



Analisis Komposit untuk Helm Tempur Menggunakan Metode Vacuum Assisted Resin Infusion dan Hand Lay Up

(Composite Analysis for Combat Helmets Using Vacuum Assisted Resin Infusion and Hand Lay Up Method)

Raden Aditya Ramadhani Rizki Putra¹, Raden Agus Subijanto²

^{1,2} Teknik Aeronautika Pertahanan, Akademi Angkatan Udara

E-mail: adityarrp3011@gmail.com

Abstract - Composite is a material consisting of a mixture or combination of two or more materials either micro or macro, where the properties of the material differ in form and chemical composition from the substance of origin. Composite materials are widely used for applications in the military field such as the manufacture of combat helmets. This research will discuss the manufacture of combat helmets from composite materials with Kevlar fiber as a substitute for combat helmets that have been used so far using materials made of metal. The purpose of this study was to determine the variation of the Kevlar Fiber composite as a material for making Combat Helmets by impact testing and ballistic tests using a Glock 19 pistol at a shooting range of 25 meters while for the manufacture of composites using the Vacuum Bag Method. The results in this test obtained the greatest impact strength in composites with variations of 60% Resin, 30% Kevlar fiber and 10% AL7075-T6 resulting in an impact energy of 44 joules and an impact price of 0.281 Joules/mm². As for the ballistic test results on 3 variations of composite specimens consisting of variations of resin, Kevlar Fiber, AL7075-T6 and 5% Alumina and 10% Alumina Filler, the results obtained were shooting at a distance of 25 meters, all 3 specimens of the test object could withstand the bullet rate and did not penetrate with standard speed for level II ballistic testing using a Glock 19 pistol.

Keywords: Composite, Kevlar Fiber, 5% Alumina and 10% Alumina Filler, Vacuum Bag Method, Ballistic Test, Bulletproof Combat Helmet

Abstrak - Komposit adalah suatu material yang terdiri dari campuran atau kombinasi dua atau lebih material baik secara mikro atau makro, dimana sifat material yang tersebut berbeda bentuk dan komposisi kimia dari zat asalnya. Material komposit banyak digunakan untuk aplikasi dalam bidang militer seperti pembuatan helm tempur. Pada penelitian ini akan dibahas tentang pembuatan helm tempur dari bahan komposit dengan serat kevlar sebagai pengganti helm tempur yang selama ini digunakan memakai bahan yang terbuat dari logam. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui variasi komposit Serat Kevlar bisa sebagai bahan pembuatan Helm Tempur dengan pengujian impak dan uji balistik dengan menggunakan pistol Glock 19 pada jarak tembak 25 meter sedangkan untuk pembuatan komposit menggunakan Metode Vacuum Bag. Hasil dalam pengujian ini diperoleh kekuatan impak yang terbesar pada komposit dengan variasi 60% Resin, 30% Serat kevlar dan 10% AL7075-T6 menghasilkan energi impak sebesar 44 joule dan harga impak sebesar 0,281 Joule/mm². Sedangkan untuk hasil pengujian Balistik pada 3 variasi spesimen komposit yang terdiri dari variasi resin, Serat Kevlar, AL7075-T6 dan Filler Alumina 5% dan Alumina 10% diperoleh hasil penembakan pada jarak 25 meter semua 3 spesimen benda uji dapat menahan laju peluru dan tidak tembus dengan kecepatan standard untuk pengujian balistik level II dengan menggunakan pistol Glock 19.

Kata Kunci : Komposit, Serat Kevlar, Filler Alumina 5% dan Alumina 10%, Metode Vacuum Bag, Uji Balistik, Helm Tempur Anti Peluru

I. PENDAHULUAN

Helm tempur atau helm perang disebut juga sebagai helm militer merupakan sebuah alat pelindung kepala yang digunakan oleh tentara untuk pertempuran maupun latihan pertempuran. Dari zaman dahulu helm tempur ini terbuat dari kulit dan kuningan, kemudian dibuat dari perunggu dan besi. Seiring perkembangannya zaman pada abad ke 950 M, helm tempur mulai ditempa dari baja. Ketika itu, helm tempur digunakan hanya sebagai perlengkapan militer untuk melindungi kepala dari sabetan dan tusukan pedang, tusukan panah dan serangan senapan lontak.

