



UJI KEKUATAN TARIK KOMPOSIT DENGAN PENGUAT SERAT SABUT KELAPA

Eka Putra Dairi Boangmanalu^{a*}, Al Qadry^a, Franklin Taruyun Hudeardo Sinaga^a, Jandri Fan HT Saragi^a, Angga Bahri Pratama^b, Sahat^a

^aProgram Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Medan, Jl. Almamater No.1, Padang Bulan, Kec. Medan Baru, Medan, Sumatera Utara 20155, Indonesia

^bProgram Studi Teknologi Rekayasa Energi Terbarukan, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Medan, Jl. Almamater No.1, Padang Bulan, Kec. Medan Baru, Kota Medan, Sumatera Utara 2015, Indonesia

*Corresponding authors at ekaboangmanalu@polmed.ac.id (E. P.D.Boangmanalu) Tel:+62852-6650- 0191

INFO ARTIKEL

Riwayat artikel:

Diajukan pada 31 Oktober 2023

Direvisi pada 11 Desember 2023

Disetujui pada 15 Januari 2024

Tersedia daring pada 02 Maret 2024

Kata kunci:

Komposit, sabut kelapa, uji tarik, matriks, resin polister

Keywords:

Composite, coconut fiber, tensile test, matrix, polyester resin

ABSTRAK

Serat dan ampas kelapa banyak dihasilkan oleh pedagang kelapa dan industry kelapa. Limbah serat kelapa tidak berbahaya karena organik dan bisa terurai. Akan tetapi limbah kelapa menjadi masalah karena kapasitas yang besar dan menjadi sampah yang kurang termanfaatkan. Atas dasar pertimbangan tersebut maka penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan serat sabuk kelapa sebagai salah satu solusi yang bisa digunakan sebagai new material bagi masyarakat dan industry. Penelitian ini dilaksanakan di Labolatorium Teknik Mesin Politeknik Negeri Medan dengan menggunakan mesin computer servo universal tensile machine dengan kapasitas maksimum mesin 100000 N. Matriks yang digunakan pada penelitian ini adalah resin polister yang disusun dengan serat dengan pertimbangan massa, dimensi dan diameter yang sama yang secara kontinyu, acak dan terputus-putus. Sampel tersebut dibuat dengan komposisi fraksi volume yaitu (10:90) %, (20:80) %, (30:70) %, (40:60) %, dan (50:50) %. Matriks 50:50 % memiliki stress, strain dan modulus yang tertinggi pada pengujian kali ini. stress sebesar 14,98 MPa, strain 2,00%, beban 12.251 N dan modulus young sebesar 7,49 MPa.

ABSTRACT

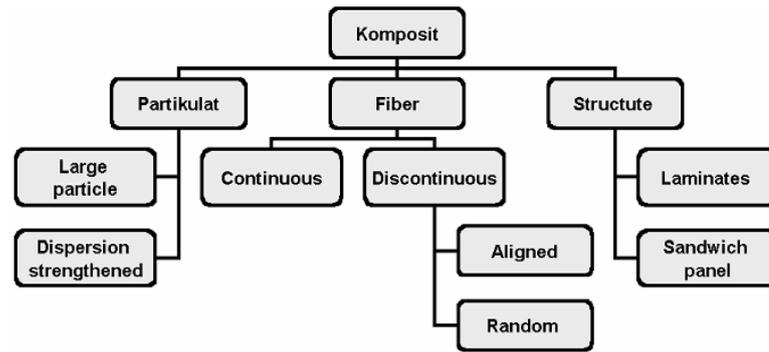
It is common for coconut dealers and the coconut industry to produce organic waste fibre and dregs after the coconut has been processed. Because it is organic and can be broken down, trash made from coconut fibre is not harmful to the environment. The waste from coconuts, on the other hand, is an issue since it has a great capacity but is not being utilised to its full potential. With these factors in mind, the purpose of this research is to investigate the possibility of utilising coconut belt fibre as a solution that may be utilised as a new material for both society and industry. A Computer Servo Universal Tensile Machine with a maximum engine capacity of 100000 N was utilised in the course of this investigation, which was carried out at the Mechanical Engineering Laboratory of the Medan State Polytechnic. The aim of this study, polyester resin was utilised as the matrix. The matrix was constructed with fibres that were of the same mass, size, and diameter, and these fibres were continuous, random, and discontinuous. The sample was created using a volume fraction composition that specifically included the following ratios: (10:90) %, (20:80)%, (30:70)%, (40:60)%, and (50:50)%. Within the scope of this test, the matrix with a 50:50 split has the highest stress, strain, and modulus. Young's modulus was calculated to be 7.49 MPa, with the stress being 14.98 MPa, the strain being 2.00%, and the load being 12.251 N.

