



Rancang Bangun dan Analisa Single Stage Induction Coilgun

Yehezkiel Fernanda Andrianto

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Giovani Dimas Prenata

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Alamat: Jl. Semolowaru No.45, Menur Pumpungan, Kec. Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur
60118

Korespondensi penulis: heskifernanda@gmail.com

Abstract. *Coilgun is an electromagnetic weapon that functions based on electromagnetic forces to move projectiles. The single stage coilgun uses 1 induction coil to produce an electromagnetic field. In its manufacture, the coilgun consists of an inverter, rectifier, transformer and inductance coil. In previous research, many techniques were used to increase the speed of coilgun projectiles. These include adding the number of coils, combining the number of turns on each coil, trying several types of winding materials and combining several projectile materials to increase the projectile speed. In this study, researchers used 3 types of coils (0.262 mH, 0.385 mH and 0.945 mH) and 2 types of projectiles weighing 4.26 g and 1.08 g respectively. The highest speed measurement results (4.48 m/s) were obtained using a 4.26 g projectile and a 0.945 mH coil. The kinetic energy obtained was 4.168 J with an efficiency of 0.758%.*

Keywords: *Coilgun, inductance, projectile weight, projectile speed, kinetic energy and efficiency.*

Abstrak. Coilgun merupakan senjata elektromagnetik yang berfungsi berdasarkan gaya elektromagnetik untuk menggerakkan proyektil. Coilgun single stage mempergunakan 1 coil induksi untuk menghasilkan medan elektromagnet. Dalam pembuatannya coilgun terdiri dari inverter, rectifier, transformator dan coil induktansi. Pada penelitian sebelumnya banyak teknik yang dipergunakan untuk meningkatkan kecepatan proyektil coilgun. Diantara menambahkan jumlah coil, mengkombinasikan jumlah lilitan pada masing-masing coil, mencoba beberapa jenis material lilitan dan mengkombinasikan beberapa bahan proyektil untuk meningkatkan kecepatan proyektil. Pada penelitian ini, peneliti mempergunakan 3 jenis lilitan (0,262 mH, 0,385 mH dan 0,945 mH) serta 2 jenis proyektil yang beratnya masing-masing 4,26 g dan 1,08 g. Hasil pengukuran kecepatan tertinggi (4,48 m/s) didapat dengan menggunakan proyektil 4,26 g dan lilitan 0,945 mH. Untuk energi kinetik yang didapat sebesar 4,168 J dengan efisiensi sebesar 0,758%.

Kata kunci: Coilgun, induktansi, berat proyektil, kecepatan proyektil, energi kinetik dan efisiensi.

LATAR BELAKANG

Coilgun adalah senjata elektromagnetik yang memiliki kemampuan untuk menghasilkan gaya elektromagnetik untuk mempercepat proyektil. Dalam makalah ini

Received Oktober 30, 2023; Revised November 2, 2023; November 9, 2023

*Corresponding author, e-mail address

perbedaan struktur dan prinsip peluncur elektromagnetik, coilgun induksi multi stage induction adalah salah satu coilgun dengan daya dorong yang besar.[1]

Beberapa peneliti telah melakukan penelitian untuk meningkatkan efisiensi sistem untuk coilgun. Multi stage induction coilgun dirancang untuk mengamati kinerja peluncuran proyektil dalam hal arah medan magnet yang berbeda untuk meningkatkan efisiensinya sistem. Lilitan kawat yang dililitkan dirancang untuk menghasilkan kecepatan yang lebih tinggi pada proyektil coilgun.[2]

Maka dari hal tersebut didampingi dengan kemajuan teknologi, diperlukan suatu senjata yang canggih di era moderen agar negara semakin kuat dengan memanfaatkan teknologi tersebut. Pada penelitian ini, penulis ingin membuat sebuah senjata single stage induction coilgun yang diharapkan dapat membuat negara semakin kuat dan meningkatkan perekonomian semakin dengan dengan menjual senjata tersebut.

