

ANALISA GAYA *RECOIL* DAN DESAIN KOMPONEN POPOR *CORNER SHOT* PADA PISTOL P1 PINDAD KALIBER 9 MM

Oggy Surya Fanawa¹, Sufiyanto^{1*}, Jainur Rohman²

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Malang

²Jurusan Teknik Otoranpur, Poltekad

*Email corresponding author: sufiyanto@unmer.ac.id

Abstrak

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam bidang persenjataan untuk kedepannya telah memberi inspirasi yang jauh lebih baik bila dihadapkan pada kondisi senjata konvensional. *Corner shot* adalah senjata sudut yang dapat dibelokkan kearah kanan ataupun kiri yang nantinya dapat mendukung dalam proses pertempuran perkotaan. Ukuran dan pemilihan bahan yang digunakan akan menentukan kemampuan dari desain alat yang dibuat. Dalam memodifikasi diketemukan adanya kendala yang mungkin dapat dilengkapi yaitu tentang pembahasan gaya *recoil*. Karena dalam memperoleh gaya *recoil* masih menggunakan referensi data hasil pengukuran *recoil load force*. Sehingga perlu dilakukan analisa perhitungan terhadap gaya *recoil* sehingga dapat sebagai acuan untuk memperhitungkan beban yang bekerja sehingga popor *corner shot* mampu menerima beban kerja maksimum yang dihasilkan oleh senjata pistol P1 Pindad kaliber 9 mm. Dari perencanaan dan perhitungan beban, analisa beban yang terjadi, diperoleh hasil gaya *recoil* (F_{rec}) sebesar 42,674 N. Tegangan geser pada pasak poros penghubung dengan bahan besi cor FC 15 sebesar $0,42 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$, sedangkan tegangan geser yang diijinkan sebesar $66,15 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$. Tegangan lentur pada pasak poros penghubung dengan bahan besi cor FC 15 sebesar $14,3 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$, sedangkan tegangan lentur yang diijinkan sebesar $68,6 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$. Tegangan geser pegas pada pasak poros penghubung dengan bahan baja SUP 4 sebesar $16 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2$, sedangkan tegangan geser yang diijinkan pada pegas sebesar $51,75 \text{ kg/mm}^2 = 51,75 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2$. Dan tegangan geser bantalan luncur pasak poros penghubung dengan bahan besi cor FC 15 sebesar $0,5 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$, sedangkan tegangan geser yang diijinkan pada bantalan luncur sebesar 7 kg/mm^2 ($68,6 \text{ Mpa} = 68,6 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$). Dikarenakan besarnya beban kerja yang bekerja pada bahan lebih kecil dibandingkan beban kerja yang diijinkan maka ukuran dimensi dan bahan yang digunakan aman dari patahan atau defleksi.

Kata Kunci : *Corner Shot, Gaya Recoil, Redesain.*

Abstract

The development of science and technology in the field of weapons in the future has provided much better inspiration when faced with the conditions of conventional weapons. *Corner shot* is a corner weapon that can be turned right or left which can later support in the process of urban fighting. The size and selection of materials used will determine the ability of the design of the tool made. In modifying it was found that there are obstacles that might be completed, namely the discussion of recoil force. Because in obtaining the recoil force still uses the reference data measurement results recoil load force. So it is necessary to analyze the calculation of the recoil force so that it can be used as a reference to calculate the work load so that the corner shot butt is able to accept the maximum workload produced by the P1 Pindad 9 mm pistol. From the planning and calculation of the load, analysis of the load that occurs, the results obtained recoil force (F_{rec}) of 42,674 N. The shear stress on the connecting shaft pegs with cast iron FC 15 is $0,42 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$, while the allowable shear stress is $66,15 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$. The flexural stress on the connecting shaft pegs with FC 15 cast iron material is $14,3 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$, while the allowable stress is $68,6 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$. The spring shear stress on the connecting shaft pegs with SUP 4 steel material is $16,107 \text{ N/m}^2$, while the permissible shear stress on the springs is $51,75 \text{ kg/mm}^2 = 51,75 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2$. And the shear stress of the connecting shaft pivot bearings with FC 15 cast iron is $0,5 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$, while the allowable shear stress on sliding bearings is 7 kg/mm^2 ($68,6 \text{ Mpa} = 68,6 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$). Due to the large workload that works on material smaller than the allowable workload, the dimensions and the material used are safe from fracture or deflection.

Keywords: *Corner Shot, Recoil Style, Redesign.*

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya dalam bidang persenjataan untuk kedepannya telah banyak

memberi inspirasi yang jauh lebih baik bila dihadapkan pada kondisi senjata konvensional. Demikian juga dalam perkembangan ilmu taktik perangnya semakin

maju dan mutakhir, tidak hanya terfokus di hutan saja tetapi sudah mengarah pada pertempuran-pertempuran di tempat terbuka seperti gedung atau lapangan terbuka. Prinsip penyanderaan atau penawanan banyak digunakan karena sangat mendukung keberhasilan dalam suatu misi atau tugas.