1. PENGANTAR

1.1. Material Komposit

Perkembangan penggunaan bahan komposit berbahan alam (*Natural Composite/ Naco*) dalam bidang industri manufaktur saat ini mengalami perkembangan yang sangat pesat dan berusaha menggeser keberadaan bahan sintetis yang sudah biasa dipergunakan sebagai penguat pada bahan komposit seperti *E-Glass, Kevlar-49, Carbon/Graphite, Silicone Carbide, Aluminium Oxide, dan Boron*. dkk., 2013), sehingga material komposit menjadi sebuah inovasi teknologi material yang dikembangkan saat ini. Komposit merupakan produk hasil gabungan dua bahan atau lebih sehingga didapatkan produk baru. Material penyusun komposit digunakan serat dari bahan alami sebagai alternatif dari serat sintetis. Bahan komposit pada umumnya terdiri dari dua unsur, yaitu serat (fiber) sebagai bahan pengisi dan matriks sebagai bahan pengikat serat. (Nurfajri & Arwizet, 2019). Sebagai contoh komposit serat alam yang berpotensi tinggi di dunia industri adalah serat sabut kelapa. Serabut kelapa mempunyai banyak kelebihan, diantaranya tahan lama, tidak kaku, lentur, tahan air dan ekonomis.

Hal tersebut dapat menjadi bahan pengganti dalam pembuatan komposit. Pembagian komposit berdasarkan jenis penguatnya dapat digolongkan menjadi tiga yaitu (Djunaedi & Setiawan, 2018) pada gambar 1.



