

ANALISA KETEBALAN KOMPOSIT POLYESTER SERAT KARBON, SERAT RAMI DAN ANYAMAN KAWAT SEBAGAI MATERIAL ROMPI ANTI PELURU

Muhammad Erwin Kasian¹⁾, I Komang Astana Widi²⁾

Mahasiswa Teknik Mesin S1 ITN Malang¹⁾, Dosen Teknik Mesin ITN Malang²⁾
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang
Email: muhammaderwin35@gmail.com

ABSTRAK

Komposit merupakan perpaduan dua material atau lebih. Komposit terdiri dari *Matriks* (pengikat) dan *Reinforcement* (penguat), dimana didalam komposit susunan terbanyak atau dominan berupa matriks. Komposit banyak dijumpai dilingkungan sehari karena memiliki keuntungan yaitu komposit dapat dibentuk dengan kebutuhan yang diinginkan. Pemanfaatan komposite juga semakin berkembang dikarenakan banyaknya penelitian yang meneliti tentang komposit serta pengaplikasiannya. Komposite banyak digunakan untuk body mobil, pesawat terbang, alat rumah tangga, bahkan sampai dunia militer. Pada dunia militer komposite banyak digunakan sebagai bahan penyusun dari rompi dan helm anti peluru. Pada penelitian ini penulis ingin mengembangkan komposit sebagai material penyusun dari rompi anti peluru yang akan digunakan dalam dunia militer. Berdasarkan pokok masalah dibahas, penulis ingin membuat rompi anti peluru yang berbahan serat karbon, serat rami, dan anyaman kawat dengan menggunakan pengikat resin polyester 157. Pemakaian material serat dikarenakan serat lebih memiliki kekuatan yang tinggi dibanding dengan komposit dengan material penguat serbuk, anyaman kawat dipilih karena memiliki kekuatan yang baik dan juga ringan serta penggunaannya banyak kita lihat dalam kehidupan sehari-hari.

Kata kunci : Komposite, Serat Karbon, Serat Rami, Resin Polyester 157, Anyaman Kawat.

PENDAHULUAN

Komposit merupakan perpaduan 2 material atau lebih dimana material tersebut terdiri dari pengikat dan penguat. Penguat untuk komposit dibagi menjadi 2 yaitu serat dan serbuk (Callister, 2010). Komposite banyak dijumpai dalam kehidupan sehari-hari seperti alat rumah tangga, body mobil, body pesawat. Selain itu komposit juga digunakan dalam bidang militer. Penggunaan komposit dalam bidang militer berupa rompi dan helm anti peluru. Rompi anti peluru biasa terbuat dari material logam, dimana material logam memiliki bobot yang berat dan dapat mengganggu gerak dari penggunaannya. Dengan material komposite diharapkan dapat menggantikan logam sebagai material penyusunnya dan mengurangi dari massa rompi yang awalnya berat menjadi lebih ringan.

Komposit yang akan digunakan yaitu serat karbon, serat rami, dan anyaman kawat dengan pengikat resin *Polyester*. Pemilihan serat karbon karena memiliki sifat mekanis yang baik, sedangkan serat rami digunakan karena termasuk serat yang mudah ditemukan di alam dan memiliki kekuatan mekanis yang hampir sama dengan serat sintesis. Pemilihan anyaman kawat digunakan karena menurut penelitian yang dilakukan Deki (2019) nilai dari harga dampak anyaman kawat dengan resin polyester lebih tinggi dibandingkan dengan harga dampak serat karbon. Berdasarkan dengan uraian yang dibahas maka peneliti fokus pada **Analisa Ketebalan Komposit *Polyester* Serat Karbon, Serat Rami, dan Anyaman Kawat Sebagai Material Rompi Anti Peluru.**

TINJAUAN PUSTAKA

Komposit

Komposit merupakan pengkombinasian fasa matrik dengan campuran filament yang berfungsi sebagai fasa penguat, atau dengan kata lain komposit adalah syaru jenis bahan baru hasil rekayasa yang terdiri dari dua atau lebih bahan dimana sifat masing-masing bahan berbeda. Dengan adanya perbedaan pada material penyusunnya maka akan tercipta material baru dengan sifat mekanis yang sesuai dengan keinginan. Fungsi utama dari matriks adalah mentransfer tegangan ke serat, karena serat lebih kuat dan memiliki modulus elastis yang lebih tinggi dari pada matriks. Reinforcement (penguat) berfungsi sebagai penanggung beban utama pada komposit (Smallman,2000). Proses pembuatan *hand lay up*, proses ini dilakukan dalam kondisi dingin dan dengan memanfaatkan keterampilan tangan. Serat bahan komposit ditata sedemikian rupa mengikuti bentuk cetakan, kemudian dituangkan resin sebagai pengikat antara satu lapisan serat dengan lapisan yang lain. Demikian seterusnya, sehingga sesuai dengan ukuran dan bentuk yang telah ditentukan.