Pasukan infanteri merupakan salah satu pasukan yang mengandalkan persenjataan perorangan untuk melakukan tugas pokok dalam kesehariannya. Salah satu ilmu perang yang dipelajari adalah PJD (Pertempuran Jarak Dekat), dimana dalam pertempuran jarak dekat tersebut dibutuhkan sebuah senjata yang efisien dalam pertempuran itu dan senjata yang sering dipakai adalah pistol. Pada pemakaian senjata pistol sendiri masih kurang efisien untuk pertempuran jarak dekat di karenakan di dalam pertempuran jarak dekat sering terdapat tembok-tembok gedung sebagai penghalang dalam pertempurannya.

Penelitian sebelumnya dilakukan modifikasi popor *corner shot* pada pistol P1 Pindad kaliber 9 mm. Dalam memodifikasi ditemukan adanya kendala yang mungkin dapat dilengkapi yaitu tentang pembahasan gaya *recoil*. Karena pembahasan tentang gaya *recoil*-nya masih menggunakan referensi data hasil pengukuran *recoil* pada senjata *load force*.

Pada penelitian ini dilakukan analisa gaya *recoil* dan desain komponen popor *corner shot* pada pistol P1 Pindad kaliber 9 mm agar mudah untuk dioperasikan serta pemilihan bahan yang ringan serta kuat yang

mampu menahan beban atau gaya *recoil* senjata.

KAJIAN PUSTAKA

Amos Golan (2000), bekerja sama dengan inverstor Amerika, mendesain awal *corner shot* yang digunakan oleh pasukan khusus Amerika yaitu *SWAT* yang digunakan untuk mengatasi ancaman teroris. Prinsip awal dari desain *corner shot* menggunakan sistem senapan periskop (*periscope rifle*) yang mempermudah petembak untuk melihat dan menyerang sasaran/target tanpa dikhawatirkan petembak mendapat serangan balasan dari target/sasaran.

Donny Edy Prasetyo (2013) membahas tentang Rancang Bangun Popor *Corner Shot* Pada Pistol Kaliber 9 mm P1 PT. Pindad (Persero) yang menggunakan motor DC sebagai penggerak *azimuth* dari dudukan senjata *corner shot*.

Corner Shot

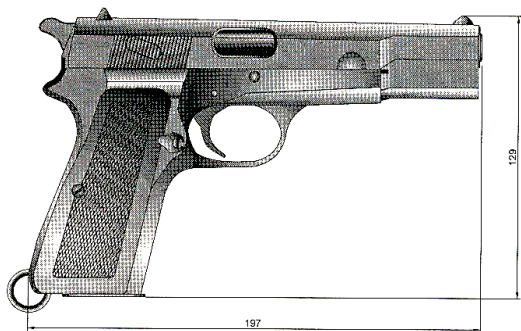
Corner shot adalah penempatan senjata (pistol) pada sebuah dudukan senjata yang mampu menekuk secara horisontal, dimana pada pengembangan selanjutnya dilengkapi dengan aksesoris lain seperti kamera, lampu (senter), *infra red* dan lain-lain.



Gambar 1. *Corner Shot*

Pistol P1 Pindad Kaliber 9 mm

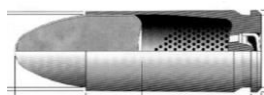
Pistol P1 Pindad kaliber 9 mm merupakan salah satu senjata genggam produk dari PT. Pindad (Persero), terdapat alur laras 6 dengan arah putar ke kanan dengan panjang *twist* 10 inchi dan menggunakan munisi 9 mm MU 1-TJ dengan isi magazen 15 butir.



Gambar 2. Pistol P1 Pindad

Munisi Kaliber 9 mm (MU-1TJ).

Munisi kaliber 9 mm (MU-1TJ) merupakan salah satu munisi produk PT. Pindad (Persero) Turen. Dimana munisi ini sudah sesuai dengan standarisasi NATO (9x19 mm NATO).



Gambar 3. Munisi Kaliber 9 mm

Gaya Recoil

Gaya *recoil* adalah gaya yang ditimbulkan oleh adanya gaya aksi akibat gerak peluru dan tekanan gas di dalam laras. Besarnya gaya *recoil* senjata dapat diketahui dengan cara perhitungan secara teoritis maupun dengan cara pengujian menggunakan alat bantu.

a. Energi *recoil*



Gambar 4. Momentum Senjata

$$V_r = \left(\frac{m_p + \beta \cdot m_c}{m_r} \right) \times V_0 \dots \dots \dots (1)$$

Sehingga :

$$E_{rec} = 1/2 \cdot m_r \cdot V_r^2 \dots \dots \dots (2)$$

Dimana :

- V_0 : Kecepatan awal pelor (m/dt)
- V_r : Kecepatan mundur senjata (m/dt)
- ω : Kecepatan aliran tekanan gas di dalam laras (m/dt)
- m_p : Massa pelor (kg)
- m_c : Massa isian dorong (kg)
- m_r : Massa senjata (kg)
- β : Konstanta aliran tekanan gas

b. Jarak Total *Recoil* (S_{re})

