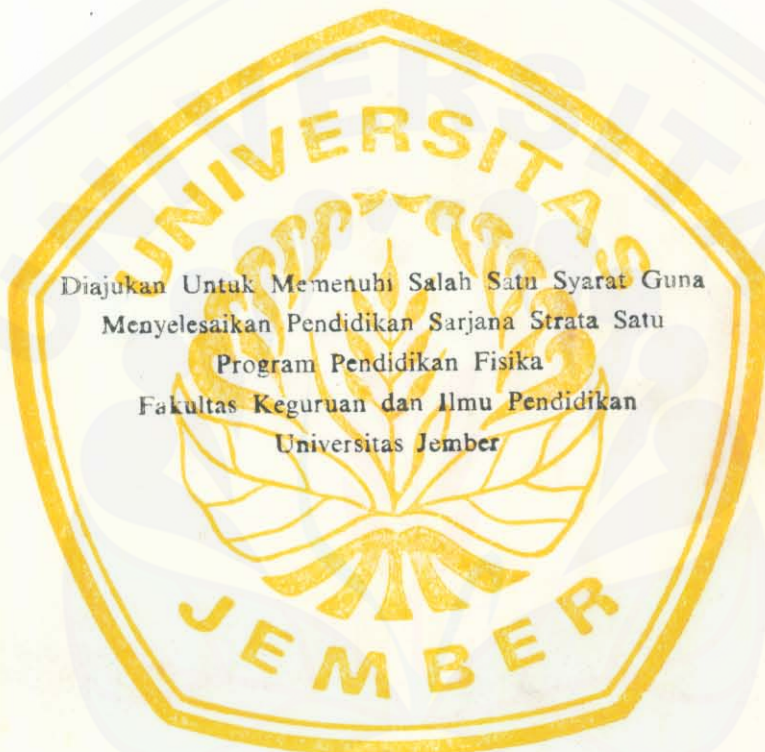


**PENGARUH BESAR INDUKSI MAGNETIK PADA SENAPAN  
ELEKTROMAGNETIK DALAM MENENTUKAN JARAK  
HORIZONTAL LINTASAN PARABOLA**

**SKRIPSI**



Oleh :

**MUNAWARAH**

NIM. 960210102003

**PROGRAM PENDIDIKAN FISIKA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS JEMBER**

2001

Asal	: Madrasah Pendidikan	Klasifikasi
Terima Tanggal	: 27 SEP 2001	530 MCM
No. Induk		φ

MOTTO

Rintangan dan perjuangan merupakan kunci untuk meraih kesuksesan.

مَنْ سَأَلَ عَنْ عِلْمٍ فَكْتَمَهُ الْيَوْمَ  
لَقَدْ كَفَرَ بِاللَّهِ مِنْ شَأْنِهِ

(H.R. Abu Daud)

Barang siapa ditanya tentang sesuatu ilmu lalu disembunyikannya ( tidak mau memberi keterangan ), maka orang itu di hari qiamat kelak akan di kekang dengan kekangan api neraka.

(H.R. Abu Daud)

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Ini hanya sebagian langkah kecil dari perjalanan hidupku, sepenuh harap dapat ternilai sebagai ibadah disisi Allah. Dengan segenap cinta yang teriring dalam rasa terima kasih kubingkiskan skripsi ini untuk orang-orang yang terkasih :

- Ayahhanda Marsidi dan Ibunda Bunah Hatimah tercinta yang senantiasa mengiringi setiap tetes penaku dalam mengais ilmu dengan curahan kasih sayang dan untaian air mata do'a, semoga Allah SWT menempatkan kalian dengan orang-orang pilihan-Nya. Amien.
- Nenekku Denasi yang selalu memberikan do'a dan nasehat.
- Adikku ..tercinta Iin dan Rian yang selalu memberikan semangat untuk menyelesaikan studi ini..
- Kekasihku tercinta Achmadyah dan buah hatiku Jeny yang selalu memberikan semangat dan do'a untuk menyelesaikan studi ini
- Guru- guruku, terimakasih atas ilmu yang diberikan dan bimbingannya selama ini.
- Teman kos Semeru VI / F-17 ( Lusi, As, Anik, Ita, Idna, Vita )
- Almamaterku, yang kubanggakan.

HALAMAN PENGAJUAN

Pengaruh Besar Induksi Magnetik Pada Senapan Elektromagnetik Dalam Menentukan Jarak Horizontal Lintasan Gerak Parabola.

Diajukan untuk dipertahankan didepan tim penguji guna menyelesaikan Pendidikan Program Sarjana Strata Satu Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Program Studi Pendidikan Fisika pada Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Oleh:

Nama : MUNAWARAH  
Nim : 960210102003  
Tahun Angkatan : 1996  
Tempat / Tgl. Lahir : Pamekasan, 27 Mei 1978

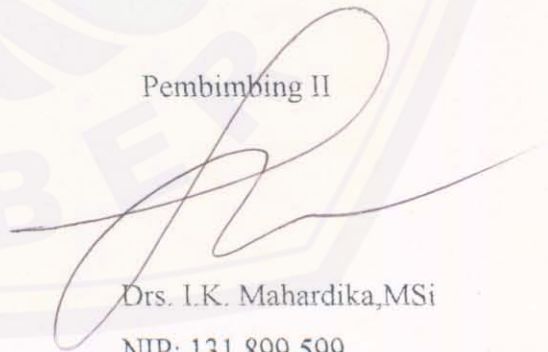
Disetujui

Pembimbing I



Drs. Sri Handono B.P, MSi  
NIP: 131 476 895

Pembimbing II



Drs. I.K. Mahardika, MSi  
NIP: 131 899 599

## HALAMAN PENGESAHAN

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji, dan diterima oleh Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember pada :

Hari : Sabtu

Tanggal : 4 Agustus 2001

Tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

### Tim Penguji

Ketua



Drs. Singgih B, MPd

NIP: 131 577 294

Sekretaris



Drs. I. K. Mahardika, MSi

NIP: 131 899 599

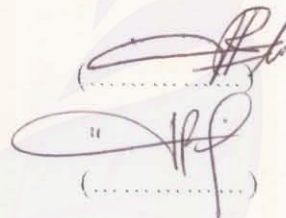
Anggota :

1. Drs. Sri Handono B.P, MSi

NIP:131 476 895

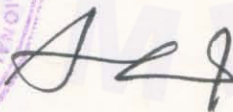
2. Dra. Sri Astutik, MSi

NIP:131 993 440



Mengetahui

Dekan FKIP



Drs.Dwi Suparno, M. Hum

NIP: 131 274 727

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Pengaruh Besar Induksi Magnetik Pada Senapan Elektromagnetik Dalam Menentukan Jarak Horisontal Lintasan Gerak Parabola” dengan lancar dan tanpa halangan yang berarti.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan Pendidikan Sarjana pada Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Program Pendidikan Fisika pada Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Rektor Universitas Jember
2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.
3. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.
4. Ketua Program Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.
5. Pembimbing I dan Pembimbing II
6. Semua Dosen Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember, khususnya pendidikan Fisika.
7. Semua pihak yang telah membantu penyelesaian skripsi ini

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca umumnya dan khususnya bagi penulis sendiri.

Jember, Juli 2001

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PENGAJUAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>ABSTRAK</b> .....	ix
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Definisi Operasional .....	2
1.5 Tujuan Penelitian .....	3
1.6 Manfaat penelitian.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
2.1 Besar Induksi Magnetik .....	4
2.2 Senapan Elektromagnetik.....	13
2.3 Lintasan Gerak Parabola .....	15
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	19
3.1 Tempat Penelitian .....	19
3.2 Desain Penelitian.....	19
3.2.1 Langkah Persiapan .....	19
3.2.2 Langkah Eksperimen .....	19
3.3 Sumber Data.....	21
3.4 Analisa Data .....	21

<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	24
4.1 Tempat dan waktu Penelitian .....	24
4.2 Hasil Eksperimen .....	24
4.3 Analisa Data Hasil Eksperimen .....	26
4.4 Pembahasan .....	36
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	38
5.1 Kesimpulan .....	38
5.2 Saran .....	38
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	39
<b>LAMPIRAN</b>	
Matrik Penelitian	
Lembar Konsultasi Judul	
Lembar Konsultasi	



## ABSTRAK

MUNAWARAH, Juli 2001, *Pengaruh Besar Induksi Magnetik Pada Senapan Elektromagnetik Dalam Menentukan Jarak Horisontal Lintasan Gerak Parabola*. Skripsi Program Pendidikan Fisika, Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, FKIP Universitas Jember.

Pembimbing I : Drs. Sri Handono B.P, MSi  
Pembimbing II : Drs. I.K.Mahardika, MSi

Kata kunci : Induksi Magnetik Pada Senapan Elektromagnetik, Jarak Horisontal lintasan Gerak Parabola.

