

RANCANG BANGUN FIBER METAL LAMINATE SEBAGAI BAHAN BODY RANPUR DENGAN METODE SERAT KARBON

Muhammad Juliansyah Winarto¹⁾, Lalu Saefullah²⁾, Willem Loe Mau³⁾
Jalan Raya Anggrek Desa Pendem Kecamatan Junrejo, Batu
Jurusan Teknik Mesin Prodi D4 Teknik Otoranpur Poltekad Kodiklatad^{1& 2)}, P4TK Boe/ VEDC³⁾
m.j.winarto@gmail.com¹⁾, Saeful.lalu@gmail.com²⁾, willemlo2014@gmail.com³⁾

ABSTRAK

Kendaraan tempur yang dimiliki oleh TNI AD saat ini mayoritas bahan baku yang digunakan adalah baja contohnya panser anoa 6x6. Bahan baku baja tersebut digunakan sebagai pelindung tembakan pada kendaraan akan sangat mempengaruhi performa dari kendaraan. Itu disebabkan karena material baja mempunyai densitas/massa jenis yang cukup tinggi yaitu sekitar 7750 kg/m^3 sampai 8050 kg/m^3 . Sehingga dengan volume bodi kendaraan yang cukup besar maka akan menambah beban dari kendaraan tersebut. Serta beban mesin akan bertambah dan dibutuhkan power yang lebih untuk bisa menggerakkan kendaraan, Melihat permasalahan tersebut maka perlu adanya suatu penelitian atau kajian tentang alternatif bahan pengganti bodi kendaraan tempur yang mampu menahan tembakan dari senjata lawan yang menyebabkan personil terluka. Dalam penelitian ini digunakan metode eksperimental dan simulasi menggunakan aplikasi *ansys* menganalisa kekuatan bahan komposit berbentuk lapisan aluminium yang sudah diberikan treatment untuk menaikkan nilai kekerasan. Selanjutnya dilapisi dengan material komposit menggunakan serat karbon bermatrix *epoxy*, HGM dan *polyurethane*. Material pelapis tersebut dinamakan *Fiber Metal Laminate* (FML), sehingga bahan yang digunakan memiliki densitas yang ringan, beban yang diterima oleh mesin kendaraan lebih ringan, dan performa dari kendaraan akan lebih efektif dan efisien.

Kata Kunci : Kendaraan tempur , *fiber metal laminate*, komposit

DESIGN OF FIBER METAL LAMINATE AS A BODY MATERIAL WITH CARBON FIBER METHOD

ABSTRACT

The combat vehicles that Indonesia Army belong to most of the materials are steel, for example the armored vehicle anoa 6x6. Steel material is used as a fire protection on the vehicle, it will greatly affect the performance of the vehicle. It is caused the steel material has a high density, which is around 7750 kg/m^3 to 8050 kg/m^3 . So, with a large enough volume of the vehicle body, it will increase the burden of the vehicle. As well as the engine load will increase, and more power is needed to be able to move the vehicle. Seeing these problems, it is necessary to have a research or study on alternative materials to replace the body of a combat vehicle that can withstand fire from opposing weapons that cause personnel to be injured. In this study, experimental and simulation methods were used using the *ansys* application to analyze the strength of the composite material in the form of an aluminum layer that had been treated to increase the hardness value. Furthermore, it is coated with a composite material using a carbon fiber matrix of *epoxy*, HGM and *polyurethane*. The coating material is called *Fiber Metal Laminate* (FML), so the material used has a lighter density, the load received by the vehicle engine is lighter, and the performance of the vehicle will be more effective and efficient.

Keywords: Combat vehicle, *fiber metal laminate*, composites

I. PENDAHULUAN

Kendaraan tempur tentu merupakan bagian terpenting dari alat utama peperangan. Beberapa kendaraan tempur yang dikembangkan yaitu tank medium, dan panser, Konsep dalam

