

# Rancang Bangun Alat Cetak Material Komposit Dengan Sistem Tekan

Muhammad Arsyad Suyuti<sup>1\*</sup>, Arthur H. Razak<sup>2</sup>, Pria Gautama<sup>3</sup>, M. A. Murtadha<sup>4</sup>, D. H. Wahyuningsi<sup>5</sup>, Wiranto<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar 90245, Indonesia  
<sup>\*</sup>muhammadarsyadsuyuti@poliupg.ac.id

**Abstract:** *The use of composite materials is growing rapidly because it's have several advantages including easy to form, low density, and abundant availability. This matter encourages composites as substitute metals in various products. The purpose of this research is to make a press tool to form composite panel. The research method is carried out through several stages. The first stage, namely the design process by making sketches or drawings of press tools using Autodesk Fusion software. The second stage is the manufacturing process; components that are not standard were made by machining processes as needed refer to drawings design. The third stage, namely the assembly process, combining each component into a mutually supportive form as planned. The last stage is testing the press tool. At this stage the press tools equipment was tested by pressing eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) fiber to become composite panels. Press tools can make composite panels with thicknesses ranging from 3.67 mm until 4.4 mm. The size of the composite panel follows the size of the mold.*

**Keywords:** *Composite materials, Press tools, Compression system, Composite panels*

**Abstrak :** Pemanfaatan material komposit sangat berkembang pesat karena mempunyai beberapa keunggulan diantaranya mudah dibentuk, kepadatan rendah, dan ketersediaan yang melimpah. Hal ini mendorong penggunaan komposit untuk menjadi pengganti material logam diberbagai produk. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat alat cetak material komposit dengan sistem tekan. Metode penelitian dilakukan melalui berapa tahapan. Tahapan pertama, yaitu proses desain dengan membuat sketsa atau gambar alat press menggunakan software Autodesk Fusion 360. Tahapan kedua adalah proses pembuatan, komponen yang bukan komponen standar dibuat dengan proses permesinan sesuai kebutuhan dan mengacu pada gambar kerja. Tahapan ketiga, yaitu proses perakitan, merangkai atau menggabungkan tiap komponen menjadi bentuk yang saling mendukung sehingga terbentuk suatu alat yang sesuai dengan yang direncanakan. Tahapan terakhir adalah uji coba alat cetak material komposit dengan sistem tekan. Pada tahap ini alat cetak yang telah dirakit diuji dengan melakukan pencetakan panel komposit serat eceng gondok (*Eichhornia crassipes*). Alat cetak material komposit dengan sistem tekan dapat membuat panel komposit dengan ketebalan berkisar 3,67 mm hingga 4,4 mm. Ukuran panel komposit mengikuti ukuran cetaknya.

**Kata Kunci:** Material komposit, Alat cetak, Sistem tekan, Panel komposit

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan industri material teknik utamanya komposit polimer yang terdiri dari bahan-bahan baru, proses manufaktur dan aplikasi teknik pada dekade terakhir ini terjadi peningkatan sangat pesat yang merupakan material-material terbaru (*high-tech materials*). Dengan kemajuan perkembangan teknologi material komposit terdapat masalah yang muncul yaitu bagaimana bahan-bahan yang sumber tersedianya sangat banyak dapat dimanfaatkan agar mampu diintegrasikan dalam mengantisipasi krisis bahan terutama material jenis plastik yang bersumber dari minyak bumi yang tidak dapat diperbaharui.

Secara global material komposit dikembangkan agar dapat menggantikan material logam. Menurut Chandrabakty [1], komposit merupakan suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material dengan sifat mekanik material pembentuknya berbeda-beda agar dihasilkan material baru yaitu komposit dengan sifat mekanik berbeda dengan material pembentuknya. Dalam prakteknya komposit terdiri dari dua bagian utama yaitu matriks dan penguat [2]. Sekarang ini pemanfaatan material komposit sangat berkembang pesat karena mempunyai keunggulan mudah dibentuk sehingga

mendorong penggunaan komposit untuk menjadi pengganti material logam diberbagai produk. Serat alami diperkuat komposit polimer matriks menarik perhatian dalam aplikasinya karena memberikan banyak keuntungan seperti kepadatan rendah, efektivitas biaya, dan ketersediaan [3]. Oleh karenanya, perlu mengembangkan serat eceng gondok sebagai penguat material komposit natural maka diperlukan penelitian kekuatan sifat mekanik komposit dengan penguat serat eceng gondok. Penelitian sifat mekanik komposit diperlukan sampel pengujian sifat mekanik yang berkualitas. Sampel dapat dibuat melalui proses pengepresan panel komposit menggunakan alat bantu cetak dengan sistem tekan hidrolik.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

