

## Pengaruh Prosentase Serat Kelapa Sawit Terhadap Umur Fatik Beban Aksial Komposit Matriks Resin

Nurato<sup>a\*</sup>, Muhamad Fitri<sup>a\*\*</sup>, Lamar Anton Manalu<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercubuana  
Jalan Raya Meruya Selatan No. 01, Kembangan, Jakarta Barat 11650, Jakarta, Indonesia

<sup>b</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Batam  
Jalan Kampus Abulyatama No. 5 Batam center, Batam 29464, Indonesia

\*E-mail: nurato@mercubuana.co.id

\*\*E-mail: muhamad.fitri@mercubuana.co.id; muhamadfitri1213@gmail.com

### Abstract

*Palm Oil Industries, not only provide so many benefits, but also has a negative impact in the form of organic waste as by products of palm oil industries. Therefore, the utilization of oil palm fiber waste needs to be developed, including for structural components that retain load, through various studies in order to reduce the volume of waste caused by oil palm. One of the simplest types of load is axial load. The purpose of this study is to make polymer matrix composite materials reinforced with oil palm fiber, and then test the life cycle of fatigue failure axial load, of polymer matrix composite materials with several different percentages of fiber content. The material used as a matrix is Yukalac® 157 BTQN-EX unsaturated polyester resin (UPRs), and the catalyst uses methyl ethyl ketone peroxide (MEKPO) and Oil palm fibers as reinforcement. The content of palm oil fiber is divided into three level i.e: 3%, 5%, and 7%. The effect of the percentage content of the volume of palm oil fiber on the cycle of fatigue failure of the polymer matrix composite material were analyzed. So that later this palm matrix resin fiber composite material can really be utilized for structural components that retain load. By utilizing palm oil fiber in the production of composite materials, it is hoped that this will reduce the volume of organic waste from palm oil processing. Fatigue testing results on the percentage of palm oil fiber content of 3% obtained the shortest failure cycle life is 7.67 cycles. As for the percentage of palm oil content of 7%, the longest failure cycle was obtained to 18.33 cycles.*

**Keywords:** Composite; Polymer Matrix composite; oil palm fiber; fatigue failure life cycle

### Abstrak

Industri pengolahan kelapa sawit selain memberikan begitu banyak manfaat, juga memberi dampak negatif berupa sampah organik sisa hasil pengolahan kelapa sawit. Karenanya sampah serat kelapa sawit perlu dikembangkan pemanfaatannya termasuk untuk komponen struktur yang menahan beban melalui berbagai penelitian agar mengurangi volume sampah yang ditimbulkan oleh kelapa sawit. Salah satu tipe beban yang paling sederhana adalah beban aksial. Tujuan penelitian ini adalah membuat material komposit matriks polimer diperkuat serat kelapa sawit, untuk kemudian menguji seberapa besar umur siklus kegagalan fatik beban aksial material komposit matriks polimer dengan beberapa prosentase kandungan serat kelapa sawit yang berbeda. Bahan yang digunakan sebagai matriks adalah *unsaturated polyester resin* (UPRs) Yukalac® 157 BTQN-EX, dan katalisnya menggunakan *methyl ethyl keton peroxide* (MEKPO) dan serat kelapa sawit sebagai penguat. Kandungan serat kelapa sawit dibagi menjadi tiga yaitu, 3%, 5%, dan 7%. Untuk kemudian dianalisa pengaruh prosentasi kandungan volume serat kelapa sawit terhadap siklus kegagalan fatik material komposit matriks polimer. Sehingga nantinya material komposit serat kelapa sawit matriks resin ini benar benar bisa dimanfaatkan untuk komponen struktur yang menahan beban. Dengan dimanfaatkannya serat kelapa sawit di dalam pembuatan material komposit, diharapkan nantinya dapat menurunkan volume sampah organik dari pengolahan kelapa sawit. Hasil pengujian fatik pada prosentase kandungan serat kelapa sawit 3% diperoleh umur siklus kegagalan yang paling pendek yaitu 7,67 siklus. Sedangkan untuk prosentase kandungan serat kelapa sawit 7% diperoleh siklus kegagalan yang paling panjang yaitu sebesar 18,33 siklus.

**Kata kunci:** Komposit; komposit matriks polimer; serat kelapa sawit; umur siklus kegagalan fatik

### 1. Pendahuluan

Kelapa sawit merupakan salah satu tanaman perkebunan yang mempunyai peran penting bagi subsektor perkebunan. Menurut Direktorat Jenderal Perkebunan (2014), pengembangan kelapa sawit antara lain memberi manfaat

dalam peningkatan pendapatan petani dan masyarakat. Selain itu produksi yang menjadi bahan baku industri pengolahan yang menciptakan nilai tambah di dalam negeri, ekspor *Crude Palm Oil (CPO)* yang menghasilkan devisa dan membuka kesempatan kerja [1].