KAJIAN TEORITIS

Dalam pembahasan penelitian ini, peluncur coil menggunakan daya listrik DC (Direct Current). Coilgun menggerakkan proyektil dengan cara saat lilitan coil dialiri arus maka coil menghasilkan elektromagnetik. Untuk memaksimalkan percepatan dari proyektil, maka harus di pasang beberapa coil dan arus yang besar sehingga proyektil dapat melontarkan dengan cepat, agar proyektil meluncur hentikan sebelum melewati pusat magnetik coil. Penelitian yang dilakukan oleh Rafiuddin Syam dan Andi Amijoyo Mochtar (2019) dalam penelitian yang berjudul "Perancangan Peluncur Coil Gun Menggunakan Daya Listrik DC". Tujuan penelitian ini adalah perancangan peluncur coil gun menggunakan daya listrik DC (direct current). Coil gun menggerakkan proyektil dengan cara lilitan kabel dialiri listrik untuk menciptakan medan magnet yang kuat sepanjang lilitan sehingga terjadi gaya magnet untuk percepatan pada proyektil ferromagnetik.

Dalam penelitian yang berjudul "*Experiment and Analysis on the New Structure of the Coilgun With Stepped Coil Winding*". Dalam penelitian memiliki kesimpulan jika tegangan awal kapasitor lebih rendah karena angker pada posisi pemicu optimal, maka kecepatan angker UDSC coilgun konvensional relative lebih besar, dan sebaliknya jika tegangan pada kapasitor lebih tinggi maka kecepatan muzzle armature relative lebih besar. Perancangan coilgun, untuk mencari panjang lilitan coil menggunakan rumus

$$R = \frac{V}{I} \quad (1)$$

R = Resistance, satuannya ohm (W)

V = Voltage (Tegangan, satuannya volt (V)

I = Current (Arus Listrik), satuannya ampere (A)

Setelah mendapatkan panjang lilitan coil selanjutnya mencari hambatan kawat Ω :

$$R = P \frac{\ell}{A} \quad (2)$$

Keterangan :

R = Hambatan kawat (Ω)

P = Panjang kawat (m)

ℓ = Hambatan jenis kawat (Ωm)

A = Luas penampang kawat (m^2)

Untuk mencari kecepatan coil menggunakan rumus energi kinetik yaitu :

$$Ek = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad (3)$$

Keterangan :

Ek = Energi kinetik (Joule)

m = Massa (Gram)

v = Kecepatan (m/s)

Besarnya induktansi dihitung berdasarkan rumus energi magnetik :

$$Em = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I^2 \quad (4)$$

Keterangan :

Em = Energi magnetik (Tesla)

L = Induktansi kumparan (Henry)

I = Arus (Ampere)

Berdasarkan hukum kekekalan energi maka, energi kinetik dianggap sama dengan energi magnetik sehingga

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I^2 \quad (5)$$

$$m \cdot v^2 = L \cdot I^2$$

$$v^2 = \sqrt{\frac{L \cdot I^2}{m}}$$

Dari penurunan rumus di atas didapatkan (v) kecepatan, (m/s) meter/ second.

Keterangan :

V = Kecepatan (m/s)

L = Induktansi kumparan (Henry)

I = Arus (Ampere)

m = Massa (Gram)

METODE PENELITIAN

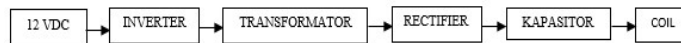
Dari penelitian ini metode yang di gunakan adalah metode kuantitatif dan kualitatif.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

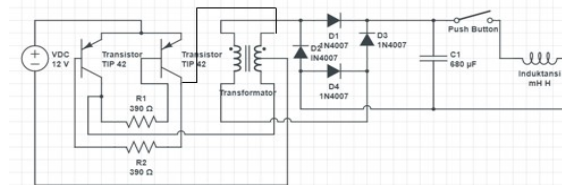
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah sistematik coilgun



Gambar 2. Sistematik Coilgun

Didalam coilgun terdapat beberapa komponen dan memiliki fungsi yang sangat penting dalam pembuatan coilgun, yaitu 1 terdapat komponen transistor TIP 42 (PNP). Komponen transistor TIP 42 digunakan sebagai saklar pada sirkuit swiching tegangan maupun arus. Daya yang dapat diangkat oleh transistor ini mencapai 6A dengan tegangan maksimum 100 V. Komponen ke 2 terdapat Transistor BD 140 (PNP) memiliki beban arus kolektor 1.5 A. Komponen ke 3 yaitu resistor terdapat dua resistor memiliki nilai 100 ohm dan 220 ohm. Komponen ke 4 yaitu transformator (CT) step up 5A guna transformator ini yaitu untuk menaikkan tegangan. Komponen ke 5 yaitu dioda IN4007 untuk mengubah tegangan AC ke DC. Komponen ke 6 yaitu kapasitor 680 μ F gunanya untuk memfilter arus. Komponen ke 7 terdapat push button gunanya untuk memutus dan menghubungkan tegangan yang akan masuk ke komponen selanjutnya. Dan komponen ke 8 Induktansi yaitu kawat email 0.8 mH yang di lilitkan secara rapi agar menghasilkan elektromagnetik dan dapat menggerakkan proyektil.