Unsur penyusun bahan komposit terdiri dari dua unsur, yaitu serat dan bahan pengikat serat yang disebut matrik (*Polyester*).

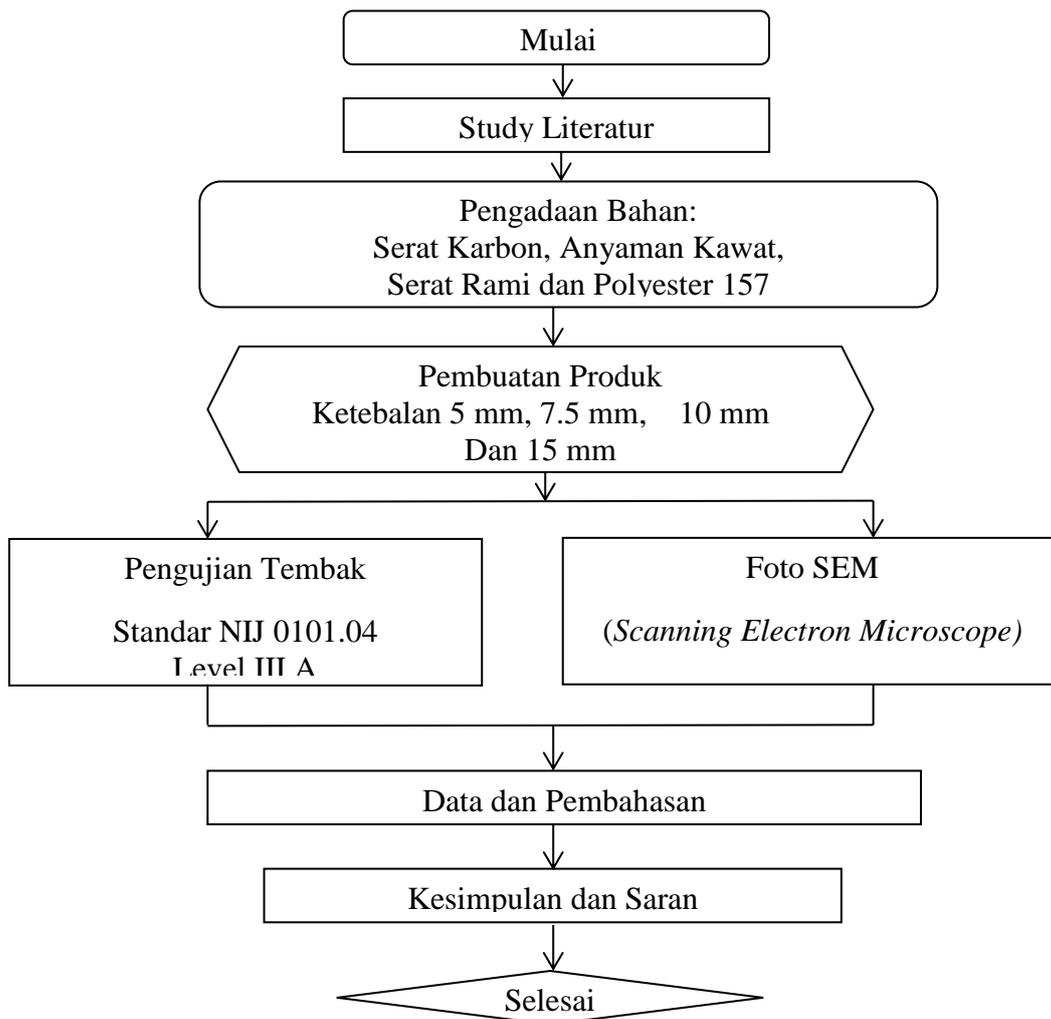
1. Serat adalah salah satu unsur penyusun bahan komposit adalah serat, serat inilah yang terutama menentukan karakteristik bahan komposit, seperti kekakuan, serta sifat-sifat mekanik lainnya. Serat inilah yang menahan sebagian besar gaya yang bekerja pada bahan komposit. Ada dua jenis serat, yaitu serat alam maupun serat sintetik. Serat alam yang utama adalah kapas, wol, sutra dan rami. Sedangkan serat sintetik adalah rayon, polyester, akrilik, dan nilon. Masih banyak serat lainnya dibuat untuk memenuhi keperluan, sedangkan yang disebut di atas adalah jenis yang paling banyak dikenal. Secara garis besar dapat disebutkan bahwa serat alam adalah kelompok serat yang dihasilkan dari tumbuhan, binatang dan mineral. Penggunaan serat alam di industri tekstil dan kertas secara luas tersedia dalam bentuk serat sutera, kapas, kapuk, rami kasar, goni, rami halus dan serat daun.
2. Resin polyester merupakan resin yang paling banyak digunakan walaupun sifat mekanik yang dimiliki oleh polyester tidaklah terlalu baik atau hanya sedang-sedang saja. Hal ini karena resin mudah didapat, harga yang terjangkau dan mudah dalam proses

