

ANALISIS STATISTIK KEKUATAN TARIK BAHAN KOMPOSIT SERAT RAMI-EPOKSI YANG MENGGUNAKAN ALKALISASI

Rahman Daud Tuasalamony¹⁾

Abstrak: Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh fraksi volume dan waktu alkalisasi terhadap kekuatan tarik dan tekan bahan komposit serat rami-epoksi yang menggunakan alkalisasi. Data dianalisis dengan statistik yaitu regresi dan anova. Perolehan data awal penelitian melalui proses pengujian tarik dan tekan yang dilakukan pada mesin uji tarik atau tekan tipe universal. Specimen pengujian tarik disesuaikan dengan standar ASTM D 3039-D3039M. Adapun specimen uji tekan disesuaikan dengan standar ASTM D 695. Komposit dibagi dalam 3 fraksi volume 20%, 30% dan 40%, sedangkan waktu alkalisasi dibagi dalam empat bagian yaitu 0 jam atau tanpa alkalisasi, 2 jam, 4 jam dan 6 jam. Hasil penelitian menunjukkan nilai kekuatan tarik maksimum tertinggi berada pada komposit dengan fraksi volume 40% dan waktu alkalisasi 2 jam dengan nilai tegangan tarik $\sigma_{max} = 32,27$ N/mm². Sedangkan nilai tegangan tarik maksimum terendah berada pada posisi komposit dengan fraksi volume 20% tanpa alkalisasi (0 jam) dengan nilai tegangan tarik $\sigma_{max} = 28,27$ N/mm². Dengan analisis statistik menunjukkan bahwa ada hubungan dan pengaruh yang baik antara variabel input X (waktu alkalisasi dan fraksi volume) terhadap variabel output Y (kekuatan tarik).

Kata kunci: Komposit, rami, kekuatan tarik.

I. PENDAHULUAN

Komposit serat alam di bidang rekayasa, sangat besar pemanfaatannya sebagai bahan pengganti logam maupun pengganti bahan alternatif komposit sintetis. Keunggulannya: tahan korosi, ringan, mudah proses pembuatannya, dan murah harganya. Pembebanan langsung yang sering terjadi pada suatu bahan adalah pembebanan tarik dan tekan. Fungsi komposit terhadap reaksi beban tarik dan tekan sangat tergantung pada sifat kekakuan dan kekuatan komposit. Fungsi utama serat pada komposit adalah sebagai penguat atau penerima beban utama dan sangat kuat dan kaku bila dibebani searah serat. Alkalisasi adalah salah satu metode modifikasi serat alam untuk meningkatkan kompatibilitas matriks-serat.

Penelitian ini difokuskan pada analisis kekuatan tarik dan kekuatan tekan pada bahan komposit serat rami-epoksi yang menggunakan alkalisasi dan tanpa alkalisasi. Metode analisis yang digunakan dalam menganalisis hasil penelitian ini menggunakan metode analisis statistik (regresi dan anova).

¹⁾ Staf Pengajar Akademi Teknik Biak

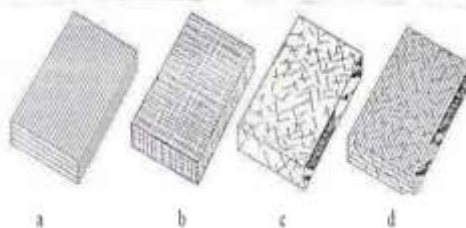
II. TINJAUAN PUSTAKA

Composite berasal dari kata kerja *“to compose”* yang berarti menyusun atau menggabung. Jadi secara sederhana bahan komposit berarti bahan gabungan dari dua atau lebih bahan yang berlainan. Komposit mempunyai sifat tidak homogen dan anisotropik sehingga bahan tersebut hanya kuat dan kaku pada arah tertentu dan lemah dalam arah-arahan yang tidak dikehendaki.

Definisi komposit menurut tahapannya, antara lain: a. Tingkat dasar, pada molekul tunggal dan kisi kristal, bila material yang disusun dari dua atom atau lebih disebut komposit (contoh senyawa, paduan/ally, polymer dan keramik). b. Mikrostruktur pada kristal, phase dan senyawa, bila material disusun dari dua phase atau senyawa yang disebut komposit (contoh paduan Fe dan C). c. Makrostruktur: material yang disusun dari campuran dua atau lebih penyusun makro yang berbeda dalam bentuk dan/atau komposisi dan tidak larut satu dengan yang lain disebut material komposit (definisi secara makro ini yang biasa dipakai)

Secara umum material komposit didefinisikan sebagai campuran makroskopik antara serat dan matriks. Serat berfungsi memperkuat matriks karena umumnya serat jauh lebih kuat dari matriks. Matriks berfungsi melindungi serat dari efek lingkungan dan kerusakan akibat benturan (*impact*). Dua istilah penting dalam komposit adalah lamina dan laminate. Lamina merujuk pada satu lembar komposit dengan arah serat tertentu, sedangkan laminate adalah gabungan beberapa lamina.