Gambar 3. Rangkaian coilgun

Kecepatan Proyektil

Hasil yang di dapatkan dari pembuatan single stage induction coilgun adalah kecepatan proyektil

Tabel 1. Perhitungan dan Rata-rata Pengujian

Percobaan (ke-)	Tegangan Coilgun (V)	Arus Coilgun (A)	Massa Proyektil (g)	Induktansi Lilitan Coilgun (mH)	Kecepatan Pengukuran (m/s)	Rata-rata Kecepatan Pengukuran (m/s)	Perhitungan Kecepatan (m/s)
1	200	2	4.26	0.262	4.6	4.48	0.495
2					5.0		
3					4.5		
4					4.4		
5					4.8		
6				0.385	5.8	6.54	0.601
7					6.4		
8					6.3		
9					6.5		
10					5.6		
11				0.945	6.9	7.04	0.941
12					6.7		
13					7.2		
14					6.9		
15					7.1		

Pada percobaan pertama sampai acuan ke-5 dengan tegangan input rectifier sebesar 200 volt, arus 2 ampere, massa proyektil 4.26 gram, induktansi 0.262 mH, didapatkan kecepatan sebesar 0.495 m/s. Percobaan dilakukan selama 5 kali menggunakan alat ukur velocimetry didapatkan kecepatan masing-masing 4.6 m/s, 5.0 m/s, 4.5 m/s, 4.4 m/s, 4.8 m/s. Sehingga rata-rata kecepatannya 4.48 m/s.

Perhitungan kecepatan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned}
 v &= \sqrt{\frac{L \cdot I^2}{m}} \\
 &= \sqrt{\frac{0.262 \cdot 2^2}{4.26}} \\
 &= 0.495 \text{ m/s}
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

Berdasarkan data pengukuran kecepatan proyektil pada percobaan ke-6 sampai ke-10 dengan tegangan input rectifier sebesar 200 volt, arus 2 ampere, massa proyektil 4.26 gram, induktansi 0.385 mH, didapatkan kecepatan sebesar 0.601 m/s. Percobaan dilakukan selama 5 kali menggunakan alat ukur velocimetry didapatkan kecepatan masing-masing 5.8 m/s, 6.4 m/s, 6.3 m/s, 6.5 m/s, 5.6 m/s. Sehingga rata-rata kecepatannya 6.54 m/s.

Perhitungan kecepatan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned}
 v &= \sqrt{\frac{L \cdot I^2}{m}} \\
 &= \sqrt{\frac{0.385 \cdot 2^2}{4.26}} \\
 &= 0.601 \text{ m/s}
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

Berdasarkan data pengukuran kecepatan proyektil pada percobaan ke-11 sampai ke-15 dengan tegangan input rectifier sebesar 200 volt, arus 2 ampere, massa proyektil 4.26 gram, induktansi 0.945 mH, didapatkan kecepatan sebesar 0.941 m/s. Percobaan dilakukan selama 5 kali menggunakan alat ukur velocimetry didapatkan kecepatan masing-masing 5.8 m/s, 6.4 m/s, 6.3 m/s, 6.5 m/s, 5.6 m/s. Sehingga rata-rata kecepatannya 7.04 m/s.

Perhitungan kecepatan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned}
 v &= \sqrt{\frac{L \cdot I^2}{m}} \\
 &= \sqrt{\frac{0.945 \cdot 2^2}{4.26}} \\
 &= 0.941 \text{ m/s}
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

Tabel 2. Perhitungan Rata-rata Pengujian

Percobaan (ke-)	Tegangan Coilgun (V)	Arus Coilgun (A)	Massa Proyektil (g)	Induktansi Lilitan Coilgun (mH)	Kecepatan Pengukuran (m/s)	Rata-rata Kecepatan Pengukuran (m/s)	Perhitungan Kecepatan (m/s)
16	200	2	1.08	0.262	3.5	4.66	0.985
17					4.9		
18					4.7		
19					4.6		
20					4.7		
21				0.385	6.7	6.12	1.194
22					6.5		
23					6.6		
24					6.4		
25					6.5		
26				0.945	7.2	6.96	1.87
27					7.1		
28					6.7		
29					6.8		
30					7.4		

