

**Perancangan Alat Bantu Pengisian Amunisi Kal. 7,62 mm Pada Magazen Senjata****Dhimas Rinaldi Akbar Saputra<sup>a, \*</sup>, Wisnu Wijaya<sup>b</sup>**<sup>a</sup> *Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana YPKP Bandung*<sup>b</sup> *Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana YPKP Bandung**\*Corresponding Author. Tel: +62-81312621291**E-mail: [dhimasras@gmail.com](mailto:dhimasras@gmail.com)***Abstrak**

Kemudahan dan kecepatan dalam mengisi Magazen senjata adalah poin penting yang harus diperhatikan dalam merakit sebuah senjata. Poin tersebut dapat tercapai dengan menggunakan sebuah alat bantu yang didesain untuk memenuhi kebutuhan seorang perakit senjata, yaitu menghilangkan kelelahan pada tangan dan mengurangi waktu pengisian magazen senjata. Sebuah alat bantu pengisian Magazen yang dirancang direncanakan memiliki kontruksi yang terdiri dari hopper yang digunakan untuk menampung dan menyalurkan amunisi lalu dengan memanfaatkan gaya gravitasi amunisi akan bergerak ke bawah menuju bagian bawah alat bantu dimana amunisi kemudian akan dimasukkan ke Magazen dengan menggunakan sistem block support dan pegas yang akan digerakkan menggunakan tuas. Pembuatan alat bantu juga direncanakan menggunakan material yang ringan dan mudah dalam pemasangan setiap komponennya. Proses perancangan alat bantu pengisian amunisi kal. 7,62mm pada magazen senjata ini dilakukan melalui metodologi perancangan VDI 2222. Penetapan material, dimensi dan desain komponen ditentukan berdasarkan analisa, simulasi dan perhitungan yang dikerjakan penulis. Berdasarkan kajian perancangan yang telah dilakukan, maka dihasilkan rancangan alat bantu pengisian Magazen senjata yang sesuai dengan tuntutan perakit senjata yaitu menggantikan proses penyusunan amunisi menjadi pelatekan amunisi pada bejana secara acak (tanpa harus disusun) dan efisiensi waktu yang dihasilkan.

**Sejarah Artikel***Submitted: 6 February 2024**Accepted: 15 February 2024**Published: 16 February 2024***Kata Kunci**

Amunisi; Magazen; Sistem Block Support Dan Pegas; Hopper; VDI 2222.

**Pendahuluan**

PT Pindad adalah Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak dibidang produk pertahanan dan keamanan. Kegiatan yang dilakukan di PT Pindad khususnya divisi senjata mencakup Desain dan pengembangan, rekayasa teknik, produksi pabrikan dan perakitan. Salah satu produk yang dibuat oleh PT Pindad adalah amunisi. Amunisi adalah suatu benda yang mempunyai bentuk dan sifat balistik tertentu yang dapat diisi dengan bahan peledak atau mesiu dan dapat ditembakkan atau dilontarkan dengan senjata maupun alat lain dengan maksud ditujukan kepada suatu sasaran tertentu guna merusak atau membinasakan. Amunisi pada bentuknya yang paling sederhana, terdiri dari proyektil dan bahan peledak yang berfungsi sebagai propelan. PT Pindad sendiri memproduksi berbagai varian amunisi kaliber kecil, kaliber besar dan kaliber sedang mulai dari kaliber 5.56 mm hingga amunisi artileri 105 mm serta berbagai varian granat. Lalu amunisi tersebut akan disimpan pada senjata di sebuah alat penyimpanan yang disebut Magazen/Magazen. Magazen sendiri adalah alat penyimpanan dan pengisian amunisi yang menyatu atau dipasang pada senjata api. [1]

