

KOMPOSIT SERAT E-GLASS Matrik POLYEPOXY DENGAN METODE VACUUM BAG SEBAGAI ALTERNATIF SKATEBOARD

Sugeng Slamet^{1*}, Ahmad Amin¹ dan Rochmad Winarso¹

¹Program studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muria Kudus
Kampus UMK, Jl. Gondang manis PO. Box 53, Bae - Kudus

*E-mail: sugeng.slamet@umk.ac.id

Abstrak

Alat utama pada permainan olah raga skateboard adalah papan tumpuan yang menerima beban dinamis. Bahan utama papan tumpuan ini terbuat dari kayu jenis maple yang banyak tumbuh di kawasan subtropis dan merupakan produk import. Kayu maple mempunyai keunggulan densitas dan kekuatan mekanis yang tinggi. Kualitas kayu ini bergantung pada usia tanam bisa mencapai 60 tahun, kesesuaian tanah dan musim. Faktor tersebut menjadikan tanaman kayu maple menjadi masalah untuk memenuhi kebutuhan bahan baku papan skateboard. Paduan logam ringan dan komposit menjadi material alternatif yang dapat dikembangkan melalui rekayasa paduan dalam komposit. Rekayasa material komposit ini menggunakan penguat serat E-glass wovnen roving dengan matrik polyepoksi. Manufaktur komposit menggunakan gabungan antara hand lay up dikombinasikan dengan vacuum bag. Pengujian dilakukan terhadap spesimen meliputi densitas, kekuatan tarik DIN 50-125 dan kekuatan bending ASTM E 290-14 dibandingkan dengan beberapa uji mekanis peneliti lainnya. Produk akhir komposit berupa sandwich composite, dimana bahan komposit selanjutnya berfungsi sebagai filler di antara papan kayu tipis yang diberikan tekanan. Pengujian terhadap komposit tersebut menunjukkan densitas 1,48 gr/cm³, kekuatan tarik 363,67 MPa dan kekuatan bending 59,47 MPa. Terhadap papan kayu maple, maka kekuatan tarik dan kekuatan bending lebih tinggi, sementara densitas masih perlu ditingkatkan.

Kata kunci: epoksi, komposit, serat E-glass, skateboard, vacuum bag

PENDAHULUAN

Papan skateboard pada umumnya dibuat dari bahan kayu jenis maple. Kayu maple ini mempunyai karakteristik kuat, tahan terhadap dampak, tahan terhadap abrasi serta mempunyai struktur serat yang halus (Dagbreek, 2014). Umur rata-rata kayu yang digunakan untuk memproduksi papan skateboard berusia antara 60-80 tahun sehingga memiliki kelembaban yang baik. Kelembaban kayu maple untuk dipakai sebagai perkakas berkisar antara 5%-10% (Winarto & Indrani, 2017). Kayu yang terlalu kering bisa merusak skateboard lebih cepat, sebaliknya jika terlalu lembab akan mudah lapuk dan keropos. Habitat tumbuh kayu maple pada daerah subtropis beriklim sejuk, lembab dengan struktur tanah lempung. Kayu maple mempunyai banyak jenis, sugar maple banyak tumbuh di kawasan Amerika Serikat dan Kanada, red maple tumbuh di kawasan Amerika Utara dan Texas, strip maple tumbuh di New England dan Atlantik, sedangkan silver

maple tumbuh di Alabama hingga Missisipi. Gambar 1. menunjukkan kayu maple.



Gambar 1. Kayu maple
(Dagbreek, 2014)

Ketersediaan kayu maple baik dalam jumlah dan kualitas menjadi kendala dalam produksi skateboard. Perlu dilakukan inovasi material baru sebagai bahan baku alternatif untuk mengurangi ketergantungan kayu maple

. Pengembangan material baru harus mampu menghasilkan material yang kuat namun ringan sehingga dapat meningkatkan kualitas papan. Saat ini material baru banyak dikembangkan dari komposit. Komposit adalah jenis material baru hasil rekayasa yang terdiri dari dua atau lebih bahan dimana sifat masing-masing bahan berbeda (Riyanto & Irfai, 2018).

