

ANALISA PENGARUH LETAK SUSUNAN SERAT AMPAS TEBU (*BAGGASE*) TERHADAP KEKUATAN TARIK MENGGUNAKAN *EPOXY*

Asep Prihatno¹, dan Bambang Dwi Haripriadi²

^{1,2}Jurusan Teknik Mesin, Program Studi Sarjana Terapan Teknik Mesin Produksi dan Perawatan
Politeknik Negeri Bengkalis
Bengkalis, 28711, Indonesia
Email : prihatnoasep2@gmail.com

Abstrak

Serat ampas tebu (*baggage*) merupakan limbah organik yang banyak terdapat di berbagai daerah di Indonesia. Serat ini memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi selain merupakan hasil limbah, serat ini juga mudah di dapat, murah, tidak membahayakan kesehatan, dapat terdegradasi secara alami (*biodegradability*) sehingga nantinya dengan pemanfaatan sebagai serat penguat komposit mampu mengatasi permasalahan lingkungan. Penelitian ini dilakukan agar mengetahui kekuatan serat ampas tebu sebagai pengganti komposit sintetis di mana penelitian ini melakukan percobaan variasi pada variabel susunan serat anyam, cross, dan acak dengan perbandingan volume epoxy 92 %, 88 %, 84 % dengan serat alam 8 %, 12 %, 16 % dengan melakukan pengujian uji tarik dengan standar ASTM D 638-14 dengan menggunakan pencetakan komposit metode *hand lay up*. Matriks yang digunakan dalam penelitian ini adalah resin epoksi Q-bond. Hasil dari pengujian tarik serat ampas tebu untuk berat 8% yang tertinggi adalah serat cross dan acak sebesar 15,16 Mpa, untuk berat 12% yang tertinggi adalah serat cross dan acak yang memiliki nilai sebesar 18,71 Mpa, untuk serat 16% yang memiliki nilai kekuatan tarik tertinggi adalah serat anyam dan cross yang memiliki nilai sebesar 21,69 Mpa. penelitian ini menunjukkan bahwa dengan penambahan serat tebu mempengaruhi kekuatan tarik.

Kata Kunci :Kekuatan Tarik, ASTM D 638-14, Susunan Serat, Volume Epoxy.

Abstract

Bagasse fiber (baggage) is an organic waste that is widely available in various regions in Indonesia. This fiber has a high economic value in addition to being a waste product, this fiber is also easy to obtain, inexpensive, does not endanger health, can be naturally degenerated (biodegradability) so that later on as utilization as a composite reinforcing fiber can overcome environmental problems. This research was conducted to determine the strenght of sugarcane bagasse as a substitute for synthetic composite in which this study conducted variations in the variation of the composition of the fiber woven, cross, and random by comparison volume ratio of epoxy 92 %, 88 %, 84 % with natural fibers 8 %, 12 %, 16 % by performing tensile test testing with ASTM D 638-14 standard by using the hand lay up method composite printing. The matrix used in this study is Q-bond epoxy resin. The results of the tensile test of bagasse fiber for 8% weight of the highest were cross and random fibers of 15.16 MPa, for 12% of weight the highest were cross and random fibers which had a value of 18.71 MPa, for 16% fibers which had The highest tensile strength values were woven and cross fibers which had a value of 21.69 MPa. This study shows that the addition of sugar cane fiber affects the tensile strength.

Keywords : Tensile, strenght, ASTM D 638-14, fiber structure, epoxy volume.

1. PENDAHULUAN

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam dunia industri saat ini mengakibatkan semakin meningkatnya kebutuhan material untuk sebuah produk. Penggunaan material logam pada proses produksi suatu produk sudah semakin berkurang. Hal ini di karenakan material logam yang berat, tidak tahan *korosi*, biaya mahal, dan proses yang sulit. Berdasarkan masalah pada material logam tersebut, sudah

mulai banyak material yang dikembangkan. Salah satu material yang banyak dikembangkan saat ini adalah komposit.