Selain memberikan manfaat, kelapa sawit juga memberikan dampak negatif berupa sampah organik dari sisa pengolahannya. Sampah yang kebanyakannya berupa serat alami ini jumlahnya sangat besar, seiring dengan besarnya volume penggunaan kelapa sawit itu sendiri, sehingga akan menjadi masalah yang cukup besar bila serat alami dari kelapa sawit ini tidak dirubah menjadi sesuatu yang bermanfaat bagi manusia. Salah satu pemanfaatan serat alami yang sudah banyak diteliti oleh peneliti dunia adalah sebagai penguat bahan komposit. Karenanya, buangan dari serat kelapa sawit yang merupakan serat alami ini, jugamem punyai potensi yang besar untuk dimanfaatkan sebagai penguat bahan komposit.

Material komposit merupakan gabungan beberapa material yang terdiri dari penguat atau pengisi dan matrik yang masing-masing masih mempertahankan sifat aslinya [2]. Meskipun material komposit memiliki beberapa kekurangan dibandingkan dengan material logam, namun juga memiliki kelebihan-kelebihan tersendiri, misalnya: ketahanan terhadap korosi atau pengaruh lingkungan. Oleh karena itu penelitian yang berkelanjutan tentang material komposit khususnya material komposit serat alami ini harus terus dilakukan secara berkelanjutan agar berbanding lurus dengan perkembangan teknologi bahan komposit, sehingga kekurangan yang dimiliki oleh material komposit bisa dikurangi atau bahkan dihilangkan.

Menurut Ramatawa, klasifikasi komposit berdasarkan matriks yang digunakan yaitu Metal Matriks Composite (MMC), Ceramic Matriks Composite (CMC), dan Polymer Matriks Composite (PMC) [3]. PMC merupakan matriks yang paling umum digunakan pada material komposit. Karena memiliki sifat yang lebih tahan karat (korosi) dan lebih ringan. Matriks polimer terbagi 2 yaitu termoset dan termoplastik. Perbedaannya polimer termoset tidak dapat didaur ulang sedangkan termoplastik dapat didaur ulang. Bahan polimer yang biasa digunakan dalam pembuatan komposit adalah polimer jenis thermoset [3]. Hal ini berdasarkan pertimbangan pada ketahanan polimer termoset terhadap suhu dan bahan kimia atau pelarut. Epoksi dan poliester merupakan polimer termoset yang banyak digunakan dalam pembuatan komposit polimer.

Seiring dengan perkembangan teknologi bahan komposit, maka pemanfaatan bahan komposit juga semakin meluas, sampai ke struktur atau bagian bagian benda yang mengalami pembebanan tarik, tekan, geser, dan puntir, baik statis maupun beban berfluktuasi. Terkait dengan beban yang berfluktuasi, maka muncul potensi terjadinya kegagalan Fatik yang kadang sulit untuk diprediksi kapan terjadinya, meskipun pada dasarnya kegagalan fatik biasanya dimulai dengan terjadinya retakan pada permukaan benda. Karenanya, sifat fatik sangat peka terhadap kondisi permukaan, yang dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain kekasaran permukaan, perubahan sifat-sifat permukaan dan tegangan sisa permukaan [4].

Penelitian ini dimaksudkan untuk membuat material komposit matriks polimer dengan berpenguat serat kelapa sawit sekaligus melakukan pengujian siklus kegagalan fatik beban aksial material komposit matriks polimer berpenguat serat kelapa sawit serta mengetahui pengaruh prosentasi kandungan serat kelapa sawit terhadap siklus kegagalan fatik. Selanjutnya, agar lebih fokus, makapenelitian ini dibatasi untuk menggunakan resin polyester dan katalisnya, tetapi tidak membahas proses kimia yang terjadi antara keduanya.

Dari penelitian ini diharapkan akan diperoleh umur siklus kegagalan fatik akibat beban aksial yang berfluktuasi pada material komposit matriks polimer diperkuat serat kelapa sawit, sehingga dapat dijadikan referensi untuk penelitian selanjutnya terkait bahan komposit yang memanfaatkan serat alami khususnya serat kelapa sawit, agar ke depan material komposit ini benar benar bisa dimanfaatkan untuk bagian benda atau mesin yang mengalami beban berfluktuasi.

