

Rancang Bangun Mesin Uji *Bending* Untuk Material Komposit

Fikri Adi Kusuma¹, Fendi Tri Hartono², Ipung Kurniawan³, Roy Aries Permana Tarigan⁴, Pujono⁵

Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Negeri Cilacap

Email : [1fikriadikusuma@gmail.com](mailto:fikriadikusuma@gmail.com), [2fendihartono007@gmail.com](mailto:fendihartono007@gmail.com), [3ipunk.k.poltec@gmail.com](mailto:ipunk.k.poltec@gmail.com),

[4tarigan@pnc.ac.id](mailto:tarigan@pnc.ac.id), [5poejono07@gmail.com](mailto:poejono07@gmail.com)

ABSTRAK

Mesin uji *bending* untuk material komposit adalah mesin yang dirancang sebagai alat pengujian material khususnya material komposit. Tujuan yang dicapai adalah merancang dan pembuatan mesin uji *bending* serta melakukan pengujian material komposit resin *epoxy* dan serbuk tebu berdasarkan perbandingan fraksi berat. Metode perancangan mesin menggunakan pendekatan metode VDI 2222. Dari metode yang dilakukan didapatkan hasil desain wujud mesin uji *bending* menggunakan *Solidwoks* 2017. Hasil rancangan mesin uji *bending* dengan dimensi panjang 500 mm, lebar 500 mm, dan tinggi 1.400 mm, yang terdiri dari beberapa komponen utama antara lain: rangka; sistem penekan; dan *support*. Estimasi waktu proses produksi mesin uji *bending* membutuhkan waktu 51,69 jam atau 7 hari. Hasil dari pengujian material komposit menghasilkan kekuatan *bending* pada fraksi berat resin 100% sebesar 67,71 Mpa dan fraksi berat serbuk tebu 50% sebesar 33,74 Mpa.

Kata kunci : *bending*, komposit, mesin uji, VDI 2222.

ABSTRACT

The bending test machine for composite materials is a machine designed as material testing tool, especially composite materials. The objectives achieved are to design and manufacture a bending test machine as well as to test the composite material of epoxy resin and sugarcane powder based on the ratio of weight fractions. The machine design method uses the VDI 2222 method approach. From the method carried out, the results obtained from the design of the bending test machine using Solidwoks 2017. The design results of the bending test machine with dimensions of length 500 mm, width 500 mm, and height 1.400 mm, which consists of several main components including: frame; suppression system; and supports. The estimated time of the bending test machine production process takes 51,69 hours or 7 days. The results of the composite material test resulted in the bending strength of the 100% resin weight fraction of 67,71 Mpa and the 50% sugarcane powder weight fraction of 33,74 Mpa.

Keywords : *bending, composite, testing machine, VDI 2222.*

1. Pendahuluan

Perkembangan berbagai jenis material saat ini mengalami kemajuan yang pesat. Salah satunya material komposit yang sudah mampu bersaing dengan material logam. Material komposit ini memiliki beberapa keunggulan seperti ringan, kuat, mudah dibentuk, dan anti karat. Untuk mengetahui sifat dari kekuatan material dan data-data sifat mekanis material maka diperlukannya suatu pengujian material. Dari hasil data-data sifat mekanis material tersebut sangat penting dalam perancangan suatu elemen mesin, agar diperoleh suatu material yang sesuai dengan kriteria.

Kemajuan bidang manufaktur mempunyai peranan yang penting dalam dunia industri maupun pendidikan. Pada pengujian bahan material logam berbeda dengan material komposit.

Mesin uji *universal* sudah banyak diproduksi dengan bermacam-macam sistem kerja dan memiliki beragam kapasitas. Seperti contoh pada rancang bangun Mesin uji *universal* bertenaga hidrolik, sebagaimana yang telah dilakukan [1], namun masih menggunakan dongkrak hidrolik dengan sistem kerja manual, sehingga perlu adanya inovasi terbaru untuk menyempurnakan alat ini dengan mengubah dongkrak hidrolik manual menjadi dongkrak hidrolik elektrik. Dari sistem kerja manual diubah menjadi sistem kerja elektrik, diharapkan mampu memberikan efektifitas kerja dan meminimalisir tenaga kerja tangan manusia.