Untuk mengetahui besarnya jarak *recoil* total (S_{re}), sebelumnya harus mengetahui variabel-variabel pendukung lainnya, seperti β , V_{ra} , V_{re} , F_a , t_e , t_a , t_n , S_{ra} , dan S_{re} dengan persamaan-persamaan dibawah ini :

- 1) Kecepatan *recoil* pada saat pelor keluar laras (V_{ra})

$$V_{ra} = \frac{m_p + (0,5 \times m_c)}{m_r} \times V_0 \dots \dots \dots (3)$$

Dimana :

- V_{ra} : Kecepatan *recoil* saat pelor keluar laras (m/dtk)

- 2) Gaya di ujung mulut laras (F_a)

$$F_a = p_e \times A \dots \dots \dots (4)$$

$$A = 1/4 \times \pi \times d^2 \dots \dots \dots (5)$$

Dimana :

F_a : Gaya di ujung mulut laras (N)
 p_e : Tekanan gas di ujung mulut laras (N/m²)

A : Luas penampang laras (m²)

d : Diameter laras / kaliber (m)

3) Waktu tempuh pelor di dalam laras (t_a)

$$t_a = \frac{2 \times S_0}{V_0} \dots\dots\dots(6)$$

Dimana :

t_a : Waktu tempuh pelor di dalam laras (dtk)

S_0 : Panjang laras (m)

4) Waktu setelah pengaruh tekanan gas (t_n)

$$t_n = \frac{(\beta - 0,5) \times m_c \times V_0}{F_a / 2} \dots\dots\dots(7)$$

Dimana :

t_n : Waktu setelah pengaruh tekanan gas (dtk)

5) Total waktu *recoil* (t_e)

$$t_e = t_a + t_n \dots\dots\dots(8)$$

Dimana :

t_e : Total waktu *recoil* (dtk)

6) Jarak *recoil* pada saat pelor keluar laras (S_{ra})

$$S_{ra} = \frac{m_p + 0,5 \times m_c}{m_r + m_p + m_c} \times S_0 \dots\dots\dots(9)$$

Dimana :

S_{ra} : Jarak *recoil* pada saat pelor keluar laras (m)

7) Jarak *recoil* setelah pengaruh tekanan gas (S_{rm})

$$S_{rm} = \left(\frac{V_{ra} + V_{re}}{2} + \frac{V_{ra} - V_{re}}{6} \right) \times t_n \dots\dots(10)$$

Dimana :

S_{rm} : Jarak *recoil* setelah pengaruh tekanan gas (m)

8) Jarak total *recoil* (S_{re})

$$S_{re} = S_{ra} + S_{rm} \dots\dots\dots(11)$$

Dimana :

S_{re} : Jarak total *recoil* (m)

9) Gaya *Recoil* Senjata (F_{rec})

$$F_{rec} = \frac{E_{rec}}{S_{rec}} \dots\dots\dots(12)$$

Dimana :

E_{rec} : Energi *recoil* senjata (Joule)

F_{rec} : Gaya *recoil* (N)

S_{re} : Total jarak *recoil* (m)

Momen Gaya

Momen gaya merupakan besaran yang dipengaruhi oleh gaya dan lengan kuasa atau lengan torsi. Lengan torsi sebuah gaya didefinisikan sebagai panjang garis yang ditarik di titik sumbu rotasi sampai memotong tegak lurus garis kerja gaya. Dalam hal ini, jika m_r (kg) adalah massa pistol, maka terdapat hubungan berat senjata pistol P1 Pindad (W_{jat}) = $m_r \times g$, dimana g adalah gravitasi dengan nilai 9,8 m/dt². Selain itu momen gaya di tentukan oleh besarnya berat dudukan senjata pada popor *corner shot* (W_{dukjat}) = $m_{dukjat} \times g$, Dimana massa dudukan senjata adalah m_{dukjat} (kg). Sehingga besarnya momen gaya adalah sebagai berikut :

$$M = W_{total} \times (1/3 p_{dukjat}) \dots\dots\dots(13)$$

Dimana :

M : Momen gaya (N.m)

W_{jat} : Berat senjata/pistol (N)

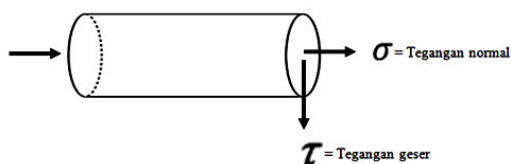
W_{dukjat} : Berat dudukan senjata (N)

W_{total} : Berat total (N)

p_{dukjat} : Panjang dudukan senjata (m)

Tegangan Geser

Tegangan geser merupakan tegangan yang bekerja sejajar atau menyinggung permukaan. Perjanjian tanda untuk tegangan geser yaitu, tegangan geser yang bekerja pada permukaan positif suatu elemen adalah positif apabila bekerja dalam arah positif dari salah satu sumbu-sumbu positif dan negatif apabila bekerja dalam arah negatif dari sumbu-sumbu. Tegangan geser yang bekerja pada permukaan negatif suatu elemen adalah positif apabila bekerja dalam arah negatif sumbu dan negatif apabila bekerja dalam arah positif.



