



**PENGARUH TEKANAN KOMPAKSI TERHADAP
KEKUATAN TARIK KOMPOSIT SERAT KARUNG
PLASTIK BEKAS**

SKRIPSI

**Skripsi ini ditulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan
Program Studi Pendidikan Teknik Mesin**

**Oleh
Supriyadi
5201412024**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2018**

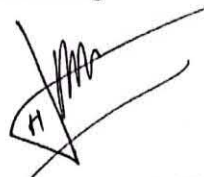
PERSETUJUAN PEMBIBING

Nama : Supriyadi
NIM : 5201412024
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin
Judul : Pengaruh Tekanan Kompaksi Terhadap Kekuatan Tarik
Komposit Serat Karung Plastik Bekas

Skripsi/TA ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian Skripsi/TA Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang

Semarang, 24 Oktober 2018

Pembimbing



Dr. Heri Yudiono, S.Pd.,M.T

NIP. 196707261993031003

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul Pengaruh Tekanan Kompaksi Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Serat Karung Plastik Bekas telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada 29 Oktober 2018

Oleh

Nama : Supriyadi
NIM : 5201412024
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin

Panitia:

Ketua



Rusiyanto, S.Pd., M.T.

NIP. 197403211999031002

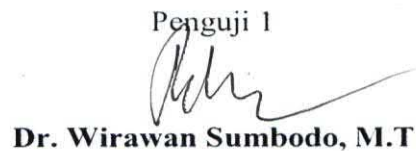
Sekretaris



Dr. Ir. Rahmat Doni, S.T., M.T.IPP.

NIP. 197509272006041002

Penguji 1



Dr. Wirawan Sumbodo, M.T

NIP 196601051990021002

Penguji 2



Drs. Pramono, M.Pd.

NIP. 195809101985031002

Pembimbing



Dr. Heri Yudiono, S.Pd., M.T

NIP. 196707261993031003

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik UNNES




Dr. Nur Qadus, M.T.
NIP. 196911301994031001

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi/TA ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister, dan/atau doktor), baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Semarang,,
Yang membuat pernyataan



Supriyadi
NIM. 5201412024

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

1. Syukuri semua hal yang ada pada diri kita.
2. Jangan menyerah tetap semangat menggapai impian, Badai pasti berlalu.
3. Kegagalan adalah kesuksesan yang tertunda, maka raihlah kesuksesan tanpa takut akan kegagalan

PERSEMBAHAN

Ataas ridho Mu ya allah SWT

Karya ini saya persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua saya yang selalu memberi motivasi dan dukungan, serta do'a untuk kesuksesan saya tanpa mengenal lelah.
2. Semua teman-teman dan sedulur kampus yang telah memberi semangat tanpa kenal lelah.

ABSTRAK

Supriyadi. 2018. Pengaruh Tekanan Kompaksi Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Serat Karung Plastik. Skripsi. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Dr. Heri Yudiono, S.Pd., M.T. PTM.

Kata Kunci : Serat Karung, Poliester, Kekuatan Tarik.

Penggunaan material logam pada berbagai komponen produk otomotif semakin berkurang, ini karena komponen yang terbuat dari material logam lebih berat dibanding dengan material yang lainnya, proses pembentukannya yang relatif sulit, serta dapat mengalami korosi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh orientasi anyaman serat karung plastik bekas terhadap kekuatan tarik komposit

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian eksperimen. Pencetakan komposit dilakukan secara manual atau *hand lay up*. Penelitian ini menggunakan desain penelitian *pre-experimental design* dengan tipe *static-group comparisons*, terdapat dua kelompok pada penelitian yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Kelompok eksperimen pada penelitian ini adalah kelompok yang mengalami penekanan kompaksi. Sedangkan kelompok kontrol yakni spesimen yang mengalami variasi tekanan kompaksi. Analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah analisis statistik deskriptif.

Hasil penelitian pengujian tarik menunjukkan bahwa kekuatan tarik komposit dengan variasi tekanan kompaksi Kekuatan tarik pada variasi tekanan kompaksi 50 kg/cm² sebesar 23,395 N/mm² dengan modulus elastisitas tarik sebesar 15,539 N/mm². Dari hasil tersebut menjelaskan bahwa pada tekanan kompaksi spesimen ini memiliki bentuk yang kurang tekanan sehingga masih banyak rongga udara didalamnya. Kekuatan tarik pada variasi tekanan kompaksi 100 Kg/cm² sebesar 22,773 N/mm² dengan modulus elastisitas tarik sebesar 15,568 N/mm², hasil dari tekanan kompaksi 100 Kg/cm² ini tidak jauh beda sama variasi tekanan kompaksi 50 kg/cm². Kekuatan tarik pada variasi tekanan kompaksi 150 Kg/cm² sebesar 39,289 N/mm² dengan modulus elastisitas tarik sebesar 27,663 N/mm². Hasil tersebut merupakan hasil terbaik dari masing-masing variasi lainya karena memiliki nilai yang lebih tinggi dan paling kuat.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “pengaruh tekanan kompaksi terhadap kekuatan tarik komposit serat karung plastik” tanpa adanya hambatan yang cukup berarti.

Skripsi ini disusun dalam rangka menyelesaikan studi strata 1 guna memperoleh gelar sarjana pendidikan di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Mengingat bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, penelitian ini tidak akan terlaksana dengan baik. Dengan segala ketulusan dan kerendahan hati, disampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
2. Dr. Heri Yudiono, S.P.d., M.T., Dosen Pembimbing 1 yang telah meluangkan waktu dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini.
3. Drs. Pramono, M.Pd., Dosen Pembimbing II yang telah menyediakan waktu untuk memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan skripsi ini.
4. Bapak, Ibu, Kakak, Adik dan Saudara-saudara penulis yang selalu memberikan dukungan dan doa.
5. Keluarga besar mahasiswa Pendidikan Teknik Mesin 2012 yang selalu memberikan semangat.
6. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.

Akhir kata, penulis hanya dapat mengucapkan banyak terima kasih dan penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya dan para pembaca umumnya. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini banyak terdapat kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik, saran dan masukan dari semua pihak yang bersifat membangun untuk memperbaiki skripsi ini. Penulis juga berharap skripsi ini dapat berguna untuk industri migas di Indonesia yang lebih baik.