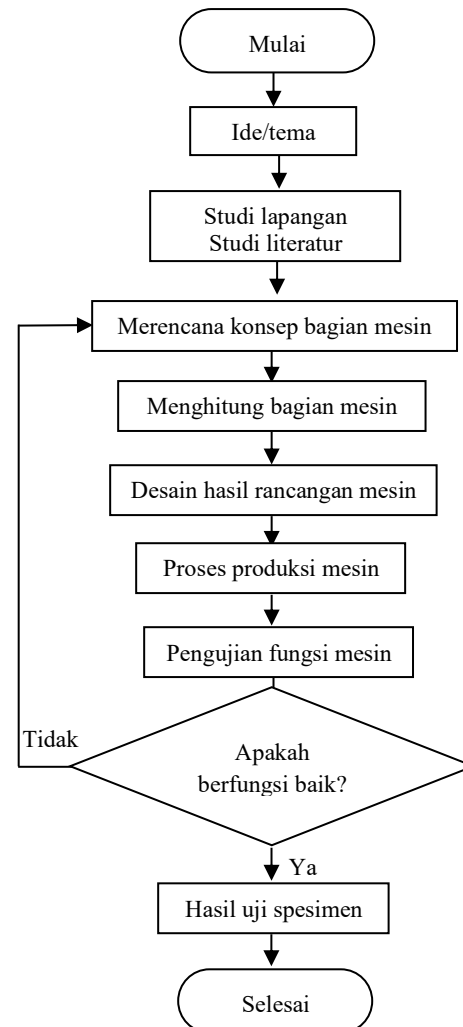
Berdasarkan uraian penjelasan di atas maka penting untuk dikaji lebih mendalam mengenai Mesin Uji *Bending* untuk material komposit. Pada sistem penekan Mesin Uji *Bending* ini menggunakan dongkrak hidrolik, kemudian dari prinsip kerja mekanis manual menjadi prinsip kerja elektrik. Tujuan yang dicapai adalah merancang dan pembuatan mesin uji *bending* serta melakukan pengujian material komposit resin *epoxy* dan serbuk tebu berdasarkan perbandingan fraksi berat.

Penelitian sakuri mengenai serat komposit kenaf dengan diberi perlakuan alkaline dan hot water treatment ada peningkatan kekuatan lentur sebesar 43,84% [2]. Pembuatan alat uji bending dengan sistem hidrolik dengan tujuan untuk mengetahui kekuatan material didapat hasil bahwa semakin besar dimensi material uji maka semakin besar pula gaya tekan yang dibutuhkan [3]. Penelitian juga dilakukan oleh dimas yaitu Rancang bangun alat uji bending hidrolik pada serat karbon dengan tujuan untuk mengetahui

kekuatan komposit *sandwich* serat karbon yang mengacu pada standar ASTM D790-03, dari penelitian tersebut didapat bahwa dimensi alat uji panjang, lebar, tinggi (82 cm, 92 cm, 152 cm) dan mempunyai tingkat ketelitian sebesar 82.13% [4]

2. Metodologi

Metode penyelesaian yang akan dilakukan adalah menggunakan diagram alir (*flowchart*) dalam membuat Mesin Uji *Bending*. Secara garis besar alur metode penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1 Diagram alir metode penyelesaian.



Gambar 1. Diagram alir metode penyelesaian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Merencana konsep bagian mesin

Tahapan ini membuat rencana konsep mesin dengan mengacu pada penelitian sebelumnya tentang mesin uji *bending* dan dokumen lainnya. Pada tahap ini hasil alternatif yang telah didapat, kemudian dilakukan proses perhitungan bagian-bagian sistem penekan, rangka dan *support* pada mesin uji *bending* untuk perencanaan dan

pemilihan spesifikasi beberapa *part* yang akan ditentukan sesuai dengan standar.