Gambar 5. Tegangan Geser

Sehingga besarnya gaya yang bekerja pada bahan adalah :

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{F}{\frac{\pi}{4} \times d^2} \dots\dots\dots(14)$$

Dimana :

- d : Diameter bahan senjata (m)
- l : Panjang poros/bahan (m)
- F : Gaya yang bekerja pada bahan (N)
- τ : Tegangan geser bahan (N/m²)

Tegangan Lentur (*Bending Stress*)

Merupakan tegangan yang diakibatkan oleh bekerjanya momen lentur pada benda. Sehingga pelenturan benda disepanjang sumbunya menyebabkan sisi bagian atas tertarik, karena bertambah panjang dan sisi bagian bawah tertekan, karena memendek. Dengan demikian struktur material benda di

atas sumbu akan mengalami tegangan tarik, sebaliknya dibagian bawah sumbu akan menderita tegangan tekan. Sedangkan daerah diantara permukaan atas dan bawah, yaitu yang sejajar dengan sumbu benda tetap, tidak mengalami perubahan, ini disebut sebagai bidang netral. Besarnya tegangan lentur dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\sigma_l = \frac{M_{total} \times c}{\frac{\pi}{64} \times d^4} \dots\dots\dots(15)$$

Dimana :

- d : Diameter pasak poros (m)
- c : ½ dari diameter pasak poros (m)
- σ_l : Tegangan lentur bahan (N/m²)

Pegas

Pegas adalah benda elastis yang digunakan untuk menyimpan energi mekanis. Pegas biasanya terbuat dari baja. Pegas memiliki fungsi untuk menambah daya cengkram pasak terhadap dudukan pasak pengunci pada popor *corner shot*. Beberapa jenis pegas mempunyai lendutan yang besarnya sebanding dengan beban, dan beberapa yang lain tidak. Dalam hal ini, jika δ (mm) adalah lendutan yang terjadi pada beban W_l (kg), maka terdapat hubungan $W_l = k \cdot \delta$, dimana k adalah konstanta pegas (kg/mm). Kekuatan pegas ditentukan oleh besarnya tegangan geser atau tegangan lentur, sedangkan kekakuannya ditentukan oleh modulus elastisitas E (kg/mm²) atau modulus gesernya G (kg/mm²). Bila tarikan atau kompresi bekerja pada pegas ulir, besarnya momen puntir T (kg.mm) adalah tetap untuk seluruh penampang kawat yang bekerja.

Untuk diameter lilitan rata-rata (diukur pada sumbu kawat) D (mm), besar momen puntir tersebut adalah :

$$T = (D/2) \times W_l \dots \dots \dots (16)$$

Dimana :

- T : Momen puntir (kg.mm)
- D : Diameter lilitan (mm)
- W_l : Beban lendutan (kg)

Sekarang, jika beban dinyatakan dengan W_l (kg), diameter lilitan rata-rata dengan D (mm), diameter kawat dengan d (mm), modulus geser dengan G , maka lendutannya, δ (mm), adalah :

$$k = \frac{G \times d^4}{8 \times n \times D^3} \dots \dots \dots (17)$$

Dimana :

- k : Konstanta pegas

Bantalan Luncur

Bantalan luncur adalah suatu elemen mesin yang berfungsi untuk menumpu poros berbeban, sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung dengan halus dan aman. Pada *corner shot* adapun jenis bantalan tersebut mampu menumpu poros dengan beban besar yang diakibatkan adanya gaya *recoil* yang dihasilkan dari senjata pistol P1 Pindad. Untuk mengetahui kekuatan bantalan, misalkan terdapat suatu beban yang terbagi rata dan bekerja pada bantalan dari sebelah bawah. selanjutnya panjang bantalan dinyatakan dengan l (mm), beban per satuan panjang dengan w (kg/mm), dan beban bantalan dengan W (kg), serta reaksi pada tumpuan dihitung sehingga :

$$W = w \times l \dots \dots \dots (18)$$

Dimana :

- W : Beban bantalan (kg)
- w : Beban persatuan panjang (kg/mm)
- l : Panjang bantalan (mm)

Tekanan bantalan, yang dimaksud dengan tekanan bantalan adalah beban radial dibagi luas proyeksi bantalan, yang besarnya sama dengan beban rata-rata yang diterima oleh permukaan bantalan. Jika dinyatakan dengan p (kg/mm²), beban rata-rata ini adalah :