Komposit berbasis serat mempunyai banyak ragam, baik dari variasi matrik yang digunakan sebagai pengikat maupun serat sebagai bahan penguat (Abanat, 2012). Komposit berpenguat serat *E-glass* banyak digunakan dalam industri kecil maupun industri besar dalam pembuatan bahan fiberglass seperti bodi dan bumper mobil, kapal, kursi tunggu, tandon air serta produk lainnya (Sari dkk., 2020). Komposit serat *E-glass* matrik epoxy dan *E-glass* matrik polyester digunakan untuk lambung kapal dan bagian pada pesawat terbang (Porwanto & Johar, 2008). Rekayasa dalam paduan atau campuran komposit berbahan serat gelas terus dilakukan untuk mendapatkan sifat fisis dan kekuatan mekanis ketika diaplikasikan pada produk (Yahya dkk., 2016). Serat *E-glass* dengan matrik epoxy mempunyai void yang lebih rendah, sehingga kekuatannya meningkat (Septiyanto & Abdullah, 2015).

Penelitian dilakukan dengan cara menggabungkan serat *E-glass woven roving* (WR) dan matrik resin epoxy melalui metode vacuum bag. Metode tersebut diharapkan mampu meminimalisir gelembung udara yang terjebak dalam cetakan sehingga menyebabkan kerapuhan pada material komposit.

METODE PENELITIAN

Komposit yang diproduksi menggunakan serat *E-glass woven roving* /anyam dengan matrik epoxy melalui metode vacuum bag. Adapun dimensi komposit papan *skateboard* mempunyai panjang $700 \times 180 \times 12$ mm ditunjukkan gambar 2.



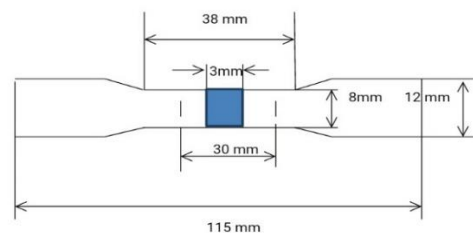
Gambar 2. Skema produk *skateboard*

Tahapan pembuatan komposit ditunjukkan Gambar 3. Diawali dengan pemotongan serat *E-glass woven roving* $800 \text{ mm} \times 200 \text{ mm}$, kemudian membuat campuran resin epoxy dengan hardener dengan perbandingan 1 : 2, serat *E-glass woven roving* di campuran resin epoxy digunakan sebagai matrik (Irwanto dkk., 2018). Permukaan *green body* komposit ditutup secara rapat dengan plastik, selanjutnya dilakukan proses vacuum. Tahapan selanjutnya pelapisan komposit dengan papan kayu tebal 3 mm pada kedua permukaannya, sehingga terbentuk *sandwich composite*. Gaya sebesar 840 N diberikan dan dilakukan penahanan selama 8 jam. Hasil cetakan komposit dibuat dengan dimensi $700 \times 180 \times 12$ mm dan dilakukan finishing menjadi produk *skateboard* jenis *sandwich composite* (Prasetyo dkk., 2016).



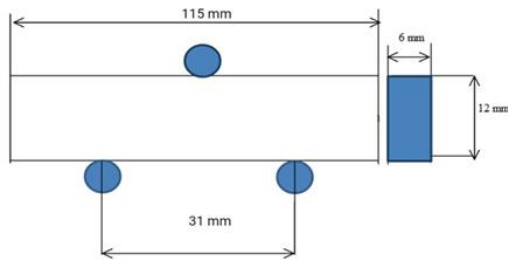
Gambar 3. Tahapan pembuatan sandwich komposit serat *E-glass* matrik epoxy

Komposit berbahan serat *E-glass* anyam selanjutnya dilakukan pengukuran densitas dan pengujian sifat mekanis meliputi kekuatan tarik dan kekuatan bending. Pengujian kekuatan tarik menggunakan standard DIN 50-125, kekuatan bending dengan ASTM E 290-14 dan pengukuran densitas menggunakan teori Archimedes. Gambar 4. Menunjukkan spesimen uji kekuatan tarik standart DIN 50-125.