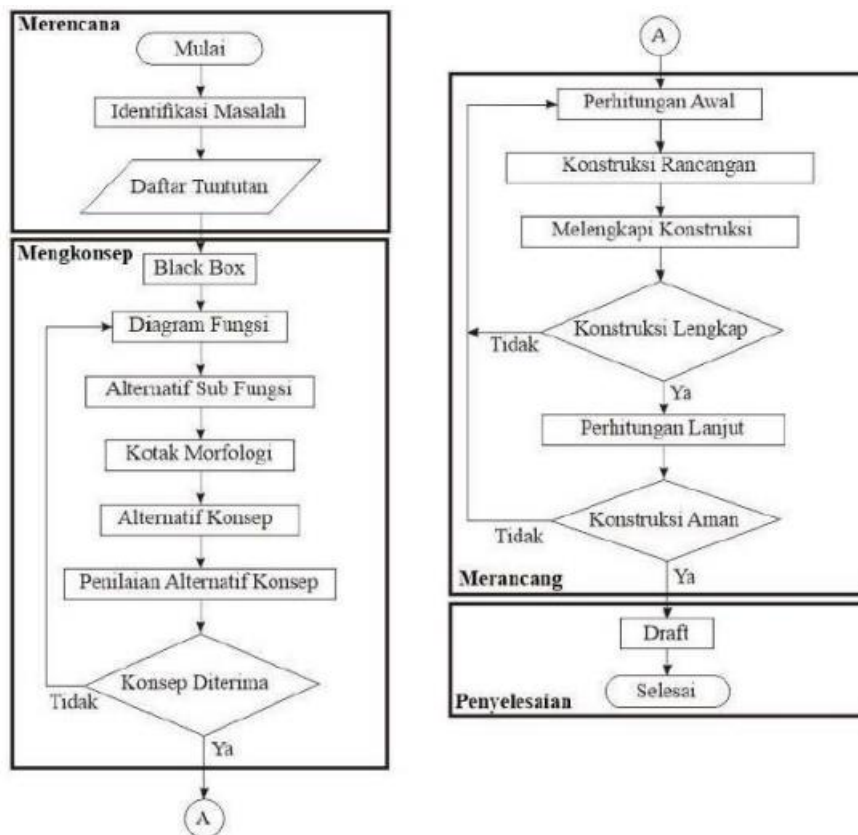
Departemen perakitan merupakan muara akhir dari pembuatan senjata yang dilakukan di PT Pindad dimana di Departemen tersebut senjata akan dirakit dan diuji untuk kemudian dilakukan pengepakan dan pengiriman. Pada proses pengujian selalu dilakukan proses penembakan senjata atau sering disebut uji tembak. Pada proses itu dibutuhkan sejumlah amunisi yang telah dimasukan kedalam Magazen. Proses pengisian Magazen di PT Pindad saat ini masih menggunakan sistem yang konvensional/manual dimana amunisi akan

dipersiapkan/disusun pada suatu tempat dan kemudian baru didorong masuk kedalam Magazen. [1]

Hal ini menyebabkan perakitan membutuhkan tenaga ekstra dan waktu lebih saat melakukan pengisian amunisi kedalam Magazen. Berdasarkan hal tersebut. Tim rekayasa teknik memberi solusi atas permasalahan tersebut berupa gagasan rancangan alat bantu pengisian Magazen. Juga, Penulis melihat adanya potensi yang ada di PT Pindad untuk membuat alat bantu pengisian Magazen yang bernilai jual. [1].

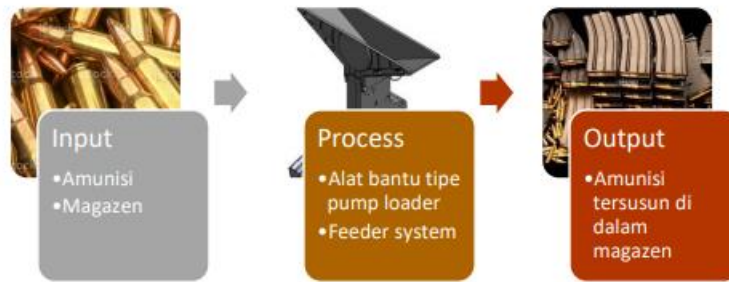
### Metode Penelitian

Metode perancangan yang penulis gunakan dalam perancangan alat bantu pengisian magazen ini yaitu metode VDI (*Verein Deutsche Ingenieuer*) 2222. Metode ini merupakan metode sistematis untuk mengkonsep suatu produk. Berikut tahapan perancangan berdasarkan VDI 2222:



Gambar 1. Diagram Alir Perancangan

## Black Box dan Struktur Fungsi



Gambar 2. Black Box

Pada black box diatas menunjukkan proses awal sampai dengan proses akhir dari pengisian amunisi ke dalam magazen ini. Mulai dari proses input sampai dengan proses output, terdapat komponen-komponen yang menunjang proses dari alat pengisian amunisi ke dalam magazen ini, seperti input dari amunisi dan magazen yang masih terpisah akan menghasilkan output amunisi yang tersusun didalam magazen. Pada tahap ini dilakukan penguraian proses dari alat pengisian amunisi ke dalam magazen menjadi beberapa sub-fungsi yang akan memberikan alternatif rancangan dan solusi dari suatu permasalahan.

