

Kaji Eksperimental Gerak Pellet Senapan Angin Potensial Pegas Produk Industri Kecil Dalam Usaha Perbaikan Dan Standarisasi Komponen Utamanya
(Studi Kebutuhan Senapan Angin Olah Raga Menembak)

Sugiharto, Gatot Santoso, BRM. Djoko Widodo
Jurusan Teknik Mesin - Fakultas Teknik - Universitas Pasundan
Email: haifa_hafizha@yahoo.com

Abstrak

Senapan angin dapat diklasifikasikan berdasarkan energi untuk melontarkan pelurunya yaitu dengan menggunakan energi potensial pegas, dan dengan menggunakan tekanan udara atau gas. Dari kedua jenis senapan tersebut, penggunaan untuk alat olah raga menembak di Indonesia masih menggunakan produk impor. Hal ini karena kinerja senapan impor relatif lebih baik jika dibandingkan dengan senapan angin buatan dalam negeri yang umumnya dibuat oleh industri kecil. Dari pertimbangan tersebut dilakukan suatu pengujian terhadap senapan produk industri kecil, yang mana hasil pengujian dapat dijadikan parameter dasar perbaikan senapan angin tersebut. Hasil pengujian diperoleh untuk jarak tembak 5 m dan 10 m kecepatan gerak pellet rata-rata senapan angin produk industri kecil adalah 67,565 m/s dan 86,045 m/s.

Kata kunci: senapan , potensial, barell

I. Pendahuluan

Senapan angin pada umumnya digunakan untuk olah raga dan diklasifikasikan berdasarkan energi pelontar pelurunya, energi yang digunakan dibagi dua yaitu dengan menggunakan energi potensial pegas, dan tekanan gas/angin.

Kedua jenis senapan angin tersebut diatas pada saat ini umumnya masih diimpor dari luar negeri. Hal ini dikarenakan kualitas senapan impor lebih baik dibandingkan dengan kualitas senapan dalam negeri, performansi dan kinerja senapan impor relatif lebih baik.

Senapan angin di Indonesia banyak dibuat oleh industri kecil. Industri kecil pembuat senapan angin tersebut salah satunya berada dikawasan Cipacing Rancaekek Kab. Bandung Jawa Barat, dengan standar pembuatan yang bervariasi. Akibat kondisi tersebut produk yang dihasilkan akan diperoleh standar kualitas yang berbeda-beda walapun dibuat dengan merk dagang yang sama.

Dari pertimbangan di atas dilakukan suatu pengujian untuk mengetahui pembangkitan tekanan energi pelontar, sehingga dihasilkan suatu parameter dasar dalam pembuatan komponen senapan angin yang dibuat oleh industri kecil. Tujuan akhir dari dari pengujian ini adalah untuk menghasilkan senapan angin yang memiliki kualitas yang lebih baik dan relatif seragam walaupun dikerjakan diberbagai lokasi home industri.

Pada paper ini dijelaskan hasil pengujian kecepatan gerak pellet pada senapan angin potensial pegas kaliber 4,5 mm dengan panjang barell 450 mm. Dengan variasi jarak yang di tempuh oleh pellet dengan jarak 10 meter dan 5 meter, pada jenis senapan angin dengan ukuran barell (laras) yaitu 450 mm.

II. Senapan Angin

Senapan angin yang sering kita jumpai menggunakan peluru dengan ukuran kaliber 4,5 mm, pada umumnya senapan dengan jenis peluru ini pembuatannya dilakukan di Industri rumah tangga (*home industry*). Peralatan dan teknologi yang digunakan untuk pembuatan sangat

sederhana, sehingga penggunaan dari jenis senapan ini relatif terbatas dan hanya diperuntukan untuk kebutuhan hobi menembak dan berburu binatang. Sementara untuk kebutuhan olah raga menembak senapan tersebut relatif jarang digunakan karena bukan hanya kualitas yang kurang juga tidak memenuhi standar yang ditentukan oleh suatu badan tertentu. Hal ini terjadi karena bervariasinya kualitas dan performansi senapan tersebut sekalipun jenis dan merk dagangnya sama. Kondisi ini terjadi akibat tidak adanya standar yang menjadi acuan dalam membuat dan menguji komponen senapan tersebut khususnya untuk senapan buatan industri rumah tangga (*home Industry*).

