



## Pengembangan alat uji tarik dengan beban maksimal 2 kN

*The development of tensile testing machines with a maximum load of 2 kN*

**D.L Zariatin\*, R.M. Kurniawan, N. Ikhsan.**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jl. Raya Lenteng Agung, Serengseng Sawah, Jagakarsa, Jakarta Selatan 12640, Indonesia.

Telp. 085697805676

\*E-mail: [dedeliazariatin@univpancasila.ac.id](mailto:dedeliazariatin@univpancasila.ac.id)

---

### ARTICLE INFO

### ABSTRACT

---

#### Article History:

Received 11 September 2020

Accepted 2 September 2021

Available online 1 October 2021

---

#### Keywords:

Tensile test equipment

Pneumatic

Load Cell



To find out the characteristics of a material, various tests are needed. One of them is the tensile test. Various brands of tensile testing machines for natural fibers and composite materials applications are available on the market. However, it becomes a challenge to design and manufacture a prototype tensile test machine by utilizing existing components. The Pahl & Beitz design method was used in the design process. The third variant among the three generated variants was chosen and manufactured. The performance test was carried out on a specimen according to ASTM D 638 type 1. It is found that the tensile load was 698 N, and the tensile strength was 16.6 MPa. As a comparison, similar specimens were tested by using UTM tension RTF-2410. The average tensile strength was 17.4 MPa. It can be concluded that the tensile test machine worked adequately with a deviation of 0.8 MPa. This deviation can occur due to differences in specimens.

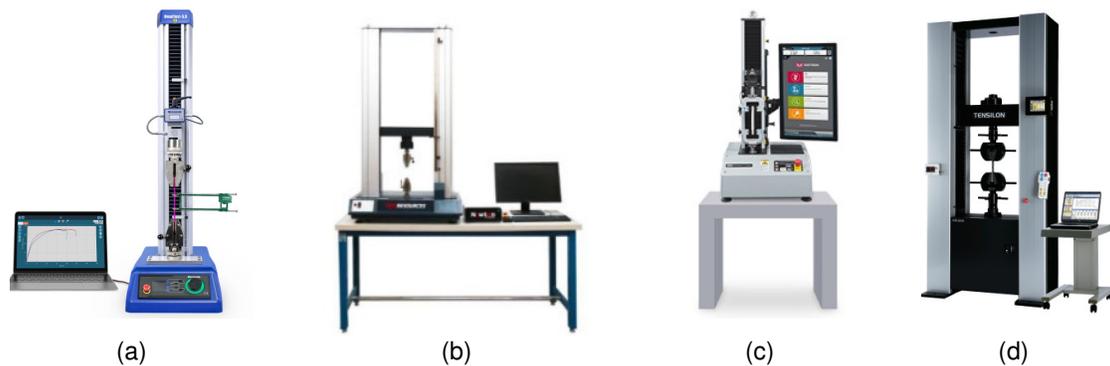
---

*Dinamika Teknik Mesin : Vol. 11, No. 2, October 2021, p. ISSN: 2088-088X, e. ISSN: 2502-1729*

### 1. PENDAHULUAN

Industri teknologi material berkembang dengan pesat, ketergantungan penggunaan material logam dalam memproduksi suatu produk mulai berkurang. Bahan baku yang semakin terbatas, harga yang semakin tinggi, dan juga proses manufaktur yang rumit banyak membuat pelaku industri beralih ke material non-logam. Banyak material non-logam yang telah diteliti dan dikembangkan diantaranya keramik, plastik, polimer, serta komposit (Muslim dkk., 2013). Komposit adalah campuran dari dua material atau lebih yang mempunyai fase yang berbeda menjadi suatu material baru yang memiliki propertis lebih baik dari keduanya (Rahman dkk., 2016).

Untuk mengetahui karakteristik suatu material, terdapat berbagai jenis pengujian yang harus dilakukan, salah satunya adalah uji tarik. Beberapa parameter dapat diukur pada pengujian ini, diantaranya adalah kekuatan tarik (*Ultimate Tensile Strength*), kekuatan mulur (*Yield Strength or Yield Point*), elongasi (*Elongation*), elastisitas (*Elasticity*) dan pengurangan luas penampang (*Reduction of Area*). Beberapa material komposit dengan penguat bahan alami telah dilakukan, diantaranya adalah serat bambu (Refiadi dkk., 2018) (Budiman dkk., 2016) (Ndale, 2013), serat sabut kelapa (Zulkifli dkk., 2018), serat sisal (Surata dkk., 2016), serat ijuk (Mahmuda dkk., 2013), serat kelapa (Maryanti dkk., 2011). Untuk itu dibutuhkan alat uji tarik serat fiber dengan beban dan dimensi yang kecil, serta harga yang lebih ekonomis untuk pengujian material komposit (Dabet dkk., 2018). Mesin uji tarik dengan beban yang lebih rendah untuk menguji material komposit telah terdapat di pasaran. Salah satunya adalah *Single-Column Omni Test* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1(a). Mesin ini memiliki pilihan beban terendah sebesar 5 kN. Mesin uji lainnya adalah 310 *Electromechanical Universal Test Machine* (UTM) yang terdapat pada Gambar 1(b) dengan kapasitas beban minimum 5 kN. Gambar 1(c) adalah Instron's 3400 *Series* dengan kapasitas beban terendah mulai 0,5 kN hingga 5 kN. Sedangkan Gambar 1(d) memperlihatkan UTM RTF-2410 dengan kapasitas maksimal 100 kN.



