

ANALISA VARIASI FRAKSI BERAT *FILLER* DAN PENAMBAHAN *FOAM CORE* TERHADAP SIFAT MEKANIK KOMPOSIT Matrik *POLYESTER* BERPENGUAT SERAT SISAL (ANALYSIS OF FILLER WEIGHT FRACTION AND FOAM CORE ADDITION ON MECHANICAL PROPERTIES OF SISAL FIBER REINFORCED POLYESTER MATRIX COMPOSITE)

Mega Afrydiana P¹, Hari Arbiantara², FX. Kristianta²

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember

²Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember

Jln. Kalimantan 37, Jember 68121

E-Mail: Hariarbi@yahoo.com

Abstrak

Gabungan dari matrik (resin) dan penguat serat alam untuk menghasilkan komposit yang mempunyai kekuatan dan kekakuan yang tinggi, serta berat jenis yang sangat rendah dibandingkan dengan material konvensional. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi fraksi berat *filler* dan penambahan *foam core* terhadap sifat mekanik khususnya kekuatan impact dan kekuatan *bending* komposit matrik poliester berpenguat serat sisal. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan serat sisal, matrik poliester tipe BQTN 157, katalis MEKPO, dan *core polyurethane foam*. Alat yang digunakan adalah alat uji impact *charpy*, *Universal Testing Machine*, timbangan digital, alat uji SEM, dan peralatan fabrikasi komposit. Spesimen uji terbuat dari struktur komposit *sandwich* dengan ketebalan total 14 mm, dengan ketebalan *skin* 2 mm dan ketebalan *core* 10 mm. Komposit dibuat dengan metode *hand lay up*. Variasi fraksi berat *filler* direncanakan 10%, 20%, dan 30%. Hasil penelitian diketahui harga impact terbesar pada variasi fraksi berat 20% serat yaitu 0,324 J/mm², pada persentase 30% kekuatan *bending* terbesar yaitu 0.172 Mpa.

Kata Kunci: Komposit *sandwich*, kekuatan impact, kekuatan *bending*, serat sisal-poliester, *polyurethane foam*

Abstract

Combined of matrix (resin) and natural fiber filler to produce a composite that has strength and stiffness is higher, and the density is much lower than conventional materials. This research as a purpose to detect the effect of variations in weight fraction of the filler with the addition of foam core to mechanical properties, especially impact strength and bending strength polyester matrix composites reinforcement of sisal fiber. Research was did with the use of sisal fiber, matrix Polyester type 157 BQTN, catalyst MEKPO, and polyurethane foam cores. The equipment used is the Charpy impact test equipment, Universal Testing Machine, digital scales, SEM test, and composite fabrication equipment. The specimen test is made of sandwich structure composite with a total thickness of 14 mm with thickness of skins 2 mm and thickness of cores 10 mm. composites made by hand lay-up method. Variation of weight fraction of filler planned 10 %, 20 %, and 30 %. result of research that found of the highest impact on the variation of 20 % filler weight fraction of 0.324 J/mm², while fraction 30 % had the highest bending strength of 0.172 MPa.

Keywords : composite sandwich, impact strength, bending strength, sisal fiber - polyester, polyurethane foam

PENDAHULUAN

Perkembangan bidang ilmu pengetahuan dan teknologi dalam industri mulai menyulitkan bahan konvensional seperti logam untuk memenuhi keperluan aplikasi baru. Industri perkapalan khususnya pada body *speed boat* yang sekarang mengaplikasikan bahan-bahan yang memiliki sifat berdensitas rendah, tahan karat, kuat, tahan terhadap keausan dan *fatigue* serta ekonomis sebagai bahan baku industrinya. Hal ini mendorong pengembangan teknologi pembuatan material komposit khususnya komposit *sandwich* berpenguat serat alam berkembang lebih pesat untuk menjawab permintaan pasar, khususnya permintaan industri fabrikasi.