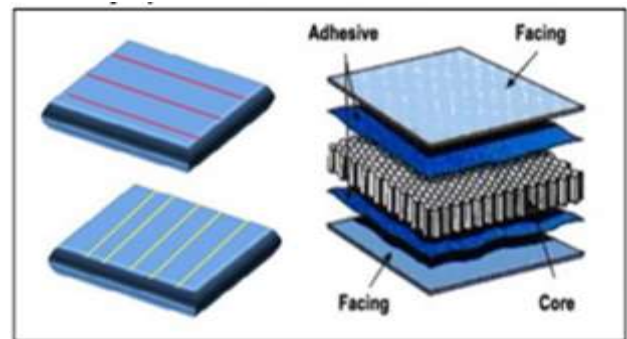
pengembangan dan produksi pada kendaraan tempur tentu memperhatikan beberapa aspek atau bagian komponen. Selain itu, pengembangan kendaraan tempur tentu disesuaikan dari kebutuhan satuan pemakai, Kendaraan tempur tentu harus

dapat melewati berbagai medan pertempuran yang dipesan oleh satuan pemakai (Sasongko, dkk 2017). Bahan utama dari ranpur adalah plat baja dan performa ranpur meliputi kemampuan pengejaran, penyerangan maupun pertahanan, penggunaan material armour dalam bentuk plat harus mempunyai dua fungsi utama yaitu fungsi proteksi dan fungsi kontruksi. Semakin tebal plat baja yang digunakan dalam ranpur maka semakin tahan terhadap serangan balistik tetapi kelincahan pada medan dan efisiensi berkurang (Purwanto, dkk 2016). Dewasa ini pengembangan material tahan balistik dilakukan untuk mengurangi berat dari kontruksi. Pemilihan material dengan massa jenis ringan baik dibuat sebagai paduan, komposit dan berlapis (*layer*) terus dikembangkan. Aluminium merupakan salah satu logam yang mempunyai massa jenis ringan dan jika dipadu serta diproses dengan metode tertentu akan meningkatkan kekuatan mekanisnya. Alternatif penggunaan aluminium sebagai material tahan balistik telah dikembangkan, penggunaan plat tunggal Al6061-T6 mampu mendistribusikan energi tumbukan sehingga terjadi deformasi plastis dan menurunkan terjadinya pita geser adiabatik (Adiabatic Shear Band; ASB) (Manes dkk., 2014). Komposit matrik aluminium Al-Zn-Mg dengan penguat silikon karbida dengan penambahan unsur Zn yang dibuat plat berlapis mampu meningkatkan kekerasan dan mempunyai kinerja yang lebih baik terhadap pengujian balistik (Syofyan dkk., 2012)

II. TINJAUAN PUSTAKA

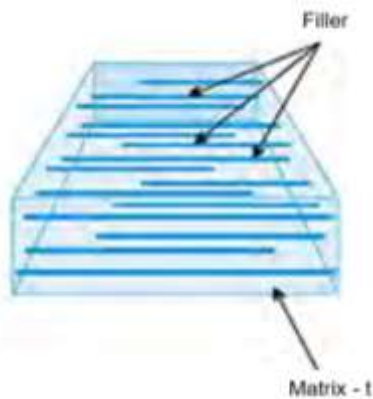
1. Fiber metal laminate Salah satu dari kelas bahan logam yang terdiri dari laminasi beberapa lapisan logam tipis yang diikat dengan lapisan

material komposit. Modifikasi serat karbon, HGM dan dilapisi aluminium (FML) telah dibuat dan diteliti. Orientasi serat bersifat acak laminate sudah dibuat dengan cara *hand up*. Aluminium alloy 2024-T3 dengan tebal 0,3 mm, dipakai sebagai lapisan atas dan bawah komposit. Kekuatan tarik, lentur dan sifat dampak komposit FML sudah ditentukan dengan pengujian standar internasional ASTM D638, ASTM D790, dan ASTM D256.



Gambar 1. Fiber metal laminate
(Sumber: Safa'at FML hal 3 2017).

2. Komposit pada umumnya tersusun dari dua buah bagian, yaitu matriks dan penguat. Matriks adalah unsur penyusun yang lebih dominan dari penguat. Matriks berfungsi sebagai penghubung penguat, menahan, dan unsur penyalur tegangan yang diberikan kepada material komposit. Sedangkan penguat berfungsi sebagai unsur utama penerima tegangan yang tersebar diantara matriks.