Senarang, 2018



Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
PRAKATA	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Pembatasan Masalah	4
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan Penelitian	4
F. Manfaat Penelitian	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	6
A. Kajian Teori	6
1. Kompaksi	6
2. Komposit	7
a. Definisi Komposit	7
b. Unsur Penyusun Komposit	8
c. Sifat Bahan Komposit	10
d. Massa Bahan Komposit	11
e. Serat Karung Plastik	12
f. Resin <i>Unsaturated Polyeste</i>	13
g. Uji Tarik	15

B. Penelitian yang Relevan	17
C. Kerangka Pikir Penelitian	19
BAB III METODE PENELITIAN	21
A. Desain Penelitian	21
B. Alat dan Bahan	22
C. Bentuk Spesimen	23
D. Alur Penelitian.....	24
E. Proses Penelitian	25
F. Teknik Pengumpulan Data	28
G. Teknik Analisis Data	29
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	30
BAB V PENUTUP	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN	46

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Tabel Kelompok Kontrol	25
Tabel 3.3. Tabel Pengujian Tarik	29
Tabel 4.1. Dimensi Spesimen	32
Tabel 4.2. Hasil Tegangan Tarik Dan Tegangan Luluh	32
Tabel 4.3. Rata-Rata Tegangan Tarik Dan Tegangan Luluh	34
Tabel 4.4 Hasil Regangan, Dan Modulus Elastisitas	37

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Skema Ikatan Kimia Dari <i>Polypropilen</i>	13
Gambar 2.2. Anyaman Polos (<i>Plain</i>)	14
Gambar 2.3. Diagram Tegangan-Regangan Uji Tarik Bahan Ulet.....	19
Gambar 3.2. Mesin <i>Universal Testing Mechine</i>	28
Gambar 4.1. Grafik Hasil Pengujian Tarik	33
Gambar 4.2. Grafik Hasil Tegangan Luluh	33
Gambar 4.3. Grafik Rata-Rata Tegangan Tarik	35
Gambar 4.4. Grafik Rata-Rata Tegangan Luluh	36
Gambar 4.5. Grafik Rata-Rata Nilai Regangan	38
Gambar 4.6. Grafik Rata-Rata Modulus Elastisitas	39
Gambar 4.7. Penampang Patah Komposit 50 Kg/Cm ²	40
Gambar 4.8. Penampang Patah Komposit 100 Kg/Cm ²	41
Gambar 4.9. Penampang Patah Komposit 150 Kg/Cm ²	41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Usulan Topik Skripsi	46
Lampiran 2. Usulan Pembimbing Skripsi	47
Lampiran 3. Surat Tugas Pembimbing Skripsi	48
Lampiran 4. Surat Tugas Seminar Skripsi	49
Lampiran 5. Permohonan Pengantar Penghapusan Dosen Pembimbing	50
Lampiran 6. Ijin Penelitian.....	51
Lampiran 7. Surat Keterangan Pengujian	52
Lampiran 8. Hasil Pengujian Tarik	53

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

Simbol	Arti
σ	Tegangan Tarik (N/mm ²)
P	Gaya (N)
A	Luas Penampang (mm ²)
ε	Regangan (%)
l	Panjang Akhir (mm)
l_0	Panjang Awal (mm)
W	Lebar Awal (mm)
T	Tebal Awal (mm)
E	Modulus Elastisitas (N/mm ²)
q	Reduksi Penampang (%)
A_0	Luas Penampang Awal (mm)
A_1	Luas Penampang Akhir (mm)
ΔL	Pertambahan Panjang (mm)
σ_u	<i>Ultimate Strength</i> (N/mm ²)
σ_y	<i>Yield Strength</i> (N/mm ²)

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi memunculkan penemuan-penemuan baru diberbagai bidang, diantaranya adalah bidang keteknikan. Dunia teknik merupakan salah satu bidang yang menunjukkan perkembangan yang sangat pesat. Terobosan-terobosan baru senantiasa dilakukan dalam rangka mencapai suatu hasil yang dapat bermanfaat bagi manusia, sehingga akan mempermudah dan mengefektifkan kerja manusia.

Seiring dengan meningkatnya laju pertumbuhan kota dan penduduk membutuhkan adanya pelayanan yang seimbang dari sarana dan prasarana perkotaan tersebut. Salah satu masalah yang dihadapi adalah meningkatnya volume sampah perkotaan yang tentu saja membutuhkan pengelolaan yang tepat. Prinsip dari pengelolaan sampah adalah membersihkan kota dari sampah. Peningkatan produksi sampah tersebut apabila tidak diolah dengan baik akan merusak lingkungan sekitar.

Berdasarkan Kementrian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan (KLHK) Negara Indonesia masuk dalam peringkat kedua di dunia sebagai penghasil sampah plastik ke laut setelah Tiongkok. Indonesia mengkonsumsi plastik mencapai 1,9 juta ton hingga semester 1 di tahun 2013. Jumlah tersebut meningkat sekitar 22,58% dibandingkan semester yang sama tahun lalu sebanyak 1,55 juta ton.

Oleh sebab itu, pengolahan sampah perlu dilakukan demi mengantisipasi dampak negatif sampah terhadap lingkungan hidup tempat tinggal. Pemanfaatan sampah untuk bahan yang lebih berguna merupakan salah satu langkah bijak dalam pengolahan sampah yang dapat dilakukan saat ini. Dalam bidang teknik khususnya material, salah satu pengolahan sampah dengan cara *recycle* dan *reuse* dalam bentuk material baru sebagai dasar komposit. Komposit merupakan salah satu jenis material yang dibuat dengan penggabungan dua macam bahan yang mempunyai sifat berbeda menjadi satu material baru dengan sifat yang berbeda pula.

Komposit dari bahan serat terus diteliti dan dikembangkan guna menjadi bahan alternatif pengganti bahan logam, hal ini disebabkan sifat dari komposit serat yang kuat dan mempunyai berat yang lebih ringan dibandingkan dengan logam. Susunan komposit serat terdiri dari serat dan matriks sebagai bahan pengikatnya. Bahan komposit telah digunakan dalam industri pesawat terbang, otomotif, maupun alat-alat olahraga. Penggunaan komposit diberbagai bidang tidak terlepas dari sifat-sifat unggul yang dimiliki komposit yaitu ringan, kuat, kaku, serta tahan terhadap korosi dan beban.