Susunan serat komposit (lamina) dapat dilihat dalam beberapa bentuk antara lain, yaitu: 1. Continuous fiber laminate, adalah lamina yang mempunyai penyusun dengan serat yang tidak terputus hingga mencapai ujung-ujung lamina. Continuous fiber laminate terdiri dari: a. unidirectional laminate (satu arah), yaitu bentuk laminate dengan tiap lamina mempunyai arah serat yang sama. Kekuatan terbesar dari komposit lamina ini adalah searah seratnya. b. Crossplied quasi-isotropic (silang), lamina ini mempunyai susunan serat yang saling silang tegak lurus satu sama lain antara lamina. c. Random/woven fiber composite, lamina ini mempunyai susunan serat yang tidak beraturan satu sama lain. 2. Discontinuous fiber composite, berbeda dengan jenis sebelumnya maka laminate ini pada masing-masing lamina terdiri dari potongan serat pendek yang terputus dan mempunyai dua jenis yaitu a. Short Aligned Fiber, potongan serat tersusun dalam arah tertentu, sesuai dengan keperluan setiap lamina. b. In-Plane Random Fiber, potongan serat disebarakan secara acak atau arahny tidak teratur.



Gambar 1. Jenis komposit lamina

Keterangan gambar:

- a. Komposit serat kontinu
- b. Komposit serat anyam
- c. Komposit serat acak
- d. Komposit serat *hybrid*

Komponen utama komposit terdiri dari dua bahan, yaitu serat dan matriks. Serat berfungsi sebagai penguat dan matriks berfungsi sebagai pengikat. Dari beberapa jenis serat alam yang di gunakan sebagai penguat bahan komposit, serat rami (*boehmeria nivea*) yang dianggap paling baik karena mempunyai kadar selulosa yang cukup tinggi yaitu 80-85%. Beberapa tahun terakhir ini, Prof Dr Tresna P Soemardi salah satu ahli komposit di Universitas Indonesia mulai mengolah komposit dari serat alam, khususnya serat rami untuk berbagai produk, diantaranya menjadi rompi anti peluru, kaki palsu dan tabung gas. bentuk pohon dan serat rami dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2. pohon dan serat rami

Thermosetting merupakan bahan plastik yang telah mengalami reaksi kimia oleh reaksi panas atau katalis. Plastik ini tidak dapat dicairkan kembali dan diproses kembali. Jika dipanasi pada suhu tinggi akan terurai dan rusak, plastik termoset ini salah satunya adalah epoksi. Epoksi resin merupakan resin fenol yang umumnya diproduksi oleh reaksi fenol dan formaldehid dengan cara polimerisasi kondensasi dengan air menjadi produk. Jenis ini banyak digunakan karena murah dan sifat mekaniknya yang baik. Sifat-sifat mekaniknya antara lain kekuatan tarik antara 35-90 MPa dan modulus young 2,1- 6,0. juga mempunyai sifat adhesi yang kuat terhadap bahan lain, ketahanan kimia dan lingkungan yang baik, sifat-sifat kimia yang baik dan isolator listrik yang baik.

Keuntungan plastik termoset ini dalam aplikasi perencanaan teknik adalah kekakuan tinggi, kestabilan suhu tinggi, kestabilan dimensi tinggi, resistensi terhadap mulur dan deformasi di bawah pembebanan, ringan, dan sifat isolasi termal dan listrik yang tinggi.

Salah satu faktor yang sangat penting dalam menentukan karakteristik material komposit adalah kandungan/prosentase antara matriks dan serat. Sebelum melakukan proses pencetakan komposit, terlebih dahulu dilakukan penghitungan mengenai volume

komposit (V_c), volume serat (V_s), massa serat (m_s) sebelum komposit dicetak. Volume Komposit (V_c) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$V_c = P.L.T \quad \dots\dots\dots (1)$$

Volume Serat (V_s) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$V_s = \frac{f_{v_s} \times V_c}{100\%} \quad \dots\dots\dots(2)$$

Massa Serat (m_s) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$m_s = \rho_s \cdot V_s \quad \dots\dots\dots(3)$$

di mana:

V_c : Volume komposit (m^3)

P: Panjang komposit (m)

L: Lebar komposit (m)

T : Tinggi komposit (m)

V_s : Volume serat (m^3)

f_{v_c} : Fraksi volume serat (%)

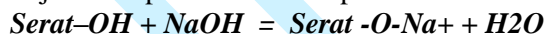
m_s : Massa serat (kg)

ρ_s : Massa jenis serat (kg/m^3)

V_s : Volume serat (m^3)

Untuk memperoleh ikatan yang baik antara matriks dan serat dilakukan modifikasi permukaan serat yang bertujuan untuk meningkatkan kompatibilitas antara serat alam dengan matriks. Serat alam yang hidrofil, tidak kompatibel dengan matriks termoset yang sifatnya hidrofob. Proses modifikasi serat alam menjadi hidrofob dapat dilakukan dengan menghilangkan komponen hidrofil (hemiselulosa, lignin dan pektin), sehingga serat akan lebih kompatibel dengan resin. Salah satu di antaranya adalah Metode Alkalisasi.