3.2 Menghitung bagian mesin Kekuatan rangka

1. Pembebanan profil 1

a) Menghitung gaya yang bekerja

Pada Gambar 2 anak panah warna biru merupakan tanda arah gaya beban yang terjadi. Diketahui beban maksimal 200 kg, panjang profil 500 mm, dan jenis pembebanan terpusat seperti pada Gambar 2 [5].



Gambar 2. Load diagram

Diketahui:

$l_1 = 250$ mm (jarak A dengan P_1)

$l_2 = 250$ mm (jarak B dengan P_1)

$l_3 = 500$ mm (panjang profil)

$P_1 = 200$ kg dikonversikan menjadi 1.960 N

Ditanya: R_{VA} dan R_{VB} ?

Dijawab :

$\Sigma M_B = 0$

$R_{VA} \times l_3 - P_1 \times l_2 = 0$ (1)

$R_{VA} \times 500 - 1.960 \times 250 = 0$

$500 R_{VA} - 490.000 = 0$

$R_{VA} = \frac{490.000}{500}$

$R_{VA} = 980$ N (↑)

$\Sigma M_A = 0$

$R_{VB} \times l_3 + P_1 \times l_1 = 0$ (2)

- $R_{VB} \times 500 + 1.960 \times 250 = 0$

$-500 R_{VB} + 490.000 = 0$

$R_{VB} = \frac{-490.000}{-500}$

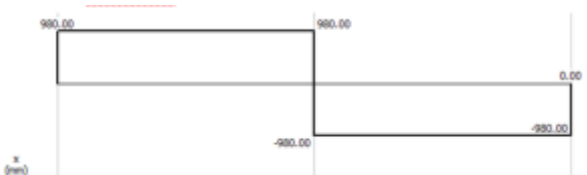
$R_{VB} = 980$ N (↑)

$\Sigma F_V = 0$

$R_{VA} + R_{VB} - P = 0$ (3)

$980 + 980 - 1.960 = 0$ (terbukti)

Diperoleh hasil perhitungan dari gaya reaksi R_{VA} dan R_{VB} adalah **980 N** dan **980 N** seperti hasil di *MD solid* yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Shear diagram

b) Rumus momen dapat dihitung dengan persamaan berikut [6]:

$M = R_{VA} \times l_1$ (4)

$= 980$ N x 250 mm

$= 245.000$ Nmm

Diperoleh hasil perhitungan momen adalah **245.000 Nmm** seperti hasil di *MD Solid* yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Momen diagram

Dengan menggunakan rumus yang sama seperti pembebanan pada profil 1, maka hasil perhitungan profil 2 dapat ditabelkan seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil perhitungan profil 2

P_1 N	l_3 mm	R_{va} N	R_{vb} N	M Nmm
637	500	318,5	318,5	79.625

2. Menghitung tegangan lentur

Material yang dipilih untuk membuat rangka mesin uji *bending* untuk pengujian material komposit ini yaitu besi kanal U100 dengan ukuran 100 x 50 x 5 mm seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5. [6]



Gambar 5. Dimensi besi kanal U100

Tabel 2. Perhitungan luas penampang

Bagian	(A) Luas mm	Jarak sumbu y mm	A. y mm
1	$5 \times 45 = 225$	$5 + \frac{45}{2} = 27,5$	6.187,5
2	$5 \times 100 = 500$	$\frac{5}{2} = 2,5$	1.250
3	$5 \times 45 = 225$	$5 + \frac{45}{2} = 27,5$	6.187,5
Σ	950		13.625

Letak sumbu titik berat

$C = \frac{\Sigma Ay}{\Sigma y} = \frac{13.625}{950} = 14,34$ mm (5)

Luas bidang 1

$I_o = \frac{bh^3}{12}$ (6)

$= \frac{5(45)^3}{12}$

$= \frac{455.625}{12}$

$= 37.968,75$ mm⁴

$AD_1 = A_1 \times (Y_1 - C)^2$ (7)

$= 225 \times (27,5 - 14,34)^2$

$= 225 \times 173,1856$

$$\begin{aligned}
 &= 38.966,76 \text{ mm}^4 \\
 I_{zz} &= I_o + AD_1 \\
 &= 37.968,75 + 38.966,76 \\
 &= 76.935,5 \text{ mm}^4
 \end{aligned} \tag{8}$$