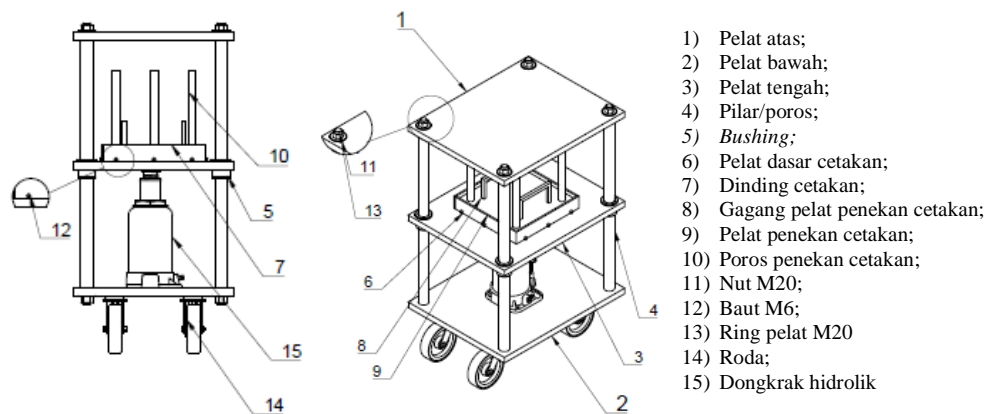
Penelitian ini dilaksanakan selama enam bulan di laboratorium mekanik dan bengkel mekanik Politeknik Negeri Ujung Pandang. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain besi pelat St 42, besi poros St 42, dan besi strip. Sedangkan peralatan yang digunakan adalah mesin frais CNC, mesin bubut semi otomatis, mesin las inverter SMAW 450W, mesin gergaji potong, mesin gerinda tangan, mesin bor duduk dan berbagai alat ukur dimensi. Adapun tahapan penelitiannya adalah sebagai berikut:

- Proses Perancangan. Hal yang dilakukan dalam proses desain adalah membuat sketsa atau gambar alat *press* yang akan dibuat menggunakan *software* Autodesk Fusion 360 [4] serta menghitung kelayakan komponen-komponen yang akan digunakan baik yang dibuat maupun yang dibeli. Setelah hasil desain konsep sudah selesai maka dilakukan pembuatan gambar kerja sesuai dengan standar ISO. Gambar kerja ini meliputi desain gambar rancangan secara keseluruhan dan gambar kerja untuk setiap komponen yang dibuat.
- Proses Pembuatan. Pada tahap ini semua komponen yang bukan komponen standar dibuat dengan proses permesinan sesuai kebutuhan dan mengacu pada gambar kerja. Setiap komponen yang dibuat dicatat waktu pembuatannya.
- Proses Perakitan. Proses perakitan merupakan proses merangkai atau menggabungkan tiap komponen menjadi bentuk yang saling mendukung sehingga terbentuk suatu alat yang sesuai dengan yang direncanakan.
- Proses Pengujian. Pada tahap akhir ini, alat cetak yang telah dirakit, kemudian diuji dengan melakukan pencetakan panel komposit serat eceng gondok. Proses pencetakannya dilakukan dengan cara mengisi material panel komposit pada cetakan, memasang cetakan pada alat cetak untuk dilakukan penekanan (*press*), menekan material komposit pada cetakan selama 12 jam, mengeluarkan cetakan komposit dari alat *press*, membuka panel komposit dari cetakan, panel komposit siap dibentuk menjadi spesimen pengujian.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil Perancangan Alat Cetak Material Komposit