## Kotak Morfologi

Tabel 1. Kotak Morfologi

Kriteria Fungsi		Alternatif	
<b>Hopper System</b>	<b>Fungsi Penampung</b>	<i>Hopper</i>	
	<b>Fungsi Rangka</b>	Baja Struktural	Polymer
	<b>Fungsi Pengalir</b>	<i>Block 1</i>	<i>Block 2</i>
<b>Feeder System</b>	<b>Fungsi Penghubung</b>	<i>Block support &amp; Pegas</i>	<i>Cam &amp; Bearing</i>
	<b>Fungsi Pump Handle</b>	Tuas Poros & Pegas	
	<b>Fungsi Penahan</b>	<i>Spring-loaded</i>	

## Kotak Morfologi

Dari kotak morfologi yang sudah dibuat diatas, maka alternative-alternatif fungsi bagian dikombinasikan menjadi alternative fungsi kombinasi yang terbagi menjadi 2 macam.

Tabel 2. Pemilihan Alternatif Fungsi Kombinasi

No.	Fungsi	Alternatif Fungsi	
1	Fungsi Penampung	<i>Hopper</i>	
2	Fungsi Rangka	Baja Struktural	Polymer
3	Fungsi Pengalir	<i>Block 1</i>	<i>Block 2</i>
4	Fungsi Penghubung	<i>Block support &amp; Pegas</i>	<i>Cam &amp; Bearing</i>
5	Fungsi Pump Handle	<i>Handle Poros &amp; Pegas</i>	
6	Fungsi Penahan	<i>Spring-loaded</i>	
	<b>AFK</b>	<b>AFK 1</b>	<b>AFK 2</b>

\*AFK = Alternatif Fungsi Kombinasi

**Penilaian Variasi Konsep Kombinasi**

Penilaian dilakukan untuk memilih alternatif fungsi kombinasi yang akan dikembangkan lebih lanjut pada fase perancangan produk. Penilaian akan memberikan alasan pemilihan suatu konsep rancangan optimal yang berdasarkan pada aspek-aspek tertentu yang menentukan layak atau tidak layaknya suatu konsep rancangan untuk direalisasikan. Aspek-aspek tersebut adalah aspek teknik yang terdiri dari fungsi utama, pengoperasian, kehandalan, konstruksi, kemudahan dalam perawatan, dan aspek ekonomi. Penilaian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Penilaian dari Aspek Teknis

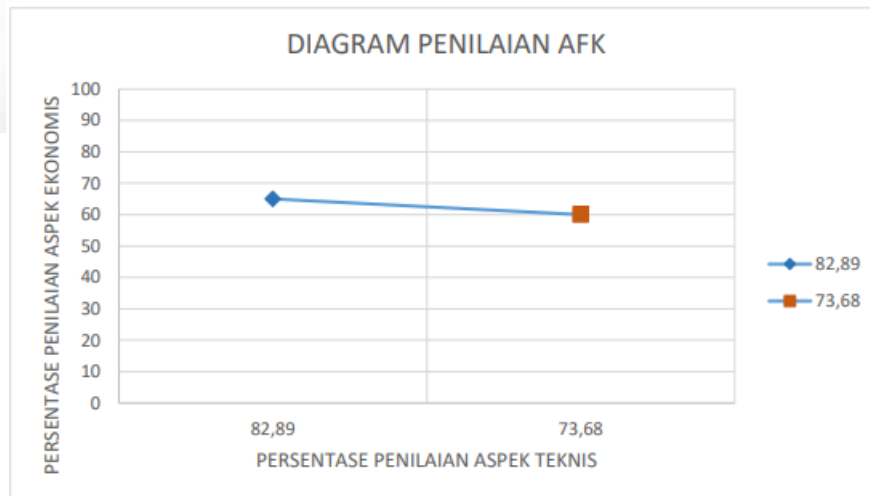
No	Aspek Penilaian	Bobot	AFK				Nilai Ideal	
			AFK 1		AFK 2			
1.	Pencapaian fungsi	4	4	16	4	16	4	16
2.	Pembuatan	3	3	9	2	6	4	12
3.	Optimalisasi Komponen Standar	3	3	9	4	12	4	12
4.	Perakitan	3	3	9	2	6	4	12
5.	Perawatan	2	3	6	2	4	4	8
6.	Keamanan	2	3	6	2	4	4	8
7.	Ergonomis	2	4	8	4	8	4	8
Nilai Total				63		56		76
Persentase				82,89%		73,68%		100%