Gambar 2. *Matrix dan Penguat (Filler)*.
(Sumber: Ridho Azhari matrix dan penguat filler hal 5 2017)

Perhitungan Komposit. Karakteristik Umum
Untuk memproduksi material komposit, perlu memperhitungkan fraksi volume atau berat fraksi masing-masing penyusunnya untuk mendapatkan sifat mekanik yang diperlukan. Perhitungan yang diperlukan dijabarkan di bawah ini:

$$\text{Fraksi volume total: } V_h + V_m = 1 \dots \dots (2.1)$$

$$\text{Fraksi volume matriks: } V_m = v_m v_c \dots \dots (2.2)$$

$$\text{Fraksi volume penguat: } V_h = v_h v_c \dots \dots (2.3)$$

$$\text{Fraksi berat total: } W_h + W_m = 1 \dots \dots (2.4)$$

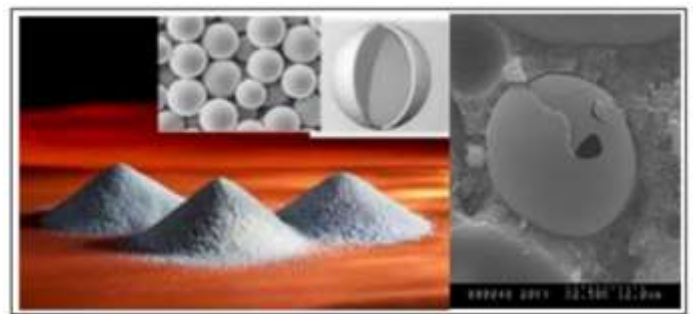
$$\text{Fraksi berat matriks: } W_m = w_m w_c \dots \dots (2.5)$$

$$\text{Fraksi berat penguat: } W_h = w_f w_c \dots \dots (2.6)$$

Dari persamaan 2.1-2.6, didapatkan: $V_c = V_m + V_h$

3. Hollow Glass Microsphere merupakan material yang memiliki bentuk dasar bulat berongga dan berukuran mikro. HGM terbuat dari kaca yang mengandung *Sodium Borosilicate*. Umumnya, HGM tidak cukup kuat menahan gaya geser dan tekanan tinggi semisal pada proses pembuatan plastik dan *injection molding*. Jenis HGM tertentu, semisal iM30K yang diproduksi oleh 3M, memiliki kekuatan tekan

dan *strength to density ratio* yang lebih tinggi dibandingkan jenis HGM pada umumnya. HGM jenis iM30K dapat menahan tekanan hingga kisaran 30000 psi serta memiliki kekuatan isostatik hingga 28000 psi. HGM jenis ini memiliki ukuran rata-rata sebesar 18 sebagai *filler* dalam mikron tiap butirnya dengan densitas sebesar 0.6 g/cm³. HGM banyak dipakai sebagai material komposit ringan sebagai beton ringan.



Gambar 4. *Hollow Glass Microsphere*.

4. Ansys. Merupakan sebuah *software* yang berbasis *finite element analysis* (FEA) yang sering digunakan untuk simulasi struktur, panas, dinamika fluida, akustik, dan elektromagnetik pada suatu benda agar dapat mengetahui karakteristik dan deformasi akibat pengaruh gaya yang dibebankan pada suatu benda. Ansys bekerja dengan sistem metode elemen hingga (*finite element methods*), dilakukan pemecahan satu rangkaian menjadi bagian yang lebih kecil kemudian dihubungkan dengan *node* dan disimulasikan. *Software Ansys* digunakan untuk mensimulasikan total deformasi yang terjadi, tegangan total regangan serta faktor keamanan dari suatu bahan yang digunakan.



Gambar 5. Software Ansys.

II. METODE PENELITIAN

1. Tempat dan Waktu Penelitian.

a. Pelaksanaan penelitian ini dilakukan di bengkel mekanik Poltekad Penelitian ini dilakukan selama 9 bulan, mulai dari bulan Maret sampai dengan bulan Nopember 2021.

2. Metode Penelitian. Dalam mendukung penelitian ini menggunakan metode penelitian secara eksperimental dan simulasi yang berguna untuk mengetahui hasil yang relevandan pembuktian secara langsung pada hasil simulasi. Metode penulisan pada penelitian ini dilakukan secara diskriptif dengan tahapan yang dilakukan yaitu dengan perhitungan secara empiris pada data kemudian dilanjutkan dengan pembuatan diagram benda bebas dan disimulasikan pada *software ansys*.

