

## KETAHANAN KOMPOSIT RESIN-AYAMAN KULIT ECENG GONDOK (*eichhornia crassipes*) PADA DIMENSI UJUNG PELURU YANG BERBEDA

Sri Mulyo Bondan Respati, Helmy Purwanto dan Kuat Hasan\*

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim Semarang

Jl. Menoreh Tengah X/22, Sampangan Semarang 50236

\*Email : hasan\_ftmesin@yahoo.co.id

### Abstrak

*Eceng gondok (eichhornia crassipes) merupakan tanaman sebagai gulma air yang pertumbuhannya sulit terkendali yang dapat hidup mengapung pada sungai, rawa, danau serta kolam. Salah satu alternatif yang mulai dilakukan adalah memanfaatkan serat alam sebagai pengganti serat sintetis yang telah banyak digunakan sebelumnya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui dan menganalisa karakteristik fisik dan kekuatan tarik kulit eceng gondok serta pengaruh perbedaan bentuk ujung peluru terhadap dampak balistik pada komposit kulit eceng gondok yang dianyam dengan matrik resin. Komposit kulit eceng gondok untuk uji balistik dibuat dengan metode anyaman dengan fraksi volume perbandingan 11% dari kulit eceng gondok dan 89% resin. Uji balistik menggunakan peluru berkaliber 4,5 mm dengan jenis peluru ujung lancip, peluru ujung bulat, peluru ujung berlubang dan peluru ujung datar. Dampak uji balistik dengan melakukan pengukuran pada radius retakan panel, deformasi peluru dan kedalaman kawah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa radius retakan bagian depan panel komposit yang terbesar menggunakan jenis peluru datar adalah 3,48 mm sedangkan radius retakan bagian belakang yang terbesar menggunakan peluru lancip yaitu 18,09 mm. Hasil deformasi peluru yang terbesar pada peluru datar sebesar 73,44% dan kedalaman kawah panel komposit yang terdalam menggunakan peluru lancip yaitu 1,83 mm.*

**Kata kunci:** Eceng gondok, Komposit, Jenis peluru, Dampak balistik.

### PENDAHULUAN

Perkembangan material komposit di dunia semakin pesat, salah satu alternatif terbaru yang dilakukan adalah memanfaatkan serat alam sebagai pengganti serat sintetis. Di Indonesia serat alam yang mudah diperoleh salah satunya adalah serat eceng gondok.

Eceng gondok (*eichhornia crassipes*) merupakan tanaman sebagai gulma air yang pertumbuhannya sulit terkendali, dapat hidup mengapung di sungai, rawa, danau dan kolam. Namun, pemanfaatan eceng gondok belum mampu mengimbangi pertumbuhannya yang mencapai 1,9% per hari, memiliki kualitas serat yang ulet dengan kandungan serat cukup tinggi mencapai 20%, bahan baku tersedia melimpah, murah dan mudah didapat serta tidak beracun, tanaman ini berpotensi untuk dikembangkan dalam bidang material menjadi komposit serat alam sebagai bahan anti peluru (Aji dkk, 2018).

Penempatan serat dan arah serat akan menjadikan komposit dapat menahan beban lebih baik, susunan dan jenis serat dibedakan menjadi beberapa bagian antara lain susunan serat panjang dan lurus, susunan serat pendek dan serat acak, susunan serat lurus dan acak dan susunan serat anyaman (Gibson, 1994). Pada jenis susunan serat, jenis pola anyaman dapat mempengaruhi kekuatan dari komposit yang disebabkan oleh ikatan antara serat jauh lebih kuat dikarenakan adanya *interfaces* serat matrik yang lebih banyak (Kadir, 2014). Semakin panjang suatu serat maka hasil harga *impact* akan menjadi semakin menurun yang disebabkan karena ikatan antar matrik dan serat semakin kuat sehingga serat akan patah pada garis patahnya (Purboputro, 2006 dan Prasetyaningrum, 2009).

Komposit merupakan material yang terbentuk dari kombinasi antara dua atau lebih material pembentuknya melalui pencampuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda (Sirait, 2010).