Luas bidang 2

$$\begin{aligned}
 I_o &= \frac{bh^3}{12} \\
 &= \frac{100(5)^3}{12} \\
 &= \frac{12.500}{12} \\
 &= 1.041,67 \text{ mm}^4
 \end{aligned} \tag{9}$$

$$\begin{aligned}
 AD_2 &= A_2 \times (Y_2 - C)^2 \\
 &= 500 \times (2,5 - 14,34)^2 \\
 &= 500 \times 140,1856 \\
 &= 70.092,8 \text{ mm}^4
 \end{aligned} \tag{10}$$

$$\begin{aligned}
 I_{zz} &= I_o + AD_1 \\
 &= 1.041,67 + 70.092,8 \\
 &= 71.134,5 \text{ mm}^4
 \end{aligned} \tag{11}$$

Luas bidang 3

$$\begin{aligned}
 I_o &= \frac{bh^3}{12} \\
 &= \frac{5(45)^3}{12} \\
 &= \frac{455.625}{12} \\
 &= 37.968,7 \text{ mm}^4
 \end{aligned} \tag{12}$$

$$\begin{aligned}
 AD_3 &= A_3 \times (Y_3 - C)^2 \\
 &= 225 \times (27,5 - 14,34)^2 \\
 &= 225 \times 173,1856 \\
 &= 38.966,76 \text{ mm}^4
 \end{aligned} \tag{13}$$

$$\begin{aligned}
 I_{zz} &= I_o + AD_3 \\
 &= 37.968,75 + 38.966,76 \\
 &= 76.935,5 \text{ mm}^4
 \end{aligned} \tag{14}$$

Jadi momen inersia besi kanal U100 (100 x 50 x 5 mm) dapat dicari dengan persamaan berikut :

$$I_{zz} = I_{zz} \text{ Bidang 1} + I_{zz} \text{ Bidang 2} + I_{zz} \text{ Bidang 3}$$

Bidang 3

$$\begin{aligned}
 &= 76.935,5 + 71.134,5 + 76.935,5 \\
 &= 225.005,5 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

Tegangan lentur pada profil 1

$$\begin{aligned}
 \sigma_{beban} &= \frac{M_{max}}{I} \times C \\
 &= \frac{245.000}{225.005,5} \times 14,34 \\
 &= 15,61 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned} \tag{15}$$

Tegangan lentur pada profil 2

$$\begin{aligned}
 \sigma_{beban} &= \frac{M_{max}}{I} \times C \\
 &= \frac{79.625}{225.005,5} \times 14,34 \\
 &= 5,07 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned} \tag{16}$$

Jadi, tegangan lentur yang diterima pada profil 1 dan 2 adalah **15,61 N/mm²** dan **5,07 N/mm²**.

Kemudian dibandingkan dengan tegangan ijin untuk mengetahui kondisi aman atau tidak suatu material untuk digunakan.

3. Tegangan ijin

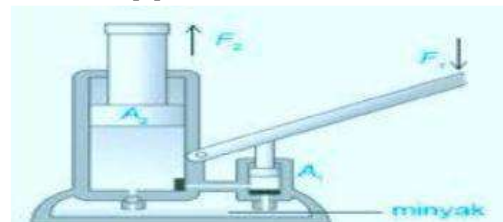
$$\begin{aligned}
 \sigma_{ijin} &= \frac{\sigma \text{ tarik}}{Sf} \\
 &= \frac{400}{5,6} \\
 &= \mathbf{71,42 \text{ N/mm}^2}
 \end{aligned} \tag{17}$$

Jadi, tegangan lentur yang diterima pada profil 1 dan 2 lebih kecil dari tegangan lentur yang diijinkan yang berarti tegangan lentur masih aman.