Gambar 1: Pengelompokan komposit berdasarkan jenis penguatnya

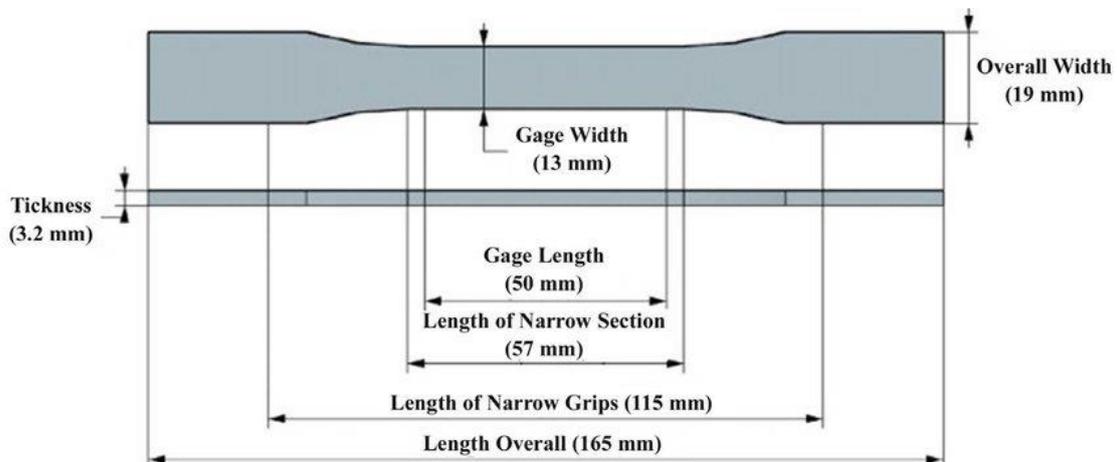
1.2. Sabut Kelapa

Menurut dari data Badan Pusat Statistik, Provinsi Sumatera Utara mencatat ada 100.036. ton kelapa yang dihasilkan pada tahun 2021, tentunya dari jumlah kelapa yang dihasilkan memiliki efek negative, yaitu limbah sabut kelapa. Sabut kelapa merupakan limbah organik yang diperoleh dari produsen minyak dan juga sebagian dihasilkan dari masyarakat sekitar. Menurut (Ningtyas dkk., 2021.) Sabut kelapa merupakan bagian yang cukup besar dari buah kelapa, yaitu 35 % dari berat keseluruhan buah. Sabut kelapa terdiri dari serat dan gabus yang menghubungkan satu serat dengan serat lainnya. Serat adalah bagian yang berharga dari sabut. Setiap butir kelapa mengandung serat 525 gram (75% dari sabut), dan gabus 175 gram (25% dari sabut). Oleh karenanya sabut kelapa akan menjadi masalah jika tidak dimanfaatkan secara dini. Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa serat sabut kelapa dapat menjadi penguat material komposit. Serat sabut kelapa dapat menjadi salah satu penguat komposit yang dapat menggantikan fungsi serat teknis seperti serat kaca jika dapat menghasilkan sifat mekanik yang setara dengan komposit serat mekanik (Gavrila dkk., 2021). Sehingga menurut (Nurfajri & Arwizet, 2019) bahwa perendaman alkali (NaOH) dapat meningkatkan kekuatan serap dan ikat antara serat beserta matrik yang sejalan dengan peningkatan kekuatan tarik komposit.

1.3. Uji Tarik

Untuk mengetahui sifat-sifat mekanis dari suatu material adalah dengan menggunakan uji tarik (*Tensile test*). Pengujian tarik menurut (Test dkk., 2016) akan menampilkan Kekuatan material sehingga bisa merancang suatu konstruksi sesuai dengan karakteristik material. Sehingga Dengan menarik suatu bahan, kita akan mengetahui bagaimana bahan tersebut bereaksi terhadap tenaga tarikan dan mengetahui sejauh mana material itu bertambah panjang. Alat eksperimen untuk uji tarik ini harus memiliki cengkeraman (grip) yang kuat dan kekakuan yang tinggi (*highly stiff*) dan juga mesin yang presisi (Suryono dkk., 2020)

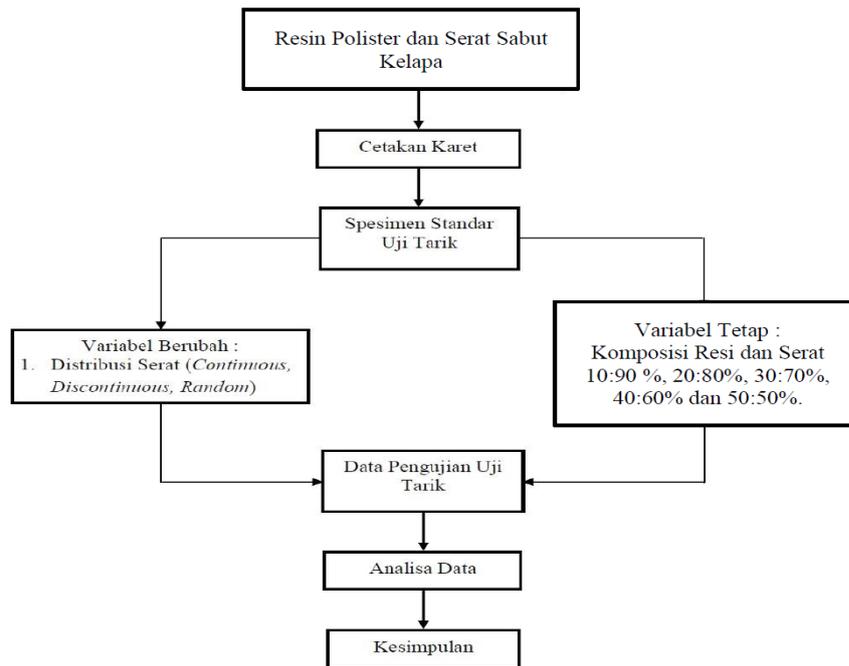
Pengujian tarik merupakan jenis pengujian merusak, setelah merusak specimen maka akan diteliti modulus elastis, kekuatan tarik, tegangan tarik, dan tegangan transisi. Pengujian tarik dalam penelitian ini menggunakan ASTM. ASTM adalah *American Standard Testing and Material* yang terstandarisasi teknik untuk sistem, jasa, produk dan material termasuk geosintetik (Standard dkk., 2013). Pada gambar 2 adalah specimen ASTM D638 yang digunakan. (Hasil dkk., 2021). Didalam pengujian tarik tentunya specimen uji harus sesuai standart yang ditentukan, standart yang digunakan pada penelitian ini adalah ASTM D638, lebih lengkapnya pada gambar 2.