II. LANDASAN TEORI

Nur Agnes Eka, Ghofur 2021, Analisis Komposisi Serat Kevlar, Karbon dan Pelepah Salak terhadap Kekuatan Impak Komposit dengan Metode Vacuum Assisted Resin Transfer Molding (VARTM). Dalam penelitian ini akan dilakukan manufaktur bahan komposit resin epoksi berpenguat serat pelepah salak, serat karbon, serat kevlar menggunakan *filler* SiC dan Al_2O_3 dengan metode VARTM yang menghasilkan komposit dengan ketahanan impact yang baik. Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai data pendukung untuk bahan tahan peluru dari bahan komposit.

Rivaldy Armando Kamal, 2021. Melakukan penelitian tentang pembuatan komposit pelepah salak, serat Kevlar dan material alumunium 7075 T6 dengan resin epoxy dan silicon carbida menggunakan metode vacuum bag dengan pengujian balistik dimana hasil penelitian spesimen berhasil tidak tembus peluru pada percobaan terakhir dengan jarak 25m.

Beni Putranto, 2011. Perancangan Alat Uji Impak Charpy Untuk Material Komposit Berpenguat Serat Alam (Natural Fiber). Dimana alat uji impact ini dirancang menggunakan standart ASTM D5942-96 yang merupakan standar penelitian untuk uji impact charpy yang menggunakan bahan komposit.

A. Kurniawan, K. A. Widi dkk, 2020. Dari hasil pengujian impact material komposit serat yang bermatriks epoxy dicampur dengan karet silikon sebanyak 30%, 40%, dan 50% memiliki rata-rata impact tertinggi pada 30% karet dan turun secara konstan pada campuran karet 40% dan 50%, dan campuran karet 30% memiliki kekeringan yang sangat maksimal dan mempunyai transfer tegangan yang baik, pada campuran 40% karet spesimen agak ulet dan transfer tegangan antar serat berkurang dan di campuran 50% karet memiliki impact terendah dan juga spesimen sangat ulet dan transfer tegangan pada specimen tidak baik.

A. Komposit

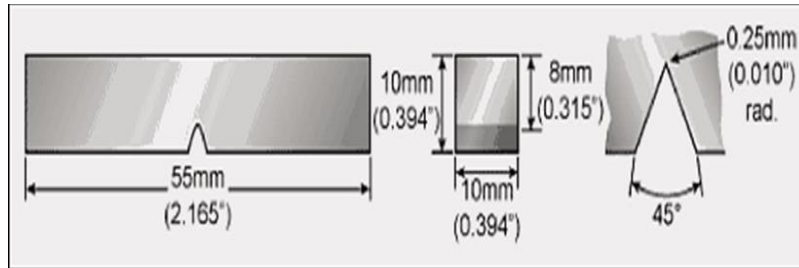
Komposit berasal dari kata kerja “to compose” yang berarti menyusun atau menggabung. Jadi secara sederhana bahan komposit berarti bahan yang digabungkan dari dua atau lebih suatu bahan. Bahan komposit secara umum terdiri dari dua unsur, yaitu penguat/reinforcement (yang bisa terdiri lebih dari satu penguat) sebagai bahan pengisi dan matriks sebagai bahan pengikat penguat tersebut

Pada penelitian ini akan membahas tentang material komposit untuk helm tempur anti peluru yang dilakukan pengujian impact terlebih dahulu untuk mengetahui nilai impact optimal pada komposit serat kevlar. Pengujian impact dilakukan dengan tipe charpy yaitu spesimen uji diletakkan pada alat uji dengan posisi horizontal yang ditumbuk oleh bandul alat uji impact dari arah belakang takik. Standar yang digunakan ASTM D5942-96 dengan lapisan serat kevlar. Menurut I Made Prabawa dkk (2020 : 3) Pada pengujian impact bahan komposit serat, sebelum dilepas bandul alat uji diayunkan membentuk sudut (alfa) 45° dari sumbu tegak lurus dan setelah mematahkan spesimen, bandul akan membentuk sudut sisa tenaga ayunan bandul (beta) dari sumbu tegak lurus (kerl Grabber, 1985. dalam skripsi Hidayat Achmad, 2019).