3.3 Menghitung Sistem penekan

1. Menghitung gaya tekan tuas dongkrak hidrolik.

Dongkrak hidrolik prinsip sistem kerjanya menggunakan Hukum Pascal. Dimana ketika sebuah gaya F_1 diberikan melalui tuas dongkrak untuk menekan silinder kecil A_1 , tekanan ini akan diteruskan oleh minyak ke segala arah. Prinsip kerja dari dongkrak hidrolik dapat dilihat pada Gambar 6. [7]



Gambar 6. Prinsip dongkrak hidrolik

Diketahui :

a. Persamaan Hukum Pascal

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \tag{18}$$

$$\frac{\text{Gaya tekan tuas pengungkit (N)}}{\text{Luas penampang piston tekan (m}^2\text{)}} = \frac{\text{Gaya tekan piston angkat (N)}}{\text{Luas penampang piston angkat (m}^2\text{)}}$$

b. Data r_1 dan r_2 diperoleh dari spesifikasi dongkrak hidrolik kapasitas 2 ton

$$r_1 = 1 \text{ cm} = 0.01 \text{ (m)}$$

$$r_2 = 5 \text{ cm} = 0.05 \text{ (m)}$$

c. Massa benda maksimal [m] = 200 (kg)

d. Percepatan gravitasi bumi [g] = 9,8 (m/s²)

e. Mencari luas penampang piston tekan dan piston angkat [A_1 dan A_2]

$$A_1 = \pi \times r_1^2$$

$$A_1 = 3,14 \times (0,01 \text{ m})^2$$

$$A_1 = 0.000314 \text{ m}^2$$

$$A_2 = \pi \times r_2^2$$

$$A_2 = 3,14 \times (0,05 \text{ m})^2$$

$$A_2 = 0.00785 \text{ m}^2$$

Jadi didapatkan luas penampang piston tekan 0.000314 m² dan luas penampang piston angkat 0.00785 m²

f. Selanjutnya mencari gaya tekan piston angkat [F_2]

$$F_2 = W = m \cdot g \tag{19}$$

$$F_2 = 200 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$F_2 = 1960 \text{ N}$$

Jadi didapatkan gaya tekan pada piston angkat sebesar 1960 N

- g. Pada akhirnya, mencari F_1 dengan persamaan *Hukum pascal*

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

$$F_1 = \frac{F_2 \times A_1}{A_2} \tag{20}$$

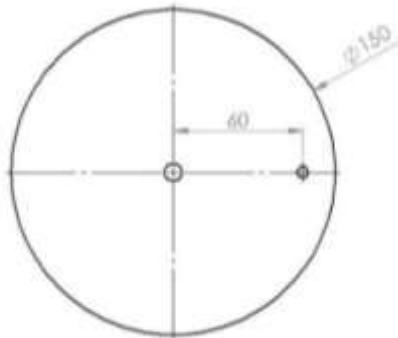
$$F_1 = \frac{1960 \text{ N} \times 0,000314 \text{ m}^2}{0,00785 \text{ m}^2}$$

$$F_1 = 78,4 \text{ N}$$

Kesimpulan, didapatkan gaya tekan pada tuas pengungkit dengan diberikan berat/beban sebesar 200 kg adalah **78,4 N**

2. Menghitung torsi dongkrak hidrolik

Setelah diketahui gaya tekan pada tuas pengungkit, selanjutnya mencari besar torsi pada tuas pengungkit untuk diteruskan ke penggerak motor *wiper*. Diketahui persamaan torsi dapat dirumuskan sebagai berikut [8]:



Gambar 7. Jarak antara titik pusat poros engkol dengan jarak tuas pengungkit

$$F = F_1 = 78,4 \text{ N}$$

$$r = 60 \text{ mm} = 0,06 \text{ m}$$

Dicari torsi [T] ?

Jawaban :

$$T = F \times r \tag{21}$$

$$T = 78,4 \text{ N} \times 0,06 \text{ m}$$

$$T = 4,704 \text{ Nm}$$

Kesimpulan, didapatkan torsi sebesar **4,704 Nm**

3. Menghitung daya motor yang dibutuhkan

Setelah perhitungan torsi diketahui diteruskan dengan menghitung daya. Daya dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut [9] :

Diketahui :

$$T = 4,704 \text{ Nm}$$

$$n = 50 \text{ rpm}$$

Dicari :

- a. Kecepatan sudut?

- b. Daya?