3. Instrumen Penelitian. Pada perancangan ini, dilengkapi dengan beberapa instrumen penelitian seperti variabel yang digunakan untuk mendukung kelancaran penelitian. Beberapa variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Variabel Bebas. Variabel yang ditentukan

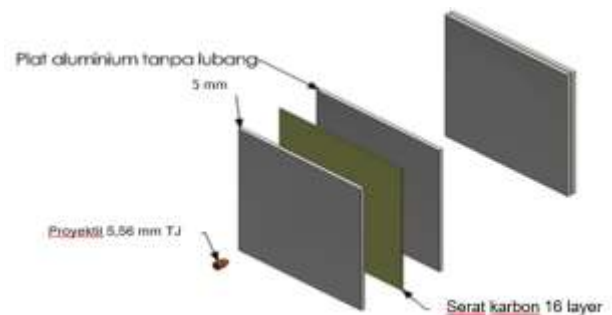
sendiri besarnya oleh perancang/peneliti. Dalam perancangan ini variabel bebas yang digunakan adalah :

- 1) Jarak tembak
- 2) Ketebalan spesimen

b. Variabel Terikat. Variabel yang besarnya tergantung pada variabel bebas. Adapun variabel terikat yang digunakan adalah :

- 1) Alumunium alloy.
- 2) Hollow glass microsphere.
- 3) Karbon fiber.
- 4) Epoksi.

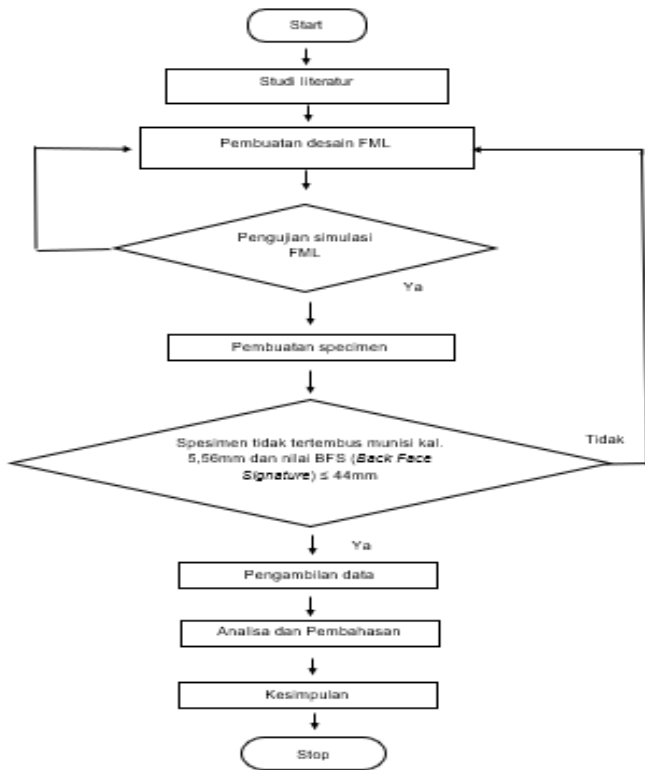
4. Desain Alat. Dalam mendukung proses penelitian dan perencanaan pada alat, maka dibutuhkan sebuah visualisasi penggambaran alat secara keseluruhan. Adapun desain alat sebagai berikut :



Gambar 7. Desain Fiber metal laminate.

(Sumber : Peneliti)

5. Digram Alir Penelitian.



Gambar 9. Diagram Alir Penelitian.

III. PEMBAHASAN

6. Dalam pembuatan bahan atau material ada perhitungan secara komposisi agar didapatkan pencampuran yang sesuai dengan takaran yang tepat sebagai berikut :