Di antara berbagai jenis serat alam, sisal merupakan salah satu tanaman yang paling banyak digunakan. Serat

yang dihasilkan dari daun sisal tersebut digunakan sebagai tali, benang, karpet, dan kerajinan karena kekuatannya yang baik, tahan lama, *stretch*, dan afinitas terhadap zat warna baik. Penelitian yang mengkaji pengaruh diameter serat, waktu dan kecepatan pengujian terhadap kekuatan tarik, modulus elastisitas, dan persentase mulur serat sisal saat putus diperoleh sifat mekanik kekuatan tariknya 400-700 MPa [1].

Di bidang otomotif, serat sisal digunakan sebagai panel mobil, sandaran kursi, dan bantalan rem. Di India, industri kendaraan telah menggunakan komposit serat sisal mengingat sifatnya yang 10% lebih ringan, hemat energi produksi hingga 80%, dan hemat biaya hingga 5% (OSEC, 2004) [2]. Bahan kemasan seperti tas, krat, kontainer yang

awalnya menggunakan kayu kini menggunakan komposit sisal yang jauh lebih murah. Serat komposit polimer pada perahu telah digantikan oleh sisal sebagai penguatnya [3].

Komposit *sandwich* merupakan komposit yang tersusun dari 3 lapisan yang terdiri dari *flat composite (metal sheet)* sebagai kulit permukaan (*skin*) serta material inti (*core*) dibagian tengahnya (berada diantaranya). Komposit *sandwich* dibuat dengan tujuan untuk efisiensi berat yang optimal, namun mempunyai kekakuan dan kekuatan yang tinggi. Komposit *sandwich* merupakan jenis komposit yang sangat cocok untuk menahan beban lentur, dampak, meredam getaran dan suara.

Kajian ketangguhan dampak komposit *sandwich* serat aren-*polyester* dengan *core* gedebog pohon pisang dengan memvariasikan jumlah lamina (*layer*) yaitu 1 *layer*, 2 *layer* dan 3 *layer* menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah lamina (*layer*) semakin besar kekuatan dampak komposit *sandwich* yaitu pada 3 *layer* komposit *sandwich* yang memiliki kekuatan dampak sebesar 0,143 J/mm² [4].

Kajian optimasi pengaruh orientasi serat dan tebal *core* terhadap peningkatan kekuatan bending dan dampak komposit *sandwich* GFRP dengan *core* PVC diperoleh orientasi serat (0/90) dan tebal *core* 10 mm mempunyai kekuatan bending tertinggi yaitu 226,62 Mpa dan kekuatan dampak tertinggi yaitu 0,057 J/mm² [5].

Penelitian menggunakan *foam* sebagai *core* dengan tebal 20 mm dan serat gelas sebagai penguat serta *epoxy* sebagai matrik dengan hasil uji dampak *charpy* menunjukkan harga dampak tertinggi yaitu 300 KJ/m² [6].

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi fraksi berat *filler* dengan penambahan *foam core* terhadap sifat mekanik khususnya kekuatan dampak dan kekuatan bending komposit matrik *polyester* berpenguat serat sisal.

METODE PENELITIAN

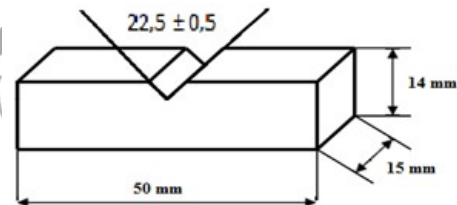
Penelitian dilakukan dengan menggunakan bahan serat daun sisal yang terlebih dahulu dibersihkan dari lapisan *palisade* tempat klorofil, *epidermis*, dan lapisan *cuticula* sehingga terlihat serat-seratnya yang berwarna putih kekuningan. Serat dipisahkan dari daging daun dengan menyisir daun menggunakan bambu bercelah secara berulang-ulang sampai diperoleh lembaran serat-serat yang bersih seperti benang. Serat kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari sampai kering kemudian ditimbang.