Jawaban:

Sebelum mencari daya, kecepatan dalam satuan rpm harus dijadikan rps.

a.
$$\omega = \frac{2 \times 3,14 \times n}{60s} \tag{22}$$

$$\omega = \frac{2 \times 3,14 \times 50 \text{ rpm}}{60s}$$

$$\omega = 5,23 \text{ rad/s}$$

b.
$$P = T \times \omega \tag{23}$$

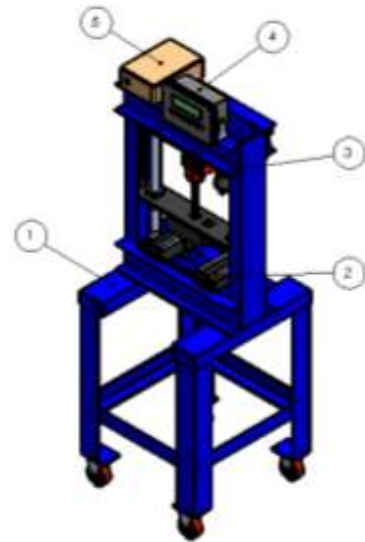
$$P = 4,704 \text{ Nm} \times 5,23 \text{ rad/s}$$

$$P = 24,6 \text{ Nm rad/s}$$

Diasumsikan membeli motor *wiper* spesifikasi motor *wiper* **12 volt 3A**, dengan memperpanjang jarak/jari-jari dapat menghasilkan torsi yang besar dan mengabaikan gaya gesek yang terjadi.

4. Desain hasil rancangan mesin

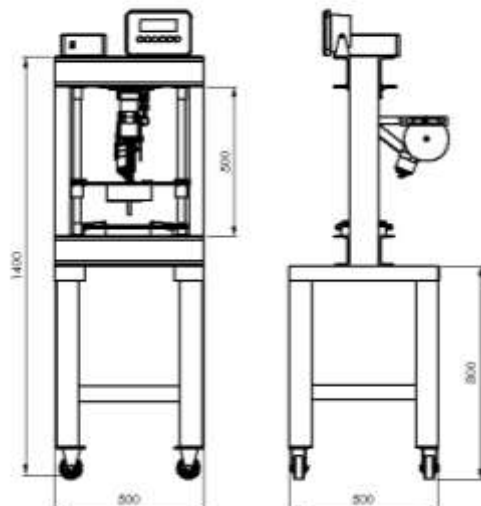
Tahapan dalam merancang desain mesin terbagi menjadi dua yaitu, desain wujud dan desain bagian. Desain wujud mesin uji *bending* untuk material komposit dapat dilihat pada Gambar 8 Desain 3D dan Gambar 9 Desain 2D.



Gambar 8. Desain mesin 3D

Keterangan:

1. Rangka mesin
2. *Support*
3. Sistem penekan
4. Display sensor *loadcell*
5. Panel box



Gambar 9. Desain mesin 2D

3.4 Proses produksi mesin

Prosedur proses produksi merupakan langkah atau tahapan dalam produksi komponen pada mesin uji *bending* untuk material komposit. Pada tahapan proses produksi mesin uji *bending* meliputi proses pemotongan, bubut, gurdi, pengelasan, *assembling*, dan proses *finishing*. Dapat dilihat pada Tabel 3. Perhitungan total estimasi waktu proses produksi

Tabel 3. Perhitungan total estimasi waktu proses produksi

No.	Proses Produksi	Waktu [jam]
1	Waktu pengerjaan proses pemotongan	16,1
2	Waktu pengerjaan proses bubut	1,51
3	Waktu pengerjaan proses gurdi	5,32
4	Waktu pengerjaan proses pengelasan	10,35
5	Waktu pengerjaan proses <i>assembly</i>	1,5
6	Waktu pengerjaan proses <i>finishing</i>	16,91
Total waktu proses produksi		51,69

Jadi, setelah dilakukan perhitungan total estimasi waktu proses produksi, maka didapatkan waktu proses produksi sebesar **51,69 jam**.