Prinsip kerja alat uji impact adalah dengan cara memberikan pembebanan secara tiba-tiba pada benda uji yang akan diuji secara statik. Dalam proses penelitian uji impact charpy ini menggunakan standart American Society for Testing and Materials (ASTM), yaitu ASTM D

5942-96. Standart tersebut menjelaskan mengenai prosedur pengujian dan ukuran spesimen yang diperlukan dalam uji impak charpy pada bahan plastik, tetapi dapat dipergunakan juga dalam pengujian komposit, terutama untuk jenis komposit natural fiber. Mesin uji impak adalah mesin uji untuk mengetahui harga impak suatu beban yang diakibatkan oleh gaya kejut pada bahan uji tersebut

B. Air Combat Maneuvering Range (ACMR)



Gambar 1. Benda Uji Impak (ASTM D 5942-96)



Gambar 2. Spesimen Uji Impak Komposit.

Tabel 1. Data Hasil Pengukuran Spesimen Uji *Impact*

No	Kode Spesimen	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	A (mm ²)	E (Joule)
1.	KAL	65	12,5	12,5	156,25	44
2.	KAA 5	65	12,5	12,5	156,25	36,5
3.	KAA 10	65	12,5	12,5	156,25	29,5

Tabel 2. Data Hasil Perhitungan Spesimen Uji *Impact*

No	Kode Spesimen	Energi <i>Impact</i> (Joule)	Harga <i>Impact</i> (J/mm ²)
1.	KAL	44	0,281
2.	KAA 5	36,5	0,233
3.	KAA 10	29,5	0,188

Tabel 3. Ukuran Dimensi yang terjadi pada komposit

Kode	Depan		Belakang		Kedalaman (mm)
	Bentuk	Diameter (mm)	Bentuk	Deformasi (mm)	
A	Lingkaran 1	10,15	Bukit	2,2	2,1
	Lingkaran 2	10,17	Bukit	2,3	2,2
	Lingkaran 3	10,18	Bukit	2,4	2,3
B	Lingkaran 1	12,65	Bukit	3,1	2,9
	Lingkaran 2	12,70	Bukit	3,3	3,2
	Lingkaran 3	12,72	Bukit	3,5	3,3
C	Lingkaran 1	13,70	Bukit	3,8	3,6
	Lingkaran 2	13,71	Bukit	3,9	3,7
	Lingkaran 3	13,72	Bukit	4	3,9

Spesimen 1. Serat kevlar 25%, Resin 65% dan AL7075-T6 10%

$$T = 12,5$$

$$L = 1,25$$

$$Mgl = 150 \text{ joule (massa gravitasi jarak lengan pendulum)}$$

$$\cos \alpha = 150$$

$$\cos \beta = 109$$

$$\text{Panjang Lengan (R)} = 0,65 \text{ m}$$

$$\text{Percepatan gravitasi (g)} = 9,81 \text{ m/s kuadrat}$$

$$\text{Berat Pendulum (m)} = 14 \text{ kg}$$

Menghitung Luas Penampang spesimen benda uji.

$$A = L \times T$$

$$A = 12,5 \times 12,5$$

$$A = 156,25$$

Perhitungan energi impak menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$E = m \cdot g \cdot r \cos (\beta - \alpha)$$

$$E = 14 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 0,65 \text{ m} (\cos 109 - \cos 150)$$

$$E = 14 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 0,65 \text{ m} (-0,325 - -0,866)$$

$$E = 14 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 0,65 \text{ m} (0,541)$$

$$E = 89,271 \times 0,541$$

$$E = 44,29$$

Perhitungan Harga Impak (HI) sebagai berikut :

$$HI = E \text{ serap} / A$$

$$HI = 44,29 / 156,25$$

$$HI = 0,283 \text{ joule/mm}$$

Nilai E Serap terbaca sebesar E serap = 44 joule jadi harga impak adalah:

$$HI = E/A$$

$$HI = 44 / 156,25$$

$$HI = 0,281 \text{ joule/mm}^2$$

Spesimen 2. Serat Kevlar 25%, Resin 60% dan AL7075-T6 10% dan *filler* alumina 5%

$$T = 12.5$$

$$Mgl = 150 \text{ joule (massa gravitasi jarak lengan pendulum)}$$

$$\cos \alpha = 150$$

$$\cos \beta = 115$$

Menghitung Luas Penampang takik spesimen benda uji.

