

# PERANCANGAN ALAT UJI TARIK DENGAN BEBAN 2000 N UNTUK PENGUJIAN MATERIAL KOMPOSIT ALAMI

Rezki Megi Kurniawan<sup>1</sup>, D.L Zariatin<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

**ABSTRAK.** Alat uji tarik komposit yang sudah ada dengan merk RTF 2410 menggunakan motor listrik. Alat uji tarik RTF berdimensi besar tidak fleksibel dalam pemindahannya. Pada penelitian ini dilakukan perancangan alat uji tarik untuk komposit alami yang menggunakan sistem pneumatik sebagai penggerak. Sistem untuk membaca nilai gaya pada spesimen yaitu menggunakan sensor *load cell*. Penelitian ini menggunakan metode perancangan *pahl and beitz*. Spesimen dan metode pengujian menggunakan standar ASTM D638. Analisis simulasi pada rancangan alat uji tarik komposit alami menggunakan software *Solidworks* dengan menggunakan data hasil uji spesimen komposit alami yang telah diuji secara nyata menggunakan Tensilo RTF 2410. Dari hasil perhitungan perancangan nilai untuk varian 1 adalah 3,4, varian 2 adalah 3,1, dan varian 3 adalah 2,95, maka varian 1 terpilih menjadi konsep terpilih. Hasil simulasi menggunakan *solidworks* didapat nilai *von mises stress* minimal sebesar  $6,019e-10$  N/mm<sup>2</sup> dan nilai *von mises stress* maksimal sebesar  $8,696e+01$  N/mm<sup>2</sup>. Diharapkan dalam penelitian ini agar menambahkan sensor *displacement* untuk mengetahui nilai *elongation*.

**Kata kunci :** Pneumatik, *load cell*, *Solidworks*

## 1. PENDAHULUAN

Tahun ke tahun sudah sangat berkembang teknologi bahan di dunia. Diindustri banyak yang sudah tidak lagi bergantung pada penggunaan logam sebagai material yang digunakan dalam memproduksi suatu barang. Bahan baku yang semakin terbatas, harga yang semakin tinggi, dan juga proses manufaktur yang rumit banyak membuat pelaku industri beralih dari material logam ke material non-logam. Banyak material non-logam yang telah diteliti dan dikembangkan diantaranya keramik, plastik, polimer, serta komposit [1]. Komposit adalah campuran dari dua material atau lebih yang mempunyai fase yang berbeda menjadi suatu material baru yang memiliki perpertis lebih baik dari keduanya[2].

**Tabel 1** Sifat - sifat tarik dari beberapa komposit alami [3]

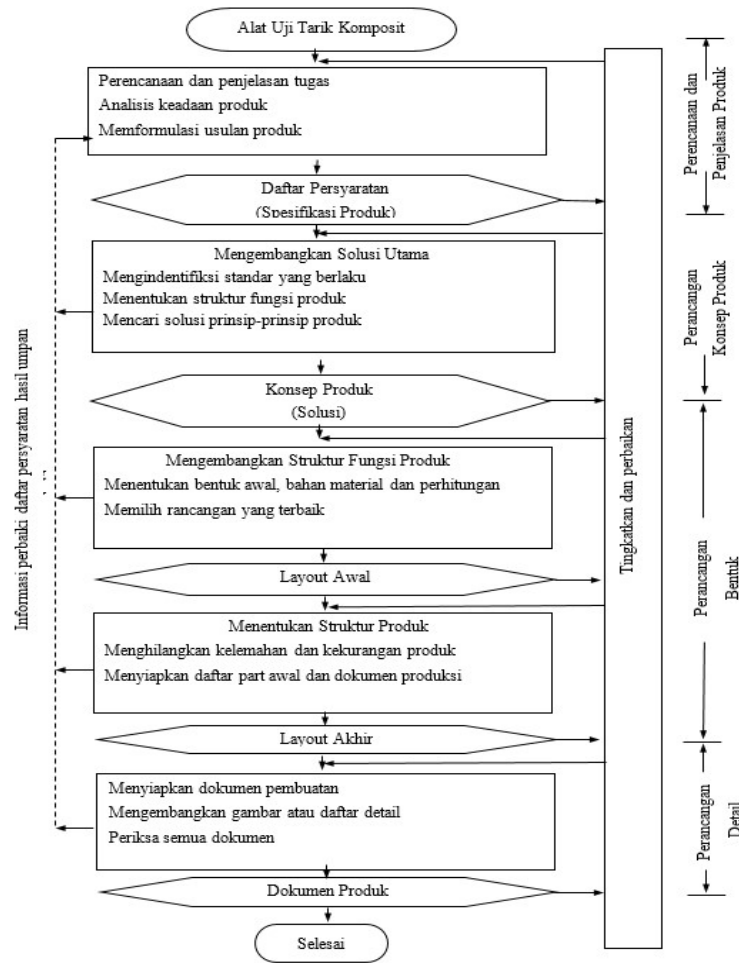
Name of the fiber	% Tensile Strain	Average Tensile Strength (MPa)	Average Tensile Modulus (GPa)
Bamboo	1,73	341	19,67
Palm	13,71	377	2,75
Coconut	20,00	500	2,50
Banana	3,36	600	17,85

Hasil dari pengujian yang didapat sangatlah penting untuk rekayasa teknik dan desain produk karena menghasilkan data kekuatan material. Pengujian tarik banyak dilakukan untuk melengkapi informasi rancangan dasar kekuatan suatu bahan dan sebagai data pendukung bagi spesifikasi bahan. Karena dengan pengujian tarik dapat diukur ketahanan suatu material terhadap gaya statis yang diberikan secara perlahan [4].