Jam kerja = 8 jam / hari

$$\frac{\text{Total estimasi waktu proses produksi}}{\text{Jam kerja}} = \frac{51,69}{8} = 6,46125 \text{ hari dibulatkan menjadi 7 hari}$$

3.5 Pengujian fungsi mesin

Pengujian fungsi mesin yang dilakukan adalah dengan menguji komponen mesin uji *bending* untuk material komposit setelah mesin terealisasi. Dapat dilihat pada Tabel 4 *Check sheet* uji fungsi sistem penekan.

Tabel 4. Check sheet uji fungsi sistem penekan.

No	Uraian	Befungsi		Keterangan
		Ya	Tidak	
1	Apakah sistem penekan dapat bekerja dengan baik ?	✓		Kerataan pada pelat penekan. <i>Linear bearing</i> bekerja dengan baik
2	Apakah motor <i>wiper</i> dapat bekerja dengan baik ?	✓		Tidak terjadi arus yang berlebihan. (Max. 10A) Mampu beroperasi mengangkat dongkrak.
3	Apakah dongkrak hidrolik bekerja dengan baik ?	✓		Tidak terjadi kebocoran. Mampu mengangkat tanpa beban dan diberi beban.

4	Apakah rangka dapat menopang mesin uji <i>bending</i> dengan kuat ?	✓	Mampu menopang mesin uji <i>bending</i> dengan kuat
5	Apakah permukaan <i>support</i> pada landasan rata atau tidak goyang ?	✓	Permukaan <i>support</i> rata dan tidak bergoyang pada saat diletakan di landasan
6	Apakah <i>support</i> dapat digeser dengan mudah sesuai kebutuhan (<i>fleksibel</i>) ?	✓	Mampu digeser sesuai kebutuhan dan mudah saat digeser

3.6 Hasil uji spesimen

Hasil uji spesimen dilakukan dengan menguji material komposit berdasarkan perbandingan komposisi serbuk tebu dan resin.

1. Menghitung *Three Point Bending*

Pada tahapan ini penulis melakukan perhitungan *three point bending* pada spesimen uji *bending* berdasarkan perbandingan komposisi serbuk tebu dan resin. Sebelum menghitung *three point bending*, penulis mengambil data dari spesimen uji material komposit yang telah melalui uji *bending*. Berikut tabel data dari spesimen uji *bending* material komposit.

Tabel 5. Data spesimen uji *bending* material komposit

No	Spesimen Fraksi berat	Pengujian (kg)				
		1	2	3	4	5
1.	Full resin 100%	10,9 5	9,76	10,1 4	10,2 2	10,3 5
2.	Resin + serbuk tebu (50%)	5,00	4,84	4,41	5,70	5,68

Setelah mengambil data, selanjutnya penulis melakukan perhitungan *three point bending*. Berikut rumus perhitungan *three point bending* [10]

2. Resin epoxy + hardener (100%)

a) Pengujian 1

Diketahui :

Beban (F) = 10,95 kg → 107,31 N

Lebar spesimen (b) = 12,7 mm

Tebal spesimen (d) = 3 mm

Support span (L) = 51,2 mm

Ditanya : σ_f?

Dijawab :

$$\sigma_f = \frac{3 FL}{2 bd^2} = \frac{3(107,31 \times 51,2)}{2 \cdot (12,7 \times 3^2)} = \frac{3(5.494,27)}{2(114,3)} = \frac{16.482,81}{228,6} = 72,10 \text{ Mpa}$$

Berdasarkan pengujian 1, sehingga hasil pengujian berikutnya dapat dilihat pada tabel 6.

3. Resin epoxy + hardener (50%) serbuk tebu (50%)

a) Pengujian 1

Diketahui :

Beban (F) = 5,00 kg → 49,00 N

Lebar spesimen (b) = 12,7 mm

Tebal spesimen (d) = 3 mm

Support span (L) = 51,2 mm

Ditanya : σ_f?