Penelitian yang mengarah pada pengembangan bahan komposit telah banyak dilakukan, terutama yang berkaitan dengan komposit plastik maupun serat alam. Penelitian ini dilakukan seiring dengan majunya eksploitasi penggunaan bahan bekas dalam kehidupan sehari-hari, diantaranya ialah karung plastik bekas. Keuntungan mendasar yang dimiliki oleh serat karung plastik adalah jumlahnya berlimpah, memiliki *specific cost* yang rendah, dapat diperbarui dan didaur ulang,

serta tidak mencemari lingkungan. Untuk memperoleh sifat mekanik yang tinggi (kekuatan tarik) maka serat karung plastik telah diberi bermacam perlakuan yang dapat meningkatkan sifat mekanik tersebut. Salah satu perlakuan tersebut yaitu dengan memberikan variasi tekanan kompaksi pada komposit serat karung plastik, dengan memberikan variasi tekanan sebesar 50, 100, dan 150 Kg/cm² agar mendapatkan volume dan struktur komposit lebih padat dan lekat.

Penelitian ini dilakukan untuk mencari solusi dari berbagai masalah yang sering dijumpai pada lapangan atau perusahaan, yaitu dalam rangka mengetahui secara teknis nilai uji tarik komposit serat karung plastik dengan memberikan variasi tekanan kompaksi.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas terdapat beberapa faktor penyebab penulis melakukan penelitian ini adalah :

1. Pemanfaatan limbah karung plastik yang belum termanfaatkan sebagai penguat material komposit.
2. Penggunaan bahan dasar komposit serat karung plastik sebagai pengganti bahan logam yang mempunyai kelebihan sifat mekanik yang lebih baik, tahan korosi, dan ramah lingkungan.
3. Memberikan variasi tekanan kompaksi pada komposit untuk mendapatkan volume dan struktur komposit yang lebih padat dan lekat.

C. Pembatasan Masalah

Penyelesaian komposit serat karung plastik akan mempunyai cakupan yang sangat luas dan kompleks. Oleh karena itu dalam penelitian ini diberikan beberapa batasan masalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini hanya meneliti kekuatan tarik komposit yang berbahan dasar karung plastik bekas dengan orientasi $0^0/0^0$, dan resin polyester.
2. Memberikan variasi tekanan kompaksi sebesar 50, 100, dan 150 Kg/cm² pada komposit.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah yang ada, maka rumusan masalah yang akan diungkap dalam penelitian ini adalah berapakah nilai uji tarik komposit serat karung plastik dengan menggunakan variasi tekanan kompaksi?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui nilai uji tarik pada komposit serat karung plastik dengan menggunakan variasi tekanan kompaksi.
2. Untuk mengetahui kekuatan komposit yang menghasilkan nilai uji tarik tertinggi.

F. Manfaat Penelitian

Setelah mengetahui tujuan penelitian diatas, maka manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Manfaat penelitian secara praktis :

- 1). Menambah referensi tentang kekuatan tarik pada komposit.
 - 2). Mengetahui hasil dari variasi kompaksi pada komposit.
 - 3). Mengetahui nilai tertinggi dari hasil uji tarik komposit serat karung plastik.
2. Manfaat penelitian secara teoritis :
- 1) Sebagai pengembangan dari teori yang telah didapat peneliti saat perkuliahan.
 - 2) Memberikan sumbangan pustaka bagi dunia pendidikan.
 - 3) Memberikan terobosan-terobosan baru kepada masyarakat dalam pengembangan bahan non logam.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Kompaksi

Kompaksi merupakan beban akumulasi sedimen atau material lain menyebabkan hubungan antar butir menjadi lebih lekat dan air yang dikandung dalam ruang pori-pori antar butir terdesak keluar. Dengan demikian volume batuan sedimen yang terbentuk menjadi lebih kecil, namun sangat kompak.

Proses kompaksi merupakan proses lanjutan setelah pencampuran matriks resin *polyester* dimana serat karung plastik dimasukkan kedalam cetakan logam berbentuk segi empat dengan panjang 200 mm, dan lebar 200 mm kemudian ditekan dengan tekanan 50 Kg, 100 Kg, dan 150 Kg ditahan selama 12 jam bertujuan untuk memadatkan komposit sehingga distribusi komposit akan merata dan melekat. Semakin besar tekanan kompaksi dan semakin kecil ukuran partikel maka jumlah udara (porositas) diantara partikel akan semakin sedikit, alat yang digunakan menggunakan mesin kompaksi manual.

Penelitian yang dilakukan oleh R.M.German, 1984 menunjukkan bahwa kompaksi terjadi dengan menempatkan komposit serat karung plastik pada cetakan yang kemudian ditekan sehingga komposit akan terbentuk seperti bentuk rongga cetakan. Hasil dari proses kompaksi ini disebut sampel, dan memiliki kekuatan yang cukup untuk menjalani proses selanjutnya. Tekanan yang diberikan merupakan tekanan eksternal yang digunakan untuk memberikan sampel dengan

kepadatan yang tinggi. Parameter yang dapat menentukan kepadatan dari sampel diantaranya adalah tekanan yang diberikan saat kompaksi, perilaku mekanik, dan kecepatan penekanan (Iplek setiawan, *et al.* 2012: 176).

2. Komposit

a. Definisi komposit

Mengingat dalam penelitian ini material yang digunakan adalah komposit, sehingga akan dipaparkan mengenai komposit dan pengaplikasiannya. Komposit merupakan dua material atau lebih yang berbeda yang disatukan sehingga menghasilkan sifat mekanis yang merupakan gabungan dari komponen penyusunan. Adapun kelebihan material komposit adalah sifat material dapat diperbaiki antara lain: kekuatannya, kekakuannya, ketahanan terhadap korosi, ketahanan terhadap keausan maupun pengurangan berat material. Pemilihan suatu material tentunya akan mengikuti tujuan dari penggunaan material tersebut, sehingga dapat menentukan sifat apa yang akan diperlukan oleh material komposit tersebut. Komponen penyusun suatu komposit pada umumnya mempunyai peranan sebagai matrik yaitu bagian dari material komposit yang memberikan bentuk terhadap material komposit tersebut dan mengikat komponen lain yang berfungsi sebagai penguat material komposit tersebut (Ruwaida, *et al.* 2010 : 2).

