

PENERAPAN METODE ANOVA UNTUK ANALISIS SIFAT MEKANIK KOMPOSIT SERABUT KELAPA

Junri Lasmon Marpaung, Agung Sutrisno, Romels Lumintang

Jurusan Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi

Jl. Kampus UNSRAT, Manado

ABSTRAK

Uji Anova juga adalah bentuk uji hipotesis statistik dimana kita mengambil kesimpulan berdasarkan data atau kelompok statistik inferensif. Hipotesis nol dari uji Anova adalah bahwa data adalah *simple random* dari populasi yang sama sehingga memiliki ekspektasi *mean* dan varians yang sama.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan bending yang optimal dari komposit *serat sabut kelapa* pada fraksi volume 0% serat 100% resin, 10% serat 80% resin, 20% serat 80% resin, 30% serat 70% resin, 40% serat 60% resin, 50% resin 50% serat, 60% resin 40% serat dan 70% Serat 30% resin dengan perlakuan alkali (NaOH) selama dua jam dan tanpa perlakuan serta mengetahui hasil patahan pada spesimen yang memiliki harga optimal dari pengujian bending.

Berdasarkan analisis anova dengan persentase eror 0,05 diperoleh $F_{hitung} > F_{crit}$ sehingga menjawab hipotesa bahwa perlakuan serat mempengaruhi sifat mekanik kekuatan bending $F = 7.752752499$ $F_{crit} = 2.657197$ tanpa perlakuan.

Kata kunci : Metode Uji Anova; Analisis Sifat Mekanik Komposit; Serabut Kelapa

ABSTRACT

Anova test is a form of statistical hypothesis testing where we draw conclusions based on data or inferential statistical groups. The null hypothesis of the Anova test is that the data is a simple random of the same population so that it has same mean and variance expectation.

The aim of research is to obtain the optimum bending strength of coco fiber composite for volume fraction of 0 % fiber and 100% resin, 10% fiber and 90% resin, 20% fiber and 80% resin, 30% fiber and 70% resin, 40% fiber and 60% resin, 50% fiber and 50% resin, 60% fiber and 40% resin, 70% fiber and 30% resin with alkali treatment for two hours and without treatment, and find the result of fracture at the specimens.

Based on anova analysis with error percentase 0,05 obtained $F_{count} > F_{crit}$ so that answer hypothesis to fiber treatment affect mechanical properties of bending strength $F = 7.752752499$ $F_{crit} = 2.657197$ without treatment.

Keywords : Anova Test Methods, Analysis Of Composite Mechanical Properties, CoconutFibers.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tujuan pada penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perlakuan serat *cocofibre* terhadap sifat mekanik dengan melalui pengujian mekanik (*bending*) dan untuk menunjukkan bahwa material komposit dengan serat pengisi *cocofibre* secara teknis dapat digunakan dibidang industri dan secara ekonomis relatif sama dengan material FRP(*fibre reinforced plastic*).

Ditinjau dari penelitian yang telah dilakukan diatas, maka dapat disimpulkan bahwa kekuatan *bending* dipengaruhi oleh adanya variasi fraksi volume (V_f) semakin tinggi fraksi volumenya maka semakin tinggi pula kekuatannya. Dari hal tersebut penulis mencoba meneliti komposit berpenguat serat sabut kelapa lurus dengan perlakuan alkali 2 jam dan tanpa perlakuan alkali dengan variasi fraksi volume serat (V_f) 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60% dan 70% bermatrik *polyester BQTN 157* diinginkan (Mikell, 1996). Definisi yang lain yaitu, menurut Matthews (1993),

komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material pembentukanya melalui campuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentukanya berbeda.

1.2 Perumusan Masalah

Dalam penelitian dirumuskan masalah bagaimana cara menganalisis sifat mekanik komposit serabut kelapa dengan penerapan metode *Analisis Of Varians* (Anova).

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penggunaan serat sabut kelapa pada komposit dengan matriks resin *polyester* terhadap sifat mekanik.

1.4 Batasan Masalah

Untuk membatasi permasalahan, maka penulis melakukan pembatasan masalah penelitian antara lain:

- a) Komposit terbuat dari serabut kelapa.