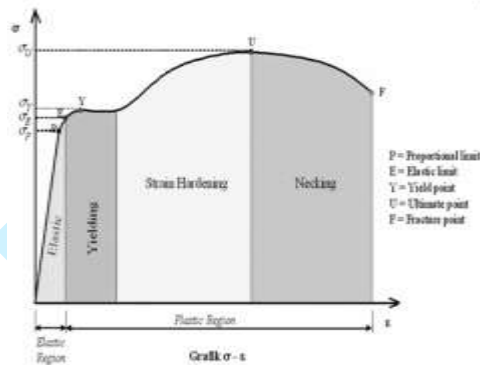
Alkalisasi pada serat alam adalah suatu metode yang digunakan untuk menghasilkan serat berkualitas tinggi. Alkalisasi pada serat merupakan metode perendaman serat ke dalam basa alkali. Reaksi berikut menggambarkan proses yang terjadi saat perlakuan alkali pada serat:



Proses Alkalisasi dapat menghilangkan komponen penyusun serat yang kurang efektif dalam menentukan kekuatan antar muka yaitu hemiselulosa, lignin atau pektin. Dengan berkurangnya hemiselulosa, lignin atau pektin, *wetability* serat oleh matriks akan semakin baik, sehingga kekuatan *antarmuka* pun akan meningkat. Selain itu, pengurangan hemiselulosa, lignin atau pektin, akan meningkatkan kekasaran permukaan yang menghasilkan *mechanical interlocking* yang lebih baik. Namun jika hemiselulosa, lignin dan pektin hilang sama sekali maka kekuatan serat alam akan menurun. Hal ini terjadi karena kumpulan *microfibril* penyusun serat yang disatukan oleh lignin dan pektin akan terpisah, sehingga serat hanya berupa serat-serat halus (diameter kecil) yang terpisah satu sama lain.

Proses Alkalisasi dapat dilakukan dengan cara *merserisasi* dan *deguming*. Persamaan dari kedua proses adalah sama-sama menggunakan larutan NaOH dan direndam pada waktu yang sama sedangkan perbedaannya adalah pada proses *deguming* diperlukan temperature tinggi yaitu $\pm 98^{\circ}\text{C}$ (mendidih air) sementara pada proses *merserisasi* tidak, cukup pada temperatur kamar.

Uji Tarik adalah salah satu uji stress-strain mekanik yang bertujuan untuk mengetahui tegangan, regangan dan modulus elastisitas bahan dengan cara menarik spesimen sampai putus. Kekuatan tarik diartikan sebagai kekuatan tertinggi material dalam menahan pembebanan yang diberikan sampai material tersebut putus. Dalam pengujian tarik kita mengenal beberapa titik yang dialami material sampai material tersebut putus. Titik-titik ini menentukan batas-batas dari tegangan yang diperoleh dari material tersebut. Batas-batas ini antara lain adalah batas proporsional, batas yielding, batas tegangan ultimate dan batas dimana material mulai putus. Batas-batas inilah yang akan digunakan untuk mengetahui sifat-sifat yang dimiliki oleh suatu logam atau suatu bahan. (lihat gambar berikut):



Gambar 3. Kurva tegangan-regangan

Keterangan:

E=Titik elastisitas yaitu kondisi bahan sedemikian sehingga apabila beban dihilangkan, maka panjang specimen akan kembali ke posisi semula.

P=Titik Proporsional yaitu daerah dimana berlakunya Hukum Hooke.

Y=Titik Yield, yaitu titik dimana mulur mulai terjadi deformasi plastis, perpanjangan dan pengecilan luas penampang.

U=Titik ultimate, merupakan titik dimana terjadi tegangan maksimum yang terjadi pada bahan yang ditarik (tegangan tarik maksimum).

F=Titik Break, dimana bahan akan putus apabila terus dibebani.

Hubungan antara tegangan dan regangan pada beban tarik ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad \dots\dots\dots (4)$$

di mana:

F = beban (N)

A = luas penampang (mm^2)

σ = tegangan (N/mm^2)

Besarnya regangan adalah jumlah pertambahan panjang karena pembebanan dibandingkan dengan daerah ukur (*gage length*), yang dapat dihitung dengan persamaan:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \quad \dots\dots\dots (5)$$

di mana:

ε = Regangan (mm/mm)

ΔL = pertambahan panjang (mm)

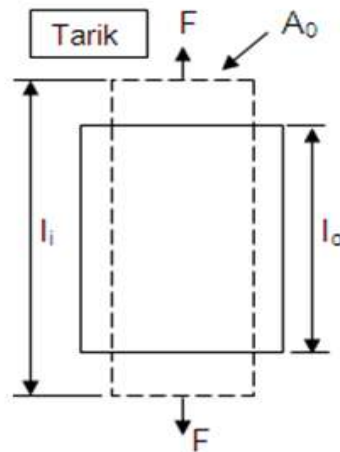
l_0 = panjang daerah ukur (mm)

Besarnya nilai modulus elastisitas komposit merupakan perbandingan antara tegangan dan regangan pada daerah proporsional dapat dihitung dengan persamaan:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad \dots\dots\dots (6)$$

di mana:

E = modulus elastisitas (N/mm^2)



Gambar 4. Ilustrasi uji tarik

Metode statistik merupakan suatu metode analisis untuk melihat kecenderungan hubungan maupun pengaruh antara variabel bebas (x) dan variabel terikat (y)

Regresi berganda merupakan perluasan dari metode regresi sederhana dan penggunaannya bertujuan untuk mencari hubungan antara variabel dependen Y dengan dua atau lebih variabel independen (X_1, X_2, \dots, X_n)