Adapun pengertian dari komposit merupakan perpaduan dari dua material atau lebih yang memiliki fasa yang berbeda menjadi suatu material yang baru dan memiliki propertis lebih baik dari keduanya. Bahan komposit telah dipergunakan dalam industri pesawat terbang, otomotif, maupun untuk perabot rumah tangga. Penggunaan komposit diberbagai bidang tidak terlepas dari sifat-sifat unggul yang

memiliki komposit ringan, kuat, kaku serta tahan terhadap korosi (Fahmi dan Arifin, 2014: 84).

b. Unsur penyusun komposit

Pada umumnya bahan komposit terdiri dari dua unsur, yaitu serat (*fiber*) dan bahan pengikat serat tersebut yang disebut *matriks*.

1. Serat

Serat adalah suatu jenis bahan berupa potongan-potongan komponen yang membentuk jaringan memanjang yang utuh. Serat dapat digolongkan menjadi dua jenis yaitu serat alami dan serat sintetis (serat buatan manusia)

1).Serat alami

Serat mineral antara lain kaca serat atau *fiberglass* yang dibuat dari kuarsa, serta logam dapat dibuat dari logam yang di ikuti seperti (tembaga), emas atau perak selanjutnya serat karbon.

- a). Serat tumbuhan atau serat pangan biasanya tersusun atasselulosa, hemiselulosa, dan kadang mengandung pula lignin. Contoh dari serat jenis ini yaitu katun dan kain rami.
- b). Serat kayu berasal dari tumbuhan berkayu.
- c). Serat hewan, umumnya tersusun atas protein tertentu. Contoh dari serat hewan yang di dimanfaatkan oleh manusia adalah serat laba-laba (sutra) dan bulu domba (wol).
- d). Serat mineral, umumnya dibuat dari asbestos. Saat ini asbestos adalah satu-satunya mineral yang secara alami terdapat dalam bentuk serat panjang.

2). Serat sintetis

Serat sintetis atau serat buatan manusia umumnya berasal dari bahan pertokimia. Namun demikian, ada pula serat sintetis dapat digolongkan kedalam:

a). Serat mineral

Serat mineral, umumnya dibuat dari asbestos. Saat ini asbestos adalah satu-satunya mineral yang secara alami terdapat dalam bentuk serat panjang.

b). Serat polimer

Serat polimer adalah bagian dari serat sintetis. Serat jenis ini dibuat melalui proses kimia. Bahan yang umum digunakan untuk membuat serat polimer antara lain polimida nilon, *fenol-formaldehid* (PF) dan serat *polivinyl alkohol* (PVOH) (Burhan, *et al.* 2015: 7).

2. Matrik (Resin)

Matrik (resin) dalam susunan komposit bertugas melindungi dan mengikat serat agar dapat bekerja dengan baik. Matrik harus bisa meneruskan beban dari luar ke serat. Umumnya matriks terbuat dari bahan-bahan yang lunak dan liat. Polimer (plastik) merupakan bahan umum yang biasa digunakan. Matriks juga umumnya dipilih dari kemampuannya menahan panas. *Polyester, vinilester* dan epoksi adalah bahan-bahan polimer yang sejak dahulu telah dipakai sebagai bahan matriks.

Persyaratan dibawah ini perlu dipenuhi sebagai bahan matriks untuk pencetakan bahan komposit :

- 1). Resin yang dipakai perlu memiliki viskositas rendah, dapat sesuai dengan bahan penguat dan *permeable*.
- 2). Dapat diukur pada temperatur kamar dalam waktu yang optimal.
- 3). Mempunyai penyusutan yang kecil pada pengawetan.
- 4). Memiliki kelengketan yang baik dengan bahan penguat.
- 5). Mempunyai sifat baik dari bahan yang diawetkan.

Tidak ada bahan yang dapat memenuhi semua persyaratan di atas tetapi pada saat ini paling banyak dipakai adalah *polyester* tak jenuh (Surdia T., 2000).

c. Sifat bahan komposit

Bahan komposit mempunyai sifat-sifat yang berbeda dengan sebagian besar material konvensional yang telah dikenal selama ini. Sebagian material konvensional bersifat homogen dan *isotropic*. Bahan homogen berarti sifat-sifatnya sama disemua tempat, dan bahan *isotropic* berarti sifat-sifatnya sama dalam segala arah. Sebaliknya bahan komposit bersifat tidak homogen dan *anisotropic*, yang berarti sifat-sifat bahan komposit tidak sama disemua tempat dan sifatnya berubah terhadap perubahan arah. Karena sifatnya yang tidak homogen tersebut, bahan komposit sering dipelajari dari dua sudut pandang yang berbeda yaitu mikromekanik dan makromekanik.

Mikromekanik adalah kaji bahan komposit dimana interaksi antara bahan-bahan pembentuknya dipelajari dalam skala mikroskopik. Lingkup kaji ini misalnya mempelajari interaksi antara serat dan matriks, serta penentuan modulus elastisitas bahan sebagai fungsi dari modulus elastisitas bahan-bahan pembentuknya.

Sedangkan kaji makromekanik adalah kaji bahan komposit dimana bahan dianggap homogen dan pengaruh bahan-bahan pembentuknya hanya ditengarai sebagai sifat yang tampak secara keseluruhan pada bahan komposit. Disini tidak diperhatikan lagi bahan pembentuknya secara sendiri-sendiri. Pada kaji ini tidak dipelajari misalnya susunan serat dan matriks yang pada kaji mikroskopik merupakan kajian utama.

Bahan komposit sangat efisien dalam menerima beban, karena tugas tersebut dilimpahkan ke serat. Serat inilah yang terutama bertugas menerima beban, karena itu bahan komposit sangat kuat dan kaku bila dibebani searah serat, sebaliknya sangat lemah bila dibebani dalam arah tegak lurus serat.

