

ANALISIS PENGARUH VARIASI FRAKSI VOLUME TERHADAP SIFAT MEKANIK KOMPOSIT HIBRID POLIESTER DENGAN *FILLER* ALAMI SERAT SEKAM PADI DAN SERAT SABUT KELAPA

Qomarul Hadi dan Joko Pratomo

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Indralaya 30662
e-mail: qoma2007@yahoo.co.id

Abstrak

Serat sabut kelapa (*SSK*) terdiri dari serat dan gabus. Gabus merupakan bagian yang menghubungkan untaian-untaian serat yang satu dengan yang lain. Pada pengolahan serat sabut kelapa, gabus tersebut dibuang sehingga dihasilkan serat yang bersih, licin dan mengkilat. Serat sekam padi (*SSP*) merupakan bahan alami yang banyak mengandung lignoselulosa. Bahan selulosa terdiri dari serat-serat selulosa yang diselaputi oleh matrik yang disebut lignin, bahan lignoselulosa yang menyebabkan timbulnya sifat kuat dan kaku. Dari sifat mekanik yang dimiliki serat sabut kelapa dan sifat kaku serta kuat yang dimiliki sekam padi maka dapat digunakan sebagai *filler* (pengisi) bahan komposit. Penelitian ini dilakukan dengan metode *hand lay-up*. Perbandingan fraksi volume serat sekam padi dan serat sabut kelapa terhadap resin polyester dengan variasi 40% resin, 40% serat sekam padi, 20% serat sabut kelapa (4,4,2); 40% resin, 30% serat sekam padi, 30% serat sabut kelapa (4,3,3); 40% resin, 20% serat sekam padi, 40% serat sabut kelapa (4,2,4). Kondisi optimum yang didapat pada penelitian ini adalah terjadi pada perbandingan variasi fraksi volume 40% resin, 20% serat sekam padi, 40% serat sabut kelapa (4,2,4), yaitu: tegangan tarik sebesar 13,576 N/mm², regangan tarik sebesar 2,577%, nilai energi *impact* sebesar 27,900 Joule, dan densitas sebesar 1,356 gr/cm³.

Kata kunci : Komposit, sabut kelapa, sekam padi, resin polyester, *hand lay-up*, uji tarik, uji *impact*, uji densitas.

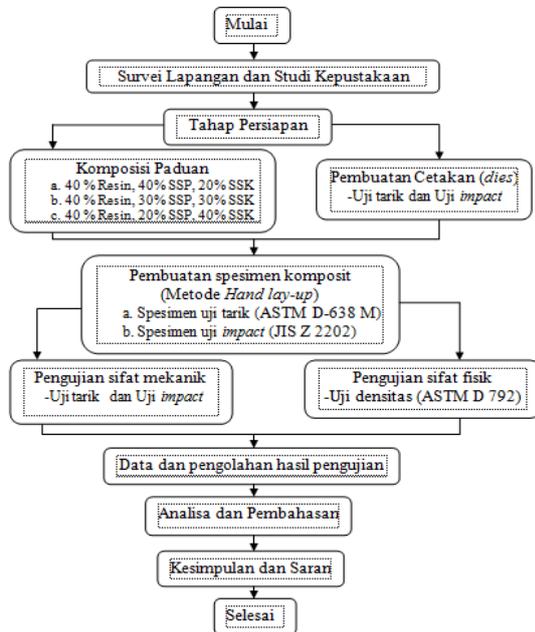
1. PENDAHULUAN

Perkembangan dibidang ilmu teknologi belakangan ini mendorong material komposit banyak digunakan pada berbagai macam aplikasi produk. Material komposit dikembangkan untuk menggantikan material logam yang banyak digunakan sebelum berkembangnya material komposit. Penggunaan bahan komposit dengan *filler* (pengisi) serat alam mulai dikenal dalam bidang industri. Bahan yang ramah lingkungan, mampu didaur ulang, serta mampu dihancurkan sendiri oleh alam merupakan tuntutan teknologi sekarang ini. Salah satu bahan yang diharapkan mampu memenuhi hal tersebut adalah bahan komposit dengan *filler* serat alam. Tujuan dibuatnya komposit yaitu memperbaiki sifat mekanik atau sifat spesifik tertentu, mempermudah desain yang sulit pada manufaktur, keleluasaan dalam bentuk atau desain yang dapat menghemat biaya produksi, dan menjadikan bahan lebih ringan. Penelitian mengenai material komposit maupun komponen yang terbuat dari material komposit telah banyak dilakukan [1-7] menggunakan serat alami sebagai penguat menjadi alternatif serat teknis seperti serat kaca. Beberapa komposit serat alam mencapai sifat mekanik yang setara dengan