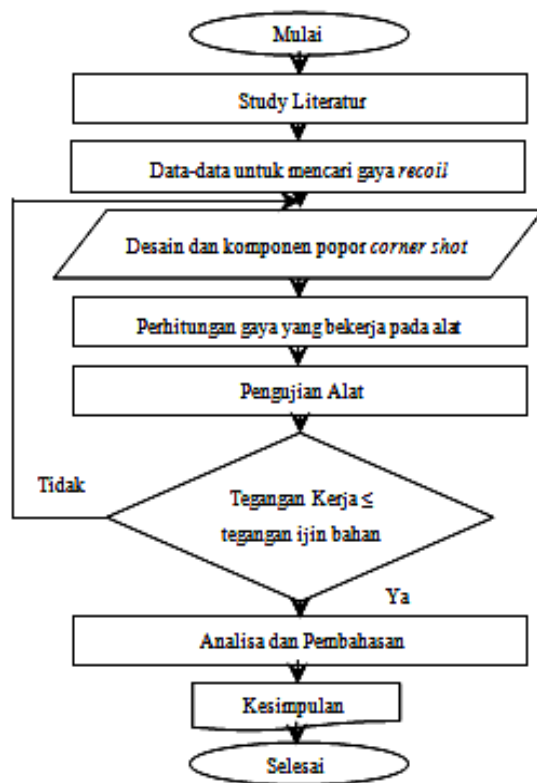
$$p = \frac{W}{l \times d} \dots \dots \dots (19)$$

Dimana :

- p : Tekanan bantalan (kg/mm²)
- W : Beban bantalan (kg)
- l : Panjang bantalan (mm)
- d : Diameter poros (mm)

METODOLOGI PENELITIAN

Diagram Alir Penelitian



Gambar 6. Diagram Alir Penelitian

Variable Penelitian

Variabel yang digunakan dalam rangka perencanaan alat adalah :

- a. Variabel bebas yang ditentukan sebagai berikut :
 - Bahan dari komponen poros.
 - Dimensi komponen poros.
- b. Variabel terikat dalam perencanaan ini adalah :

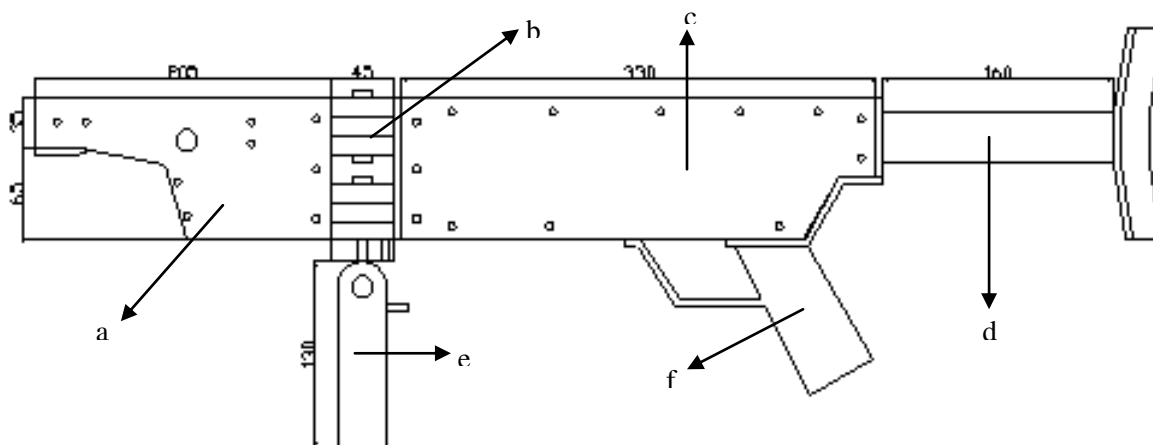
- Tegangan kerja pada bahan.
- Kekuatan/kemampuan bahan.

Rancangan dan Prosedur Pengujian

- a. Siapkan alat dan bahan yang digunakan.
- b. Lakukan penembakan pistol dengan sudut penembakan yang berbeda.
- c. Catat hasil penembakan yang dilakukan.

Desain Corner Shot

Dimensi popor *corner shot* ditunjukkan gambar 7 berikut ini.



Gambar 7. Dimensi Popor *Corner Shot*

Keterangan :

- a. Dimensi dudukan pistol.
- b. Dimensi engsel/poros.
- c. Dimensi badan popor.
- d. Dimensi popor.
- e. Dimensi pegangan poros.
- f. Dimensi pistol grip.

- e. Jarak pandang efektif : 25 m
- f. Jenis senjata api : *Single action, Semi auto*
- g. Munisi : MU – 1 TJ kaliber 9 mm Parabellum.

Karakteristik Pistol P1 Pindad Kaliber 9 mm

- a. Kaliber : 9 X 19 mm
- b. Panjang laras : 118 mm
- c. Kapasitas magazen : 12 Butir peluru
- d. Berat :
 - magazen kosong : 900 gr
 - magazen isi penuh : 1060 gr

Karakteristik MU-1TJ Kaliber 9 mm

- a. Kaliber : 9 X 19 mm
- b. Berat munisi : 12,26 gr
- c. Berat pelor : 8 gr.
- d. Kecepatan awal (V_0) : 380 m/s.
- e. Isian dorong : $8,9 \cdot 10^{-4}$ kg.
- f. Jarak efektif : 25 m.
- g. Tipe *propellant* : *double base smokeless powder*.
- h. Tipe penggalak : Berdan *non-corrosive, non-mercuric*.