$$A = L \times T$$

$$A = 12,5 \times 12,5$$

$$A = 156,25$$

Setelah mendapatkan luas penampang spesimen benda uji, maka dapat menghitung nilai impact, nilai Eserap tertera di alat uji sebagai berikut :

$$HI = E \text{ serap} / A$$

$$HI = 36,5 / 156,25$$

$$HI = 0.233 \text{ joule/mm}^2$$

Spesimen 3. Serat Kevlar 25%, Resin 55% dan AL7075-T6 10% dan *filler* alumina 10%

$$T = 12.5$$

$$Mgl = 150 \text{ joule (massa gravitasi jarak lengan pendulum)}$$

$$\cos \alpha = 150$$

$$\cos \beta = 120$$

Menghitung Luas Penampang takik spesimen benda uji.

$$A = L \times T$$

$$A = 12,5 \times 12,5$$

$$A = 156,25$$

Setelah mendapatkan luas penampang takik spesimen benda uji, maka dapat menghitung nilai impact, nilai Eserap tertera di alat uji sebagai berikut :

$$HI = E \text{ serap} / A$$

$$HI = 29,5 / 156,25$$

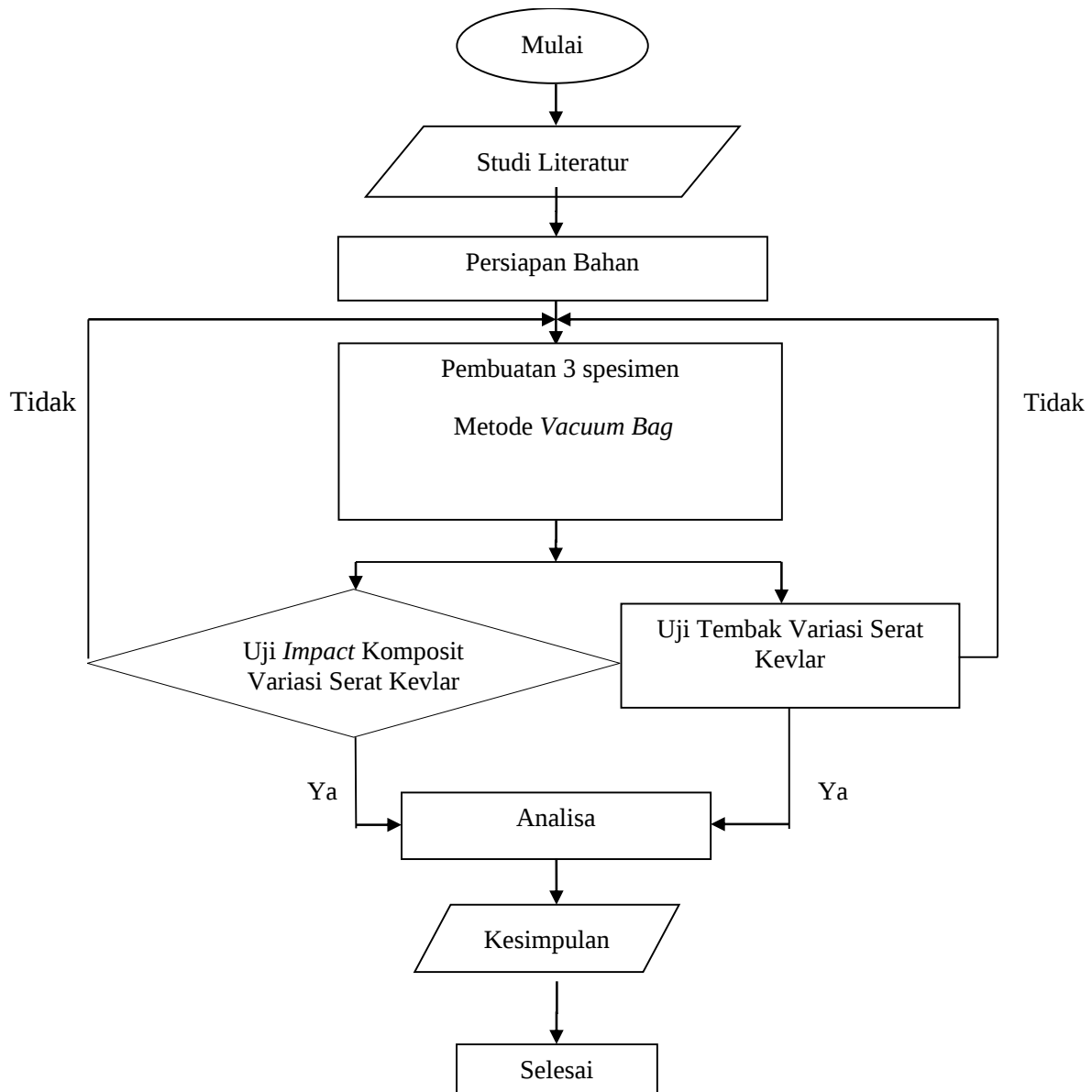
$$HI = 0.188 \text{ joule/mm}^2$$

III. METODE/MODEL YANG DIUSULKAN

A. Arsitektur Model Secara Umum

Pada penelitian ini akan dibahas tentang pembuatan helm tempur dari bahan komposit dengan serat kevlar yang diberi judul “Analisis Kekuatan Komposit Variasi Serat Kevlar Untuk Helm Tempur Menggunakan Metode *Vacuum Bag* Dengan Pengujian *Impact* Dan Uji Balistik”.