komposit *fibreglass*, dan sudah diterapkan misalnya, dalam industri mobil dan mebel. Serat alam yang penting adalah rami, *flax* dan sabut. Serat alam merupakan bahan baku terbarukan dan dapat didaur ulang. Selanjutnya [8] menyajikan fleksibilitas dari serat sabut kelapa untuk pengaplikasian dalam berbagai cabang rekayasa, khususnya dalam rekayasa sipil sebagai bahan konstruksi, sementara itu [9] melakukan penelitian tentang sifat mekanis komposit serat sabut kelapa dengan resin *Polyester*. Setelah dilakukan pengujian dan foto SEM didapatkan fraksi volume serat yang optimal dari komposit serat sabut kelapa yang dapat menahan perambatan retak. Sementara [10] dengan menggunakan metode Taguchi, mengidentifikasi parameter signifikan yang mempengaruhi erosi material komposit serat sabut kelapa. Dari beberapa penelitian yang dilakukan belum ada yang meneliti tentang pengaruh variasi fraksi volume terhadap sifat mekanik komposit hibrid poliester dengan *filler* alami serat sekam padi dan serat sabut kelapa. Hal ini mendorong penulis untuk melakukan penelitian lebih lanjut.

2. METODELOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental di laboratorium dengan didukung oleh literatur-literatur yang menunjang. Metodologi penelitian selengkapnya dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini :



Gambar 1. Skema metode penelitian

Adapun peralatan yang di gunakan pada penelitian ini adalah :

1. Alat uji : Mesin uji *impact Charpy Impact Testing Machine*, alat uji tarik *Hydraulic Universal Material Tester 50 kN*.
2. Alat cetak : Alat cetak teknik *Hand Lay-Up*.
3. Alat ukur : Timbangan digital, gelas ukur, mistar, dan jangka sorong.
4. Alat bantu : Gergaji, gunting, amplas, pisau, pengaduk, penjepit, sendok, selotip, kuas, dll.
5. Alat pembersih : lap dan tinner.

Adapun bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. *Matrik* : *Unsaturated Polyester Resin (UPR)* jenis SHCP 7110.
2. *Reinforced* : Serat sabut kelapa dan serat sekam padi.
3. *Hardener* (pengeras) : Jenis *Metil Etil Keton Peroxide (MEKPO)*.
5. Perekat / Lem G.
6. Selotip.
7. Kaca.

Dalam melaksanakan penelitian , metodologi penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut :

Pengumpulan serat sabut kelapa

Pengumpulan serat sabut kelapa dilakukan dengan cara tradisional, adapun langkah - langkahnya sebagai berikut :

1. Pengupasan
Pengupasan menggunakan alat sejenis linggis (slumbat) untuk memisahkan kulit kelapa dari tempurung.
2. Pemotongan sabut
Sabut dibelah membujur dengan lebar 2-3 cm, kemudian ujungnya dipotong dan dibuang.
3. Perendaman
Sabut direndam di dalam bak. Agar semua sabut terendam, maka bagian atas sabut diberi pemberat. Perendaman berlangsung selama 3-4 hari sampai gabus mengalami kerusakan oleh mikroba dan mudah dipisahkan dari serat.
4. Pemisahan gabus dari serat
Sabut dicuci dan diremas-remas sampai bersih. Setelah itu, sabut dipukul - pukul di atas landasan kayu sehingga gabus terlepas dan untaian serat terlepas satu sama lain, kemudian serat dicuci dan ditiriskan.
5. Penjemuran
Serat dijemur dengan menggunakan panas matahari sampai kering. Selama penjemuran, serat dibolak-balik sehingga pengeringan lebih merata dan sempurna.

