamatan grafik, setiap ditambah beban spesimen selalu bertambah panjang, namun saat dituliskan dalam grafik, grafik memang linear tetapi agak bengkok sehingga tidak konstan padahal dalam teori seharusnya grafik tersebut linear dan bernilai konstan. Kedua hal di atas dimungkinkan karena faktor alat dan material uji terutama aluminium yang digunakan [6].

Hal ini dimungkinkan karena kondisi pelat aluminium ketika dibentuk menjadi spesimen tidak sesuai standar pengujian. Aluminium ini seharusnya mengalami perpatahan ulet dimana jika diberi gaya maka akan terjadi necking, namun pada grafik tegangan-regangan tidak menunjukkan seperti grafik tegangan-regangan ulet pada umumnya, sehingga terlihat seperti perpatahan getas. Hal ini juga sejalan dengan penelitian [7] yang menyatakan dapat terjadi karena aluminium memiliki nilai elastisitas yang rendah sehingga bahan mudah patah atau getas.

- Pengukuran Spesimen Uji Tekuk (*Bending*)

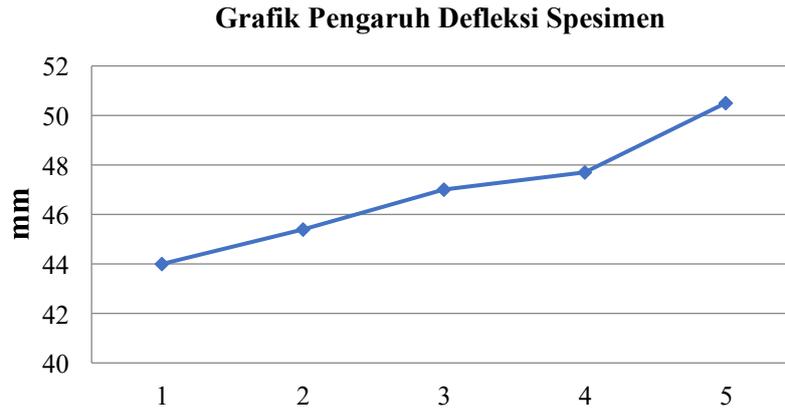


Gambar 11. Grafik Tegangan – Modulus Elastisitas *Bending* Aluminium

Dapat dilihat grafik rata-rata tegangan *bending* yang diambil dari Tabel 6. Grafik tegangan terhadap modulus elastisitas yang didapatkan nilai tegangan spesimen pertama 286 Mpa dengan modulus elastisitas 14436,03 Mpa untuk spesimen 2 nilai tegangan 347 Mpa dengan nilai modulus elastisitas 16988,91 Mpa memiliki selisih lebih dekat dibandingkan dengan yang lainnya, untuk spesimen 3 yang didapatkan nilai tegangan 384 Mpa dengan nilai modulus elastisitas 18148,15 Mpa sedangkan pada spesimen 4 nilai tegangan yaitu 390 dengan modulus elastisitas 18148,15 Mpa memiliki persamaan dengan spesimen 3 dan spesimen 5 nilai tegangan yang paling tinggi yaitu 425 Mpa dan untuk modulus elastisitasnya 18687,20. Dapat disimpulkan semakin tinggi nilai tegangan *bending* maka semakin tinggi pula nilai modulus elastisitas spesimen.

Diketahui pengaruh defleksi spesimen yang terjadi pada saat pengujian *bending*, untuk spesimen 1 nilai defleksi yang didapatkan 44 mm untuk spesimen 2 nilai defleksi 45,4 mm, untuk spesimen 3 memiliki nilai defleksi 47 mm, nilai defleksi pada spesimen 4 yaitu 47,7 mm dan untuk spesimen 5 yaitu 50,5 mm nilai defleksi yang didapatkan.

Hal ini dapat disimpulkan bahwa pada spesimen 1 nilai defleksinya paling rendah sedangkan spesimen 5 memiliki nilai defleksi yang paling tinggi, semakin tinggi nilai pembebanan maka semakin tinggi pula nilai defleksinya hal ini dapat dilihat pada tabel 5 yang dimana pembebanan pada spesimen 5 yaitu 509,6 N lebih tinggi dibandingkan spesimen yang lainnya.



Gambar 12. Pengaruh Defleksi Terhadap Spesimen

- Hasil Pembuatan Spesimen Uji Tarik Alumunium



Gambar 13. Spesimen Uji Tarik Alumunium



Gambar 14. Spesimen Hasil Pengujian Tarik

Pada Gambar 14, diketahui luas penampang pada titik tumpuan spesimen lebih kecil dari luas penampang area putus pada umumnya. Hal ini disebabkan oleh standar pengujian tarik E8 yang digunakan untuk spesimen jepit tidak sesuai dengan standar ukuran untuk spesimen lubang pin pengunci. Sehingga hasil pengujian tarik mengalami perpatahan/ deformasi, pada titik tumpuan atau penjepit.

- Hasil Pembuatan Spesimen Uji Tekuk (*bending*) Alumunium



Gambar 15. Spesimen Pengujian Tekuk (*Bending*)



Gambar 16. Spesimen Hasil Pengujian Tekuk (*Bending*)

- Analisa Pengujian Tekan

Pengujian tekan adalah pemberian beban secara aksial untuk memperoleh hasil pengujian berupa tekanan beban, namun pada pengambilan data terjadi mekanisme kegagalan leleh. Kegagalan leleh diakibatkan oleh terjadinya level tegangan dibawah yield strength material. Sehingga dengan hanya melakukan desain berdasarkan teori kegagalan statik bisa mengakibatkan hasil desain tidak aman atau mengalami kegagalan ketika hasil desain tersebut menerima beban dinamik.