Menurut Sudarsono, teknologi moderen memerlukan bahan campuran baru yang memiliki kombinasi sifat-sifat unggul bahan pembentuk seperti logam, keramik, dan polimer yang disebut dengan bahan komposit. Komposit serat alam dengan segala kelebihanannya mulai dilirik oleh berbagai industri seperti industri kereta api, kapal, otomotif, militer, alat olahraga, kedokteran, dan konstruksi bangunan sipil, bahkan sampai industry peralatan rumah tangga [5]. Hal ini terutama didukung oleh isu masalah lingkungan dan keterbatasan sumber bahan bakar fosil. Penggunaan serat alam sebagai penguat komposit didukung oleh adanya regulasi persyaratan habis pakai (end of life vechile-ELV) produk otomotif bagi negara-negara Uni Eropa dan sebagian Asia. Kebijakan ini didukung oleh FAO pada tahun 2009 yang mendesak industri untuk memanfaatkan serat alam [6].

Serat alam mempunyai kekuatan berkisar antara 80 MPa (serat buah kelapa) sampai dengan 1500 MPa (serat flax) dan modulus Young antara 0,5 GPa (Oil Palm Mesocarp) sampai 128 GPa (Ramie), serta massa jenisnya berkisar 0,7 gram/cm<sup>3</sup> sampai 1,55 gram/cm<sup>3</sup>. Sedangkan serat gelas tipe E mempunyai kekuatan 3400 MPa dan modulus Young 73 GPa, serta massa jenis 2,55 gram/cm<sup>3</sup>. Artinya, untuk beberapa serat alam seperti flax, hemp, rami, dan sisal mempunyai modulus spesifik yang kompetitif dengan serat gelas [7].

Jumlah perbandingan yang biasanya digunakan dalam pembuatan komposit adalah rasio berat (fraksi berat) dan rasio volume (fraksi volume), hal ini dikarenakan satuan dari matrik dan serat biasa dihitung dengan satuan massa dan satuan volume [8].

Prosentase Volume (%V):

$$V_{serat} = \frac{V_{serat}}{V_{komposit}} \times 100\% \quad (1)$$

$$V_{serat} = \frac{m_f / \rho_f}{m_f / \rho_f + m_m / \rho_m} \times 100\% \quad (2)$$

$$V_{matriks} = \frac{\text{Volume matriks}}{\text{Volume Komposit}} \times 100\% \quad (3)$$

$$V_{matriks} = \frac{m_m / \rho_m}{m_f / \rho_f + m_m / \rho_m} \times 100\% \quad (4)$$

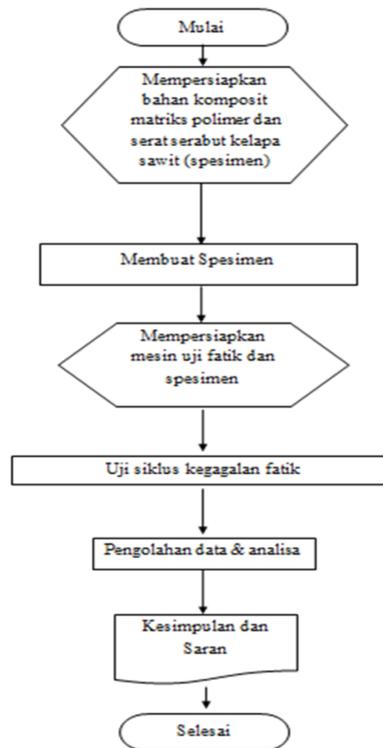
Dimana:

- $m_f$  = massa serat (gr)
- $m_m$  = massa matrik (gr)
- $\rho_f$  = massa jenis serat (gr/mm<sup>3</sup>)
- $\rho_m$  = massa jenis matrik (gr/mm<sup>3</sup>)

Nurdin dkk. melakukan penelitian tentang material komposit matriks Epoxy yang diperkuat serat akar wangi. Dari penelitian itu didapat bahwa fraksi volume serat di atas 20% akan menurunkan kekuatan bending dan kekuatan impact [9]. Massa jenis serat yang biasanya sangat rendah dan berfluktuasi, sehingga apabila dibandingkan antara fraksi volume dengan fraksi massa akan terjadi perbedaan angka fraksi yang sangat jauh. Karenanya dalam penelitian ini, fraksi kandungan serat tetap dinyatakan dalam fraksi volume. Selanjutnya, terkait dengan serat yang digunakan, mengingat ketersediaan serat kelapa sawit yang sangat berlimpah di Indonesia, maka pada penelitian ini serat yang digunakan adalah serat kelapa sawit.

## 2. Material dan Metode Penelitian

Urutan kerjaproses Penelitian dalam penelitian ini, dilakukan sesuai dengan diagram Alir yang diperlihatkan pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir.