Pengumpulan serat sekam padi

Pengumpulan serat sekam padi dilakukan dengan cara moderen, adapun langkah - langkahnya sebagai berikut:

1. Penjemuran padi
Padi dijemur di atas alas terpal/plastik dengan ketebalan 5 – 7 cm untuk musim kemarau atau 1 – 5 cm untuk musim penghujan. Lakukan pembalikan secara teratur setiap 1 – 2 jam sekali atau 4 – 6 kali dalam sehari. Waktu penjemuran : pagi jam 08.00 – jam 11.00, siang jam 14.00 – 17.00, dan *tempering time* jam 11.00 – jam 14.00. Kadar air maksimum 14 %. (Pedoman umum penanganan pasca panen padi).
2. Penggilingan
Pada saat proses penggilingan, sekam akan terpisah dari butir beras dan menjadi bahan sisa atau limbah penggilingan.
3. Pencucian sekam padi
Sekam padi yang diambil dari limbah penggilingan kemudian dibersihkan dari kotoran dan dicuci sampai bersih, sekam yang sudah bersih kemudian ditiriskan.
4. Penjemuran sekam padi
Sekam padi dijemur dengan menggunakan panas matahari sampai kering. Selama penjemuran, sekam padi dibolak-balik sehingga pengeringan lebih merata dan sempurna.

Pembuatan cetakan (dies)

Cetakan dibuat menggunakan bahan kaca yang di bentuk sedemikian rupa sehingga spesimen hasil cetakannya nanti memenuhi standar ASTM D-638 M untuk uji tarik dan JIS Z 2202 untuk uji *impact*.

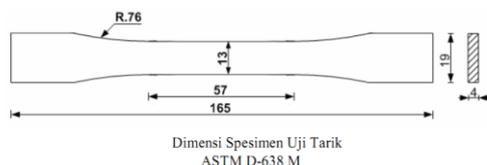
Pembuatan spesimen komposit

Pembuatan spesimen komposit dilakukan dengan metode *hand lay-up*. Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut :

- Serat ditimbang dengan jumlah sesuai dengan fraksi volumenya terhadap cetakan dan densitasnya.
- Matrik juga ditimbang sesuai jumlah fraksi volume terhadap cetakan dan densitasnya.
- Tuang resin *Unsaturated Polyester Resin* (UPR) jenis SHCP 7110 ke dalam gelas.
- Tambahkan katalis MEKPO dengan perbandingan sesuai fraksi volume resin.
- Aduk pelan-pelan hingga tercampur rata kira-kira selama 1 menit.
- Tuangkan setengah larutan resin dan katalis tersebut dicetakan kaca, rapikan dengan memakai sendok. Taruh serat sabut kelapa yang disusun memanjang dan serat sekam padi yang disusun secara acak kedalam cetakan dan diatur agar dapat mengisi seluruh bagian dari cetakan komposit tersebut.
- Setelah serat sabut kelapa dan serat sekam padi ditata dengan baik, selanjutnya tuangkan sisa larutan resin dan katalis tersebut dicetakan kaca hingga menutupi seluruh bagian dari serat sabut kelapa dan serat sekam padi tersebut.
- Ratakan permukaan campuran pada cetakan.
- Tunggu hingga kering selama kurang lebih 24 jam.
- Spesimen yang sudah kering dilepas dari cetakan kemudian dihaluskan bagian-bagian permukaannya dengan alat kikir dan amplas.
- Spesimen komposit yang telah dihaluskan dan diukur geometri awalnya dikatakan sebagai spesimen siap uji.

Tahapan Pengujian Tarik

Pengujian tarik dilakukan dengan menggunakan mesin *Hydraulic Universal Material Tester* 50 kN (gambar 2 – 3). Bahan komposit yang diuji dibuat sampel dengan bentuk dan ukuran mengacu pada standar uji ASTM D-638 M.



Gambar 2. Dimensi Spesimen Uji Tarik Standar ASTM D-638 M

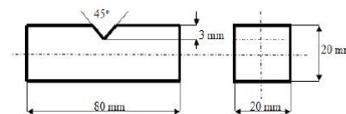
Adapun langkah-langkah uji tarik pada bahan komposit adalah sebagai berikut :