Komposit adalah kombinasi antara dua material atau lebih yang berbeda baik dari bentuknya, komposisi kimianya, dan antar materialnya tidak saling melarutkan dimana material yang satu berfungsi sebagai penguat dan material yang lainnya berfungsi sebagai pengikat untuk menjaga kesatuan unsur-unsurnya [1]. Salah satu jenis komposit yang

banyak dikembangkan saat ini adalah komposit serat alam. Pemanfaatan serat alam ini makin digencarkan untuk mengurangi pemakaian material komposit berbasis serat *sintetis*. Hal tersebut dikarenakan sifat serat alam yang tahan *korosi*, ramah lingkungan, proses pembuatan yang mudah dan aman, serta murah dari segi biaya. Indonesia kaya akan tumbuhan serat. Produksi tanaman serat di Indonesia tiap tahunnya mengalami peningkatan. Tanaman pisang, rami, kapas, aren, bambu, tebu adalah beberapa contoh tanaman penghasil serat di Indonesia. Menurut data Badan Pusat Statistik dan Direktur Jendral Hortikultura tahun 2015, Provinsi Lampung adalah provinsi dengan produksi tebu terbanyak peringkat kedua setelah provinsi Jawa Timur yaitu sebesar 754.086 ton/tahun. (Darmanysah, jennifer, Azwar, and Edwin 2018) [2]

Serat ampas tebu (*bagasse*) sebagian besar mengandung *ligno-cellulose*. Panjang seratnya antara 1,7 sampai 2 mm dengan diameter sekitar 20 mikro, sehingga ampas tebu ini dapat diolah menjadi papan buatan. *Bagasse* mengandung air 48-52%, gula rata-rata 3,3% dan serat rata-rata 47,7%. Serat *bagasse* tidak dapat larut dalam air dan sebagian besar terdiri dari *selulosa, pentosan dan lignin*. Serat ampas tebu mempunyai sifat mekanik yang cukup baik, tidak *korosif, low density*, harga yang relatif murah dan lebih ramah lingkungan karena bisa didaur ulang (Sumargianto, and Indra 2016)[3].

Beberapa peneliti telah melakukan penelitian material komposit yang diperkuat serat ampas tebu, namun dengan matriks dari bahan resin polyester [2] [3] [4] [5]. Pada penelitian ini, matriks yang digunakan adalah dari bahan epoxy. Serat ampas tebu dengan variasi letak susunan serat ampas akan diteliti pengaruhnya terhadap keausan, kekuatan tarik dan tekan komposit. Pada penelitian ini serat yang digunakan adalah serat ampas tebu dengan fraksi volume 8 %, 12 %, dan 16 % dengan letak susunan serat yang berbeda. Proses pembuatan spesimen menggunakan *press mold*. Jenis matrik yang digunakan adalah *epoxy*. Cetakan *spesimen* menggunakan kayu. Standart acuan untuk pembuatan dan pengujian *spesimen* yang digunakan yaitu *ASTM D 638-14* untuk pengujian Tarik [6].

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan data kemampuan mekanis kekuatan tarik dari komposit ampas tebu (*bagasse*) dengan perbedaan letak susunan serat dan jumlah kadar *epoxy* yang akan mempengaruhi besar kecilnya kekuatan tarik dari komposit ampas tebu dengan matriks resin *epoxy*.

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut di bawah ini :

1. Mencari nilai uji tarik terbaik dari masing-masing variasi susunan serat dan massa serat ampas tebu.
2. Untuk mengetahui pengaruh letak susunan serat ampas tebu terhadap hasil uji tarik komposit.

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Untuk memanfaatkan limbah serat ampas tebu (*bagasse*)
2. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi peneliti lain yang ingin melakukan penelitian sejenis

2. METODOLOGI

2.1 Tempat Dan Waktu Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan di laboratorium Ilmu Bahan, Teknik Mesin Produksi dan Perawatan-Politeknik Negeri Bengkalis.