fabrikasinya. Jenis resin yang digunakan sebagai matriks komposit adalah yang tipe tidak jenuh (*unsaturated polyester*) yang merupakan thermoset yang dapat mengalami pengerasan dari fasa cair menjadi fasa padat saat mendapatkan perlakuan yang tepat (Bramantyo,2009).

Foto SEM (*Scanning Elecron Microscope*)

Pengertian SEM *Scanning Electron Microscope* (SEM) adalah sebuah mikroskop elektron yang didesain untuk mengamati permukaan objek solid secara langsung. SEM memiliki perbesaran 10 – 3.000.000 kali, *depth of field* 4 – 0.4 mm dan resolusi sebesar 1 – 10 nm. Kombinasi dari perbesaran yang tinggi, *depth of field* yang besar, resolusi yang baik, kemampuan untuk mengetahui komposisi dan informasi kristalografi membuat SEM banyak digunakan untuk keperluan penelitian dan industry (Prasetyo, 2011). Bagian utama dari SEM, yaitu penembak elektron, lensa magnetik dan lensa objektif, *fine probe*, detektor, spesimen, dan monitor CRT.

METODELOGI PENELITIAN



Gambar 1. Diagram alir

Alat Penelitian

1. Gelas Ukur
2. Cetakan
3. Jarum Suntik
4. Kuas
5. Gerinda
6. Jangka sorong
7. Amplas
8. Sarung tangan
9. Rol cat
10. Timbangan digital
11. Lap kain

Bahan yang digunakan

1. Mentega
2. Kertas minyak
3. Serat Penguat
 - a. Serat Karbon Kevlar
 - b. Serat Rami
 - c. Anyaman Kawat
4. Matriks
 - a. Polimer *Polyester*

Tempat Penelitian

Tempat yang digunakan sebagai tempat penelitian adalah sebagai berikut:

- a. Pengujian tembak dilakukan di Pusdik ARHANUD Batu.
- b. Pengujian SEM dilakukan di laboratorium Universitas Brawijaya.

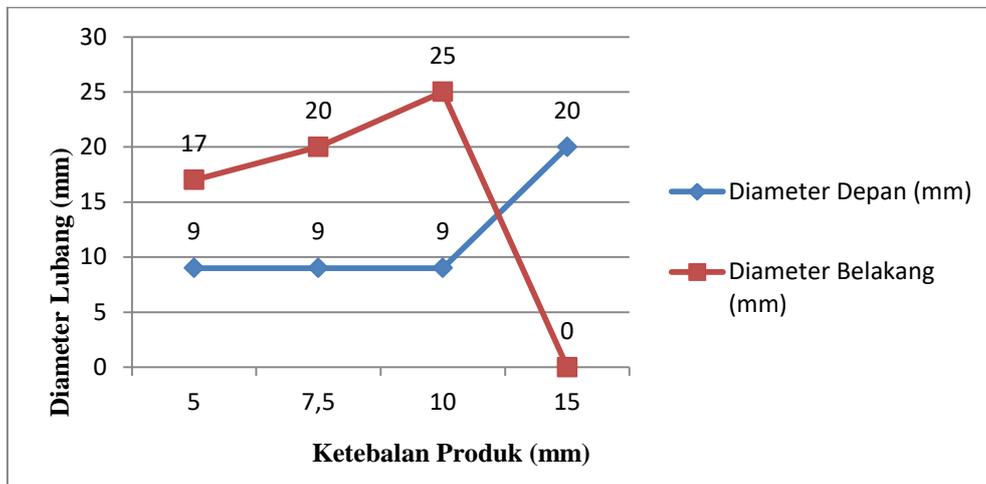
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Tembak