Sebuah kawat apabila dialiri arus listrik akan bersifat seperti magnet. Gaya magnet yang besar dapat mempengaruhi benda yang ada di sekitarnya yang memiliki muatan. Untuk mendapatkan medan magnet yang kuat kita dapat membuat banyak lilitan dan di dalamnya kita isi dengan bahan feromagnetik, misalnya besi. Sistem ini disebut membentuk elektromagnet. Elektromagnet banyak digunakan seperti generator, motor listrik, bel listrik, dll. Dari sini timbul suatu permasalahan yaitu seberapa besar pengaruh induksi magnetik pada senapan elektromagnetik dalam menentukan jarak horisontal lintasan gerak parabola. Di dalam senapan elektromagnetik prinsip kerjanya hampir sama dengan bel listrik yaitu pada waktu arus listrik mengalir pada kumparan, kumparan bersifat seperti magnet yang menarik alat pemukul pada saat arus di putus, induksi magnetnya hilang, dan pemukul terlepas sehingga peluru terlepas keluar membentuk lintasan parabola. Kumparan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kumparan Solenoide, oleh karena itu berlaku persamaan  $B = \mu_0 iN / 2 l$ . Sehingga dapat di katakan induksi magnet berbanding lurus dengan kuat arus listrik, jumlah lilitan, permeabilitas udara, tetapi berbanding terbalik dengan panjang kumparannya. Tulisan ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh besar induksi magnetik pada senapan elektromagnetik dalam menentukan jarak horisontal lintasan gerak parabola. Untuk mengetahui permasalahan tersebut di atas dilakukan eksperimen. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan kumparan 1000 lilitan, 2000 lilitan, dan 4000 lilitan, dan sudut elevasi yang digunakan 30°, 45°, 60°. Dan hasil yang didapatkan untuk kumparan 1000 lilitan pada sudut elevasi 30° mencapai 0,40 m, pada sudut elevasi 45° mencapai 0,71m, sedangkan untuk sudut 60° mencapai 0,43m. Untuk kumparan 2000 lilitan pada sudut elevasi 30° mencapai 0,69 m, pada sudut elevasi 45° mencapai 0,98m, sedangkan untuk sudut 60° mencapai 0,71m. Pada kumparan 4000 lilitan pada sudut elevasi 30° mencapai 0,92 m, pada sudut elevasi 45° mencapai 1,52m, sedangkan untuk sudut 60° mencapai 1,03m.



## I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Arus listrik yang mengalir dalam kawat menimbulkan medan magnet dalam ruangan di sekitar kawat. Gaya magnet yang besar dapat mempengaruhi benda yang ada disekitarnya yang memiliki muatan.

Medan magnet yang ditimbulkan oleh sebuah penghantar saja akan menimbulkan medan magnet yang lemah. Untuk mendapatkan medan magnet yang lebih kuat, maka kita dapat membuat banyak lilitan sehingga menjadi sebuah kumparan. Dengan demikian medan magnetik yang dihasilkan oleh sebuah lilitan akan diperkuat oleh lilitan lainnya. Dimana kumparan yang panjang tersebut kita sebut Solenoide (Kanginan;1990:72).

Bila kumparan berisi udara medan magnet terlalu lemah untuk dimanfaatkan. Agar dihasilkan medan magnet yang cukup kuat, kumparan diisi dengan besi atau bahan sejenisnya. Sistem ini disebut membentuk elektromagnet.

Elektromagnet merupakan sumber medan magnet yang digunakan dalam berbagai alat listrik. Seperti generator, motor listrik, bel listrik dan relay magnet. Elektromagnet juga digunakan dalam penelitian spektroskopi, guna penentuan struktur atom atau molekul dalam bahan (Sutrisno, 1983: 104).

Bila ditinjau secara mikroskopi sifat sifat kemagnetan suatu bahan dapat dibagi menjadi tiga kelompok yaitu diamagnetik, feromagnetik dan paramagnetik. Bahan bahan yang mempunyai sifat diamagnetik tidak ditarik oleh medan magnet seperti seng, emas dan bismut, sedang kayu, alumunium dan platina bila dalam medan magnet yang kuat akan ditarik tetapi dengan gaya yang lemah, bahan-bahan ini bersifat paramagnetik. Nikel, besi dan kobal menunjukkan sifat kemagnetan yang sangat kuat yang disebut bahan feromagnetik (Resnik;1978:429). Perlu diketahui bahwa terjadinya medan magnet disebabkan oleh gerakan muatan listrik dan sebetulnya di dalam bahan-bahan magnet secara mikroskopis dalam skala atom

terjadi arus-arus kecil karena elektron beredar mengelilingi inti atau elektron berputar pada sumbunya (spinning). Bahan magnet semacam itu dikatakan mengandung dipol magnet (Loeksmanto,1993:145).

Berdasarkan uraian-uraian di atas maka penulis berkeinginan untuk mengadakan penelitian guna untuk mengetahui pengaruh besar induksi magnetik yang dihasilkan oleh kumparan Solenoide, dengan membuat alat yang berupa senapan elektromagnetik. Berdasarkan latar belakang tersebut di buatlah suatu rencana penelitian yang berjudul "Pengaruh besar induksi magnetik pada senapan elektromagnetik dalam menentukan Jarak horisontal lintasan parabola."

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang di atas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: seberapa besar pengaruh induksi magnetik pada senapan elektromagnetik dalam menentukan jarak horisontal lintasan parabola.

## **1.3 Batasan Masalah**

1. Dalam penelitian ini kumparan yang digunakan adalah kumparan Solenoide dengan jumlah lilitan 1000 lilitan, 2000 lilitan, dan 4000 lilitan.
2. Lintasan gerak parabola yang diukur adalah jangkauannya.
3. Dalam penelitian ini perubahan induksi magnet dengan mengubah jumlah lilitan dan arus listrik.
4. Sudut yang dipakai pada senapan elektromagnetik adalah  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$ .

## **1.4 Definisi operasional**

1. Induksi magnetik adalah medan magnet disekitar arus listrik yang ada pada kumparan.

2. Senapan elektromagnetik adalah sebuah alat yang menyerupai senapan yang mana prinsip kerjanya menggunakan kumparan yang berisi inti besi ( Solenoide ) dan di aliri arus listrik ( Elektromagnetik ).
3. Lintasan gerak parabola adalah lintasan yang dilalui oleh peluru mulai peluru itu terlepas sampai dimana peluru itu berhenti.

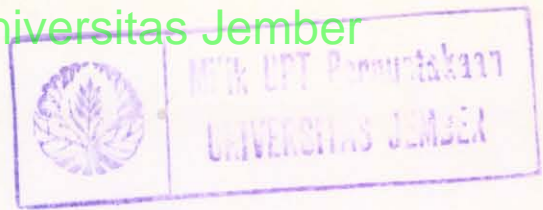
### 1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh besar induksi magnetik pada senapan elektromagnetik dalam menentukan jarak horisontal lintasan parabola.

### 1.6 Manfaat penelitian

Adapun manfaat yang akan diperoleh dari hasil penelitian ini diharapkan meliputi:

1. Memperoleh gambaran yang jelas mengenai pengaruh besar induksi magnetik pada senapan elektromagnetik dalam menentukan lintasan gerak parabola.
2. Memberikan wawasan pada mahasiswa program fisika untuk dapat mengaplikasikan teori fisika dengan perkembangan iptek.
3. Dapat dijadikan sebagai tambahan praktikum di laboratorium fisika tentang induksi magnet.
4. Memberikan sumbangan pada pembaca khususnya masyarakat yang menekuni ilmu fisika.



## II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Besar Induksi Magnetik

Induksi magnetik pada suatu titik ditentukan oleh bahan zat yang dilalui oleh garis-garis medan magnetik. Medan magnetik yang ditimbulkan oleh arus listrik besarnya juga ditentukan oleh kuat arus listrik dan jarak ke kawat yang dilalui arus itu. Induksi magnetik pada suatu titik didalam bahan yang berbeda besarnya berbeda walaupun kuat arus listrik dan jarak titik itu ke kawat yang dilalui arus itu sama. Ada bahan yang memperbanyak jumlah garis medan magnet di bandingkan dengan jumlah garis medan magnet melalui luas bidang yang sama di udara atau ruang hampa. Sifat bahan yang mengubah jumlah garis medan magnetik yang menembus tegak lurus tiap satuan luas atau yang mengubah induksi magnetik di udara atau ruang hampa disebut permeabilitas ( $\mu$ ) bahan. Permeabilitas di udara atau ruang hampa dalam SI besarnya  $4 \times 10^{-7}$ .

