

RANCANG BANGUN BODY ROKET ANTI TANK LATIH DENGAN MENGGUNAKAN BAHAN PVC (POLYVINYL CHLORIDE)

Dwi Irawan¹⁾, Dedid Eka Rangga Sukma Hariadi²⁾, Muhammad Iman Hidayat³⁾

¹⁾ Universitas Muhammadiyah Metro ²⁾³⁾ Politeknik Angkatan Darat

e-mail : Irawan.ke10@gmail.com¹⁾, dedidrangga@gmail.com²⁾,

muhammadimanhidayat@gmail.com³⁾

ABSTRAK

Senjata Lawan Tank (SLT) merupakan senjata untuk menetralkan serangan tank. TNI AD memiliki 5 jenis SLT peleton dan 5 jenis SLT Kompi di seluruh satuan, tetapi disatuan TNI AD khususnya infanteri tidak memiliki munisi latihnya karena Roket SLT tersebut sangat mahal dan dapat digunakan sekali pakai saja. Politeknik Kodiklat TNI AD telah membuat roket berbahan Polyethylene. Dari roket tersebut hasilnya mengalami kegagalan dalam hal kekuatan pada roket latih tersebut berupa keretakan, dan mengalami deformasi. Pada Penelitian ini peneliti merancang sebuah body roket dengan konsep menggunakan bahan pvc (polyvinyl chloride). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan Bahan Body Roket SLT Latih dengan menggunakan bahan PVC (Polyvinyl Chloride). dari hasil uji tarik, uji impak bahwa PVC layak sebagai body roket anti tank latih. Kelebihan bahan PVC lebih kuat, lebih kaku sehingga pada saat diisi tekanan bahan tidak mengembang, tetapi mampu menerima beban yang kuat, serta mempunyai ketebalan dan keringanan yang sangat baik, kemudian dari hasil pengujian balistik dengan tekanan 15 bar sampai dengan 25 bar dengan jarak capai terjauh 164 meter menunjukkan bahwa roket tersebut secara keseluruhan permukaan ujung roket dan body roket tidak mengalami deformasi serta bentuk roket tidak mengalami perubahan dimensi seperti semula setelah menumbuk tanah yang permukaannya lembek maupun tanah yang permukaannya keras. Hal ini menunjukkan bahwa bahan PVC mempunyai kemampuan untuk body roket SLT Latih.

Kata Kunci : SLT (Senjata Lawan Tank), Roket, PVC (Polyvinyl Chloride), Uji Balistik.

ABSTRACT

Weapon Against Tanks (SLT) is a weapon to neutralize tank attacks. The TNI AD has 5 types of platoon SLT and 5 types of company SLT in all units, but the TNI AD units, especially the infantry, do not have training ammunition because the SLT rockets are very expensive and can only be used once. The Army Polytechnic of the Kodiklat TNI AD has made a rocket made from Polyethylene. The results of the rocket failed in terms of strength on the training rocket in the form of cracks and deformation. In this study the researchers designed a rocket body with the concept of using PVC (polyvinyl chloride) material. The purpose of this study was to determine the ability of the SLT Training Rocket Body Material using PVC (Poly Vinyl Chloride) material. From the results of the tensile test, the impact test showed that PVC was suitable as an anti-tank training rocket body. The advantages of PVC material are stronger, more rigid so that when filled with pressure the material does not expand, but is able to accept strong loads, and has excellent thickness and lightness, then from the results of ballistic testing with a pressure of 15 bar to 25 bar with the farthest reach 164 meters indicates that the rocket as a whole the tip surface of the rocket and the rocket body did not experience deformation and the shape of the rocket did not change dimensions as before after hitting the ground with a soft surface or hard surface. This shows that PVC material has the ability to body the SLT Train rocket.

Keywords : *SLT (Weapons Against Tanks), Rockets, PVC (Polyvinyl Chloride), Ballistic Tests.*

I. PENDAHULUAN

Pengembangan teknologi pertahanan untuk mencapai kemandirian pertahanan negara. Ketergantungan alutsista dari negara lain khususnya SLT ini hanya dapat digunakan sekali saja. untuk mengatasi hal tersebut, sudah saatnya Indonesia melakukan kemandirian persenjataan (*Balitbang Kemhan, 2016*) sesuai dengan karakteristik satuan infanteri Khususnya TNI AD.