Alat uji tarik menjadi tuntunan tersendiri untuk mengetahui karakteristik dari bahan atau material yang diujikan untuk memenuhi syarat masyarakat. Saat ini alat uji tarik untuk bahan logam memiliki besar kapasitas pembebanan hingga 100 ton. Namun komposit serat alam mempunyai kekuatan tarik jauh lebih kecil dari logam maksimum pembebanan hanya pada kisaran 70 MPa [3]. Oleh karena itu pada penelitian ini akan merancang alat uji tarik dengan beban tarik menggunakan sistem pneumatik. Pada tekanan kompresor yang digunakan sekitar 2-6 bar untuk memutuskan material komposit alami, untuk menganalisa data yang didapat menggunakan *load cell* karena salah satu perangkat elektronik yang dapat digunakan pada mesin uji tarik.

## 2. METODE

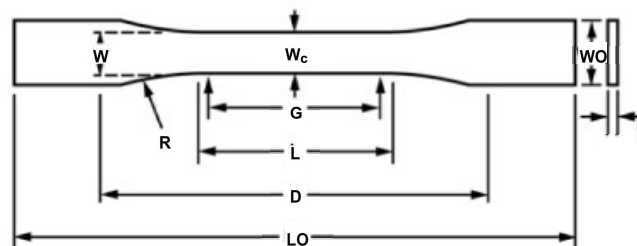
Metode Pahl and Beitz adalah perencanaan kegiatan awal untuk merancang suatu produk yang kebutuhannya sangat dibutuhkan oleh masyarakat. Setelah perancangan selesai maka kegiatan yang menyusul adalah pembuatan produk. Model Pahl & Beitz berdasarkan pada tahap-tahap perhitungan sebagian berikut:



**Gambar 1** Diagram alir penelitian[5]

### 2.1 Perencanaan dan Penjelasan Tugas

Pada penelitian perancangan alat uji tarik komposit ini adalah mengacu pada standarisasi ASTM D638 untuk spesimen benda uji serta menyesuaikan kerangka alat uji tarik komposit. Tujuan alat uji tarik komposit ini untuk mengetahui sifat mekanis dari suatu material komposit alami terhadap tarikan, dimana sifat mekanis meliputi batas kekuatan tarik, penambahan panjang dan pengecilan luas penampang. Gambar 1 di bawah ini adalah dimensi spesimen benda uji sesuai ASTM D638.



**Gambar 2** Dimensi spesimen benda uji ASTM D368 tipe 1[6]

**Tabel 2** Dimensi ASTM D638 tipe 1 [6]

<i>Dimension (see drawings)</i>	<b>T = 7mm (0,28 inch) or under</b>	<i>Tolerances</i>
$W_c$ = width of narrow section	13 (0,50)	$\pm 0,5 (\pm 0,02)$
$L$ = Length of narrow section	57 (2,25)	$\pm 0,5 (\pm 0,02)$
$WO$ = Width overall	19 (0,75)	+ 6,4 (+ 0,25)
$LO$ = Length overall	165 (6,5)	no max (no max)
$G$ = Gage length	50 (2,00)	$\pm 0,25 (\pm 0,010)$
$D$ = Distance between grips	115 (4,5)	$\pm 5 (\pm 0,2)$
$R$ = Radius of fillet	76 (3,00)	$\pm 1 (\pm 0,04)$

2.2 Perencanaan konsep produk

1. Identifikasi kebutuhan

Kebutuhan perancangan alat uji tarik komposit alami ini sebagai prasyarat sebelum pelaksanaan pembuatan alat uji tarik komposit alami.

**Tabel 3** kebutuhan perancangan alat uji tarik komposit

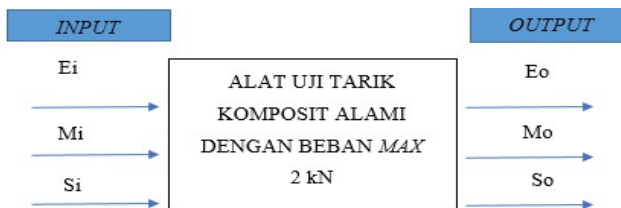
No	Pernyataan Kebutuhan	Tingkat Kepentingan
1	Beban mampu memutus spesimen benda uji material komposit alami	★ ★ ★ ★
2	Pemasangan spesimen yang mudah	★ ★ ★
3	Mudah dipindahkan	★ ★ ★
4	Perawatan dan perbaikan mudah	★ ★

2. Fungsi keseluruhan

Setelah menentukan identifikasi kebutuhan, tahap perancangan produk yang pertama yaitu, menentukan blok fungsi dan diagram fungsi yang akan digunakan dalam sistem alat uji tarik komposit alami.