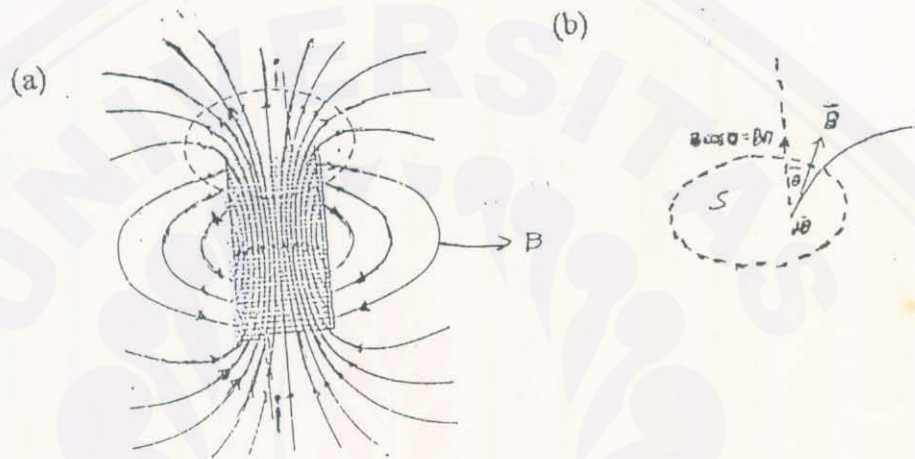
Untuk menentukan induksi magnetik  $B$  pada tiap titik pada permukaan diambil  $dA$  adalah vektor induksi pada elemen luas permukaan  $S$ , dan  $\underline{B}$  adalah vektor induksi pada elemen permukaan tersebut. Jumlah garis gaya atau fluks  $\phi$  yang keluar dari permukaan  $S$  adalah

$$\phi = \int_s \underline{B} \cdot d\vec{A} \dots\dots\dots (1)$$

Integral pada persamaan (1) adalah integral permukaan. Integral  $\underline{B} \cdot d\vec{A}$  Menyatakan produk skalar antara vektor  $\underline{B}$  dan  $d\vec{A}$ . Persamaan (1) juga dapat dinyatakan sebagai

$$\phi = \int_s \underline{B} \cdot d\vec{A} \cos\theta = \int_s B \, dA \dots\dots\dots (2)$$

$\theta$  adalah suatu sudut antara vektor  $\vec{B}$  dan  $dA$ , sedang  $B_n = B \cos \theta$  tidak lain adalah komponen  $\vec{B}$  pada arah normal.



Gambar 1. (a) Garis medan magnetik Solenoide

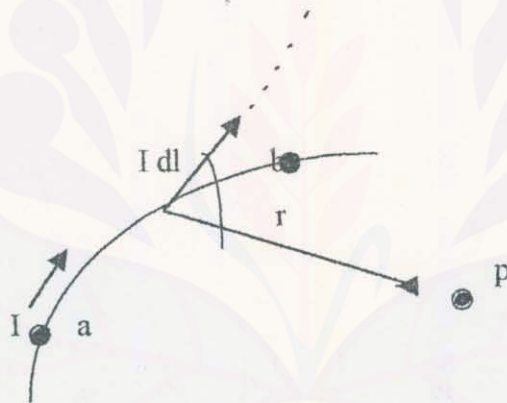
(b) Induksi magnet B sebagai rapat garis gaya tiap satuan luas (Yohanes, 1999:5)

Dalam sistem satuan MKS satuan jumlah garis gaya ialah Weber. Satu weber (1 weber) menyatakan satu buah garis gaya. Jadi satuan untuk rapat fluks atau induksi magnet B adalah  $W m^{-2}$ . Satu  $W m^{-2}$  juga di sebut 1 tesla (T) jadi  $1 Wm^{-2} = 1$  Tesla.

Walaupun sistem CGS tidak di gunakan lagi dalam perhitungan, orang masih menggunakan Gauss (G) untuk satuan induksi magnet. Dalam sistem CGS satuan untuk induksi magnet adalah Maxwell (M), dan  $1 \text{ Gaus} = 1 M cm^2$ . Hubungan antara dua satuan ini untuk induksi magnet adalah  $1T = 10 \text{ kilo Gauss}$ . Satuan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sistem MKS.

Berdasarkan asalnya medan magnet berasal dari magnet permanen dan magnet sementara, magnet permanen adalah magnet yang mempunyai sifat tetap dan dalam jangka waktu yang lama, sedangkan magnet sementara adalah magnet yang mempunyai sifat sebentar atau tidak tetap. Magnet sementara dihasilkan oleh arus listrik yang mengalir didalam konduktor, magnet akan hilang bersamaan dengan berhentinya arus listrik yang mengalir.

Bila ada seutas kawat yang di aliri arus  $I$ , kemudian di tinjau elemen sepanjang  $dl$  pada kawat dan ingin dihitung induksi magnetnya pada posisi  $r$  relatif terhadap  $dl$ . Ini dilukiskan pada gambar 2.



Gambar 2. Kawat ab dialiri arus  $i$ . Titik penelitian berada di posisi  $r$  relatif terhadap  $I dl$

Bila induksi magnet pada titik  $P$  oleh elemen arus  $I dl$  kita sebut  $dB$ . Hukum Biot Savart menyatakan

$$dB = \frac{\mu_0 I dl \times r}{4\pi r^2} \dots \dots \dots (3)$$

(Yohanes, 1999:4)

$\mu_0$  adalah suatu tetapan yang disebut permeabilitas vakum, dan vektor satuan pada arah  $r$ . Perkalian pada persamaan (2) merupakan silang antara dua vektor.

Dengan hukum Biot Savart untuk menghitung induksi magnet  $B$  yang dihasilkan oleh arus listrik. Perhitungan dengan hukum ini sering kali sulit dilakukan. Untuk bentuk-bentuk tertentu induksi magnet  $B$  dapat lebih mudah dihitung dengan menggunakan hukum lain, yaitu hukum amper. Misalkan kita mempunyai lengkungan tertutup  $C$  yang mengelilingi suatu kawat berarus  $i$ .

Hukum amper menyatakan bahwa dalam vakum integral garis.

$$\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{\ell} = i\mu_0 \dots\dots\dots(4)$$

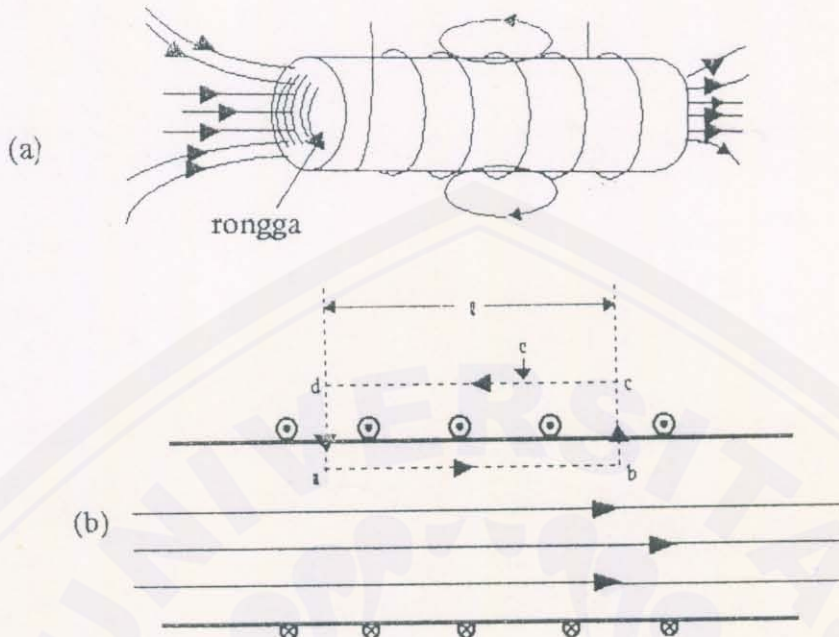
Disini elemen integral  $d\vec{\ell}$  diambil pada lengkung tertutup  $C$ . Hukum amper mengingatkan pada hukum Gauss dalam membahas medan listrik. Hukum amper mempermudah perhitungan medan  $B$  untuk bentuk arus tertentu, seperti kumparan berbentuk solenoide ( Sutrisno, 1973: 79-89 )

Kawat panjang yang dililitkan pada inti besi yang berbentuk silinder disebut solenoide ( Marthan Kanginan, 1992: 72 ). Sedangkan menurut Tobing (1996:236) kumparan kawat penghantar yang lilitannya tidak menumpuk di satu tempat tetapi melintang dengan poros berhimpit dinamakan solenoide.

Solenoide dibuat dengan melilitkan kawat menjadi sebuah heliks disekeliling permukaan suatu bentukan silinder biasanya penampangnya berbentuk lingkaran jarak antara satu lilitan dengan lilitan yang lain biasanya sangat rapat sehingga medan magnetik dibagian dalam solenoide hampir *uniform* ( Francis w, Zemansky, 1962:766, Yohanes surya, 1999, 5 )

Kumparan solenoide berbentuk seperti pada gambar 3, dan bila dialiri arus akan mempunyai medan magnet, dengan induksi seperti pada gambar dibawah ini.





Gambar 3. a. Bentuk solenoide dan garis induksi oleh arus dalam solenoide.

b. Penampang Solenoide abcd adalah lengkungan tertutup untuk menghitung induksi magnet

(Sutrisno;1987:102,Zemansky;1962:766,Tobing;1996:236)

Tampak induksi magnet pada bagian tengah solenoide serba sama. Ini dilukiskan dengan induksi yang sejajar dan berjarak sama pada bagian tepi induksi magnet tidak homogen, ini tampak dari induksi magnet yang menyebar. Pada bagian tengah dilukiskan garis induksi yang menyatakan kebocoran induksi magnet.