### 2.1 Alat dan Bahan

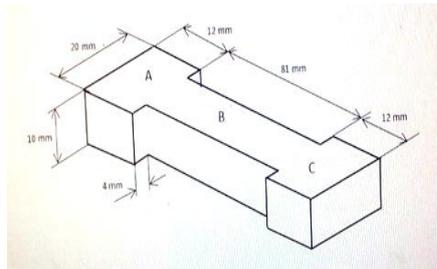
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah serat kelapa sawit, matrik yang digunakan adalah Unsaturated Polyester Resin (UPRs) Yukalac® 157 BTQN-EX. Katalis yang digunakan adalah Methyl Ethyl Ketton Peroxide (MEKPO). Katalis ini berfungsi untuk mempercepat pengerasan.

Alat-alat dan bahan yang akan digunakan dalam pembuatan komposit disiapkan seperti serat kelapa sawit, katalis, resin, dan peralatan yang menunjang lainnya dalam pembuatan spesimen. Peralatan yang digunakan dalam penelitian

ini antara lain timbangan digital yang digunakan untuk menimbang serat dan polyester. Oven ini yang akan digunakan untuk mengurangi kadar air pada serat. Cetakan komposit terbuat dari aluminium. Jangka sorong digunakan untuk mengukur panjang, lebar, dan tebalnya spesimen. Lilin berfungsi sebagai bahan perapat sambungan pada cetakan agar campuran matriks dan katalis tidak merembes atau bocor keluar cetakan yang menyebabkan gelembung (*void*) pada tiap pojok cetakan. Kikir berfungsi untuk meratakan spesimen. Gerinda tangan digunakan untuk memotong cetakan. Tang berfungsi untuk mengeluarkan spesimen dari cetakannya.

Serat sabut kelapa sawit dicuci dengan menggunakan air bersih untuk menghilangkan kotoran-kotoran yang masih menempel. Pencucian dilakukan dengan cara perendaman dan dilanjutkan penyemprotan dengan menggunakan air. Setelah itu serat dikeringkan dibawah sinar matahari hingga kadar air benar-benar habis. Dalam menentukan komposit serat matriks dan katalis yang akan digunakan dalam pembuatan komposit, maka terlebih dahulu melakukan perhitungan untuk masing-masing variasi. Cara perhitungannya adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan volume spesimen. Betuk dan ukuran spesimen adalah seperti diperlihatkan pada gambar 2.



**Gambar 2.** Dimensi specimen Komposit Serat Kelapa Sawit [10].

$$\begin{aligned} A &= p \times l \times t \\ &= 12 \times 20 \times 10 \\ &= 2400 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B &= p \times l \times t \\ &= 81 \times 10 \times 10 \\ &= 8100 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C &= p \times l \times t \\ &= 12 \times 20 \times 10 \\ &= 2400 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

Volume specimen komposit ( $V_c$ )

$$\begin{aligned} \text{Volume pada cetakan (} V_c \text{)} &= A + B + C \\ &= 2400 + 8100 + 2400 \\ &= 12900 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

- b. Menentukan kebutuhan serat, matrik, dan katalis pada fraksi volume 3% untuk satu buah spesimen.

$$\begin{aligned} \text{Volume serat} &= V_f \times V_c \\ &= 3\% \times 12900 \text{ mm}^3 \\ &= 387 \text{ mm}^3 = 0,387 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Kebutuhan massa serat ( $m_f$ ) = volume serat x massa jenis serat

Massa Jenis serat kelapa sawit [11] = 0,11291 g/cm<sup>3</sup>

$$\begin{aligned} \text{Jadi kebutuhan massa serat (} m_f \text{)} &= 0,387 \text{ cm}^3 \times 0,11291 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 0,044 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume matrik} &= V_m \times V_c \\ &= 97\% \times 12900 \text{ mm}^3 \\ &= 12513 \text{ mm}^3 = 12,513 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Massa jenis Resin [12] = 1,215 g/cm<sup>3</sup>

$$\begin{aligned} \text{Jadi kebutuhan massa matrik} &= \text{volume matrik} \times \text{mass jenis resin} \\ &= 12,513 \text{ cm}^3 \times 1,215 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 15,203 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume katalis} &= 1\% \times V_m \\ &= 1\% \times 12,513 \text{ cm}^3 \\ &= 0,125 \text{ ml} \end{aligned}$$

- c. Menentukan kebutuhan serat, matrik, dan katalis pada fraksi volume 5% untuk satu buah spesimen.