Berdasarkan data pengukuran kecepatan proyektil pada percobaan ke-16 sampai ke-20 dengan tegangan input rectifier sebesar 200 volt, arus 2 ampere, massa proyektil 1.08 gram, induktansi 0.262 mH, didapatkan kecepatan sebesar 0.985 m/s. Percobaan dilakukan selama 5 kali menggunakan alat ukur velocimetry didapatkan kecepatan masing-masing 3.5 m/s, 4.9 m/s, 4.7 m/s, 4.6 m/s, 4.7 m/s. Sehingga rata-rata kecepatannya 4.66 m/s.

Perhitungan menggunakan rumus :

$$v = \sqrt{\frac{L \cdot I^2}{m}} \quad (5)$$

$$= \sqrt{\frac{0.262 \cdot 2^2}{1.08}}$$

$$= 0.985 \text{ m/s}$$

Berdasarkan data pengukuran kecepatan proyektil pada percobaan ke-21 sampai ke-25 dengan tegangan input rectifier sebesar 200 volt, arus 2 ampere, massa proyektil 1.08 gram, induktansi 0.385 mH, didapatkan kecepatan sebesar 1.194 m/s. Percobaan dilakukan selama 5 kali menggunakan alat ukur velocimetry didapatkan kecepatan masing-masing 6.7 m/s, 6.5 m/s, 6.6 m/s, 6.4 m/s, 6.5 m/s. Sehingga rata-rata kecepatannya 6.12 m/s.

Perhitungan menggunakan rumus :

$$v = \sqrt{\frac{L \cdot I^2}{m}} \quad (5)$$

$$= \sqrt{\frac{0.385 \cdot 2^2}{1.08}}$$

$$= 1.194 \text{ m/s}$$

Berdasarkan data pengukuran kecepatan proyektil pada percobaan ke-26 sampai ke-30 dengan tegangan input rectifier sebesar 200 volt, arus 2 ampere, massa proyektil 1.08 gram, induktansi 0.945 mH, didapatkan kecepatan sebesar 1.870 m/s. Percobaan dilakukan selama 5 kali menggunakan alat ukur velocimetry didapatkan kecepatan masing-masing 7.2 m/s, 7.1 m/s, 6.7 m/s, 6.8 m/s, 7.4 m/s. Sehingga rata-rata kecepatannya 6.96 m/s.

Perhitungan menggunakan rumus :

$$v = \sqrt{\frac{L \cdot I^2}{m}} \quad (5)$$

$$= \sqrt{\frac{0.945 \cdot 2^2}{1.08}}$$

$$= 1.870 \text{ m/s}$$

Energi Kinetik

Hasil kedua yang didapatkan yaitu energi kinetik :

Tabel 3. Perhitungan Energi Kinetik 4.26 g

No	Massa Proyektil (g)	Induktansi Lilitan (mH)	Kecepatan Proyektil (m/s)	Energi Kinetik (J)	Perhitungan Kecepatan Proyektil (m/s)	Energi Kinetik (J)
1	4,26	0.262	4,48	42.749	0.495	0.521
2		0.385	6,54	91.103	0.601	0.769
3		0.945	7.04	105.566	0.941	1.886

Dengan massa proyektil 4.26 gram, induktansi lilitan sebesar 0.262 mH berdasarkan pengukuran menggunakan LCR meter, dan kecepatan proyektil pada velocimetry sebesar 4.48 m/s, didapat energi kinetik sebesar 42.749 J, sedangkan untuk kecepatan 0.495 m/s yang didapat dari perhitungan rumus maka energi kinetik yang dihasilkan sebesar 0.521 J.

Perhitungan energi kinetik alat menggunakan rumus :

$$Ek = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad (3)$$

$$Ek = \frac{1}{2} \cdot 4.26 \cdot 4.48^2$$

$$= 42.749 \text{ J}$$

Perhitungan energi kinetik perhitungan menggunakan rumus :

$$Ek = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad (3)$$

$$Ek = \frac{1}{2} \cdot 4.26 \cdot 0.495^2$$

$$= 0.521 \text{ J}$$

Pada perhitungan ke-2, dengan massa proyektil 4.26 gram, induktansi lilitan sebesar 0.385 mH berdasarkan pengukuran menggunakan LCR meter, dan kecepatan proyektil pada velocimetry sebesar 6.54 m/s, didapat energi kinetik sebesar 91.103 J, sedangkan untuk kecepatan 0.601 m/s yang didapat dari perhitungan rumus maka energi kinetik yang dihasilkan sebesar 0.769 J.