Bila solenoide panjang sekali induksi magnet dapat dikatakan sama, bila lilitan cukup rapat kebocoran dapat diabaikan, sehingga induksi diluar kumparan dapat dianggap nol.

Untuk dapat menghitung induksi magnet dapat digunakan hukum amper menyatakan

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{\ell} = i \cdot \mu_0$$

Disini I adalah arus yang terkandung dalam lengkung abcd. Integrasi garis

$$\oint_{abcd} \vec{B} \cdot d\vec{\ell}$$

Dapat dilukiskan

$$\oint_{abcd} \vec{B} \cdot d\vec{\ell} = \int_{ab} B \partial \ell + \int_{cd} \vec{B} \partial \ell + \int_{da} \vec{B} \partial \ell$$

Akan tetapi

$$\int_{bc} B \partial \ell = \int_{da} B \partial \ell = 0$$

Sebab pada bc dan da,  $\partial \ell$  tegak lurus B integral  $\int_{cd} B \partial \ell = 0$  juga, sebab induksi magnet nol.

Akibatnya diperoleh

$$\oint_{abcd} B \cdot \partial \ell = \int_{ab} B \cdot \partial \ell = \int \overline{B \partial \ell}$$

Karena pada ab, B sejajar  $\partial \ell$  sehingga sudut B dan  $\partial \ell$  yaitu  $\theta$  sama dengan nol, dan

$$\overline{B \partial \ell} = B \partial \ell \cos \theta = B \partial \ell$$

Selanjutnya karena induksi magnet B homogen, diperoleh

$$\oint_{abcd} \overline{B \cdot \partial \ell} = \int_{ab} B \partial \ell = B \int_{ab} \partial \ell = B \ell$$

Dimana  $\ell$  adalah panjang garis ab.

(Sutrisno, 1987:103)

Arus I yang terkandung dalam lengkung abcd dapat dihitung sebagai berikut. Bila sepanjang solenoide terdapat N buah lilitan dialiri arus I, maka arus dalam satuan panjang solenoide ialah  $NI / (L)$ . Karena lengkung ab mempunyai panjang  $\ell$ , arus I yang terkandung didalamnya ialah

$$I = \frac{NI\ell}{L}$$

Dengan demikian persamaan menjadi

$$B = \mu_0 \frac{NI}{L}$$

(Marten;1984:74, Sutarmo;1986:51, Sutrisno;1982:103, Yohanes;1999:6, Tobing;1996:237)

Atau induksi dalam solenoide mempunyai harga

$$B = \frac{\mu_0 NI}{L} \dots\dots\dots(5)$$

( Sutrisno, 1987: 102-103 )

Untuk disalah satu ujung solenoide dirumuskan

$$B = \frac{\mu_0 in}{2} \dots\dots\dots(6)$$

Dengan

$$n = N / L$$

(Marthan;1984:74, Soetarmo;1986:51, Sutrisno;1982:103, Yohanes;1999:6, Tobing;1996:237)

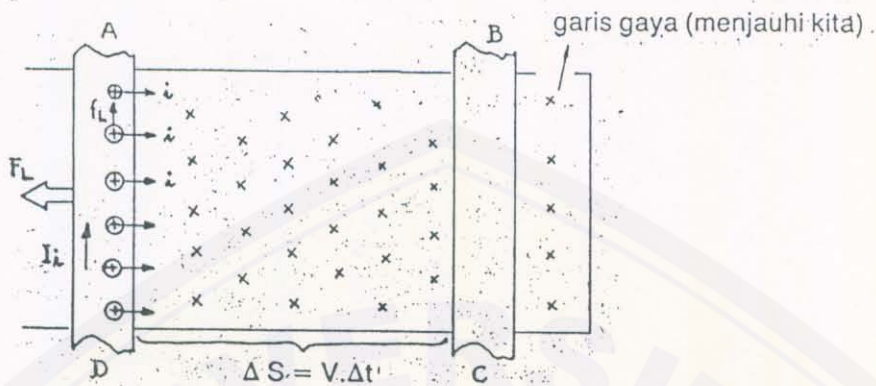
Atau separuh dari harga di tengah-tengah solenoide. Solenide yang panjang biasanya di gunakan untuk mendapatkan medan serba sama didalam daerah sekitar tengah solenoide.

Berdasarkan hukum aksi dan reaksi, maka pada kawat berarus itupun timbul suatu gaya yaitu yang merupakan reaksi dari gaya Biot Savart. Gaya inilah yang disebut gaya Lorentz( $F_l$ ). Jika medan magnet dengan kerapatan Flux (=kepadatan garis gaya magnet tiap satuan luas) = B, tegak lurus penghantar yang panjangnya = L dan dialiri arus listrik sebesar I maka besarnya gaya Lorentz adalah

$$F_l = i.L.B \dots\dots\dots(6)$$

(Sutarmo;1986:55, Marthan;1990:112, Yohanes;1999:9)

Timbulnya gaya Lorentz dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 4. Timbulnya gaya Lorentz.

(Soetarmo;1986:68)

Apabila kawat AD di gerakan ke arah BC maka muatan positif didalam kawat Ad ikut bergerak dan masing-masing merupakan arus-arus listrik yang disebut arus elementer ( $I$ ). Arus ini berada didalam suatu medan magnet yang garis gayanya menjauhi kita, maka terjadilah gaya-gaya Lorentz elementer ( $F_1$ ) yang menyebabkan muatan positif itu bergerak didalam kawat dan inilah yang disebut arus induksi atau arus imbas ( $i_1$ ), arus induksi ini berada didalam medan magnet, maka kawat yang dialiri arus induksi ini akan di pengaruhi gaya Lorentz ( $F_1$ ) yang arahnya selalu berlawanan dengan arah gerak kawat AD. Gejala inilah hal yang pokok dari hukum Lenz.

Jika AD digerakkan beraturan ke arah BC sepanjang  $\Delta s$  dalam waktu  $\Delta t$ , gerakan ini memerlukan suatu gaya  $F$  yang besarnya sama dengan gaya Lorentz ( $F_1$ ) tetapi arahnya berlawanan.

Usaha yang dilakukan gaya  $F$  adalah

$$W = F \times \Delta s \dots\dots\dots (7).$$

(Marthan;1990:112)

Gerakan ini mengakibatkan timbulnya arus listrik dan terjadi usaha listrik sebesar

$$W_{\text{listrik}} = \mathcal{E} \cdot I \cdot \Delta t \dots\dots\dots (8)$$

Usaha mekanik yang dilakukan gaya F diubah menjadi usaha listrik hingga terdapat penjabaran

$$W \text{ mekanik} = W \text{ listrik}$$

$$F \cdot \Delta s = \mathcal{E} i \cdot \Delta t$$

$$(-F_1) \Delta s = \mathcal{E} i \cdot \Delta t$$

$$(-i \cdot L B) \Delta s = \mathcal{E} i \cdot \Delta t$$

sehingga diperoleh

$$\mathcal{E} = - \frac{l \cdot B \cdot \Delta s}{\Delta t}$$

Karena

$$\Delta s / \Delta t = v$$

Maka GGL imbas ( $\mathcal{E}$ ) menjadi

$$\mathcal{E} = -L \cdot B \cdot v$$

dengan begitu harga mutlak dari GGL induksi tersebut

$$\mathcal{E} = v \cdot B \cdot L \dots \dots \dots (9)$$

(Soetarmo;1986:69, Marthan;1990:113, Yohanes;1999:27)

Jika kawat mempunyai hambatan maka

$$\mathcal{E} = V = v \cdot B \cdot L$$

Dari hukum Ohm ( $V = i \cdot R$ ).kita dapatkan

$$V = I \cdot R = v \cdot B \cdot L$$

hingga di dapatkan kecepatan gerak kawat ( $v$ )

$$v = \frac{iR}{BL} \dots \dots \dots (10)$$

(Marthan;1990:114, Yohanes;1999:27)

Karena kuat medan magnet (B) tiada lain merupakan kerapatan garis gaya magnet tiap satu satuan luas atau fluk magnetik ( $\phi$ ) persatuan luas

$$B = \frac{\Phi}{A} \dots\dots\dots (11)$$

(Soetarmo;1990:70, Marthan;1990:116, Yohanes;1999:25, Zemansky;1962:719)

GGL induksi juga bisa didapatkan dengan mensubsitusikan persamaan (9) dengan persamaan (11), sehingga

$$\mathcal{E} = v \varphi L / A \dots\dots\dots (12)$$

Karena

$$v = \Delta s / \Delta t$$

maka

$$\mathcal{E} = \Delta s \varphi L / \Delta t A$$

Dengan  $L\Delta s = A$

$$\mathcal{E} = \Delta\varphi / \Delta t \dots\dots\dots (13)$$

(Marthan;1992:120, Soetarmo;1990:71, Tobing;1996:273, Yohanes;1999:25 ).