Tabel 1. Data produk yang telah diuji

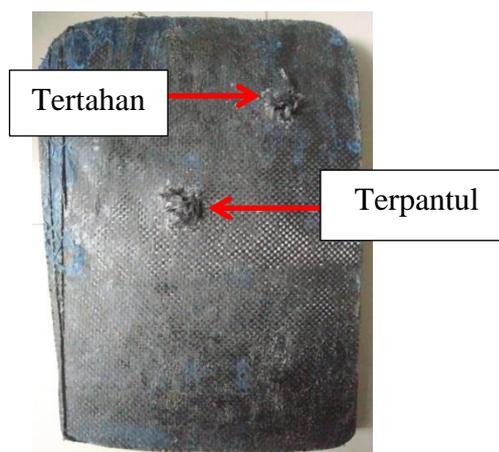
No	Jumlah Layer	Tebal	Berat	Penetrasi
1	5 Layer (3 karbon, 2 Anyaman Kawat)	5 mm	387 g	Berlubang
2	7 Layer (4 karbon, 3 Anyaman Kawat)	7,5 mm	512 g	Berlubang
3	9 Layer (5 karbon, 4 Anyaman Kawat)	10 mm	606 g	Berlubang

4	14 Layer (6 karbon, 6 Anyaman Kawat, 2 Serat Rami)	15 mm	1354 g	Tertahan dan Terpental
---	--	-------	--------	------------------------



Grafik 1. Perbedaan lubang diameter depan dan belakang setelah penembakan

Dari grafik 1 dapat dilihat nilai diameter bagian belakang produk setelah pengujian tembak. Ketebalan produk mempengaruhi besarnya diameter belakang yang terbentuk, pada produk 1 ketebalan 5 mm memiliki diameter 17 mm, untuk produk 2 ketebalan 7,5 mm memiliki diameter 20 mm dan pada produk 3 dengan ketebalan 10 mm memiliki diameter 25 mm. Semua tembakan dilakukan dari bagian depan produk. Makin besarnya diameter yang terbentuk dikarenakan jumlah lapisan kawat pada komposit semakin banyak hal ini membuat kawat semakin melebar karena tertembus peluru, timbulnya kawat ini dapat membahayakan karena potongan kawat tersebut tajam dan dapat melukai yang memakai rompi.



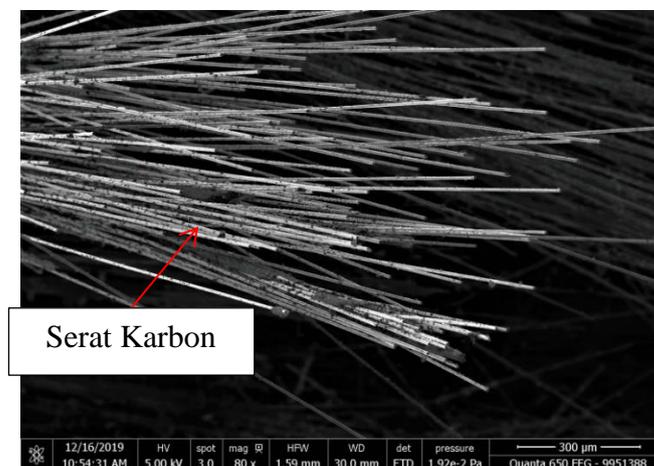
Gambar 2. Spesimen yang telah diuji tembak

Dari hasil pengujian tembak produk rompi anti peluru dengan ketebalan 5 mm, 7.5 mm, 10 mm dan 15 mm berbahan komposit serat karbon Kevlar, serat rami dan anyaman kawat dengan matriks polyester 157, metode pembuatan *hand lay-up*. Didapatkan hasil pada

ketebalan 15 mm peluru tidak berhasil menembus produk yang ditembakkan pistol G2 elite pindad dengan standar NIJ 0101.04. Penembakan dilakukan 2 kali pada produk dengan ketebalan 15 mm, terjadi 2 penetrasi yaitu tertahan dan terpental.

Pada produk dengan ketebalan 5 mm, 7.5 mm dan 10 mm tidak dapat menahan laju peluru dan terdapat perbedaan diameter pada bagian belakang yang disebabkan banyaknya lapisan kawat yang terbuka. Pada produk dengan ketebalan 15 mm peluru berhasil tertahan pada lapisan terakhir yaitu lapisan serat rami. Hal itu disebabkan oleh laju peluru berhasil ditahan hingga berhenti oleh lapisan anyaman kawat, karena lapisan kawat memiliki HI (Harga Impak) yang tinggi yaitu $0,0232 \text{ Joule/mm}^2$ (Deki, 2019). Sehingga peluru berhenti sebelum akhirnya tertahan.