Tabel 4. Penilaian dari Aspek Ekonomis

No	Aspek Penilaian	Bobot	AFK				Nilai Ideal	
			AFK 1		AFK 2			
1.	Biaya Pembuatan	2	2	4	2	4	4	8
2.	Biaya Perawatan	3	3	9	2	6	4	12
Nilai Total				13		12		20
Persentase				65%		60%		100%

**Pengambilan Keputusan**

Berdasarkan penilaian dari kedua alternatif fungsi kombinasi diatas, maka fungsi kombinasi yang ideal adalah alternatif fungsi kombinasi 1 (AFK 1) dibanding alternatif fungsi bagian 2 (AFK 2), karena dari hasil Berikut diagram penilaian dari alternatif kombinasi:



Gambar 5. Diagram Penilaian AFK

Berdasarkan diagram diatas, terlihat Alternatif fungsi kombinasi yang lebih dominan dan memiliki nilai lebih tinggi dan mendekati 100% yaitu alternatif fungsi kombinasi 1 dengan nilai 82,89% dibanding dengan alternatif kombinasi 2 dengan nilai 73,68% . Maka dipilih alternatif fungsi kombinasi 1.

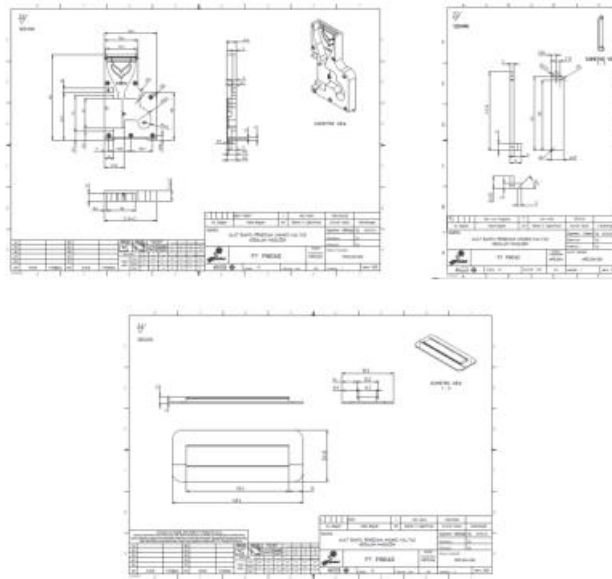
## Hasil dan Pembahasan

### *Tahap Perancangan*

Pada tahap ini penulis membuat rancangan dari alternatif fungsi kombinasi 1 terpilih. Tahap ini dijelaskan pada Bab 4 mengenai perhitungan konstruksi agar rancangan sesuai dengan tuntutan yang dicari dan agar rancangan kuat baik dari segi material, dimensi, dan lainnya.

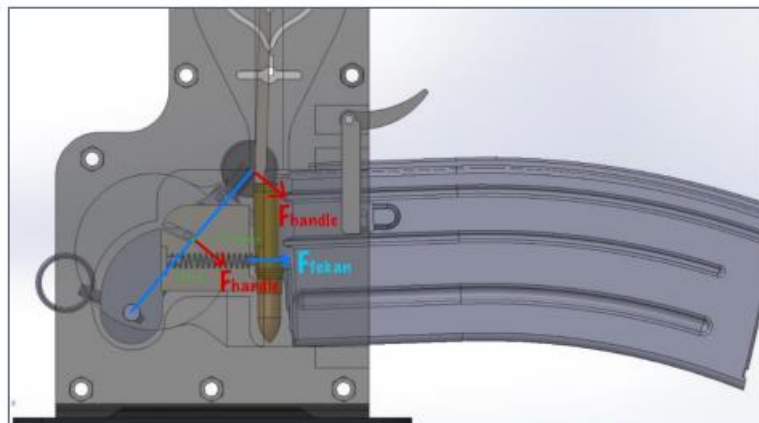
### *Tahap Penyelesaian*

Pada tahap penyelesaian ini dibuat gambar susunan, gambar sub susunan, dan gambar kerja detail yang nantinya akan digunakan sebagai informasi dalam proses manufaktur juga sebagai informasi dalam pembelian part-part standar yang digunakan nantinya. Tahap penyelesaian ini dijelaskan dengan melampirkan lampiran berupa gambar susunan, gambar sub-susunan dan gambar kerja yang terdapat pada lampiran di karya tulis ini.