Jenis senapan angin yang dibuat oleh industri kecil umumnya jenis pneumatik dan jenis potensial pegas dengan menggunakan merk dagang tertentu sesuai dengan si pembuatnya. Salah satu jenis senapan angin produk industri kecil dapat dilihat pada gambar 1. dan 2.



Gambar 1. Senapan Angin Produk Industri Kecil

Melihat kondisi tersebut dilakukan suatu analisis gerak pellet (peluru) pada senapan angin produk industri kecil dengan ukuran panjang barell yang berbeda. Hasil akhir analisis gerak pellet (peluru) ini diharapkan dapat dijadikan parameter dasar acuan dalam merancang komponen laras pendukung senapan angin tersebut.



Gambar 2. Senapan Angin Produk Import

Spesifikasi Senapan Produk Import

Action Type	:	Single-stroke Spring-piston
Caliber	:	177 caliber (4.5 mm)
Velocity	:	1000 fps
Weight	:	7.5 lbs
Length	:	45" overall, 19" barrel
Barrel	:	Rifled Steel, blue finish
Stock	:	Hardwood
Sights	:	none - designed for scope use

Salah satu jenis senapan angin import yang dijadikan pembanding adalah senapan angin model Single-stroke Spring-piston, FX Black Widow, FX Super Swift (gambar 2). Senapan angin ini memiliki tekanan di dalam barel sebesar 190 bar atau 19 MPa dengan jarak tembak maksimum 30 meter.

Gerak Peluru

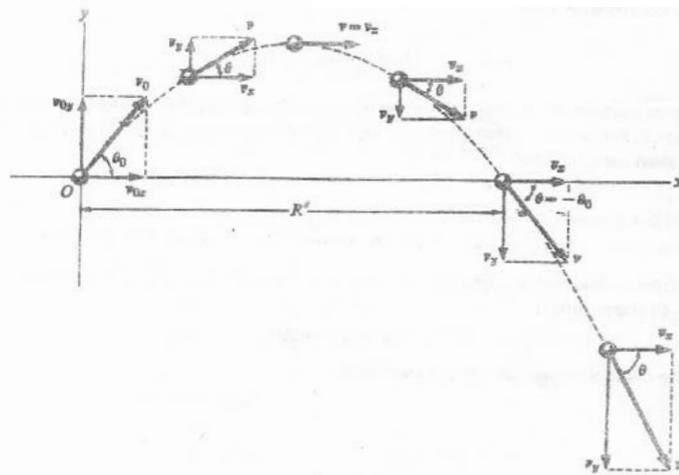
Gerak peluru adalah gerak yang dilakukan dengan percepatan konstan, satu-satunya gaya yang bekerja dalam kondisi ini hanya berat peluru itu sendiri, besar dan arah gerak dianggap konstan, jika proyeksikan pada sepasang sumbu koordinat tegak lurus, sumbu horizontal, $-x$, yang vertikal, $-y$, maka komponen $-x$ gaya terhadap peluru itu nol dan komponen $-y$ nya ialah berat peluru sendiri, $-mg$. jadi berdasarkan hukum kedua Newton [2].

$$a_x = \frac{F_x}{m} = 0, \quad a_y = \frac{F_y}{m} = \frac{-mg}{m} = -g \quad (1)$$

Komponen horizontal percepatan adalah nol dan komponen vertikal mengarah ke bawah dan sama seperti arah benda jatuh bebas. Komponen ke depan kecepatan tidak berpengaruh terhadap gerak peluru [2].

Pada gambar 3, sumbu-x dan sumbu-y digambarkan dengan titik pangkal koordinatnya pada titik dimana peluru itu mulai bergerak bebas. Pada titik ini kita tetapkan $t = 0$. Kecepatan pada titik awal dilukiskan oleh vector v_0 , yang dinamakan kecepatan awal, atau kecepatan laras jika peluru itu di tembakan dari senapan. Sudut θ_0 adalah sudut elevasi. Kecepatan awal diuraikan menjadi komponen horizontal V_{0x} , yang besarnya $V_0 \cos \theta$, dan komponen vertikal V_{0y} , yang besarnya $V_0 \sin \theta_0$. Komponen kecepatan horizontal

$$V_x = V_{0x} = V_0 \cos \theta_0 \quad (2)$$



Gambar 3. Trajektori sebuah benda yang ditembakkan dengan kecepatan awal v_0 dan sudut elevasi θ_0 . Jarak R disebut jangkauan