Perhitungan energi kinetik alat menggunakan rumus :

$$Ek = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad (3)$$

$$Ek = \frac{1}{2} \cdot 4.26 \cdot 6.54^2$$

$$= 91.103 \text{ J}$$

Perhitungan energi kinetik perhitungan menggunakan rumus :

$$Ek = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad (3)$$

$$Ek = \frac{1}{2} \cdot 4.26 \cdot 0.601^2$$

$$= 0.769 \text{ J}$$

Pada perhitungan ke-3, dengan massa proyektil 4.26 gram, induktansi lilitan sebesar 0.945 mH berdasarkan pengukuran menggunakan LCR meter, dan kecepatan proyektil pada velocimetry sebesar 7.04 m/s, didapat energi kinetik sebesar 105.566 J, sedangkan untuk kecepatan 0.941 m/s yang didapat dari perhitungan rumus maka energi kinetik yang dihasilkan sebesar 1.886 J

Perhitungan energi kinetik alat menggunakan rumus :

$$Ek = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad (3)$$

$$Ek = \frac{1}{2} \cdot 4.26 \cdot 7.04^2$$

$$= 105.566 \text{ J}$$

Perhitungan energi kinetik perhitungan menggunakan rumus :

$$Ek = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad (3)$$

$$Ek = \frac{1}{2} \cdot 4.26 \cdot 0.941^2$$

$$= 1.886 \text{ J}$$

Tabel 4. Pehitungan Energi Kinetik Massa 1,08 g

No	Massa Proyektil (g)	Induktansi Lilitan (mH)	Kecepatan Proyektil (m/s)	Energi Kinetik (J)	Perhitungan Kecepatan Proyektil (m/s)	Energi Kinetik (J)
1	1,08	0,262	4,66	11.726	0,985	0,523
2		0,385	6,12	20.225	1,194	0,769
3		0,945	6,96	26.158	1,870	1,888

Pada perhitungan ke-1, dengan massa proyektil 1.08 gram, induktansi lilitan sebesar 0.262 mH, berdasarkan pengukuran menggunakan LCR meter dan kecepatan proyektil pada velocimetry sebesar 4.66 m/s, didapat energi kinetik sebesar 11.726 J, sedangkan untuk kecepatan 0.985 m/s yang didapat dari perhitungan rumus maka energi kinetik yang dihasilkan sebesar 0.523 J.

Perhitungan energi kinetik alat menggunakan rumus :

$$Ek = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad (3)$$

$$Ek = \frac{1}{2} \cdot 1.08 \cdot 4.66^2$$

$$= 11.726 \text{ J}$$

Perhitungan energi kinetik perhitungan menggunakan rumus :

$$Ek = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad (3)$$

$$Ek = \frac{1}{2} \cdot 1.08 \cdot 9.85^2$$

$$= 0.523 \text{ J}$$

Pada perhitungan ke-2, dengan massa proyektil 1.08 gram, induktansi lilitan sebesar 0.385 mH berdasarkan pengukuran menggunakan LCR meter, dan kecepatan proyektil pada velocimetry sebesar 6.12 m/s, didapat energi kinetik sebesar 20.225 J, sedangkan untuk kecepatan 1.94 m/s yang didapat dari perhitungan rumus maka energi kinetik yang dihasilkan sebesar 0.769 J.

Perhitungan energi kinetik alat menggunakan rumus :

$$Ek = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad (3)$$

$$Ek = \frac{1}{2} \cdot 1.08 \cdot 6.12^2$$

$$= 20.225 \text{ J}$$

Perhitungan energi kinetik perhitungan menggunakan rumus :

$$Ek = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad (3)$$

$$Ek = \frac{1}{2} \cdot 1.08 \cdot 1.94^2$$

$$= 0.769 \text{ J}$$

Pada perhitungan ke-3, dengan massa proyektil 1.08 gram, induktansi lilitan sebesar 0.945 mH, berdasarkan pengukuran menggunakan LCR meter, dan kecepatan proyektil pada velocimetry sebesar 6.96 m/s, didapat energi kinetik sebesar 26.158 J, sedangkan untuk kecepatan 1.870 m/s yang didapat dari perhitungan rumus maka energi kinetik yang dihasilkan sebesar 1.888 J.