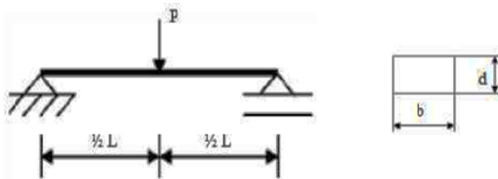
Gambar 4. Standard DIN 50-125

Gambar 5. Menunjukkan spesimen uji kekuatan bending standard ASTM E 290-14.



Gambar 5. Spesimen uji bending ASTM E 290-14 (ASTM, 2003)

Gambar 6. Menunjukkan mekanisme uji kekuatan bending.



Gambar 6. Mekanisme uji kekuatan bending

$$\sigma_b = \frac{3PL}{2bd^2} \quad (1)$$

Dimana

- σ_b : tegangan bending (N/mm^2)
- P : beban atau gaya yang terjadi (N)
- L : jarak point (mm)
- b : lebar benda uji (mm)
- d : ketebalan benda uji (mm).

Pengukuran densitas komposit mengikuti persamaan (2).

$$\rho_b = \frac{W_{udara}}{W_{udara} - W_{air}} \rho_{air} \quad (2)$$

Dimana

- ρ_b : massa jenis aktual benda (gr/cm^3)
- W_{udara} : berat benda di udara (gr)
- W_{air} : berat benda di dalam air (gr)
- ρ_{air} : massa jenis air murni ($1\ gr/cm^3$).

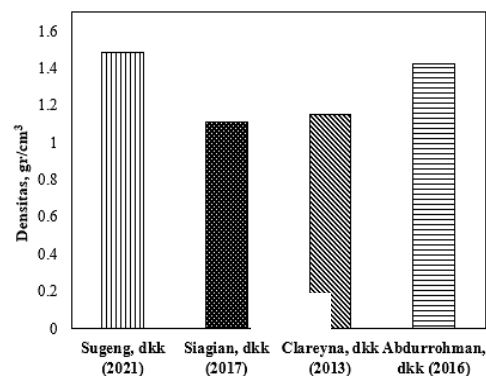
HASIL DAN PEMBAHASAN

Densitas merupakan sifat fisis pada material untuk mengetahui kerapatannya tanpa porositas.

Tabel 1. menunjukkan pengukuran densitas pada komposit serat E-glass anyam dengan metode hand lay up dilanjutkan proses vacuum bag menunjukkan densitas lebih tinggi dibanding tanpa proses vacuum.

Tabel 1. Densitas komposit

| Peneliti | Jenis Komposit | Metode | Densitas (gr/cm^3) |
|-----------------------------|--|--------------------------|------------------------|
| Sugeng, dkk (2021) | Serat E-glass anyam + matrik epoxy | Hand lay up + Vacuum bag | 1,48 |
| (Siagian, 2017) | Serat pinang acak + matrik epoxy | Hand lay up | 1.11 |
| (Clareyna & Mawarani, 2013) | Serat ampas tebu + matrik polyester | Hand lay up | 1,15 |
| (Abdurohman & Marta, 2018) | Serat karbon searah + matrik polyester | Vacuum | 1,42 |



Gambar 7. Grafik perbandingan densitas dengan peneliti lain.

Densitas material komposit dengan penguat serat sintesis antara E-glass dengan serat karbon relatif sebanding, begitu juga pada serat alam yang digunakan pada penelitian ini. Densitas pada komposit dengan serat tersusun

anyam/*woven* lebih tinggi dibanding dengan serat tersusun searah ataupun acak/random. Serat anyam lebih mudah mengikat matrik resin dengan sedikit ruang kosong, sehingga potensi terbentuknya porositas akibat udara yang terjebak dalam padatan dapat dikurangi.