Senjata Lawan Tank (SLT) ini merupakan senjata yang dibawa oleh pasukan Infanteri yang diciptakan sebagai penyesuaian tuntutan kebutuhan teknologi untuk menghancurkan tank di medan operasi. Karena tank merupakan proyeksi kekuatan senjata musuh terbesar dalam menghadapi lawan di medan pertempuran. Dalam mengoperasikan Senjata Lawan Tank (SLT) tersebut masih ada kendala berupa penggunaannya hanya dapat digunakan sekali pakai saja sehingga prajurit tidak dapat melaksanakan latihan menembak Senjata Lawan Tank (SLT) untuk mempersiapkan diri menuju medan pertempuran. Agar dapat melaksanakan tugasnya dengan baik, maka setiap prajurit harus dapat mengoperasikan Senjata Lawan Tank (SLT) dan memerlukan latihan secara khusus. Selain itu biaya pemeliharaan dan perawatan Senjata Lawan Tank (SLT) yang sebenarnya membutuhkan biaya yang relatif besar.

Adapun pengaruh dari luar salah satunya adalah ancaman embargo terhadap Alutsista dapat mempengaruhi kekuatan dan kemampuan tempur TNI (*Hasrito, 2015*), Sehingga Indonesia diharapkan mampu untuk dapat memproduksi Alutsista sendiri

TNI AD memiliki 5 jenis SLT peleton dan 5 jenis

SLT Kompi yang tersebar di seluruh pejalan kaki khususnya satuan infanteri dan tidak memiliki munisi latihnya, dikarenakan Roket SLT tersebut sangat mahal. Agar dapat menyelesaikan tugasnya dengan baik, dan bagi setiap prajurit harus dapat mengoperasikan SLT semaksimal mungkin. penguasaan alutsista teknologi, dan diperlukan suatu konseptual desain salah satu dilakukan dengan cara penerapan terhadap Roket Latih yang sesuai dengan kebutuhan. Roket SLT yang masih di gunakan saat ini adalah Roket R-han 450, R-Han 122 B, Bomb P-series, yang hanya bisa digunakan dalam sekali tembak saja (<https://bumn.go.id/post/dahana-uji-coba-senjata-lawan-tank-slt>).

Berdasarkan pada roket sebelumnya yang sudah di ciptakan oleh Politeknik Angkatan Darat dengan menggunakan bahan *PE (Polyethylene)*, pada body roket tersebut mengalami keretakan pada saat dilakukan uji coba roket. Karena sifat bahan *PE (Polyethylene)* tersebut mempunyai nilai elastisitasnya lebih rendah dan deformasinya lebih tinggi. Maka dari itu bahan *PE (Polyethylene)* sangat mudah rentan mengalami keretakan .

PVC (Polyvinyl Chloride) merupakan salah satu bahan baku pembuatan plastik yang bersifat termoplastik, *PVC* mempunyai karakteristik tertentu yang memerlukan standarisasi atau pemeriksaan khusus untuk memperoleh *PVC* yang bermutu baik, standarisasi merupakan suatu hal yang berperanan penting dalam rangka meningkatkan kualitas serta efisiensi dan efektifitas sumber daya yang ada secara optimal. Kelebihan bahan *PVC* lebih kuat, lebih kaku sehingga pada saat diisi tekanan bahan tidak

mengembang, tetapi mampu menerima beban yang kuat, serta mempunyai ketebalan dan keringanan yang sangat baik guna untuk mendukung Latihan Prajurit TNI AD khususnya prajurit infanteri. Harapannya pada roket latih ini dapat digunakan dalam jangka panjang atau secara terus menerus untuk mendukung proses latihan di satuan TNI AD khususnya prajurit Infanteri.

II. METODE PENELITIAN

1. Tempat dan Waktu Penelitian.

- Pelaksanaan penelitian ini dilakukan di bengkel mekanik Poltekad dan UD Blimbing Jaya Malang.
- Penelitian dilakukan selama 11 bulan, dimulai dari bulan April 2022 sampai dengan bulan Februari 2023.