Untuk garis linier terhadap rata-rata Y terhadap beberapa X_1, X_2, X_n) dari populasi dijabarkan dalam persamaan garis linier regresi berganda:

$$\mu Y/X_1, X_2, \dots, X_n = A + B_1 X_1 + B_2 X_2 + \dots + B_n X_n \dots (7)$$

dan penduga garis regresi rata-rata Y terhadap beberapa X variabel bebas, dapat diduga dengan garis regresi sampel seperti dalam persamaan sebagai berikut

$$\hat{y} = a + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_n x_n \dots (8)$$

Untuk mencari nilai a, b_1 dan b_2 dalam linier regresi berganda untuk dua variabel independen X_1 dan X_2 dapat digunakan kuadrat minimum (*by least squares*). Setiap observasi dari beberapa variabel selalu mengandung random error atau selisih antara nilai observasi dengan nilai penduganya. Atau dengan kata lain dengan model kuadrat minimum, diduga nilai a, b_1 dan b_2 dengan meminimumkan nilai

$$SSE = \sum_{i=1}^n e^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y})^2 \dots (9)$$

Lalu kita substitusikan nilai ke persamaan di atas, menjadi:

$$SSE = \sum_{i=1}^n (y_i - a - b_1 x_{i1} - b_2 x_{i2})^2 \dots (10)$$

Pada keadaan ekstrim, dimana kondisi minimum adalah salah satu keadaannya turunan pertama dari SSE berturut-turut terhadap a, b_1 dan b_2 bernilai nol, sehingga diperoleh tiga persamaan berikut:

$$\sum_{i=1}^n y_i = na + b_1 \sum_{i=1}^n x_{i1} + b_2 \sum_{i=1}^n x_{i2} \dots (11)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{i1} y_i = a \sum_{i=1}^n x_{i1} + b_1 \sum_{i=1}^n x_{i1}^2 + b_2 \sum_{i=1}^n x_{i1} x_{i2} \dots (12)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{i2} y_i = a \sum_{i=1}^n x_{i2} + b_1 \sum_{i=1}^n x_{i1} x_{i2} + b_2 \sum_{i=1}^n x_{i2}^2 \dots (13)$$

Dari ketiga persamaan tersebut di atas, dapat ditentukan nilai b_1 dan b_2 . Sedangkan untuk nilai a dapat ditentukan dengan persamaan

$$a = y - b_1 x - b_2 x \dots (14)$$

Analisis Varian (analysis of variance, anova) adalah sebuah teknik yang dipakai untuk membandingkan dua atau lebih parameter populasi. Teknik ini sering dipakai untuk penelitian terutama pada rancangan penelitian eksperimental.

Pada rancangan percobaan dengan menggunakan anova dua jalan, setiap kategori mempunyai banyak blok yang sama, sehingga jika banyak kolom = k dan banyak baris = r, maka banyaknya data adalah $N = r \times k$. Efek interaksi diperoleh setelah setiap kolom (perlakuan) dan blok (baris diulang). Interaksinya dinyatakan sebagai perkalian Baris dan Kolom (BK).

Analisis varian dua jalan (two way analysis of variance) menguji signifikansi lebih dari satu macam klasifikasi (klasifikasi ganda). Pengujian banyak kelompok yang melibatkan klasifikasi ganda akan menjanjikan perolehan informasi yang lebih banyak dan lebih teliti. Dalam analisis varian dua jalan, penghitungan-penghitungan statistik dilakukan baik berdasarkan kolom maupun baris. Keduanya sama-sama

dilakukan, karena ada lebih dari satu efek. Dengan demikian, diperoleh penghitungan-penghitungan $\sum x, \sum x^2, \bar{x}$ untuk kolom sebagai faktor A dan baris sebagai faktor B. Dalam analisis anova dua jalan, jumlah kuadrat total dibedakan ke dalam dua besar komponen

$$JK_{tot} = JK_{ant} + JK_{dal} \dots\dots\dots(15)$$

Jumlah kuadrat antar kelompok dibedakan ke dalam tiga komponen, yaitu jumlah kuadrat tiap-tiap variabel ditambah dengan kuadrat interaksi kedua variabel tersebut,

$$JK_{ant} = JK_A + JK_B + JK_{AB} \dots\dots(16)$$

$$JKT = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^k \sum_{m=1}^n x_{ijm}^2 - \frac{T_{***}^2}{rkn} \dots(17)$$

$$JKB = \frac{\sum_{i=1}^r T_{i**}^2}{kn} - \frac{T_{***}^2}{rkn} \dots\dots\dots(18)$$

$$JKK = \frac{\sum_{j=1}^k T_{*j*}^2}{r} - \frac{T_{***}^2}{rkn} \dots\dots\dots(19)$$

$$JK[BK] = \frac{\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^k T_{ij*}^2}{n} - \frac{\sum_{i=1}^r T_{i**}^2}{kn} - \frac{\sum_{j=1}^k T_{*j*}^2}{rn} + \frac{T_{***}^2}{rkn} \dots(20)$$

dimana:

r : banyaknya baris ($i = 1, 2, 3, \dots, r$)

k : banyaknya kolom ($j = 1, 2, 3, \dots, k$)

n : banyaknya pengulangan ($m = 1, 2, 3, \dots, n$)