- a. Perhitungan Volume fraksi Ruang

$$\%VM : \%Vf = 63,2\% : 36,8\%$$

$$\%VResin : \%VHGM = 84\% : 16\%$$

$$\%VEpoxy : \%VHardener = 75\% : 25\%$$

Jumlah *carbon fiber* = n = 6,8,12,14 Tebal 1

carbon fiber ($h1f$) = 0,268 mm

$$p = 250 \text{ mm}$$

$$l = 30 \text{ mm}$$

$$\rho \text{ hgm} = 0,6 \text{ gr/cm}^3$$

- 1) Menghitung tebal *carbon fiber* total

spesimen

$$\sum hf = n \times h1f$$

$$= 6 \times 0,268$$

$$= 1,608 \text{ mm}$$

- 2) Menghitung tebal komposit spesimen

$$\sum hf = n \times h1f$$

$$= 6 \times 0,268$$

$$= 1,608 \text{ mm}$$

- 3) Menghitung tebal resin + HGM (hm)

$$hm = \%Vm \times hc$$

$$= 63,2\% \times 4,372$$

$$= 2,763 \text{ mm}$$

- 4) Menghitung volume komposit

specimen

$$(VC) : VC = hc \times p \times l$$

$$= 4,372 \times 250 \times 30 \text{ mm}$$

$$= 1,608 \text{ mm}$$

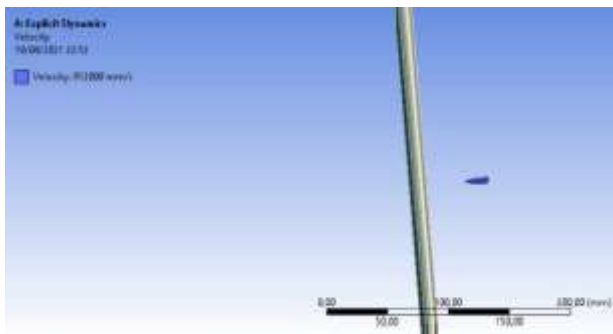
Berdasarkan pengujian secara simulasi dapat di buktikan kekuatan masing – masing bahan yang terdapat dalam lapisan laminate dan bahan dapat dibuat untuk membuktikan hasil dari simulasi ansys.

- a. Total Deformasi. Pada hasil total deformasi dapat diketahui menggunakan simulasi Ansys dengan hasil total deformasi pada alat sebesar 4,4672 mm. Adapun hasil simulasi sebagai berikut:



Gambar 10.Total Deformasi pada FML.

b. *Velocity*. Nilai *Velocity* yang dapat berdasarkan hasil simulasi Ansys dengan hasil nilai *Velocity* adalah 912000. Adapun gambar simulasi sebagai berikut :



Gambar 10. *Velocity* terhadap FML

c. Hasil Pengujian Balistik. Dari hasil pengujian balistik yang di laksanakan dengan jarak 100 meter menggunakan munisi kaliber 5,56 mm dapat menembus bahan FML (*Fiber Metal Laminate*), berikut hasil dari uji coba bahan sebagai berikut :



Gambar 11. FML tampak depan



Gambar 11. FML tampak belakang

Dari bahan yang telah diuji coba didapat hasil seperti gambar diatas bahan masih tertembus dari jarak 100 meter dengan munisi 5,56 mm

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

6. Kesimpulan. Dari bahan FML yang dibuat berdasarkan proses pencampuran komposisi bahan dari hasil simulasi dan uji coba sebenarnya didapatkan hasil sebagai berikut :

- a. Secara simulasi bahan tersebut mampu menahan laju munisi dari jarak 100 meter
- b. Hasil uji coba balistik bahan masih dapat tertembus munisi 5,56 mm dari jarak 100 meter

7. Saran.

- a. Diharapkan dalam perkembangan bahan yang akan dibuat selanjutnya dapat menggunakan jenis bahan yang lebih ringan namun tidak mengurangi kekuatannya.
- b. Untuk proses pembuatan menggunakan proses vakum yang lebih baik agar tidak ada udara yang terjebak dalam material yang dibuat

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sutikno 2017(*Hollow GlassMicrosphere*)
- [2] Ridho Azhari 2017 matrix dan penguat fillerhal52017
- [3] Bhatnagar, A. (2006). Lightweight Ballistic Composites. Lightweight ballistic composites.
- [4] Bilisik, K. (2017). Two-dimensional (2D) fabrics and three-dimensional (3D) preforms for ballistic and stabbing protection: A review. *Textile Research Journal*, 87, 2275–2304.
- [5] Cheeseman, B. A., & Bogetti, T. A. (2003). Ballistic impact into fabric and compliant