Gambar 1. Mesin uji tension komersial (a) Omni Test, (b) 310-Electromechanical UTM, (c) Instron's 3400 Series, dan (d) UTM RTF-2410

Walaupun alat uji tarik telah tersedia di pasaran, namun menjadi suatu tantangan tersendiri untuk menghasilkan prototipe alat uji tarik dengan harga yang lebih ekonomis dengan memanfaatkan komponen dan peralatan yang tersedia di dalam negeri. Maka pada penelitian ini telah dirancang dan dimanufaktur sebuah prototipe alat uji tarik dengan beban maksimal 2 kN. Untuk mengetahui kinerja alat ini, dilakukan pengujian spesimen komposit alami, yang hasilnya dibandingkan dengan nilai dari pengujian pada mesin uji tarik komersil.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian terdiri dari tiga tahapan, yaitu tahap perancangan, manufaktur, dan pengujian kinerja. Pada tahap perancangan, metode pendekatan sistematis Pahl & Beitz digunakan untuk menentukan desain terbaik. Tahapan metode Pahl & Beitz meliputi perencanaan dan penjelasan tugas, perencanaan konsep produk perencanaan bentuk, serta perencanaan detail. *Bench marking* dilakukan untuk mendapatkan spesifikasi dan perbandingan produk yang ada di pasaran. Pemilihan variasi desain dilakukan untuk mendapatkan desain terbaik.

Desain terbaik tersebut direalisasikan melalui proses manufaktur, yang kegiatannya meliputi persiapan alat dan bahan, pembuatan perkomponen, merakit komponen, dan *finishing*. Tahap berikutnya adalah pengujian kinerja yang dilakukan dengan menguji spesimen matrik komposit berpenguat bambu.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Proses Perancangan

#### 3.1.1 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.

3.1.2 Perencanaan konsep produk

a. Identifikasi kebutuhan

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

Tabel 1. kebutuhan perancangan alat uji Tarik komposit alami

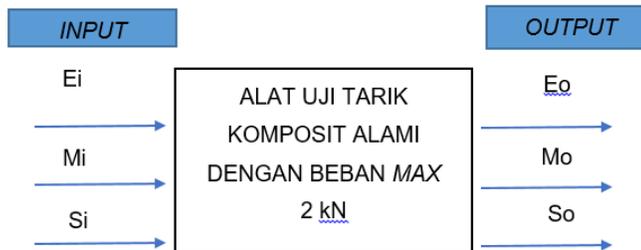
No.	Pernyataan kebutuhan	Tingkat kepentingan
1	Beban mampu memutuskan spesimen benda uji komposit alami	★★★★
2	Pemasangan spesimen yang mudah	★★★
3	Mudah dipindahkan	★★★
4	Perawatan dan perbaikan mudah	★★

b. 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.

c. Blok fungsi

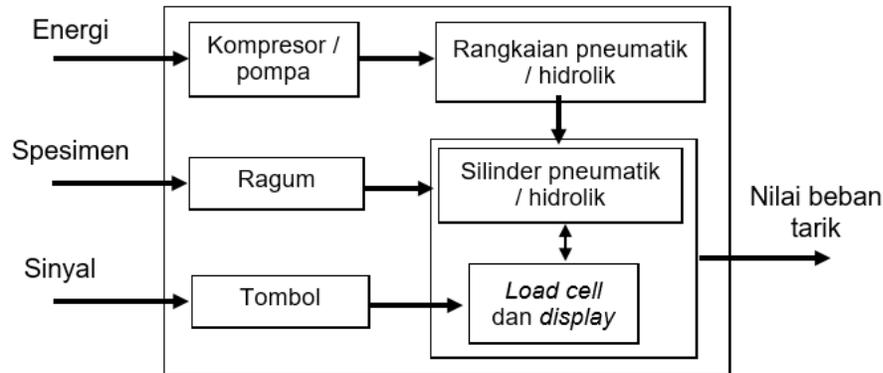
Pada suatu perancangan tentu diperlukan blok fungsi untuk mendapatkan *input* dan *output* agar proses perancangan dapat bekerja dengan benar. Gambar 2 menunjukkan blok diagram fungsi perancangan alat uji tarik material komposit.