2. Metode Penelitian. Untuk mendukung penelitian ini, peneliti menggunakan teknik yaitu :

- studi *literature*, yang melibatkan pengumpulan banyak buku dan publikasi yang berkaitan dengan subjek dan tujuan penelitian. (Danial dan Warsiah, 2009:80).
- Experimen, Proses Percobaan secara langsung pada alat dan pengambilan data secara nyata dilapangan.

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 adalah sebagai berikut:

- Variabel Bebas. Variabel bebas adalah suatu variabel yang apabila dalam suatu waktu

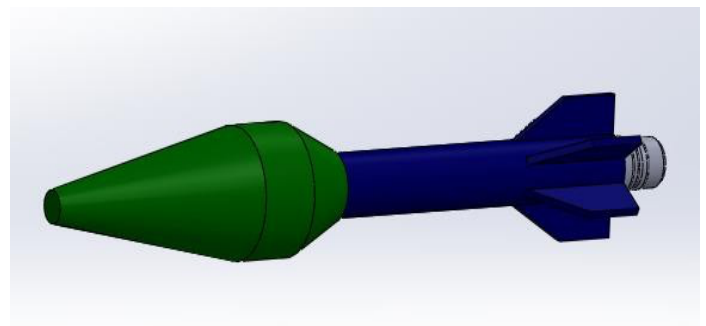
berada bersamaan dengan variabel lain, maka (diduga) akan dapat berubah dalam keragamannya. Variabel bebas ini bisa juga disebut dengan variabel pengaruh, perlakuan kuasa, *treatment, independent*.

- Gaya yang diberikan pada uji tarik.
- Gaya yang diberikan pada uji impak
- Panjang spesimen.
- Diameter spesimen.
- Tekanan.
- Sudut elevasi.
- Jarak.

b. Variabel Terikat. Variabel yang besarnya tergantung pada variabel bebas. Menurut peneliti variabel yang digunakan adalah :

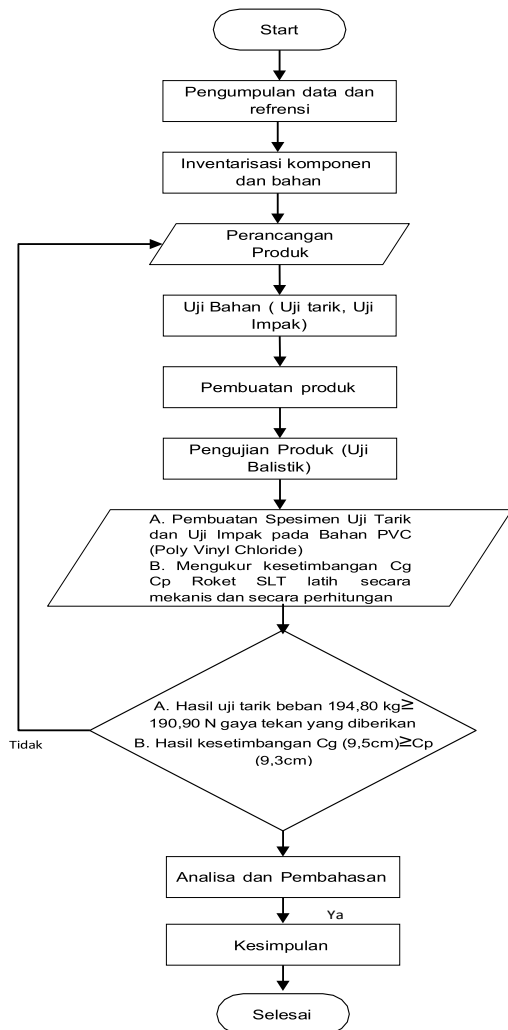
- Deformasi *Body Roket Senjata Lawan Tank (SLT)*.
- Tegangan.
- Regangan.
- Yield Strength*

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 8. Desain Alat Roket SLT Latih.
(Sumber : Peneliti)

5. Digram Alir Penelitian.



Gambar 9. Diagram Alir Penelitian.