$$\begin{aligned} \text{Volume serat} &= V_f \times V_c \\ &= 5\% \times 12900 \text{ mm}^3 \\ &= 645 \text{ mm}^3 = 0,645 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi kebutuhan massa serat (} m_f \text{)} &= \text{volume serat} \times \text{massa jenis serat} \\ &= 0,645 \text{ cm}^3 \times 0,11291 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 0,0728 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume matrik} &= V_m \times V_c \\ &= 95\% \times 12900 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

$$= 12255 \text{ mm}^3 = 12,255 \text{ cm}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi kebutuhan massa matrik} &= \text{volume matrik} \times \text{mass jenis matrik} \\ &= 12,255 \text{ cm}^3 \times 1,215 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 14,889 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume katalis} &= 1\% \times V_m \\ &= 1\% \times 12,255 \text{ cm}^3 \\ &= 0,122 \text{ ml} \end{aligned}$$

- d. Menentukan kebutuhan serat, matrik, dan katalis pada fraksi volume 7% untuk satu buah specimen.

$$\begin{aligned} \text{Volume serat} &= V_f \times V_c \\ &= 7\% \times 12900 \text{ mm}^3 \\ &= 903 \text{ mm}^3 = 0,903 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi kebutuhan massa serat (mf)} &= \text{volume serat} \times \text{massa jenis serat} \\ &= 0,903 \text{ cm}^3 \times 0,11291 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 0,10196 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume matrik} &= V_m \times V_c \\ &= 93\% \times 12900 \text{ mm}^3 \\ &= 11997 \text{ mm}^3 = 11,997 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi kebutuhan massa matrik} &= \text{volume matrik} \times \text{mass jenis matrik} \\ &= 11,997 \text{ cm}^3 \times 1,215 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 14,576 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume katalis} &= 1\% \times V_m \\ &= 1\% \times 11,997 \text{ cm}^3 \\ &= 0,119 \text{ ml} \end{aligned}$$

## 2.2 Pembuatan Spesimen

Proses pembuatan spesimen diawali dengan penyiapan serat kelapa sawit. Serat kelapa sawit dicuci dengan menggunakan air bersih untuk menghilangkan kotoran-kotoran yang masih menempel. Pencucian dilakukan dengan cara perendaman dan dilanjutkan penyemprotan dengan menggunakan air. Serat kelapa sawit yang sudah dicuci bersih seperti diperlihatkan pada gambar 3 (a) kemudian dikeringkan dengan cara dijemur di bawah sinar matahari selama 2 sampai 3 hari hingga benar-benar kering seperti diperlihatkan pada gambar 3 (b).



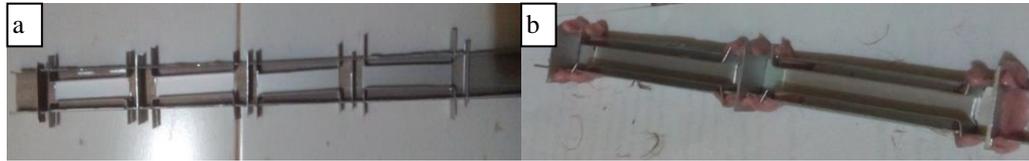
**Gambar 3.** (a) Serat Kelapa Sawit yang Sudah Dicuci bersih. (b) Serat kelapa sawit yang sudah kering.

Serat kelapa sawit yang sudah bersih dan kering selanjutnya dipotong-potong sepanjang 2 (dua) cm. Kemudian ditimbang menggunakan timbangan digital seperti diperlihatkan pada gambar 4, sesuai dengan perhitungan yang sudah dijelaskan pada perhitungan kebutuhan serat sebelumnya.



**Gambar 4.** Penimbangan serat kelapa sawit.

Selanjutnya penyiapan cetakan yang terbuat dari bahan alumunium seperti diperlihatkan pada gambar 5(a). Cetakan diberi lilin pada setiap celahnya seperti diperlihatkan pada gambar 5(b). Hal ini dimaksudkan agar semua sambungan pada cetakan tertutup rapat sehingga material spesimen nantinya tidak merembes atau bocor keluar yang berakibat bentuk spesimen tidak sesuai dengan yang dikehendaki.



**Gambar 5.** (a) Cetakan. (b) Cetakan yang sudah ditempelkan lilin.

Serat kelapa sawit disusun secara merata di dalam cetakan. Sementara resin dan katalis dicampur dalam suatu wadah lain sesuai dengan komposisi masing masing yang telah direncanakan dan diaduk hingga merata. Setelah campuran resin dan katalis ini merata, lalu dituang kedalam cetakan secara merata pada seluruh bagian cetakan seperti diperlihatkan pada gambar 6, yang kemudian dibiarkan terbuka agar mengering selama kira-kira 2 (dua) jam, kemudian masukkan ke dalam oven, dan dipanaskan selama 2 (dua) jam pada suhu 80°C.