Alat cetak material komposit dengan sistem tekan terdiri dari komponen pelat atas, poros pilar, pelat penekan cetakan, cetakan, *stopper*, poros penekan cetakan, pelat tengah, *bushing*, dongkrak hidrolik, pelat bawah, roda, dan klem C. Rancangan alat cetak komposit ini memilih model konstruksi rangka *built up*. Ini dimaksudkan untuk memudahkan dalam membongkar atau memasang pada proses perawatan atau perbaikan jika diperlukan. Konsep ini juga telah dilakukan dalam rancang bangun alat bending pelat [5]–[8], dan shot peening [9]. Adapun rancangan konstruksi alat cetaknya dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Konstruksi Rancangan Alat Cetak Material Komposit dengan Sistem Tekan

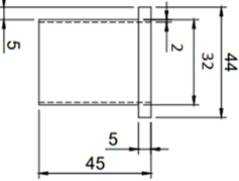
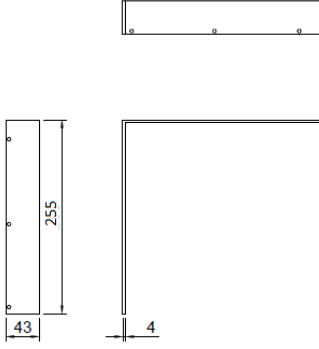
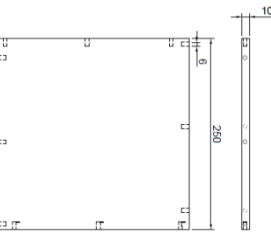
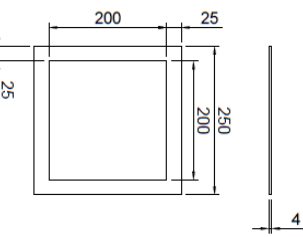
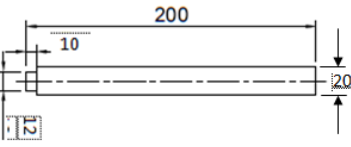
Berdasarkan gambar alat cetak material komposit dengan sistem tekan di atas terdapat beberapa komponen yang memiliki peran penting. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisa perhitungan pada beberapa komponen agar didapatkan hasil perancangan yang tepat.

**a) Pemilihan roda**

Untuk menentukan spesifikasi roda yang digunakan maka dilakukan perhitungan berat konstruksi yang menjadi beban yang diterima oleh keempat roda pada alat tersebut. Adapun perhitungan berat tiap komponen alat cetak komposit dapat dilihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Perhitungan berat komponen