X_{ijm} : baris ke- i , kolom ke- j dan pengulangan ke- m

T_{i**} : Total baris ke- i

T_{*j*} : Total kolom ke- j

T_{ij*} : Total sel di baris ke- i dan kolom ke- j

T_{***} : Total keseluruhan pengamatan

III. METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Desa Mananti, Kecamatan Bulupoddo, Kabupaten Sinjai Provinsi Sulawesi Selatan adalah lokasi pengambilan serat rami kasar (*cina gress*), waktu pengambilan akhir bulan april 2010, proses pelaksanaan alkalisasi dilakukan awal bulan mei 2010. Tempat pembuatan specimen komposit, sekaligus sebagai tempat melakukan pengujian tarik dan tekan di Laboratorium Metalurgi Fisik Universitas Hasanuddin Makassar (UNHAS Makassar). Pembuatan komposit terdiri dari beberapa proses, antara lain: proses alkalisasi, proses penganyaman serat rami, dan proses pembuatan komposit.

Bahan-bahan penelitian:

- Larutan NaOH-5%
- Air bersih
- Serat Rami
- Matriks Epoksi
- Katalis
- Lem kaca (silicone glass)
- Lembaran Kaca (2mm)

Peralatan penelitian:

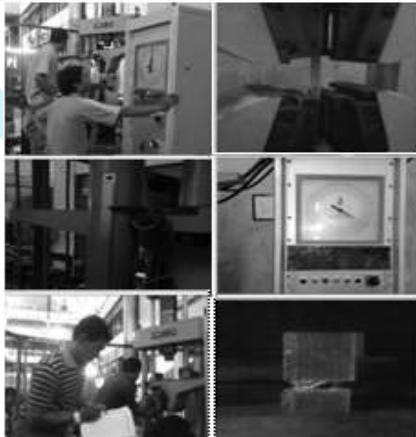
- Timbangan
- Sarung tangan
- Masker hidung
- Alat pengaduk
- Gelas ukur
- Pipet
- Jangka sorong
- Mistar

Peralatan pengujian:

Mesin Uji tarik dan tekan type Universal

Prosedur pengujian tarik dan tekan

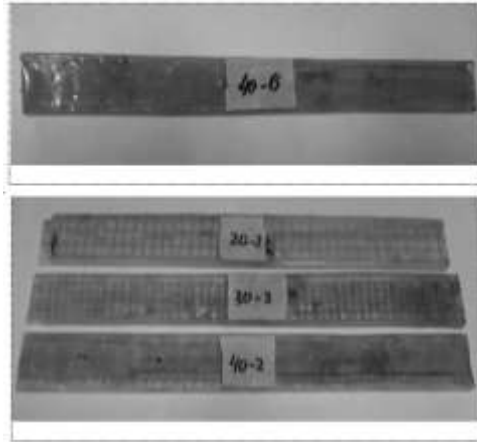
- Mesin dihidupkan dan diset ke titik nol
- Spesimen dipasang pada pencekam selanjutnya pencekam dikunci.
- Mengatur kecepatan aliran oli.
- Mencatat nilai beban yang terjadi pada spesimen setiap langkahnya atau setiap perpanjangannya, hingga spesimen itu putus atau hancur.
- Pada pengujian ini (tarik dan tekan) pencatatan kenaikan nilai beban disesuaikan dengan kenaikan perpanjangan diameter material.
- Mengeluarkan spesimen yang telah putus atau hancur dan mematikan mesin uji.
- Mengulangi prosedur a–f untuk spesimen yang lain.



Gambar 5. Proses pengujian tarik

Pengambilan data:

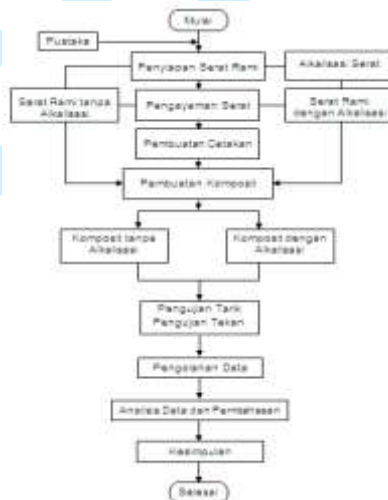
Data uji tarik di ambil berdasarkan hasil pengujian yang dilaksanakan. Data yang di ambil adalah nilai beban tarik maksimum dan nilai perubahan panjang. Untuk uji tarik ukuran specimen di dasarkan atas standart ASTM D3039-D3039M dengan ukuran (250x25x5)mm.



Gambar 6. Bentuk spesimen uji tarik

Setelah data sudah di peroleh, pada pengujian tarik, maka akan di lakukan pengolahan data antara lain dengan menggunakan perhitungan, dan analisis. Metode analisis dengan menggunakan metode analisis statistic (Regresi dan ANOVA). Regresi untuk melihat seberapa besar hubungan variable X dan Y, sedangkan ANOVA untuk melihat pengaruh variable X terhadap variable Y.