**Gambar 6.** Resin dan katalis yang sudah dicampurkan dengan serat kelapa sawit.



**Gambar 7.** Proses Pengeringan menggunakan Sinar Matahari.

Proses pengeringan selama 2 jam di bawah matahari diperlihatkan pada gambar 7. Sedangkan proses pengeringan selama 2 jam menggunakan oven pada suhu 80°C diperlihatkan pada gambar 8. Dengan metode pengeringan seperti ini diharapkan specimen benar benar telah kering dan keras tidak hanya pada bagian luar akan tetapi juga di bagian dalamnya.



**Gambar 8.** Proses Pengeringan Menggunakan Oven.



**Gambar 9.** Spesimen yang telah kering dan keras serta siap untuk diuji.

Selanjutnya specimen dikeluarkan dari oven untuk kemudian dikeluarkan dari dalam cetakan. Pada kondisi ini specimen telah kering dan keras. Bentuk specimen yang telah kering dan keras siap untuk diuji ini diperlihatkan pada gambar 9.

### 2.3 Persiapan Sebelum Pengujian dan Prosedur Pengujian

Sebelum melakukan pengujian, terlebih dahulu harus ditentukan beban yang akan diberikan kepada spesimen. Alat uji fatik beban aksial disiapkan terlebih dahulu seperti diperlihatkan pada gambar 10.



**Gambar 10.** Mesin Uji Fatik Beban aksial

Komponen alat uji fatik beban aksial seperti diperlihatkan pada gambar 10 ini terdiri dari batang pengungkit, batang penghubung, pencekam, dudukan pencekam bawah, dan poros engkol. Siapkan pula kunci L untuk mengencangkan material pada pencekam. Panjang langkah naik turun dari pengungkit pada alat ini adalah 12mm, maka jari jari lingkaran poros engkol adalah  $12/2 = 6$  mm. Dari Referensi pembuat alat[10] diketahui bahwa torsinya  $\tau_2 = 9,82$  Nm. Maka gaya yang dihasilkan untuk menggerakkan batang penghubung adalah:

$$F = \frac{\tau_2}{R} = \frac{9,82}{0,006} = 1636,67 \text{ N}$$

Selanjutnya pastikan bahwa motor pada alat dapat bekerja dengan baik. Siapkan pelumas dan berikan pelumasan pada masing-masing poros sebelum alat uji fatik dijalankan dan juga selama mesin dijalankan (apabila diperlukan). Kemudian material komposit yang sudah berbentuk spesimen uji fatik disiapkan. Spesimen dipasang pada pencekam di posisi 1 dan dikunci erat menggunakan kunci L. Counter dicek dan dipastikan dalam keadaan atau posisi nol. Selanjutnya alat uji fatik dihidupkan dan dibiarkan hingga terjadi perubahan bentuk pada spesimen ataupun sampai spesimen putus. Bila perubahan bentuk pada spesimen telah terjadi, segera mesin dimatikan, dan angka yang tertera pada counter dicatat. Lepaskan baut dari pencekam dan ambil spesimen. Langkah ini diulangi untuk spesimen-spesimen selanjutnya.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Siklus Kegagalan Fatik Material Komposit Matriks Polimer Berpenguat Serat Kelapa Sawit untuk Kandungan 3%

Data hasil pengujian fatik komposit berpenguat serat kelapa sawit dengan matriks polimer untuk kandungan serat 3% adalah seperti diperlihatkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil Pengujian Fatik Komposit Serat Kelapa Sawit 3%

Item	Luas Penampang (m <sup>2</sup> )	Beban (N)	Stress (N/m <sup>2</sup> )	Umur Siklus
Spesimen 1	0,0997	1636	16409	8
Spesimen 2	0,0981	1636	16676	8
Spesimen 3	0,0958	1636	17077	7
Rata-rata				7,67

Tabel 1 menunjukkan Hasil pengujian fatik pada prosentase kandungan serat kelapa sawit 3% untuk spesimen 3 diperoleh umur siklus kegagalan yang paling pendek yaitu sebesar 7 siklus. Sedangkan untuk spesimen 1 dan 2 diperoleh umur siklus kegagalan yang paling panjang yaitu sebesar 8 siklus. Sehingga rata-rata siklus kegagalan fatik adalah sebesar 7,67.