Nama Komponen	Perhitungan Berat
<p>1. Pelat atas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>V_1 = p \times l \times t</math>  <math>V_1 = 500 \times 400 \times 20</math>  <math>V_1 = 4.000.000 \text{ mm}^3 \times 3</math></li> <li><math>V_2 = \pi r^2 t</math>  <math>V_2 = 3,14 \times 16^2 \times 20</math>  <math>V_3 = 64.307,2 \text{ mm}^3 \times 3</math></li> <li><math>V_{tot} = V_1 - V_2</math>  <math>V_{tot} = 12.000.000 - 192.921,6</math>  <math>V_{tot} = 11.807.078,4 \text{ mm}^3</math></li> <li><math>W_1 = V \times \rho</math>  <math>W_1 = 11.807.078,4 \times 0,00000786 = 92,8 \text{ Kg}</math></li> </ul>
<p>2. Poros pilar</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>V_1 = \pi r^2 t</math>  <math>V_1 = 3,14 \times 16^2 \times 700</math>  <math>V_1 = 562.688 \text{ mm}^3 \times 4 = 2.250.752 \text{ mm}^3</math></li> <li><math>V_2 = 3,14 \times 9,5^2 \times 42</math>  <math>V_2 = 11.902,17 \text{ mm}^3 \times 2</math>  <math>V_2 = 23.804,34 \text{ mm}^3 \times 4 = 95.217,4 \text{ mm}^3</math></li> <li><math>V_{tot} = V_1 - V_2</math>  <math>V_{tot} = 2.250.752 - 95.217,36</math>  <math>V_{tot} = 2.155.534,64 \text{ mm}^3</math></li> <li><math>W_2 = V \times \rho</math>  <math>W_2 = 2.155.534,64 \times 0,00000786</math>  <math>W_2 = 16,9 \text{ Kg}</math></li> </ul>
<p>3. Bushing</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>V_1 = \pi r^2 t</math>  <math>V_1 = 3,14 \times 22^2 \times 5</math>  <math>V_1 = 7.598,8 \text{ mm}^3 \times 4 = 30.395,2 \text{ mm}^3</math></li> <li><math>V_2 = 3,14 \times 16^2 \times 45</math>  <math>V_2 = 36.172,8 \text{ mm}^3 \times 4 = 144.691,2 \text{ mm}^3</math></li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>V_3 = 3,14 \times 17^2 \times 40</math> <math>V_3 = 36.298,4 \text{ mm}^3 \times 4 = 145.193,6 \text{ mm}^3</math></li> <li>• <math>V_{\text{tot}} = (V_2 + V_3) - V_1</math> <math>V_{\text{tot}} = (144.691,2 + 145.193,6) - 30.395,2 = 259.489,6 \text{ mm}^3</math></li> <li>• <math>W_3 = V \times \rho</math> <math>W_3 = 259.489,6 \times 0,0000084 = 2,1 \text{ kg}</math></li> </ul>
<p>4. Cetakan</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>V_1 = p \times l \times t</math> <math>V_1 = 250 \times 43 \times 4</math> <math>V_1 = 43.000 \text{ mm}^3 \times 2 = 86.000 \text{ mm}^3</math></li> <li>• <math>V_2 = 212 \times 43 \times 4</math> <math>V_2 = 36.464 \text{ mm}^3 \times 2 = 72.928 \text{ mm}^3</math></li> <li>• <math>V_3 = \pi r^2 t</math> <math>V_3 = 3,14 \times 2,5^2 \times 4</math> <math>V_3 = 78,5 \text{ mm}^3 \times 12 = 942 \text{ mm}^3</math></li> <li>• <math>V_{\text{tot}} = (V_1 + V_2) - V_3</math> <math>V_{\text{tot}} = (86.000 + 72.928) - 942</math> <math>V_{\text{tot}} = 157.986 \text{ mm}^3</math></li> <li>• <math>W_4 = V \times \rho</math> <math>W_4 = 157.986 \times 0,00000786 = 1,24 \text{ kg}</math></li> </ul>
<p>5. Stopper</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>V_1 = p \times l \times t</math> <math>V_1 = 250 \times 250 \times 4</math> <math>V_1 = 250.000 \text{ mm}^3</math></li> <li>• <math>V_2 = 200 \times 200 \times 4</math> <math>V_2 = 160.000 \text{ mm}^3</math></li> <li>• <math>V_{\text{tot}} = V_1 - V_2</math> <math>V_{\text{tot}} = 250.000 - 160.000 = 90.000 \text{ mm}^3</math></li> <li>• <math>W_5 = V \times \rho</math> <math>W_5 = 90.000 \times 0,00000786 = 0,7 \text{ Kg}</math></li> </ul>
<p>6. Pelat Cetakan</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>V_1 = p \times l \times t</math> <math>V_1 = 250 \times 250 \times 10 = 625.000 \text{ mm}^3</math></li> <li>• <math>V_2 = \pi r^2 t</math> <math>V_2 = 3,14 \times 2,5^2 \times 10</math> <math>V_2 = 196,25 \text{ mm}^3 \times 12 = 2.355 \text{ mm}^3</math></li> <li>• <math>V_{\text{tot}} = V_1 - V_2</math> <math>V_{\text{tot}} = 625.000 - 2.355 = 622.645 \text{ mm}^3</math></li> <li>• <math>W_6 = V \times \rho</math> <math>W_6 = 622.645 \times 0,00000786 = 4,8 \text{ kg}</math></li> </ul>
<p>7. Poros penekan cetakan</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>V_1 = \pi r^2 t</math> <math>V_1 = 3,14 \times 10^2 \times 200</math> <math>V_1 = 62.800 \text{ mm}^3 \times 5 = 314.000 \text{ mm}^3</math></li> <li>• <math>V_2 = 3,14 \times 6^2 \times 10</math> <math>V_2 = 1.130,4 \text{ mm}^3 \times 5 = 5.652 \text{ mm}^3</math></li> <li>• <math>V_{\text{tot}} = V_1 - V_2</math> <math>V_{\text{tot}} = 314.000 - 5.625 = 308.375 \text{ mm}^3</math></li> <li>• <math>W_7 = V \times \rho</math> <math>W_7 = 308.375 \times 0,00000786 = 2,42 \text{ kg}</math></li> </ul>
<p>8. Pelat penekan cetakan/tutup cetakan</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>V_{1a} = p \times l \times t</math> <math>V_{1a} = 65 \times 10 \times 10</math> <math>V_{1a} = 6.500 \text{ mm}^3 \times 4 = 26.000 \text{ mm}^3</math></li> <li>• <math>V_{1b} = 80 \times 10 \times 10</math> <math>V_{1b} = 8.000 \text{ mm}^3 \times 4 = 32.000 \text{ mm}^3</math></li> <li>• <math>V_{1\text{tot}} = 58.000 \text{ mm}^3</math></li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>V_2 = p \times l \times t</math> <math>V_2 = 250 \times 250 \times 10 = 625.000 \text{ mm}^3</math></li> <li>• <math>V_3 = \pi r^2 t</math> <math>V_3 = 3,14 \times 6^2 \times 10 = 1.130,4 \text{ mm}^3</math></li> <li>• <math>V_{tot} = (V_1 + V_2) - V_3</math> <math>V_{tot} = (58.000 + 625.000) - 1.130,4</math> <math>V_{tot} = 681.869,6 \text{ mm}^3</math></li> <li>• <math>W_8 = V \times \rho</math></li> <li>• <math>W_8 = 681.869,6 \times 0,00000786 = 5,3 \text{ kg}</math></li> </ul>
<p>Berat total cetakan</p>	<p><math>= W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 + W_6 + W_7 + W_8</math> <math>= 134,26 \text{ kg}</math></p>