Salah satu keuntungan bahan komposit adalah kemungkinan bahan tersebut diarahkan dalam arah tertentu, artinya bahan tersebut hanya kuat dan kaku pada arah tertentu dan lemah dalam arah-arrah yang tidak dikehendaki. Kemampuan ini jelas tidak dipunyai oleh bahan *isotropic* yang perdefinisi berarti mempunyai kekuatan dan kekakuan yang sama dalam segala arah.

d. Massa Bahan Komposit

Bahan komposit dengan massa M dan volume V yang terdiri dari serat dan matriks, maka massa M adalah penjumlahan massa serat (M_f) dan massa matriks (M_m), atau ditulis :

$$M = M_f + M_m \dots \dots \dots (2.1)$$

Dalam pembuatan bahan komposit adanya rongga (*void*) tidak dapat terelakkan. Rongga ini tentu saja akan melemahkan bahan komposit tersebut,

karena dapat menimbulkan retak pada matriks. Persamaan 2.1 diatas tetap berlaku meskipun terdapat rongga. Tetapi volume bahan komposit mengandung rongga sebesar V_v , maka :

$$V=V_f+V_m+V_v$$

.....(2.2)

Dengan *subscript* f, m dan v masing-masing menunjukkan serat, matriks dan rongga. Dengan membagi persamaan 2.1 dan 2.2 diatas masing-masing dengan M dan V, didapat fraksi massa dan fraksi volume, atau ditulis :

$$m_f+m_m=1.....(2.3)$$

dan, $v_f+ v_m+ v_v =1(2.4)$

apabila void sedikit ($v_v \approx 0$) maka persamaan 2.4 bisa ditulis :

$$v_f + v_m =1(2.5)$$

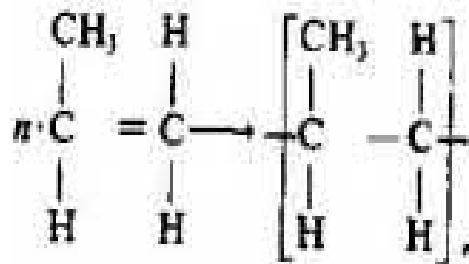
Rapat massa bahan komposit (ρ) bias dihitung dengan persamaan berikut :

$$\rho = \frac{M}{V} = \frac{\rho_f V_f + \rho_m V_m}{V} = \rho_f \cdot V_f + \rho_m \cdot V_m (2.6)$$

e. Serat karung plastik

Serat karung plastik merupakan bentuk uraian dari karung plastik. Karung plastik merupakan bahan yang biasa dianggap sudah tidak terpakai dan dibuang oleh pemiliknya. Karung plastik termasuk jenis sampah anorganik yaitu sampah yang sulit terurai atau bahkan tak dapat di uraikan dan tidak mengandung unsur karbon (Irmanzah, 2014: 677).

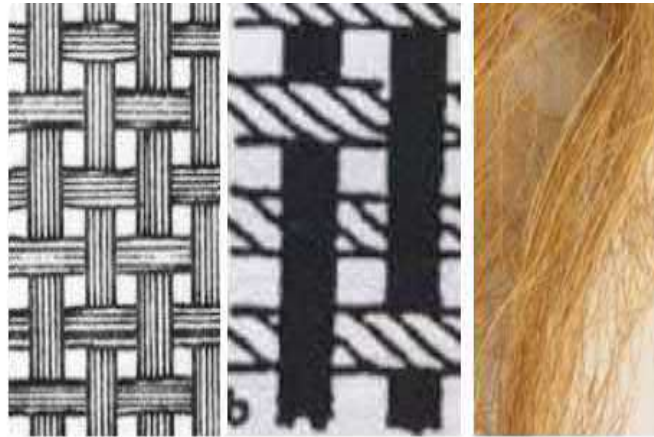
Karung plastik dibuat dari polimer *polypropilen* (PP) yang bersifat termoplastik (Pertamina UPPDN VI). Bahan baku polipropilin didapat dengan menguraikan petroleum (*naftan*). Polypropilin ini dibentuk oleh n satuan monomer propilen. Molekul rantai *polypropilen* akan memberikan sifat termoplastik seiring dengan kenaikan temperatur, serta dapat mencair dan mengalir. Massa jenis PP rendah yaitu sekitar 0.9007 gr/cm^3 (ASTM D 792). PP termasuk golongan polimer yang paling ringan dan dapat terbakar kalau dinyalakan. Titik leleh PP adalah sekitar 176°C .



Gambar 2.1. Skema ikatan kimia dari *polypropilen*
 Sumber: Kuncoro Diharjo, Januari 2006.

Selain bahan matriks dan serat, pola anyaman dapat mempengaruhi kekuatan komposit. Beberapa model pola anyaman yang dikembangkan antara lain anyaman polos (*plain*), *basket*, *satin*, *twill* dan kombinasinya. Pola anyaman memiliki jenis orientasi pakan/*warp* dan lusi/*weft* yang homogen maupun hibrida. Ada 3 anyaman dasar yang banyak digunakan seperti *plain*, *twill* dan *satin* dengan beberapa variasi. Serat karung plastik ini menggunakan jenis anyaman polos (*Plain*). Anyaman polos merupakan anyaman paling sederhana, paling tua dan paling banyak dipakai. Anyaman ini mempunyai tingkat kesulitan pembuatan yang paling kecil dibanding semua jenis anyaman. Jumlah silangan dalam anyaman ini paling banyak di antara jenis anyaman yang lain. selain itu, anyaman

ini sering dikombinasikan dengan beberapa faktor konstruksi yang lain dari jenis anyaman yang lainnya (Kadir dan Aminur, 2014).



Gambar 2.2 Anyaman *Plain*, *Twill*, dan *Random*
Sumber: Kadir dan Aminur

f. Resin Unsaturated Polyester (UP)

Unsaturated polyester (UP) Merupakan jenis resin *thermoset*. Resin UP memiliki sifat encer dan fluiditasnya baik sehingga dapat diaplikasikan mulai dari proses *hand lay up* yang sederhana sampai dengan proses yang kompleks. Banyaknya penggunaan resin ini didasarkan pada pertimbangan harga relatif murah, *curing* cepat, warna jernih, dan mudah penanganannya. (Billmeyer, 1984). Katalis yang sering digunakan sebagai media untuk mempercepat pengerasan cairan resin (*curing*) adalah hardener *metyl etyl keton peroksida* (MEKPO). Kadar penggunaan hardener MEKPO adalah 1% pada suhu kamar (Diharjo, 2006 :57).