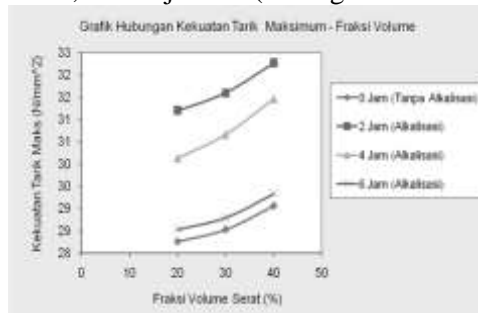
Untuk lebih jelas prosedur pelaksanaan penelitian ini, dapat dilihat pada diagram alir berikut.



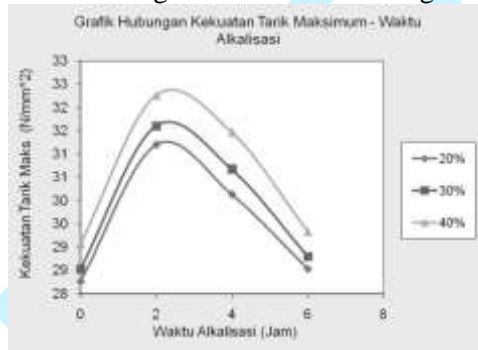
Gambar 7. Diagram alir penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengujian dan perhitungan, hubungan kekuatan tarik dengan fraksi volume dan waktu alkalisasi, menunjukkan (lihat grafik berikut):



Gambar 8. Grafik hubungan kekuatan tarik dengan fraksi volume

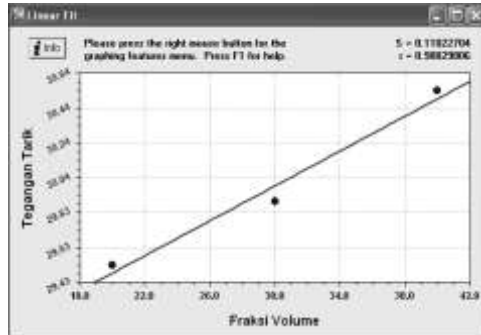


Gambar 9. Grafik hubungan kekuatan tarik dengan waktu alkalisasi

Tabel 1. Hasil perhitungan uji tarik lengkap

Alkalisasi (jam)	Fraksi (%)	σ_{max} (N/mm ²)	Regangan Max	Modulus Elastisitas (N/mm ²)
0	20	28.27	0.0400	706.67
	30	28.53	0.0400	713.33
	40	29.07	0.0400	605.56
2	20	31.20	0.0400	780.00
	30	31.60	0.0400	656.33
	40	32.27	0.0400	672.22
4	20	30.13	0.0400	753.33
	30	30.67	0.0400	766.67
	40	31.47	0.0400	786.67
6	20	28.53	0.0400	713.33
	30	28.80	0.0400	720
	40	29.33	0.0400	733.33

Hasil regresi uji tarik (tegangan tarik vs fraksi volume), dengan model regresi $y=a+bx$. dengan perangkat CurveExpert” menunjukkan:



Gambar 10. Grafik regresi uji tarik (tegangan tarik vs fraksi volume)

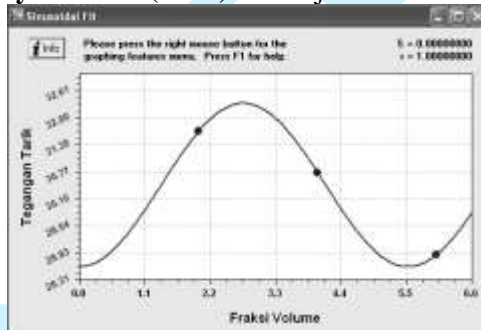
Dan hasil regresi yang di peroleh:

Linear Fit: $y=a+bx$

Standar Deviasi $S = 0.1102270$

Koefisien Korelasi $r = 0.9882981$

Untuk perbandingan tegangan tarik dan waktu alkalisasi menggunakan model regresi **Sinusoidal Fit: $y=a+b*\cos(cx+d)$** menunjukkan:



Gambar 11. Grafik regresi uji tarik (tegangan tarik dan waktu alkalisasi)

Hasil regresinya adalah:

Sinusoidal Fit: $y=a+b*\cos(cx+d)$

Standard deviasi $s = 0.0000000$

Koefisien Korelasi $r = 1,0000000$

Hasil Analysis of Varian (ANOVA) menunjukkan (lihat tabel di bawah ini):

Tabel 2. Hasil ANOVA Uji Tarik

F_{hitung}	F_{tabel}	α (%)	db numer	db denumer
0.033	2.758078	5	3	60
0.001	3.150411	5	2	60
0.318	2.254053	5	6	60

Pembahasan

1. Pengaruh Fraksi Volume Dan Waktu Alkalisasi Terhadap Kekuatan Tarik Bahan Komposit Serat Rami-Epoksi

Pada gambar 8 (hubungan kekuatan tarik dengan fraksi volume) menunjukkan bahwa kenaikan tegangan dan regangan tarik seiring bertambahnya kenaikan fraksi volume, sedangkan nilai regangan maksimal rata-rata pada kekuatan tarik adalah 0,04 dan nilai tegangan tarik maksimum tertinggi berada pada posisi komposit dengan fraksi volume 40% dan waktu alkalisasi 2 jam yaitu dengan nilai tegangan tarik maksimum 32,27 N/mm² dengan nilai modulus elastic 672,22 N/mm². Dan nilai tegangan yang paling rendah berada pada komposit dengan fraksi volume 20% tanpa alkalisasi (0 jam) dengan nilai tegangan sebesar 28,27 N/mm² dengan nilai modulus elastic 706,67 N/mm².