Berdasarkan perhitungan berat tiap komponen alat cetak di atas, maka spesifikasi roda yang digunakan harus mampu menahan beban sebesar 134,26 kg. Oleh karena itu, jenis roda yang dipilih memiliki kapasitas angkut sebesar 360 Kg dengan spesifikasi sebagai berikut :

- Bahan roda : Polyurethane ukuran 4"
- Beban yang diangkut : 360 Kg
- Type : 2 mati dan 2 hidup
- Ukuran roda : Ø 100 mm
- Ukuran pelat : 92 x 62 mm
- Tinggi roda : 133 mm

**b) Perhitungan kekuatan pilar**

Komponen kritis lainnya dalam rancangan konstruksi adalah pilar dari poros yang juga direncanakan menerima beban tarik ( $F_t$ ) dari dongkrak hidrolik maksimum sebesar 20 Ton. Adapun bahan poros pilar yang digunakan adalah baja permesinan St. 42 dengan tegangan tarik yang diizinkan sebesar:

$$\tau_{gt} = 0.5 \times 420 \frac{N}{\text{mm}^2} = 210 \text{ N/mm}^2$$

Dengan demikian diameter poros yang dibutuhkan untuk menahan beban tersebut dapat dihitung seperti berikut ini [10]:

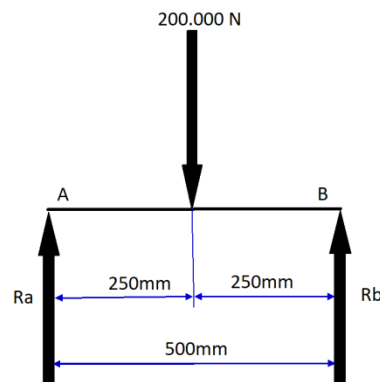
$$\tau_g = \frac{F}{A} = \frac{F_t}{4 \times \frac{1}{4} \pi \times (d)^2}$$

$$d = \sqrt{\frac{200000}{4 \cdot \frac{1}{4} \pi \cdot 210}} = 23.5 \text{ mm}$$

Karena bahan yang digunakan berdiameter 32 mm lebih besar dari 23.5 mm maka poros aman.