Bahan komposit umumnya terdiri dari dua unsur yaitu serat sebagai pengisi dan bahan pengikat serat tersebut yang disebut dengan matrik, matrik yang digunakan adalah *thermosetting polimer* atau lebih dikenal dengan resin. Resin merupakan suatu material yang berbentuk cairan pada suhu ruang atau dapat pula berupa material padatan yang akan meleleh pada suhu di atas 200° C (Silalahi, 2008).

Peluru memiliki beberapa jenis yang dapat dibedakan dari bentuk kepala atau ujung peluru, jenis-jenis peluru yang digunakan pada umumnya adalah kepala lancip, kepala bulat, kepala berlubang dan kepala rata. Pengaruh yang terjadi pada uji balistik dengan menggunakan jenis bentuk ujung peluru yang berbeda akan menghasilkan dampak hasil uji balistik pada material target yang berbeda pula. Uji balistik merupakan ilmu yang mempelajari tentang perjalanan suatu peluru (proyektil) ketika peluru ditembakkan dari suatu senjata (Silalahi, 2008).

Peluru yang mengenai pelat spesimen komposit, peluru akan terdeformasi terjadi perubahan bentuk atau ukuran karena sebuah gaya energi benda yang diukur menggunakan jangka sorong dengan persamaan 1 yaitu:

$$\text{Deformasi} = \frac{h_0 - h_1}{h_0} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:  $h_0$  = Panjang awal peluru

$h_1$  = Panjang peluru penetrasi

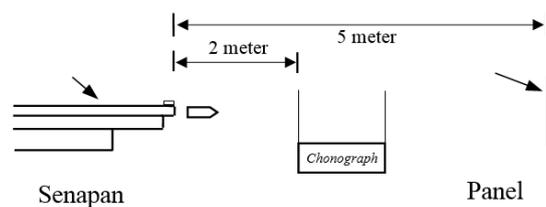
Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui dan menganalisa dari karakteristik fisik dan kekuatan tarik pada kulit eceng gondok serta pengaruh dari perbedaan bentuk ujung peluru terhadap dampak balistik pada komposit kulit eceng gondok yang dianyam dengan matrik resin untuk digunakan sebagai bahan alternatif rompi anti peluru. Adanya anyaman ini diharapkan gaya yang dari peluru dapat saluran lebih merata.

### METODE PENELITIAN

Kulit eceng gondok didapatkan dari tanaman eceng gondok yang berumur sekitar  $\pm 8$  bulan dari kawasan Rawapening, kecamatan Ambarawa, Ungaran. Kulit eceng gondok diperlakukan alkalisasi dengan NaOH 5 % selama sekitar 1 jam.

Alat yang digunakan adalah cetakan spesimen komposit untuk pembuatan panel komposit sebagai uji balistik, alat ukur kecepatan peluru menggunakan *chonograph* sedangkan untuk mengetahui kekuatan tarik serat digunakan alat uji tarik serat dan kekuatan tarik komposit dengan menggunakan alat uji tarik.

Tanaman eceng gondok yang berumur  $\pm 8$  bulan dibersihkan dan dibelah untuk dilakukan proses pengambilan kulit eceng gondok, kulit disisir sampai berbentuk kecil memanjang kemudian dipilih untuk dilakukan uji tarik serat. Kulit pilinan dianyam sampai 3 lapisan lamina, anyaman dituang resin dengan perbandingan 11% volume kulit eceng gondok dan 89% volume resin, sampai mendapatkan ketebalan 1 cm menggunakan cetakan komposit dengan ukuran 15 cm x 15 cm untuk digunakan uji balistik. Perbandingan ini didasarkan pada anyaman kulit eceng gondok yang mempunyai ketebalan 1,1 mm. Uji balistik menggunakan standar NIJ 0108.01 yang disajikan pada Gambar 1.



**Gambar 1. Skema uji balistik standar NIJ 0108.01 (1985)**

Pengujian balistik sesuai dengan standar NIJ 0108.01 seperti pada Gambar 1, menggunakan peluru kaliber 4,5 mm dari jenis bentuk peluru ujung lancip, peluru ujung bulat, peluru ujung berlubang dan peluru ujung datar seperti Gambar 2. Peluru ini ditembakkan menggunakan senapan dengan jarak 5 meter. Adapun berat peluru disajikan dalam Tabel 1.