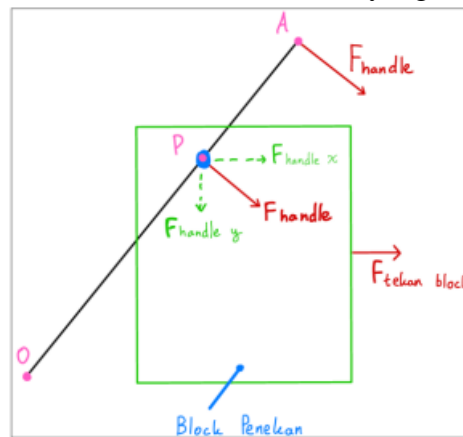
Gambar 6. Gambar Teknik

### Perhitungan Kemampuan Feeder Peluru



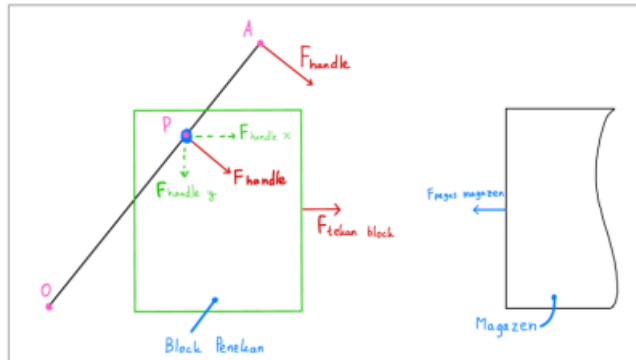
Gambar 7. Gaya yang Terjadi pada Komponen

Diketahui gaya luar terjadi akibat dari penekanan handle oleh tangan, yaitu diberikan sebesar  $\frac{1}{3}$  dari berat tubuh user. Asumsi berat tubuh user yang ditentukan yaitu 60 kg.



Gambar 8. Diagram Benda Bebas

Gaya *Fhandle* yang terjadi tidak lurus, tetapi miring dengan asumsi kemiringan yaitu sebesar  $30^\circ$ . Sehingga terjadi distribusi gaya ke arah sumbu horizontal dan sumbu vertikal.



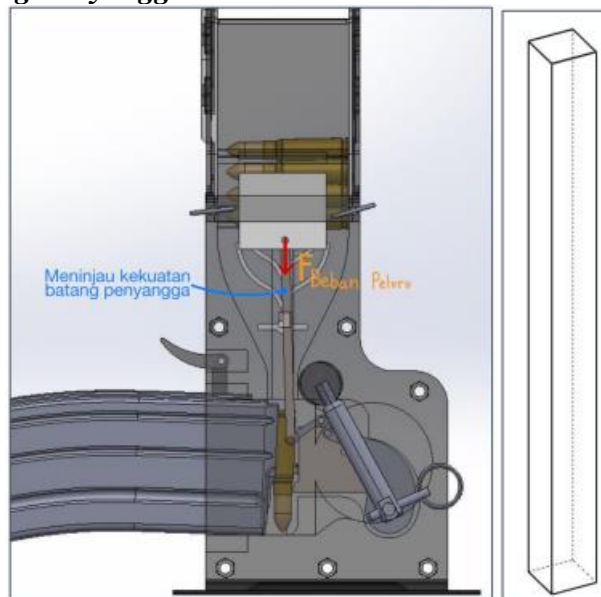
Gambar 9. Diagram Benda Bebas Block Penekan dengan Magazen

Menimbang dari terjadinya gaya handle tersebut, gaya yang mempengaruhi terdorongnya peluru untuk masuk ke arah magazen yaitu menggunakan gaya handle horizontal ( $F_{handle \cdot x}$ ). Gaya  $F_{handle \cdot x}$  meneruskan gaya ke Part “Block Penekan”, sehingga arah dan besar gaya yang dihasilkan “Block Penekan” sama dengan  $F_{handle \cdot x}$ , yaitu  $F_{tekan\ block} = 173,205\ N$  ke arah kanan. Diketahui pula, gaya awal yang dihasilkan oleh pegas yang ada di magazen yaitu sebesar  $F_{magazen} = 30\ N$ , dapat didefinisikan bahwa:

$$F_{tekan\ block} > F_{magazen}$$
$$173,205\ N > 30\ N$$

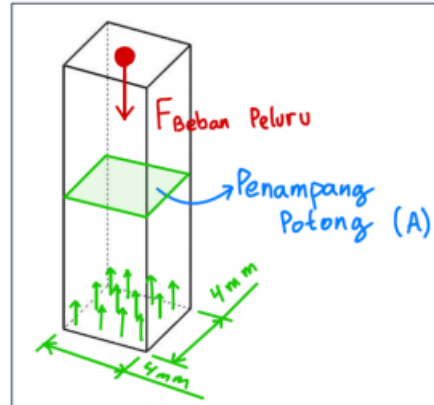
Sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan tenaga atau gaya luar yang dikeluarkan oleh tangan user sebesar 200 N, dapat mengakomodir masuknya peluru masuk ke dalam magazen, karena gaya tekannya lebih besar daripada gaya tekan magazen.