Gambar 2. Blok fungsi perancangan

d. Diagram fungsi

Dari blok fungsi perancangan pada Gambar 2, disusunlah diagram fungsi perancangan seperti ditunjukkan pada Gambar 3 berikut ini. Alat uji tarik komposit alami ini mendapat energi dari kompresor/pompa, setelah itu kompresor/pompa memberi tekanan udara melalui rangkaian pneumatik/hidrolik untuk mengatur tekanan atau melihat tekanan dari kompresor, setelah melewati rangkaian pneumatik/hidrolik maka udara bertekanan masuk ke katup untuk diarahkan ke silinder pneumatic/hidrolik. Tombol *push button* ini untuk menarik benda uji jika udara bertekanan sudah masuk ke katup.



Gambar 3. Diagram fungsi perancangan

### 3.1.3 Perencanaan bentuk

Agar perancangan dapat sesuai dengan kebutuhan dan merupakan desain terbaik, disusunlah tiga varian yang merupakan susunan variasi subkomponen. Variasi tersebut disusun dalam suatu morfologi *chart* seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

#### a. Morfologi *chart*

Berdasarkan Tabel 2 tersebut di atas, maka ditentukan tiga variasi desain seperti terdapat pada Gambar 4 berikut ini. Varian 1 didesain dengan 4 (empat penyangga) dan menggunakan penggerak pneumatik dengan ragum penjepit yang memiliki mekanisme *assembly* menggunakan baut. varian 2 memiliki penggerak dan sumber energi yang sama dengan varian 1, namun konstruksi tiang penyangga hanya terdiri dari 2 (dua tiang). Selain itu, ragum dirakit menggunakan proses pengelasan. Varian 3 memiliki 4 (empat) tiang penyangga dengan menggunakan penggerak hidrolis dengan sumber energi dari pompa hidrolis.

#### b. Pohon keputusan

Setelah bagian varian ditentukan melalui morfologi *chart*, selanjutnya adalah menentukan bobot pohon keputusan berdasarkan poin kepentingan tahapan-tahapannya. Gambar 5 menunjukkan pohon keputusan dari alat uji tarik yang dikembangkan.

#### c. Keputusan desain

Untuk mendapatkan desain terbaik, keputusan desain ditentukan berdasarkan bobot pada pohon keputusan untuk masing-masing varian. Tabel 3 mencantumkan nilai pembobotan untuk ketiga varian. Varian dengan nilai pembobotan tertinggi maka akan terpilih. Dari Tabel 3 dapat dihitung untuk nilai  $WR_j$  (*weighted rating of varian j*) keseluruhan konsep varian 1 adalah sebesar 0,068, varian 2 sebesar 0,062 dan varian tiga sebesar 0,059. Sehingga varian terpilih adalah varian 1.

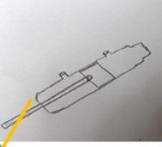
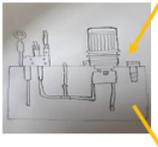
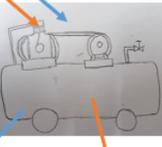
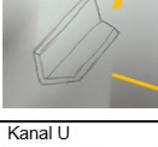
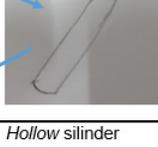
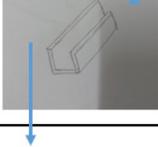
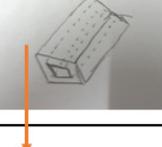
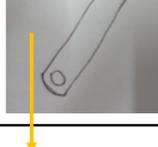
### 3.1.4 Perencanaan detail

Tahapan perancangan detail ini merupakan hasil dari desain terpilih yang akan diperjelaskan satu persatu komponen pada alat uji tarik komposit alami dengan beban 2 kN. Berdasarkan dari hasil perhitungan varian, varian 1 merupakan desain terpilih dengan nilai 0,068. Perencanaan detail dari alat uji tarik komposit adalah seperti pada Gambar 6.

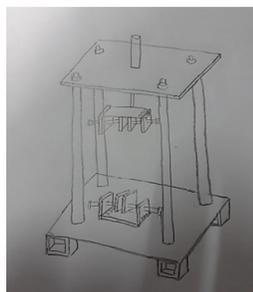
## 3.2 Proses Manufaktur

Dari hasil perancangan, selanjutnya ke proses manufaktur atau proses pembuatan bahan baku menjadi suatu produk. Desain rancangan konstruksi alat uji tarik dengan beban maksimal 2 kN ini dapat di lihat pada Gambar 6. Komponen alat uji tarik yang terdiri dari : peyanggah bawah rangka, peyanggah atas rangka, tiang penyanggah rangka, peyanggah *load cell*, dan ragum. Tahapan manufaktur yang dibuat mengikuti tahapan dari SOP (*Standard Operation Procedure*) yang mengacu pada OPC (*Operation Process Chart*) seperti pada Gambar 7. Gambar 8 mengilustrasikan alur proses yang dilakukan untuk mengaktualisasikan desain yang dikembangkan.

