

Analisa Uji Balistik Produk Body Armor Material Komposit Poliester Berpenguat Serat Karbon, Rami dan Kapas

Komang Astana Widi^{1,a}, Gerald Pohan^{1,b}, Wayan Sujana^{1,c}, Ade Rizaldy^{1,d}

¹Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang

^aaswidi@yahoo.com, ^bgerald.pohan@gmail.com, ^cwayan_sujana58@yahoo.com, ^dade_rizaldy@gmail.com

Abstrak

Pengembangan material dalam menunjang HANKAM sangat dibutuhkan. Salah satunya adalah pengembangan material yang mampu menahan proyektil peluru. Dan salah produk yang dibutuhkan adalah rampi anti peluru. Material yang digunakan diharapkan mampu menyerap dan meredam kecepatan peluru sehingga dapat meningkatkan keamanan dan kenyamanan dari rompi anti peluru yang sudah ada saat ini diantaranya memiliki berat yang lebih kecil. Penelitian ini memanfaatkan material komposit serat alam yang dipadu dalam beberapa susunan layer. Bahan komposit menggunakan matriks polyester dengan serat karbon, kapas dan rami sebagai bahan rompi anti peluru level III A dengan spesifikasi pengujian tembak dengan jarak tembak 15 meter dan 25 meter. Pada penelitian ini menggunakan 4 spesimen dimana dimensi dari specimen berukuran 30 cm x 25 cm dengan ketebalan 5 mm, 7,5mm, 10 mm dan 15 mm, yang diharapkan dapat menahan tembakan peluru tetapi memiliki bobot yang cukup ringan. Pada hasil pengujian tembak menggunakan pistol G2 Elite buatan pindad dengan kecepatan peluru 367 m/s (1205 ft/s) dengan jarak penembakan normal adalah 15 meter. Dari hasil uji tembak spesimen dengan ketebalan 5 mm, 7,5 mm, dan 10 mm masih belum bisa menahan peluru dari jarak tembak 15 meter namun demikian peredaman kecepatan peluru sudah dapat dihasilkan dengan baik. Sedangkan ketebalan panel body armor 15 mm menunjukkan kecepatan peluru sudah dapat tertahan (tidak menembus produk body armor). Hal ini diakibatkan karena peran serat rami yang optimal sebanyak 2 layer memiliki kemampuan peredaman impak peluru yang sangat baik. Analisa dilakukan dengan pengamatan SEM (Scanning electron microscope) pada produk yang telah dilakukan penembakan untuk mengetahui peran dari material penyusun material komposit serat alam yang digunakan. Pengamatan daya lekat dan cacat yang terbentuk akan memberikan informasi performa dari produk npanel body armor.

Kata kunci : komposit, matriks, serat karbon, serat kapas, serat rami, SEM.

Latar belakang

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari dua komposisi atau lebih, dimana sifat mekanik dari material tersebut pembentuknya berbeda-beda [1]. Dikarenakan suatu karakteristik pembentuknya yang berbeda-beda maka dari itu dihasilkan material baru yaitu komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik dari material-

material pembentuknya. Bahan penyusun komposit yang paling utama adalah matrik dan bahan penguat. Matrik yang digunakan adalah resin polyester, karena dari resin tersebut mempunyai kekurangan sifat yang kaku dan rapuh maka untuk meningkatkan kekuatannya diberi penguat serat, sebagai elemen penguat serat sangat menemukan sifat mekanik dari komposit karena

meneruskan sebab yang di distribusikan oleh matrik yaitu menjadi kuat [2].

Dimensi dan bentuk dari material serat adalah faktor yang mempengaruhi hasil mekanik dari lamina. Dengan memvariasikan lebar dan tebal sayatan serat diharapkan akan didapatkan hasil mekanik yang maksimal untuk mendukung pemanfaatan komposit tersebut. Bahan komposit banyak digunakan di beberapa industri otomotif seperti kedirgantaraan, kelautan dan infrastruktur. Material komposit juga telah digunakan secara luas untuk aplikasi dalam bidang militer salah satunya rompi anti peluru [3].