III. PEMBAHASAN

6. Kekuatan bahan pada body roket SLT latih. Untuk mengetahui sifat suatu bahan, maka diperlukan pengujian terhadap bahan tersebut berikut hasil uji tarik yang dilaksanakan di laboratorium Politeknik Negeri Malang :

Tabel 1. Data Hasil Uji Tarik Spesimen PVC

Spesimen	Diameter	Beban	Regangan
	mm	N/mm ²	mm

1	2	3	4
1	10	98,00	1,10
	10	154,00	2,2
	10	182,20	7,03
	10	180,00	8,13
2	10	179,00	12,08
	10	86,00	0,44
	10	116,60	1,10
	10	138,00	1,32
	10	144,00	1,54
3	10	180,00	2,86
	10	91,80	0,88
	10	116,00	1,32
	10	144,20	1,76
4	10	168,00	2,42
	10	188,80	3,07
	10	76,00	1,1
	10	108,40	1,54
5	10	130,00	2,2
	10	167,00	2,86
	10	173,00	3,3
	10	93,40	1,10
	10	141,00	1,54
	10	174,00	2,42
	10	182,00	2,86
	10	194,80	3,74

(Sumber: Diolah oleh Peneliti)

a. Kekuatan *stress* maksimal dapat dilihat pada tabel tersebut bahwa kekuatan maksimum sebesar $194,80 \text{ N/mm}^2$

$$\begin{aligned}
 A &= \pi r^2 (\text{mm}) \\
 &= 3,14 \cdot (5 \text{ mm})^2 \\
 &= 78,5 \text{ mm} \\
 \sigma &= \frac{F}{A} (\text{N/mm}^2) \\
 &= \frac{194,80 \text{ N}}{78,5} \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\sigma = 2,48 \text{ N/mm}^2$$

b. Kekuatan Tegangan Stress maksimal yang diijinkan mengacu pada data *Yield Point* atau tegangan luluh dikalikan dengan *safety factor* dilihat dari tabel data uji untuk *Yield Point* yaitu

$$38,20 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma = \frac{F}{A} \text{ N/mm}^2$$

$$= \frac{38,20}{78,5} \text{ N/mm}^2$$

$$= 0,48 \text{ N/mm}^2 \times \text{Safety Factor}$$

$$= 2,43 \text{ N/mm}^2 \times 50\%$$

$$\sigma = 0,24 \text{ N/mm}^2$$

a. Regangan (*Strain*).

Tabel 1.2 Hasil Pengujian Perpanjangan Putus.

Spesimen	$L_0(\text{mm})$	$L(\text{mm})$	Beban	Perpanjangan Putus (%)
			N	
PVC	55	58,96	1909,0	7,2%

Perhitungan perpanjang putus pada bahan PVC dapat diketahui dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Regangan}(e) \text{ d}_L &= \frac{L - L_0}{L_0} \times 100\% \\ &= \frac{58,96 \text{ mm} - 55 \text{ mm}}{55 \text{ mm}} \times 100\% \\ &= \frac{3,96}{55} \times 100\% \\ &= 7,2\% \end{aligned}$$

d. Modulus elastisitas (*Modulus of Elasticity*)

$$\begin{aligned} E &= \frac{\sigma}{e} \text{ (N/mm}^2\text{)} \\ &= \frac{0,24 \text{ N/mm}^2}{7,2\%} \\ &= 3,33 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

7. Data Hasil Uji Impak

Tabel 1.3 Data Hasil Uji Impak

Uji	Tebal Spesimen (mm)	Lebar Spesimen (mm)	Luas Spesimen (mm ²)	Panjang Lengan (m)	Sudut α	sudut β	Massa bendul (kg)	Hasil (J/mm ²)
1	10	10	100	0,6	55	52	8,3	0,020
2	10	10	100	0,6	55	50	8,3	0,033
3	10	10	100	0,6	55	49	8,3	0,040
4	10	10	100	0,6	55	50	8,3	0,033
5	10	10	100	0,6	55	51	8,3	0,023

(Sumber: Diolah oleh Peneliti)

a. Perhitungan Uji Impak pada Spesimen pertama bahan PVC dengan menggunakan alat uji impak.