**Gambar 2. Peluru, (a).Peluru lancip, (b).Peluru bulat, (c).Peluru berlubang, (d). Peluru datar**

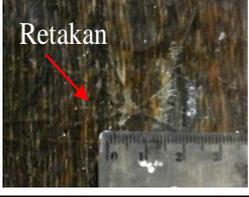
**Tabel 1. Jenis peluru senapan uji balistik.**

Jenis Peluru	Berat peluru rata-rata (g)
Peluru Lancip	0,75
Peluru Bulat	0,76
Peluru Berlubang	0,75
Peluru Datar	0,74

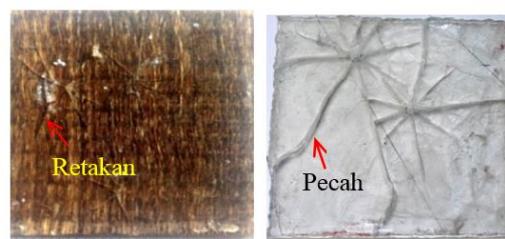
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil pengujian balistik pada masing-masing jenis peluru ditunjukkan seperti pada Tabel 2.

**Tabel 2. Dampak balistik jenis ujung peluru terhadap panel komposit.**

Jenis ujung peluru	Pengaruh yang ditimbulkan	
	Tampak depan	Tampak belakang
		
		
		
		

Sedangkan perbedaan antara komposit dan resin terhadap ketahanan uji balistik dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3. Perbedaan hasil uji balistik komposit dan resin, (a).Panel komposit, (b). Panel resin**

Dampak pengujian balistik seperti pada Tabel 2 dan Gambar 3 menunjukkan hasil dampak uji balistik panel komposit hanya terdapat retakan-retakan kecil sedangkan pada panel resin terlihat mengalami kerusakan yang menyebabkan pada panel resin pecah. Panel komposit terlihat dapat menahan gaya impact dibandingkan panel resin disebabkan kuatnya ikatan antara susunan anyaman kulit eceng gondok sehingga dapat mampu menahan laju peluru. Dampak balistik ini dipengaruhi oleh tekanan peluru ke spesimen. Tekanan peluru ini dipengaruhi kecepatan dan luasan kontak langsung ujung peluru. Adapun kecepatan peluru diberikan pada Tabel 4.

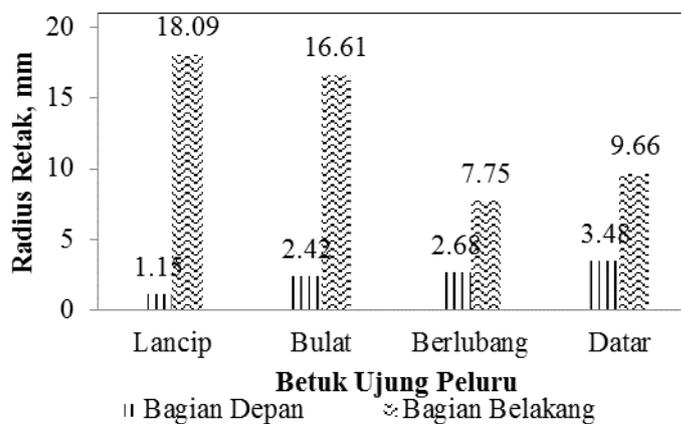
**Tabel 4. Kecepatan peluru dan kecepatan sisa pecahan atau proyektil balistik komposit.**

Jenis Ujung Peluru	Kecepatan Peluru rata-rata (m/s)	Kondisi Spesimen	Kecepatan sisa pecahan atau proyektil (m/s)
Lancip	203,8	Tidak Tembus	0
Bulat	200,7	Tidak Tembus	0
Berlubang	199,3	Tidak Tembus	0
Datar	198,1	Tidak Tembus	0

Berdasarkan hasil uji balistik panel komposit tebal 1 cm seperti Tabel 4 pada masing-masing kecepatan rata-rata 203,8 m/s, 200,7 m/s, 199,3 m/s dan 198,1 m/s pada panel komposit tidak tembus kecepatan sisa nol dikarenakan peluru tidak menembus panel. Pada bagian depan panel hanya menimbulkan kawah yang berbentuk lingkaran sedangkan pada bagian belakang panel komposit hanya terdapat retakan-retakan, susunan anyaman terlihat tidak mengalami kerusakan serta panel komposit dapat mampu menahan laju peluru