GGL induksi ( $\varphi$ ) yang ditimbulkan oleh kumparan sebesar

$$\mathcal{E} = - N \Delta\varphi / \Delta t \dots\dots\dots (14)$$

( Soetarmo;1990:71)

Tanda negatif dari rumus di atas menunjukkan adanya penyesuaian dengan hukum Lentz.

**2.2 Senapan Elektromagnetik**

Arus yang mengalir dalam kawat menimbulkan medan magnet dalam ruang disekitarnya. Medan magnet yang digunakan dalam praktek kebanyakan dihasilkan oleh arus dalam kumparan. Bila kumparan berisi udara medan magnet yang dihasilkan terlalu lemah. Agar dihasilkan medan magnet yang cukup kuat kumparan kita isi dengan besi.

Besi termasuk material ferromagnetik yang mempunyai permeabilitas relatif jauh lebih besar dari 1, ( $K_m \gg 1$ ). Menurut konsep domain logam-logam seperti besi, kobal, dan nikel (ferromagnetik) terdiri dari domain-domain. Domain-domain ini seperti magnet kecil. Pada ferromagnetik netral arah domain domain ini acak sehingga materialnya bersifat netral. Jika medan magnetik sangat kuat seluruh domain akan menyearahkan diri. Keadaan seperti ini dinamakan *keadaan jenuh*. Ketika medan magnetik luar diperbesar, medan magnetik totalnya naik secara tajam makin besar (akibat banyaknya domain yang menyearahkan diri). Material magnetik mudah menjadi magnet permanen. Domain-domain yang disearahkan oleh medan magnetik luar akan tetap berada pada posisinya jika tidak terganggu, domain-domain ini akan memberikan sifat magnetiknya pada beban, sehingga beban menjadi bersifat magnet.

Suatu elektromagnetik merupakan solenoida yang dililitkan pada inti besi. Ketika tidak ada arus solenoida tidak bersifat magnetik, tetapi ketika arus mengalir solenoida menjadi magnet yang sangat kuat (Yohanes, 1999:12)

Elektromagnet sangat banyak manfaatnya. Banyak peralatan yang menggunakan elektromagnet misalnya bel listrik prinsip kerjanya sederhana, yaitu ketika bel ditekan arus listrik mengalir menyebabkan elektromagnet bekerja mendorong pemukul bel sehingga bel berbunyi. Elektromagnet juga dimanfaatkan seperti pemutus arus atau sekering. Ketika arus yang melewatinya terlalu besar, solenoida akan menarik saklar sehingga terbuka (mirip dengan pemutus daya). Karena dapat menghasilkan medan magnet yang sangat besar, elektromagnet sering digunakan untuk mengangkat barang-barang berat (Sutrisno; 1982:104, Yohanes ; 1999:12).

Elektromagnet memiliki kelebihan terhadap magnet permanen yaitu: (1) ia dapat dijadikan magnet yang lebih kuat. (2) dengan mengubah arus kumparan harga fluks magnet dapat di ubah. (3) dengan perantara sebuah kumparan dapat dibuat magnet permanen (von Roberd; 1987:179).

Senapan elektromagnetik pada penelitian ini adalah sebuah alat yang menyerupai senapan yang mana prinsip kerjanya menggunakan kumparan yang berisi inti besi dan

di hubungkan dengan arus listrik. Gerak peluru yang dihasilkan oleh senapan elektromagnetik ini berupa gerak parabola.

## 2.2 Lintasan Gerak Parabola

Gerak peluru adalah gerak dengan percepatan konstan  $g$  yang arahnya ke bawah, dan tidak ada komponen percepatan dalam arah horisontal (Halliday; 1985:78).

Menurut Douglas (1979 :78), gerak peluru adalah gerak sebuah benda dalam lingkungan dekat dengan permukaan bumi. Dapat dianalisis sebagai dua buah gerak yang terpisah jika gesekan udara dapat diabaikan. Komponen gerak horisontal berada pada kecepatan konstan, sebagai komponen vertikal berada pada percepatan konstan  $g$  seperti ketika sebuah benda jatuh vertikal dalam pengaruh gravitasi.

Sedangkan menurut Kamajaya (1995:52), gerak suatu benda yang lintasannya berupa parabola disebut gerak parabola atau gerak peluru, didalam gerak parabola ini benda sekaligus melakukan dua jenis gerakan yaitu:

1. Gerak lurus beraturan (glb )

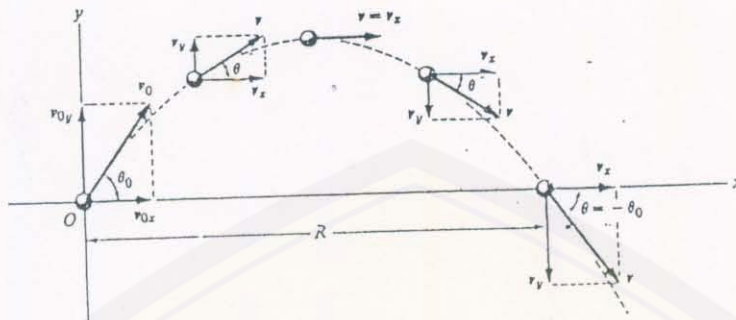
Yaitu gerak benda dalam arah mendatar atau dalam arah sumbu  $x$ . Gerak ini tidak di pengaruhi oleh gaya gravitasi bumi, jadi dalam arah komponen  $x$  benda bergerak lurus beraturan dengan kecepatan konstan.

2. Gerak lurus berubah beraturan ( glbb )

Yaitu gerak benda dalam arah vertikal, atau dalam arah sumbu  $y$ , gerak ini mendapat pengaruh dari gaya gravitasi bumi, dalam komponen  $y$  benda melakukan gerak lurus berubah beraturan.

Dengan memadukan kedua jenis gerak tersebut di atas, yaitu gerak lurus beraturan dengan gerak lurus berubah berturan akan diperoleh sebuah gerak yang lintasannya berupa parabola. Dapat dilihat pada gambar 5.





Gambar 5. Trayektori sebuah benda yang ditembakkan dengan kecepatan awal  $V_0$  dan sudut elevasi  $\theta_0$ . Jarak  $R$  disebut jangkauan horisontal tembakan.

(Holiday;1985:79,Zemansky;1982:127).

Kecepatan pada titik awal dilukiskan oleh vektor  $V_0$ , yang dinamakan kecepatan awal, atau kecepatan laras jika peluru itu ditembakkan dari senapan. Sudut  $\theta_0$  adalah sudut elevasi (angle of departure). Kecepatan awal diuraikan menjadi komponen horisontal  $V_{0x}$ , yang besarnya  $V_0 \cos \theta$ . dan komponen vertikal  $V_{0y}$ , yang besarnya  $V_0 \sin \theta$ .

Karena kecepatan komponen horisontal konstan, maka tiap saat  $t$  kita dapatkan

$$V_x = V_{0x} = V_0 \cos \theta_0. \dots\dots\dots (15)$$

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

$$V_y = V_{0y} - gt = V_0 \sin \theta_0 - gt. \dots\dots\dots (16)$$

Komponen komponen ini dapat dijumlahkan secara vektor untuk menentukan kecepatan resultan  $V$ . Besarnya ialah

$$V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} \dots\dots\dots (17)$$

dan sudut  $\theta$  yang dibuatnya terhadap horisontal ialah

$$\tan \theta = V_y / V_x \dots\dots\dots (18)$$

(Holiday;1985:79, Zemansky;1982:127, Marthan;1992:113 )

Bila ditinjau kembali persamaan kecepatan benda yang mengikuti gerak lintasan parabola ini, maka makin ke atas kecepatan dalam arah sumbu y akan berkurang sehingga pada titik puncak lintasannya.

$$V_y = 0.$$

Sedangkan

$$V_x = V_0 \cos \theta \quad (\text{tetap}).$$

Waktu yang diperlukan untuk mencapai titik puncak adalah

$$t = \frac{V_0 \sin \theta}{g} \dots \dots \dots (19)$$

Sedangkan untuk mencapai titik terjauh diperlukan waktu dua kali dari waktu untuk mencapai titik puncak, maka untuk titik terjauh

$$t = 2 \frac{V_0 \sin \theta}{g} \dots \dots \dots (20)$$

Untuk menentukan tinggi maksimum yang dapat dicapai untuk sudut elevasi sebesar  $\theta$  adalah dengan mensubstitusikan persamaan 19 kedalam persamaan 16. Sehingga diperoleh

$$y = \frac{V_0^2 \sin^2 \theta}{2g}$$

atau,

$$h_m = \frac{V_0^2 \sin^2 \theta}{2g} \dots \dots \dots (21)$$

(Kamajaya;1995:54,Marthan;1992:113).

Untuk menentukan titik terjauh yang akan dapat dicapai bila di lemparkan dengan sudut elevasi adalah dengan meninjau persamaan 15 dan persamaan 20, sehingga diperoleh

$$X = \frac{2 \cdot V_0^2 \cdot \sin \theta \cdot \cos \theta}{g}$$

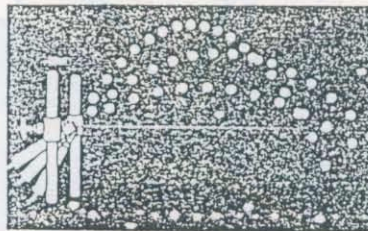
Karena  $2 \sin \theta \cos \theta = \sin 2\theta$  maka

$$X = \frac{V_0^2 \sin 2\theta}{g} \dots \dots \dots (22)$$

(Kamajaya;1995:55,Marthan ;1990:113).