$$Ep = m \cdot g \cdot h \cdot (\cos \beta - \cos \alpha)$$

$$= 8,3 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 0,6 \text{ m} \cdot (\cos 52^\circ - \cos 55^\circ)$$

$$= 48,853 \text{ kgm/s}^2 \cdot (0,615 - 0,573)$$

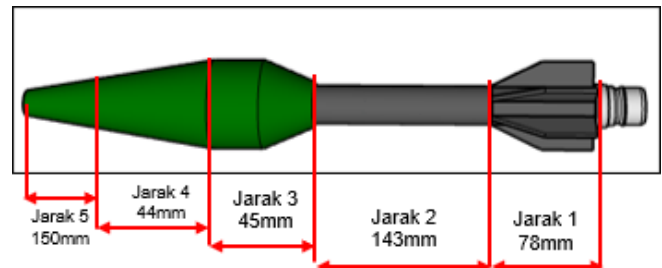
$$= 48,853 \text{ kgm/s}^2 \cdot (0,042)$$

$$= 2,051 \text{ Joule.}$$

b. Untuk Harga Impak pada Spesimen pertama menggunakan perhitungan sebagai berikut ;

$$\begin{aligned} HI &= \frac{Ep}{A} \text{ (J/mm}^2\text{)} \\ &= \frac{2,051}{100} \text{ (J/mm}^2\text{)} \\ &= 0,020 \text{ J/mm}^2. \end{aligned}$$

8. Data Perhitungan Center Of Gravity (cg) pada Roket Senjata Lawan Tank (SLT) Latih.



Gambar 10 Profil Ujung Roket SLT Latih

(Sumber: Diolah oleh Peneliti)

Jadi dapat diketahui jarak bagian tiap-tiap segmen roket yaitu:

- Jarak 1 : 78 mm = 7,8 cm
- Jarak 2 : 143 mm = 14,3 cm
- Jarak 3 : 45 mm = 4,5 cm
- Jarak 4 : 44 mm = 4,4 cm
- Jarak 5 : 150 mm = 15 cm

9. Dan juga dapat diketahui tiap berat pada tiap-tiap segmen. Untuk sebelumnya menggunakan satuan mm di konversikan menjadi cm³

- $D1 = 262.975 \text{ mm}^3 = 262,975 \text{ cm}^3$
- $D2 = 153.860 \text{ mm}^3 = 153,86 \text{ cm}^3$
- $D3 = 47.118,88 \text{ mm}^3 = 47,11888 \text{ cm}^3$
- $D4 = 98.910 \text{ mm}^3 = 98,91 \text{ cm}^3$
- $D5 = 39.231,54 = 39,231 \text{ cm}^3$

10. Setelah dikonversikan kemudian dikalikan dengan densitas Pvc yaitu 1,35 g/cm³ dan Pe untuk ekor Roket yaitu 0,940 g/cm³.

- $w1 = 262,975 \text{ cm}^3 \cdot 1,35 \text{ g/cm}^3 = 355,016 \text{ g}$
- $w2 = 153,86 \text{ cm}^3 \cdot 1,35 \text{ g/cm}^3 = 207,711 \text{ g}$
- $w3 = 47,119 \text{ cm}^3 \cdot 1,35 \text{ g/cm}^3 = 63,610 \text{ g}$
- $w4 = 98,91 \text{ cm}^3 \cdot 1,35 \text{ g/cm}^3 = 133,528 \text{ g}$
- $w5 = 39,231 \text{ cm}^3 \cdot 1,35 \text{ g/cm}^3 = 52,961 \text{ g}$
- $w6 = 97,197 \text{ cm}^3 \cdot 0,940 \text{ g/cm}^3 = 91,365 \text{ g}$
- $w5 \text{ dan } w6 \text{ dijumlah menjadi satu } 114,326 \text{ g}$