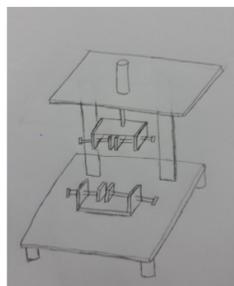
Tabel 2. Morfologi chart

No.	Sub Komponen	Solusi A	Solusi B	Solusi C
1.	Penggerak	Silinder Pneumatik 	Silinder Hidrolik 	
2.	Sumber Energi	Pompa Hidrolik 	Kompresor 	
3.	Penjepit/Ragum	Assembly Baut 	Assembly las 	
4.	Profil Kerangka	Siku 	kotak 	Silinder 
5.	Profil Kaki Kerangka	Kanal U 	Hollow kotak 	Hollow silinder 

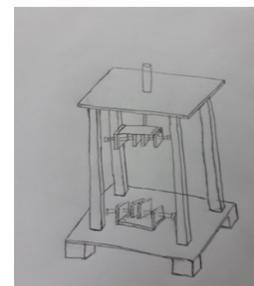
↓
↓
↓  
 Varian 1                      Varian 2                      Varian 3



(a) Varian 1

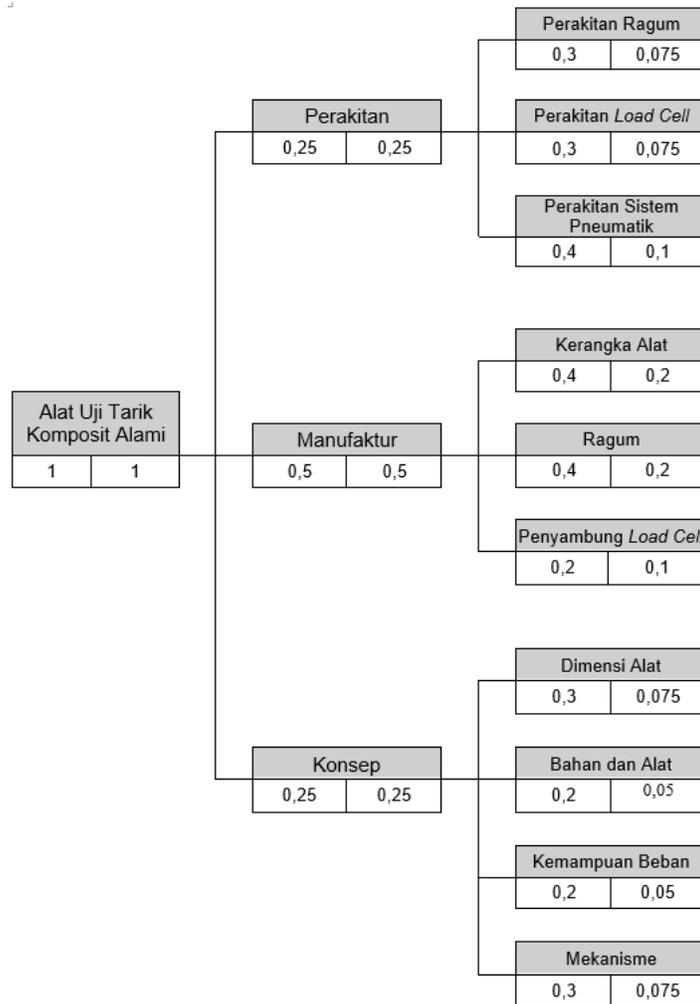


(b) varian 2



(c) varian 3

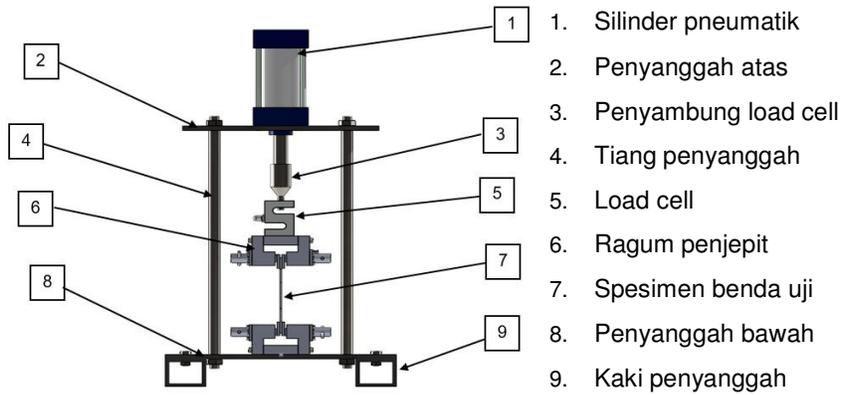
Gambar 4. Varian yang dikembangkan



Gambar 5. Pohon keputusan perancangan

Tabel 3. Pembobotan perancangan