a. Blok fungsi

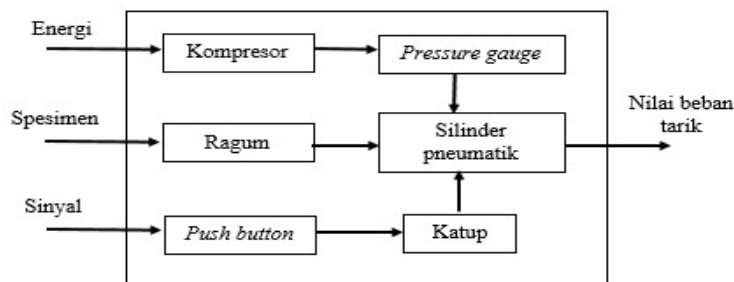
Pada suatu perancangan tentu diperlukan blok fungsi untuk mendapatkan *input* dan *output* agar proses perancangan dapat bekerja dengan benar.



**Gambar 4** Blok fungsi perancangan

b. Diagram Fungsi

Setelah mendapatkan blok fungsi diatas, selajutnya akan menjelaskan diagram fungsi pada alat uji tarik komposit alami pada gambar 3.



**Gambar 5** Diagram fungsi perancangan

Diagram fungsi alat uji tarik komposit alami ini mendapat energi dari kompresor, setelah itu kompresor memberi tekanan udara melalui *pressure gauge* untuk mengatur tekanan/ melihat







tekanan dari kompresor, setelah melewati *pressure gauge* maka udara bertekanan masuk ke katup untuk diarahkan ke silinder acting. Tombol *push button* ini untuk menarik benda uji jika udara bertekanan sudah masuk ke katup.

### 2.3 Perencanaan bentuk

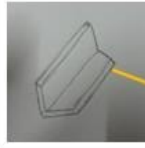
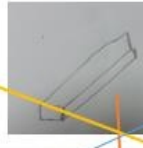



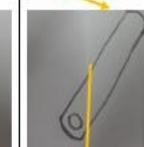
Agar perancangan sesuai dengan kebutuhan konsumen perlu adanya perancangan bentuk meliputi pembahasan seperti morfologi chart, pemilihan desain, pohon keputusan desain, keputusan desain.

#### a. Morfologi chart

**Tabel 4** Morfologi chart

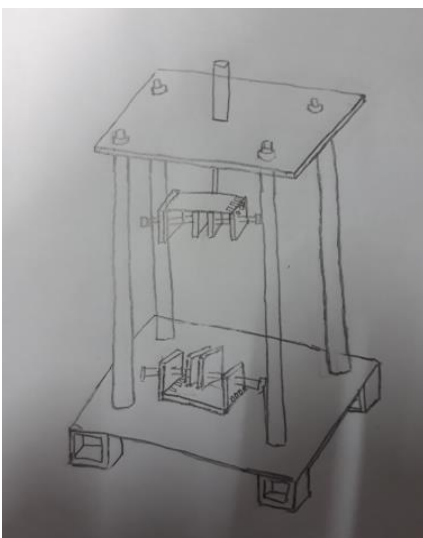
No	Sub Komponen	Solusi A	Solusi B	Solusi C
1.	Penggerak	Silinder Pneumatik 	Silinder Hidrolik 	
2.	Sumber Energi	Pompa Hidrolik 	Kompresor 	
3.	Penjepit/Ragum	Asembly Baut 	Asembly las 	

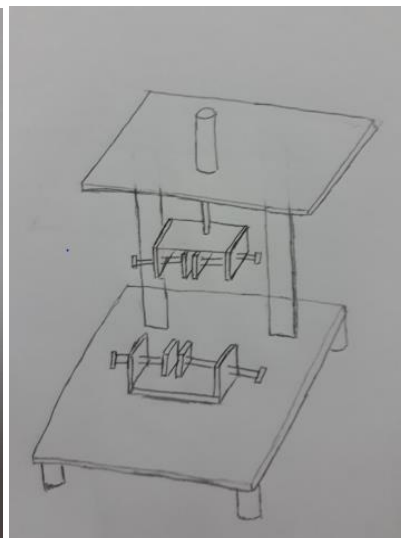
No	Sub Komponen	Solusi A	Solusi B	Solusi C
4.	Profil Kerangka	Siku 	kotak 	Silinder 
5.	Profil Kaki Kerangka	Kanal U 	Hollow kotak 	Hollow silinder 

Varian 1
Varian 3
Varian 2

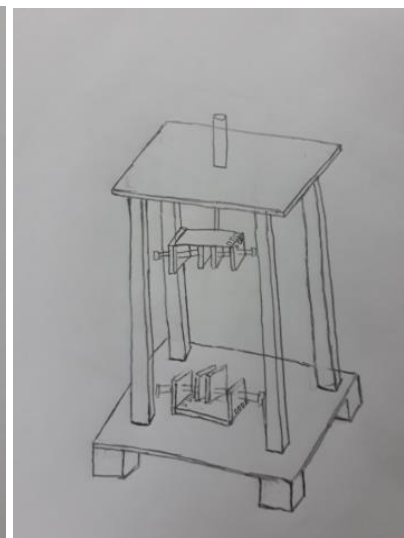
Berdasarkan tabel morfologi chart diatas didapat 3 bentuk varian alat uji tarik komposit alami.