Setelah sudah diketahui semua perbagian segmen maka dari itu dapat dihitung untuk Center Of Gravity pada Roket Senjata Lawan Tank (SLT)

$$C_{gw} = ds_1 \cdot w1 + ds_2 \cdot w2 + ds_3 \cdot w3 + ds_4 \cdot w4 + ds_5 \cdot w5 + w6$$

$$C_{gw} = 7,8 \text{ cm} \cdot 355,016 \text{ g} + 14,3 \text{ cm} \cdot 207,711 \text{ g} + 4,5 \text{ cm} \cdot 63,610 \text{ g} + 4,4 \text{ cm} \cdot 133,528 \text{ g} + 15 \text{ cm} \cdot (52,961 \text{ g} + 91,365 \text{ g})$$

$$\begin{aligned} C_{gw} &= 2.769,12 \text{ g} \cdot \text{cm} + 2.970,2 \text{ g} \cdot \text{cm} + 1.526,64 \text{ g} \cdot \text{cm} + 286,245 \text{ g} \cdot \text{cm} + 2.164,89 \text{ g} \cdot \text{cm} \\ C_{gw} &= 9.539,575 \text{ g} \cdot \text{cm} \\ \text{jadi } \frac{cg}{w(\text{berat roket})} &= \frac{9.717,095 \text{ g} \cdot \text{cm}}{1025 \text{ g}} \\ &= 9,5 \text{ cm} \end{aligned}$$

11. Menghitung Center Of Pressure pada Roket SLT latih.

$$C_{pA} = ds_1 \cdot A_1 + ds_2 \cdot A_2 + ds_3 \cdot A_3 + ds_4 \cdot A_4 + ds_5 \cdot A_5$$

$$C_{pA} = 7,8 \text{ cm} \cdot 67,5 \text{ cm}^2 + 14,3 \text{ cm} \cdot 28 \text{ cm}^2 + 4,5 \text{ cm} \cdot 20 \text{ cm}^2 + 4,4 \text{ cm} \cdot 42 \text{ cm}^2 + 15 \text{ cm} \cdot 47,8 \text{ cm}^2$$

$$C_{pA} = 526,5 \text{ cm}^3 + 400,4 \text{ cm}^3 + 90 \text{ cm}^3 + 184,8 \text{ cm}^3 + 717 \text{ cm}^3$$

$$C_{pA} = 1.918,7 \text{ cm}^3$$

12. Dan untuk menghitung total area keseluruhan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{total area}_{\text{keseluruhan}} &= A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 \\ &= 6750 \text{ mm}^2 + 2800 \text{ mm}^2 + 2000 \text{ mm}^2 + 4200 \text{ mm}^2 + 4780 \text{ mm}^2 \\ &= 20570 \text{ mm}^2 \\ &= 205,7 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Untuk Center Of Pressure adalah :

$$\begin{aligned} C_p &= \frac{C_{pA}}{A} \\ &= \frac{1.918,7 \text{ cm}^3}{205,7 \text{ cm}^2} \\ &= 9,3 \text{ cm} \end{aligned}$$

13. Kemudian mencari margin untuk CgCp dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Margin } C_g C_p &= \frac{C_g - C_p}{\text{Kaliber}} \\ &= \frac{9,5 \text{ cm} - 9,3 \text{ cm}}{70 \text{ cm}} \\ &= \frac{0,2 \text{ cm}}{70 \text{ cm}} \end{aligned}$$

$$= 0,00285$$

deformasi serta bentuk roket tidak mengalami perubahan dimensi. Maka dari itu bahan PVC layak digunakan menjadi bahan *body* roket SLT latih.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

14. Kesimpulan.

- a. Dari hasil perhitungan dan pengujian didapatkan nilai masing-masing pengujian. Untuk hasil uji tarik pada bahan PVC ini sangat kuat dan sangat tangguh. Untuk hasil uji kekuatan stress yaitu $2,48 \text{ N/mm}^2$ dan mempunyai kekuatan *yield point* atau tegangan luluh sebesar $0,24 \text{ N/mm}^2$, PVC juga mempunyai regangan (*strain*) yang sangat baik yaitu sebesar 7,2% dan mempunyai tingkat *modulus elastisitas* sebesar $3,33 \text{ N/mm}^2$ kemudian PVC juga mempunyai nilai ketahanan terhadap tumbukan dapat dilihat melalui uji impak dengan hasil tiap spesimen pengujian dengan nilai $0,020 \text{ J/mm}^2$, $0,033 \text{ J/mm}^2$, $0,040 \text{ J/mm}^2$, $0,033 \text{ J/mm}^2$, $0,027 \text{ J/mm}^2$) hal tersebut dapat dikatakan bahwa perancangan *body* menggunakan bahan PVC aman dan mampu menerima tumbukan ke permukaan tanah keras maupun permukaan tanah yang lembek pada roket SLT latih
- b. Pada saat roket di tembakan dengan tekanan 15 bar sampai 25 bar roket meluncur keluar dari laras mencapai sasaran. Dan dari hasil pengujian balistik dengan tekanan 15 bar sampai dengan 25 bar dengan jarak capai terjauh 164 meter dengan sudut elevasi 15° . kemudian dengan tekanan 25 bar dengan jarak capai 40 meter dengan sudut elevasi 0° menunjukkan secara keseluruhan roket tidak mengalami