2.2 Alat Dan Bahan Yang Digunakan

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Cetakan komposit
2. Timbangan digital
3. Mesin uji tarik
4. Grease
5. Sekrap
6. Penggaris
7. Kaca
8. Isolasi
9. Lem kertas

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Serat ampas tebu

Jenis tebu yang biasa ditanam selanjutnya adalah tebu hitam, atau biasa juga dikenal dengan nama tebu ireng (bahasa Jawanya hitam). Selain warnanya yang berbeda dengan jenis tebu lainnya, warna air yang terdapat pada batangnya juga berbeda. Tebu hitam memiliki ruas yang lebih panjang dari tebu lainnya. Dari sisi diameter batangnya juga berbeda, untuk tebu hitam memiliki diameter lebih kecil dibandingkan dengan tebu lainnya.



Gambar 1. Serat Ampas Tebu

2. Resin

Resin yang digunakan pada pembuatan komposit ini adalah resin *epoxy* jenis QBON dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Resin Epoxy

3. Hardener

Hardener yang digunakan berfungsi sebagai pemicu dalam proses mempercepat proses pengeringan pada komposit. Katalis yang digunakan pada pembuatan komposit ini adalah Hardener QBON.

2.3 Langkah kerja

1. Pembuatan alat pendukung

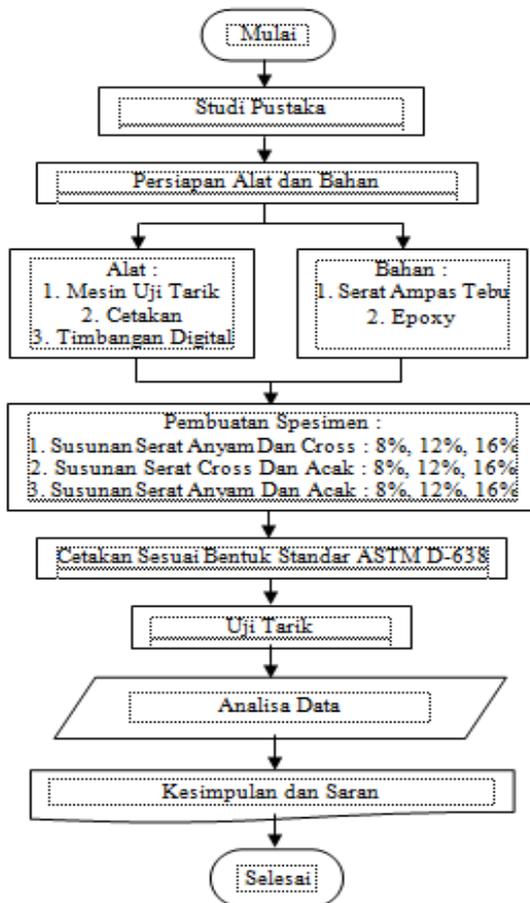
Pembuatan alat pendukung ini adalah pembuatan cetak spesimen *hand lay up*. Pembuatan alat cetak ini menggunakan papan yang dipotong sesuai dengan standar spesimen.

2. Pembuatan komposit dilakukan dengan menggunakan metode *hand lay up* dimana standar untuk ukuran yang digunakan dalam penelitian ini adalah ASTM D 638 tipe 1 [6]. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Uji Bahan teknik mesin politeknik negeri bengkalis. Sebelum siap digunakan sebagai bahan dasar pembuatan komposit, serat ampas tebu diproses melalui beberapa tahap diantaranya :

- a) Mengambil serat ampas tebu dari hasil limbah pembuangan tempat pengolahan tebu.
- b) Lakukan pengeringan terdahulu ampas tebu dibawah sinar matahari guna untuk menurunkan kadar air pada ampas tebu sehingga memudahkan pada saat pemisan serat dengan ampas/gabusnya.