Peningkatan densitas tersebut menunjukkan kepadatan material komposit meningkat dengan menurunnya porositas. Porositas pada material komposit dapat terbentuk akibat udara yang terjebak di dalam padatan. Udara yang terikat pada resin dapat terbentuk pada saat proses pengadukan dan penuangan resin ke dalam cetakan. Udara akan tertarik keluar cetakan sekaligus terjadi proses pemadatan melalui metode vakum. Gambar 7. Menunjukkan perbandingan densitas dengan peneliti lainnya. Komposit serat *E-glass woven* dengan matrik resin epoxy menunjukkan kekuatan tarik lebih tinggi dibanding dengan komposit dengan menggunakan serat alam. Serat *E-glass* merupakan serat sintetis yang mempunyai kekuatan tarik dan kekakuan relatif tinggi serta daya ikat terhadap matrik resin yang baik. Tabel 2. Menunjukkan kekuatan tarik pada beberapa komposit dengan berbagai perlakuan.

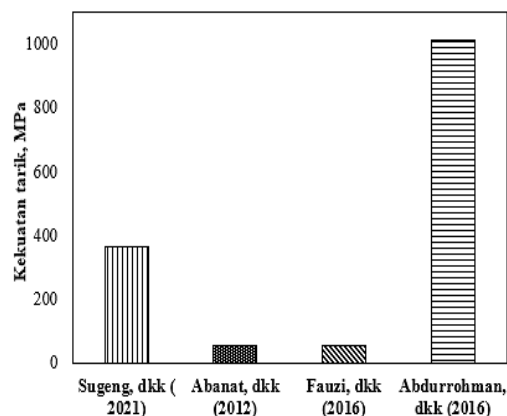
Tabel 2. Perbandingan kekuatan tarik dari beberapa peneliti

| Peneliti | Jenis komposit | Metode | Kekuatan tarik (MPa) |
|----------------------------|---|--|----------------------|
| Sugeng, dkk (2021) | Serat <i>E-glass</i> anyam + matrik epoxy | <i>Hand lay up</i> + <i>Vacuum bag</i> | 363,87 |
| (Abanat, 2012) | Serat alam pelepah pisang + matriks epoxy | <i>Hand lay up</i> + <i>Non Vacuum</i> | 51,97 |
| (Fauzi dkk., 2017) | Serat alam purun tikus + matriks epoxy | <i>Hand lay up</i> + <i>Vacuum</i> | 54,70 |
| (Abdurohman & Marta, 2018) | Serat karbon + matrik polyester | <i>Hand lay up</i> + <i>Vacuum</i> | 1011,60 |

Komposit serat karbon menunjukkan kekuatan tarik lebih tinggi dibandingkan serat sintetis *E-glass*. Serat karbon mempunyai keunggulan dalam kekuatan dan modulus elastisitas tinggi selain juga ringan. Komposit dengan menggunakan serat alam belum menunjukkan kekuatan tarik yang memadai dibanding dengan serat sintetis. Gambar 8. Menunjukkan perbandingan kekuatan tarik dengan peneliti lainnya.

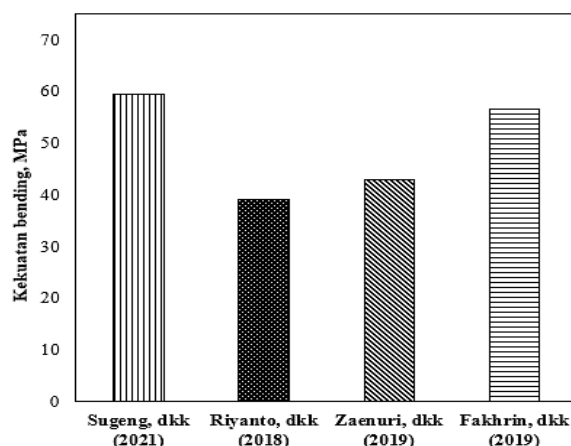
Tabel 3. Perbandingan kekuatan bending dari beberapa peneliti