Dijawab :

$$\sigma_f = \frac{3 FL}{2 bd^2} = \frac{3(49,00 \times 51,2)}{2.(12,7 \times 3^2)} = \frac{3(2.508,8)}{2(114,3)} = \frac{7.526,4}{228,6} = 32,92 \text{ Mpa}$$

Berdasarkan pengujian 1, sehingga hasil pengujian berikutnya dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil uji specimen

Fraksi berat	Beban (N)	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Support Span (mm)	Kekuatan Bending	
					(MPa)	
Full resin	1	107,3	3	12,7	51,2	72,1
100%	2	95,64				64,26
	3	99,37				66,76
	4	100,1				67,29
	5	101,4				68,15
Resin + Serbuk tebu	1	49	3	12,7	51,2	32,92
50%	2	47,43				31,86
	3	43,21				29,03
	4	55,86				37,53
	5	55,66				37,39



Gambar 10. Diagram fraksi berat serbuk tebu terhadap kekuatan bending

Berdasarkan grafik pada gambar 10 diperoleh kekuatan bending rata-rata fraksi berat 0% sebesar 67,71 MPa, dan 50% sebesar 33,74 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa serbuk tebu memberikan nilai penurunan kekuatan bending pada material komposit resin epoxy.

4. Kesimpulan

Beberapa kesimpulan diantaranya sebagai berikut. Hasil rancangan dan perhitungan bagian-bagian pada

mesin uji bending untuk material komposit, dengan dongkrak 2 ton gaya tekan jika diberikan beban 200 kg adalah 78,4 N dengan torsi sebesar 4,704 Nm, spesifikasi motor wiper 12 volt. Rangka mesin tegangan lentur yang terjadi pada profil 1 dan 2 sebesar 15,61 N/mm² dan 5,07 N/mm². Tegangan yang diijinkan 71,42 N/mm², maka dapat disimpulkan rangka aman.

Hasil perhitungan estimasi waktu proses produksi mesin uji bending untuk material komposit membutuhkan waktu 51,69 jam atau 7 hari mulai dari proses pemotongan, bubut, gurdi, pengelasan dan assembling.

Hasil uji material komposit resin dan serbuk menghasilkan kekuatan bending yang tertinggi diperoleh pada fraksi berat resin + hardener 100% sebesar 67,71 Mpa. Sedangkan penambahan fraksi berat serbuk tebu 50% sebesar 33,74 Mpa.

Daftar Pustaka

- [1] R. Ramadan and A. P. Budijono, "RANCANG BANGUN MODIFIKASI HYDRAULIC JACK MANUAL MENJADI ELCTRIC Rizky Ramadan," *Jrm*, vol. 4, no. 3, pp. 63 – 69, 2018.
- [2] T. S. Sakuri, Dimas Dwi Nugroho, "Pengaruh Perlakuan Alkaline dan Hot Water Treatment Terhadap karakteristik Kekuatan Komposite berpenguat serat kenaf dan Microcrystalline cellulose," *Accurate J. Mech. Eng. Sci.*, vol. 2, no. 2, 2021.
- [3] F. M. Fais and T. H. Ningsih, "Rancang Bangun Alat Uji Bending dengan Sistem Hidrolik," *Jtm*, vol. 7, no. 1, pp. 47–53, 2022.
- [4] T. H. N. Dimas Putra Al Diansyah, "RANCANG BANGUN ALAT Uji BENDING HIDROLIK PADA KOMPOSIT SANDWICH SERAT KARBON," *Jrm*, vol. 7, no. 2, pp. 10–17, 2022.
- [5] Z. A. E.P. Popov, *Mekanika Teknik (Mechanics of Materials)*, Edisi Kedu. Jakarta: Erlangga, 1984.
- [6] E. . Popov and Z. Astamar, *Mekanika Teknik*, 1st ed. Ciracas, Jakarta: Erlangga, 1984.
- [7] R. Ramadan and A. P. Budijono, "Rancang Bangun Modifikasi Hydraulic Jack Manual Menjadi Elctric," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 4, pp. 63–69, 2018.
- [8] Sularso and K. Suga, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita, 1991.
- [9] R. L. Mott, E. M. Vavrek, and I. Wang, *Machine Elements in Mechanical Design*. New Jersey: Person Education, 2004.
- [10] W. d Callister, *Material Science And Engineering*. New York, 1940.