Peningkatan kekuatan tarik seiring dengan penambahan persentase serat (fraksi volume) di sebabkan karena gaya tarik yang diterima oleh komposit sebagian besar akan diserap oleh serat. Sehingga makin bertambah fraksi volume serat pada komposit maka makin bertambah pula kekuatannya.

Gambar 9 menunjukkan hubungan perbandingan tegangan tarik dan waktu alkalisasi menunjukkan kenaikan kekuatan tarik di mulai dari komposit tanpa alkalisasi dan mencapai puncak tegangan maksimum tertinggi pada komposit dengan waktu alkalisasi 2 jam dan kembali menurun hingga waktu alkalisasi 6 jam dan mendekati nilai kekuatan tarik tanpa alkalisasi (0 jam). Dengan perbedaan nilai kekuatan tarik tanpa alkalisasi (0 jam) dengan fraksi 20 % sebesar 28,27 N/mm². dengan nilai modulus elastic 706,67 N/mm². Sedangkan komposit dengan fraksi volume 20% dengan waktu alkalisasi 6 jam dengan nilai kekuatan tarik maksimum 28,53 N/mm² dengan nilai modulus elastic 713,33 N/mm². Jadi selisih nilainya hanya sebesar 0,26 N/mm² atau sekitar 0,92%. Hal ini menunjukkan bahwa proses alkalisasi mempengaruhi kekuatan tarik bahan komposit, tetapi mempunyai batas waktu alkalisasi tertentu.

Hal ini dapat dibuktikan dengan teori bahwa proses alkalisasi menghilangkan komponen penyusun serat yang kurang efektif dalam menentukan kekuatan antar muka yaitu hemiselulosa, lignin atau pektin. Dengan berkurangnya hemiselulosa, lignin atau pektin, maka *wetability* serat oleh matriks akan semakin baik, sehingga kekuatan *antarmuka* pun akan meningkat. Namun jika hemiselulosa, lignin dan pektin hilang sama sekali maka kekuatan serat alam akan menurun. Hal ini terjadi karena kumpulan *microfibril* penyusun serat yang disatukan oleh lignin dan pektin akan terpisah, sehingga serat hanya berupa serat-serat halus (diameter kecil) yang terpisah satu sama lain.

Sedangkan analisis secara statistic dengan menggunakan model regresi *singlevarian* varian (*linear fit* dan *sinusoidal fit*) lihat gambar 10 dan 11 menunjukkan adanya hubungan yang baik dari variable bebas X (fraksi volume dan waktu alkalisasi) terhadap variabel terikat y (kekuatan tarik). Hal itu dapat di buktikan dengan melihat nilai korelasi (r) dan standar deviasi (s)

Pada hasil analisis Anova (lihat tabel 2), menunjukkan bahwa nilai rata-rata f_{Hitung} lebih kecil jika dibandingkan dengan nilai rata-rata f_{Tabel} yang berarti nilai f_{Hitung} berada dalam daerah f_{Tabel} . Hal ini dapat menjadi indikasi bahwa kedua variabel input bebas X (fraksi volume dan waktu alkalisasi) serta interaksinya, berpengaruh terhadap variabel output terikat Y (tegangan tarik).

2. Perbedaan Kekuatan Tarik Bahan Komposit Serat Rami-Epoksi, Tanpa Dan Dengan Menggunakan Alkalisasi.

Dari hasil pengujian dan perhitungan di dapat perbedaan nilai kekuatan tarik untuk komposit yang menggunakan alkalisasi (2, 4, 6) jam dan tanpa alkalisasi (0 jam) adalah sebagai berikut:

Untuk komposit dengan fraksi volume 20% alkalisasi (2 jam:0 jam) perbedaan nilai kekuatan tariknya sebesar $2,93 \text{ N/mm}^2$ atau 10,36%, dan untuk fraksi volume 30% alkalisasi (2 jam: 0 jam) perbedaan nilai kekuatan tariknya sebesar $3,07 \text{ N/mm}^2$ atau 10,76 sedangkan pada fraksi volume 40% alkalisasi (2 jam: 0 jam) perbedaan nilai kekuatan tariknya adalah sebesar $3,2 \text{ N/mm}^2$ atau 11,01%. Sedangkan untuk fraksi volume 20% alkalisasi (4 jam: 0 jam) selisih kekuatan tariknya sebesar $1,86 \text{ N/mm}^2$ atau 6,58% dan fraksi volume 30% alkalisasi (4 jam: 0 jam) selisih kekuatan tariknya sebesar $2,14 \text{ N/mm}^2$ atau 7,5% sedangkan untuk fraksi volume 40% alkalisasi (4 jam: 0 jam) selisih kekuatan tariknya sebesar $2,4 \text{ N/mm}^2$ atau 8,26%. Sedangkan untuk fraksi volume 20% (6 jam: 0 jam) selisih kekuatan tariknya sebesar $0,26 \text{ N/mm}^2$ atau 0,92% dan fraksi volume 30% alkalisasi (6 jam: 0 jam) selisih kekuatan tariknya sebesar $0,27 \text{ N/mm}^2$ atau 0,95% sedangkan untuk fraksi volume 40% alkalisasi (6 jam: 0 jam) selisih kekuatan tariknya sebesar $0,26 \text{ N/mm}^2$ atau 0,89%. Secara keseluruhan selisih perbedaan kekuatan tarik antara komposit yang menggunakan alkalisasi dan tanpa alkalisasi, yang paling tinggi berada pada komposit dengan fraksi volume 40% dan waktu alkalisasi (2 jam: 0 jam) yaitu sebesar $3,2 \text{ N/mm}^2$ atau 11,01%. Sedangkan untuk selisih kekuatan tarik yang paling rendah berada pada komposit dengan fraksi volume 20% dengan waktu alkalisasi (6 jam: 0 jam) yaitu sebesar $0,26 \text{ N/mm}^2$ atau 0,89% (lihat table 2)