Perhitungan energi kinetik alat menggunakan rumus :

$$Ek = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad (3)$$

$$Ek = \frac{1}{2} \cdot 1.08 \cdot 6.96^2$$

$$= 26.158 \text{ J}$$

Perhitungan energi kinetik perhitungan menggunakan rumus :

$$Ek = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad (3)$$

$$Ek = \frac{1}{2} \cdot 1.08 \cdot 1.870^2$$

$$= 1.888 \text{ J}$$

Energi Kapasitor

Untuk mencari energi Kapasitor menggunakan rumus dan di dapatkan hasil :

$$EC = \frac{1}{2} \cdot C \cdot v^2 \quad (6)$$

Keterangan :

EC = Energi kapasitor (J)

c = Kapasitas kapasitor (F)

v = Beda potensial (V)

$$EC = \frac{1}{2} \cdot c \cdot v^2 \quad (6)$$

$$EC = \frac{1}{2} \cdot 680 \cdot 10^{-6} \cdot 200^2$$

$$= 13.6$$

Efisiensi

Tingkat efisiensi pada coilgun dapat dihitung menggunakan rumus :

$$Ef = \frac{Ek}{Ec} \cdot 100\% \quad (7)$$

Keterangan :

Ef = Efisiensi %

Ec = Energi kapasitor (J)

Ek = Energi kinetik (J)

Tabel 5. Perhitungan Efisiensi Coilgun Massa 4.26 g

No	Massa Proyektil (g)	Induktansi Lilitan (mH)	Energi Kinetik (J)	Energi Magnetik (T)	Energi Kapasitor (J)	Efisiensi (%)
1	4.26	0.262	42.749	0.524	13.6	0.038
2		0.385	91.103	0.77	13.6	0.056
3		0.945	105.566	1.89	13.6	0.138

Tingkat efisiensi coilgun berdasarkan massa proyektil 4.26 gram, energi kinetik 42.749 joule, energi magnetik 0.524 tesla dan energi kapasitor 13.6 yaitu sebesar 0.038 %

$$Ef = \frac{Ek}{Ec} \cdot 100\% \quad (7)$$

$$Ef = \frac{0.524}{13.6} \cdot 100\%$$

$$= 0.038$$

Tingkat efisiensi coilgun berdasarkan massa proyektil 4.26 gram, energi kinetik 91.103 joule, energi magnetik 0.77 tesla dan energi kapasitor 13.6 yaitu sebesar 0.056 %

$$Ef = \frac{Ek}{Ec} \cdot 100\% \quad (7)$$

$$Ef = \frac{0.77}{13.6} \cdot 100\%$$

$$= 0.056$$

Tingkat efisiensi coilgun berdasarkan massa proyektil 4.26 gram, energi kinetik 105.566 joule, energi magnetik 1.89 tesla dan energi kapasitor 13.6 yaitu sebesar 0.138%

$$Ef = \frac{Ek}{Ec} \cdot 100\% \quad (7)$$

$$Ef = \frac{1.89}{13.6} \cdot 100\%$$

$$= 0.138$$

Tabel 6. Perhitungan Efisiensi Coilgun Massa 1.08 g

No	Massa Proyektil (g)	Induktansi Lilitan (mH)	Energi Kinetik (J)	Energi Magnetik (T)	Energi Kapasitor (J)	Efisiensi (%)
1	1.08	0.262	11.726	0.524	13.6	0.038
2		0.385	20.225	0.77	13.6	0.056
3		0.945	26.158	1.89	13.6	0.138