Prosedur Penggunaan

- Pasang senjata pistol P1 Pindad pada dudukan pistol yang ada pada popor *corner shot*.
- Kencangkan baut yang terdapat pada dudukan pistol yang ada pada popor *corner shot* dengan menggunakan obeng.
- Untuk pengaturan gerakan penembakan popor *corner shot* ke arah kiri, arahkan pegangan poros ke arah kanan. Dan setelah membentuk pergerakan penembakan ke arah kiri maka tempatkan kedudukan pasak pada coakan poros searah pada badan popor (lurus) sesuai dengan sudut yang diinginkan $45^0/-45^0$ dan $90^0/-90^0$.
- Untuk pengaturan gerakan penembakan popor *corner shot* ke arah kanan, arahkan pegangan poros ke arah kiri. Dan setelah membentuk pergerakan penembakan ke arah kanan maka tempatkan kedudukan pasak pada coakan poros searah pada badan popor (lurus) sesuai dengan sudut yang diinginkan $45^0/-45^0$ dan $90^0/-90^0$.
- Laksanakan penembakan sesuai dengan sasaran sudut yang diinginkan.

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Gaya Recoil Senjata (F_{rec})

- Perhitungan energi *recoil* senjata (E_{rec})

- Kecepatan mundur senjata (V_r)

$$V_r = \frac{m_p + (\beta \times m_c)}{m_r} \times V_0$$
$$= \frac{(8.10^{-3}\text{kg}) + (3,158.8,9.10^{-4}\text{kg})}{1,06} \cdot 380\text{m/dtk}$$
$$= 4,047 \text{ m/dtk}$$

- 2) Energi *recoil* senjata (E_{rec})

$$E_{rec} = \frac{1}{2} \times m_r \times V_r^2$$
$$= \frac{1}{2} \times 1,06 \text{ kg} \times (4,047 \text{ m/dtk})^2$$
$$= 8,683 \text{ kg m}^2/\text{dtk}^2 = 8,683 \text{ Joule}$$

- Perhitungan jarak *recoil* senjata (S_{rec})

- Kecepatan *recoil* pada saat pelor keluar laras (V_{ra})

$$V_{ra} = \frac{m_p + (0,5 \times m_c)}{m_r} \times V_0$$
$$= \frac{(8.10^{-3}\text{kg}) + (0,5.8,9.10^{-4}\text{kg})}{1,06} \cdot 380 \text{ m/dtk}$$
$$= 3,027 \text{ m/dtk}$$

- 2) Gaya di ujung mulut laras (F_a)

$$A = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2$$
$$= \frac{1}{4} \times 3,14 \times (9.10^{-3}\text{m})^2 = 6,36.10^{-5} \text{ m}^2$$

Selanjutnya :

$$F_a = p_e \times A = 4,7.10^5 \text{ N/m}^2 \times 6,36.10^{-5} \text{ m}^2$$
$$= 29,891 \text{ N}$$

- 3) Waktu tempuh pelor di dalam laras (t_a)

$$t_a = \frac{2 \times S_0}{V_0} = \frac{2 \times 0,118 \text{ m}}{380 \text{ m/dtk}}$$
$$= 6,2.10^{-4} \text{ dtk}$$

- 4) Waktu akibat pengaruh tekanan gas (t_n)

$$t_n = \frac{(\beta - 0,5) \times m_c \times V_0}{F_a / 2}$$
$$= \frac{(3,158 - 0,5) \times 8,9.10^{-4}\text{kg} \times 380\text{m/dtk}}{29,891\text{N} / 2}$$
$$= 0,06 \text{ dtk}$$

- 5) Jarak *recoil* pada saat pelor keluar laras (S_{ra})

$$S_{ra} = \frac{m_p + 0,5 \times m_c}{m_r + m_p + m_c} \times S_0$$
$$= \frac{8.10^{-3}\text{kg} + 0,5 \times 8,9.10^{-4}\text{kg}}{1,06\text{kg} + 8.10^{-3}\text{kg} + 8,9.10^{-4}\text{kg}} \times 0,118\text{m}$$
$$= 9,32 \times 10^{-4} \text{ m}$$

6) Jarak *recoil* setelah pengaruh tekanan gas

$$\begin{aligned}
 (S_m) \\
 S_m &= \left(\frac{V_{ra} + V_{re}}{2} + \frac{V_{ra} - V_{re}}{6} \right) \times t_n \\
 &= \left(\frac{3,027+4,047}{2} + \frac{3,027-4,047}{6} \right) \text{m/dtk} \times \\
 &\quad 0,06\text{dtk} \\
 &= 0,202 \text{ m}
 \end{aligned}$$