Dari penjelasan pengujian tarik di atas secara keseluruhan menunjukkan selisih nilai kekuatan tarik yang paling maksimal berada pada posisi komposit dengan waktu alkalisasi 2 jam dan yang paling rendah pada komposit dengan alkalisasi 6 jam dan tanpa alkalisasi (0 jam).

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan perhitungan kekuatan tarik dan tekan komposit serat rami-epoksi dengan menggunakan metode statistik, maka dapat disimpulkan:

1. Nilai tegangan tarik komposit meningkat seiring bertambahnya fraksi volume, dan pencapaian nilai tegangan tarik maksimal berada pada waktu alkalisasi 2 jam dan

91 *Rahman Daud Tuasalamony, Analisis Statistik Kekuatan Tarik Bahan Komposit Serat Rami-Epoksi yang Menggunakan Alkalisasi*

kembali menurun pada waktu alkalisasi 6 jam hingga mendekati nilai tanpa alkalisasi (0 jam). Secara statistik dapat dikatakan bahwa variabel X (fraksi volume dan waktu alkalisasi) mempunyai hubungan dan pengaruh yang baik terhadap variable Y (tegangan tarik).

2. Perbedaan nilai kekuatan tarik dan tekan yang paling maksimal berada pada komposit yang menggunakan alkalisasi 2 jam dengan fraksi volume 40% dan yang paling rendah berada pada komposit tanpa alkalisasi (0 jam) dengan fraksi volume 20%.

VI. DAFTAR PUSTAKA

Arif Wicaksono. 2006, "Karakterisasi Kekuatan Bending Komposit Berpenguat Kombinasi Serat Kenaf Acak Dan Anyam" Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang

Basuki Widodo. 2008 "Analisa Sifat Mekanik Komposit Epoksi Dengan Penguat Serat Pohon Aren (Ijuk) Model Lamina Berorientasi Sudut Acak (Random) Jurusan Teknik Mesin, ITN Malang

Daud Orba Topayung, 2010. "Pengaruh Arus Listrik Dan Waktu Proses Terhadap Ketebalan Dan Massa Lapisan Yang Terbentuk Pada Proses Elektroplating Pelat Baja", Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar

Evendi Sunarko, 2006, "Pengaruh Preheated Terhadap Kekuatan Tekan Material R.42 Di Daerah Pengaruh Panas (Haz)", Teknik Mesin, Universitas Negeri Semarang

Fandhy Rusmiyatno, 2007, "Pengaruh fraksi volume serat terhadap kekuatan tarik dan kekuatan bending komposit nylon/epoxy resin serat pendek random". Skripsi. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Fausiah. 2007, " Karakteristik Mekanik Komposit Hibrid Yang Diperkuat Serat Ijuk Dan Serat Kaca " Teknik Mesin Universitas Hasanuddin Makassar.

Haryo Wibowo, 2007. "Pengaruh Alkalisasi-Larutan Poliester Dan Kelembaban Terhadap Kekuatan Geser Komposit Rami-Poliester", Fakultas Teknologi Industri ITB

Hidayat , Mukhammad Noor.2008. *Tugas Akhir Penelitian Sifat Fisis Dan Mekanis Komposit Serbuk Timah Perekat Epoxy Ukuran Serbuk 60 Mesh Dengan Fraksi Volume (20, 35, 50) %*. Thesis, Universitas Muhammadiyah Surakarta. etd.eprints.ums.ac.id/1846/ - Tembolok

<http://organikganesha.wordpress.com/2009/12/16/serat-rami>.

M. Hendra S. Ginting. 2002, "Pengendalian Bahan Komposit" Teknik Kimia Universitas Sumatera Utara.

Quri Siti Mirah Dhalia Pergiwati. 2007, "Kajian Modifikasi Permukaan Serat Dan Perlakuan Kelembaban Terhadap Sifat Tarik Serat Rami" Institut Teknologi Bandung

RialAditya`s, 2009, Serat Rami, dari Rompi Anti peluru hingga Kaki Palsu.

Stanley Sujudi. 2008, "Pengembangan Komposisi dan Prototype Blok Rem Komposit Kereta Api Berbahan Serat Alami". Teknik Mesin Dan Dirgantara Institut Teknologi Bandung

Walpole, Ronald E., 1995, "*Pengantar Statistik*", PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.