Sampel dibuat dengan menggunakan metode *hand lay up* yaitu dengan membuat lapisan resin dengan serat sisal kemudian diberi tekanan. Komposit *sandwich* dibuat pada cetakan kaca berbentuk persegi berukuran 20 cm x 20 cm yang berfungsi untuk meletakkan serat dan mengatur serat sebelum diletakkan diatas resin.

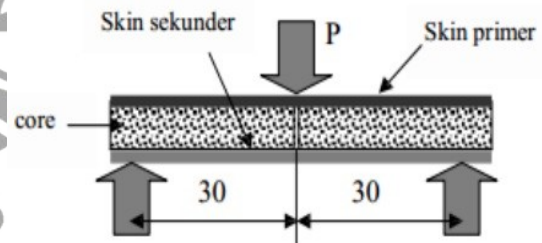
Pertama membuat dua komposit kulit yaitu mengolesi cetakan dengan *wax* untuk mempermudah pengangkatan spesimen dan menghindari lengket antara spesimen dengan cetakan pada saat spesimen sudah kering. Resin *polyester* merek yukalac BQTN 157 dicampur dengan katalis mekpo sebanyak 1% berat *polyester* disebut dengan *catalized polyester*. Resin *catalized polyester* dan serat ditimbang

untuk perbandingan penguat matrik sebesar 10%, 20%, 30% berat untuk serat terhadap volume kulit komposit. Serat ditata dan diletakkan pada cetakan kaca dan dijepit dengan selotip sebelum resin dituangkan. Resin *catalized polyester* dituangkan kedalam dasar cetakan sebagian dan diratakan. Frame cetakan kemudian dipasang diatas dasar cetakan yang berisi resin, setelah itu sisa resin *polyester* dituangkan lagi diatas serat, cetakan didiamkan kemudian dikeringkan selama 24 jam. Setelah kering salah satu *skin* dimasukkan kedalam cetakan triplek berukuran 20x20x1,4 cm kemudian membuat adonan *foam* yang terdiri dari *foam* kuning dan putih dengan perbandingan 50:50 kemudian *polyurethane foam* ditimbang dan diaduk agar terjadi campuran yang homogen. Setelah itu *foam* dituangkan diatas lapisan kulit pertama, kemudian ditutup dengan kulit kedua dan diberi beban sampai *foam* kering dan mengembang. Setelah itu dipotong dengan gergaji sesuai ukuran spesimen benda uji. Untuk uji dampak menggunakan ASTM D 5942 dan uji bending menggunakan ASTM C 393.

Spesimen uji yang dibuat adalah komposit jenis *sandwich* dengan tebal total 14 mm dengan tebal skin 2 mm dan tebal *core* 10 mm.



Gambar 1. Spesimen uji dampak ASTM D 5942



Gambar 2. Spesimen uji bending ASTM C 393

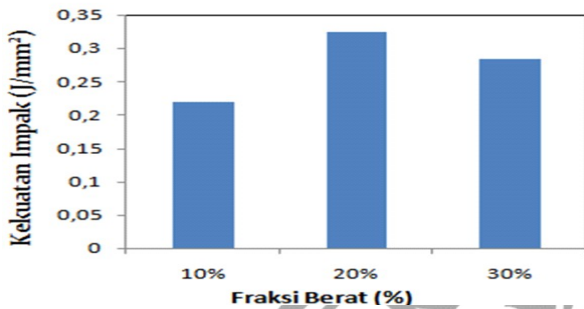
Spesimen diuji kekuatannya dengan menggunakan alat uji dampak *charpy* dan diuji kekuatan bendingnya menggunakan *Universal Testing Machine* model Tm 113/3KN merk Essom company limited serta dianalisa struktur mikronya menggunakan alat Uji SEM HITACHI TM 3000 dimana cahaya elektron ditembakkan kearah spesimen benda uji yang akan diamati. Spesimen juga dianalisa secara makro menggunakan kamera DSLR Sony alfa 16 MP.