- c) Memisahkan serat tebu dengan gabusnya menggunakan tangan sehingga hanya seratnya saja.
- d) memotong serat tebu yang didapat dengan ukuran 2 cm.
- e) lakukan penganyaman lurus dan anyaman silang pada serat ampas tebu
- f) kemudian lakukan perhitungan untuk resin sebagai acuan 100% berat komposit. Di sini dilakukan untuk menghitung volume resin dan hardener untuk menghitung volume dua jenis agar sesuai dengan cetakan yang telah dibuat.
- g) Bersihkan cetakan dengan menggunakan majun yang telah disiapkan, dan diberikan setiap bagian cetakan dengan *grease/mirror glass* agar untuk mempermudah spesimen keluar dari cetakan dan tidak terjadinya lengket pada cetakan.
- h) Resin epoksi dan hardener dicampurkan dengan perbandingan 1:1 aduk hingga rata atau tecampurnya antara resin dan hardener.
- i) Tuangkan resin sedikit pada cetakan dan letak susunan serat tekan sedikit agar tidak terjadinya *void* lalu tuangkan kembali sedikit resin pada cetakan agar menutupi susunan serat yang pertama, lalu masukan susunan serat yang kedua dan lakukan penuangan resin hingga menutupi semua bagian cetakan.
- j) Biarkan komposit hingga mengering sehingga bisa dilepaskan pada cetakan. Pengering ini dilakukan didalam suhu ruangan selama ± 7 jam, lakukan proses ini berulang—ulang sehingga mencapai jumlah dan variasi yang telah ditentukan.
- k) Setelah selesai maka spesimen tersebut diukur kembali dan disesuaikan dengan ukuran standar ASTM yang telah ditentukan.
- l) Setelah selesai semuanya maka selanjutnya dilakukan uji spesimen dengan mesin uji tarik sesuai standar ASTM D-638 tipe 1.

2.4 Diagram Alir



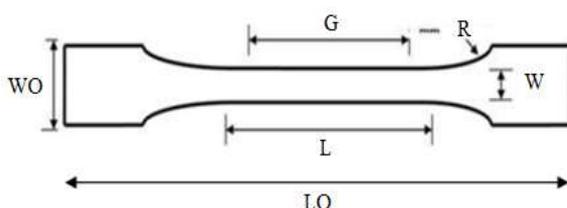
Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

2.5 Desain Spesimen

Desain spesimen uji tarik komposit serat ampas tebu menggunakan standar ASTM D-638 tipe 1. Adapun spesifikasi ukuran ASTM D-638 tipe 1 [6] dapat dilihat di tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1 Spesifikasi Ukuran Spesimen

Keterangan	Ukuran
Lebar (W)	13 mm
Panjang (L)	57 mm
Lebar keseluruhan (WO)	19 mm
Panjang Keseluruhan (LO)	165 mm
Panjang Ukur (G)	50 mm
Jari-jari Filet (R)	76 mm



Gambar 4 Bentuk Spesimen Uji Tarik Dengan Standard ASMTD 638

2.6 Analisa Hasil

Analisa hasil dalam penelitian ini adalah metode eksperimental. Dimana hasil data yang diambil berupa data kuantitatif dari hasil uji tarik yang akan di buat grafik sebagai perbandingan antara variabel yang telah di uji untuk mencari kekuatan yang tertinggi pada penelitian uji tarik serat ampas tebu ini.

3. Hasil Dan Pembahasan

ini dilakukan dikampus Politeknik Negeri Bengkalis Jurusan Teknik Mesin pada lab uji bahan. Pada bab ini pembahasan dan analisa sifat mekanik material komposit serat ampas tebu yang dikombinasikan dengan matrik epoxy. Dengan metode *hand lay up* dibuat dengan perbandingan resin dan serat 1:1 menggunakan grm. Data pengujian yang didapat meliputi uji tarik dan pemeriksaan struktur patahan. Hasil data uji tarik adalah mengenai tegangan.