Tingkat efisiensi coilgun berdasarkan massa proyektil 1.08 gram, energi kinetik 11.726 Joule, energi magnetik 0.524 tesla dan energi kapasitor 13.6 yaitu sebesar 0.038%

$$Ef = \frac{Ek}{Ec} \cdot 100\% \quad (7)$$

$$Ef = \frac{11.726}{13.6} \cdot 100\% = 0.038$$

Tingkat efisiensi coilgun berdasarkan massa proyektil 1.08 gram, energi kinetik 20.225 joule, energi magnetik 0.77 tesla dan energi kapasitor 13.6 yaitu sebesar 0.056 %

$$Ef = \frac{Ek}{Ec} \cdot 100\% \quad (7)$$

$$Ef = \frac{20.225}{13.6} \cdot 100\% = 0.056$$

Tingkat efisiensi coilgun berdasarkan massa proyektil 1.08 gram, energi kinetik 26.158 joule, energi magnetik 1.89 tesla dan energi kapasitor 13.6 yaitu 0.138 %

$$Ef = \frac{Ek}{Ec} \cdot 100\% \quad (7)$$

$$Ef = \frac{26.158}{13.6} \cdot 100\% = 0.138$$

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil rancang bangun dan analisa data penulis memperoleh kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian mengenai Rancang Bangun Dan Analisa Single Stage Induction Coilgun, sebagai berikut :

1. Dari kedua proyektil yang beratnya masing-masing 4.26 g dan 1.08 g, proyektil yang memiliki kecepatan tercepat adalah proyektil 4.26 g dengan kecepatan 4.48 m/s
2. Dari ketiga induktansi yang induktansinya masing-masing 0.262 mH, 0.385 mH, dan 0.945 mH, induktansi yang memiliki kecepatan terbesar saat peluncuran proyektil adalah 0.945 mH dan didapatkan energi kinetik sebesar 4.168 J
3. Semakin tinggi nilai induktansinya maka efisiensinya semakin tinggi yaitu induktansi 0.945 mH didapatkan efisiensi yang tinggi yaitu 0.758 %.

Adapun manfaat yang di harapkan dari hasil penelitian ini diantara lain adalah:

1. Menambah beberapa coil menjadi multistage coil agar kecepatannya bisa meningkat.
2. Menambah jumlah kapasitor agar energi kapasitornya meningkat.
3. Mengkonfigurasi ulang inverter agar tidak mudah panas

DAFTAR REFERENSI

- [1] R. Syam dan Andi Amijoyo Mochtar, “Perancangan Peluncur Coil Gun Menggunakan Daya Listrik DC,” 2019.
- [2] B. S. Go, Di. V. Le, M. G. Song, M. Park, and I. K. Yu, “Design, Fabrication, and Analysis of a Coil Assembly for a Multistage Induction-Type Coilgun System,” *IEEE Trans. Plasma Sci.*, vol. 47, no. 5, pp. 2452–2457, May 2019, doi: 10.1109/TPS.2018.2882863.
- [3] Y. Hu, Y. Wang, Z. Yan, M. Jiang, and L. Liang, “Experiment and Analysis on the New Structure of the Coilgun with Stepped Coil Winding,” *IEEE Trans. Plasma Sci.*, vol. 46, no. 6, pp. 2170–2174, 2018, doi: 10.1109/TPS.2018.2837089.
- [4] M. A. Abdalla and H. M. Mohamed, “Asymmetric Multistage Synchronous Inductive Coilgun for Length Reduction, Higher Muzzle Velocity, and Launching Time Reduction,” *IEEE Trans. Plasma Sci.*, vol. 44, no. 5, pp. 785–789, May 2016, doi: 10.1109/TPS.2016.2543500.
- [5] B. S. Go, D. V. Le, M. G. Song, M. Park, and I. K. Yu, “Design and electromagnetic analysis of an induction-type coilgun system with a pulse power module,” *IEEE Trans. Plasma Sci.*, vol. 47, no. 1, pp. 971–976, 2019, doi: 10.1109/TPS.2018.2874955.
- [6] M. A. Praztyio, “Elektronika Dasar 1,” *Elektron. Dasar*, p. 240, 2016, [Online]. Available: <https://repository.unikom.ac.id/34247/1/dioda.pdf>
- [7] Z. Su, W. Guo, B. Zhang, M. Li, C. Zhang, and J. Li, “The feasibility study of high-velocity multi-stage induction coilgun,” *Conf. Proc. - 2012 16th Int. Symp. Electromagn. Launch Technol. EML 2012*, 2012, doi: 10.1109/EML.2012.6325081.
- [8] T. Konversi, E. Listrik, and S. Pengaturan, “Sulasno, Teknik Konversi Energi Listrik dan Sistem Pengaturan (Semarang 2009) hal.10 6,” no. Semarang 2009, pp. 6–34.
- [9] B. A. B. Ii, “BAB II dasar teori resistivity,” pp. 10–29, 1826.