- Sampel uji dipasang pada mesin uji tarik.
- Dijepit dengan pencekam pada ujung-ujungnya.
- Ditarik ke arah memanjang secara perlahan.
- Selama penarikan setiap saat tercatat dengan grafik yang tersedia pada mesin sampai sampel putus.
- Amati dan catat gaya pada saat titik luluhnya dan titik *ultimatenya* juga pertambahan panjang dari sampel uji setelah putus.
- Hasil uji tarik berupa grafik beban yang diberikan terhadap pertambahan panjang komposit.
- Grafik tersebut diubah menjadi grafik *stress – strain*.
- Dari grafik *stress – strain* akan diperoleh data kekuatan luluh komposit yang selanjutnya digunakan untuk menghitung modulus elastisitas. Adapun modulus elastisitas berbanding lurus dengan beban yang diberikan dan berbanding terbalik terhadap elongasi yang terjadi pada bahan komposit.
- Bila pada grafik *stress – strain* perubahan daerah elastis ke daerah plastis tidak dapat diamati dengan jelas, maka untuk titik *yield strength* pada kurva ditentukan dengan metode *offset*.



Gambar 3. Spesimen uji tarik

Pengujian *impact* dilakukan dengan menggunakan mesin *Charpy Impact Testing Machine*. Bahan komposit yang diuji dibuat sampel dengan bentuk dan ukuran mengacu pada standar uji JIS Z 2202 (gambar 4 – 5).

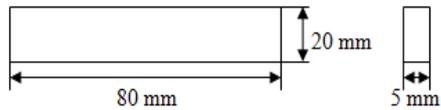


Gambar 4. Dimensi Spesimen Uji Impact JIS Z 2202



Gambar 5. Spesimen uji *impact*

Uji densitas komposit ini dilakukan dengan mengacu pada standar ASTM D 792 (gambar 6 – 7).



Gambar 6. Dimensi Spesimen Uji Densitas



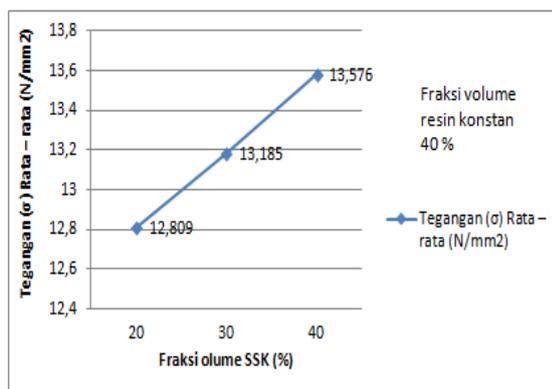
Gambar 7. Spesimen uji densitas

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

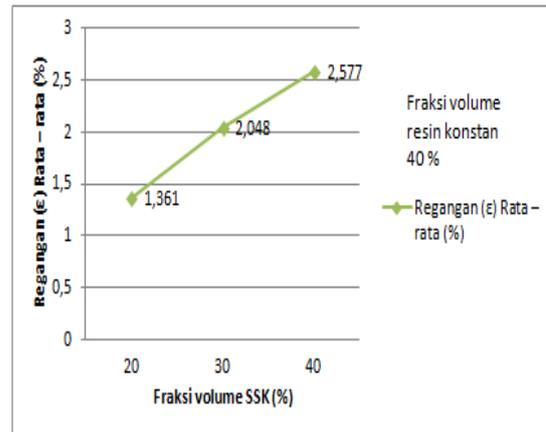
Pembuatan material komposit hibrid poliester dengan filler alami serat sekam padi dan serat sabut kelapa dilakukan dengan menggunakan metode *hand lay-up*, yaitu dengan mengisiskan resin kedalam cetakan dengan tangan ke serat didalam suatu wadah. Sampel yang sudah siap kemudian dilakukan pengujian, seperti : pengujian tarik, pengujian *impact*, dan pengujian densitas. Pengujian dilakukan pada masing – masing sampel yang berbeda variasi fraksi volume, yaitu :

1. 40 % resin, 40 % SSP, 20% SSK (4,4,2)
2. 40 % resin, 30 % SSP, 30% SSK (4,3,3)
3. 40 % resin, 20 % SSP, 40% SSK (4,2,4)

Dari data pengujian tarik yang didapat, kemudian dilihat dalam bentuk gambar 8, sebagai berikut :



Gambar 8. Grafik hubungan antara tegangan rata – rata dengan perbandingan variasi fraksi volume komposit hibrid poliester