3.1 Langkah Perhitungan Pengujian Tarik Komposit

Sebelum menentukan nilai pengujian tarik maka perlu adanya perhitungan dengan menggunakan rumus agar mendapat nilai pengujian tarik pada komposit adapun perhitungan pengujian tarik adalah : Tegangan pada pengujian tarik ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\sigma = P/A$$

(1)

Untuk menghitung komposisi bahan dalam pembuatan komposit dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\frac{\text{Berat spesimen}}{100} \times \text{persen serat} \tag{2}$$

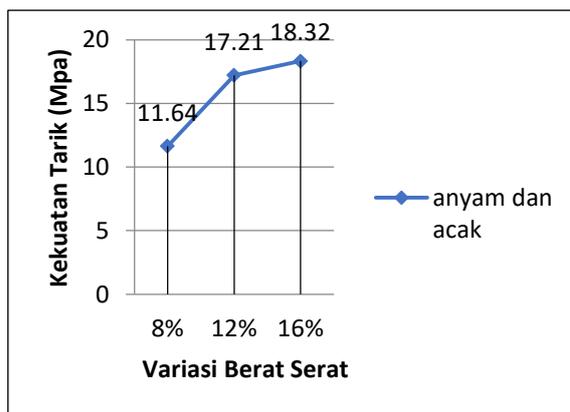
3.2 Hasil Pengujian Tarik Komposit Serat Ampas Tebu

Spesimen uji yang akan digunakan adalah serat ampas tebu yang dicampur dengan resin epoxy dengan perbandingan fraksi volume serat ampas tebu dan resin epoxy 92%, 88%, dan 84%. Hasil uji tarik komposit berpenguat serat ampas tebu ditampilkan pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Tarik

Fraksi berat dan susunan serat	Max load (N)	A (mm ²)	Tegangan (Mpa)
Serat anyam dan acak 8 %	1362,78	117	11,64
Serat anyam dan acak 12 %	2015,03	117	17,21
Serat anyam dan acak 16 %	2144,17	117	18,32
Serat cross dan acak 8 %	1774,72	117	15,16
Serat cross dan acak 12 %	2189,74	117	18,71
Serat cross dan acak 16 %	2427	117	20,74
Serat anyam dan cross 8 %	1596,75	117	13,64
Serat anyam dan cross 12 %	2123,79	117	18,14
Serat anyam dan cross 16 %	2539,16	117	21,69

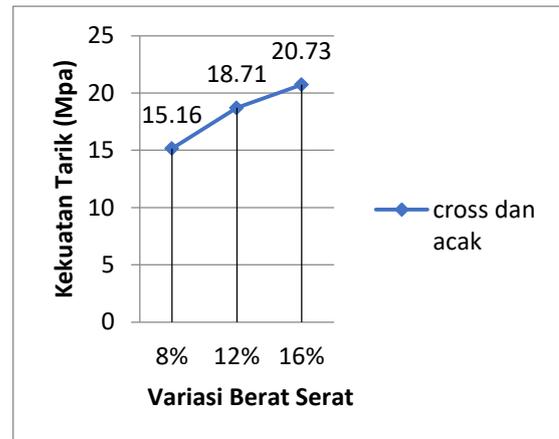
Berdasarkan perhitungan pada tabel 2. Diatas didapatkan data bahwa kekuatan tarik/tegangan tertinggi untuk berat 8% adalah serat *cross* dan acak yaitu sebesar 15,16 Mpa dan yang terkecil adalah serat anyam dan acak yang memiliki nilai sebesar 11,64 Mpa. Untuk data berat serat yang 12% yang memiliki kekuatan tarik tertinggi adalah serat *cross* dan acak yang memiliki nilai sebesar 18,71 Mpa dan untuk nilai kekuatan terendah adalah serat anyam dan acak yang memiliki nilai sebesar 17,21 Mpa. dan terakhir data berat serat 16% yang memiliki kekuatan tarik/regangan tertinggi adalah serat anyam dan *cross* yang memiliki nilai sebesar 21,69 Mpa dan untk nilai kekuatan tarik terendahnya dalah serat anyam acak yang hanya memiki nilai sebesar 18,32 Mpa