Adapun analisa yang didapatkan dari pengujian tekan material besi beton ulir yaitu pengujian dikatakan gagal dikarenakan dalam pengambilan data dikarenakan tuas penghubung poros engkol kehidrolik tidak dapat memompa, hal ini disebabkan baut tuas pada dongkrak hidrolik bengkok pada saat pengujian.

Berikut rumus yang digunakan untuk menentukan kekuatan luluh material besi beton ulir, mencari gaya maksimal (N) dengan mengalikan kekuatan luluh (*yield strength*) terhadap luas penampang benda.

Diketahui:

$$\sigma_y = 280 \text{ Mpa}$$

$$A_o = 132,665 \text{ mm}^2$$

Ditanya: F (N)

$$F = \sigma_y \times A_o = 280 \text{ Mpa} \times 132,665 \text{ mm}^2 = 37146,2 \text{ N}$$

Dari hasil perhitungan di atas diketahui bahwa nilai gaya diperoleh yaitu 37146,2 N sedangkan gaya maksimum dongkrak hidrolik yaitu 19600 N. Sehingga dapat diambil kesimpulan berupa kapasitas dongkrak hidrolik 2 ton tidak mampu melakukan pengujian tekan besi beton dikarenakan gaya maksimum dongkrak hidrolik lebih rendah dibandingkan gaya yang diperlukan spesimen untuk melakukan deformasi plastic. Hal ini dapat berakibat buruk terhadap rancangan seperti yang terlihat pada Gambar 18.



Gambar 17. Kondisi Awal Baut Sebelum Uji Tekan



Gambar 18. Kondisi Akhir Baut Setelah Pengujian Tekan

Dari Gambar 17, baut ukuran 7 mm masih terlihat aman setelah melakukan pengujian tarik dan *bending* namun pada saat melakukan pengujian tekan baut hidrolik menjadi bengkok (Gambar 18) yang dimana kondisi baut tidak bisa melakukan pengujian lagi. Hal ini juga diakibatkan beban penekanan yang diperlukan cukup besar untuk melakukan pengujian material besi baja ulir silinder.

IV. KESIMPULAN

1. Telah dilakukan perancangan mesin uji universal untuk pengujian tarik, *bending* dan tekan dengan kapasitas dongkrak hidrolik 2 ton menggunakan sistem kerja motor penggerak dan *gearbox* yang terhubung pada poros engkol guna memompa dongkrak hidrolik.

2. Pengambilan data material aluminium 1100 diketahui dari hasil perhitungan pada pengujian tarik didapatkan gaya maksimal untuk spesimen 2 mm yaitu 188,16 N sedangkan untuk spesimen 3 mm yaitu 275,38 N. untuk pengujian *bending* nilai besar gaya yang diperoleh pada 5 kali pengujian berturut-turut yaitu 509,6 N. Selanjutnya untuk pengujian tekan kegagalan pengambilan data disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya desain tuas engkol yang kurang kokoh dan pemilihan material sebagai pengujian tekan.
3. Rancang bangun mesin uji universal ini menggunakan motor penggerak 0,5 hp dengan putaran 1500 rpm yang dihubungkan pada *gearbox* dengan rasio 1:50 sebagai *reducer* putaran menjadi 30 rpm. *Output* putaran *gearbox* selanjutnya ditransmisikan ke poros engkol dengan bantuan tuas sebagai penghubung antara poros engkol dengan dongkrak hidrolik yang selanjutnya gerakan angkat silinder hidrolik mendorong besi tengah UNP secara perlahan-lahan hingga mencapai titik puncak.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Allah SWT, semua keluarga penulis, tenaga pendidik dosen maupun staf-staf lainnya, dan juga mahasiswa seluruh angkatan di Fakultas Teknik khususnya di Jurusan Teknik Mesin karena sudah memberikan dukungan, motivasi, pembelajaran dan mental kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan dengan baik masa studi di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Borneo Tarakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. A. Sutisna, S. Winardi, A. Suhartono, "Rancang Bangun Mesin Uji Universal untuk Pengujian Tarik dan Tekuk Bertenaga Hidrolik," *Journal of Mechanical Engineering and Mechatronics*, vol. 6, no. 1 pp. 32-41, 2021.
- [2] American Society for Testing and Materials (ASTM). *Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials*, ASTM International, 2013.
- [3] American Society for Testing and Materials (ASTM). *Standard Test Methods for Bend Testing of Material for Ductility*, ASTM International, 2014.
- [4] American Society for Testing and Materials (ASTM). *Standard Test Methods of Compression Testing of Metallic Material at Room Temperature*, ASTM International, 1989.
- [5] W. T. Putra, W. Kuntang, Fadelan, "Analisa Kekuatan Tarik Seng Galvanis Terhadap Beban Yang Diberikan," *Machine: Jurnal Teknik Mesin*, vol. 5, no. 1, pp. 9-15, 2019.
- [6] B. Sulaeman, "Modulus Elastisitas Berbagai Jenis Material," *PENA TEKNIK: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik*, vol. 3, no. 2, pp. 127-138, 2018.
- [7] N. T. Anggoro, E. Nugroho, Asroni, "Analisa Alat Uji Tarik Buatan Lokal Dengan Variasi Bahan Teknik Terhadap Kekuatan Hasil Pengujian," *ARMATUR: Artikel Teknik Mesin dan Manufaktur*, vol. 2, no. 1, pp. 47-51, 2021.