Sifat resin ini adalah kaku dan rapuh. Mengenai sifat termalnya karena banyak mengandung *monomer stiren*, maka suhu *deformasi thermal* lebih rendah daripada resin *thermoset* lainnya dan ketahanan panas jangka panjangnya adalah kira-kira 110-140⁰C. Ketahanan dingin adalah baik secara relatif. Sifat listriknya lebih baik diantara resin *thermoset*. Mengenai ketahanan kimianya, pada

umumnya kuat terhadap asam kecuali asam pengoksid, tetapi lemah terhadap alkali. Bila dimasukkan dalam air mendidih untuk waktu yang lama (300 jam), bahan akan pecah dan retak-retak. Bahan ini mudah mengembang dalam pelarut, yang melarutkan polimer siren. Kemampuan terhadap cuaca sangat baik. Tahan terhadap kelembaban dan sinar *ultra violet* bila dibiarkan di luar, tetapi sifat tembus cahaya permukaan rusak dalam beberapa tahun. Secara luas digunakan untuk konstruksi sebagai bahan komposit.

Penggunaan resin jenis ini dapat dilakukan dari proses *hand lay up* sampai dengan proses mekanik. Resin ini banyak digunakan dalam aplikasi komposit pada dunia industri dengan pertimbangan harga relatif murah, *curing* yang cepat, warna jernih, kestabilan dimensional dan mudah penanganannya.

Pengesatan termal digunakan *Benzoil Peroksida* (BPO) sebagai katalis. Temperatur optimal adalah 80-180⁰C, namun demikian kebanyakan pengesatan dingin yang digunakan. *Metyl Etyl Keton Peroksida* (MEKPO) digunakan sebagai katalis dan ditambahkan 1-2% (Wicaksono, 2006 : 16).

Tabel 2.1 Spesifikasi resin *Unsaturated Polyester Yukalac BQTN 157*.

Item	Satuan	Nilai Tipikal	Catatan
Berat Jenis	Gr/cm ³	1.215	25 ⁰
Kekerasan		40	Barcol GYZJ 934-1
Suhu distorsi panas	⁰ C	70	
Penyerapan air (suhu ruangan)	%	0.188	24 jam
	%	0.466	3 hari
Kekuatan Fleksural	Kg/mm ²	9.4	
Modulus Fleksural	Kg/mm ²	300	
Daya Rentang	Kg/mm ²	5.5	
Modulus rentang	Kg/mm ²	300	
Elongasi	%	1.6	

Sumber : Justus Kimia Raya, 1996.

g. Uji Tarik

Pengujian suatu bahan dimaksudkan untuk memperoleh kepastian mengenai sifat-sifat dan kekuatan bahan tersebut. Memenuhi pengujian yang teliti akan diketahui apakah bahan tersebut dapat digunakan untuk suatu konstruksi tertentu.

Uji tarik adalah suatu metode yang digunakan untuk menguji kekuatan suatu bahan/material dengan cara memberikan beban gaya yang sesumbu. Hasil yang didapatkan dari pengujian tarik sangat penting untuk rekayasa teknik dan desain produk karena menghasilkan data kekuatan material. Pengujian uji tarik digunakan untuk mengukur ketahanan suatu material terhadap gaya statis yang diberikan secara lambat. Salah satu cara untuk mengetahui besaran sifat mekanik dari logam adalah dengan uji tarik. Sifat mekanik yang dapat diketahui adalah kekuatan dan elastisitas dari logam tersebut. Uji tarik banyak dilakukan untuk melengkapi informasi rancangan dasar kekuatan suatu bahan dan sebagai data pendukung bagi spesifikasi bahan. Nilai kekuatan dan elastisitas dari material uji dapat dilihat dari kurva uji tarik.

Pengujian tarik ini dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat mekanis suatu material, khususnya logam diantara sifat-sifat mekanis yang dapat diketahui dari hasil pengujian tarik adalah sebagai berikut:

1. Kekuatan tarik
2. Kuat luluh dari material
3. Keuletan dari material
4. *Modulus elastic* dari material

5. Kelentingan dari suatu material

6. Ketangguhan.

Pengujian tarik banyak dilakukan untuk melengkapi informasi rancangan dasar kekuatan suatu bahan dan sebagai data pendukung bagi spesifikasi bahan. Karena dengan pengujian tarik dapat diukur ketahanan suatu material terhadap gaya statis yang diberikan secara perlahan. Pengujian tarik ini merupakan salah satu pengujian yang penting untuk dilakukan, karena dengan pengujian ini dapat memberikan berbagai informasi mengenai sifat-sifat logam. Dalam bidang industri diperlukan pengujian tarik ini untuk mempertimbangkan faktor metalurgi dan faktor mekanis yang tercakup dalam proses perlakuan terhadap logam jadi, untuk memenuhi proses selanjutnya.

Oleh karena pentingnya pengujian tarik ini, kita sebagai mahasiswa metalurgi hendaknya mengetahui mengenai pengujian ini. Dengan adanya kurva tegangan regangan kita dapat mengetahui kekuatan tarik, kekuatan luluh, keuletan, modulus elastisitas, ketangguhan, dan lain-lain. Pada pengujian tarik ini kita juga harus mengetahui dampak pengujian terhadap sifat mekanis dan fisik suatu logam. Dengan mengetahui parameter-parameter tersebut maka kita dapat data dasar mengenai kekuatan suatu bahan atau logam.

Kekuatan tarik diukur dengan menarik specimen uji komposit dengan dimensi yang seragam. Menurut (Nurdiana, *et al.*, 2013) tegangan tarik (σ) adalah gaya yang diaplikasikan (F) dibagi dengan luas penampang(A): yakni :

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (2.1)$$

dalam suatu ukuran dyne per sentimeter kuadrat (CGS) atau newton per meter kuadrat. (atau pound per inci kuadrat, psi,). Perpanjangan tarik (ϵ) adalah perubahan panjang sampel dibagi dengan panjang awal.