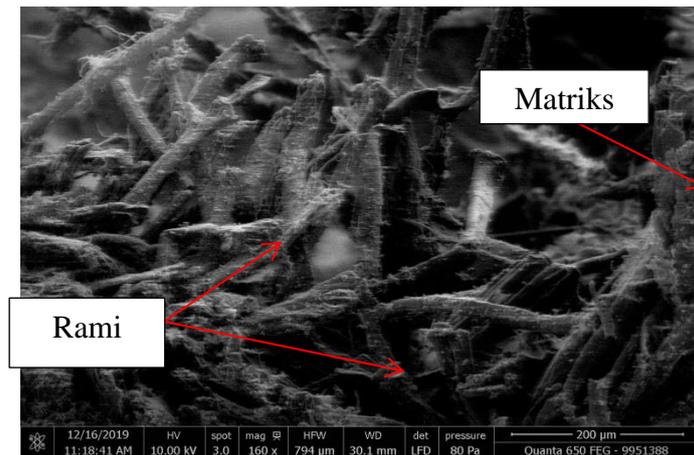
Foto SEM (*Scanning Electron Microscope*)



Gambar 3. Serat karbon dengan pembesaran x80

Dilihat dari gambar 3 serat karbon berwarna putih. Serat karbon tersebut putus dan tidak menyatu, hal ini dikarenakan peluru berhasil menembus lapisan karbon. Harga impact yang dimiliki karbon tidak dapat menahan laju peluru, harga impact dari karbon tersebut sebesar $0,020967 \text{ Joule/mm}$ (Deki, 2019).

Selain itu dapat dilihat pada serat karbon sudah tidak menyatu. Hal ini dikarenakan matrik yang terdapat pada serat telah pecah karena terkena peluru. Namun, matrik masih terlihat berupa kristal-kristal hitam yang menempel pada serat karbon.



Gambar 4. Serat rami dengan pembesaran x160

Dari gambar 4 dapat dilihat antar serat rami begitu rapat. Hal ini dikarenakan rami terlebih dahulu dihaluskan dan kemudian dianyam. Dimana tujuan dari menghaluskan dan menganyam serat rami agar pada saat proses manufaktur lebih mudah dan matrik dapat masuk kedalam serat. Rapatnya serat rami juga dikarenakan pada saat proses manufaktur dilakukan penekanan dengan roll agar udara yang terperangkap dapat keluar sehingga matriks dapat masuk hingga kedalam.

PENUTUP

Kesimpulan

1. Komposit dengan ketebalan 15 mm mampu menahan laju peluru sesuai dengan standar NIJ 0101.04 Level IIIA. Deformasi yang terjadi pada peluru sebesar 22% atau 4 mm.
2. Hasil foto SEM mellihatkan bahwa matriks menyerap kedalam serat-serat yang ada kecuali anyaman kawat karena sifatnya yang tidak dapat menyerap. Dari foto tersebut dapat dilihat didalam komposit masih terdapat celah, rongga, dan retakan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bramantiyo, Ammar. 2009. *Pengaruh Serat Rami Terhadap Sifat Mekanik Material Komposit Polyester Serat Alam*. Skripsi. Universitas Indonesia.
2. D Callister Jr, G. Rethwisch David. 2010. *Materials Science And Engineering*. John Wiley and Son. USA
3. Dedi W, D. 2019. *Penelitian Kekuatan Mekanik Komposit Polyester Berpenguat Karbon dan Anyaman Kawat*. Skripsi. ITN.
4. D L Chung, Deborah. 2009. *Composite Materials*. State University of New York. USA.

5. Ikhsani A Y, Nur. 2016. *Studi Karakteristik Mekanik Kawat Bronjong Untuk Menahan Energi Kinatik Batuan*. Skripsi. UGM.
6. Kurniawan, Agus. 2012. *Uji Karakteristik Sifat Fisis dan Mekanis Serat Agave, Anyaman 2D Pada Fraksi Berat (40%,50%,60%)*. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
7. Salam, Syahrul. 2007. *Study Sifat Fisis dan Mekanis Komposit Matriks Resin Epoxy Yang Diperkuat Dengan Serbuk TITANIA*. Skripsi. Universitas Negeri Semarang.
8. Schwartz M, M. 1984. *Composite Materials Handbook*. McGraw-Hill. New York. USA.
9. Smallman, R E. 2000. *Metalurgi Fisiki Modern dan Rekayasa Material*. Jakarta : Erlangga.
10. Vita, E. 2015. *Kajian Pengaruh Konsentrasi Urea Dalam Sifat Optik Nanofiber Graphene Oxide/PVA (Polyvinyl Alcohol) Yang Difabrikasi Menggunakan Teknik Electrospinning*. Yogyakarta. UGM