HASIL PENELITIAN

Uji Kekuatan Dampak

Dari hasil uji mekanik dampak dapat diketahui bahwa harga dampak rata-rata tertinggi yaitu pada variasi fraksi berat

filler 20% sebesar 0,324 J/mm², fraksi berat filler 10% mempunyai harga impact rata-rata sebesar 0,219 J/mm², dan fraksi berat filler 30% mempunyai harga impact rata-rata sebesar 0,284 J/mm², seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Hasil tersebut menunjukkan bahwa fraksi berat serat sisal memengaruhi harga impact dari komposit sandwich. Semakin sedikit serat maka kekuatan skin menahan beban semakin kecil sehingga beban tidak terdistribusi merata. Namun semakin banyak serat maka kekuatan impact juga berkurang dikarenakan matrik tidak dapat mengikat serat dengan kuat sehingga terjadi kegagalan pada komposit sandwich yang menyebabkan kekuatan impact komposit menjadi lebih kecil. Kegagalan juga disebabkan sifat mekanik dari core yang rendah, Seperti terlihat pada Gambar 4.



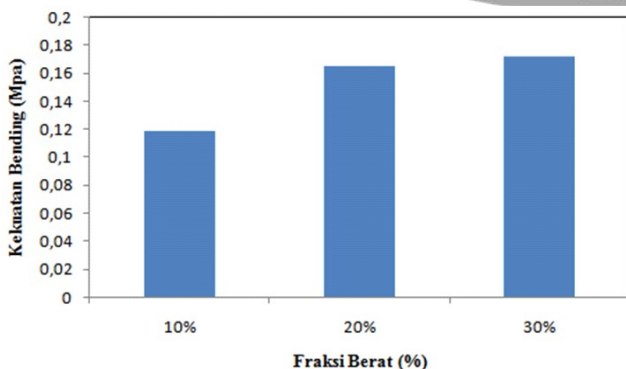
Gambar 3. Grafik kekuatan impact komposit sandwich



Gambar 4. kegagalan kekuatan impact komposit sandwich

Uji Kekuatan Bending

Pengujian sifat mekanis bending Fraksi 30% mempunyai kekuatan bending tertinggi yaitu 0,172 Mpa. Harga kekuatan bending maksimum fraksi 20% yaitu sebesar 0,165 Mpa. Sedangkan fraksi berat 10% mempunyai nilai kekuatan bending 0,119 Mpa seperti terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. grafik kekuatan bending terhadap fraksi berat filler

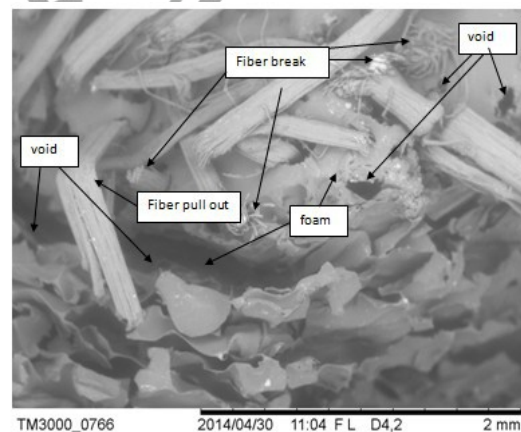
Kenaikan kekuatan bending komposit sandwich disebabkan meningkatnya kemampuan komposit sandwich dalam menahan beban maksimum. Skin menahan beban sampai batas maksimumnya kemudian beban didistribusikan core pada seluruh luasan. Skin dan core memberikan kontribusi optimumnya pada peningkatan kekuatan bending komposit.