DAFTAR PUSTAKA

- Agustian, E. S., Siahaan, T., Hafizah, M. E., Hakim, A. N., Studi, P., & Persenjataan-Fakultas, T. (2021b). DESAIN KONSEPTUAL PELURU KENDALI ANTI TANK SEBAGAI SENJATA PENDUKUNG INFANTERI TENTARA NASIONAL INDONESIA ANGKATAN DARAT (TNI AD) THE CONCEPTUAL DESIGN OF ANTI TANK GUIDED MISSILE AS A SUPPORT WEAPON FOR INDONESIAN ARMY INFANTRY (TNI AD). In | *Jurnal Teknologi Persenjataan* | (Vol. 3).
- Danial, E. & Wasriah, N. (2009). *Metode Penulisan Karya Ilmiah*. Bandung Laboratorium. (N.D.).
- Harper, C. A. (2000). *Modern Plastics Handbook*. McGraw-Hill.
- Khurmi, R. S. (2007). *Strength Of Materials: (Mechanics Of Solids): (SI Units)*. S. Chand & Co.
- Marlina, A. (N.D.). *UJI KUALITAS POLYVINYL CHLORIDA (PVC) Oleh*.
- Maulana, I., Sofyan, E., Eko Prasetyo, E., Dirgantara, T., & Abstrak, S. (2021). *DATABASE AERODINAMIKA ROKET BALISTIK 122* (Vol. 7, Issue 2).
- Oleh, D., & Kelompok, : (N.D.-A). "MAKALAH PENGETAHUAN BAHAN" UJI TARIK DAN UJI IMPACT.
- Oleh, D., & Kelompok, : (N.D.-B). "MAKALAH PENGETAHUAN BAHAN" UJI TARIK DAN UJI IMPACT.
- Porawati, H. (2018). Analisis Alat Uji Impak Metode Izod Pada Bengkel Politeknik Jambi. In *Jurnal Inovator* (Vol. 1, Issue 1). www.ojs.politeknikjambi.ac.id/index/inovator
- Robiandi, F., Mayantasari, M., Mart, D., Fisika, P., Teknologi Kalimantan, I., & Joang Km, Karang. (N.D.). *SNITT-Politeknik Negeri Balikpapan 2018 P-33 STUDI KETAHANAN BENTURAN PADA KOMPOSIT BERBASIS RAMI DENGAN MATRIKS PVC DAN POLIESTER STUDY OF FILLER SHAPE AND VOLUME FRACTION EFFECT TO IMPACT RESISTANCE ONRAMI BASED COMPOSITE WITH PVC AND POLYESTER MATRIX*.

Roikhatul Jannah, H., Zusmi, A. H., Ega Rani, D., Nisa, F., Eka Setiawan, F., Nisa, K., Ardiati, M., Tri Nugraheni, N., & Yulia Sari, R. (N.D.). *Mengukur Tensile Strength Dan Modulus Elastisitas PVC*.

Ruzuqi, R., & Waas, V. D. (2021). ANALISIS KEKUATAN TARIK DAN IMPAK MATERIAL KOMPOSIT POLIMER DALAM APLIKASI FIBERBOAT. *ALE Proceeding*, 4, 121–126. <https://doi.org/10.30598/Ale.4.2021.121-126>
-*Strength-Of-Materials-4th-Ed-R-K-Bansal*. (N.D.).
Uji Impak BR. (N.D.).

<https://www.grc.nasa.gov/www/k12/VirtualAero/BottleRocket/airplane/rktcg.html>