Gambar 2: Spesimen ASTM D638

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan adalah metode kuantitatif dengan melakukan eksperimen pembuatan cetakan dan pencampuran resin polister, persiapan spesimen yang akan digunakan hingga pelaksanaan pengujian tarik dan melakukan analisa data yang diperoleh secara lengkap. Penelitian komposit ini menggunakan serat sabut kelapa dengan matrik resin polyester. Sampel tersebut dibuat dengan komposisi fraksi volume yaitu (10:90) %, (20:80) %, (30:70) %, (40:60) %, dan (50:50). Adapun alur penelitian terdapat pada gambar 3.



Gambar 3: Alur penelitian

2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *Computer Servo Universal Tensile Machine* dengan Kapasitas maksimum mesin 100000 N pada gambar 4.



Gambar 4: Mesin uji tarik

Bahan yang digunakan adalah serat kelapa, Jenis serat kelapa yang diperoleh adalah jenis Genjah Pandan Wangi pada gambar 5.



Gambar 5. Limbah kelapa dan serat kelapa

Cetakan komposit pada penelitian ini dibentuk dengan metode *hand lay-up* dengan cara menuang resin kedalam serat, kemudian memberikan pembebanan dan juga memperhalus permukaan dengan cara rol. Proses ini diulang secara rutin untuk mendapatkan bentuk dan ketebalan yang diinginkan sesuai standart ASTM D638 lebih lengkapnya pada gambar 6.



Gambar 6. Spesimen pengujian

2.2 Prosedur Pengujian

Ada beberapa langkah yang harus dilakukan pada saat pengujian agar pengujian tersebut dapat berjalan dengan baik. Adapun tahapan pengambilan data dalam pengujian Tarik adalah sebagai berikut :

1. Tahap persiapan
2. Sediakan specimen dengan matriks yang sudah ditentukan
3. Setting beban dan pencatat grafik pada mesin.
4. Berikan beban secara kontinyu sampai specimen putus
5. *Record* besarnya beban
6. Setelah putus ambil specimen dan ukur specimen dan luasan penampang yang putus
7. kerjakan specimen di atas untuk pengambilan data seluruh specimen.

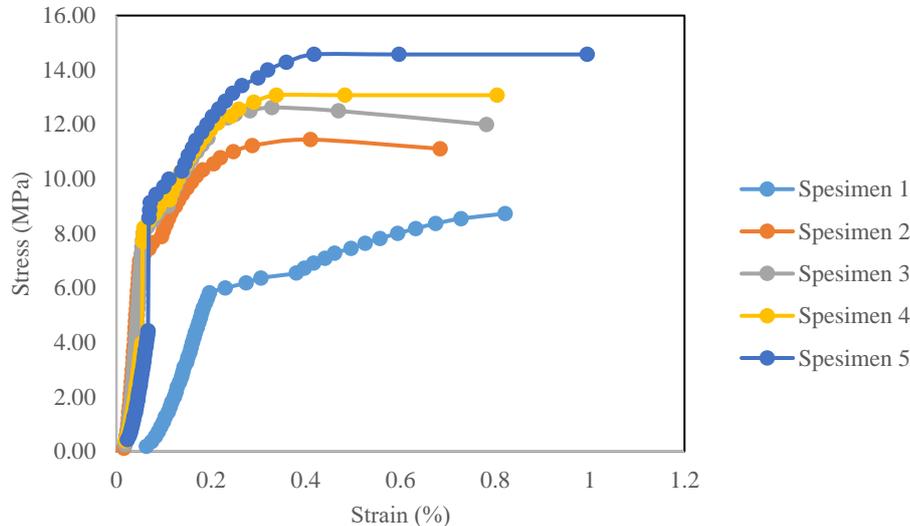
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian uji tarik dengan matriks (10:90) %, (20:80) %, (30:70)%, (40:60)%, dan (50:50)% dapat kita lihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Uji Tarik