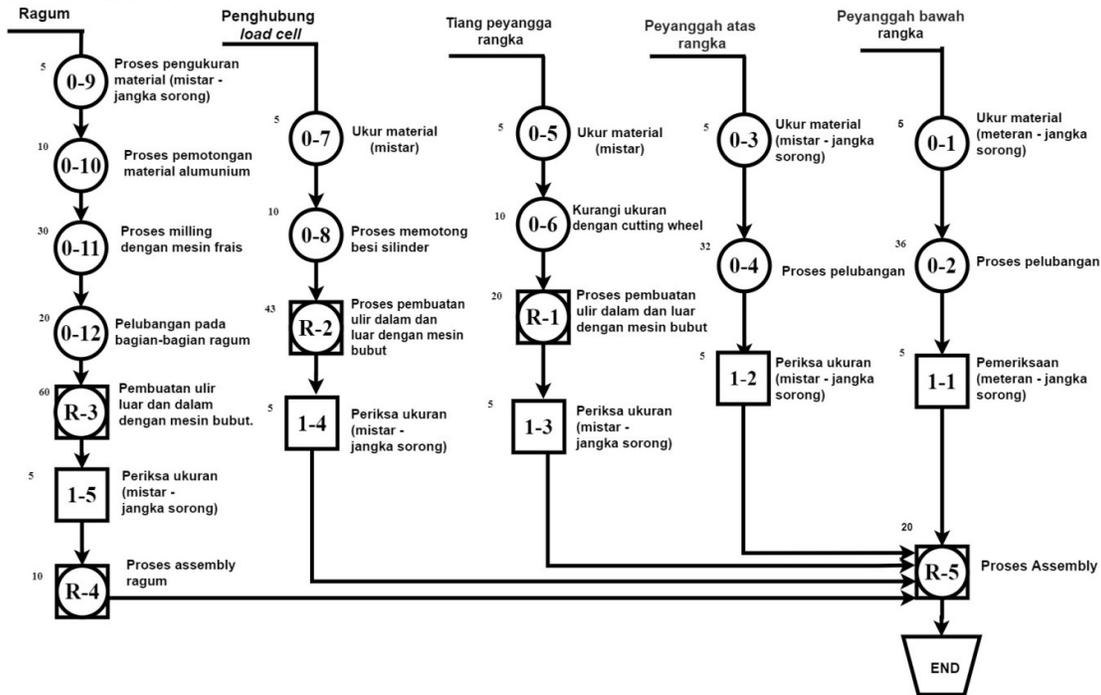
Kriteria	Parameter	B	Varian 1		Varian 2		Varian 3	
			P	BP	P	BP	P	BP
Dimensi alat	Sederhana	0,075	4	0,3	3	0,225	3	0,225
Bahan dan alat	Material	0,05	4	0,2	4	0,2	4	0,2
Kemampuan gaya	Gaya tarik	0,05	3	0,15	4	0,2	4	0,2
Mekanisme	Sesuai fungsinya	0,075	4	0,3	4	0,3	3	0,225
Kerangka Alat	Manufaktur	0,2	3	0,6	3	0,6	3	0,6
Penjepit atau ragum	Manufaktur	0,2	4	0,8	3	0,6	3	0,6
Penyambung load cell	Manufaktur	0,1	3	0,3	3	0,3	3	0,3
Perakitan ragum	Perakitan	0,075	3	0,225	2	0,15	2	0,15
Perakitan sistem pneumatik	Perakitan	0,075	3	0,225	3	0,225	2	0,15
Perakitan load cell	Perakitan	0,1	3	0,3	3	0,3	3	0,3



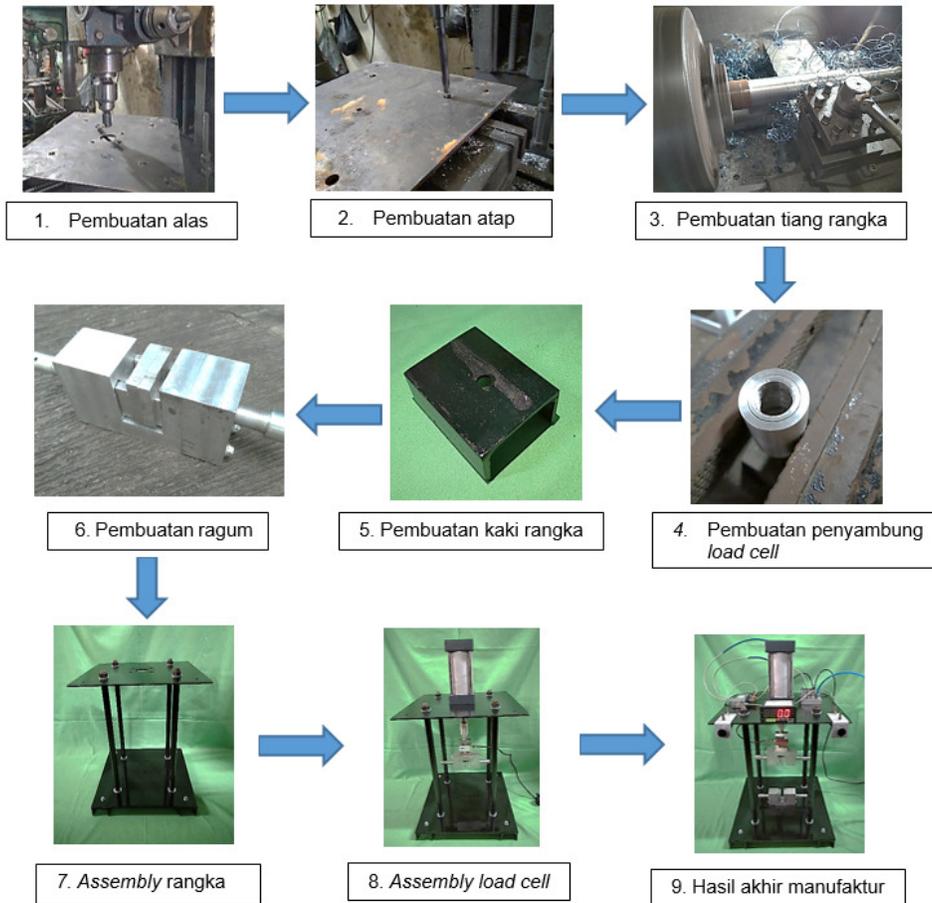
Gambar 6. Perancangan alat uji tarik komposit