- b) Penerapan metode anova untuk menganalisis sifat mekanik komposit serabut kelapa
- c) Analisis sifat mekanik komposit dibatasi pada kekuatan bending dengan dan tanpa perlakuan NaOH.
- d) Metode anova dengan menggunakan Microsoft Excel.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat untuk memberikan pengetahuan sifat mekanik serabut kelapa dengan menggunakan metode anova.

II. LANDASAN TEORI

Komposit berasal dari kata kerja “*to compose*” yang berarti menyusun atau menggabungkan. Jadi secara sederhana bahan komposit berarti bahan gabungan dari dua atau lebih bahan yang berlainan *komposit* merupakan rangkaian dua atau lebih bahan yang digabung menjadi satu bahan secara *mikroskopis* dimana bahan pembentuknya masih terlihat seperti aslinya dan memiliki hubungan kerja

diantaranya sehingga mampu menampilkan sifat-sifat yang diinginkan (Mikell, 1996). Definisi yang lain yaitu, menurut Matthews (1993), *komposit* adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material pembentuknya melalui campuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda.

2.2 Klasifikasi komposit

Secara umum klasifikasi komposit sering digunakan antara lain seperti:

Klasifikasi menurut kombinasi material utama, seperti *metal-organik* atau *metal anorganik*.

Klasifikasi menurut karakteristik *blukfrom*, seperti sistem matrik atau *laminat*.

Klasifikasi menurut distribusi unsur pokok, seperti *continuous* dan *discontinuous*.

Klasifikasi menurut fungsinya, seperti elektrik atau struktural.

Secara garis besar komposit diklasifikasikan menjadi tiga macam (Jones, 1975), yaitu:

1. Komposit serat (*Fibrous Composites*)
2. Komposit partikel (*Particulate Composites*)
3. Komposit lapis (*Laminates Composites*)

2.3 Unsur Utama Pembentuk Komposit FRP

Konsep material yang diperkuat dengan serat sebenarnya telah ditemukan pada penggunaan jerami sebagai penguat dalam batu bata yang diproduksi tahun 800 SM di Israel. Sedangkan di Amerika Serikat, penggunaan penguat serat gelas pendek untuk campuran semen telah dilakukan sejak tahun 1930-an dan material dengan matriks resin yang diperkuat serat (komposit yang kita kenal hari ini) sudah mulai dikembangkan sejak tahun 1940-an. Dalam paper ini, istilah komposit yang digunakan nanti akan merujuk kepada polimer yang diperkuat dengan serat atau biasa

disebut dengan FRP (*Fiber Reinforced Polymer*).

2.3.1 Serat

Serat atau *fiber* dalam bahan komposit berperan sebagai bagian utama yang menahan beban, sehingga besar kecilnya kekuatan bahan komposit sangat tergantung dari kekuatan serat pembentuknya. Semakin kecil bahan (diameter serat mendekati ukuran kristal) maka semakin kuat bahan tersebut, karena minimnya cacat pada material

2.3.2 Sabut Kelapa

Sabut kelapa merupakan bahan yang mengandung lignoselulosa yang dapat dimanfaatkan sebagai salah satu alternatif bahan baku Sabut kelapa, kulit kelapa yang terdiri dari serat yang terdapat diantara kulit dalam yang keras (batok), tersusun kira-kira 35 % dari berat total buah kelapa yang dewasa. Untuk varitas kelapa yang berbeda tentunya presentase di atas akan berbeda pula.



Gambar 2.1 Serat Sabut Kelapa

2.3.3 Serat Sebagai Penguat

Secara umum dapat dikatakan bahwa fungsi serat adalah sebagai penguat bahan untuk memperkuat komposit sehingga sifat mekaniknya lebih kaku, tangguh dan lebih kokoh dibandingkan dengan tanpa serat penguat, selain itu serat juga menghemat penggunaan resin.

Kaku adalah kemampuan dari suatu bahan untuk menahan perubahan bentuk jika dibebani dengan gaya tertentu dalam daerah elastis pada pengujian bending. Tangguh adalah bila pemberian gaya atau beban yang menyebabkan bahan-bahan tersebut menjadi patah pada pengujian titik lentur.