**c) Perhitungan kekuatan bengkok pelat penyangga**

Adapun komponen kritis lainnya pada kontruksi alat cetak yaitu penyanggah atas dan bawah yang terbuat dari 2 besi pelat yang dirancang menahan beban maksimal 20 ton. Adapun lebar dari penyanggah 400 mm dan bahan terbuat dari baja karbon St.42 dengan tegangan sebesar 420 N/mm<sup>2</sup>. Dengan demikian tegangan bengkok/bending bahan yang dibutuhkan dapat dihitung sesuai dengan diagram DBB (Diagram Benda Bebas) pada gambar 2.



Gambar 2. Konstruksi reaksi tumpuan pelat pembebanan pelat atas atas

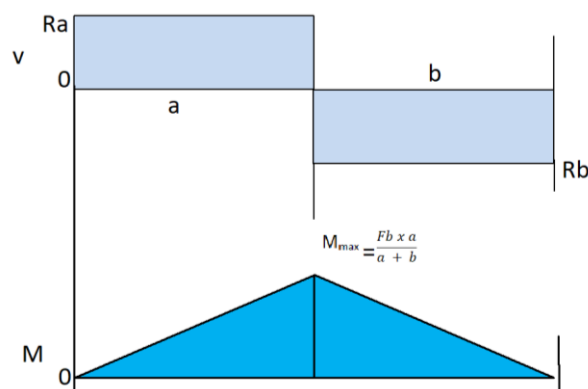
Berdasarkan diagram benda bebas diatas maka reaksi tumpuan di tumpuan A ( $R_a$ )

$$R_a = \frac{F \cdot b}{a + b} = \frac{200.000 \text{ N} \times 250 \text{ mm}}{500 \text{ mm}} = 100.000 \text{ N}$$

Karena jarak tumpuan A dan tumpuan B sama panjang terhadap gaya (F) atau  $a = b$  maka  $R_a = R_b$  sebesar 100.000 N. Dengan demikian momen bengkok pada penampang (M) besi pelat dapat dihitung:

$$M = R_a \times a$$

$$M = 100.000 \times 250 = 25.000.000 \text{ Nmm}$$



Gambar 3. Diagram gaya geser dan momen lengkung

Momen tahanan adalah besar momen inersia dibagi dengan jarak dari sumbu netral kelapisan terluar pelat atas. Momen tahanan bengkok untuk bahan berpenampang persegi dihitung dengan persamaan [11] :

$$W = \frac{b h^3}{6}$$

Dimana  $W$  = momen tahanan bengkok ( $\text{mm}^3$ ),  $b$  = lebar bahan (mm), dan  $h$  = tebal bahan (mm). Penampang benda uji berbentuk persegi dengan panjang 400 mm dan lebar 20 mm, maka:

$$W = \frac{400 \cdot 20^3}{6} = 5.333,33 \text{ mm}^3$$

Setelah diperoleh momen bengkok dan momen tahanan konstruksi pelat atas maka tegangan dapat dihitung. Jika suatu pelat yang ditumpu pada kedua ujungnya dan mendapat beban tangensial, maka pada balok tersebut akan mengalami tegangan yang dinamakan tegangan lentur (tegangan bengkok). Besar tegangan bengkok yang terjadi dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\sigma_{\text{bengkok}} = \frac{M}{W} = \frac{25.000.000}{5.333,33} = 4.687,5 \text{ N/mm}^2$$

Pelat yang akan diberikan beban terbuat dari bahan St 42 dengan tegangan tarik maksimum 420 N/mm<sup>2</sup>. Ketebalan pelat maksimum diberi beban sebesar 20 mm. Adapun jarak antar titik pusat poros pilar adalah 436 mm dan lebar pelat 400 mm. Sehingga besar gaya bengkok pelat yang dibutuhkan dapat dihitung dengan persamaan [5]:

$$P = \frac{\sigma L T^2}{w} \text{ ( N )}$$

Dengan demikian gaya tekuk maksimum pelat yaitu:

$$P = \frac{4.687,5 \times 400 \times (20^2)}{436 \text{ mm}} = 172,01 \text{ Kg.f} \approx 172 \text{ Ton}$$

Berdasarkan hasil analisis kekuatan bengkok diatas maka pelat baja karbon St. 42 yang digunakan mampu menahan beban sebesar 172 ton sedangkan rencana beban yang diterima dari dongkrak hidrolik sebesar 20 ton. Dengan demikian jenis bahan dan dimensi pelat yang digunakan aman.