Percepatan vertikal ialah $-g$, sehingga komponen kecepatan vertikal pada saat t ialah

$$v_y = v_{0y} - gt = v_0 \sin \theta_0 - gt \quad (3)$$

Komponen-komponen ini dapat dijumlahkan secara vector untuk menentukan kecepatan resultan v . Besarannya ialah

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} \quad (4)$$

dan sudut θ yang dibuatkan terhadap horizontal ialah

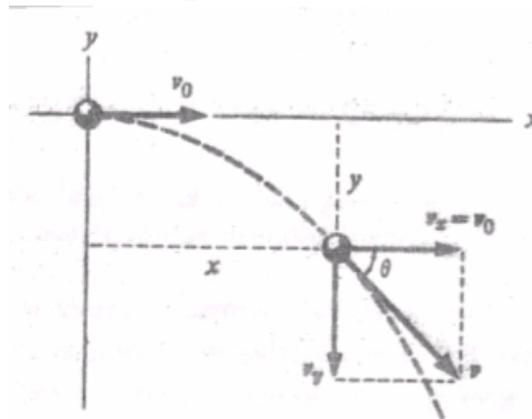
$$\tan \theta = \frac{v_y}{v_x} \quad (5)$$

Vektor kecepatan v tangen pada trayektori sehingga arahnya sama dengan arah trayektorinya. Koordinat peluru pada sembarang saat lalu dapat ditentukan berdasarkan gerak dengan kecepatan konstan serta dengan percepatan konstan. Koordinat x ialah

$$x = V_{0x} \cdot t = (V_0 \cos \theta_0) t \tag{6}$$

dan korodinat-y ialah

$$y = V_{0y} \cdot t - \frac{1}{2} g t^2 = (V_0 \sin \theta_0) t - \frac{1}{2} g t^2 \tag{7}$$



Gambar 4. Trayektori sebuah benda yang dilontarkan Horizontal

dari persamaan 5 dan persamaan 6 kita dapatkan persamaan trayektori dalam bentuk parameter t . persamaan dalam bentuk x dan y dapat diperoleh dengan mengeleminasi t ini akan kita dapatkan

$$y = (\tan \theta_0) x - \frac{g}{2V_0^2 \cos^2 \theta_0} x^2 \tag{8}$$

besaran-besaran v_0 , $\tan \theta_0$, $\cos \theta_0$, dan g adalah konstan, sehingga persamaan (7) dapat di tulis

$$y = bx - cx^2, \tag{9}$$

yang dikenal sebagai persamaan parabola.

Kecepatan Peluru

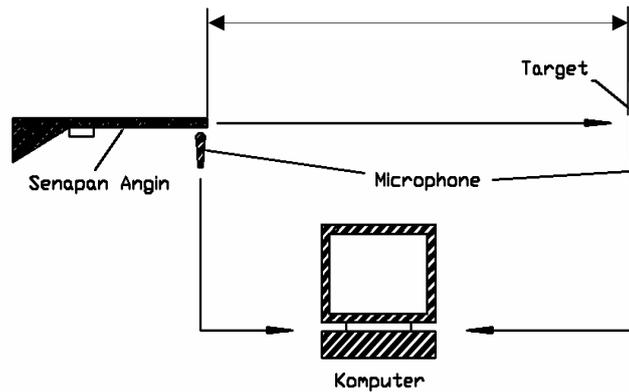
Kecepatan peluru merupakan fungsi dari jarak dan waktu yang ditempuh oleh peluru pada saat keluar dari laras sampai peluru mencapai sasaran

$$V = \frac{s}{t} \tag{10}$$

- Dimana
- V : Kecepatan peluru (m/s)
 - s : Jarak yang ditempuh pelet (m)
 - t : Waktu tempuh pelet (s)

III. Pengujian

Pada pengujian yang telah dilakukan, peralatan dan software yang digunakan dalam pengujian, yaitu : Sebuah senapan angin potensial pegas dengan panjang barell 450 mm dengan diameter lubang 4,5 mm. Satu unit komputer dengan dilengkapi software *Nero Wave editor*, serta dua buah *microphone*.



Gambar 5. Perangkat Pengujian

Spesifikasi Senapan Uji

Senapan laras panjang digunakan dalam pengujian dengan panjang barel 450 mm kaliber 4,5 mm. Energi pendorong pelet dihasilkan oleh pegas.