### Kontrol Kekuatan Batang Penyangga



Gambar 10. Beban pada Batang Penyangga

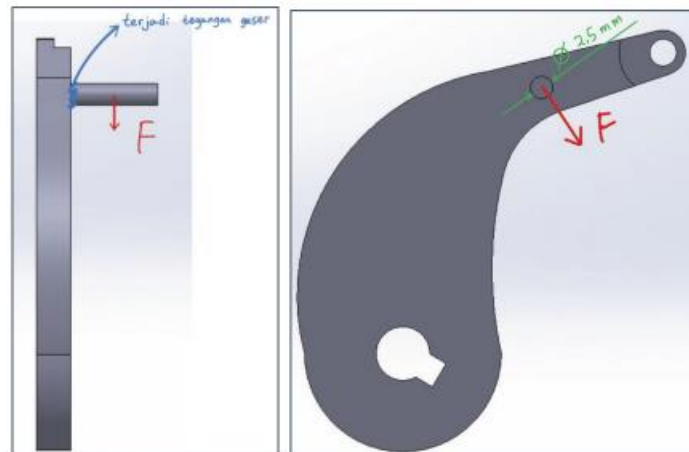
Meninjau kekuatan batang penyangga dalam menahan beban. Beban dari tumpukan peluru menghasilkan gaya luar yang didefinisikan  $F_{Beban\ Peluru}$ . Total peluru yang ditampung sebanyak 30 buah, massa peluru yaitu 26 gram/peluru.



Gambar 11. Tegangan Normal pada Batang Penyangga Akibat Beban Peluru

Dari nilai FS tersebut menjelaskan bahwa batang tersebut sangat aman dan tidak mendapatkan gaya luar yang berarti dengan  $FS\ 348,72 > 1$ . Maka dapat dinyatakan Factor of Safety sangat aman.

#### Kontrol Kekuatan pada Pena Penekan



Gambar 12. Tegangan Geser pada Pena Penekan

Rumus tegangan geser diketahui [7] :

$$\tau_{geser} = \frac{F_{handle}}{A} = \frac{200\ N}{4,91\ mm^2} = 40,75\ N/mm^2 = 40,74\ MPa \quad (2)$$

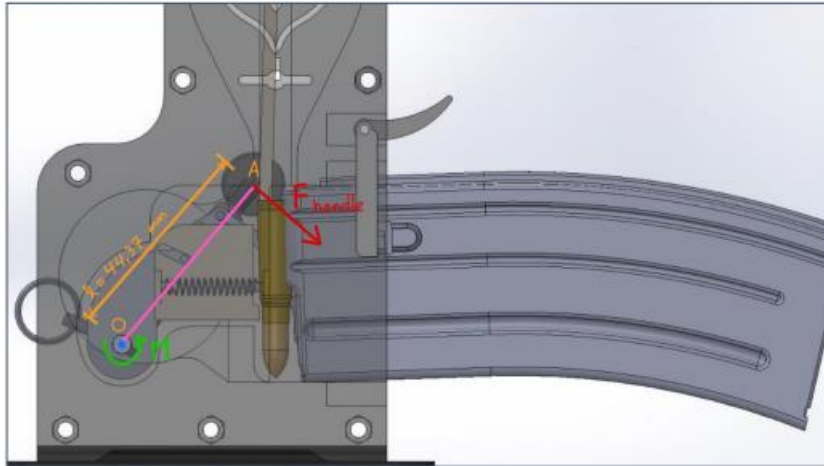
Untuk menghitung Factor of Safety (FS) pada batang penyangga tersebut maka digunakan rumus [7] :

$$FS = \frac{Strength\ (material\ properties)}{Stress\ (Load)} = \frac{170\ MPa}{40,74\ MPa} = 4,17 \quad (3)$$

Dari nilai FS tersebut menjelaskan bahwa pena tersebut aman dan tidak mendapatkan gaya luar yang berarti dengan  $FS\ 4,17 > 1$ . Maka dapat dinyatakan Factor of Safety pada pena tersebut sudah aman.