Width (mm)	Length of Reduced Section (mm)	Elongation (mm)	Area (mm ²)	Maximum of Strain (%)	Maximum of Stress (Mpa)	Maximum of Force (N)	Modulus Young (Mpa)
12,5	59,99	1,35	749,85	0,30	8,61	6.456	28,7
12,5	60,08	1,17	750,96	1,00	11,45	8.597	11,45
12,5	59,96	1,55	749,44	1,50	12,27	9.197	8,18
12,5	63,94	1,75	799,26	1,62	13,02	10.406	8,04
12,5	65,44	2,15	818,05	2,00	14,98	12.251	7,49
Average			773.51	1.28	12.07	9381.80	12.77

Berdasarkan tabel 1 pada pengujian spesimen 4 dan spesimen 5 memiliki hasil tertinggi *strain* dan *Stress*. Secara umum hubungan *strain* dan *Stress* pada uji tarik pada kondisi plastis dan elastis dapat dinyatakan dengan persamaan (1.1). Menurut (Firmansyah dkk., 2018) nilai dari *strain* adalah jumlah pertambahan panjang yang diakibatkan pembebanan dibandingkan dengan panjang daerah ukur, kemudian nilai *strain* adalah besarnya gaya tarik yang dibagi jumlah luas penampang pada suatu pengujian. Sehingga dari tabel tersebut terlihat kekuatan tarik, regangan tarik dan modulus elastisitas yang semakin meningkat seiring seimbangannya fraksi resin dan serat sabut kelapa yaitu 40:60% dan 50%:50%. Sama halnya menurut (Astika dkk., 2013) bahwa semakin besar fraksi volume serat dan resin dalam komposit maka kekuatan tarik semakin tinggi nilai *strain* dan *stress*. Hasil pengujian lebih lengkapnya pada gambar 7.



Gambar 7. Diagram hasil pengujian tarik

Untuk mencari nilai kekuatan tarik suatu komposit dapat dinyatakan dalam persamaan 1.

$$\sigma = F/A_0 \quad (1)$$

dimana:

σ = Tegangan normal (MPa)

F = Gaya yang bekerja (N)

A = Luas penampang mula-mula komposit (mm²)

Besarnya regangan adalah perpanjangan tarik, ϵ , perubahan panjang sampel dibagi dengan panjang awal. Dinyatakan dalam persamaan 2

$$\epsilon = \Delta L/L_0 \quad (2)$$

dimana:

ϵ = Regangan.

ΔL = Pertambahan panjang (mm)

L_0 = Panjang daerah ukur atau panjang awal (gage length) (mm)

Pada daerah proporsional yaitu daerah dimana tegangan-regangan yang terjadi masih sebanding, defleksi yang terjadi masih bersifat elastis dan masih berlaku hukum Hooke. (Firmansyah dkk., 2018) Besarnya nilai modulus elastisitas komposit yang juga merupakan perbandingan antara tegangan dan regangan. Dinyatakan dalam persamaan 3

$$E = \sigma/\epsilon \quad (3)$$

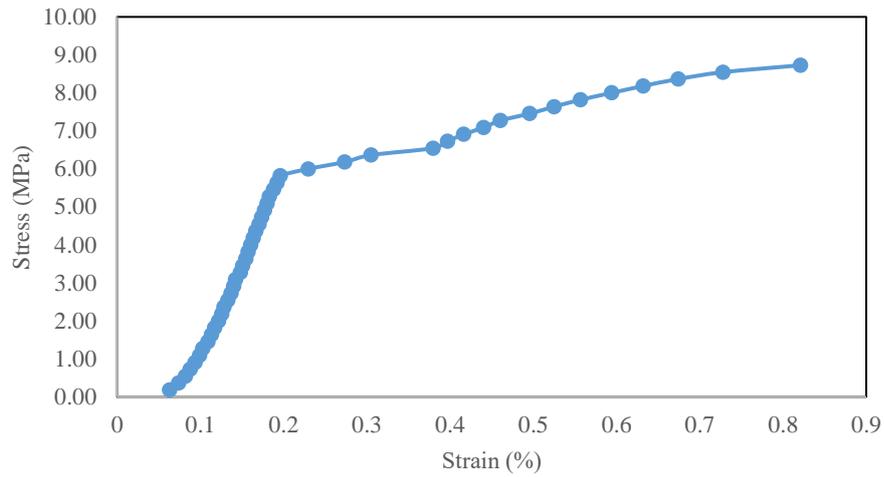
dimana:

E = Modulus elastisitas (MPa)

σ = Kekuatan tarik komposit (MPa)

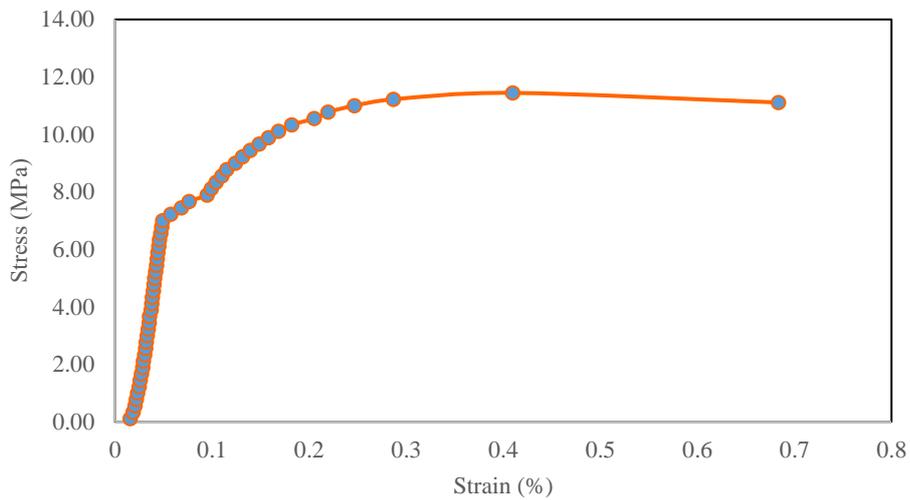
ϵ = Regangan.

Uji tarik yang dilaksanakan dari gambar grafik diatas merupakan rangkuman atau gabungan dari spesimen pertama sampai dengan spesimen kelima dengan ketentuan serat matriks dan resin yang standar pada gambar 8



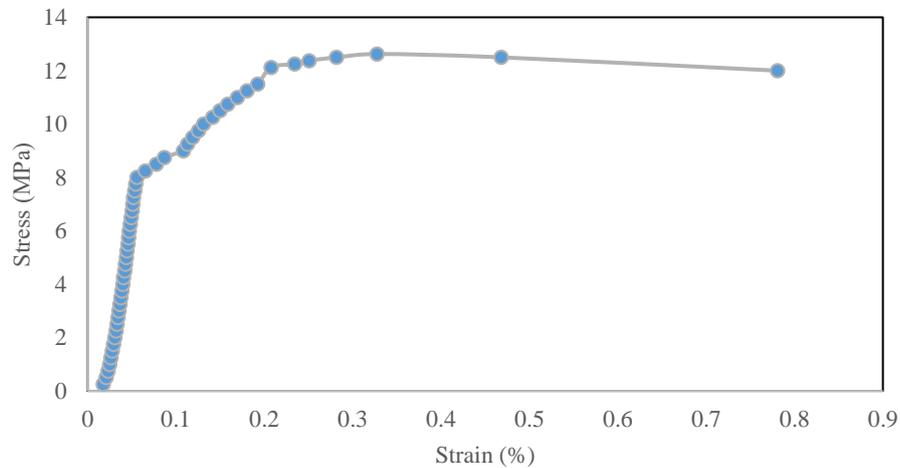
Gambar 8. Diagram uji tarik matriks (10:90) %

Pada pengujian ini memiliki *strain* maksimum sebesar 0,30% dengan *stress* yang diperoleh 8,61 MPa. Kemudian Beban maksimumnya adalah 6.456 N pada gambar 9.