**Gambar 6** Varian 1



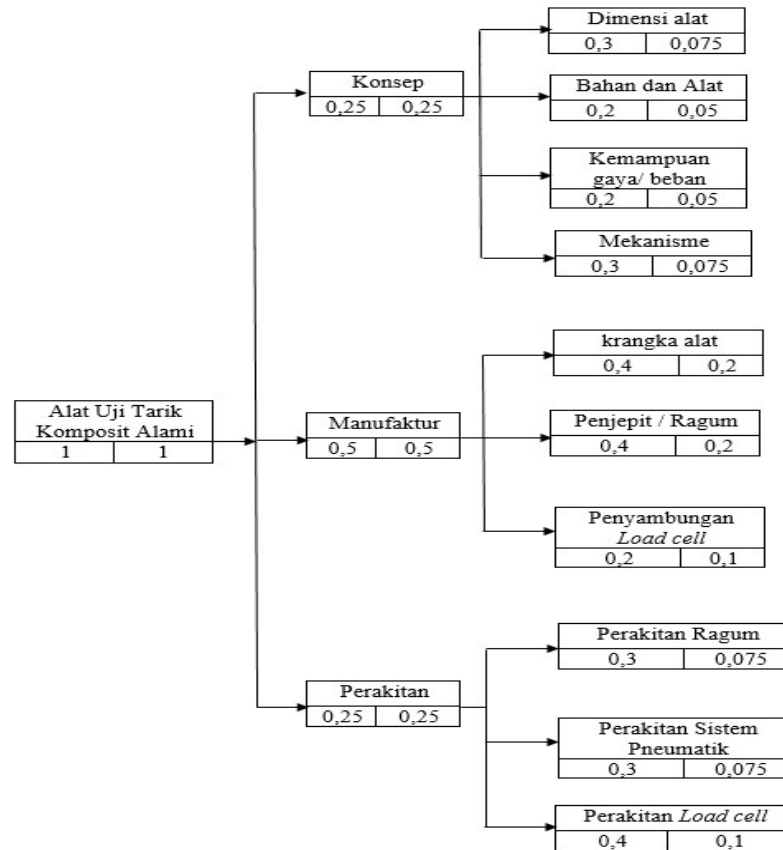
**Gambar 7** varian 2



**Gambar 8** Varian 3

#### b. Pohon keputusan

Setelah menentukan beberapa bagian varian yang didapat melalui morfologi chart, selanjutnya menentukan pohon keputusan berdasarkan point kepentingan tahapan – tahapannya.



**Gambar 9** Pohon keputusan perancangan

c. Pembobotan

Setelah menentukan pohon keputusan yang sesuai dengan pemilihan desain, maka akan dibuat pohon keputusan desain dengan memberi pembobotan nilai pada ketiga varian tersebut. Varian dengan nilai pembobotan tertinggi maka akan terpilih.