Gambar 6. Senapan Uji Senapan angin laras panjang barel 450 mm, kaliber 4,5 mm

Spesifikasi Pelet

Pelet yang digunakan memiliki spesifikasi seperti terlihat pada gambar 3.3 diatas. Diameter permukaan pelet 4,5 mm, sehingga pada sisi belakang pelet mempunyai luas 15,9 mm². Massa pelet bervariasi berkisar antara $m = 0,471 - 0,487$ gram.



Gambar 7. Pellet

Microphone

Pengujian yang dilakukan menggunakan dua buah *microphone*, satu buah *microphone* ditempatkan dekat ujung laras senapan yang berfungsi untuk menerima suara dari senapan pada saat ditembak. Satu buah *microphone* ditempatkan di dekat sasaran yang fungsinya untuk menerima suara yang dihasilkan akibat benturan pelet dan sasaran tembak (logam tipis). Suara yang diterima oleh kedua *microphone* tersebut kemudian disampaikan ke komputer.

Nero Wave Editor

Nero Wave Editor merupakan suatu software yang berfungsi untuk merekam suara yang diterima oleh komputer melalui *sound card* untuk kemudian sinyal suara tersebut dapat di ubah kedalam suatu grafik frekwensi getaran suara.

Prosedur Pengujian

Pengujian dilakukan dengan cara menembakan beberapa kali pada sasaran dengan variasi jarak yang berbeda. Jarak dari senapan ke sasaran $s = 5$ m dan $s = 10$ m, masing-masing jarak dilakukan tujuh kali tembakan. Pada ujung laras senapan diletakan sebuah *microphone* yang berfungsi untuk mengambil suara senapan pada saat ditembak. Demikian pula pada sasaran diletakan *microphone* untuk mengambil suara pelet pada saat membentur sasaran . Kedua

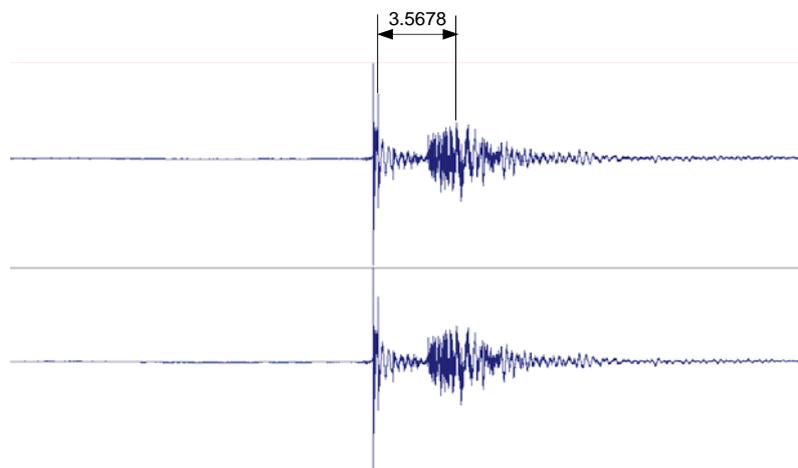
microphone tersebut disambungkan kekomputer melalui *sound card*, sehingga komputer dapat merekam suara senapan pada saat ditembakkan dan suara pelet pada saat mengenai seng dengan menggunakan software *Nero Wave Editor*.

Prinsip Dasar Pengujian

Pengujian kecepatan pelet ini menggunakan prinsip yang sangat sederhana, yakni dengan mengukur perbedaan suara pada saat pelet ditembakkan dan pada saat pelet mengenai sasaran. Kedua suara tersebut diterjemahkan oleh *Nero Wave Editor* kedalam grafik, dari grafik tersebut kemudian dapat diukur selisih waktu diantara keduanya. Akhirnya, kecepatan pelet dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (10) dan hasilnya dirata-ratakan.

Hasil Pengujian

Berikut ini disajikan gambar hasil pengujian yang diperoleh melalui software *Nero Wave Editor* pada pengujian satu untuk jarak tembak sejauh $s = 5$ m.