2.3.4 Matriks

Matriks adalah fasa dalam komposit yang mempunyai bagian atau fraksi volume terbesar (dominan) matriks

umumnya lebih ductile mempunyai kekuatan dan regiditas yang lebih rendah syarat pokok matrik yang digunakan dalam komposit adalah matrik harus bisa meneruskan beban sehingga serat harus bias melekat pada matrik dan kompatibel antara serat dan matrik artinya tidak ada reaksi yang mengganggu.

2.3.5 Perlakuan Alkali (NaOH)

NaOH atau sering disebut alkali digunakan untuk menghilangkan kotoran atau lignin pada serat dengan Sifat alami serat adalah *Hyrophilic*, yaitu suka terhadap air berbeda dengan polimer yang *hidrophilic*. Pengaruh perlakuan alkali terhadap sifat permukaan serat alam selulosa telah diteliti dimana kandungan optimum air mampu direduksi sehingga sifat alami *hyrophilic* serat dapat memberikan ikatan *interfacial* dengan matrik secara optimal (Bismarck dkk 2002).

2.3.7 Fraksi Volume

Jumlah kandungan serat dalam komposit, merupakan hal yang menjadi

perhatian khusus pada komposit berpenguat serat. Untuk memperoleh komposit berkekuatan tinggi, distribusi serat dengan matriks harus merata pada proses pencampuran agar mengurangi timbulnya *void*. Untuk menghitung fraksi volume, parameter yang harus diketahui adalah berat jenis resin, berat jenis serat, berat komposit dan berat serat. Adapun fraksi volume yang ditentukan dengan persamaan (Harper, 1996) :

$$W_f = \frac{w_f}{w_c} = \frac{\rho_f V_f}{\rho_c V_f} = \frac{\rho_f}{\rho_c} V_f \dots \dots \dots (2.1)$$

$$V_f = \frac{\rho_c}{\rho_f} W_f = 1 - V_m \dots \dots \dots (2.2)$$

Jika selama pembuatan komposit diketahui massa *fiber* dan matrik, serta density *fiber* dan matrik, maka fraksi volume dan fraksi massa *fiber* dapat dihitung dengan persamaan (Shackelford, 1992) :

$$V_f = \frac{w_f / \rho_f}{w_f / \rho_f + w_m / \rho_m} \dots \dots \dots (2.3)$$

dimana :

W_f : fraksi berat serat

w_f : berat serat

w_c : berat komposit

ρ_c : *density* serat

ρ_f : *density* komposit

V_f : fraksi volume serat

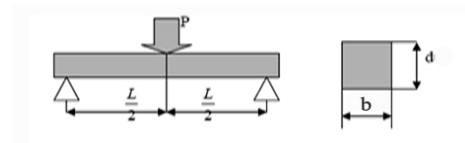
V_m : fraksi volume matrik

v_f : volume serat

v_m : volume matrik

2.3.8 Pengujian Sifat Mekanik

Pengujian kekuatan lentur/bending dimaksudkan untuk mengetahui ketahanan komposit terhadap pembebanan pada titik lentur. Di samping itu pengujian ini juga dimaksudkan untuk mengetahui keelastisitasan suatu bahan. Pada pengujian ini terhadap sampel uji diberikan pembebanan yang arahnya tegak lurus terhadap arah penguatan serat.



Gambar 2.2 Penampang uji bending

Sumber : (Standart ASTM D 6110)

Momen yang terjadi pada komposit dapat dihitung dengan persamaan :

$$M = \frac{P}{2} \cdot \frac{L}{2} \dots \dots \dots (2.1)$$

Menentukan tegangan bending menggunakan persamaan (Standart ASTM D 6110) :

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{M \cdot Y}{I} \\ &= \frac{\frac{P}{2} \cdot \frac{L}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot d}{\frac{1}{12} \cdot b \cdot d^3} \\ &= \frac{\frac{1}{8} \cdot P \cdot L \cdot d}{\frac{1}{12} \cdot b \cdot d^3} \\ &= \frac{\frac{1}{8} \cdot P \cdot L}{\frac{1}{12} \cdot b \cdot d^2} \\ \sigma_b &= \frac{3 \cdot P \cdot L}{2 \cdot b \cdot d^2} \dots \dots \dots (2.2) \end{aligned}$$