Hasil analisa pengaruh ujung peluru terhadap dampak balistik komposit dapat dilihat pada Gambar 4:

a. Hasil pengukuran radius retakan komposit

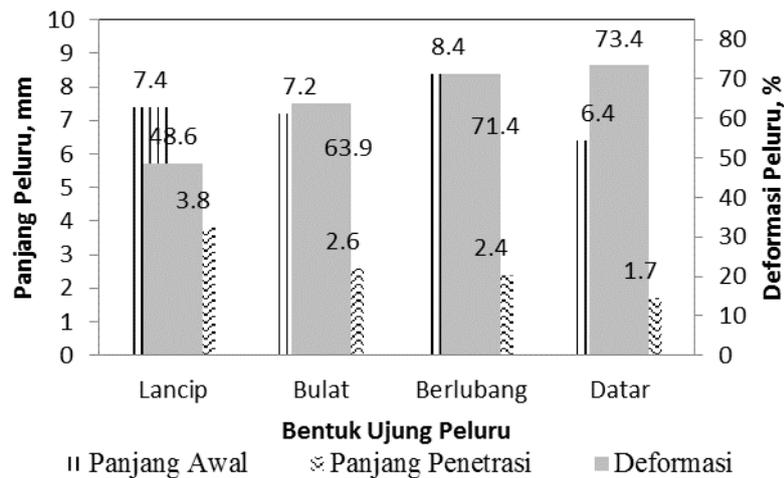


**Gambar 4. Radius retakan rata-rata**

Hasil radius retakan seperti Gambar 4 terlihat bahwa hasil radius retakan rata-rata bagian depan panel komposit yang menggunakan jenis ujung peluru lancip 1,15 mm, jenis ujung peluru bulat 2,42 mm, jenis ujung peluru berlubang 2,68 mm dan jenis ujung peluru datar 3,48 mm, radius retakan pada bagian belakang panel komposit yang menggunakan jenis peluru ujung lancip 18,09 mm, jenis ujung peluru bulat 16,61 mm, jenis ujung peluru berlubang 7,75 mm jenis ujung peluru datar 9,66 mm. Perbedaan ini karena tekanan pada permukaan spesimen berbeda akibat luasan pada ujung peluru yang berbeda pula. Besarnya radius peluru ini dipengaruhi oleh tekanan ujung peluru ke spesimen. Kekuatan spesimen dikatakan lebih kuat jika tidak tembus dan dapat mendeformasi peluru. Peluru dikatakan terdeformasi jika berubah ukurannya dari semula.

b. Hasil pengukuran deformasi peluru

Hasil deformasi peluru dapat disajikan pada Gambar 5. Deformasi peluru ini diambil dari data panjang peluru awal mula dan panjang peluru setelah terdeformasi.

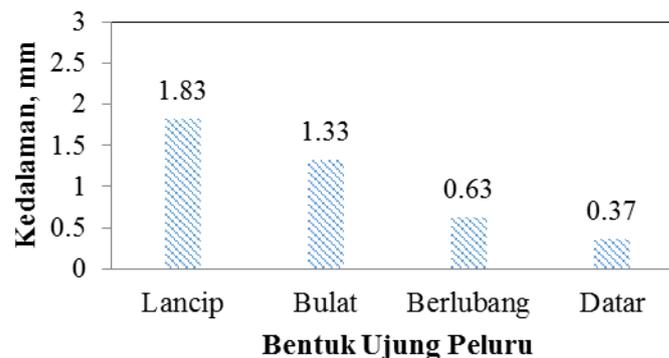


**Gambar 5. Panjang peluru awal dan setelah penetrasi**

Hasil deformasi peluru seperti pada Gambar 5 menunjukkan pada peluru lancip dengan panjang awal 7,4 mm terdeformasi menjadi 3,8 mm atau 48,65%, peluru bulat dari panjang awal 7,2 mm peluru terdeformasi menjadi 2,6 mm atau 63,89%, peluru berlubang dari panjang awal 8,4 mm peluru terdeformasi menjadi 2,4 mm atau 71,43% dan pada peluru datar dari panjang awal peluru 6,4 mm peluru terdeformasi menjadi 1,7 mm atau 73,44%.

c. Hasil Pengukuran kedalaman kawah

Hasil dari pengukuran kedalaman dapat disajikan pada Gambar 6.