Body Armor (rompi anti peluru) didefinisikan sebagai suatu pelindung yang dipakai untuk melindungi tubuh dari serangan fisik atau dari senjata api. Body Armor yang dipakai harus nyaman digunakan, tidak berat, tidak menghambat pergerakan, serta memberi ruang yang cukup untuk bernafas terutama untuk pemakaian yang lama dan pada temperatur yang cukup tinggi. Body Armor seringkali digunakan saat ini untuk peluru artileri, granat, dan mortar atau dari improvised explosive devices (IEDs) menjadi penyebab utama cedera yang dialami oleh personil Perlindungan dari senjata militer kaliber kecil cukup untuk menantang dalam banyak kasus karena kecepatan peluru yang tinggi, aspek ratio yang rendah dan permukaan keras proyektil. Faktor perlindungan yang dibutuhkan (balistik, fragmen, ledakan, tusukan, kimia, api, dan lain lain) [5,6,7].

Tinjauan Pustaka

Menurut asal kata bahwa kata komposit (composite) berasal dari kata kerja "to compose" yang berarti menyusun atau menggabungkan. Komposit berarti terdiri dari dua atau lebih bahan yang berbeda yang digabung atau dicampur secara makroskopis menjadi suatu bahan yang berguna [3,8]. karena bahan komposit merupakan bahan

gabungan secara makro, maka komposit dapat didefinisikan sebagai suatu material yang tersusun dari campuran atau komposisi dua atau lebih unsur-unsur utama yang secara berbeda di dalam bentuk dan atau komposisi material yang pada dasarnya tidak dapat dipisahkan [4]. Dengan titik leleh relatif rendah fluiditas yang baik, mampu tempa, mampu mesin yang sangat baik, ketahanan terhadap deformasi dan ketahanan aus, besi tuang telah menjadi bahan rekayasa dengan berbagai aplikasi dan juga di gunakan dalam pipa, mesin dan suku cadang industri otomotif, seperti kepala silinder, blok silinder, ger box dan lain-lain [5].

Metode Penelitian

Penelitian ini memanfaatkan beberapa serat penguat sebagai laminasi diantaranya Serat Karbon, serat kapas, dan Serat Rami dengan matrik Polyester tipe 157. Variable proses penelitian ini adalah pada ketebalan produk panel untuk rompi anti peluru dengan ketebalan 5 mm, 7.5 mm, 10 mm dan 15 mm. pengujian yang dilakukan terhadap produk ini adalah Pengujian Tembak dengan Standar NIJ 0101.04 Level III A dengan jarak tembak 15 meter [ASTM. D 393 – 00]. Hasil penjejukan tembak selanjutnya dilakukan analisis dengan memanfaatkan pengujian Foto SEM (Scanning Electron Microscope). Adapun tempat pengujian dilakukan di Pusdik ARHANUD kota Batu Malang Jawa Timur dan Pengujian SEM dilakukan di laboratorium Universitas Brawijaya.

Hasil dan Pembahasan

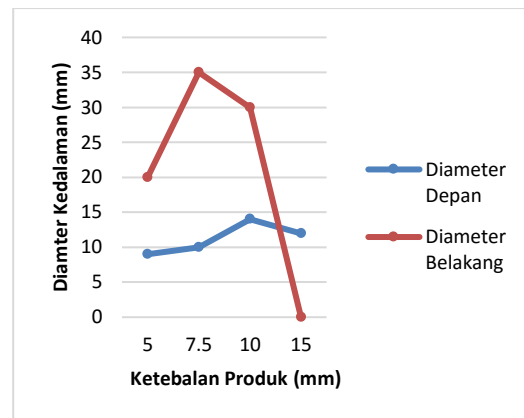
Pada penelitian ini menggunakan 4 spesimen dimana dimensi dari specimen 30 cm x 25 cm. Serat penyusun berupa serat karbon, kapas dan serat rami untuk dilakukan pengujian tembak. Data hasil

pengujian tembak dapat di lihat pada tabell.

Tabel 1. Data spesimen yang diuji

No	Jumlah Layer	Tebal	Berat	Penetrasi
1	5 Layer (3 karbon, 2 serat Kapas)	5 mm	393 g	Berlubang
2	7 Layer (4 karbon, 3 serat Kapas)	7,5 mm	560 g	Berlubang
3	9 Layer (5 karbon, 4 serat Kapas)	10 mm	820 g	Berlubang
4	8 Layer (4 karbon, 2 serat Kapas, 2 Serat Rami)	15 mm	1103 g	Berlubang pada tembakan pertama dan terahan pada tembakan kedua