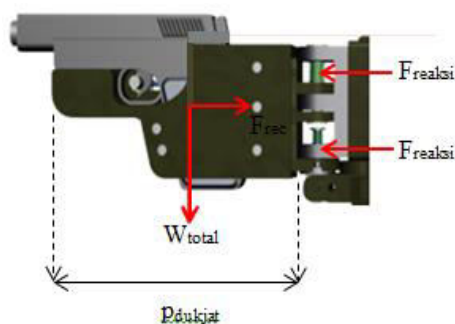
7) Total jarak *recoil* (S_{re})

$$\begin{aligned}
 S_{re} &= S_{ra} + S_m = 9,32 \cdot 10^{-4} \text{ m} + 0,202 \text{ m} \\
 &= 0,203 \text{ m}
 \end{aligned}$$

c. Perhitungan gaya *recoil* senjata (F_{rec})

$$\begin{aligned}
 F_{rec} &= \frac{E_{rec}}{S_{rec}} = \frac{8,683 \text{ kg m}^2/\text{dtk}^2}{0,203 \text{ m}} \\
 &= 42,674 \text{ kg m/dtk}^2 = 42,674 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Perhitungan Momen Akibat Berat Pistol dan Dudukannya



Gambar 8. Momen Akibat Berat Pistol dan Dudukannya

a. Mencari berat senjata pistol P1 Pindad

$$\begin{aligned}
 (W_{jat}) \\
 W_{jat} &= m_r \times g = 1,06 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/dtk}^2 \\
 &= 10,388 \text{ kg. m/dtk}^2 = 10,388 \text{ N}
 \end{aligned}$$

b. Mencari berat dudukan senjata pada popor *corner shot* (W_{dukjat})

$$\begin{aligned}
 W_{dukjat} &= m_{dukjat} \times g \\
 &= 0,45 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/dtk}^2 = 4,41 \text{ N}
 \end{aligned}$$

c. Mencari berat total (W_{total})

$$\begin{aligned}
 W_{total} &= W_{jat} + W_{dukjat} \\
 &= 10,388 \text{ N} + 4,41 \text{ N} = 14,798 \text{ N}
 \end{aligned}$$

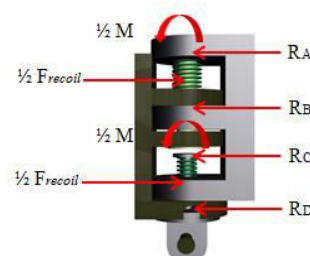
d. Mencari momen (M)

$$\begin{aligned}
 p_{dukjat} &= 0,205 \text{ m} \\
 M &= W_{total} \times (1/3 \cdot p_{dukjat}) \\
 &= 14,798 \text{ N} \times 0,068 \text{ m} = 1,011 \text{ N.m}
 \end{aligned}$$

Pada dudukan senjata terdapat 2 buah pasak, maka momen masing-masing pasak adalah :

$$M = \frac{1}{2} \times 1,011 \text{ N.m} = 0,505 \text{ N.m}$$

Perhitungan Tegangan Geser (τ)



Gambar 9. Tegangan Geser Pada Engsel Popor *Corner Shot*

a. Tegangan geser (τ) pada engsel

$$F_{rec} = 42,67 \text{ N}$$

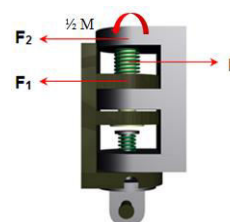
Maka beban yang bekerja adalah $\frac{1}{2}$ dari F_{rec} sehingga :

$$F = \frac{1}{2} \times F_{rec} = \frac{1}{2} \times 42,67 \text{ N} = 21,336 \text{ N}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned}
 \tau &= \frac{F}{A} = \frac{F}{\frac{\pi}{4} \times d^2} = \frac{21,336 \text{ N}}{\frac{\pi}{4} \times (0,01 \text{ m})^2} \\
 &= 271808,517 \text{ N/m}^2 = 0,27 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2
 \end{aligned}$$

Perhitungan Tegangan Lentur (σ_l)



Gambar 10. Tegangan Lentur (σ_l) Pada Engsel Popor *Corner Shot*

a. Momentum tengah (M_{tengah})

$$M_{tengah} = (1/2 F) \times (1/2 l)$$

$$M_{tengah} = (1/2 \times 21,336 \text{ N}) \times (1/2 \times 0,045 \text{ m})$$

$$M_{tengah} = 0,213 \text{ N.m}$$

b. Momentum total (M_{total})

$$M_{total} = M_{tengah} + M$$

$$M_{total} = 0,213 \text{ N.m} + 0,505 \text{ N.m}$$

$$M_{total} = 0,719 \text{ N.m}$$

c. Tegangan lentur (σ_l)

$$\sigma_l = \frac{M_{total} \times c}{\frac{\pi}{64} \times d^4}$$

$$\sigma_l = \frac{0,719 \text{ N.m} \times 0,005 \text{ m}}{\frac{3,14}{64} \times (0,01)^4}$$

$$\sigma_l = 7327062,617 \text{ N/m}^2$$

$$\sigma_l = 7,3 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

(dengan menggunakan diameter asli

pasak (d) 0,01 m)

$$\sigma_l = \frac{M_{total} \times c}{\frac{\pi}{64} \times d^4}$$

$$\sigma_l = \frac{0,719 \text{ N.m} \times 0,004 \text{ m}}{\frac{3,14}{64} \times (0,008)^4}$$

$$\sigma_l = 14310669,17 \text{ N/m}^2$$

$$\sigma_l = 14,3 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

(dengan menggunakan diameter

perencanaan pasak (d) 0,008 m)