Jangkauan (range ) R adalah jarak horisontal mulai dari titik awal sampai dengan titik lain yang ketinggiannya sama dengan titik awal peluru itu lepas ( Holiday, 1985: 82 ).

Jangkauan (range ) horisontal akan mencapai nilai maximum apabila sudut elevasi bernilai  $45^\circ$  ( Zimansky, 1962: 131, Marthan;1992:115, Kamajaya;1995:55 ). Dapat dilihat pada gambar 6 .



Gambar 6 . Dengan sudut elevasi sebesar  $45^\circ$  tercapai jarak horisontal yang maksimum (zimansky;1982 :132).

Gambar 6 menunjukkan gabungan foto tiga macam trayektori peluru yang ditembakkan dari senapan dengan sudut tembakan  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$  tampak bahwa jangkauan horisontal tembakan  $30^\circ$  dan  $60^\circ$  hampir sama dan keduanya kurang dari jangkauan tembakan dengan sudut elavasi  $45^\circ$  (zemansky;1982:132).



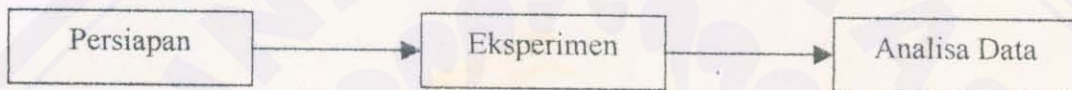
### III METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium fisika gedung III-Fakultas keguruan dan ilmu pendidikan.

#### 3.2 Desain Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dapat digambarkan sebagai berikut



##### 3.2.1 Langkah Persiapan

Adapun alat dan bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah :

- Kabel dan penjepit
- Multimeter digit
- Busur
- Power suplay
- Meteran
- Bola
- Kumparan Solenoide
- Alat berbentuk senapan
- Sumber tegangan

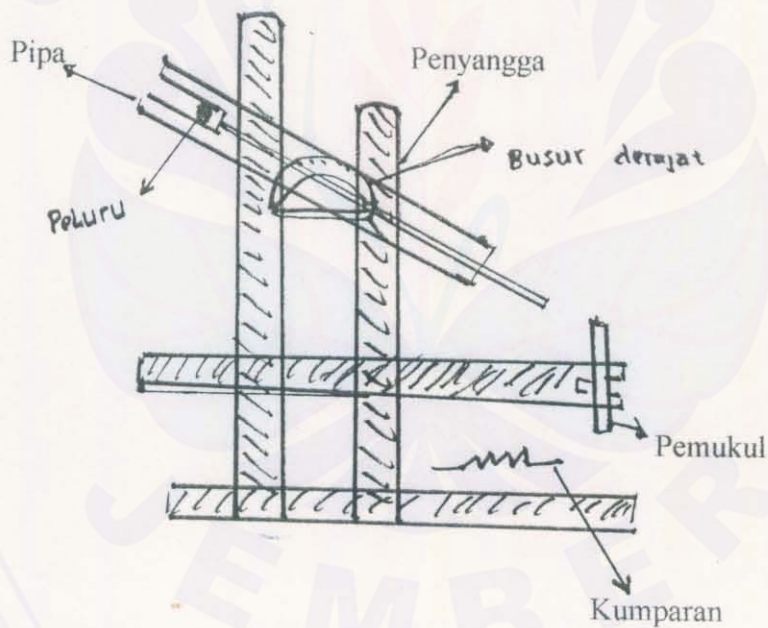
##### 3.2 Langkah Eksperimen

Menentukan pengaruh besar induksi magnetik pada senapan elektromagnetik dalam menentukan lintasan gerak parabola dilakukan dengan prosedur percobaan sebagai berikut

- a). Merangkai alat seperti pada gambar

- b). Mengatur jarak Kumaran kepemukul  $\pm 1,5$  cm
- c). Mengatur arus yang akan digunakan
- d). Mengatur sudut yang akan digunakan
- e). Mengganti kumaran dengan jumlah lilitan yang diperlukan
- f). Menutup saklar
- g). Mencatat jarak horisontal (Range) yang dihasilkan
- h). Mengulang langkah b sampai g untuk variabel lain

Rangkaian penelitian



Gbr 3.1 Senapan elektromagnetik.

Dengan melakukan prosedur di atas, maka data yang diperoleh dari hasil eksperimen adalah:

Tabel 3.1, Untuk  $I = 1A$ ,  $\theta = 30^\circ$ ,  $l = 0,009m$

No	Pengulangan	N	B ( $W/m^2$ )	R (m)

Tabel 3.2, Untuk  $I = 1A$ ,  $\theta = 45^\circ$ ,  $l = 0,009m$

No	Pengulangan	N	B ( $W/m^2$ )	R(m)

Tabel 3.2, Untuk  $I = 1A$ ,  $\theta = 60^\circ$ ,  $l = 0,009m$

No	Pengulangan	N	B ( $W/m^2$ )	R(m)

### 3.3 Sumber Data

Sumber data dalam penelitian ini di dapatkan dari hasil eksperimen.

### 3.4 Analisa Data

Analisa data statistik penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Statistik diskriptif yang digunakan untuk mengolah data dan mendiskripsikan data dalam bentuk tampilan data yang lebih bermakna dan mudah dipahami yang berupa :

1. Nilai rata-rata

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

2. Kesalahan mutlak penelitian

$$\Delta X = \frac{\sqrt{\sum (X - \bar{X})^2}}{n}$$

3. Kesalahan relatif

$$KR = \frac{\Delta X}{\bar{X}} \times 100\%$$

Dalam hal ini

$X$  = data pengukuran

$\bar{X}$  = Data pengukuran rata-rata

$n$  = Banyaknya pengukuran-pengukuran

$\Delta X$  = Kesalahan mutlak

$KR$  = Kesalahan relatif

(Tim TPB, 1997:8)

2. Analisa grafik

Selanjutnya data yang diperoleh dikonfirmasi dengan tampilan berupa grafik hubungan antara induksi magnetik ( $B$ ) dengan jarak horisontal lintasan gerak parabola ( $R$ ).



Gbr 3.2 Hubungan antara induksi magnetik dengan jarak horisontal lintasan gerak parabola

Plot kedua variabel menggunakan program excell sehingga dari plot yang dihasilkan dapat dicari persamaannya dengan harga yang paling mendekati dengan kurva yang dihasilkan. Apabila hasil dari plot berbentuk linier maka digunakan analisa regresi linier yang dirumuskan

$$\bar{Y} = a + bx$$

Konstanta a dan b diberikan oleh persamaan

$$a = \frac{(\sum y)(\sum X) - (\sum X)(\sum XY)}{n\sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$b = \frac{n\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{n\sum X^2 - (\sum X)^2}$$

(Sudjana;1992:315)

Dalam hal ini

X = Induksi magnet

Y = Jarak horisontal parabola

n = jumlah pasang observasi atau pengukuran

$\sum X$  = total dari variabel X

$\sum Y$  = total dai variabel Y

$\sum XY$  = total dari hasil kali X dan Y

$\bar{Y}$  = nilai taksir rata-rata yang diperoleh dari model regresi umum Y

(Sudjana;1992:343)





IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada tanggal 10 – 15 Juni 2001 di laboratorium fisika Gedung III FKIP Universitas Jember.

4.2 Hasil Eksperimen.

Pada penelitian ini menggunakan 3 macam kumparan, yaitu 1000 lilitan, 2000 lilitan dan 4000 lilitan. Dengan variasi sudut 30°, 45°, 60° didapatkan data mengenai induksi magnet dan jarak horisontal gerak parabola sebagai berikut  
Tabel 4.1 Hasil pengukuran induksi magnet dan jarak horisontal gerak parabola pada sudut 30°

No	Pengulangan	N (lilitan)	B (w/m <sup>2</sup> )	R (m)
1	1	4000	1,78	0,80
	2			0,78
	3			0,79
	4			0,81
	5			0,92
Rata-Rata				0,82
2	1	2000	0,89	0,69
	2			0,63
	3			0,69
	4			0,63
	5			0,67
Rata-Rata				0,66
3	1	1000	0,44	0,40
	2			0,38
	3			0,35
	4			0,34
	5			0,33
Rata-Rata				0,36

Tabel 4.2 Hasil pengukuran induksi magnet dan jarak horisontal gerak parabola pada sudut 45°

No	Pengulangan	N (lilitan)	B (w/m <sup>2</sup> )	R (m)
1	1	4000	1,78	1,20
	2			1,37
	3			1,29
	4			1,52
	5			1,41