**Kontrol Kekuatan pada Poros Utama**

Terjadi momen yang diakibatkan gaya luar oleh handle user ( $F_{handle}$ ) sebesar 200 N terhadap poros utama dengan panjang lengan 44,37 mm. Sehingga terjadi torsi dan angle of twist [1]. Material pada poros utama yaitu ditentukan berbahan baja structural dengan kekuatan yield strength 170 MPa. Dibawah ini gambar momen yang terjadi pada poros utama [7] :

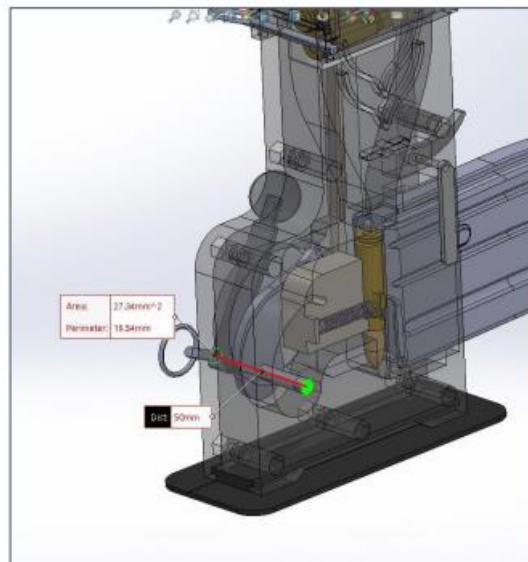


Gambar 13. Momen/Torsi pada Poros Utama

Terhitung torsi yang terjadi pada titik O [7] :

$$T_0 = F_{handle} \times \text{lengan gaya} = 200 \text{ N} \times 44,37 \text{ mm} = 8874 \text{ Nmm} \quad (4)$$

$$T_0 = 8,874 \times 10^{-3} \text{ kNm}$$



Gambar 14. Panjang Poros Utama pada Konstruksi

Poros memiliki spesifikasi panjang sebesar 50 mm dan diameter sebesar 6 mm. Akibat dari momen tersebut, terjadi angle of twist [7] dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\phi = \frac{T_0 \times L}{J \times G} \quad (5)$$

Dimana  $T_0$  adalah internal torsi,  $L$  adalah pajang lengan yang dibebani,  $J$  adalah Momen Inersia Tahanan Polar, dan  $G$  adalah “Modulus Kekakuan”,  $G$  dapat diketahui dari material properties untuk baja struktural sebesar 78,7 GPa atau  $79 \times 10^6$  kN/m. [7]

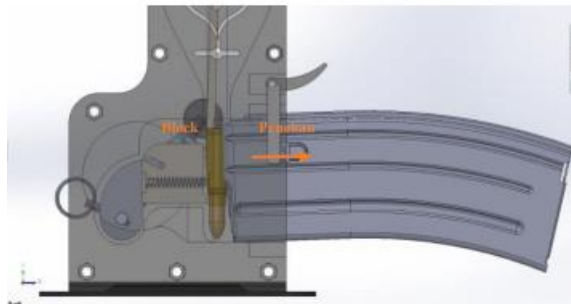
$$\phi = \frac{T_0 \times L}{J \times G} = \frac{8,874 \times 10^{-3} \text{ kNm} \times 0,05 \text{ m}}{1,272 \cdot 10^{-10} \text{ m}^4 \times 79 \text{ kN/m}}$$

$$\phi = 4,415^\circ \times 10^{-4}$$

$$\phi \approx 0,00 \dots^\circ$$

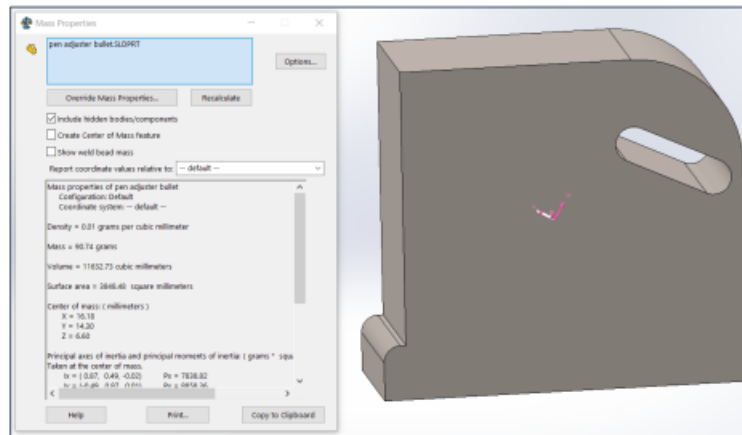
Puntiran yang terjadi sangat kecil sekali yaitu  $\phi \approx 0,00 \dots^\circ$ , dikarenakan gaya luar sangat kecil, sehingga torsi atau momen yang terjadi sangat kecil dan tidak begitu berpengaruh pada poros utama. Dapat disimpulkan, bahwa konstruksi pada poros utama terbilang sangat aman.