| Peneliti | Jenis Komposit | Metode | Kekuatan bending (MPa) |
|---------------------|---|--|------------------------|
| Sugeng, dkk (2021) | Serat <i>E-glass</i> anyam + matrik epoxy | <i>Hand lay up</i> + <i>vacuum bag</i> | 59,47 |
| Riyanto, dkk (2018) | Hybrid (serat bambu anyam) + matrik polyester | <i>Hand lay up</i> + <i>Non Vacuum</i> | 39,0 |
| Zaenuri, dkk (2019) | Hybrid (serat bambu anyam + <i>E-glass</i>) + matrik polyester | <i>Hand lay up</i> + <i>Vacuum bag</i> | 42,83 |
| Fakhrin, dkk (2019) | Serat tebu + matrik polyester | <i>Hand lay up</i> | 56,58 |



Gambar 8. Grafik perbandingan kekuatan tarik dengan peneliti lain

Komposit dengan serat alam dapat ditingkatkan sifat mekanisnya antara lain dengan menyusun serat secara berlapis/laminat menggunakan orientasi sudut berbeda. Serat karbon menunjukkan kekuatan tarik 3 kali lipat dari serat *E-glass* dalam penelitian ini. Tabel 3. Menunjukkan kekuatan bending spesimen komposit serat *E-glass woven* menggunakan metode *vacuum bag* dengan beberapa penelitian lainnya. Serat sintetis *E-glass* dengan matrik *epoxy* mempunyai kekuatan bending lebih tinggi dibandingkan dengan komposit menggunakan serat alam. Matrik *epoxy* mempunyai kekuatan dan modulus elastisitas lebih tinggi, sehingga mampu menahan beban bending lebih besar sebelum patah.



Gambar 8. Grafik perbandingan kekuatan bending dengan peneliti lain

Perbandingan kekuatan bending antar peneliti ditunjukkan Gambar 8. Karakterisasi yang dilakukan pada komposit serat *E-glass woven* dengan matrik *epoxy* pada penelitian ini, menunjukkan densitas lebih rendah dari rata-rata densitas *skateboard* yaitu 676-705 gr/cm³. Kekuatan tarik dan kekuatan bending material komposit serat *E-glass woven* dengan matrik *epoxy* dengan metode *vacuum bag* lebih tinggi dari bahan kayu yang digunakan *skateboard* selama ini yaitu 5,31 MPa dan 34,5 MPa.

PENUTUP

Kesimpulan

Penelitian terhadap komposit dengan serat *E-glass woven roving* menggunakan metode *vacuum bag* didapatkan kesimpulan :

1. Komposit memiliki densitas 1,48 gr/cm³, mempunyai kekuatan tarik 363,87 MPa dan kekuatan bending 59,47 MPa.
2. Komposit dengan serat *E-glass woven roving* dengan metode *vacuum bag* mampu meningkatkan densitas serta sifat mekanis kekuatan tarik dan kekuatan bending dengan pembandingan beberapa riset lain.
3. Pemakaian komposit sebagai bahan alternatif untuk menggantikan bahan utama *skateboard* masih perlu ditingkatkan terutama dari densitasnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada laboratorium Teknik Mesin Universitas Muria Kudus serta PT. Sinar Indah Kertas - Pati.