### 3.2 Siklus Kegagalan Fatik Material Komposit Matriks Polimer Berpenguat Serat Kelapa Sawit untuk Kandungan 5%

Data hasil pengujian fatik komposit berpenguat serat kelapa sawit dengan matriks polimer untuk kandungan serat 5% diperlihatkan pada tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil Pengujian Fatik Komposit Serat Kelapa Sawit 5%

Item	Luas Penampang (m <sup>2</sup> )	Beban (N)	Stress (N/m <sup>2</sup> )	Umur Siklus
Spesimen 4	0,1000	1636	16360	14
Spesimen 5	0,1073	1636	15246	15
Spesimen 6	0,1033	1636	15837	15
Rata-rata				14,67

Dari Tabel 2 yang menunjukkan hasil pengujian fatik pada prosentase kandungan serat kelapa sawit 5%, untuk spesimen 4 diperoleh umur siklus kegagalan fatik yang paling pendek yaitu 14 siklus. Sedangkan untuk spesimen 5 dan 6 diperoleh umur siklus kegagalan fatik yang paling lebih panjang yaitu sebesar 15 siklus. Sehingga rata-rata siklus kegagalan fatik adalah 14,67.

### 3.3 Siklus Kegagalan Fatik Material Komposit Matriks Polimer Berpenguat Serat Kelapa Sawit untuk Kandungan 7%

Data hasil pengujian fatik komposit berpenguat serat kelapa sawit dengan matriks polimer untuk kandungan serat 7% adalah seperti diperlihatkan pada tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil Pengujian Fatik Komposit Serat Kelapa Sawit 7%

Item	Luas Penampang (m <sup>2</sup> )	Beban (N)	Stress (N/m <sup>2</sup> )	Umur Siklus
Spesimen 7	0,1051	1636	15566	18
Spesimen 8	0,1066	1636	15347	19
Spesimen 9	0,1024	1636	15976	18
Rata-rata				18,33

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa hasil pengujian fatik pada prosentase kandungan serat kelapa sawit 7% untuk spesimen 7 dan 9 diperoleh umur siklus kegagalan fatik yang paling pendek yaitu 18 siklus. Sedangkan untuk spesimen 8 diperoleh umur siklus kegagalan fatik yang lebih panjang yaitu sebesar 19 siklus.

### 3.4 Pengaruh Prosentasi Kandungan Serat Kelapa Sawit Terhadap Siklus Kegagalan Fatik Material Komposit Matriks Polimer Untuk Kandungan Serat 3%, 5%, dan 7%

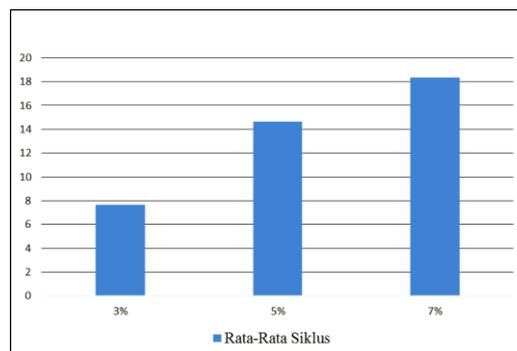
Rekapitulasi data hasil pengujian fatik komposit berpenguat serat kelapa sawit dengan matriks polimer adalah seperti diperlihatkan pada tabel 4.

**Tabel 4.** Hasil Pengujian Fatik Komposit Serat Kelapa Sawit Untuk Kandungan volume serat sebesar 3%, 5%, dan 7%

Prosentase Kandungan Serat Kelapa Sawit	Rata-Rata Luas Penampang (m <sup>2</sup> )	Rata-Rata Beban (N)	Rata-Rata Stress (N/m <sup>2</sup> )	Rata-Rata Umur Siklus
3%	0,0978	1636	16728	7,67
5%	0,1035	1636	15806	14,67
7%	0,1047	1636	15625	18,33

Tabel 4 yang menunjukkan rekapitulasi hasil pengujian Fatik beban aksial material komposit matriks resin diperkuat serat kelapa sawit, menunjukkan kecenderungan bahwa untuk prosentase kandungan serat kelapa sawit antara 3% sampai 7%, makin tinggi prosentase kandungan serat kelapa sawit maka umur Fatiknya makin tinggi. Kecenderungan ini akan Nampak jelas bila data siklus kegagalan fatik pada tabel 4 ini dibuat dalam diagram batang seperti diperlihatkan pada gambar 11. Gambar 11 yang merupakan diagram batang hasil pengujian fatik pada spesimen yang diuji. Pada prosentase kandungan serat kelapa sawit 3% diperoleh siklus kegagalan rata-rata yang paling kecil

yaitu 7,66 siklus. Sedangkan untuk prosentase kandungan serat kelapa sawit 7% diperoleh siklus kegagalan yang paling besar yaitu sebesar 18,33 siklus.