Dari hasil pengujian tembak dapat dilihat pada tebal berapa peluru dapat tertahan serta dapat dilihat penambahan rami yang cukup berperan (Gambar 1). Pada pengujian tembak yang kedua ini peluru berhasil tertahan dari spesimen pada lapisan serat karbon terakhir. Pada lapisan serat rami resin menyerap seperti pada Karbon dan serat Kapas untuk. Resin menyerap masuk yang membuat serat semakin kuat karena terdapat resin didalamnya. Selain itu susunan lapisan pada layer 8 berbeda dengan susunan yang lain, pada spesimen yang lain kita mencoba susunan lapisan karbon/ kapas/ karbon/ kapas/ karbon. Hal ini tidak memberikan hasil baik karena peluru menembus spesimen, evaluasi dilakukan dan perubahan susunan dilakukan serta penambahan serat rami. Didapatkan hasil yang cukup dikarenakan peluru berhasil tertahan, selain itu susunan yang dievaluasi sebelumnya diberikan langsung tanpa ada selang-seling seperti sebelumnya. 8 layer yang dibuat sekarang adalah karbon/ karbon/ rami/ rami/ kapas/ kapas/ karbon/ karbon, dan hasilnya peluru tidak tembus.



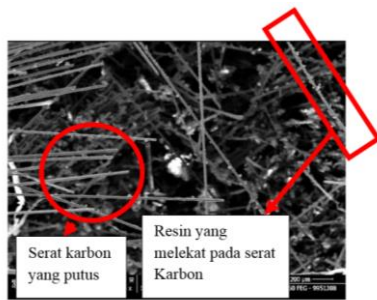
Gambar 1. Pengaruh ketebalan produk terhadap diameter bekas penjeakan peluru



Gambar 2 ; Kerusakan lapisan

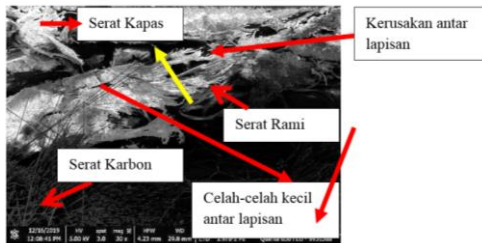
Pada pengujian tembak yang kedua ini peluru berhasil tertahan dari spesimen pada lapisan serat karbon terakhir. Pada lapisan serat rami resin menyerap seperti pada Karbon dan serat Kapas untuk. Resin menyerap masuk yang membuat serat semakin kuat karena terdapat resin didalamnya [8,9].

Analisa SEM pada hasil bekas tembakan peluru untuk mengetahui pengaruh resin yang melekat pada setiap serat, kerusakan antar lapisan serat, dan cacat yang ada pada spesimen.



Gambar 3 ; SEM serat karbon

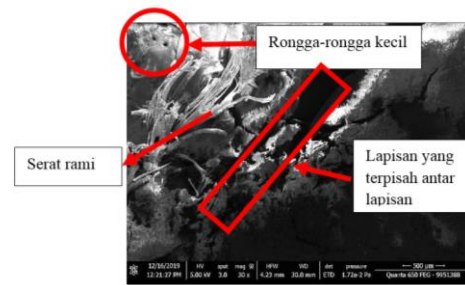
Gambar 3 hasil pengujian SEM diatas dapat dilihat dari serat karbon yang putus akibat terkena peluru dari pengujian tembak masih terdapat resin.



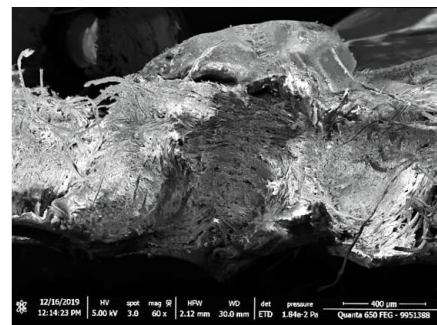
Gambar 4. Foto SEM kerusakan tembak antar lapisan

Gambar 4 dapat dilihat bagaimana serat rami yang setelah mengalami uji tembak. Kerusakan antar lapisan akibat peluru. Terlihat seperti lepas dari satu serat dengan serat yang lainnya.

Dari gambar 5. diatas dapat dilihat pada panah merah lapisan serat Rami putus dan terpisah. Lalu terdapat cacat pada lapisan tersebut seperti rongga-rongga kecil. Serat pada lapisan specimen tidak menjadi satu lagi dikarenakan ketika peluru menembus specimen dan kinerja dari masing-masing serat yang ada pada spesimen menahan peluru tersebut, akhirnya serat yang kuat dan juga diselimuti oleh resin tersebut maka akan hancur.