### 3.3 Sistem Pengukuran Beban

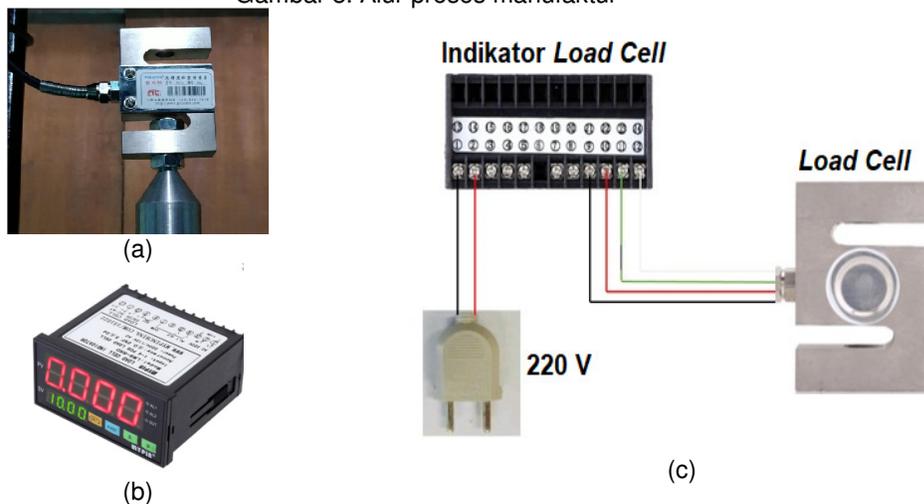
Sebuah *load cell* tipe S Pushton PSD-S1 dengan kapasitas beban maksimum 200 kg (komponen nomor 5 pada Gambar 6) digunakan untuk mengukur beban yang terjadi pada proses penarikan. Untuk dapat membaca besaran gaya yang terjadi, *load cell* dihubungkan ke indikator Mypin LM8-RRD dengan akurasi  $0,2\% \text{ F.S} \pm 2 \text{ digit}$  dan *sampling time*  $\leq 16 \text{ kali / detik}$ . Mypin LM8-RRD dihubungkan ke sumber tegangan 220V dan *load cell* dengan rangkaian seperti diperlihatkan pada Gambar 9.



Gambar 7. Operation Process Chart (OPC)



Gambar 8. Alur proses manufaktur

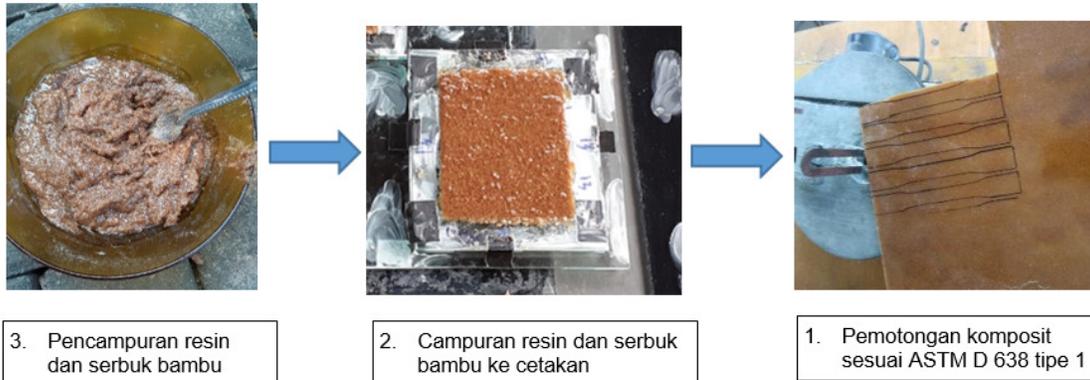


Gambar 9. (a) Pushon S-type *load cell*, (b) indikator *load cell*, dan (c) koneksi *load cell* dan indikator pembacaan hasilnya