Sedangkan untuk menentukan modulus elastisitas bending menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Eb = \frac{L^3 \cdot P}{4 \cdot b \cdot d^3 \cdot \delta}$$

Sedangkan kekakuan dapat dicari dengan persamaan (Lukkassen, D., Meidel, A., 2003) yaitu:

$$I = \frac{1}{12} \cdot b \cdot d^3 \dots \dots \dots (2.3)$$

$$D = E \cdot I$$

dimana:

σ_b = tegangan bending (N/mm²)

E_b = modulus elastisitas (N/mm²)

P = beban yang diberikan(N)

L = jarak antara titik tumpuan (mm)

b = lebar spesimen (mm)

d = tebal spesimen (mm)

δ = defleksi (mm)

D : kekakuan (Nmm²)

E : modulus elastisitas (Nmm²)

I : momen inersia (mm⁴)

2.3.9 Teori Tentang Anova

Uji Anova adalah bentuk khusus dari analisis statistik yang banyak digunakan dalam penelitian eksperimen. metode analisis ini dikembangkan oleh **R.A Fisher**. Uji Anova juga adalah bentuk uji hipotesis statistik dimana kita mengambil kesimpulan berdasarkan data atau kelompok statistik inferentif. Hipotesis nol dari uji Anova adalah bahwa data adalah *simple random* dari populasi yang sama sehingga memiliki ekspektasi *mean* dan varians yang sama. Sebagai contoh penelitian perbedaan perlakuan terhadap sampel pasien yang sama. Hipotesis nol nya adalah semua perlakuan akan memiliki efek yang sama.

2.3.10 Landasan konseptual ANOVA

Seperti halnya Uji T, dalam uji Anova pun Anda harus menghitung statistik uji (dalam hal ini adalah F- rasio) untuk menguji pernyataan bahwa apakah kelompok yang dibandingkan memiliki kesamaan atau tidak. Bahasa statistik hipotesis uji Anova dapat dituliskan sebagai berikut: $H_0 : M_1 = M_2 = M_3 = 0$, biasanya dengan harapan bahwa Anda akan dapat menolak H_0 untuk memberikan bukti bahwa hipotesis alternatif ($H_1 : \text{Tidak } H_0$) . Untuk menguji H_0 , Anda mengambil sampel secara acak kelompok peserta/sampel/responden dan menetapkan ukuran-ukuran (variabel dependen). Kemudian melihat apakah ukuran-ukuran tersebut berbeda berarti untuk berbagai kondisi. Jika berbeda maka Anda akan dituntun untuk menolak H_0 . Seperti pada uji statistik yang lain, kita menolak H_0 ketika mendapati statistik uji yang diukur melalui F-statistik yang melebihi F tabel dengan tingkat kepercayaan tertentu. Cara lain dapat dilakukan dengan melihat p-value (nilai

probabilitas) yang mana lebih rendah dari 5%, misalnya kita menggunakan tingkat kepercayaan 95%.

III METODE PENELITIAN

3.3 Uji Hipotesis

Uji Hipotesis adalah cabang Ilmu Statistika Inferensial yang dipergunakan untuk menguji kebenaran suatu pernyataan secara statistik dan menarik kesimpulan apakah menerima atau menolak pernyataan tersebut. Pernyataan ataupun asumsi sementara yang dibuat untuk diuji kebenarannya tersebut dinamakan dengan Hipotesis (Hypothesis) atau Hipotesa. Tujuan dari Uji Hipotesis adalah untuk menetapkan suatu dasar sehingga dapat mengumpulkan bukti yang berupa data-data dalam menentukan keputusan apakah menolak atau menerima kebenaran dari pernyataan atau asumsi yang telah dibuat. Uji Hipotesis juga dapat memberikan kepercayaan diri dalam pengambilan keputusan yang bersifat Objektif.