Gambar 5. Grafik Kekuatan Tarik Serat Anyam dan Acak

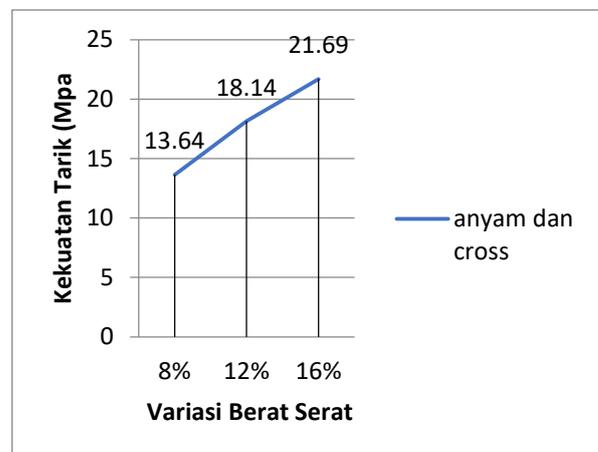
Dari data grafik di atas dapat di lihat bahwa nilai kekuatan tarik tertinggi adalah 16 % dan yang terendah adalah 8 % dengan selisih kekuatan tarik sebesar 6,68 Mpa. Hal ini

menunjukkan bahwa semakin banyak serat tebu yang di butuhkan maka kekuatan tarik semakin tinggi.



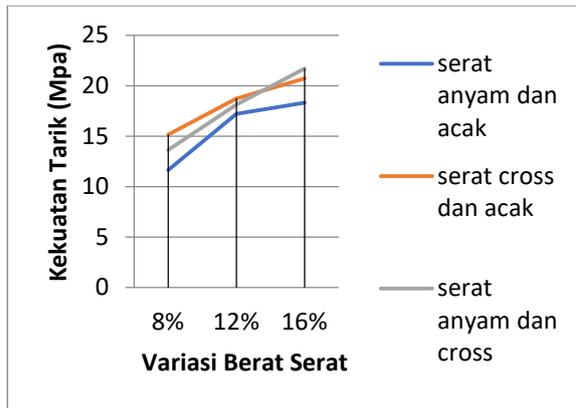
Gambar 6. Grafik Kekuatan Tarik Serat Cross Dan Acak

Dari data grafik di atas dapat di lihat bahwa nilai kekuatan tarik tertinggi adalah 16 % dan yang terendah adalah 8 % dengan selisih kekuatan tarik sebesar 5,57 Mpa. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak serat tebu yang di butuhkan maka kekuatan tarik semakin tinggi.



Gambar 7. Grafik Kekuatan Tarik Serat Anyam Dan Cross

Dari data grafik di atas dapat di lihat bahwa nilai kekuatan tarik tertinggi adalah 16 % dan yang terendah adalah 8 % dengan selisih kekuatan tarik sebesar 8,05 Mpa. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak serat tebu yang di butuhkan maka kekuatan tarik semakin tinggi.