**Gambar 6. Kedalaman kawah**

Pada Gambar 6 terlihat bahwa hasil pada kedalaman kawah rata-rata panel komposit yang menggunakan ujung peluru lancip yaitu 1,83 mm, kedalaman kawah rata-rata ujung peluru bulat 1,33 mm, kedalaman kawah rata-rata ujung peluru berlubang 0,63 mm dan kedalaman kawah rata-rata ujung peluru datar 0,36 mm. Kedalaman kawah ini berbeda karena disebabkan oleh penampang depan peluru yang berbeda. Perbedaan penampang peluru ini membuat tekanan ke spesimen juga berbeda pula.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

Pengaruh ujung peluru terhadap dampak balistik komposit sebagai berikut:

- Ukuran radius retakan komposit yang menggunakan jenis peluru ujung lancip menghasilkan kerusakan ukuran radius retakan terkecil namun ukuran radius retakan bagian belakang panel yang paling besar dibandingkan jenis peluru ujung bulat, peluru ujung berlubang. Ukuran radius retakan panel komposit yang menggunakan peluru ujung datar pada bagian depan panel dengan ukuran yang lebih besar sedangkan radius retakan pada bagian belakang panel yang

- 
- menggunakan jenis peluru ujung berlubang ukuran radius lebih kecil dibandingkan pada peluru ujung lancip, peluru ujung bulat dan peluru ujung datar.
- b. Pada deformasi peluru, jenis peluru ujung lancip menghasilkan deformasi peluru yang paling kecil dibandingkan dengan jenis peluru ujung bulat, peluru ujung berlubang dan peluru ujung datar.
  - c. Kedalaman kawah panel komposit yang menggunakan jenis peluru ujung lancip menghasilkan kedalaman kawah yang lebih dalam dibandingkan kedalaman kawah jenis peluru ujung bulat, peluru ujung berlubang dan peluru ujung datar.

#### **SARAN**

Untuk penelitian yang selanjutnya sebelum melakukan pengujian perlu memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

Pada saat proses akan mencetak komposit sebaiknya cetakan ditutup lebih rapat supaya tidak kontak dengan udara untuk mencegah terjadinya *void* (rongga udara) di dalam panel komposit.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Aji, T. A., Purwanto, H., Respati, S. M. B., 2018, Pengaruh Ketebalan Komposit Matrik Resin Dengan Penguat Kulit Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) yang Danyam terhadap Kemampuan Balistik, *Jurnal Ilmiah Momentum*, Vol. 14. No. 1. Hal. 75-79
- Standard NIJ 0108.01, 1985, *Ballistic Resistant Protective Materials*, U.S. DEPARTMENT OF JUSTICE National Institute Of Justice.
- Gibson, R. F., 1994, "*Principle of Composite Material Mechanics*", Department of Mechanical Engineering Wayne State University, Detroit Michigan.
- Kadir A, Aminur dan Marzan., 2014, " Pengaruh Pola Anyaman Terhadap Kekuatan Tarik Dan Bending Komposit Berpenguat Serat Bambu". *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*. Universitas Halu Oleo.Kendari.
- Prasetyaningrum A, Rokhati N dan Rahayu A, K., 2009, "Optimasi Proses Pembuatan Serat Eceng Gondok Untuk Menghasilkan Komposit Serat Dengan Kualitas Fisik Dan Mekanik Yang Tinggi". *Jurnal Teknik Kimia*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Purboputro P, I., 2006, "Pengaruh Panjang Serat Terhadap Kekuatan Impak Komposit Eceng Gondok Dengan Matriks Poliester". *Jurnal Teknik Mesin*. Universitas Muhammadiyah. Solo.
- Silalahi F., 2008, "Kinerja Komposit". *Jurnal Teknik kimia*, Universitas Indonesia. Depok.
- Sirait, D.H., 2010, "*Material Komposit*", Erlangga, Jakarta.