Gambar 5. foto SEM cacat yang terlihat



Gambar 6. SEM serat Kapas

Gambar 6 merupakan serat kapas yang sudah diolah menjadi bahan celana jeans dan diberi resin agar mempermudah pembuatan specimen tersebut, agar serat yang digunakan akan teratur. Sama halnya dengan serat karbon namun diameter dari serat kapas ini lebih besar dari serat karbon. Kesimpulan [10,11].

Kesimpulan

1. Produk panel rompi anti peluru dari material komposit laminasi matriks campuran resin polyester berserat karbon 4 lembar, anyaman serat rami 2, dan serat kapas menggunakan celana jeans yang seratnya terbuat dari 100% dengan total ketebalan 15mm dapat menahan laju peluru tembak Pistol G2 Elite Pindad yang setara dengan standart NIJ 0101.04 level III dengan jarak tembak 15 meter.
2. Hasil foto makro kerusakan uji tembak dengan tambahan campuran serat rami 50%, dapat mengurangi

laju tembakan peluru dikarenakan sebelum menggunakan serat rami tembakan peluru terasa tidak tertahan atau menghambat laju dan penetrasi dari peluru tersebut.

3. Dari hasil foto SEM yang dilakukan di LSIH (Laboratorium Sentral Ilmu Hayati) dapat dilihat ketika hasil tembakan yang sudah terjadi banyak serat yang tidak beraturan dikarenakan dampak dari penetrasi tembakan. Lalu pada antar lapisan terdapat banyak celah diantara serat dan matrik yang dapat mengakibatkan kinerja dari rompi tersebut menurun.

Referensi

- [1] ASTM. D 393 – 00 “Standart Test Method For Flexial Properties of Sandwich Construction”. Philadelphia, PA : American Society for Testing and Materials.
- [2] Ballistic Resistance of Body Armor NIJ Standart- 0101.06-NCJRS
- [3] Chabba, S., Es, M., Klinken, E.J., Jongedijk, M.J., Vanek, D., Gijnsman, P., Waals, A.C.L.M., Accelerated aging study of ultra high molecular weight polyethylene yarn and unidirectional composites for ballistic applications. *Journal of Materials Science* 42, 2891e2893. 2007.
- [4] I Komang Astana Widi, Gerald Pohan, Wayan Sujana and Tutut Nani Prihatmi, 2019, Effect of Ramie Fibers on Fatigue Strength Automotive Product, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 694, 1st International Symposium on Advances and Innovations in Mechanical Engineering 9–10 October, Jakarta, Indonesia
- [5] I Komang Astana Widi, Wayan Sujana, Gerald Adityo Pohan, Putu Suwendra Saskara, 2020, Analisa Uji Tarik Dan Impak Komposit Epoxy Rami -Agave – Karbon dengan Campuran Epoxy-Karet Silikon (30%, 40%, 50%) , *Jurnal Flywheel* Vol. 11 No. 1 (2020): Jurnal Flywheel
- [6] Komang Astana Widi, Gerald Pohan, Wayan Sujana, Tutut Nani, and Luh Dina Ekasari, Comparative Investigation of Matrix and Fiber Orientation Composite Ramie, *Lecture Notes in Mechanical Engineering*, ISSN 2195-4356 ISSN 2195-4364 (electronic), ISBN 978-981-15-4480-4 ISBN 978-981-15-4481-1 (eBook), <https://doi.org/10.1007/978-981-15-4481-1>, Springer Nature Singapore Pte Ltd. 2020
- [7] Lewis, E.A., Between Iraq and a hard plate: recent developments in UK military personal armour. In: *personal Armour Systems Symposium 2006*. The Royal Armouries, Leeds, UK. 2006.
- [8] Paul V. Cavallaro. *Soft Body Armor: An overview of Materials, Manufacturing, Testing, and Ballistic Impact Dynamics*. NUWC-NPT Technical Report 12, 057 1 August 2011.
- [9] Ramasamy, A., Clasper, J.C., Stewart, M.P.M., injuries from roadside improvised explosive devices. *The journal of Trauma Injury, Infection, and Critical Care*, 2011.
- [10] Breeze, J., Gibbons, A.J., Shieff, C., Banfield, G., Bryant, D.G., Midwanter, M.J., *Combat-related Cranio Facial and Cervical Injuries: a 5-year review from the British military*. *The Journal of Trauma Injury, Infection , and Critical Care*, 2011.
- [11] Sujana, W. & Astana Widi, I.K. 2013. Pemanfaatan Silicon Rubber Untuk Meningkatkan Ketangghian Produk Otomotif Buatan Lokal. *Jurnal Energi dan Manufaktur*, 6 (1), 37-42.