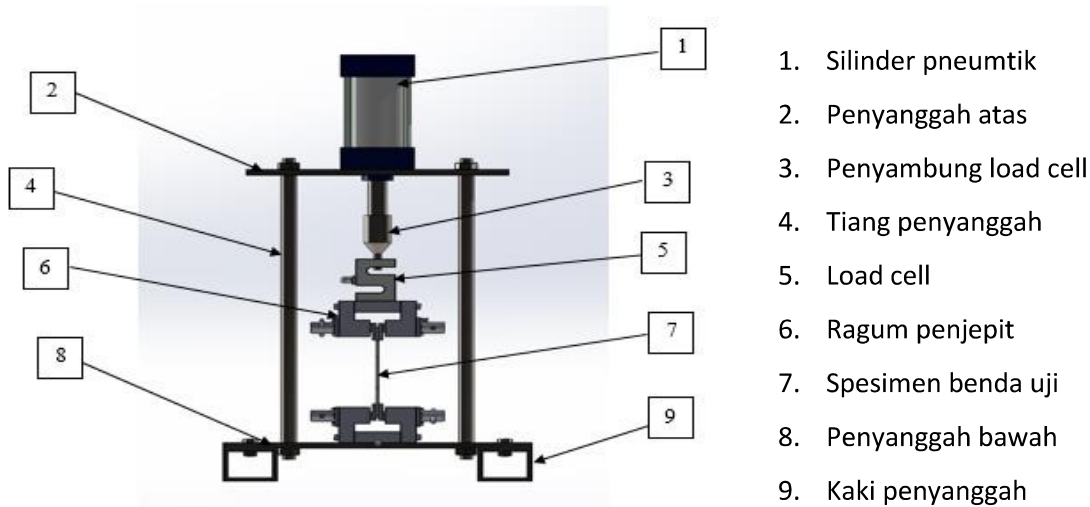
**Tabel 5** Pembobotan Perancangan

No	Kriteria	Parameter	B	Varian 1		Varian 2		Varian 3	
				P	BP	P	BP	P	BP
1	Dimensi Alat	Sederhana	0,075	4	0,3	3	0,225	3	0,225
2	Bahan dan Alat	Material	0,05	4	0,2	4	0,2	4	0,2
3	Kemampuan gaya/ beban	Gaya tarik	0,05	3	0,15	4	0,2	4	0,2
4	Mekanisme	Sesuai fungsinya	0,075	4	0,3	4	0,3	3	0,225
5	Kerangka Alat	Manufaktur	0,2	3	0,6	3	0,6	3	0,6
6	Penjepit/ ragum	Manufaktur	0,2	4	0,8	3	0,6	3	0,6
7	Penyambung <i>Load cell</i>	Manufaktur	0,1	3	0,3	3	0,3	3	0,3
8	Perakitan ragum	Perakitan	0,075	3	0,225	2	0,15	2	0,15
9	Perakitan sistem pneumatik	Perakitan	0,075	3	0,225	3	0,225	2	0,15
10	Perakitan <i>Load cell</i>	Perakitan	0,1	3	0,3	3	0,3	3	0,3
Total			1	34	3,4	32	3,1	30	2,95

2.4 Perancangan Detail

Tahapan perancangan detail ini merupakan hasil dari desain terpilih yang akan diperjelaskan satu persatu komponen pada alat uji tarik komposit alami dengan beban 2000 N. Berdasarkan dari hasil

perhitungan varian, varian 1 merupakan desain terpilih dengan nilai 0,068. Dapat dilihat pada gambar 8 desain alat uji tarik komposit alami.



**Gambar 10** Perancangan alat uji tarik komposit

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Penentuan Diameter Piston Pneumatik

Dalam menentukan diameter piston silinder pneumatik harus mengetahui gaya yang diperlukan pada material komposit, gaya tarik pada material komposit alami berkisar 400 N sampai 2000 N maka pada perancangan alat uji tarik komposit alami ini dapat diasumsikan gaya tarik maksimal 2000 N.

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

$$F = P \times A \text{ [8]}$$

$$2000 \text{ N} = 5 \times 10^5 \text{ N/m}^2 \cdot A$$

$$A = \frac{2000 \text{ N}}{5 \times 10^5 \text{ N/m}^2}$$

$$\frac{3,14 D^2}{4} = 0,004 \text{ m}^2$$

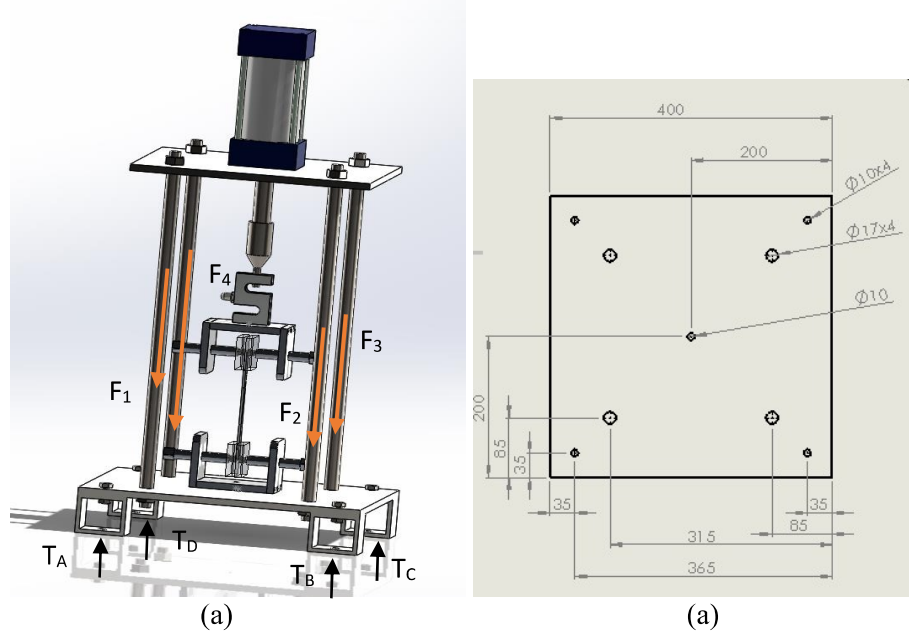
$$D = 70 \text{ mm}$$

**Tabel 6** Ukuran silinder pneumatik [7]

Bore size (mm)	Stroke range (mm)	
	Without gaiter	With gaiter
40	~ 500	20 ~ 500
50	~ 600	20 ~ 600
63	~ 600	20 ~ 600
80	~ 750	20 ~ 750
100	~ 750	20 ~ 750

Jadi yang digunakan untuk perancangan alat uji tarik komposit alami dengan ukuran diameter piston 80 mm. Dan untuk panjang stroke menyesuaikan kerangka alat dengan ukuran 100 mm.