**Gambar 11.** Grafik hubungan antara rata-rata siklus dengan fraksi volume serat

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil dan analisa pengujian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa: komposit dengan penguat serat kelapa sawit dan matriks polimer dengan prosentase kandungan serat kelapa sawit 3% diperoleh tingkat siklus kegagalan rata rata sebesar 7,67 siklus dengan siklus tertinggi pada spesimen 1 dan 2 yaitu 8 siklus. Pada prosentase kandungan serat kelapa sawit 5% diperoleh tingkat siklus kegagalan rata-rata sebesar 14,67 siklus dimana yang paling tinggi pada spesimen 5 dan 6 yaitu 15 siklus. Pada prosentase kandungan serat kelapa sawit 7% diperoleh tingkat siklus kegagalan rata-rata sebesar 18,33 siklus. Dengan siklus tertinggi pada spesimen 8 yaitu 19 siklus. Kesimpulan lain adalah Siklus kegagalan fatik pada spesimen ini terbilang sangat pendek, tidak sampai 20, mengingat beban yang diberikan pada spesimen sangat tinggi yaitu sebesar 1636 N dikarenakan memang keterbatasan alat. Tapi setidaknya dari penelitian ini dapat ditarik kesimpulan bahwa untuk kandungan volume serat kelapa sawit sampai 7% adalah kondisi yang optimum untuk mendapatkan kekuatan fatik yang tinggi yang ditandai dengan siklus kegagalan rata-rata yang paling panjang diantara spesimen lainnya. Siklus kegagalan yang lebih panjang akan didapatkan bila beban yang diberikan pada spesimen diperkecil, hingga akhirnya bisa dipastikan ada atau tidaknya *endurance limit* pada material ini dimana beban yang diberikan pada benda akan menghasilkan siklus Fatik tak berhingga.

#### Daftar Pustaka

- [1] Direktorat Jenderal Perkebunan. (2014). Termuat di: (<http://ditjenbun.pertanian.go.id/berita-362-pertumbuhan-areal-kelapa-sawit-meningkat.html>), dikutip pada tanggal 28 Maret 2016 jam 10.30 WIB).
- [2] Hartanto, Ludi. 2009. Study Perlakuan Alkali Dan Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Bending, Tarik, Dan Impak Komposit Berpenguat Serat Rami Bermatrik Polyester Bqtn 157. Tugas Akhir Sarjana Teknik. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Solo.
- [3] Ramatawa, (2008). Termuat di: (<https://ramatawa.wordpress.com/2008/11/23/komposit-part-definisiklasifikasiaplikasi/>), dikutip pada tanggal 01 April 2016 jam 14.00 WIB).
- [4] Dieter, George E., (1992). Metalurgi Mekanik, Jilid 1, edisi ketiga, alih bahasa oleh Sriati Djafrie. Erlangga. Jakarta.
- [5] Sudarsono, (2013). Optimasi Rancangan Kincir Angin Modifikasi Standar NACA 4415 Menggunakan Serat Rami (Boehmeria Nivea) dengan Core Kayu Sengon Laut (Albizia Falcata) Yang Berkelanjutan, Disertasi, Universitas Diponegoro, Semarang.
- [6] Jamasri, Diharjo K., dan Gunesti W.H, 2008, Rekayasa dan Manufaktur Komposit Sandwich Berpenguat Limbah Serat Buah Sawit Dengan Core Limbah Kayu Sawit Untuk Komponen Gerbong Kereta Api, RUT XII, KMNRT, Jakarta.
- [7] Bismarck, A., Mishra, S., & Lampke, T. (2005). Plant fibres as reinforcement for green composites. In A. K. Mohanty, M. Misra, & L. T. Drzal (Eds.), *Natural Fibres, Biopolymers, and Biocomposites* (pp. 37–108). Boca Raton: CRC Press.
- [8] Gay, D. (2015). *Composite Materials Design and Applications* (third edition). Boca Raton: CRC Press.
- [9] Nurdin A, Hastuti Sri, Henanto PD, & Rino H. (2019), Pengaruh Alkali dan Fraksi volume terhadap Sifat Mekanik Komposit Serat Akar Wangi-Epoxy. Rotasi, Vol 21 N0 1, pp. 30-35.
- [10] Saragih, TB, (2014), Perancangan Modifikasi Alat Uji Fatik, Laporan Tugas Akhir, Universitas Batam, Batam.
- [11] Muhamad Fitri (2019) The Effect of Chemical Treatment, Fibre length, Fibre content, and injection moulding parameters to UV irradiation Resistance of Oil Palm Fibre Reinforced Composites, PhD Thesis, Faculty of Mechanical Engineering and Manufacturing, University Tun Hussein Onn Malaysia.
- [12] Savetlana dan Adriyanto A. Sifat-sifat Mekanik Komposit Serat TKKS-poliester, Jurnal Mechanical, Universitas Lampung, Volume 3 No. 1. pp45-50.