3.4 Bahan dan Peralatan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai :

a. Serat sabut kelapa

Sabut kelapa (gonofu) direndam dalam air setelah itu dipisahkan serat-seratnya, sebagian serat di rendam di air murni (H₂O) dan NaOH dengan kadar 5% dan sebagian serat direndam dalam air biasa, setelah itu dikeringkan sampai benar-benar kering. Langkah berikutnya serat dipotong sesuai ukuran spesimen lalu dicetak dicetak.

b. Poliester

Matrik yang digunakan *Resin Polyester BQTN* tipe 157 dengan bahan tambahan katalis yang berfungsi sebagai pengeras resin.

c. NaOH

NaOH digunakan untuk menghilangkan kotoran atau lignin pada serat dengan kadar 5 %. NaOH merupakan larutan basa dan terkesan licin

3.6 Bahan dan peralatan lain yang digunakan dalam penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Caustic soda (soda api bubuk)
2. Kit motoruntuk pelelang pada cetakkan

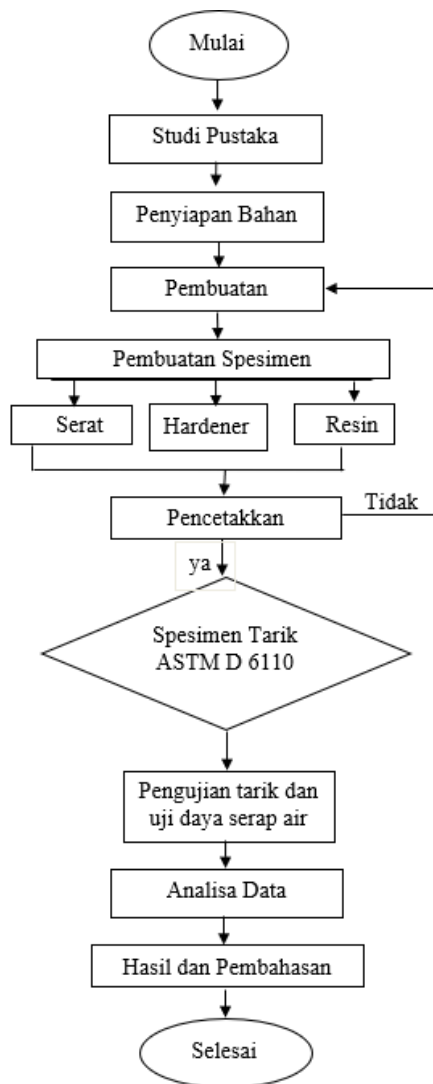
Alat-alat yang digunakan dalam pembuatan sampel uji antara lain :

1. Drying Oven untuk menghilangkan void di permukaan komposit.
2. Alat-alat lain yang diperlukan untuk membentuk sampel uji yaitu gergaji listrik, gunting, pisau, gelas ukur, penggaris dan jangka sorong, sarung tangan, pengaduk, masker dan lain-lain.



Gambar 3.1 Hasil cetakan specimen uji bending komposit serat sabut kelapa dengan matrik *polyester*

3.7 Diagram Alir Penelitian



4.1 Pengujian Bending

Berdasarkan data hasil pengujian bending (Tabel 4.1 dan Tabel 4.2) dapat diketahui nilai rata-rata momen bending, Tegangan bending, modulus elastisitas bending

dan kekakuan bending rata-rata dari spesimen komposit serat sabut kelapa dengan perlakuan alkali NaOH 5% selama 2 jam dan tanpa perlakuan alkali.

Tabel 4.1. Data Hasil Perhitungan Pengujian Bending Rata-Rata Tanpa Perlakuan

KEKUATAN BENDING KOMPOSIT SERAT KELAPA TANPA PERLAKUAN NaOH								
Pengujian	Jenis Komposit							
	0%serat100% resin	10% serat 90% resin	20% serat 80% resin	30% serat 70% resin	40% serat 60% resin	50% serat 50% resin	60% serat 40% resin	70% serat 30% resin
1	340,550.000	420,750.000	420,750.000	420,750.000	602,000.000	340,250.315	210,200.005	150,310.020
2	350,800.000	350,800.000	510,250.000	550,150.000	540,170.940	326,797.386	220,650.135	165,800.915
3	352,459.524	579,518.323	570,666.667	886,242.857	478,341.880	313,344.456	218,789.110	133,464.503
Rata-rata	347,936.508	450,356.108	500,555.556	619,047.619	540,170.940	326,797.386	216,546.417	149,858.479