## 2. Perhitungan Statistik Pada Rangka Tiga Dimensi



**Gambar 11** (a) Free Body Diagram Tiga Dimensi; (b) Dimensi Alat

Diketahui :

$$F = 2237 \text{ N}$$

Jadi gaya yang di dapat pada  $F_1 = F_2 = F_3 = F_4 = 560 \text{ N}$

Dengan vektor sumbu  $T_A$  didapat :

$$r_{A1} = 50 \text{ i} + 50 \text{ j} + 0 \text{ k}$$

$$r_{A2} = 280 \text{ i} + 50 \text{ j} + 0 \text{ k}$$

$$r_{A3} = 280 \text{ i} + 280 \text{ j} + 0 \text{ k}$$

$$r_{A4} = 50 \text{ i} + 280 \text{ j} + 0 \text{ k}$$

Penyelesaian :

$$\Sigma M_A = 0 \quad [9]$$

$$r_{A1} \times F_1 + r_{A2} \times F_2 + r_{A3} \times F_3 + r_{A4} \times F_4 - r_{A2} \times T_B - r_{A3} \times T_C - r_{A4} \times T_D = 0$$

$$(50 \text{ i} + 50 \text{ j} + 0 \text{ k}) \times (250 \text{ N}) + (280 \text{ i} + 50 \text{ j} + 0 \text{ k}) \times (250 \text{ N}) + (280 \text{ i} + 280 \text{ j} + 0 \text{ k}) \times (250 \text{ N}) + (50 \text{ i} + 280 \text{ j} + 0 \text{ k}) \times (250 \text{ N}) - (280 \text{ i} + 50 \text{ j} + 0 \text{ k}) \times (T_B) - (280 \text{ i} + 280 \text{ j} + 0 \text{ k}) \times (T_C) - (50 \text{ i} + 280 \text{ j} + 0 \text{ k}) \times (T_D) = 0$$

$$50T_B + 280T_C + 280T_D = 369500$$

$$280T_B + 280T_C + 50T_D = 369500$$

$$\hline -230 T_B + 230T_D = 0$$

$$T_B = T_D$$

$$T_B = 230 \text{ N}$$

$$T_D = 230 \text{ N}$$

$$50T_B + 280T_C + 280T_D = 369500$$

$$50(230) + 280T_C + 280(230) = 369500$$

$$280 T_C = 369500 - 115000$$

$$T_C = 1048 \text{ N}$$

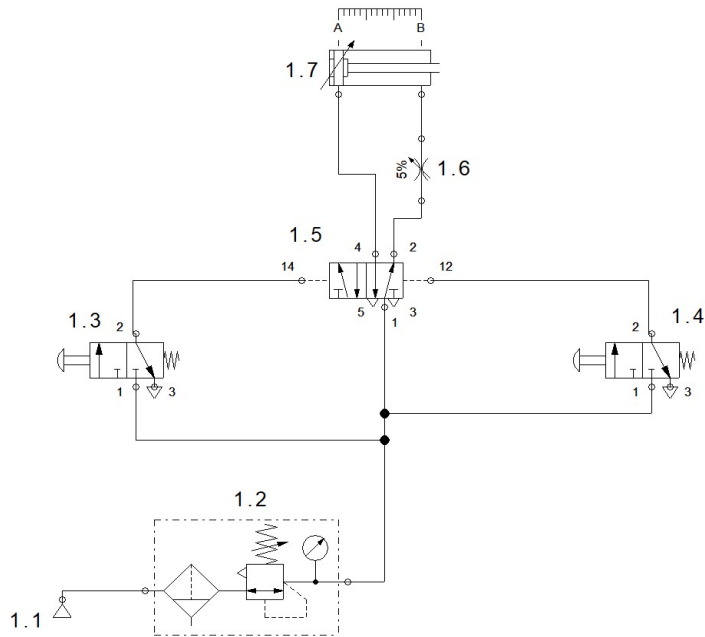
$$\Sigma F_z = 0$$

$$- F_1 - F_2 - F_3 - F_4 + T_A + T_B + T_C + T_D = 0$$

$$T_A = 732 \text{ N}$$

### 3. Rangkaian Pneumatik Alat Uji Tarik Komposit

Rancangan rangkaian pneumatik alat uji tarik komposit yaitu untuk mengetahui arah alur udara ke tiap-tiap komponen.



Keterangan :

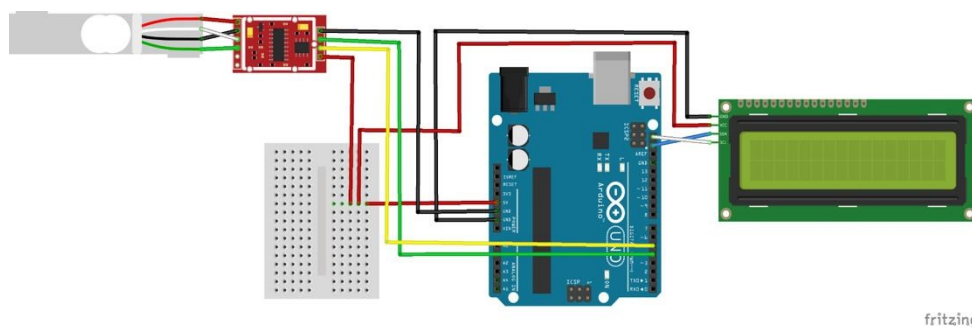
- 1.1 *Compressed air supplay*
- 1.2 *Air service unit*
- 1.3 *3/n way valve*
- 1.4 *3/n way valve*
- 1.5 *5/2 way impulse valve*
- 1.6 *Throttle valve*
- 1.7 *Double acting cylinder*