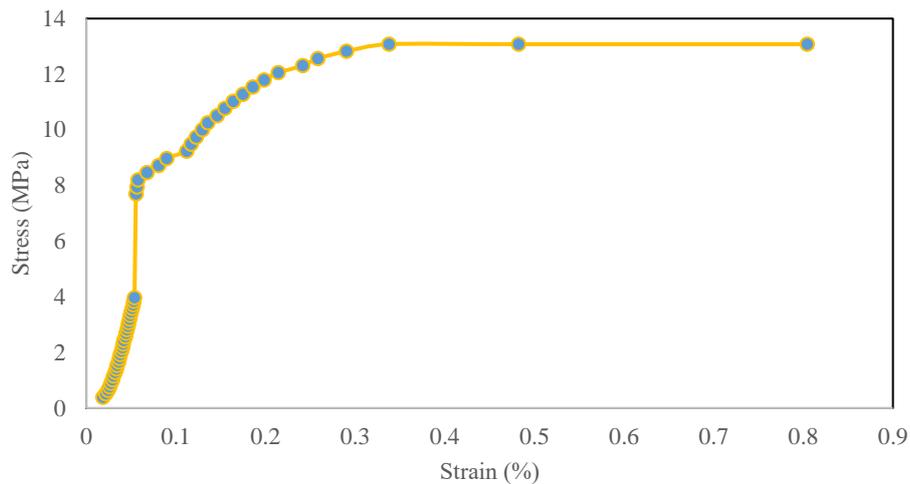
Gambar 9: Diagram uji tarik matriks (20:80) %

Berdasarkan grafik diatas diketahui bahwa spesimen yang ke 2 memiliki maksimum *stress*, *strain*, modulus young dan beban yaitu 11,45 MPa, 1,00%, 11,45 MPa, 8.597 N pada gambar 10.



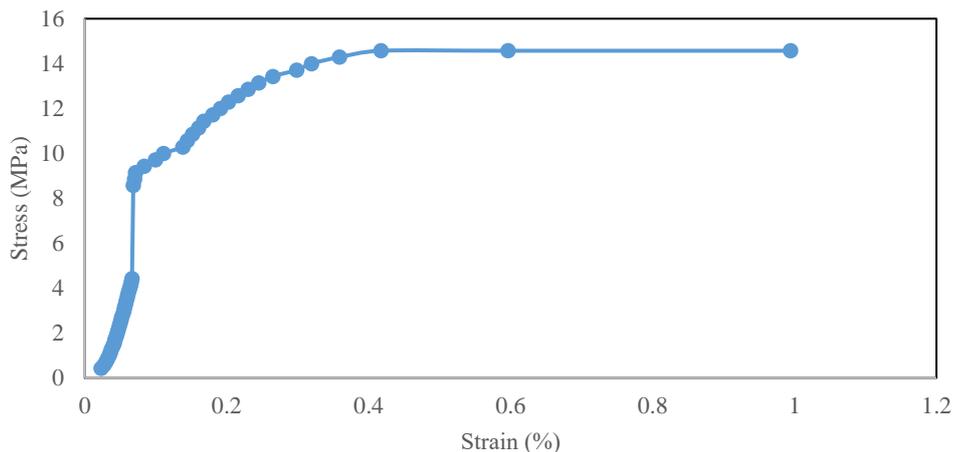
Gambar 10: Diagram uji tarik matriks (30:70) %

Dari grafik diatas dapat diketahui nilai tertinggi pada pengujian ke 3 *stress* sebesar 12,27 MPa, kemudian beban *strain* 1,50% dan *modulus young* maksimum diperoleh 8,18 M.Pa pada gambar 11.



Gambar 11: Diagram uji tarik matriks (40:60) %

Hasil percobaan berikutnya yaitu pengujian ke 4 adalah menggunakan matriks 40:60 %, dari pengujian tersebut diperoleh *stress* sebesar 13,02 MPa kemudian *strain* maksimum yang didapat yaitu 1,62 % selanjutnya beban dan *modulus young* diperoleh sebesar 10.406 N dan 8,04 Mpa pada gambar 12.



Gambar 12: Diagram uji tarik matriks (50:50) %

Pengujian terakhir yang dilaksanakan dengan menggunakan matriks 50:50 %. Hasil maksimum yang diperoleh berdasarkan grafik diatas adalah *stress* 14,98 MPa, *strain* 2,00%, Beban 12.251N dan modulus young sebesar 7,49 M.Pa.