### Kontrol Kemampuan Pegas untuk Pemosisian Block Penekan



Gambar 15. Block Penekan

Untuk mengembalikan block Penekan pada posisi semula, dibutuhkan konstanta pegas yang mengakomodir hal tersebut. Berikut massa dari Block Penekan, untuk mencari gaya reaksi yang dibutuhkan oleh pegas. Massa diketahui yaitu seberat 91-gram atau setara dengan gaya luar sebesar 0,91 Newton.



Gambar 16. Mass Properties dari Block Penekan

Untuk mendapatkan nilai konstanta pegas atau “Spring rate”, maka digunakan rumus seperti berikut [9]:

$$k = \frac{G \times d^4}{8 \times D \times m^3 \times \text{if}} = \frac{81500 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \times (1 \text{ mm})^4}{8 \times (5 \text{ mm})^3 \times 12}$$

$$k = 6,791 \text{ N/mm} \tag{6}$$

Kesimpulan dari pemilihan pegas:

$$6,791 \frac{N}{mm} > 0,13 \frac{N}{mm}$$

Pegas yang penulis dapatkan bernilai 6,791 N/mm, sehingga dapat mengakomodir terdorongnya block penekan yang nilai spring rate minimumnya 0,13 N/mm. Maka pegas dengan spesifikasi tersebut mampu untuk memosisikan Kembali block penekan ke posisi semula saat sebelum tuas atau handle ditekan oleh user.

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, dapat ditarik kesimpulan bahwa Dari proses perancangan telah dihasilkan draft rancangan Alat bantu pengisian amunisi kal. 7,62 mm pada magazen senjata dengan hasil keluaran berupa karya tulis dan gambar kerja yang terlampir pada lampiran. Observasi dan identifikasi masalah telah dilakukan dan menghasilkan daftar tuntutan yang mengacu pada kondisi di tempat perakitan senjata bagian uji tembak. Telah dilakukan perancangan alat bantu pengisian amunisi kal. 7,62 mm yaitu hopper system dan feeder system. Dengan dimensi alat bantu : 72mm x 271.6mm x 277mm dan Hopper dengan dimensi 271.6mm x 97.5mm x 72mm dan Kapasitas Penampungan amunisi  $\geq 30$  amunisi Kal.7,62 mm, Dengan Mekanisme kerja pada hopper system yaitu menyalurkan amunisi yang diletakan secara acak dan memosisikan amunisi jatuh dengan posisi proyektil dibawah, dan pada feeder system yaitu memasukkan amunisi yang jatuh kebawah masuk menuju magazen. Proses perancangan telah dilakukan sesuai metode perancangan VDI 2222 dan dihasilkan rancangan alat bantu pengisian amunisi kal.7,62 mm pada magazen senjata yang telah dinilai dari aspek teknis dan ekonomis sesuai dengan kajian VDI 2222. Telah dilakukan Analisa dan perhitungan terhadap komponen kritis yang terdapat pada rancangan alat bantu pengisian amunisi kal. 7,62mm pada magazen senjata. Hasil Analisa dan perhitungan dinyatakan aman dan terpenuhi secara keseluruhan.

### Referensi

- [1] Yoesdinar, Mochamad. 2017. Komunikasi Pemasaran PT PINDAD (Persero) Di Kawasan Asia Tenggara. Bandung; Faculty of Communication Science Universitas Padjadjaran. Jurnal Vol 5, No. 2
- [2] Hogg, I. V. (1985). The illustrated encyclopedia of ammunition. Chartwell Books.
- [3] Henwood, B. J., Oost, T. S., & Fairgrieve, S. I. (2019). Bullet caliber and type categorization from gunshot wounds in *Sus scrofa* (linnaeus) long bone. *Journal of forensic sciences*, 64(4), 1139-1144.
- [4] Spesifikasi Teknik Pindad untuk Amunisi Kal.7,62 MU8-TJ Pindad
- [5] Kelley, F. N. (1969). Solid propellant mechanical properties testing, failure criteria, and aging.
- [6] Ammunition Management Device And Method. United States Patent. US 11,022,390 B2 Juni 1, 2021
- [7] Hakim, Adies Rahman. 2002. Kekuatan Bahan Dasar. Bandung: Polman Bandung
- [8] Mahmudah, Aida. 2000. Gambar Teknik Mesin. Bandung: Polman Bandung
- [9] Muhs, Dieter, dkk. 2013. Roloff/Matek Maschinen Elemente. Reutlingen: Springer Vieweg.