**Gambar 12** Rangkaian pneumatik

Fluida udara keluar dari kompresor kemudian masuk melalui *air supply* kemudian udara menuju katup 1.3, katup 1.4, dan katup 1.5. jika katup 1.3 ditekan oleh *push button* maka pada katup 1.3 jalur 1 akan mengalirkan udara ke jalur 2 sehingga udara mengalir kekatup 1.5, dimana pada katup 1.5 jalur 1 membuka udara dan mengalirkan ke jalur 4 sehingga udara mengalir ke *double acting cylinder* ke titik A dan mendorong piston ke titik B. Jika katup 1.4 ditekan oleh *push button* maka pada katup 1.4 jalur 1 akan mengalirkan udara kejalur 2 sehingga udara mengalir kekatup 1.3, dimana pada katup 1.5 jalur 1 membuka udara dan mengalirkan ke jalur 2 sehingga udara mengalir ke *double acting cylinder* ke titik B dan mendorong piston ke titik A.

### 4. Rangkaian sensor load cell

Pada rangkaian ini terdapat beberapa komponen untuk membaca beban tarik pada material komposit. Komponen rangkaian sensor *load cell* terdiri dari *load cell*, HX711, LCD 16x2, dan arduino uno.



**Gambar 13** Rangkaian arduino ke *load cell* melalui HX711

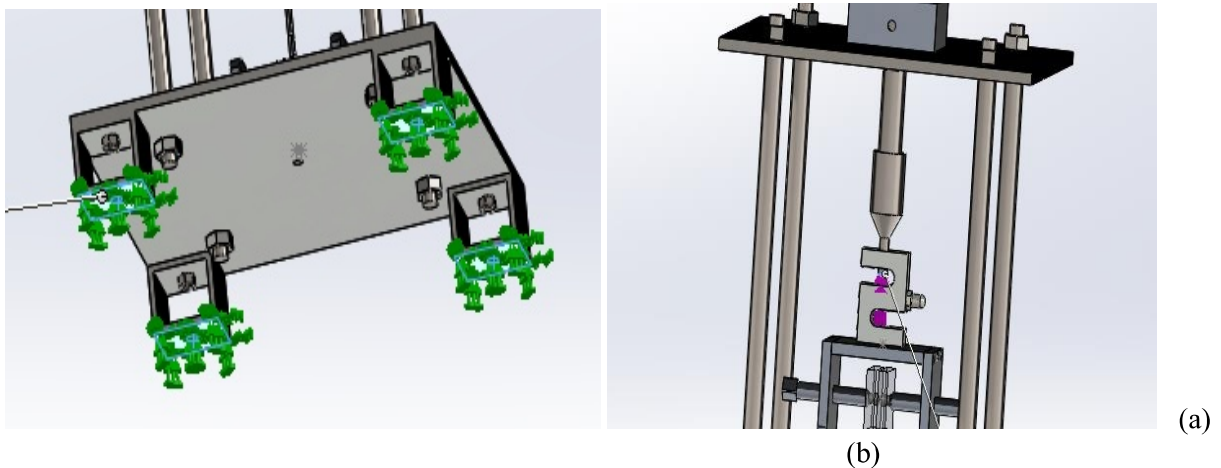
Untuk mengaktifkan sensor *load cell* diperlukan software arduino uno untuk *upload* kode program agar sensor *load cell* dapat terbaca pengukuran pada saat penarikan.



5. Analisis Statik kerangka Alat Uji Tarik Komposit

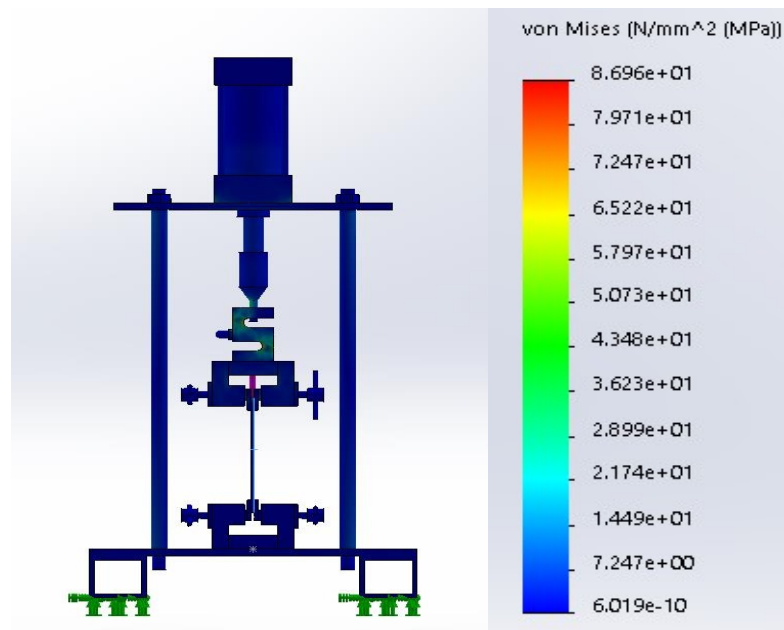
Pada analisis statik ini menggunakan *software solidworks* 2019, analisis ini dilakukan untuk mengetahui nilai *von missis stress* pada kerangka, Untuk dapat dianalisis pada *software solidworks* harus diberi *Force* dan *Fixed Geometry* agar dapat dianalisis pada *software solidworks*. Dibawah ini adalah tahapan analisis pada *software solidworks* :