Gambar 8 Hasil pengujian ke-1 senapan angin dengan jarak tembak 5 m yang direkam melalui *Nero Wave Editor*

Posisi satu ialah posisi pada saat pelet keluar dari dalam laras, dan posisi dua adalah posisi pelet pada saat mengenai sasaran. Selisih waktu dari kedua peristiwa tersebut dapat dilihat langsung melalui *Nero Wave Editor* dengan cara mengurangkan waktu pada posisi dua dengan waktu pada posisi satu. Pada posisi dua tercatat waktu sebesar $t = 0,273$ s, sedangkan diposisi dua tercatat $t = 0,338$ s. Maka selisish waktu antara posisi satu dan dua sebesar $\Delta t = 0,338 - 0,273 = 0,065$ s. Kecepatan pelet mengenai sasaran ditentukan melalui persamaan 10.

$$V_1 = \frac{5}{0,065} = 76,923 \text{ m/s}$$

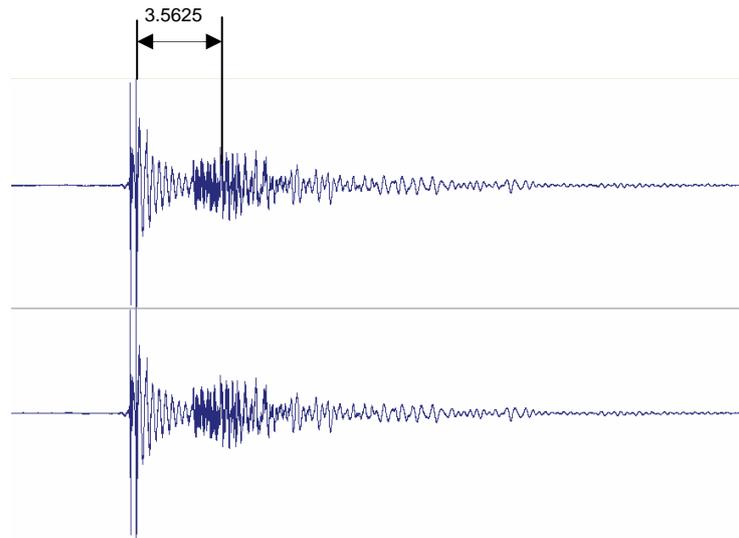
Dengan menggunakan cara yang sama dengan metode diatas,dari pengujian yang dilakukan diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 3.1 Kecepatan pelet senapan angin laras panjang dengan jarak tembak 5 m.

No	Massa (g)	Jarak (m)	Posisi 1 (s)	Posisi 2 (s)	Waktu (s)	Kecepatan (m/s)
1	0,481	5	0,273	0,338	0,065	76,923
2	0,469	5	0,240	0,328	0,088	56,818
3	0,455	5	0,207	0,271	0,064	78,125
4	0,470	5	0,143	0,230	0,087	57,471
5	0,471	5	0,113	0,175	0,062	80,645
6	0,471	5	0,106	0,176	0,070	71,429
7	0,485	5	0,245	0,342	0,097	51,546

Massa pelet rata-rata adalah 0.471 gram, dan kecepatan rata-ratanya adalah 67.56 m/s

Hasil pengujianpengujian dua untuk jarak tempuh pelet sejauh $s = 10$ m



Gambar 9. Hasil pengujian ke-2 senapan angin dengan jarak tembak 10 m yang direkam melalui *Nero Wave Editor*

Tabel 3.2 Kecepatan pelet senapan angin laras panjang dengan jarak tembak 10 m.

No	Massa (g)	Jarak (m)	Posisi 1 (s)	Posisi 2 (s)	Waktu (s)	Kecepatan (m/s)
1	0,485	10	0,240	0,356	0,116	86,207
2	0,471	10	0,260	0,356	0,096	104,16
3	0,462	10	0,287	0,414	0,127	78,740
4	0,475	10	0,121	0,231	0,110	90,909
5	0,439	10	0,061	0,172	0,111	90,090
6	0,486	10	0,080	0,191	0,111	90,090
7	0,475	10	0,087	0,248	0,161	62,112

Massa pelet rata-rata adalah 0.470 gram, dan kecepatan rata-ratanya adalah 86.045 m/s

IV. Analisis

Hasil dari pengujian diperoleh harga massa rata-rata dengan jarak $s = 5$ m adalah $m = 0,471$ gr dengan kecepatan rata-rata $V = 67.565$ m/s. Sedangkan untuk jarak $s = 10$ m, mempunyai harga kecepatan rata-rata $V = 86.045$ m/s, dengan massa rata-rata $m = 0,470$ gram.

Nilai dari setiap pengujian sangat bervariasi, hal ini dipengaruhi oleh massa pelet, ketepatan menembak serta pengaruh angin, dalam pengujian ini pengaruh angin diabaikan, begitu pula lemahnya sinyal dari *microphone* yang diterima oleh komputer.