Tabel 4.2 Data Hasil Perhitungan Pengujian Bending Rata-rata Dengan Perlakuan NaOH

DATA PENGUJIAN KOMPOSIT DENGAN PERLAKUAN NaOH								
Pengujian	Jenis Komposit							
	0%serat100% resin	10% serat 90% resin	20% serat 80% resin	30% serat 70% resin	40% serat 60% resin	50% serat 50% resin	60% serat 40% resin	70% serat 30% resin
1	346,250750	478,500230	432,900520	660,250115	475,550000	365,400700	212,150230	229,050300
2	348,100005	479,000200	432,850705	658,300925	474,950000	367,000115	212,920992	228,800424
3	349,458769	480,440287	432,620341	659,220547	474,500000	366,730424	211,740108	227,750338
Rata-rata	347,936508	479,310239	432,790322	659,250529	475,000000	366,370713	212,270411	228,530354

4.2 Pengujian Hipotesis

H_0 : Tidak ada pengaruh penggunaan serat serabut kelapa pada komposit

dengan matriks rasin polyester menggunakan metode anova.

H_1 : Ada pengaruh penggunaan serat serabut kelapa pada komposit dengan

matriks rasin polyester menggunakan metode anova.

4.3. Pembahasan

4.3.1 Pembahasan Hasil Pengujian

Bending

Rata-Rata Tanpa Perlakuan.

Berdasarkan data hasil pengujian bending pada Tabel 4.1. dapat diketahui nilai optimal rata-rata momen bending, tegangan bending, defleksi bending, Modulus elastisitas dan kekakuan bending dari spesimen komposit serat sabut kelapa tanpa perlakuan.

Data-data yang telah diperoleh dapat diketahui bahwa harga optimal rata-rata *Momen Bending* terdapat pada fraksi volume 30% serat dan 70% resin dengan nilai 6000 Nmm. *tegangan*

bending nilai optimal terdapat pada fraksi volume 40% serat dan 60% resin dengan nilai 101.4501549 MPa, *defleksi bending* nilai optimal terdapat pada fraksi volume 70% serat dan 30% resin dengan nilai 2.313333333mm, *modulus elastisitas* nilai optimal terdapat pada fraksi volume 100% dengan nilai 7282.674533 MPa, tetapi jika diberi penguat yaitu serat sabut kelapa dengan fraksi volume 40% serat dan 60% resin didapat nilai optimal dengan nilai 3912.307994 MPa, dan nilai optimal kekakuan bending rata-rata komposit serat sabut kelapa dengan arah orientasi serat lurus pada spesimen terdapat pada 30% serat dan 70% resin dengan nilai 619047.619 Nmm².

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Anova: Single Factor								
2									
3	SUMMARY								
4	Groups	Count	Sum	Average	Variance				
5	0%serat10	3	1043809.52	347936.508	41608880.3				
6	10% serat	3	1351068.32	450356.108	13735409027				
7	20% serat	3	1501666.67	500555.556	5689238449				
8	30% serat	3	1857142.86	619047.619	57731061407				
9	40% serat	3	1620512.82	540170.94	3822832660				
10	50% serat	3	980392.157	326797.386	180981312.1				
11	60% serat	3	649639.25	216546.417	31073559.29				
12	70% serat	3	449575.438	149858.479	261563802				
13									
14									
15	ANOVA								
16	Source of Variance	SS	df	MS	F	P-value	F crit		
17	Between Groups	5.53E+11	7	7.8975E+10	7.752752499	0.000365	2.657197		
18	Within Groups	1.63E+11	16	1.0187E+10					
19									
20	Total	7.16E+11	23						

Gambar 4.1 Hasil Pengujian Bending Rata-Rata Tanpa Perlakuan

Berdasarkan analisis anova dengan persentase eror 0,05 diperoleh $F_{hitung} > F_{crit}$ sehingga menjawab hipotesa bahwa perlakuan serat mempengaruhi sifat mekanik kekuatan bending $F = 7.752752499$ $F_{crit} = 2.657197$ tanpa perlakuan.