Gambar 8. Grafik Perbandingan Kekuatan Tarik Serat Ampas Tebu

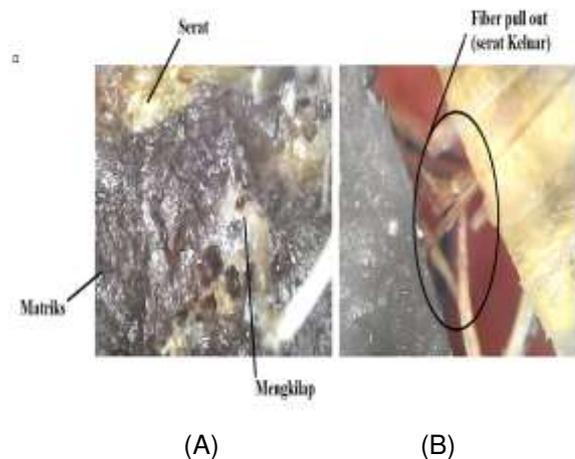
Di lihat dari gambar 8 di atas bahwa serat 8 % yang memiliki kekuatan tarik tertinggi adalah serat *cross* dan acak sebesar 15,16 Mpa sedangkan nilai kekuatan tarik terendah adalah serat anyam dan acak dengan nilai sebesar 11,64 Mpa. Serat 12 % yang memiliki kekuatan tarik tertinggi adalah serat *cross* dan acak yang memiliki nilai sebesar 18,71 Mpa sedangkan kekuatan tarik terendah adalah serat anyam dan acak yang memiliki nilai sebesar 17,21 Mpa dan untuk 16 % kekuatan tarik terbesar pada serat anyam dan *cross* yang memiliki nilai sebesar 21,69 Mpa dan yang terendah adalah serat anyam dan acak yang memiliki nilai sebesar 18,32 Mpa.

Secara garis besar, fraksi volume sangat berpengaruh terhadap kekuatan tarik komposit. Hal ini disebabkan karena bertambahnya penguat serat dan pengikatnya berkurang, sementara dimensi material tidak mengalami perubahan. Dari tabel hasil uji tarik komposit mengalami peningkatan mulai dari fraksi volume serat 8% hingga 16%, dalam hal ini, fungsi serat (*fiber*) sebagai penguat mempunyai sifat tarik yang kuat dibanding pengikatnya (matrik) resin *epoxy*. Peningkatan ini sesuai dengan teori yang ada dimana kekuatan komposit meningkat seiring dengan penambahan fraksi volume. Hal ini disebabkan oleh gaya yang diterima oleh matrik di distribusikan secara merata pada serat penguatnya. Penyusunan, konsentrasi, dan distribusi serat sangat berpengaruh terhadap kekuatan komposit berpenguat serat. Selain itu, kecilnya nilai yang diperoleh dalam pengujian tarik ini (nilai tegangan) disebabkan karena proses pencampuran *epoxy* dan *hardener* yang masih dilakukan secara manual menimbulkan *void* yang juga sangat mempengaruhi kekuatan dari komposit.

3.3 Foto Makro Penampang Putusan Spesimen Uji Tarik

Foto makro bermaksud untuk melihat bentuk putusan yang terjadi pada spesimen uji setelah dilakukan pengujian kekuatan tarik. Adapun spesimen yang dilakukan proses foto makro yaitu nilai kekuatan tarik tertinggi dan nilai kekuatan tarik terendah.

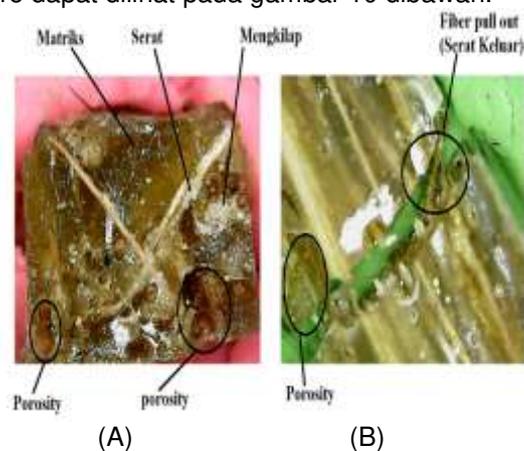
1. foto makro yang memiliki kekuatan tarik tertinggi yaitu serat anyam dan *cross* 16%
Spesimen serat anyam dan *cross* dengan persentase serat sebanyak 16% dengan nilai kekuatan tarik sebesar 21,69 Mpa. Adapun bentuk putusannya yang dilihat dari proses foto makro dapat dilihat pada gambar 9 dibawah.



Gambar 9 (A) Perbesar 200x Tanpak Atas (B) Perbesar 200x Tanpak Samping

2. foto makro yang memiliki kekuatan tarik terendah yaitu serat anyam dan acak 8%

Spesimen serat anyam dan acak dengan persentase serat sebanyak 8% dengan nilai kekuatan tarik sebesar 11,64 Mpa. Adapun bentuk putusannya yang dilihat dari proses foto makro dapat dilihat pada gambar 10 dibawah.



