

MODIFIKASI KONSTRUKSI DUDUKAN SENJATA PROTOTYPE RCWS PADA ROBOT UGV (UNMANNED GROUND VEHICLE)

Ahmad Tommy Riyadi, Ardiyanto, Agus Setiawardi
Jurusan Teknik Otorantur, Poltekad Kodiklat Angkatan Darat
Poltekad Kodiklatad Ksatrian Pusdik Arhanud PO BOX 52 Malang
Email : ahmadtommy_riyadi@yahoo.com

ABSTRAK

Pada era perang dunia, senjata yang dipergunakan pada masa itu adalah robot. Jenis robot yang dipergunakan yakni robot UGV. Robot UGV merupakan salah satu robot yang dilengkapi dengan senjata untuk membunuh musuh. Robot jenis ini perlu adanya akurasi tembakan yang maksimal karena memerlukan dukungan senjata yang kokoh. Dalam penelitian ini akan membahas konstruksi dukungan senjata pada robot UGV dengan menggunakan bahan yang kuat dan dilengkapi dengan sistem peredam gaya *recoil* senjata yaitu pneumatik. Adanya peredam gaya *recoil* senjata akan menghasilkan tembakan secara maksimal dan akurat. Dari hasil penelitian ini perbandingan tekanan udara 2bar dan 5bar pada sistem pneumatik memperoleh hasil yang maksimal sebesar 55N atas gaya *recoil* senjata. Adapun gaya *recoil* senjata sebesar 55N mampu menopang kekuatan dukungan senjata dengan menopang keseluruhan beban. Sehingga hasil penembakan akan memiliki peningkatan akurasi sebesar 20% dibandingkan dengan hasil tanpa penggunaan sistem pneumatik.

Kata Kunci : *Recoil* senjata, Pneumatik, Kekuatan dukungan senjata.

ABSTRACT

In the world war era, the weapon used at that time was a robot. The type of the robot which used was UGV Robot. UGV robot was one of the robot that was completed with weapon which was used for killed the enemy. This robot needs maximum shot accuracy since they need steady Bipod of weapon. In this research will explain about weapon bipod construction in UGV robot uses the strong material and it will be completed with the weapon's recoil damper system is pneumatic. Those system will produce shots in maximally and accurately. From this research we can conclude that comparison of air pressure between 2bar and 5bar in pneumatic system get the maximum result 55N over the recoil's force. Weapon recoil force about 55N capable to sustain the strength of weapon by supporting the whole load. So, the shooting result will have increasing accuracy amount 20% compared with the result without pneumatic system.

Key words: Weapon recoil, Pneumatic, the steady of weapon bipod

1. PENDAHULUAN

Robot merupakan suatu alat mekanik tanpa awak, robot diciptakan oleh manusia yang dapat dikendalikan dengan remot *control*[1]. adanya perkembangan zaman berbasis Poltekad Kodiklatad pada tahun ajaran 2019 telah menciptakan robot tempur yaitu robot UAV yang dapat digerakan dengan remot *control* dan dapat dikendalikan untuk membidik atau menembak tepat pada sasaran musuh.

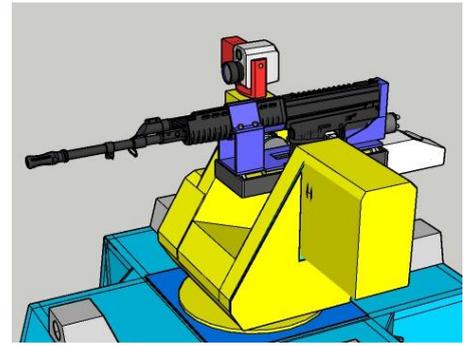
Robot UAV didesain agar dapat bergerak dengan ke segala arah, untuk sistem gerak robot UAV menggunakan sistem *gearbox* dengan roda *omni wheel*, pada bagian konstruksi dudukan senjata robot UAV dapat bergerak secara elevasi dan azimuth, konstruksi dudukan senjata dilengkapi dengan peredam gaya *recoil* senjata dengan menggunakan sistem pegas agar dapat mengurangi goyangan pada gaya balik *recoil* senjata.

Pada saat uji tembak robot UAV terdapat kekurangan dibagian konstruksi dudukan senjata yaitu adanya gerak elevasi azimuth konstruksi dudukan senjata kurang smooth, pada bagian dudukan senjata memiliki pengunci dengan menekan bagian atas senjata di bagian depan dan belakang senjata menggunakan baut, kemudian peredam gaya *recoil* senjata dengan sistem pegas terdapat di bawah senjata, namun dengan adanya uji tembak pada robot UAV masih terjadi goyangan dari sistem senjata dan sistem peredam gaya balik dari pegas tersebut.

Dari permasalahan dan kekurangan pada konstruksi dudukan senjata yang ada yaitu robot UAV, kami akan merencanakan modifikasi konstruksi dudukan senjata robot UGV dengan mengubah desain konstruksi dudukan senjata pada bagian pengunci depan yang akan kami buat dengan menekan senjata bagian atas samping kanan kiri agar senjata dapat terkunci dengan kuat dan untuk bagian peredam gaya *recoil* senjata diganti dengan sistem pneumatik, sehingga pada saat uji tembak senjata pada robot dapat mengurangi goyangan pada dan menghasilkan gaya balik *recoil* senjata dengan halus,

2. DASAR TEORI

a. Dudukan Senjata. Dudukan senjata pada robot UGV melaksanakan perancangan memodifikasi dudukan senjata yang lama dengan desain yang minimalis sehingga mempunyai konstruksi yang kokoh dan kuat dengan didukung beberapa referensi sehingga dudukan senjata mampu menahan beban senjata pada saat menembak serta dapat menahan *recoil* senjata saat menembak dengan posisi gerak dan diam sehingga mendapatkan hasil tembakan yang presisi dan stabil.



Gambar. 1. Dudukan Senjata

Dudukan senjata robot UGV ini menggunakan bahan plat baja St42, plat baja St 42 tergolong baja karbon rendah[2]. Sehingga sangat efektif bila digunakan untuk pembuatan dudukan senjata memerlukan kekuatan yang kuat dengan diharapkan dudukan senjata akan kokoh dan tidak mudah goyang untuk menerima beban senjata dan gaya *recoil* senjata. Untuk mencari berat total dudukan senjata dapat dibagi menjadi beberapa bentuk yaitu persegi, persegi panjang, segitiga, lingkaran, jajar genjang dengan rencana berat mencapai dengan rumus mencari berat total yang akan di hitung sebagai berikut : (Sumber : Persegi panjang-wikipedia indonesia)

1) Berat plat besi.

$$w = v \times \rho \text{ (kg)}$$

Dimana :

W = Berat.

v = Volume (m³).

ρ = Berat Jenis Baja (kg/m³)

2) Konstruksi dudukan mekanik. Untuk mencari berat pada dudukan senjata dapat dilihat dari bentuk supaya mudah dalam mencari volume pada dudukan senjata tersebut[3]. Sehingga dudukan senjata dapat dibagi menjadi beberapa bentuk yaitu persegi, persegi Panjang, segitiga, lingkaran, jajar genjang sehingga sehingga volume pada dudukan senjata dapat diketahui[4]. Asumsi berat total pada dudukan RCWS robot UGV :

$$W_{\text{tot}} = W_s + W_d + F_{\text{rec}} \text{ (kg)}$$

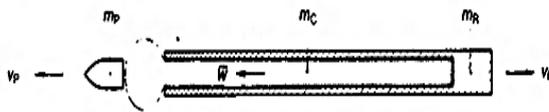
Dimana :

W_s = Berat Senjata

W_d = Berat Dudukan senjata

F_{rec} = Gaya *Recoil*

b. *Recoil* Senjata. Dudukan senjata menerima beban pada gaya *recoil* pada saat senjata di tembakan, untuk menentukan gaya *recoil* pada saat ditembakkan yaitu gaya *recoil* (F_r) senjata, sebelumnya harus mengetahui besarnya energi *recoil* (E_{rec}) dan jarak total *recoil* (S_{re}). Untuk mengetahui besarnya energi *recoil* didapat dari hukum kekekalan momentum dimana jumlah momentum ke arah kanan sama dengan jumlah momentum ke arah kiri[5]. Jika jumlah momentum ke arah kiri adalah perkalian antara perjumlahan massa peluru (m_p) dengan kecepatan awal (V_o) dan perkalian antara m_c dengan nilai konstanta gas (ω) serta momentum ke arah kanan adalah perkalian antara masa senjata (m_r) dengan kecepatan mundurnya senjata (V_r).



Gambar. 4. Massa *Recoil*

(Sumber : Dr.R, Germershausen, *Handbook on Weaponry*, 1982, Hal 429)

Recoil senjata merupakan besar gaya tolak balik pada saat senjata ditembakkan, besarnya gaya tolak balik tersebut dapat dihitung dari kecepatan awal munisi pada saat keluar dari mulut laras atau bisa dihitung dengan menggunakan persamaan rumus energi kinetik.

Maka :

$$\begin{aligned} \sum(mv) &= 0 \\ m_r \cdot V_r &= m_p \cdot V_o + m_c \cdot \omega \\ V_r &= \frac{m_p + V_o + \omega \cdot m_c}{m_r} \end{aligned}$$

Untuk besarnya harga $\omega = \beta \cdot v_o$, maka besarnya kecep (v_r) adalah :

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

Sehingga besarnya energi *recoil* (E_{rec}) merupakan setengah hasil dari massa senjata (m_r) dan kecepatan mundur senjata yang di kuadratkan (V_r)

$$E_{rec} = \frac{1}{2} \cdot m_r \cdot V_r^2 \quad (\text{Kg } m^2 / dt^2)$$

Maka persamaan gaya *recoil* yaitu :

$$F_{rec} = \frac{E_{rec}}{S_{rec}}$$

Dimana:

V_o = 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).

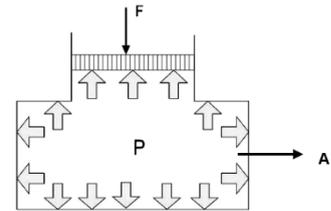
β = Konstanta Aliran Tekanan Gas.

S_o = Panjang Laras (m)

S_{rec} = Jarak pena pukul terhadap munisi sehingga sama dengan panjang munisi lengkap (mm).

c. Teori Dasar Pneumatik. Pneumatik pertama kali digunakan oleh seseorang yang bernama Ktesibios dengan penggunaan sistem pneumatik atau pemanfaatan udara kemanpaan sebagai media, ia berasal dari Yunani[6]. Istilah *pneumatic* berasal dari Bahasa Yunani Kuno yaitu "*pneuma*" yang berarti nafas/tiupan. Sedangkan *pneumatic* adalah ilmu yang mempelajari Gerakan atau perpindahan udara/fenomena udara.

1). Hukum Pascal. Pascal untuk teori mengetahui tentang tekanan yang menjelaskan bahwa bejana tertutup tekanan fluida cair maupun udara (P) yang akan menekan kesegala arah dengan memiliki kekuatan yang sama. Dalam suatu sistem pneumatik memiliki tekanan fluida yang dinyatakan dengan (P). Untuk ilustrasi hukum pascal dapat dilihat dari gambar dibawah.



Gambar. 5. Penjelasan Hukum Pascal (Sumber.Sugi Hartono, 1988, hal 27)

Apabila gaya (F) bekerja pada suatu fluida tertutup akan melalui permukaan (A) maka tekanan akan terjadi dalam fluida tersebut. Tekanan yang akan bekerja sesuai dengan jumlah gaya yang akan dipakai secara tegak lurus menekan luasan permukaan tersebut.

$$P = \frac{F}{A}$$

(Sugi Hartono, 1988, hal 27)

Dimana :

P = Tekanan (N/m²)

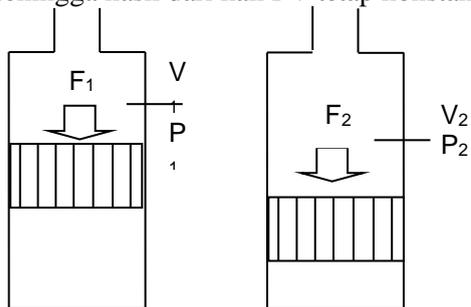
F = Gaya (N)

A = Luas Penampang Silinder (m²)

Tekanan yang akan bekerja pada semua sisi adalah sama (merata) dan serempak, sehingga tekanan itu akan diteruskan kesegala titik secara merata dan bersama.

2). Teori kompresibel udara bagian atas. Udara mempunyai sifat kompresibel atau dapat dimampatkan. Boyle dan Mariotte menyatakan udara tidak mempunyai bentuk yang khusus, udara

dapat berubah-ubah bentuk dengan sedikit hambatan yaitu mengambil bentuk sesuai sekelilingnya. Udara dapat dimampatkan dan berusaha keras untuk mengembang, dapat memakai hubungan yang diberikan dalam hukum *Boyle Mariotte* "yaitu pada temperature konstan, volume gas berbanding terbalik dengan tekanan *absolutnya*", atau hasil tekakanan dari *absolute* (Tekanan udara yang dipengaruhi oleh udara) dan volume gas konstan[7]. Dari persamaan tersebut menunjukkan bahwa pada suhu tetap, jika tekanan gas dapat berubah maka volume gas juga akan berubah atau sebaliknya, sehingga hasil dari kali PV tetap konstan.



Gambar. 6. Variasi Hukum Boyle-Mariotte

(Sumber. Sugiharto, 1985, hal 15)

Rumus gas ideal :

$$P_1 \cdot V_1 = n \cdot R \cdot T_1$$

Apabila temperatur konstan maka

:

$$P_1 \cdot V_1 = \text{Konstan}$$

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 \text{ (Kompresi)}$$

$$F = P_1 \times A$$

(Sugiharto, 1985, hal15).

Dimana :

F = Gaya (N)

P = Tekanan (N/m²)

V = Volume (mm³)

T = Suhu (Kelvin)

n = Jumlah partikel gas (Mol)

R = Tetapan gas umum (8314 J/kmol K)

Apabila piston bergerak kebawah akibat tekanan maka tekanan yang masuk dianggap sama dengan tekanan yang bekerja diatas piston karena adanya kuwasi setimbang antara perubahan tekanan diimbangi dengan perubahan volume sehingga :

$$V_2 = \frac{P_1}{P_2} \cdot V_1$$

Karena P₁ dan P₂ dianggap konstan maka V₂ akan membesar diimbangi dengan perubahan volume awal :

$$V_2 = C \cdot V_1$$

$$V_1 = \frac{1}{4} \pi \cdot D^2 \cdot t \text{ (Saat Ekspansi)}$$

Dimana :

t = Panjang langkah (mm)

C = Konstan

3. Metode Penelitian. Tahapan-tahapan yang dilaksanakan dalam proses modifikasi konstruksi dudukan senjata *prototype* rcws pada robot UGV ini meliputi:

a. Literatur. Mencari referensi dari jurnal dan mencari data-data dibuku yang mempunyai keterkaitan dalam perencanaan ini.

b. Studi Lapangan. Pengambilan data secara langsung pada saat uji coba di lapangan.

c. Variabel Penelitian. Pada modifikasi ini, adanya proses penyelesaian yang dikerjakan menggunakan beberapa variabel yang tepat guna mendukung kelancaran pada modifikasi ini. Adapun variabel yang digunakan sebagai berikut :

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

a) Beban senjata dengan munisi penuh 4,16kg

b) Konstruksi bahan dudukan senjata (baja ST 42).

(1) Panjang : 35cm.

(2) Lebar : 15cm.

(3) Tebal : 5 mm.

c) Panjang Dudukan Senjata: 35cm mm.

d) Lebar Dudukan Senjata : 15cm.

2). Variabel terikat. Variabel yang besarnya tergantung pada variabel bebas. Adapun variabel terikat yang digunakan adalah :

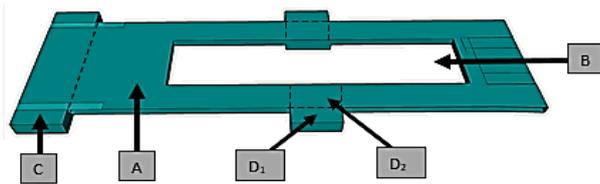
a) Titik berat pada senjata

b) Sistem pneumatik peredam recoil senjata

c) Baut yang digunakan pada dudukan senjata.

d. Diagram Alir (*Flowchart*).

Didalam melakukan perancangan modifikasi ini, maka akan melalui tahapan-tahapan yang dihimpun dalam diagram alir (*Flowchart*). Sehingga mampu menghasilkan spesifikasi dudukan senjata yang sesuai dalam perancangan modifikasi konstruksi dudukan senjata *prototype* rcws pada robot UAV.



Gambar 27. Mencari volume bagian bawah dudukan senjata

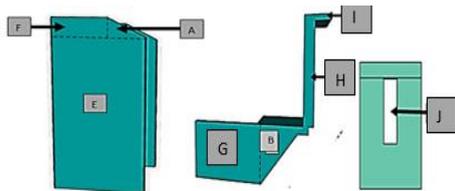
Tabel 2. volume bagian bawah dudukan senjata

No	Nama Bagian	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Hasil Volume (m ³)
1	Balok A	0,28	0,079	0,0052	0,000115024 m ³
2	Balok B	0,185	0,04	0,0052	0,00003848 m ³
3	Balok C	0,1	0,03	0,0102	0,0000306 m ³
4	Balok D ₁	0,03	0,011	0,0102	0,000003366 m ³
5	Balok D ₂	0,03	0,019	0,0052	0,000002964 m ³

Volume total balok bagian bawah dapat diuraikan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 V_{\text{balok bawah}} &= V_A + V_C + (V_{D_1} + V_{D_2} \times 2) - V_B \\
 &= 0,000115024 \text{ m}^3 + 0,0000306 \text{ m}^3 \\
 &\quad + (0,000003366 \text{ m}^3 + 0,000002964 \text{ m}^3 \\
 &\quad \times 2) - 0,00003848 \text{ m}^3 \\
 &= 0,000120 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

2) Volume balok dan segitiga bagian depan dan belakang dudukan senjata.



Gambar 28. Mencari volume balok, segitiga pada bagian depan dan belakang dudukan senjata

Tabel 3. Volume segitiga pada bagian depan dan belakang dudukan senjata

No	Nama Bagian	alas (m)	tinggi (m)	Tebal (m)	Hasil Volume (m ³)
1	Segitiga A	0,02	0,015	0,005	0,00000075 m ³
2	Segitiga B	0,0433	0,039	0,0423	0,000035716 m ³

Tabel 4. Volume balok pada bagian depan dan belakang dudukan senjata

No	Nama Bagian	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Hasil Volume (m ³)
1	Balok E	0,1258	0,05	0,005	0,00003145 m ³
2	Balok F	0,03	0,015	0,005	0,00000225 m ³
3	Balok G	0,075	0,039	0,005	0,000014625 m ³
4	Balok H	0,0642	0,01	0,0142	0,0000091164 m ³
5	Balok I	0,0423	0,025	0,0035	0,0000037013 m ³
6	Balok J	0,0574	0,014	0,005	0,000004018 m ³

Dikarenakan bagian E,F,SA memiliki 2 bagian maka Volume E,F,SA di kali 2.

$$\begin{aligned}
 V_{EFS_A} &= (V_E + V_F + V_{SA}) \times 2 \\
 &= (0,00003145 \text{ m}^3 + \\
 &\quad 0,00000225 \text{ m}^3 + 0,00000075 \text{ m}^3) \times 2 \\
 &= 0,0000689 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

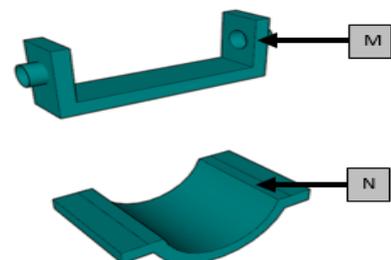
Sehingga volume J di tambah volume K lalu di kurangi volume L menghasilkan volume utuh dari ke tiga bagian tersebut.

$$\begin{aligned}
 V_{HIJ} &= V_H + V_I - V_J \\
 &= 0,0000091164 \text{ m}^3 + \\
 &\quad 0,0000037013 \text{ m}^3 - 0,000004018 \text{ m}^3 \\
 &= 0,0000087997 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Sehingga dari tabel diatas telah diketahui volume total bagian depan dan belakang dudukan senjata dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 V_{TDB} &= V_{EFS_A} + V_{HIJ} + V_G + V_{SB} \\
 &= 0,0000689 \text{ m}^3 + 0,0000087997 \text{ m}^3 + \\
 &\quad 0,000014625 \text{ m}^3 + 0,000035716 \text{ m}^3 \\
 &= 0,00012804 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

3) Volume balok pada bagian pemegang senjata pada dudukan senjata.



Gambar 29. Mencari volume bagian pemegang senjata

Tabel 5. Volume balok pada bagian pemegang senjata

No	Nama Bagian	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Hasil Volume (m ³)
1	Balok M	0,118	0,015	0,005	0,00000885 m ³
2	Balok N	0,07	0,04	0,0057	0,00001596 m ³

$$\begin{aligned}
 V_{\text{Pemegang senjata}} &= V_M + V_N \\
 &= 0,00000885 \text{ m}^3 + 0,00001596 \text{ m}^3 \\
 &= 0,00002481 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

c. **Beban Gaya Recoil.** Dalam perhitungan gaya *recoil* dibutuhkan data atau spesifikasi dari Senjata SS2 V1 dan munisi yang digunakan yaitu munisi berkaliber 5,56 x 45 mm (MU5-TJ).

Sehingga:

1) Perhitungan Gaya Recoil senjata (F_{rec}). Untuk perhitungan gaya recoil senjata dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 21 sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 F_{\text{rec}} &= \frac{E_{\text{rec}}}{S_{\text{rec}}} \\
 F_{\text{rec}} &= \frac{3.009 \text{ kg m}^2/\text{dt}^2}{0,0574 \text{ m}} \\
 F_{\text{rec}} &= 55,00 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Jadi besarnya gaya recoil senjata (F_{rec}) SS2-V1 dengan menggunakan munisi 5,56 mm (MU-5Tj) sebesar 55 N.

2) Perhitungan massa asumsi.

Pada komponen dudukan senjata terdapat komponen seperti poros tengah, pneumatik, baut, dengan massa yang belum diketahui maka dapat diasumsikan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{a) } W_{\text{AS}} & \text{ (tanpa senjata)} \\
 &= W_{\text{poros}} + W_{\text{pneumatik}} + W_{\text{baut}} \\
 &= 1,5 \text{ Kg} + 1 \text{ Kg} + 0,5 \text{ Kg} \\
 &= 3 \text{ Kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \\
 &= 29,43 \text{ N}
 \end{aligned}$$

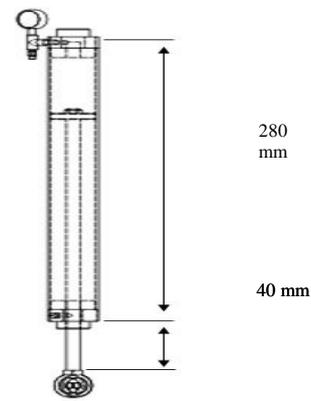
b) Berat total dudukan yang ditopang senjata.

$$\begin{aligned}
 W_{\text{total}} &= W_T + W_{\text{JAT}} + F_{\text{rec}} + W_{\text{AS}} \\
 &= 163,63 \text{ N} + 40,8096 \text{ N} \\
 &+ 55,00 \text{ N} + 29,43 \text{ N} \\
 &= 288,86 \text{ N}
 \end{aligned}$$

d. **Sistem Peredam Recoil Senjata (Pneumatik).** Diketahui suspensi mempunyai *dumper* pada kedudukan suspensinya sehingga panjang tabung suspensi (240 mm) + tutup tabung silinder atas (20 mm) + tutup tabung silinder bawah (20 mm) + batang silinder yang terlihat (40 mm) sehingga tinggi mula-mula adalah 320 mm.



Gambar 29. Pneumatik



Gambar 30. Panjang mula-mula silinder pneumatik

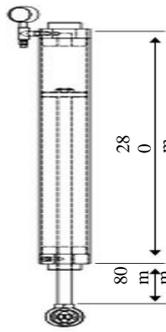
Sehingga luas penampang dan perubahan volume pada tabung silinder adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{a) } L. \text{ Alas} &= \pi r^2 \\
 &= 3,14 \cdot (20 \text{ mm})^2 \\
 &= 1.256 \text{ mm}^2 \\
 \text{b) } V. \text{ Tabung (0 bar)} \\
 &= L. \text{ Alas} \times t \\
 &= 1.256 \text{ mm}^2 \cdot 40 \text{ mm.} \\
 &= 50.240 \text{ mm}^3.
 \end{aligned}$$

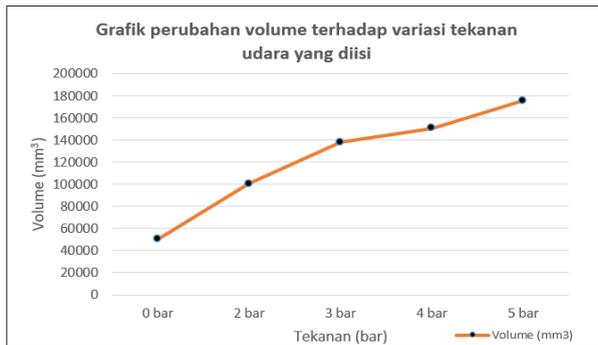
Tabel 13. Tabel Hasil Pengambilan Data berdasarkan Variasi Tekanan Udara

No.	Variasi tekanan (bar)	Tinggi tabung dan penutupnya (mm)	Tinggi setelah diisi tekanan (mm)	Perubahan panjang (mm)	Volume (mm ³)
1.	0	280	-	40	50.240
2.	2	280	360	80	100.480
3.	3	280	390	110	138.160
4.	4	280	400	120	150.720
5.	5	280	420	140	175.840

$$\begin{aligned}
 \text{c) } V. \text{ Tabung (2 bar)} &= L. \text{ Alas} \times t \\
 &= 1.256 \text{ mm}^2 \cdot 80 \text{ mm.} \\
 &= 100.480 \text{ mm}^3.
 \end{aligned}$$



Gambar 31. Pneumatik V. Tabung (2 Bar)



Grafik 1. Hubungan Tekanan udara (P) Terhadap Perubahan Volume (V)

d) Beban/gaya total (W_{total}).

$$W_{total} = W_r + W_0 + F_{rec}$$

$$= 5 \text{ kg} + 2,9 \text{ kg} + 55,00 \text{ N}$$

$$= 83,81 \text{ kg.}$$

e) Peran udara bertekanan dalam menggantikan kekuatan pegas. Sistem suspensi pneumatik peredam *recoil* senjata ini kuat atau tidaknya dipengaruhi tekanan kekuatan fluida/udara yang ada didalamnya. Dimana diketahui :

$$P = 4 \text{ bar} = 400.000 \text{ N/m}^2$$

$$W = 800 \text{ N.}$$

Sehingga angka kompresibilitasnya adalah:

$$\beta_p = \frac{1}{P} \ln W$$

$$= \frac{1}{400000 \text{ N/m}^2} \ln 800$$

$$= \frac{6,68}{400000 \text{ N/m}^2}$$

$$= 0,0000167 \text{ N/m}^2$$

Sehingga modulus elastisitas volumenya adalah :

$$K = \frac{1}{\beta_p}$$

$$= \frac{1}{0,0000167} = 59.880,23 \text{ N/m}^2$$

5. Kesimpulan. Dari hasil perhitungan dan pembahasan konstruksi dudukan senjata RCWS *prototype* robot UGV (*UNMANNED GROUND VEHICLE*) maka, dapat disimpulkan konstruksi dudukan senjata RCWS *prototype* robot UGV (*UNMANNED GROUND VEHICLE*) kuat dan kokoh pada saat di tembakan. Adapun

diperoleh data-datanya dapat disimpulkan adalah sebagai berikut :

- Konstruksi dudukan senjata menerima beban statis sebesar 288,86 N dan menerima beban dinamis terbesar 29,43 N pada saat menembak
- Beban gaya recoil senjata 55N yang mampu diredam dengan sistem penumatik dengan tekanan udara 1 bar yang dapat menahan beban 98.0665N

6. Saran. Dari rangkaian percobaan yang telah dilaksanakan pada pembahasan konstruksi dudukan senjata RCWS ini, didapatkan hasil yang baik dan berjalan sesuai dengan perencanaan, untuk penelitian selanjutnya menyarankan agar bahan yang direncanakan menggunakan bahan yang lebih ringan dan kuat sehingga dapat memodifikasi menggunakan senjata minimi atau senjata mesin sedang.

Daftar Pustaka :

- M. D. Putro and J. Litouw, "Robot Pintar Penyambut Costumer pada Pusat Perbelanjaan Kota Manado," *J. Rekayasa Elektr.*, vol. 13, no. 1, p. 8, 2017, doi: 10.17529/jre.v13i1.5901.
- M. Firman, F. Herlina, and M. Hatif Martadinata, "ANALISA KEKERASAN BAJA ST 42 DENGAN PERLAKUAN PANAS MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI," *J. Tek. Mesin UNISKA Univ. Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Jln. Adhyaksa*, vol. 01, no. 022, pp. 1–9, 2016.
- D. Sistem and R. Gigi, "Perencanaan kontruksi mesin penggiling dengan sistem roda gigi," pp. 1–11, 2007.
- S. Pendidikan, P. Studi, P. Teknik, and N. Arifin, *Analisis perbandingan kekuatan statis pada variasi design chassis mobil warak team menggunakan software ansys 16.0*. 2019.
- O. S. Fanawa and J. Rohman, "ANALISA GAYA RECOIL DAN DESAIN KOMPONEN POPOR CORNER SHOT PADA PISTOL P1 PINDAD KALIBER 9 MM pp. 263–273, 2018.
- N. Vinalda, T. Herdiansah, and C. W. Hidayat, "Implementasi Pneumatik pada Model Packing," vol. 1, no. 1, pp. 22–29, 2019.
- L. Belakang, A. Kompresor, T. Perancangan, and S. Pneumatik, "Rancang Bangun Simulasi Sistem Pneumatik Untuk Pemindah," vol. 16, no.

1, pp. 39–44, 2016.