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l} \dots \dots \dots (2.2)$$

Perbandingan tegangan terhadap perpanjangan disebut modulus Elastis, (E)

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dalam hukumn Hook pengujian tarik, ketika spesimen mendapatkan beban, maka dia akan mengalami perpanjangan sampai kemudian putus. Jika l_1 adalah panjang mula-mula dari spesimen dan l_2 adalah panjang akhir spesimen setelah penarikan, maka perpanjangan persatuan panjang (e) adalah :

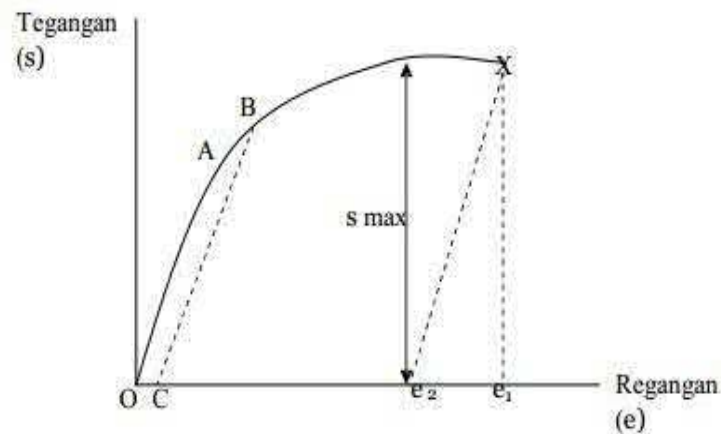
$$e = \frac{l_2 - l_1}{l_1} \dots \dots \dots (2.4)$$

Perpanjangan per satuan panjang ini disebut regangan. Dari regangan bisa mengetahui mampu bentuk suatu bahan, semakin besar nilai regangan berarti bahan tersebut semakin baik mampu bentuknya. Disamping itu spesimen juga mendapatkan pembebanan (P) per satuan luas (A) yang besarnya adalah

$$s = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (2.5)$$

Pada pengujian tarik akan di hasilkan diagram hubungan antara tegangan dan regangan. Bentuk diagram tegangan-regangan pada tiap bahan

adalah berbeda-beda, namun yang biasanya diperoleh dari pengujian tarik bahan yang ulet bisa dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 diagram tegangan-regangan uji tarik bahan ulet
Sumber: Sumaryono

B. Penelitian Yang Relevan

Penelitian yang dilakukan oleh Ginting (2006), yang meneliti tentang pembuatan komposit dengan matriks polietilena, karung plastik bekas (serat polipropilena) sebagai penguat dan pelembut heksan menggunakan metode cetak mengakibatkan kekuatan tarik. Proses cetak tekan dilakukan dengan kondisi tekanan, suhu, dan waktu yang optimal. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan informasi peningkatan kekuatan tarik polietilena dengan penguat komposit serat polipropilena. Dari hasil cetak tekan komposit dikarakterisasi dengan cara Uji Tarik, Scanning Electron Microscopy (SEM). Hasil karakterisasi memperlihatkan kekuatan tarik optimal sebesar 28,88 MPa.

Penelitian yang dilakukan oleh Sriwita yang meneliti tentang pembuatan dan karakterisasi sifat mekanik bahan komposit serat daun nanas-*polyester* ditinjau dari fraksi massa dan orientasi serat. Penelitian ini bertujuan untuk

mengetahui pengaruh penambahan massa serat terhadap sifat mekanik pada komposit resin *polyester* khususnya kuat tarik. Resin *polyester-MEKPO* (*Methyl Ethyl Ketone Peroxide*) berperan sebagai matriks pada komposit dan serat daun nanas berperan sebagai *filler* pada matriks polimer resin *polyester*. Karakterisasi kuat tarik komposit terhadap penambahan serat daun nanas dilakukan dengan alat uji wekob 32559 (Cesare Galdabini). Secara umum, sifat mekanik resin *polyester* serat daun nanas mengikat berdasarkan penambahan serat. Nilai kuat tarik untuk komposit dengan orientasi serat searah lebih tinggi daripada orientasi serat acak. Nilai kuat tarik maksimum diperoleh pada komposit dengan penambahan serat 0,2 g sebesar $723,36 \text{ N/cm}^2$ pada komposit dengan penambahan serat 1,5 g sebesar $1768,13 \text{ N/cm}^2$.

Penelitian yang dilakukan oleh Gita Novian Hermana dan Widyastuti (2013), yang meneliti tentang pengaruh komposisi Cu dan variasi tekanan kompaksi W-Cu terhadap densitas. Pada variasi komposisi penambahan Cu sebesar 20, 30, dan 40 wt% dengan variasi tekanan kompaksi 50, 100, dan 150 Kg/cm^2 , didapatkan nilai *green density* dan *sinter density* paling tinggi pada W-20 wt% dengan tekanan kompaksi 150 Mpa sebesar $12,09 \text{ g/cm}^3$ dan $14,14 \text{ g/cm}^3$. Pada variasi komposisi penambahan Cu sebesar 20, 30, dan 40 wt% dengan variasi tekanan kompaksi 50, 100, dan 150 Mpa, didapatkan nilai kekerasan dan *compressive strength* paling tinggi pada W-20 wt% dengan tekanan kompaksi 150 Mpa sebesar 32 HRB dan 220,89 Mpa.

C. Kerangka Pikir Penelitian

Komposit dari bahan serat (*Fibrous composite*) terus diteliti dan dikembangkan guna menjadi bahan alternatif pengganti bahan logam, hal ini disebabkan sifat dari bahan komposit serat yang kuat dan mempunyai massa yang lebih ringan dibandingkan dengan logam. Dalam penelitian ini, susunan komposit serat terdiri dari serat dan matriks sebagai bahan pengikatnya. Bahan komposit telah dipergunakan dalam industri pesawat terbang, otomotif, maupun untuk perabot rumah tangga. Penggunaan komposit diberbagai bidang tidak lepas dari sifat-sifat unggul yang memiliki komposit ringan, kuat, kaku, serta tahan terhadap korosi.