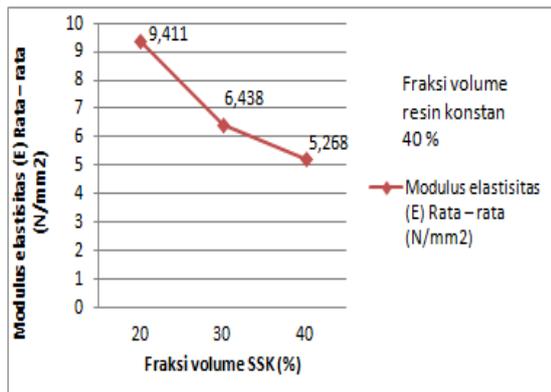


Gambar 9. Grafik hubungan antara regangan rata – rata dan perbandingan variasi fraksi volume komposit hibrid poliester

Dari gambar 8, grafik hubungan antara tegangan rata – rata dengan perbandingan variasi fraksi volume komposit hibrid poliester, dijelaskan bahwa seiring dengan bertambahnya serat sabut kelapa pada material komposit hibrid poliester, maka tegangan tarik juga semakin besar. Nilai tegangan tarik rata – rata tertinggi diperoleh dari perbandingan variasi fraksi volume 40 % resin, 20% SSP, dan 40% SSK yaitu sebesar 13,576 N/mm², sedangkan nilai tegangan rata – rata terendah diperoleh dari perbandingan variasi fraksi volume 40 % resin, 40% SSP, dan 20% SSK yaitu sebesar 12,809 N/mm². Nampak bahwa terdapat perbedaan kekuatan tegangan tarik, dimana terjadi penurunan kekuatan tegangan tarik seiring dengan berkurangnya serat sabut kelapa dan bertambahnya persentase serat sekam padi pada material komposit hibrid poliester. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan susunan serat, dimana serat sekam padi disusun secara acak sedangkan serat sabut kelapa disusun memanjang dan ditarik searah serat.

Dari gambar 9, grafik hubungan antara regangan rata – rata dan perbandingan variasi fraksi volume komposit hibrid poliester, dijelaskan bahwa penambahan serat sabut kelapa dapat meningkatkan nilai regangan komposit hibrid poliester, dan terbukti terjadi peningkatan grafik nilai regangan seiring dengan bertambahnya serat sabut kelapa dan terjadi penurunan nilai regangan seiring dengan bertambahnya serat sekam padi pada komposit hibrid poliester. Nilai regangan rata – rata tertinggi diperoleh dari perbandingan variasi fraksi volume 40 % resin, 20% SSP, dan 40% SSK (4,2,4) yaitu sebesar 2,577 %, sedangkan nilai regangan rata – rata terendah diperoleh dari perbandingan variasi fraksi volume 40 % resin, 40% SSP, dan 20% SSK (4,4,2) yaitu sebesar 1,361 %. Penambahan serat sabut kelapa pada material komposit hibrid poliester juga berpengaruh pada pertambahan panjang (ΔL), dimana dengan pertambahan panjang yang semakin

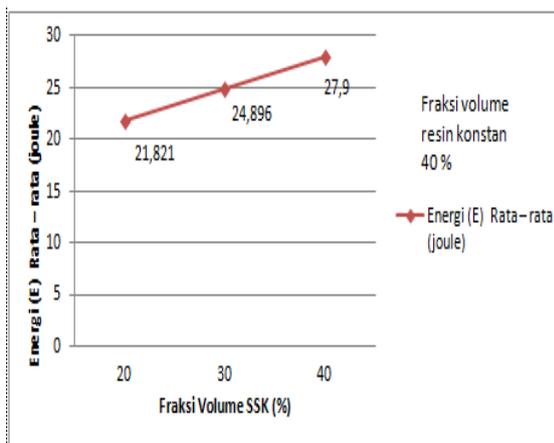
besar maka menunjukkan bahwa material tersebut bersifat ulet.