Perhitungan Pegas.

a. Konstanta pegas (k).

$$k = \frac{G \times d^4}{8 \times n \times D^3}$$

$$k = \frac{8 \cdot 10^{10} \text{ N/m}^2 \times (0,001 \text{ m})^4}{8 \times 7 \times (0,015 \text{ m})^3}$$

$$k = 423,28 \text{ N/m}$$

b. Momen puntir pegas (T).

$$T = (D/2) \times W_l$$

$$T = (0,015 \text{ m}/2) \times 4,232 \text{ N}$$

$$T = 0,032 \text{ N.m}$$

c. Tegangan geser pegas (τ)

$$\tau = \frac{8 \times D \times W_l}{\pi \times d^3}$$

$$\tau = \frac{8 \times 0,015 \text{ m} \times 4,232 \text{ N}}{3,14 \times (0,001 \text{ m})^3}$$

$$\tau = 161763219,1 \text{ N/m}^2 = 16 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2$$

Perhitungan Bantalan luncur.

a. Beban bantalan (W).

$$W = 1/2 \times F_{rec}$$

$$W = 1/2 \times 42,674 \text{ N}$$

$$W = 21,337 \text{ N}$$

b. Tekanan bantalan (p).

$$p = \frac{W}{l \times d} = \frac{21,337 \text{ N}}{0,04 \text{ m} \times 0,008 \text{ m}}$$

$$p = 66678,027 \text{ N/m}^2 = 0,67 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

c. Tegangan geser (τ) pada bantalan luncur

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{21,337 \text{ N}}{0,001 \text{ m} \times 0,04 \text{ m}}$$

$$\tau = 533424,215 \text{ N/m}^2 = 0,5 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

PEMBAHASAN

a. Perhitungan gaya *recoil* (F_{rec}) senjata pistol P1 sebesar 42,674 N.

b. Perhitungan dimensi pasak dengan diameter pasak (d) : 8 mm menggunakan bahan besi cor FC 15 diperoleh hasil tegangan geser (τ) sebesar $0,42 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$ dan tegangan lentur (σ_l) sebesar $14,3 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$.

c. Perhitungan komponen pegas yang digunakan pada poros bagian bawah popor *corner shot* dengan diameter lilitan (D) :

0,015 m, diameter kawat (d) : 0,001 m, jumlah lilitan (n) : 7 menggunakan bahan baja SUP 4 diperoleh hasil tegangan geser pegas (τ) sebesar $16 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2$.

- d. Perhitungan komponen bantalan luncur yang digunakan pada poros popor *corner shot* dengan diameter luar (d_{out}) : 0,01 m, diameter luar (d_{in}) : 0,008 m, panjang (l) : 0,04 m menggunakan bahan besi cor FC 15 diperoleh hasil tekanan bantalan (p) sebesar $0,67 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$ dan tegangan geser (τ) sebesar $0,5 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$.

SIMPULAN

- a. Untuk hasil perhitungan gaya *recoil* (F_{rec}) sebesar 42,674 N.
- b. Hasil perhitungan dimensi pasak yang digunakan dengan diameter pasak (d) : 8 mm bahan besi cor FC 15 diperoleh hasil tegangan geser (τ) sebesar $0,42 \cdot 10^6 \cdot \text{N/m}^2$ dan tegangan lentur (σ_l) sebesar $14,3 \cdot 10^6 \cdot \text{N/m}^2$.
- c. Komponen pegas yang digunakan pada poros bagian bawah dengan diameter lilitan (D) : 0,015 m, diameter kawat (d) : 0,001 m, jumlah lilitan (n) : 7 bahan baja SUP 4 diperoleh hasil tegangan geser pegas (τ) sebesar $16 \cdot 10^7 \cdot \text{N/m}^2$.
- d. Komponen bantalan luncur dengan diameter luar (d_{out}) : 0,01 m, diameter luar (d_{in}) : 0,008 m, panjang (l) : 0,04 m bahan besi cor FC 15 hasil tekanan bantalan (p) sebesar $0,67 \cdot 10^6 \cdot \text{N/m}^2$ dan tegangan geser (τ) sebesar $0,5 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$.

DAFTAR PUSTAKA

- Jack Stolk, 1993, *Elemen Mesin Konstruksi Bangunan Mesin*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Load Force, 2004, *The World's First Calibrated Neck Tension and Recoil Meter For Shooters*,
- Pramono, 2002, *Mekanika Teknik*, Penerbit FT, UNNES.
- Sear-Zemansky, 1987, *Fisika Untuk Universitas Jilid 1*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Sularso Dan Kiyokatsu Suga, 1991, *Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin*, Penerbit PT. Pradnya Paramitha, Jakarta.
- Suharto, 1996, *Konstruksi Sambungan Tegar*, Penerbit Djambatan, Jakarta.
- Rheinmettal, 1982, *Rheinmettal Hand Book On Weaponry, Dusseldrof*.