1. Yang dilakukan pada tahap awal yaitu memberi *Fixed Geometry* pada kaki penyanggah bagian bawah agar alat uji tarik komposit alami tersebut dapat diam saat diberi *Force*. Setelah memberi *Fix Geometry* lalu diberikan *Force* pada sistem pneumatik agar alat uji tarik komposit dapat dianalisis statik pada *software solidworks*. *Force* yang diberikan adalah 2000 N.



**Gambar 14** (a) Pemberian *Fix Geometry* (b) pemberian *Force*

2. Setelah diberikan *Fix Geometry* dan *Force* pada alat uji tarik setelah itu lakukan analisis pada *software*, maka akan mendapatkan nilai *von missis stress*.



**Gambar 15** Hasil analisis kerangka alat uji tarik komposit

Didapatkan dari hasil analisis statik bahwa nilai *von missis stress* minimal sebesar 6,019e-10 N/mm<sup>2</sup> dan nilai *von missis stress* maksimal sebesar 8,696e+01 N/mm<sup>2</sup>. Dilihat dari gambar 13 *von missis stress* pada kerangka alat uji tarik komposit alami ini berwarna biru maka dapat disimpulkan material yang digunakan aman pada *force* 2000 N ketika pneumatik menarik komposit alami.

## 5. KESIMPULAN

Dari proses perancangan alat uji tarik dengan beban 2000 N untuk pengujian material komposit alami maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada penelitian ini telah dihasilkan perancangan alat uji tarik dengan beban 2000 N untuk pengujian material komposit, perancangan tersebut merupakan varian terpilih dari 3 varian dengan masing-masing nilai yaitu varian 1 mendapatkan nilai sebesar 3,4, varian 2 dengan nilai sebesar 3,1 dan varian 3 dengan nilai sebesar 2,95, maka varian 1 akan dipilih menjadi konsep terpilih.
2. Dari hasil perhitungan silinder pneumatik didapat diameter piston silinder yaitu 70 mm akan tetapi untuk diameter 70 mm tidak ada dipasaran maka diameter yang tersedia dipasaran dan dapat digunakan pada sistem yaitu diameter 80 mm dengan panjang *stroke* 100 mm.
3. Untuk mengetahui beban tarik pada spesimen benda uji jika terjadi putus yaitu menggunakan sensor load cell.
4. Dari material yang digunakan untuk melakukan analisis statik, dengan dilakukan pemberian gaya tarik pada pneumatik sebesar 2000 N maka didapat nilai *von misses stress* minimal sebesar  $6,019e-10$  N/mm<sup>2</sup> dan nilai *von misses stress* maksimal sebesar  $8,696e+01$  N/mm<sup>2</sup>. Sehingga kerangka alat uji tarik aman untuk digunakan.

## DAFTAR PUSTAKA

1. S. A. P. Amithya Apsari, “Pra Rancangan Pabrik Wood Plastic Composite Papan Deck Dengan Kapasitas 25.260 Lembar/Tahun,” Yogyakarta, 2018.
2. H. Fahmi and H. Hermansyah, “Pengaruh Orientasi Serat Pada Komposit Resin Polyester/ Serat Daun Nenas Terhadap Kekuatan Tarik,” *J. Tek. Mesin*, vol. 1, no. 1, pp. 46–52, 2011.
3. P. Lokantara and P. Gede, “Analisis arah dan perlakuan serat tapis serta rasio epoxy hardener terhadap sifat fisis dan mekanis komposit tapis / epoxy,” *J. Ilm. Tek. Mesin CAKRAM*, vol. 1, no. 1, pp. 15–21, 2007.
4. R. P. Denti Robert Salindeho , Jan Soukota, “Pemodelan Pengujian Tarik Untuk Menganalisa Sifat Mekanik Material,” vol. 3, no. 1, pp. 1–11, 2013.
5. G. . Pahl, W. . Beitz, J. Feldhusen, and K. H. . Grote, *Engineering design. [electronic book]: a systematic approach: University of Liverpool Library*, Third edit. Germany: Springer.
6. ASTM (D638-02a), “American Society for Testing and Materials. Standard test method for tensile properties of plastics (D 638 - 02a) - SCAN VERSION,” in *Astm*, vol. 08, 2003, pp. 46–58.
7. Anon, *The Pneumatics Catalog*, no. North America Edition. North America Edition: SMC, 2015.
8. Muhammad Subhan, Ari Satmoko, “Penentuan dimensi dan Spesifikasi Silinder Pneumatik untuk Penggerakan Tote Iradiator Gamma Multiguna Batan”, *J. Perangkat Nuklir*, Vol. 10, No. 02, pp. 50-59, 2016
9. J.L Meriam, L.G. Kraige, J.N. Bolton, *Engineering Mechanics Volume 1 Statics*, Texas, Wiley, 2013