### 3.4 Pengujian Kinerja Alat Uji Tarik

Untuk menganalisis kinerja alat uji tarik yang dikembangkan, dilakukan pengujian pada material matrik komposit dengan penguat bambu. Prosedur pengujian adalah sebagai:

1. Membuat spesimen seperti ditunjukkan pada Gambar 10, dengan cara mencampurkan katalis dan resin kemudian aduk, setelah rata, serbuk bambu dicampurkan kemudian aduk kembali hingga rata. Campuran resin dan serbuk bambu dituangkan ke dalam cetakan dan diratakan. Setelah itu, diletakkan di tempat sejuk dan diamlkan hingga 7 hari agar kering. Setelah kering, material komposit dilepaskan dari cetakan kemudian dipotong sesuai standar ASTM D 638 tipe 1 menggunakan mesin potong.



Gambar 10. Proses pembuatan komposit

2. Mengukur spesimen ASTM D 638 tipe 1 sebelum pengujian dengan menggunakan jangka sorong. Dimensi terukur dari spesimen adalah 162 ×14×3 mm. Temperatur ruangan saat pengujian 30° dengan kelembaban 60%.
3. Menempatkan spesimen dalam *grip* ragum alat uji, luruskan sumbu panjang spesimen dengan *grip* ragum yang satunya. Kencangkan *grip* ragum secara merata dan kuat untuk mencegah terjadinya selip pada saat pengujian.
4. Menyalakan indikator *load cell*, setelah itu mengatur agar beban yang ditampilkan pada layar indikator *load cell* menjadi 0 dan menyalakan kompresor ke tekanan 4 bar. Tombol *push bottom* ditekan agar silinder pnematik bergerak naik menarik spesimen.
5. Merekam layar indikator saat proses pengujian untuk mengetahui beban tertinggi atau beban saat terjadinya spesimen terputus. Proses penarikan hingga berakhir putus berlangsung selama 5 detik.
6. Spesimen yang telah putus kembali diukur seperti pada poin 2. Hasil pengukuran didapatkan tebal 3 mm dan lebar 14 mm. Pembebanan yang terjadi pada saat spesimen pada indikator *load cell* menampilkan gaya tarik yang terjadi adalah sebesar 697 N. Dari gaya ini, dapat dihitung tegangan tarik (*stress*) berdasarkan rumus  $\sigma=F/A$ . Dengan lebar dan tebal spesimen 14 mm dan 3 mm akan didapatkan  $A = 42 \text{ mm}^2$ . Sehingga akan didapatkan nilai tegangan tarik sebesar 16,60 MPa.



Gambar 10. Hasil pengujian tarik

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan pengujian uji tarik spesimen dengan standar ASTM D 638 tipe 1 menggunakan mesin UTM tensilon RTF-2410 di pusat penelitian Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Tangerang. Hasil pengujian didapatkan tegangan tarik dengan rata-rata sebesar 17,40 MPa (Andriant dkk., 2019). Bila dibandingkan dengan hasil pengukuran dengan alat uji yang dikembangkan, terdapat deviasi sebesar 0,8 MPa atau sekitar 4,5%. Hal ini mungkin terjadi karena spesimen uji material komposit dapat tidak seragam dengan yang diujikan sebelumnya. Secara umum, dapat disimpulkan bahwa alat uji yang dikembangkan telah berfungsi dengan baik dan hasilnya mendekati hasil pengujian mesin uji tarik komersil.

#### 4. KESIMPULAN

Dari data dan hasil perancangan dan analisis pengujian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a) Pada penelitian ini telah dihasilkan sebuah desain alat uji tarik dengan beban 2 kN untuk pengujian serat alami dan material komposit, perancangan tersebut merupakan varian terpilih dari 3 varian dengan masing-masing nilai WRj yaitu varian 1 mendapatkan nilai sebesar 0,068, varian 2 dengan nilai sebesar 0,062 dan varian 3 dengan nilai sebesar 0,059, maka varian 1 akan dipilih menjadi konsep terpilih.
- b) Proses manufaktur terdiri dari pembuatan kerangka peyanggah atas dan bawah, tiang peyanggah, kaki kerangka, batang penghubung, dan ragum. Bagian-bagian itu melewati proses pemesinan antara lain pemotongan, pengeboran, *milling*, dan pembuatan ulir. Perakitan komponen (*assembly*) dilakukan menggunakan mur dan baut.
- c) Pengujian kinerja alat uji tarik material komposit alami dengan cara menguji spesimen ASTM D 638 tipe 1 dengan material komposit berpenguat bambu. Pengujian kinerja alat uji tarik pada sebuah material komposit alami didapatkan analisis tegangan (*maximum stress*) yang terjadi adalah sebesar 16,60 MPa.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih kepada Prof. Ralf Förster dari *Beuth University of Applied Sciences*, Berlin, Jerman, atas sumbangan beberapa komponen yang digunakan pada prototipe mesin uji tarik ini.