Bahan komposit banyak digunakan di beberapa industri seperti industri otomotif, kedirgantaraan, kelautan dan infrastruktur. Material komposit juga telah digunakan secara luas untuk aplikasi dalam bidang militer, salah satu contohnya seperti pembuatan helm tempur yang terbuat dari bahan komposit

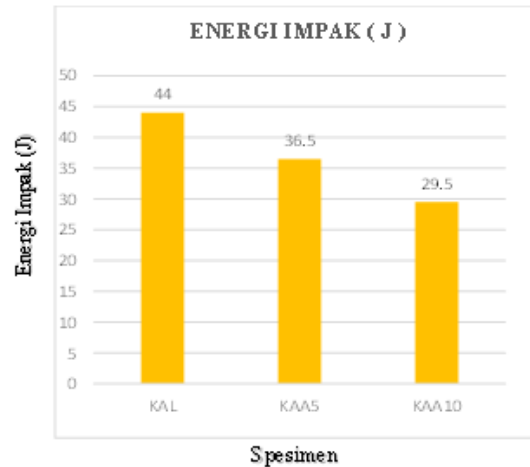


Gambar 3. Diagram Alir

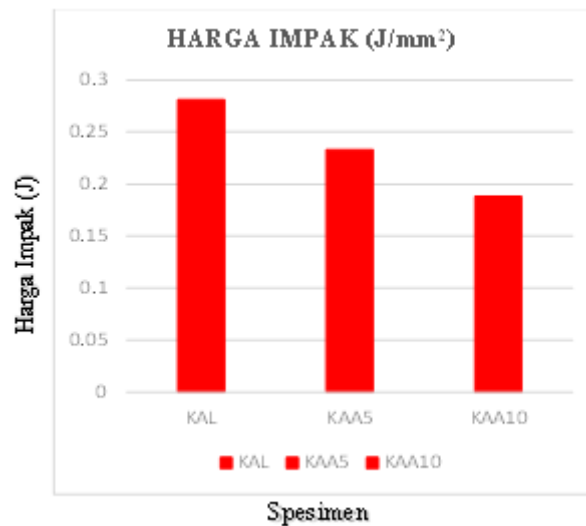
IV. HASIL/IMPLEMENTASI MODEL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Model

Dari hasil perhitungan didapat nilai impact pada spesimen 1 Serat kevlar dan plat aluminium adalah 0,281 Joule/mm², nilai ini dapat dianalisa bahwa spesimen 1 dapat menahan energi sebesar 0,281 joule persatuan luasan mm² pada permukaan yang berkontak langsung dengan sumber energi. Spesimen 2 Serat kevlar, plat aluminium, filler alumina 5 % sebesar 0,233 Joule/mm². Nilai ini dapat dianalisa bahwa spesimen 2 dapat menahan energi sebesar 0,233 joule persatuan luasan mm² pada permukaan yang berkontak langsung dengan sumber energi. Demikian pula pada Spesimen 3 serat kevlar, plat aluminium, filler alumina 10 % nilai impact-nya adalah 0,188 Joule/mm².