Rata-Rata				1,41
2	1	2000	0,89	0,98
	2			0,85
	3			0,98
	4			0,87
	5			0,90
Rata-Rata				0,92
3	1	1000	0,44	0,71
	2			0,67
	3			0,60
	4			0,55
	5			0,68
Rata-Rata				0,642

Tabel 4.3 Hasil pengukuran induksi magnet dan jarak horisontal gerak parabola pada sudut  $60^\circ$

No	Pengulangan	N (lilitan)	B ( $w/m^2$ )	R (m)
1	1	4000	1,78	0,86
	2			0,99
	3			0,99
	4			1,02
	5			1,03
Rata-Rata				0,978
2	1	2000	0,89	0,68
	2			0,71
	3			0,69
	4			0,64
	5			0,67
Rata-Rata				0,678
3	1	1000	0,44	0,40
	2			0,42
	3			0,39
	4			0,38
	5			0,43
Rata-Rata				0,402

Data tabel di atas menunjukkan harga jarak horisontal yang dihasilkan oleh senapan elektromagnetik terjauh 1,52 meter, kenyataan ini disebabkan oleh kumparan yang digunakan 4000 lilitan dengan sudut elevasi  $45^\circ$ . Data tabel 1 di atas menunjukkan bahwa jarak horisontal gerak parabola terjauh 0,92 meter, kenyataan ini disebabkan induksi magnet yang digunakan sebesar  $1,78 w / m$  dengan jumlah lilitan 4000 dan sudut elevasi  $30^\circ$ . Data tabel 2 di atas menunjukkan bahwa jarak horisontal gerak parabola terjauh 1,52 meter, kenyataan

ini disebabkan induksi magnet yang digunakan sebesar 1,78 w / m dengan jumlah lilitan 4000 dan sudut elevasi 45°. Data tabel 3 diatas menunjukkan bahwa jarak horisontal gerak parabola terjauh 1,03 meter, kenyataan ini disebabkan induksi magnet yang digunakan sebesar 1,78 w / m dengan jumlah lilitan 4000 dan sudut elevasi 60°.

#### 4.3 Analisa Data Hasil Eksperimen

Seperti telah diuraikan dalam bab 1, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh besar induksi magnetik pada senapan elektromagnetik dalam menentukan jarak horisontal gerak parabola.

Kesalahan pengukuran dapat di cari dengan koreksi kesalahan mutlak dan koreksi kesalahan relatif. Kesalahan pengukuran dapat dilihat pada tabel-tabel di bawah ini.

Tabel 4.4 Kesalahan Pengukuran pengukuran jarak horisontal gerak parabola untuk sudut 30° Dengan induksi magnet 1,78 w / m<sup>2</sup>

No	Y	(Y - $\bar{Y}$ )	(Y - $\bar{Y}$ ) <sup>2</sup>
1	0,80	-0,02	0,0004
2	0,78	-0,04	0,0016
3	0,79	-0,03	0,0009
4	0,81	-0,01	0,0001
5	0,92	0,12	0,0144
Total	4,1		0,0174

$$\bar{X} = \sum X / n$$

$$= 4,1 / 5 = 0,82$$

$$\Delta X = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n}}$$

$$\Delta X = \sqrt{\frac{0,0174}{5}} = \sqrt{0,00348} = 0,0589$$

$$KX = \frac{\Delta X}{X} \times 100\%$$

$$KX = \frac{0,0589}{0,82} \times 100\% = 7,1\%$$

$$X = 0,82 \pm 0,0589$$

Tabel 4.5 Kesalahan Pengukuran jarak horisontal gerak parabola untuk sudut 30° untuk induksi magnet 0,89 W / m<sup>2</sup>

No	Y	(Y - $\bar{Y}$ )	(Y - $\bar{Y}$ ) <sup>2</sup>
1	0,69	0,008	0,000064
2	0,63	0,148	0,021904
3	0,69	-0,092	0,007464
4	0,63	-0,052	0,002704
5	0,67	-0,012	0,000144
Total	3,41		0,03428

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y}{n} = \frac{3,41}{5} = 0,68$$

$$\Delta Y = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n}}$$

$$\Delta Y = \sqrt{\frac{0,0037}{5}} = \sqrt{0,0007} = 0,027$$

$$KY = \frac{\Delta Y}{Y} \times 100\%$$

$$KY = \frac{0,027}{0,66} \times 100\% = 4,1 \%$$

$$Y = 0,66 \pm 0,027$$

Tabel 4.6 Kesalahan Pengukuran jarak horisontal gerak parabola untuk sudut 30° untuk induksi magnet 0,44 W / m<sup>2</sup>

No	Y	(Y - $\bar{Y}$ )	(Y - $\bar{Y}$ ) <sup>2</sup>
1	0,40	0,04	0,0016

2	0,38	0,02	0,0004
3	0,35	-0,01	0,0001
4	0,34	-0,02	0,0004
5	0,33	-0,03	0,0009
Total	1,8		0,0034

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y}{n} = 1,8/5 = 0,36$$

$$\Delta Y = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n}}$$

$$\Delta Y = \sqrt{\frac{0,0034}{5}} = \sqrt{0,00068} = 0,026$$

$$KY = \frac{\Delta Y}{\bar{Y}} \times 100\%$$

$$KY = \frac{0,026}{0,36} \times 100\% = 7,2 \%$$

$$Y = 0,36 \pm 0,026$$

Tabel 4.7 Kesalahan Pengukuran jarak horisontal gerak parabola untuk sudut 45° untuk induksi magnet 1,78 W / m<sup>2</sup>.

No	Y	(Y - $\bar{Y}$ )	(Y - $\bar{Y}$ ) <sup>2</sup>
1	1,20	-0,21	0,0441
2	1,37	-0,04	0,0016
3	1,29	-0,12	0,0144
4	1,52	0,11	0,0121
5	1,41	0	0
Total	7,08		0,0722

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y}{n} = 7,08 / 5 = 1,41$$

$$\Delta Y = \sqrt{\frac{\sum (Y - \bar{Y})^2}{n}}$$

$$\Delta Y = \sqrt{\frac{0,0722}{5}} = \sqrt{0,014} = 0,12$$

$$KY = \frac{\Delta Y}{\bar{Y}} \times 100\%$$

$$KY = \frac{0,12}{1,41} \times 100\% = 8,5\%$$

$$Y = 1,41 \pm 0,12$$

Tabel 4.8 Kesalahan Pengukuran jarak horisontal gerak parabola untuk sudut 45° untuk induksi magnet 0,89 W / m<sup>2</sup>.

No	Y	(Y - $\bar{Y}$ )	(Y - $\bar{Y}$ ) <sup>2</sup>
1	0,98	0,06	0,0036
2	0,85	-0,07	0,0049
3	0,98	0,06	0,0036
4	0,87	0,07	0,0049
5	0,90	-0,02	0,0004
Total	4,58		0,0174

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y}{n} = 4,58 / 5 = 0,92$$

$$\Delta Y = \sqrt{\frac{\sum (Y - \bar{Y})^2}{n}}$$

$$\Delta Y = \sqrt{\frac{0,0174}{5}} = \sqrt{0,000348} = 0,058$$

$$KY = \frac{\Delta Y}{\bar{Y}} \times 100\%$$

$$KY = \frac{0,058}{0,92} \times 100\% = 6,3 \%$$

$$Y = 0,058 \pm 0,92$$

Tabel 4.9 Kesalahan Pengukuran jarak horisontal gerak parabola untuk sudut 45° untuk induksi magnet 0,44 W / m<sup>2</sup>.

No	Y	(Y - $\bar{Y}$ )	(Y - $\bar{Y}$ ) <sup>2</sup>
1	0,71	0,07	0,0035
2	0,67	0,03	0,0009
3	0,60	-0,04	0,0016
4	0,55	-0,09	0,0081
5	0,68	0,04	0,0016
Total	3,21		0,0157

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y}{n} = 3,21 / 5 = 0,64$$

$$\Delta Y = \sqrt{\frac{\sum (Y - \bar{Y})^2}{n}}$$

$$\Delta Y = \sqrt{\frac{0,0157}{5}} = \sqrt{0,00314} = 0,056$$

$$KY = \frac{\Delta Y}{\bar{Y}} \times 100\%$$

$$KY = \frac{0,056}{0,64} \times 100\% = 8,7 \%$$

$$Y = 0,64 \pm 0,056$$

Tabel 4.10 Kesalahan Pengukuran jarak horisontal gerak parabola untuk sudut 60° untuk induksi magnet 1,78 W / m<sup>2</sup>.

No	Y	(Y - $\bar{Y}$ )	(Y - $\bar{Y}$ ) <sup>2</sup>
1	0,86	-0,11	0,0121
2	0,99	0,02	0,0004
3	0,99	0,02	0,0004

4	1,02	0,05	0,0025
5	1,03	0,06	0,0036
Total	4,89		0,0190

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y}{n} = 4,89/5 = 0,97$$

$$\Delta Y = \sqrt{\frac{\sum (Y - \bar{Y})^2}{n}}$$

$$\Delta Y = \sqrt{\frac{0,19}{5}} = \sqrt{0,003826} = 0,061$$

$$KY = \frac{\Delta Y}{\bar{Y}} \times 100\%$$

$$KY = \frac{0,061}{0,97} \times 100\% = 6,2 \%$$

$$Y = 0,061 \pm 0,97$$

Tabel 4.11 Kesalahan Pengukuran jarak horisontal gerak parabola untuk sudut 60° untuk induksi magnet 0,89 W/ m<sup>2</sup>.