Jarak tembak 5 m

Sebagaimana hasil dari pengujian diatas, hasil pengujian kecepatan pelet pada jarak tembak 5 m, sangat bervariasi dari yang terkecil sebesar $V = 76.923$ m/s sampai yang terkecil $V = 51.546$ m/s. Kecepatan rata-rta pelet $V = 67.565$ m/s. Dari hasil ini terlihat bahwa massa pelet pada setiap pengujian tidak terlalu berpengaruh pada kecepatan pelet. Hal ini dikarenakan perbedaan antara pelet satu dengan pelet yang lainnya sangat kecil pada setiap pengujian.

Jarak tembak 10 m

Nilai kecepatan rata-rata pelet pada pengujian senapan angin laras panjang dengan jarak tembak 10 m, terlihat lebih besar dari harga kecepatan rata-rata pelet pada jarak tembak 5 m

seperti tersebut pada bab sebelumnya. Harga kecepatan pelet yang diperoleh melalui tujuh kali pengujian mempunyai kecepatan rata-rata $\bar{V} = 86,045 \text{ m/s}$, dengan kecepatan yang terkecil sebesar $V = 86.207 \text{ m/s}$. Kecepatan yang terbesar $V = 104.167 \text{ m/s}$.

Sebagaimana halnya pada pengujian senapan dengan jarak tembak 5 m, pada pengujian dengan jarak tembak 10 m pun perbedaan massa pelet sangat kecil sehingga tidak terlalu mempengaruhi waktu tempuh pelet dari senapan kesasaran. Kesulitan pembacaan grafik terjadi pada pengujian ke-7 seperti terlihat pada gambar 13, dimana terlihat amplitudo yang digambarkan oleh software pada saat pellet mencapai target hampir sama besarnya.

Perbandingan jarak tembak

Sebagai mana dijelas kan diatas disebutkan bahwa harga kecepatan rata-rata pelet pada jarak tembak 5 m dan 10 m berturut-turut sebesar 67.565 m/s dan 86.045 m/s . Dari data tersebut terdapat selisih nilai sebesar $18,480 \text{ m/s}$. Hal ini menandakan bahwa kecepatan pelet sampai pada jarak 10 m masih terus meningkat dan belum menunjukkan gerak mendatar yang konstan tanpa percepatan. Pelet ini masih akan terus bergerak sampai menunjukkan harga kecepatan tertentu untuk kemudian jatuh beraturan karena pengaruh gaya gravitasi.

V. Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan maka dapat diambil beberapa kesimpulan :

- Kecepatan rata-rata pelet pada jarak tembak 5 m dan 10 m berturut-turut sebesar $67,565 \text{ m/s}$ dan $86,045 \text{ m/s}$. Terdapat selisih nilai sebesar $\Delta V = 18,480 \text{ m/s}$.
- Hasil dari pengujian, kecepatan pelet bervariasi, ini dikarenakan perbedaan antara massa pelet satu dengan pelet yang lainnya sangat kecil dan pengaruh dari angin pada setiap pengujian, tetapi tidak terlalu berpengaruh besar pada kecepatan pelet.
- Senapan angin potensial pegas hasil industri kecil masih memiliki kecepatan gerak yang kurang baik jika dibanding dengan senapan angin sejenis produk import yang memiliki kecepatan rata-rata 1000 fps (300 m/s) hal ini yang akan menjadi dasar perbaikan komponen yang harus dilakukan pada pembuatan senapan angin di industri kecil tersebut.
- Melihat dari rendahnya kecepatan gerak rata-rata yang dihasilkan dari pengujian, ada beberapa kemungkinan yang dapat diperbaiki dari komponen senapan angin tersebut diantaranya kekakuan pegas yang digunakan, geometri lubang barrel dan sistem penyetabil gerak pelletnya.

Hal yang yang perlu dijadikan pertimbangan dalam analisis pengujian berikutnya adalah bagaimana membuat formula dalam memperhatikan arah angin dan massa pelet pada waktu pengujian walaupun pengaruhnya terhadap gerak pelet sangat kecil.

Daftar Pustaka

1. Moran Shapiro 1995, "*Fundamental of Engineering Thermodynamic*", third edition, John Wiley & Sons, Inc., Canada
2. Sears. Zemansky 1982, "*Fisika*", Cetakan ke-4, Bina Cipta, Bandung
3. William C., Reynold 1977, "*Engineering Thermodynamics*", Second Edition, Mc. Graw - Hill Co