4.3.2 Pembahasan Hasil Pengujian Bending

Rata-Rata Dengan Perlakuan NaOH.

Berbeda dengan hasil pengujian bending tanpa perlakuan, berdasarkan tabel 4.2 data hasil yang didapat dari serat sabut kelapa yang mendapat perlakuan NaOH/alkali selama 2 jam diketahui harga optimal rata-rata momen bending terdapat pada fraksi volume 30%serat dan 70%resin dengan nilai 6366.666667Nmm. Tegangan bending nilai optimal terdapat pada fraksi volume 300% serat dan 70% resin dengan nilai 115.0558681 MPa, defleksi bending nilai optimal terdapat pada fraksi volume 60% serat dan 40%

resin dengan nilai 2.416666667mm, modulus elastisitas nilai optimal terdapat pada fraksi volume 100% dengan nilai 7282.674533MPa, tetapi jika diberi penguat yaitu serat sabut

Anova: Single Factor						
SUMMARY						
Groups	Count	Sum	Average	Variance		
0%serat100%resin	3	1043810	347936.5	2592895		
10% serat	3	1437949	479316.2	1023642		
20% serat	3	1298381	432793.5	20836.93		
30% serat	3	1977779	659259.5	950602.6		
40% serat	3	1425000	475000	277500		
50% serat	3	1099139	366379.7	735957.3		
60% serat	3	636822.3	212274.1	359541.3		
70% serat	3	685606.1	228535.4	477178.7		
ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	4.46E+11	7	6.37E+10	79182.65	4.28E-35	2.657197
Within Groups	12876307	16	804769.2			
Total	4.46E+11	23				

kelapa dengan fraksi volume 30% serat dan 70% resin didapat nilai optimal dengan nilai 4893.410928 MPa, dan nilai optimal kekakuan bending rata-rata komposit serat sabut kelapa dengan arah orientasi serat lurus pada specimen terdapat pada 30% serat dan 70% resin dengan nilai 659259.2593 Nmm²

Gambar 4.2 Hasil Pengujian Bending Rata-Rata Dengan Perlakuan NaOH

Berdasarkan analisa anova dengan persentase eror 0,05 diperoleh $F_{hitung} > F_{crit}$ sehingga menjawab hipotesa bahwa perlakuan serat mempengaruhi sifat mekanik kekuatan bending $F = 79182.65$ $F_{crit} = 2.657197$ dengan perlakuan.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian analisis anova presentase eror 0,05 diperoleh $F_{hitung} > F_{crit}$ menghasilkan bahwa tanpa dan dengan perlakuan mempengaruhi sifat mekanik kekuatan bending $F = 7.753$ $F_{crit} = 2.657$

5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis varians dengan tingkat kepercayaan 95 %, mendapatkan bahwa variasi serabut kelapa pada tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap hasil permukaan benda kerja dan variasi memberikan pengaruh yang signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM, "Annual Book of ASTM Standard", West Conshohocken, 2003.
- Courtney, TH., 1999, *Mechanical Behavi-or Of Material*, Mc. Graw, Hill International Engineering, Material Science/Metallurgy Series.
- Crawford, R.J., 1995, *Plastic Engineering 2*, Maxwell Macmilan International Editions. *nd*
- <http://www.globalstatistik.com/uji-anova-satu-dua-arah/>
- <http://alekkurniawan.blogspot.com/2009/05/kampas-rem-berbahan-serbukkayu->
- <http://mustazamaa.wordpress.com/2010/04/15/sifat-sifat-mekanik-bahan/>
- Surdia, T, Saito S, 2000, *Pengetahuan Bahan Teknik*, Pradnya Paramita, Jakarta
- Surdia, 1992, *Pengetahuan Bahan Teknik*, FT,Pradnaya Paramita, Jakarta.
- Van Vlack, L. H., 1994, terjemahan Japrie, S. *Ilmu dan Teknologi Bahan*, E-disi kelima, Erlangga, Jakarta.