### B. Simulasi Alat Cetak Material Komposit

Simulasi ini dibuat menggunakan software Autodesk Fusion 360 untuk menganalisis kekuatan konstruksi rangka alat cetak material komposit pada saat menerima beban ketika proses pencetakan material komposit berlangsung. Material yang digunakan dalam simulasi ini yaitu: pelat atas bawah, pelat tengah, pelat bawah dan poros pilar adalah St.42 (ASTM D638-02 Tipe 1). Sedangkan pembebanan (*load*) yang diberikan sesuai dengan kapasitas dongkrak hidrolik yang digunakan sebesar 20 ton (200.000 N).

#### Steel ASTM A36

Density	7.85E-06 kg / mm <sup>3</sup>
Young's Modulus	199959 MPa
Poisson's Ratio	0.3
Yield Strength	248.2 MPa
Ultimate Tensile Strength	399.9 MPa
Thermal Conductivity	0.045 W / (mm C)
Thermal Expansion Coefficient	1.17E-05 / C
Specific Heat	480 J / (kg C)

#### Brass

Density	8.49E-06 kg / mm <sup>3</sup>
Young's Modulus	97000 MPa
Poisson's Ratio	0.31
Yield Strength	124 MPa
Ultimate Tensile Strength	338 MPa
Thermal Conductivity	0.115 W / (mm C)
Thermal Expansion Coefficient	2.05E-05 / C
Specific Heat	380 J / (kg C)

Gambar 5. Studi material *brass* dan *steel* ASTM A

Dalam simulasi ini beban proses penekukan yang dipakai adalah 100 N dengan model pembebanan ditunjukkan pada gambar berikut ini:

#### Loads

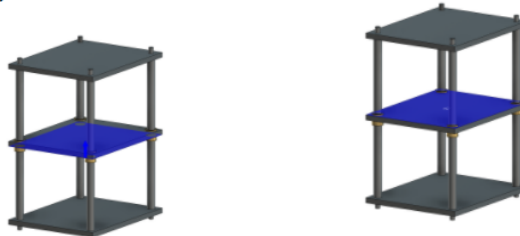
##### Force2

Type	Force
Magnitude	100 N
X Value	0 N
Y Value	0 N
Z Value	100 N
Force Per Entity	No

##### Fixed2

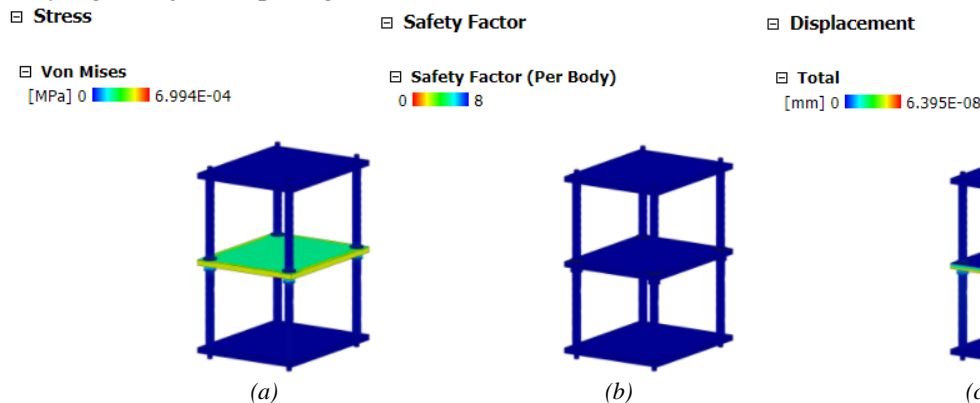
Type	Fixed
Ux	Fixed
Uy	Fixed
Uz	Fixed

##### Selected Entities



Gambar 6. Beban yang terjadi pada proses pengepresan

Untuk mengetahui material yang dipilih layak atau tidak digunakan sebagai komponen alat cetak maka dianalisis melalui simulasi *statics stress* pada *software* Autodesk Fusion 360 dan dari simulasi tersebut nantinya akan diperoleh nilai *stress*, *safety factor*, dan *displacement* pada komponen alat cetak seperti yang ditunjukkan pada gambar 7.