DAFTAR PUSTAKA

- Abanat, J. D. J. (2012). *Pengaruh Fraksi Volume Serat Pelepah Gebang (Corypha Utan Lamarck) Terhadap Kekuatan Tarik Dan Kekuatan Impak Pada Komposit Bermatrik Epoksi*. repository.ub.ac.id. <http://repository.ub.ac.id/157815/>
- Abduruohman, K., & Marta, A. (2018). Kajian Eksperimental Tensile Properties Komposit Poliester Berpenguat Serat Karbon Searah Hasil Manufaktur Vacuum Infusion Sebagai Material Struktur LSU. *Jurnal Teknologi Dirgantara*. http://jurnal.lapan.go.id/index.php/jurnal_tekgan/article/view/2948
- ASTM. (2003). *Annual Book of ASTM Standard*. West Conshohocken.
- Clareyna, E. D., & Mawarani, L. J. (2013). Pembuatan dan Karakteristik Komposit Polimer Berpenguat Bagasse. *Jurnal Teknik ITS*. <http://ejournal.its.ac.id/index.php/teknik/article/view/4295>
- Dagbreek. (2014, September 27). *The Mechanics of a Skateboard*. <https://skateboardmechanics.wordpress.com/>
- Fauzi, Y. R., Sonief, A. A., & Suprpto, W. (2017). Pengaruh Tekanan Vacuum terhadap Kekuatan Tarik dan Kekuatan Lentur pada Biokomposit Serat Purun Tikus (Eleocharis Dulcis). *Jurnal Rekayasa Mesin*. <https://rekayasamesin.ub.ac.id/index.php/>

- rm/article/view/331
- Irwanto, I., Respati, S. M. B., & ... (2018). Analisis Kekuatan Tarik dan Struktur Komposit Berpenguat Serat Alam Sebagai bahan Alternative Pengganti Serat Kaca Untuk Pembuatan Dashboard. *Majalah Ilmiah* <https://www.publikasiilmiah.unwahas.ac.id/index.php/MOMENTUM/article/view/1059>
- Porwanto, D. A., & Johar, L. (2008). Karakterisasi Komposit Berpenguat Serat Bambu dan Serat Gelas Sebagai Alternatif Bahan Baku Industri. In *Jurusan Teknik Fisika FTI ITS Surabaya*.
- Prasetyo, A., Purwanto, H., & ... (2016). Pengaruh waktu perendaman serat kulit pohon waru (*Hibiscus Tiliaceus*) pada air laut terhadap struktur mikro dan kekuatan tarik. *Majalah Ilmiah* <https://www.publikasiilmiah.unwahas.ac.id/index.php/MOMENTUM/article/view/1634>
- Riyanto, A., & Irfai, M. A. (2018). Pengaruh Fraksi Volume Serat Komposit Hybrid Berpenguat Serat Bambu Acak dan E-Glass Anyam dengan Resin Polyester. *Jurnal Teknik Mesin*. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jtm-unesa/article/view/25878>
- Sari, E. D. R., Respati, S. M. B., & Nugroho, A. (2020). Analisis Kekuatan Tarik Dan Bending Komposit Serat Karbon-Resin dengan Variasi Waktu Curing dan Suhu Penahanan 80°C. *Jurnal Ilmiah Momentum*, 16(2), 150–155. <https://doi.org/10.36499/mim.v16i2.3771>
- Septiyanto, R. F., & Abdullah, A. H. D. (2015). Perbandingan Komposit Serat Alam dan Serat Sintetis melalui Uji Tarik dengan Bahan Serat Jute dan e-Glass. *Gravity: Jurnal Ilmiah Penelitian* <http://jurnal.untirta.ac.id/index.php/Gravity/article/view/2536>
- Siagian, E. M. (2017). Sifat Komposit Berpenguat Serat Pinang Dengan Fraksi Berat 2%, 4%, 6% dan 8%. In *Skripsi Teknik Mesin Universitas Sanata Dharma*. [repository.usd.ac.id. https://repository.usd.ac.id/12581/2/135214002_full.pdf](https://repository.usd.ac.id/12581/2/135214002_full.pdf)
- Winarto, J., & Indrani, H. C. (2017). Perancangan Interior Pusat Informasi Kebudayaan Suku Arfak di Manokwari, Papua Barat. *Intra*. <http://publication.petra.ac.id/index.php/desain-interior/article/view/5210>
- Yahya, M. A., Respati, S. M. B., & Purwanto, H. (2016). Pengaruh Perebusan Larutan Air Jahe (*Zingiber Officinale*) pada Serat Bambu Apus (*Gigantochloa Apus*) terhadap Kekuatan Tarik dan Mikrostruktur. *ROTASI*. <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/rotasi/article/view/13350>