Gambar 6. kegagalan spesimen uji bending fraksi berat serat 20%

Pengamatan Uji SEM

Pada pengamatan SEM dapat dilihat pada Gambar 7. struktur dari foam yang berbentuk seperti lembaran-lembaran tipis tidak beraturan serta adanya rongga yang menunjukkan karakteristik foam yang mempunyai banyak rongga sehingga kepadatannya berkurang. Sedangkan pada serat terdapat banyak fiber break yang menandakan bahwa serat mampu menahan beban yang diberikan. Tampak pada gambar dibawah bahwa banyak fiber breaking yang masih nampak dipermukaan (lebih tinggi daripada matriknya). Hal ini menandakan bahwa serat sisal memiliki ikatan yang baik dengan matriknya dan serat memiliki kekuatan yang baik. Pada matrik terdapat void seperti bekas cabutan yang menandakan bahwa terbentuk ikatan yang kuat antar matrik dan serat sisal. Selain itu pada gambar terdapat penyebab kegagalan pada komposit sandwich yang menyebabkan core shear yaitu dibebberapa bagian tidak terjadi ikatan antar skin dan foam sehingga terdapat void diantara keduanya dan menyebabkan core shear. Pada gambar terlihat di daerah patahan, akibat beban impact menyebabkan orientasi serat yang tidak beraturan. Hal ini menandakan bahwa besarnya energi impact yang diserap komposit mampu merubah orientasi serat dari komposit sandwich.



Gambar 7. Hasil Uji SEM struktur komposit sandwich perbesaran 50x

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dari hasil uji mekanik dampak diketahui bahwa harga dampak rata-rata tertinggi yaitu pada variasi fraksi berat *filler* 20% sebesar 0,324 J/mm² sedangkan pengujian sifat mekanis bending Fraksi 30% mempunyai kekuatan bending tertinggi yaitu 0,172 Mpa.
2. Fraksi serat yang terlalu banyak dapat menurunkan nilai dampaknya. Hal tersebut dikarenakan matrik tidak dapat mengikat serat dengan baik sehingga banyak serat yang mengalami *fiber pull out*. Serat yang terlalu sedikit menyebabkan nilai kekuatan dampaknya rendah dikarenakan beban tidak bisa diterima merata oleh serat karena banyaknya *void*. Sedangkan pada bending semakin banyak serat yang digunakan maka kekuatan dalam menerima beban bending akan semakin tinggi.
3. Penampang patahan pada komposit *sandwich* mengindikasikan bahwa kegagalan disebabkan rendahnya sifat mekanis *core* dan rendahnya ketebalan dari *skin* yang hanya 2 mm.

SARAN

Untuk penelitian selanjutnya perlu memperhatikan material yang digunakan sebagai *core* yang memiliki kemampuan menahan beban tinggi namun berat jenis yang rendah serta ketebalan dari *skin* dan *core* yang akan digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Murherjee P.S., Satyanarayana K.G.,1984. *Structure and properties of some vegetable fibres, part 1*. Sisal fibre. Journal of Materials Science. No. 19. pp.3925-3934.
- [2] OSEC 2004. *India Automotive Components Industry*. Swiss Business Hub India. OSEC Business network. Switzerland.
- [3] Gujarat V. 2004. *Project proposals: Global Investors Summit-2004*. Govt. of Gujarat. India.
- [4] Wijoyo dan Nurhidayat A., 2013, *Kajian Ketangguhan Impak Komposit Sandwich Serat Aren-Polyester Dengan Core Gedebog Pohon Pisang*, Teknik Mesin Fakultas Teknik Industri, Universitas Surakarta.
- [5] Istanto Dkk.,2011, *Kajian Optimasi Pengaruh Orientasi Serat Dan Tebal Core Terhadap Peningkatan Kekuatan Bending Dan Impak Komposit Sandwich GFRP Dengan Core PVC*, Teknik Mesin FT UNS, Surakarta.
- [6] Srivastava (2012), *Impact Behaviour of Sandwich GFRP-Foam-GFRP Composites*, Departement of Mechanical Engineering Indian Institute of Technology, India.