Gambar 7. Hasil analisis *von misses stress* (a), *safety factor* (b), dan *displacement* (c)

*Voin misses stress* yang dihasilkan dari simulasi pembebanan dengan beban 20 Ton berkisar antara  $3,803 \times 10^{-14}$  hingga  $6,99 \times 10^{-4}$  MPa. Dan berdasarkan gambar hasil simulasi, tidak terjadi pembengkokan yang signifikan pada komponen plat, sehingga dapat dikatakan bahwa material yang dipilih aman dari kerusakan akibat gaya tekan. *Safety factor* pada hasil simulasi ini menunjukkan nilai 15. Nilai tersebut menunjukkan bahwa material plat yang dipilih kuat dan aman untuk digunakan. *Displacement* yang mungkin terjadi pada saat material menerima beban 20 Ton berkisar pada angka 0 hingga 6,39 mm. Dengan *displacement* tersebut maka deformasi yang mungkin terjadi sangat kecil sehingga pelat aman dari kemungkinan terjadinya perubahan bentuk atau ukuran akibat tekanan.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa data, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Alat cetak material komposit dengan sistem tekan dapat membuat panel komposit dengan ketebalan berkisar 3,67 mm hingga 4,4 mm. Ukuran panel komposit mengikuti ukuran cetaknya.
- b. Spesifikasi alat cetak material komposit dengan sistem tekan yang telah dirancang ini, yaitu:
  - Kapasitas beban alat cetak : 20 ton
  - Ukuran rangka alat cetak : 500 x 400 x 700 (mm)
  - Kapasitas pelat penekan : 400x20 mm
  - Sistem penekan : Sistem dongkrak hidrolik
  - Panjang langkah hidrolik : 184 mm
  - Kapasitas cetakan komposit : 250 x 250 x 4 (mm)

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. C. Sri Chandrabakty, "Optimasi Proses Gurdi Pada Material Komposit Serat Rami." Universitas Hasanuddin, 2020.
- [2] "D.L. Chung, Composite Materials Science and Applications.pdf."
- [3] K. Rohit and S. Dixit, "A review-future aspect of natural fiber reinforced composite," *Polym. from Renew. Resour.*, vol. 7, no. 2, pp. 43–59, 2016.
- [4] Autodesk, "Fusion 360." 2019.
- [5] M. A. Suyuti, R. Nur, and M. Iswar, "Rancang Bangun Press Tool Untuk Alat Bending Pelat Tipe Die-V Air Bending," *Mach. J. Tek. Mesin*, vol. 6, no. 1, pp. 39–45, 2020.
- [6] M. A. Suyuti, M. Iswar, R. Nur, and E. Erniyanti, "Desain Konstruksi Press Tool Sebagai Alat



- Bending Bentuk V Dengan Garis Bending Max. 300mm,” *J. Sinergi Jur. Tek. Mesin*, 2019.
- [7] N. Rusdi, A. S. Muhammad, and I. Muhammad, “Designing and manufacturing the press tool of air bending V brake,” *Log. J. Ranc. Bangun dan Teknol.*, vol. 19, no. 3, pp. 38–43, 2019.
- [8] N. Rusdi and A. S. Muhammad, “Mini Press Tool as Learning Practical: Designing, Manufacturing, and Analysis,” *J. Ind. Eng. Manag. Res.*, vol. 1, no. 2, pp. 9–14, 2020.
- [9] H. P. Nari, M. Sirman, R. Nur, and M. I. Mukhsen, “Redesign and Remanufacturing the Shot Peening Machine: Model and Experiment,” in *Journal of Physics: Conference Series*, 2021, vol. 1858, no. 1, p. 12009.
- [10] K. Sularso and M. S. ME, “Dasar-Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin,” *Pradnya Paramita Jakarta*, 1994.
- [11] R. Nur and M. A. Suyuti, *Perancangan mesin-mesin industri*. Deepublish, 2018.