Gambar 12 (A) Perbesar 200x Tanpak Atas (B) Perbesar 200x Tanpak Samping

Dari gambar foto makro putusan penampang spesimen uji dapat disimpulkan bahwa serat

anyam dan *cross* 16% dengan serat anyam dan acak 8% dengan kekuatan tarik tertinggi sebesar 21,69 Mpa yang mengalami putusan getas. Hal ini dikarenakan memiliki ciri-ciri terdapat butir-butir halus pada permukaan spesimen uji, permukaan dari patahan spesimen uji mengkilap, dan terdapat serabut-serabut kasar dan kekuatan tarik terendah sebesar 11,64 Mpa mengalami banyak terdapat *porosity*. Hal ini dikarenakan pada saat pencampuran resin dengan *hardener* yang tidak merata dan pada saat pencetakan terjadinya terperangkap udara di spesimen.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil pembahasan tentang analisa pengaruh letak susunan serat ampas tebu (*baggase*) terhadap kekuatan tarik menggunakan *epoxy*, maka penulis dapat menarik kesimpulan bahwa :

Kesimpulan

1. Kekuatan tarik terbesar adalah serat *cross* dan acak yang tertinggi di serat 8 % sebesar 15,16 N/mm² dan serat 12 % sebesar 18,71 N/mm² untuk serat yang 16 % yang memiliki kekuatan tarik terbesar adalah anyam dan *cross* yang memiliki nilai sebesar 21,69 N/mm². Tapi terjadi perbedaan kekuatan tarik dari variasi susunan serat antara *cross* dan acak dengan anyam dan *cross* yang di sebabkan oleh terjadinya gelembung di resin karena udara yang terperangkap yang biasa di sebut *porosity* yang membuat serat yang tidak melekat sempurna dengan resin dan membuat kekuatan tarik menurun sehingga terjadi perbedaan kekuatan tarik antara susunan serat anyam dan *cross* dengan *cross* dan acak.
2. Serat yang nilai uji tarik tertinggi adalah serat *cross* dan acak yang dikarenakan susunan yang mendukung lebih rapat dari serat anyam dan di perkuat oleh serat acak. Yang

seharusnya serat anyam lebih bagus dari pada serat *cross* tetapi pada spesimen serat anyam yang mendukung pada saat penarikan hanya sedikit ketimbang serat *cross* ini di sebabkan oleh jarak antara serat anyam sebesar 4 mm.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gibson, F Ronald, (1994). "Principles of Composite Material Mechanics". Internasional Edition, MC.Graw –Hill Inc, New York.
- [2] Darmansyah, D., Tugatorof, J. M., & Azwar, E. (2008, February). Sintesis Mekanik Komposit Epoxy Berpenguat Serat Tebu (Tinjauan Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Tarik Dan Kekuatan Bending). In Seminar Nasional Inovasi Dan Aplikasi Teknologi Di Industri 2018, ITN Malang, 3 Februari 2018 (pp. 149-156). ITN Malang.
- [3] Sumargianto, I. (2016). Serat Tebu (Baggase) Sebagai Bahan Pengisi Pada Komposit Dengan Matriks Resin Poliester. Jurnal Teknik Mesin, 2(1).
- [4] Yudo, H., & Jatmiko, S. (2008). Analisa Teknis Kekuatan Mekanis Material Komposit Berpenguat Serat Ampas Tebu (Baggase) Ditinjau Dari Kekuatan Tarik dan Impak. Kapal: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kelautan, 5(2), 95-101.
- [5] Rahman, M. B. N., & Kamiel, B. P. (2015). Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Sifat-Sifat Tarik Komposit Diperkuat Unidirectional Serat Tebu Dengan Matrik Poliester. Semesta Teknika, 14(2), 133-138.
- [6] ASTM D638 - 14 Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics