

## Pelontar *Ball Bullet* Otomatis dengan Variasi Tekanan

Liman Hartawan, Diki Ismail Permana, dan Priyan Aras Sandi

Teknik Mesin Institut Teknologi Nasional Bandung, Indonesia

Jl. PKH. Mustafa No. 23 Bandung 40124

e-mail : [liman@itenas.ac.id](mailto:liman@itenas.ac.id)

### ABSTRAK

Ball bullet adalah peluru dengan diameter 6 mm yang biasa digunakan untuk air soft gun. Airsoft gun memanfaatkan gas CO<sub>2</sub>, green gas atau udara yang dimampatkan dalam tabung/chamber. Kapasitas gas atau udara yang dihasilkan untuk mendorong ball bullet sudah tertentu. Hal ini akibat konstruksi sistem pelepasan gas atau udara mampat tersebut. Pada penelitian ini dibuat alat pelontar ball bullet 6 mm yang dapat di variasikan tekanannya. Variasi tekanan ini berdampak terhadap peningkatan kecepatan ball bullet (dalam fps) yang keluar dari barrel. Tipe pelontar ball bullet yang dibuat adalah single pump, sehingga seluruh udara bertekanan di dalam chamber dikeluarkan semua dalam satu kali tembak. Udara bertekanan dihasilkan dari mini kompresor yang ditampung dalam chamber. Bahan chamber yang digunakan adalah pipa PVC schedule 40 ukuran 1 inch dan panjang 10 cm, agar mudah dibuat dan mampu menahan tekanan pengujian. Tekanan pada chamber divariasikan 1 hingga 5 bar melalui yang diukur menggunakan piezoresistive pressure sensor. Pengukuran kecepatan lontaran ball bullet pada ujung barrel diukur menggunakan chronometer. Perangkat kontrol yang digunakan adalah Arduino UNO yang mengendalikan solenoid valve untuk melepaskan udara bertekanan dari chamber. Pengujian dilakukan dengan jarak tembak 5 meter menggunakan target standar Perbakin. Hasil pengujian diperoleh rata-rata peningkatan kecepatan terhadap kenaikan tekanan adalah 28% dari 1 bar hingga 3 bar. Namun pada tekanan 4 dan 5 bar hanya meningkat 15% dan 20%. Kecepatan rata-rata ball bullet minimal pada tekanan 1 bar yaitu 111,2 fps dan maksimal pada tekanan 5 bar yaitu 252,4 fps. Tingkat kepresisian terendah adalah pada tekanan 3 bar yaitu 53 mm dan tertinggi pada tekanan 5 bar yaitu 28 mm.

Kata-kata kunci: Airsoft Gun, Single Pump, PVC pipe, chronometer, solenoid valve.

### ABSTRACT

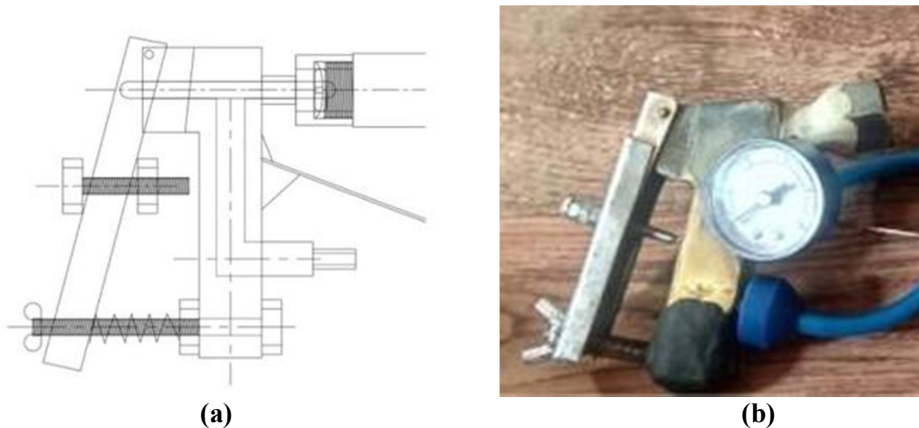
*Ball bullet is a bullet with a diameter of 6 mm which is commonly used for air soft guns. Airsoft guns use CO<sub>2</sub> gas, green gas or compressed air in a tube/chamber. The capacity of the gas or air produced to push the ball bullet is certain. This is due to the construction of the gas or compressed air release system. In this study, a 6 mm ball bullet launcher was made which can be varied in pressure. This pressure variation has an impact on increasing the speed of the ball bullet (in fps) that comes out of the barrel. The type of ball bullet launcher that is made is a single pump, so that all the pressurized air in the chamber is removed all in single shot. Pressurized air is produced from a mini compressor which is accommodated in the chamber. The chamber material used is schedule 40 PVC pipe with a size of 1 inch and a length of 10 cm, so that it is easy to make and strong enough with testing pressure. The pressure in the chamber is varied from 1 to 5 bar through which it is measured using a piezoresistive pressure sensor. Measurement of the speed of the ball bullet at the end of the barrel is measured using a chronometer. The control device used is Arduino UNO which controls the solenoid valve to release compressed air from the chamber. The test was carried out to shoot Perbakin's standard targets with 5 meters shooting range. The test results the average speed to pressure increase 28% from 1 bar to 3 bar. But at 4 and 5 bar it only increased 15% and 20%. The minimum average speed of the ball bullet is at 1 bar pressure 111.2 fps and the maximum is at 5 bar 252.4 fps. The lowest level of precision is at 3 bar which is 53 mm and the highest is at 5 bar which is 28 mm.*

**Keywords:** Airsoft Gun, Single Pump, PVC pipe, chronometer, solenoid valve.

## 1. Pendahuluan

Pelontar *ball bullet* diciptakan pertama kali pada tahun 1888 yang disebut "Daisy" [1]. Ukuran *ball bullet* yang digunakan adalah 4,5 mm dan berbahan logam. Pada tahun 1970 di Jepang diciptakan pelontar *ball bullet* juga yang dinamakan *airsoft gun* [2]. *Airsoft gun* adalah senjata mainan replika dirancang untuk melontarkan proyektil bola dari bahan plastik yang disebut "BB" (Ball Bullet). BB yang digunakan berukuran 6 mm, pada umumnya memiliki massa 0,12 hingga 0,48 gram [3]. *Airsoft gun* berdasarkan pelontaran BB-nya dapat dibagi menjadi dua kategori, yaitu: mekanik dan pneumatika. Tipe mekanik berupa udara yang ditekan dari *chamber* menggunakan piston dan pegas koil, secara manual (dikokang) maupun otomatis oleh motor *gearbox*. Tipe pneumatika melepaskan gas (*green gas* atau  $\text{CO}_2$ ) dari dalam *chamber*, dengan mengendalikan katup [4].

Tekanan gas atau udara yang dihasilkan *airsoft gun* sudah tertentu, berdasarkan konstruksi *chamber* atau katupnya. Sehingga kecepatan proyektil BB keluar dari barrel sudah tertentu, yaitu: antara 100 hingga 328 fps untuk tipe pegas koil, 100 hingga 500 untuk tipe AEG (*Electric Airsoft Gun*), dan 350 hingga 500 fps untuk tipe Gas/ $\text{CO}_2$  [6]. Penelitian yang dilakukan Patrawala, 2021, menghasilkan konstruksi *trigger* yang dapat mengatur kapasitas gas  $\text{CO}_2$  yang keluar dari *chamber* (gambar 1). Namun jika *trigger* ditekan lebih lama, maka sebagian gas  $\text{CO}_2$  yang keluar menjadi terbuang karena peluru sudah keluar dari barrel.



Gambar 1. (a) Skema; (b) wujud fisik trigger pengatur kapasitas gas  $\text{CO}_2$  [7]

Selain *airsoft gun*, pelontar proyektil yang memanfaatkan udara bertekanan juga digunakan pada senapan angin. Pada senapan angin, udara dipompakan berkali-kali dengan mekanisme pompa bawaan ke dalam *chamber*, sehingga menghasilkan udara bertekanan tinggi. Kemudian udara bertekanan tinggi dari dalam tabung dikeluarkan semua secara tiba-tiba, yang menghasilkan tenaga untuk melontarkan peluru [5].

Pada penelitian ini dibuat alat pelontar BB 6 mm yang dapat divariasikan tekanannya, karena pada *airsoft gun* atau senapan angin tidak dapat divariasikan. Dengan memvariasikan tekanan akan berdampak terhadap peningkatan kecepatan *ball bullet* (dalam fps) yang keluar dari barrel. *Chamber* akan diisi oleh udara menggunakan kompresor mini dengan variasi tekanan, yaitu: 1 hingga 5 bar (72,5 psi). Konsep pelontaran *ball bullet* yang dibuat menyerupai senapan angin, yaitu seluruh udara bertekanan di dalam *chamber* dikeluarkan semua dalam satu kali tembak. *Chamber* menggunakan bahan pipa PVC 1 inch dengan *schedule* 40, karena mudah dibuat dan memiliki minimum *burst pressure* 1440 psi [8]. Perangkat kontrol dan instrumentasi yang digunakan adalah berbasis Arduino. Setelah mengetahui dampak variasi tekanan terhadap hasil tembakan, maka dapat ditentukan tekanan yang diperlukan untuk jarak target tertentu.

Alat yang dibuat ini nantinya dapat diterapkan pada *Automatic Shooting Rest* [9], sebagai pengganti senapan PCP (*Pre-Charge Pneumatic*). Sehingga menghasilkan pelontar proyektil yang dapat diatur arah tembaknya ke target secara otomatis, seperti terlihat pada gambar 2 [10].



(b)

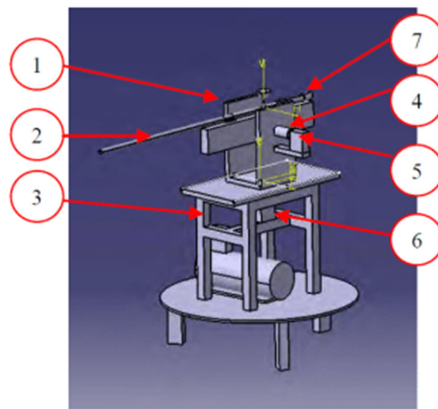
Explanation of the hardware:

- 1 = Gun prototype (SIG552)
- 2 = Camera
- 3 = DC Motor for tilt motion
- 4 = Proximity sensors
- 5 = PWM generator circuits
- 6 = Driver for DC motor
- 7 = Actuator circuit for gun shooting
- 8 = Multifunction IO Card (Advantech USB-4711A)

(a)

Gambar 2. (a) *Gun Platform hardware*; (b) *Gun shooting experiment* [10]

Serta penelitian [11], yang telah menghasilkan pelontar dengan pengarah otomatis namun belum memvariasikan tekanan pada *chamber* (gambar 3).



(a)

Keterangan:

- 1. Dudukan
- 2. Selongsong
- 3. Penyangga
- 4. Poros
- 5. Motor Servo Inklinasi
- 6. Motor Servo Rotasi
- 7. Silinder Pneumatik



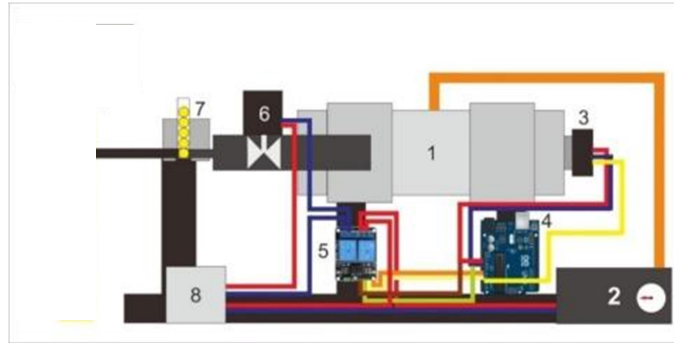
(b)

Gambar 3. (a) *Rancangan Pelontar Peluru*; (b) *Wujud fisik Pelontar Peluru* [11]

## 2. Metodologi

Pembuatan alat pelontar BB diawali dengan proses perancangan. Proses perancangan didasari dengan maksimum tekanan pada *chamber* yang akan diterapkan, yaitu: 1 bar, 2 bar, 3 bar, 4 bar, dan 5 bar (72,5 psi). Atas dasar tersebut, maka dipilih bahan untuk *chamber* serta instrumentasi yang dapat digunakan. Prinsip kerja dari pelontar BB adalah jika sensor mendeteksi tekanan

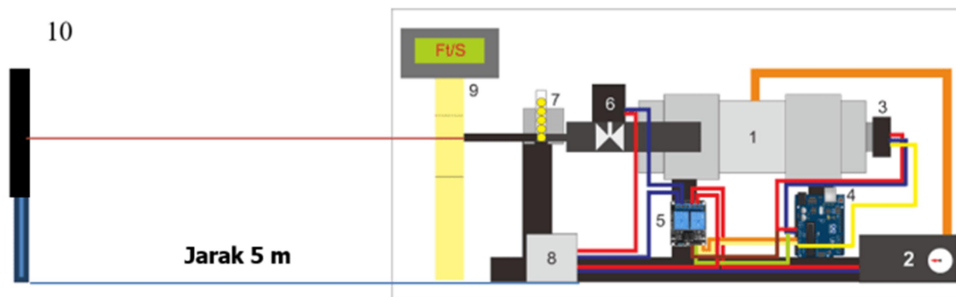
melebihi *set point*, maka mikrokontroler Arduino akan me-non-aktifkan kompresor dan membuka katup, sehingga udara bertekanan dari *chamber* mendorong BB. Kompresor akan diaktifkan kembali dan katup ditutup, ketika sensor mendeteksi tekanan *chamber* kurang dari *set point*. Proses menutup katup dan meng-aktifkan kompresor diberi jeda waktu, agar tidak menghambat proses pelontaran BB.



**Gambar 4. Skema Sistem Pelontar**

Skema alat pelontar BB seperti terlihat pada gambar 4, terdiri dari: (1) Pressure *chamber*; (2) Kompresor; (3) Sensor tekanan; (4) Arduino UNO; (5) Relay *module 2 channel* sebagai kontaktor antara Arduino, kompresor dan Katup solenoid; (6) Katup solenoid; (7) Sistem *magazine* sebagai penyimpan peluru yang akan masuk ke sistem pelontar; (8) *Power supply*.

Hasil perancangan tersebut kemudian dibuat, lalu diuji. Proses pengujian dilakukan dengan jarak tembak 5 meter ke target tembak standar Perbakin (Persatuan Menembak dan Berburu Seluruh Indonesia), seperti terlihat pada gambar 5. Penembakan ke sasaran/target berupa kertas untuk menilai akurasi tembakan, telah dilakukan sejak 1960 oleh Perbakin [12]. Kecepatan *ball bullet* keluar barrel diukur menggunakan *chronometer*. Selain kecepatan *ball bullet*, ditinjau juga kepresisian hasil lontaran pada target terhadap variasi tekanan yang diberikan.



Keterangan:

- |                    |                        |
|--------------------|------------------------|
| 1. Chamber         | 6. Solenoid Valve      |
| 2. kompresor       | 7. Magazine Sistem     |
| 3. pressure sensor | 8. <i>Power Supply</i> |
| 4. arduino         | 9. Chronometer         |
| 5. relay           | 10. Sasaran Tembak     |

**Gambar 5. Skema sistem pengujian kecepatan BB dan kepresisian hasil tembak**

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Sensor dan Aktuator


Sensor yang diperlukan dalam alat ini adalah sensor tekanan yang dapat mendeteksi 1 hingga 5 bar dan kompatibel dengan Arduino. Maka dipilih *pressure sensor G1/4 1.2 Mpa* yang berkualitas tinggi, kecil dan mudah dipasang [13], seperti terlihat pada gambar 6.



Parameter	Value
Working voltage	5VDC
Output voltage	0.5-4.5 VDC
Working current	≤ 10 mA
Working TEMP. Range	0-85D
Pressure range	0-1.2 MPa
Response Time	≤ 2.0 ms

Gambar 6. Pressure sensor G1/4 1.2 Mpa [13]

Selain modul relay 2 channel, aktuator yang digunakan pada alat ini adalah katup solenoid yang kompatibel dengan Arduino. Katup solenoid yang dipilih adalah katup berbahan kuningan dengan tipe 2W250-25 (*Normally Close*) yang memiliki rentang operasi tekanan 0 hingga 1 Mpa, seperti terlihat pada gambar 7 [14].

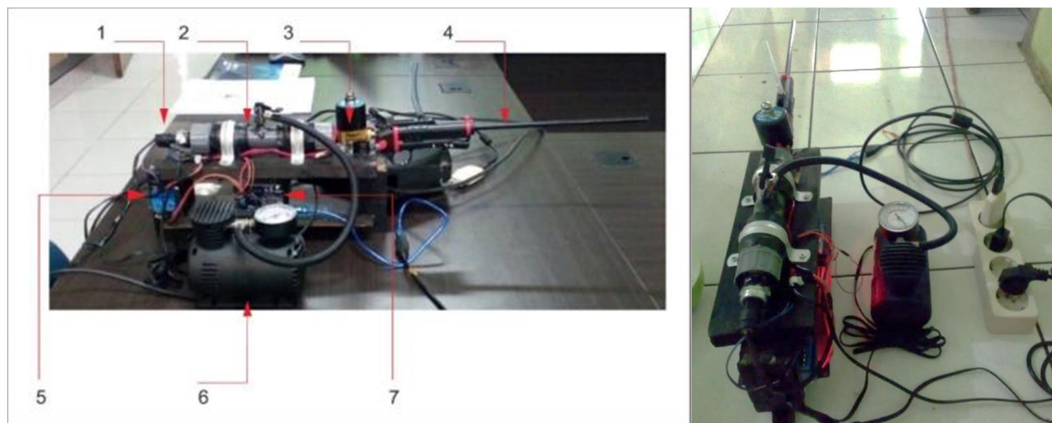


2W Series (Brass)	2W025-08	2W040-10	2W160-15	2W200-20	2W250-25	2W350-35	2W400-40	2W500-50
Orifice Size (mm)	2.5	4	15	20	25	35	40	50
Port Size (inch)	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"	2"
Medium	Water, Air, Oil, Gas							
Action	Direct Acting		Direct Lifting Diaphragm					
Function	2 Way Normally Closed, 2 Way Normally Open							
Fluid Viscosity	20 CST below							
Pressure Range	0 to 1 MPa							
Seal Material	NBR: -5 to +80°C EPDM: -5 to +120°C FKM: -10 to +150°C							

Gambar 7. Katup solenoid tipe 2W250-25 (*Normally Close*) [14]

### 3.2. Pembuatan dan Pengujian Alat Pelontar BB 6 mm

Komponen-komponen yang digunakan sebagian besar telah tersedia, sehingga hanya dibutuhkan perakitan. Komponen yang dibuat adalah *chamber*, yang dipasangkan komponen pentil ban untuk memasukkan udara dari kompresor, serta sensor tekanan pada bagian belakang. Sistem *magazine* memanfaatkan sistem yang sudah ada pada *airsoft gun*. Hasil pembuatan dan perakitan alat seperti terlihat pada gambar 8.



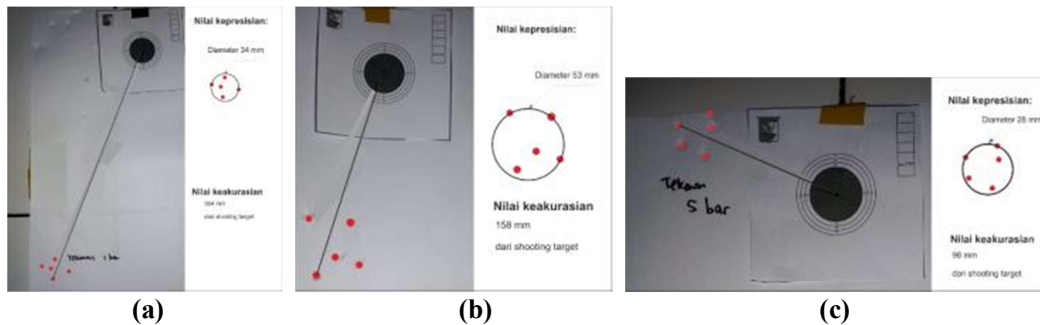
Gambar 8. Wujud Fisik Alat Pelontar BB 6 mm

Keterangan:

1. Pressure sensor
2. Pressure chamber
3. Katup solenoid
4. Barel

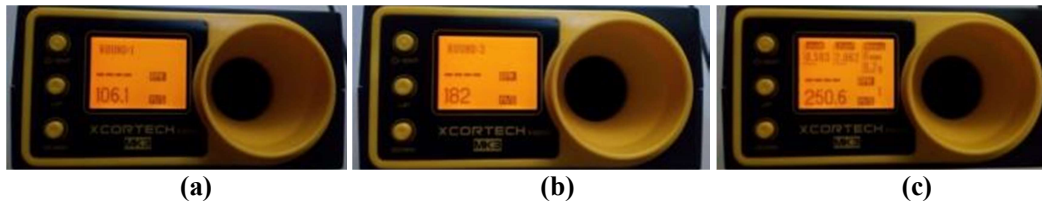
5. Relay *module 2 channel*
6. Kompresor mini
7. Arduino UNO

Pengujian dilakukan dengan jarak target 5 m dan menghasilkan variasi akurasi dan kepresisian, seperti terlihat pada gambar 9. Pada tekanan 1 bar sebaran hasil tembakan berada dalam radius 34 mm dan dari titik tengah sebaran ke titik tengah target berjarak 304 mm. Pada tekanan 3 bar sebaran hasil tembakan berada dalam radius 53 mm dan dari titik tengah sebaran ke titik tengah target berjarak 158 mm. Pada tekanan 5 bar sebaran hasil tembakan berada dalam radius 28 mm dan dari titik tengah sebaran ke titik tengah target berjarak 98 mm diatas target.



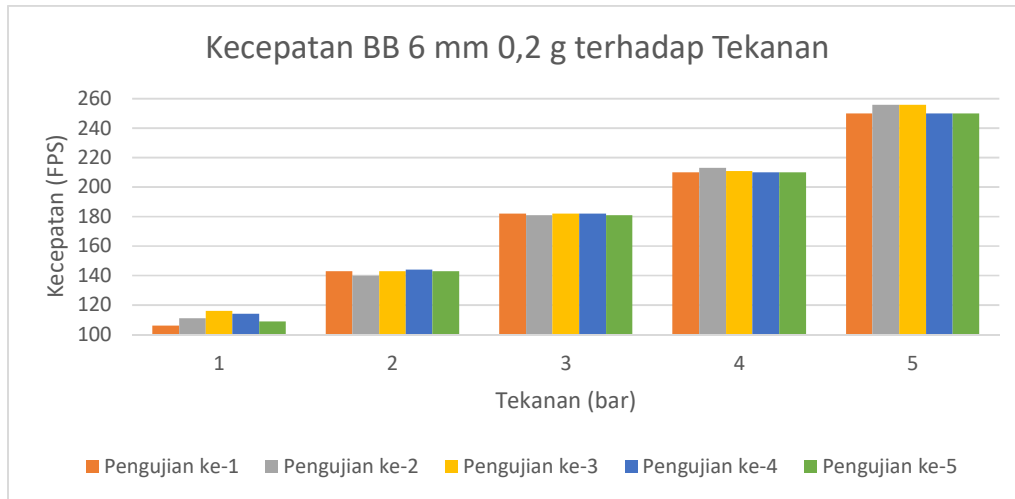
**Gambar 9. Hasil pengujian pelontaran BB 6 mm 0,2 g ke target pada jarak 5 m**  
**(a) Tekanan 1 bar; (b) Tekanan 3 bar; (c) Tekanan 4 bar.**

Hasil pembacaan *chronometer* pada berbagai tekanan disajikan pada gambar 10. Pada tekanan 1 bar, kecepatan mencapai sekitar 106,1 fps (*Feet per Second*). Pada tekanan 3 bar, kecepatan mencapai sekitar 182 fps. Pada tekanan 5 bar, kecepatan mencapai sekitar 250,6 fps.



**Gambar 10. Hasil pengujian pelontaran BB 6 mm 0,2 g**  
**(a) Tekanan 1 bar; (b) Tekanan 3 bar; (c) Tekanan 4 bar.**

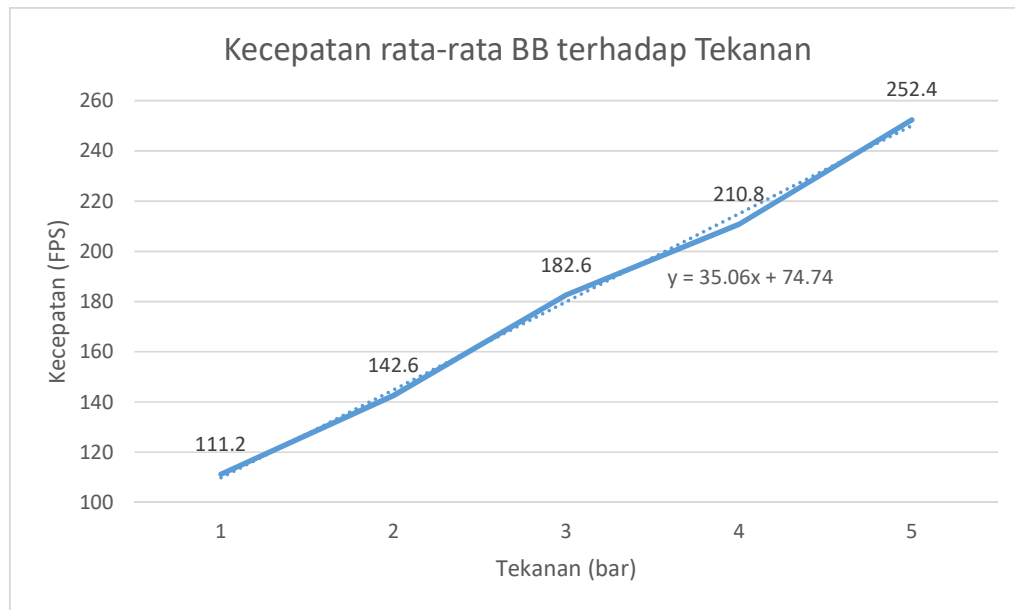
Hasil pengujian selengkapnya ditampilkan pada gambar 11. Pengujian dilakukan sebanyak 5 (lima) kali untuk setiap tekanan yang berbeda. Terlihat bahwa pada tekanan yang sama cenderung menghasilkan kecepatan yang sama. Sehingga menunjukkan bahwa program kontrol untuk proses sensing oleh sensor tekanan dan pelepasan udara bertekanan oleh katup solenoid, telah sesuai dengan prinsip kerja yang direncanakan.



**Gambar 11. Grafik hasil pengujian kecepatan BB 6 mm 0,2 g terhadap variasi tekanan**

#### 4. Kesimpulan dan Saran

Hasil pengujian diperoleh rata-rata peningkatan kecepatan terhadap kenaikan tekanan adalah 28% dari 1 bar hingga 3 bar, namun pada tekanan 4 dan 5 bar hanya meningkat 15% dan 20%, seperti terlihat pada gambar 12. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan BB tidak selalu berbanding lurus dengan peningkatan pemberian tekanan pada *chamber*. Terdapat faktor lain diantara-Nya dimensi *chamber* dan bentuk nosel antara *chamber* dengan BB yang akan dilontarkan, sebagai bahan penelitian selanjutnya.



**Gambar 12. Grafik peningkatan kecepatan rata-rata BB terhadap peningkatan tekanan**

Kecepatan rata-rata BB minimal pada tekanan 1 bar yaitu 111,2 fps dan maksimal pada tekanan 5 bar yaitu 252,4 fps. Tingkat kepresisian terendah adalah pada tekanan 3 bar yaitu 53 mm dan tertinggi pada tekanan 5 bar yaitu 28 mm. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat kepresisian tidak berbanding lurus dengan peningkatan tekanan untuk melontarkan BB. Hal ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti profil dan panjang barrel sebagai bahan penelitian selanjutnya.

## 5. Daftar Pustaka

- [1] Lankford, J. E., Meinke, D. K., Flamme, G. A., Finan, D. S., Stewart, M., Tasko, S., & Murphy, W. J. 2016. *Auditory risk of air rifles*. International Journal of Audiology, 55(sup1), S51–S58. doi:10.3109/14992027.2015.1131851
- [2] Buana, E. P. 2014. *Perancangan Interior Shop and Play Airsoftgun di Trawas dengan Konsep War of Iwojima*. Jurnal Intra Vol. 2, No. 2, (2014) 37-46
- [3] Duthie A., 2021. *What Is An Airsoft Gun: The Definitive Guide*. [online] Available at: <https://www.redwolfairsoft.com/blog/what-are-airsoft-guns> [Accessed 1 February, 2023].
- [4] eHobby Asia, 2021. *What is an Airsoft Gun? | Explained - Ehobby Asia*. [online] Available at: <https://www.ehobbyasia.com/blogs/news/what-is-an-airsoft-gun> [Accessed 1 February, 2023].
- [5] Meng, H. H., Tsai, P. C., & Chen, Y. H. (2013). *The effect of ambient temperature variation to the muzzle energy of airguns*. Forensic Science Journal, 12(1), 47-56.
- [6] Fandom, 2019. *FPS*. [online] Available at: <https://airsoft.fandom.com/wiki/FPS> [Accessed 1 February, 2023].
- [7] Patrawala T. Qj. 2021. *Design And Fabrication Of Pre-Charged Pneumatic Double Acting Rifles*. Multidisciplinary International Research Journal of Gujarat Technological University: Volume 3 Issue 1 January 2021, pp. 37-52, ISSN: 2581-8880
- [8] Engineering ToolBox, (2004). *PVC Pipes - Pressure Ratings vs. Size*. [online] Available at: [https://www.engineeringtoolbox.com/pvc-cpvc-pipes-pressures-d\\_796.html](https://www.engineeringtoolbox.com/pvc-cpvc-pipes-pressures-d_796.html) [Accessed 1 February, 2023].
- [9] Ali, Hartawan L., and Supriatna, 2020. *Perancangan Sistem Mekanik Automatic Shooting Rest*. In: Seminar Nasional – XIX Rekayasa dan Aplikasi Teknik Mesin di Industri, 17 Desember 2020, Kampus Institut Teknologi Nasional – Bandung, ISSN 1693-3168
- [10] D. Purwanto, D. Prasetyawan and M. Rivai. 2016. *Development of auto tracking and target locking on static defence based on machine vision*. International Seminar on Application for Technology of Information and Communication (ISEmantic), Semarang, Indonesia, 2016, pp. 290-294, doi: 10.1109/ISEMANTIC.2016.7873853.
- [11] Kuncorojati A., dan Wahjudi A., 2015. *Rancang Bangun Pelontar Peluru Yang Dilengkapi Dengan Kamera Stereo Untuk Pendeteksian Target Secara Otomatis*. Jurnal Teknik ITS Vol. 4, No. 1, ISSN: 2337-3539 (2301-9271 Print)
- [12] Hizbullah G., Purboyo T. W., Hasibuan F. C., 2022. *Perancangan Perangkat Lunak Target Penilaian Berbasis Laser Spot*. In e-Proceeding of Engineering : Vol.9, No.3 Juni 2022, pp. 1206-1210, ISSN : 2355-9365
- [13] Ali, A. H., Duhis, A. H., Alzurfi, N. A. L., & Mnati, M. J. 2019. *Smart monitoring system for pressure regulator based on IOT*. International Journal of Electrical and Computer Engineering, 9(5), 3450.
- [14] Bossgoo, 2023. DN25 1 'Berulir 2W250-25 Katup Solenoid Listrik Kuningan. Available at: <https://id.bossgoo.com/product-detail/dn25-1-threaded-2w250-25-brass-62824103.html> [Accessed 1 February, 2023].