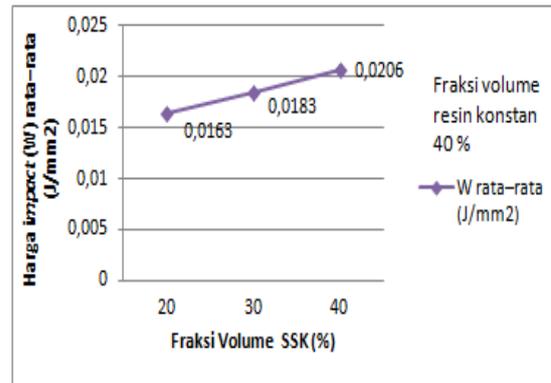
Gambar 10. Grafik hubungan antara modulus elastisitas rata – rata dan perbandingan variasi fraksi volume komposit hibrid poliester

Dari gambar 10, grafik hubungan antara modulus elastisitas rata – rata dan perbandingan variasi fraksi volume komposit hibrid poliester, dijelaskan bahwa nilai modulus elastisitas semakin menurun seiring dengan bertambahnya serat sabut kelapa, dan berkurangnya serat sekam padi pada komposit hibrid poliester. Hal ini menunjukkan bahwa, penambahan serat sabut kelapa pada bahan komposit hibrid poliester dapat menurunkan nilai modulus elastisitas, dimana semakin besar nilai modulus elastisitas suatu bahan, maka semakin sulit benda tersebut dapat memanjang, dan sebaliknya.

Dari data pengujian *impact* yang didapat, kemudian dilihat dalam bentuk grafik, sebagai berikut :



Gambar 11. Grafik hubungan antara nilai energi *impact* rata - rata dengan variasi fraksi volume komposit hibrid poliester

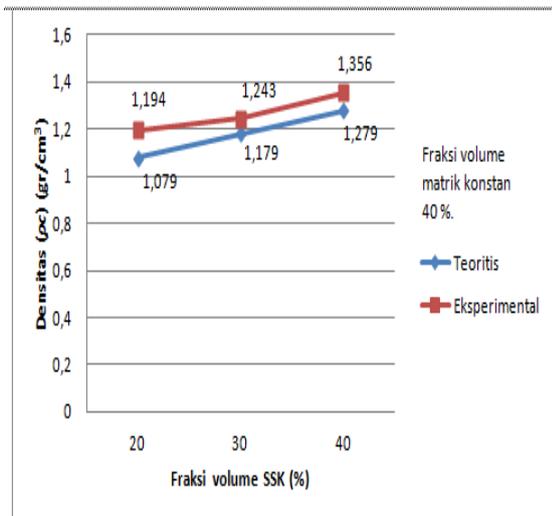


Gambar 12. Grafik hubungan antara nilai harga *impact* rata - rata dengan variasi fraksi volume komposit hibrid poliester.

Dari gambar 11 dan 12, grafik hubungan antara nilai energi *impact* dan harga *impact* rata - rata dengan variasi fraksi volume komposit hibrid poliester, didapatkan Nilai energi rata – rata tertinggi yang diperlukan untuk mematahkan spesimen yaitu sebesar 27,900 Joule, diperoleh dari perbandingan variasi fraksi volume 40% resin, 20 % SSP, dan 40 % SSK (4,2,4), dan nilai energi rata – rata terendah yang diperlukan untuk mematahkan spesimen yaitu sebesar 21,821 Joule, diperoleh dari perbandingan variasi fraksi volume 40% resin, 40% SSP, dan 20% SSK (4,4,2). Harga *impact* rata – rata tertinggi yaitu sebesar 0,0206 J/mm², diperoleh dari perbandingan variasi fraksi volume 40% resin, 20 % SSP, dan 40 % SSK (4,2,4), dan harga *impact* rata – rata terendah yaitu sebesar 0,0163 J/mm², diperoleh dari perbandingan variasi fraksi volume 40% resin, 40% SSP, dan 20% SSK (4,4,2).

Dijelaskan bahwa adanya pengaruh penambahan serat sabut kelapa terhadap nilai energi dan harga *impact*, dimana terjadi peningkatan energi dan harga *impact* yang sangat signifikan seiring dengan bertambahnya serat sabut kelapa dan terjadi penurunan energi dan harga *impact* seiring dengan berkurangnya serat sabut kelapa dan bertambahnya serat sekam padi, sehingga dapat diperoleh perbandingan optimum untuk variasi fraksi volume komposit hibrid poliester.