4. KESIMPULAN

Pengujian tarik telah dilaksanakan sebanyak 5 kali percobaan. Pada pengujian pertama dengan matriks 10:90 % memiliki *strain* maksimum sebesar 0,30% dengan *stress* yang diperoleh 8,61 MPa dan beban maksimumnya adalah 6.456 N. Pengujian yang kedua dengan matrik 20:80 % memiliki maksimum *stress*, *strain*, *modulus young* dan beban yaitu 11,45 MPa, 1,00%, 11,45 MPa, 8.597 N. Pengujian yang ketiga dengan matriks 30:70% diketahui *stress* maksimum pada pengujian ini sebesar 12,27 MPa, kemudian beban, *strain* dan *modulus young* maksimum diperoleh 9.197 N, 1,50% dan 8,18 MPa. Pengujian ke empat dengan matriks 40:60 %, dari pengujian tersebut diperoleh *stress* sebesar 13,02 MPa kemudian *strain* maksimum yang didapat yaitu 1,62 % selanjutnya beban dan *modulus young* diperoleh sebesar 10.406 N dan 8,04 M.Pa. Pengujian terakhir dengan matriks 50:50% memiliki hasil maksimum yang diperoleh adalah *stress* 14,98 MPa, *strain* 2,00 %, Beban 12.251N dan modulus young sebesar 7,49M.Pa. Berdasarkan hasil pengujian tersebut perlakuan resin matriks 50:50 % memiliki *stress*, *strain* dan modulus yang tertinggi pada pengujian kali ini. Dengan sebesar *stress* 14,98 MPa, *strain* 2,00%, Beban 12.251 N dan modulus young sebesar 7,49 M.Pa.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan Terima kasih kepada pihak terkait dan terkhusus Laboratorium Teknik Mesin Politeknik Negeri Medan yang telah memberikan kontribusi dan izin melakukan pengujian bahan dan pengambilan data.

DAFTAR PUSTAKA

- Astika, I., Lokantara, I., & Gatot Karohika, I. (2013). Sifat Mekanis Komposit Polyester Dengan Penguat Serat Sabut Kelapa. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 6(2).
- Djunaedi, T., & Setiawan, B. (2018). Pengujian Kekuatan Tarik Komposit Variasi Arah Serat Roving – Resin Polyester Bqtn R157 Yang Diproduksi Dengan Metode Vacuum Bagging Untuk Aplikasi Pesawat Tanpa Awak. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*, 1–10.
- Firmansyah, H., Purnowidodo, A., & Setyabudi, S. (2018). Pengaruh Mechanical Bonding Pada Aluminium Dengan Serat Karbon Terhadap Kekuatan Tarik Fiber Metal Laminates. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 9(2), 127–134.
- Gavrila, A., Junipitoyo, B., Winiasri, L., & Surabaya, P. P. (2021). Uji Tarik Dan Uji Impact Pada Komposit Serat Sabut. 1–7.
- Hasil, J., Ilmiah, K., Wurdhani, R., Budiarto, U., & Amiruddin, W. (2021). Jurnal Teknik Perkapalan Pengaruh Perlakuan Panas (Heat Treatment) Normalizing Terhadap Kekuatan Impak Aluminium 6061 Pengelasan Mig Dengan Variasi Posisi Dan Bentuk Kampuh. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 9(1), 70.
- Ningtyas, K. R., Agassi, T. N., Gina, P., Jurusan, D., Jurusan, D., Pertanian, T., Negeri, P., Tanaman, B., Politeknik, P., & Lampung, N. (n.d.). Pemanfaatan Limbah Sabut Kelapa Sebagai Produk Unggulan Lokal. 3(April 2022), 1–6.
- Nurfajri, & Arwizet, K. (2019). Analisis Kekuatan Tarik Komposit Serabut Kelapa Dan Ijuk Dengan Perlakuan Alkali (Naoh). *Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 1(4), 791–797.
- Prayoga, A., Mukhtar, D., Lumbantobing, H. S., Reynaldy, Nasikin, R. F., & Albakhori, M. R. (2013). Analisa Kekuatan Tarik Komposit Dengan Penguat Serat Pelepah Kelapa Sawit. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Standard, T. O., American, A., & Standard, N. (2013). *Standard Test Methods For Tension Testing Of Metallic Materials 1*.
- Suryono, E., Teguh Baroto, B., Setiawan, P., Studi, P., Mesin, T., Teknologi, S. T., & Surakarta, W. (2020). Analisa Uji Tarik Las Smaw Terhadap Sambungan Square Butt Joint Dengan Variasi Ketebalan Plat St 37. *Teknika*, 6(3), 117–124.
- Test, T., Strenght, T., & Cell, L. (2016). Analisis Pengujian Tarik (Tensile Test) Pada Baja St37. 03(01), 9–13.