#### DAFTAR NOTASI

- $\sigma$  : Tegangan tarik (*stress*) (N/mm<sup>2</sup>) (MPa)  
F : Beban tarik (N)  
A : Luas penampang (mm<sup>2</sup>)

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adriant Z., Zariatini D.L., 2019, The Effect of Mesh Size on Mechanical and Thermal Properties of Bamboo Composites, *Jurnal Energy, Mech. Mater. Manufaktur Engginering*, 10(20), 1-13.
- Budiman A., Sugiman, 2016, Karakteristik Sifat Mekanik Komposit Serat Bambu Resin Polyester Tak Jenuh dengan Filler Partikel Sekam, *Jurnal Dinamika Teknik Mesin*, 6(1), 76-82.
- Dabet A., Safrwardi F., Jannifar A., 2018, Rancang Bangun Alat Uji Tarik Serat Aalami untuk Mendukung Industri Nasional, *Jurnal Teknik Mesin*, 16(1), 13-22.
- Förster R., Loth A., Dahmir D., Zariatini D.L., 2018, First Investigations Of Renewable Raw Materials For Engineering Applications, *Prosiding 2018 World Conference on Timber Engineering – WCTE 2018*, Seoul, Republik Korea.
- Higashi I., Ku T., 2014, Tensilon Universal Material Testing Machine RTF Series, *A&D's advanced Univers. Test. mechine*, 1(8), 2-14.
- Kurniawan R.M., 2019, Perancangan Alat Uji Tarik dengan Beban 2000 N untuk Pengujian Material Komposit Alami, *Jurnal Seminar Nasional Rekayasa Teknologi*, 1(55), 1-10.
- Maryanti B., As'ad sonief A., Wahyudi S., 2011, Pengaruh Alkalisasi Serat Kelapa-Poliester Terhadap Kekuatan Tarik, *Jurnal Rekayasa Mesin*, 2(2), 123-128.
- Mahmuda E., Savetlana S., Sugiyanto, 2013, Pengaruh Pnjang Serat Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Berpenguat Serat Ijuk Dengan Matrik Epoxy, *Jurnal FEMA*, 1(3), 79-84.
- Muslim J., Sari N.H., Sulistyowati E.D., 2013, Analisis Sifat Kekuatan Tarik Dan Kekuatan Bending Komposit Hibryd Serat Lidah Mertua Dan Karung Goni Dengan Filler Abu Sekam Padi 5% Bermatrik Epoxy, *Jurnal Teknik Mesin*, 3(1), 26-33.
- Kurniawan Nasution F., 2017, Penyelidikan Karakteristik Mekanik Tarik Komposit Serbuk Kasar Kenaf, *Jurnal Inotera*, 2(1), 1-8.
- Ndale F.X., 2013, Sifat Fisik dan Mekanik Bambu Sebagai Bahan Kontruksi, *Jurnal Teknosiar*, 7(2), 22-31.
- Pahl G., Beitz W., Feldhusen J., Grote K.H., 2007, *Engineering Design : a systematic approach*, Third edition, Germany.
- Pandiati P., Okariawan, Sulistyowati E.D., Salman, Chatur Adhi A.K., 2017, Pembuatan mesin uji tarik kapasitas kecil: Bagian Data Akuisisi, *Jurnal Dinamika Teknik Mesin*, 7(1), 45-49.

- Rahman A., Farid M., Ardhyanta H., 2016, Pengaruh Komposisi Material Komposit dengan Matriks Polypropylene Berpenguat Serat Alam Terhadap Morfologi dan Kekuatan Sifat Fisik, *Jurnal TekNIK ITS*, 5(2), 209-211.
- Refiadi G., Bayu N., Judawisastra H., Mardiyati, 2018, Serat Bambu Petung (*Dendrocalamus Asper*) Teralkalisasi sebagai Penguat Komposit Polimer, *Jurnal Selulosa*, 8(1), 1-8.
- Surata I.W., Lokantara I.P., Arimbawa A.P., 2016, Studi Sifat Mekanis Komposit Epoxy Berpenguat Serat Sisal Orientasi Acak yang Dicitak dengan Teknik Hand-Lay Up, *Jurnal Energi dan Manufaktur*, 9(2), 143-146.
- Zulkifli, Hermansyah H., Subur Mulyanto, 2018, Analisa Kekuatan Tarik dan Bentuk Patahan Komposit Serat Sabuk Kelapa Bermatriks Epoxyterhadap Variasi Fraksi Volume Serat, *Jurnal Teknologi Terpadu*, 6(2), 90-95.