Gambar 4. Diagram Energi Impact



Gambar 5. Diagram Harga Impact

B. Pembahasan

Pengujian beban impact pada 3 variasi Spesimen komposit diperoleh kesimpulan hasil yang terbaik secara berurutan adalah:

- 1) Spesimen 1 dengan variasi 25% Serat kevlar, 65% Resin dan 10%. AL7075-T6 menghasilkan energi impact sebesar 44 joule dan harga impact sebesar 0,281 Joule/mm², sehingga terbukti hasil spesimen 1 lebih baik dari hasil spesimen 2 dan 3.
- 2) Spesimen 2 dengan variasi 25% Serat Kevlar, 60% Resin, 10% AL7075-T6 dan 5% filler alumina menghasilkan energi impact sebesar 36,5 joule dan harga impact sebesar 0,233 Joule/mm², sehingga hasil spesimen 2 lebih baik dari hasil spesimen 3 tetapi tidak lebih baik dari hasil spesimen 1.
- 3) Spesimen 3 yang terakhir dengan variasi 25% Serat Kevlar, 55% Resin , 10% AL7075-T6 dan 10% filler alumina menghasilkan energi impact sebesar 29,5 joule dan harga impact sebesar 0,188 Joule/mm², sehingga hasil spesimen 3 tidak lebih baik dari hasil spesimen 1 dan 2.

V. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian impak ini dapat diketahui bahwa pengaruh prosentase filler alumina terhadap kekuatan impak cukup besar. Dimana semakin kecil perbandingan prosentase filler alumina, maka semakin besar nilai kekuatan impaknya dan demikian sebaliknya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah, segala puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena atas kehendak-Nya tugas akhir ini dapat diselesaikan. Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih banyak kekurangan, jauh dari sempurna. Untuk itu kritik dan saran yang sifatnya membangun dapat menjadi masukan untuk kedepan nantinya. Sekian dan terimakasih semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat.

REFERENSI

- [1] Nur Agnes Eka, Ghofur 2021, Analisis Komposisi Serat Kevlar, Karbon dan Pelepah Salak terhadap Kekuatan Impak Komposit dengan Metode Vacuum Assisted Resin Transfer Molding (VARTM), Politeknik Negeri Jakarta, Jakarta.
- [2] Rivaldy Armando Kamal, (senastindo 2021). penelitian tentang 'Analisis Sifat Mekanis dan Kemampuan Balistik Komposit Serat Pelepah Salak Dengan Resin Epoxy dan Silicon Carbide (SiC) Menggunakan Metode Vacuum Bag'', Akademi Angkatan Udara, Yogyakarta.
- [3] Beni Putranto 2011, Perancangan Alat Uji Impak Charpy Untuk Material Komposit Berpenguat Serat Alam (Natural Fiber), Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- [4] Sanjay K. Mazumdar, Ph.D. "Composites Manufacturing".
- [5] <https://www.detch.co.id/impact-test/>.
- [6] <https://kumparan.com/info-otomotif/kevlar-mengenal-bahan-yang-lebih-kuat-dari-kayu-1wTcAhsm7Mh/full>.
- [7] Priambodo, I., & Chriswadyanto, A. P. (2019). Metode Manufaktur Vacuum Assisted Resin Infusion Untuk Optimasi Sifat Mekanik Komposit Penyusun Propeller Dome.
- [8] <https://www.laboratuar.com/id/testler/astm-testleri/astm-polimer-ve-kompozit-cekme-testleri/>
- [9] <http://eprints.itn.ac.id/4690/9/Jurnal.pdf>
- [10] https://www.wiki.id-id.nina.az/Helm_tempur.html
- [11] Pangestika Serli, 2015. Optimasi Komposisi Aluminium Oksida (Al₂O₃) untuk Aplikasi Alternatif Phantom Tulang Kortikal, Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- [12] Beni Putranto 2011, Perancangan Alat Uji Impak Charpy Untuk Material Komposit Berpenguat Serat Alam (Natural Fiber).
- [13] Mahyaruddin Mrp, 2022. komposit yang terdiri dari termoplastik dan termoset yang dapat dijadikan sebagai material untuk diaplikasikan salah satunya untuk bidang militer seperti rompi, helm dan lain sebagainya. Salah satu contoh aplikasi dibidang militer dijadikan sebagai material untuk helm anti balistik, Universitas Pertahanan, Jakarta.
- [14] Impact Test : Pengertian, Metode dan Acceptance Criteria (detch.co.id)
- [15] Yulius O. Bani, Daud P. Mangesa dan Jefri S. Bale, 2017. metode vacuum bag kebanyakan digunakan untuk mencetak serat-serat buatan pabrik atau yang lebih dikenal dengan fiber glass, Universitas Nusa Cendana, Penfui-Kupang.
- [16] A. Kurniawan, K. A. Widi dkk, 2020. hasil pengujian impak material komposit serat yang bermatriks epoxy, Institut Teknologi Nasional Malang, Malang.