Penelitian yang mengarah pada pengembangan bahan komposit telah banyak dilakukan, terutama yang berkaitan dengan komposit plastik maupun serat alam. Penelitian ini dilakukan seiring dengan majunya eksploitasi penggunaan bahan bekas dalam kehidupan sehari-hari, diantaranya ialah karung plastik bekas. Keuntungan mendasar yang dimiliki oleh serat karung plastik adalah jumlahnya berlimpah, memiliki *specific cost* yang rendah, dapat diperbarui dan didaur ulang, serta tidak mencemari lingkungan. Untuk memperoleh sifat mekanik yang tinggi (kekuatan tarik) maka serat karung plastik telah diberi bermacam perlakuan yang dapat meningkatkan sifat mekanik tersebut. Salah satu perlakuan tersebut yaitu dengan memberikan variasi tekanan kompaksi pada komposit serat karung plastik. Dalam hal ini komposit serat karung plastik diberikan tekanan kompaksi agar mendapatkan volume dan struktur komposit lebih padat dan lekat.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan pengamatan, penjelasan dan analisis data penelitian yang dilakukan tentang pengaruh tekanan kompaksi terhadap kekuatan tarik komposit serat karung plastik bekas, dapat disimpulkan nilai tegangan tarik maksimal terhadap spesimen dengan variasi tekanan kompaksi 150 Kg/cm² dengan nilai tarik sebesar 39,428 N/mm², nilai tegangan luluh terbaik terdapat pada spesimen dengan variasi 150 Kg/cm² sebesar 21,008 N/mm², nilai regangan maksimal terdapat pada spesimen dengan variasi kompaksi 50 Kg/cm² sebesar 1,51%. Nilai modulus elastisitas paling tinggi terdapat pada spesimen dengan variasi 150 Kg/cm² sebesar 27,757 N/mm². Bila nilai modulus elastisitasnya semakin tinggi, maka semakin sulit bahan untuk mengalami perpanjangan. Hasil tersebut menunjukkan orientasi serat sangat berpengaruh terhadap kekuatan mekanik komposit. Orientasi serat terdapat banyak serat yang sejajar dengan sumbu tarik sehingga beban yang diberikan saat pengujian tarik mampu ditahan oleh serat yang sejajar. Terjadi cacat *fiber pull out* pada spesimen uji tarik yang disebabkan pecahnya matriks sehingga tidak mampu menyalurkan beban ke serat.

B. Saran

Berdasarkan proses pencetakan dan penelitian ada beberapa yang perlu diperhatikan, diantaranya :

1. Pada proses pencetakan komposit hendaknya di kompaksi agar tidak terjadi rongga udara (*void*) pada komposit yang akan dibuat sehingga akan menaikkan kekuatan komposit.
2. Untuk mengurangi cacat *fiber pull out* perlu adanya tambahan variasi bahan yang lain untuk memperkuat ikatan antar serat, sehingga kekuatan material dapat ditingkatkan.
3. Perhatikan dan amati perubahan spesimen uji pada saat diuji agar mengetahui perubahan yang terjadi dan catatlah perubahannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Burhan Nur, Ngafwan, Wijianto. 2015. *Analisis Pengaruh Sambungan Mekanik Tipe Single Lap Terhadap Kekuatan Tarik Pada Komposit Polyeter Serat Batang Pisang*. Skripsi. Surakarta : FT Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Diharjo Kuncoro. 2006. Kajian Pengaruh Teknik Pembuatan Lubang Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Hibrid Serat Gelas Dan Serat Karung Plastik. *Jurnal Teknoin*, 11 (1) : 55-64.
- Fahmi Hendriawan, Nur Arifin. 2014. Pengaruh Variasi Komposisi Komposit Resin Epoxy/Serat Glass Dan Serat Daun Nanas Terhadap Ketangguhan. *Jurnal Teknik Mesin*, 4 (2) : 84-89.
- Hendra M. S. Ginting. 2006. Pembuatan Komposit Dari Karung Plastik Bekas Dan Polietilena Dengan Pelembut Heksan. *Jurnal Teknologi Proses*, 5 (2) : 129-137.
- Hermana G. N., Widyastuti. 2013. Pengaruh Komposisi Cu Dan Variasi Tekanan Kompaksi Terhadap Densitas Dan Kekerasan Pada Komposit W-Cu Untuk Proyektil Peluru Dengan Proses Metalurgi Serbuk. *Jurnal Teknik Pomits*, 2 (1) : 2337-3539.
- Irmazah Reza. 2014. Pengaruh Serat Karung Plastik Dan Kapur Terhadap Perubahan Nilai CBR Pada Tanah Lempung Lunak. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 2 (4) : 676-681.
- Nurdiana, Zulkifli Lubis, Mulya Vonnisa. 2013. Penentuan Kekuatan Tarik Material Komposit Epoxy Dengan Pengisi Serat Rockwool Secara Eksperimen. *Jurnal Dinamis*, 1 (13) : 52-59.
- Ruwaida A.F., Widyastuti, Rochman Rochim. Sintesis Mmc_s Cu- Al_2O_3 Melalui Proses Metalurgi Serbuk Dengan Variasi Fraksi Volum Al_2O_3 Dan Temperatur Sintering. *Jurnal Laporan* : 1-10.
- Setiawan Iplek, Agus P., Mohammad Bagus I. 2012. Analisis Cacat Pengaruh Kompaksi Proses Metalurgi Serbuk Komposit Al/ Al_2O_3 Dari Pemanfaatan Limbah Kaleng Soft Drink. *Seminar Nasional Sains dan Teknik*, Kupang, 13 November 2012
- Surdia T., 2000, *Pengetahuan Bahan Teknik*, Jakarta: Pradnya Paramita.
- Sriwita Delni, Astuti. 2014. Pembuatan Dan Karakterisasi Sifat Mekanik Bahan Komposit Serat Daun Nanan-Polyester Ditinjau Dari Fraksi Massa Dan Orientasi Serat. *Jurnal Fisika Unand*, 3 (1) 2302-8491
- Wicaksono Arif . 2006. *Karakterisasi Kekuatan Bending Komposit Berpenguat Kombinasi Serat Kenaf Acak Dan Anyam*. Semarang: Skripsi. Unnes : FT Universitas Negeri Semarang.