Pengujian densitas dilakukan untuk mengetahui nilai kerapatan massa dari spesimen yang diuji, data hasil pengujian densitas dapat dilihat pada grafik dibawah ini :



Gambar 13. Grafik ubungan antara nilai densitas dengan variasi fraksi volume komposit hibrid poliester

Dari gambar 13, didapatkan nilai densitas tertinggi dengan metode eksperimen yaitu sebesar 1,356 gr/cm³, dan dengan metode teoritis sebesar 1,279 gr/cm³, diperoleh dari perbandingan variasi fraksi volume 40% resin, 20% SSP, 40% SSK. Nilai densitas terendah dengan metode eksperimen yaitu sebesar 1,194 gr/cm³, dan dengan metode teoritis sebesar 1,079 gr/cm³, diperoleh dari perbandingan variasi fraksi volume 40% resin, 40% SSP, 20% SSK.

Analisa yang dilakukan dengan metode eksperimen menjelaskan bahwa seiring dengan bertambahnya serat sabut kelapa pada material komposit hibrid poliester dapat meningkatkan nilai densitas komposit, dimana terjadi penurunan nilai densitas seiring dengan bertambahnya serat sekam padi dan berkurangnya serat sabut kelapa. Hal ini disebabkan karena dengan penambahan serat sabut kelapa pada komposit hibrid, menyebabkan jumlah rongga yang terbentuk semakin sedikit, sehingga dapat meningkatkan nilai densitas komposit. Hal ini terbukti pada saat proses pengampelasan, dimana pada serat sekam padi terdapat rongga yang tidak terisi oleh matik, sehingga dapat menurunkan nilai densitas komposit. Tinggi rendahnya nilai densitas, maka akan mempengaruhi sifat mekanik dari material tersebut.

Terdapat perbedaan selisih antara nilai densitas teoritis dengan densitas eksperimen. Hal ini dimungkinkan karena adanya kesalahan dalam melakukan penimbangan masing – masing variasi fraksi volume, pada saat proses pengeringan serat sabut kelapa dan serat sekam padi yang dilakukan kurang sempurna, dan kemungkinan terdapat kesalahan pada saat proses pembuatan spesimen komposit hibrid poliester.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terhadap material komposit hibrid poliester dengan filler alami serat sekam padi dan serat sabut kelapa dengan metode *hand lay-up*, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- Semakin banyak serat sabut kelapa maka sifat mekanik yang dihasilkan akan semakin baik.
- Kondisi optimum yang didapat pada penelitian ini adalah terjadi pada perbandingan variasi fraksi volume 40 % resin, 20 % SSP, dan 40% SSK (4,2,4), yaitu : tegangan tarik sebesar 13,576 N/mm², regangan tarik sebesar 2,577 %, nilai energi *impact* sebesar 27,900 Joule, dan densitas sebesar 1,356 gr/cm³.

DAFTAR RUJUKAN

- Ellyawan, 2008, Bahan baku keramik, <http://Ellyawan.dosen.akprind.ac.id> diakses pada tanggal 10 Agustus 2012
- Gibson O.F., 1994, “*Principles of Composite Material Mechanics*”, McGraw-Hill International Edisional Editions, USA.
- Hadi, Bambang Kismono. 2000. Mekanika Struktur Komposit. Bandung : Penerbit ITB.
- H.P.G. Santafé Júnior, et al., 2010, *Mechanical Properties of Tensile Tested Coir Fiber Reinforced Polyester Composites*, Revista Material.
- Luh, Bor S., ed. *Rice*, Volume II. *Utilization*. 2d ed. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991.
- Majid Ali., 2010, *Coconut Fibre – A Versatile Material and its Applications in Engineering*, National Engineering Services Pakistan (NESPAC) Islamabad.
- Pengeringan padi dengan cara penjemuran for pedoman umum penanganan pasca panen padi, <http://www.scribd.com/doc/26807931/24/pengeringan-padi-dengan-cara-penjemuran> diakses tanggal 5 Sept 2012
- Romels C. A. Lumintang¹⁾, Rudy Soenoko²⁾, Slamet Wahyudi³⁾, Komposit Hibrid *Polyester* Berpenguat Serbuk Batang dan Serat Sabut Kelapa, *Jurnal Rekayasa Mesin* Vol.2, No.2 Universitas Brawijaya Malang, 2011 : 145-153
- Soenardjo, 1991 “ Karakteristik Sekam Padi” , Erlangga, Jakarta
- Schwartz M.M., 1984, *Composite Material Handbook* Mc Graw-will, Singapura.
- Wati, Retno, 2006.” Pemanfaatan Serbuk Sekam Padi Dengan Resin,” MIPA, Unibraw