No	Y	(Y - $\bar{Y}$ )	(Y - $\bar{Y}$ ) <sup>2</sup>
1	0,68	0,01	0,0001
2	0,71	0,04	0,0016
3	0,69	0,02	0,0004
4	0,64	-0,03	0,0009
5	0,67	0	0
Total	3,37		0,0030

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y}{n} = 3,39/5 = 0,67$$

$$\Delta Y = \sqrt{\frac{\sum (Y - \bar{Y})^2}{n}}$$



$$\Delta Y = \sqrt{\frac{0,03}{5}} = \sqrt{0,0006} = 0,024$$

$$KY = \frac{\Delta Y}{Y} \times 100\%$$

$$KY = \frac{0,024}{0,67} \times 100\% = 3,6 \%$$

$$Y = 0,024 \pm 0,67$$

Tabel 4.12 Kesalahan Pengukuran jarak horisontal gerak parabola untuk sudut  $60^\circ$  untuk induksi magnet  $0,44 \text{ W/m}^2$ .

No	Y	$(Y - \bar{Y})$	$(Y - \bar{Y})^2$
1	0,40	0	0
2	0,42	-0,02	0,0004
3	0,39	-0,01	0,0001
4	0,38	0,02	0,0004
5	0,43	0,03	0,0009
Total	2,02		0,0018

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y}{n} = 2,02/5 = 0,4$$

$$\Delta Y = \sqrt{\frac{\sum (Y - \bar{Y})^2}{n}}$$

$$\Delta Y = \sqrt{\frac{0,0018}{5}} = \sqrt{0,00036} = 0,018$$

$$KY = \frac{\Delta Y}{Y} \times 100\%$$

$$KY = \frac{0,018}{0,4} \times 100\% = 4,5 \%$$

$$Y = 0,018 \pm 0,4$$

Untuk mengetahui pengaruh besar induksi magnetik terhadap jarak horisontal gerak parabola digunakan analisa data dengan metode statistik dan grafik. Rumus statistik yang digunakan adalah persamaan regresi linier dengan satu kriteria yaitu induksi magnet dan satu prediktor yaitu jarak horisontal gerak parabola. Metode grafik digunakan peta tebaran atau scattered diagram. Di bawah ini ditampilkan tabel-tabel dan grafik hasil analisa data.

Tabel 4.13 Analisa hasil pengukuran induksi magnet dalam menentukan jarak horisontal gerak parabola dengan sudut  $30^\circ$ .

No	X	Y	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY	Y
1	1,78	0,82	3,168	0,672	1,459	1,798
2	0,89	0,66	0,792	0,435	0,344	1,757
3	0,44	0,38	0,193	0,144	0,167	1,737
Totall	3,11	1,86	4,153	1,251	1,97	

Data Y taksir di atas di dapat dari persamaan di bawah ini

$$Y = bX + a$$

$$b = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$a = \frac{(\sum Y - b \sum X)}{n}$$

Di bawah ini akan di berikan satu contoh penggunaan rumus di atas

$$b = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$b = \frac{(3 \times 1,97) - (3,11 \times 1,86)}{(3 \times 4,153) - (9,67)}$$

$$= -0,13 / 2,79 = -0,046$$

$$a = \frac{(\sum Y - b \sum X)}{n}$$

$$a = \frac{1,86 - 0,046 \times 3,11}{3}$$

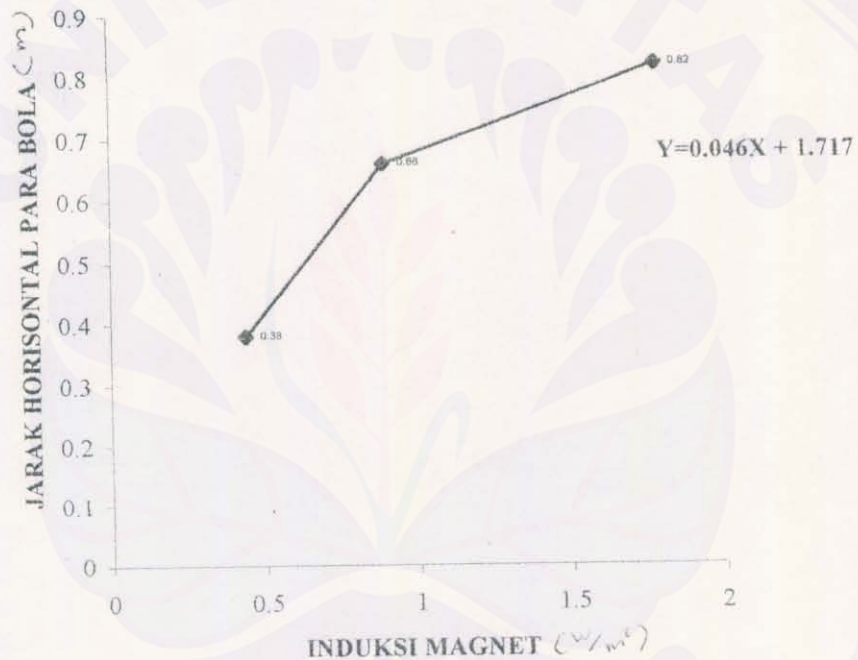
$$= \frac{1,86 + 0,143}{3} = 1,717$$

$$Y = bX + a$$

$$Y = (0,046 \times 1,78) + 1,717$$

$$= 0,081 + 1,717 = 1,798$$

Untuk mendapatkan gambaran secara visual data yang di observasikan beserta regresi untuk sudut elevasi 30° dapat dilihat pada grafik di bawah.



Gambar 4.1 Hasil analisa induksi magnet dan jarak horisontal gerak parabola untuk sudut 30°

Tabel 4.14 Analisa hasil pengukuran induksi magnet dalam menentukan jarak horisontal gerak parabola dengan sudut 45°.

No	X	Y	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY	Y
1	1,78	1,41	3,168	1,988	2,509	2,217
2	0,89	0,92	0,792	0,846	0,818	1,711

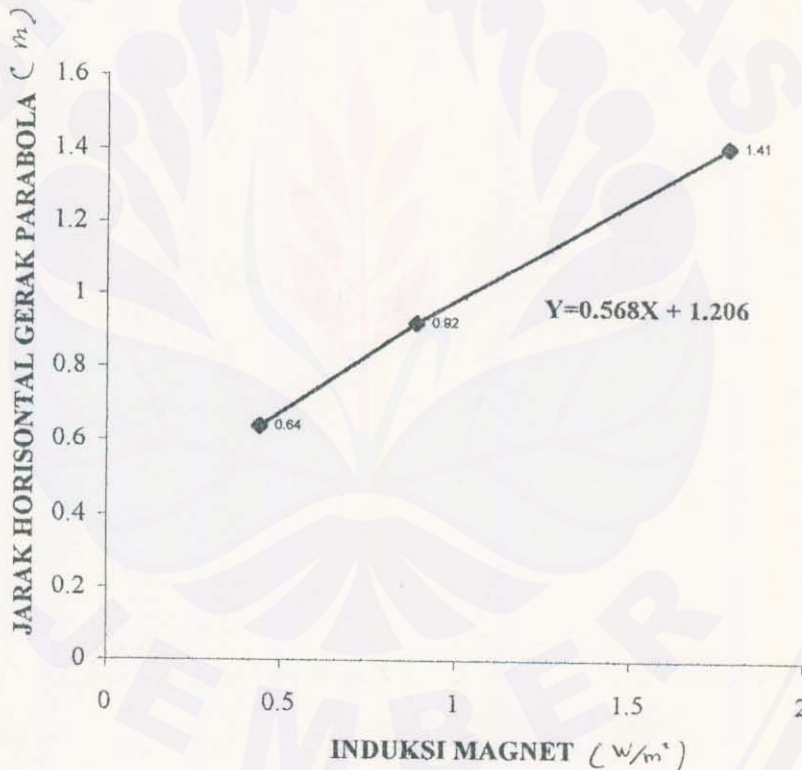
2	0,89	0,92	0,792	0,846	0,818	1,711
3	0,44	0,642	0,193	0,412	0,282	1,455
TotalL	3,11	2,972	4,153	3,246	3,446	

$b = 0,568$

$a = 1,206$

$Y = 0,568X + 1,206$

Koefisien regresi dan persamaan regresi untuk sudut 45° dapat dilihat pada grafik dibawah ini



Gambar 4.2 Hasil analisa induksi magnet dan jarak horisontal gerak parabola untuk sudut 45°

Tabel 4.15 Analisa hasil pengukuran induksi magnet dalam menentukan jarak horisontal gerak parabola dengan sudut 60°.

No	X	Y	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY	Y
1	1,78	0,978	3,168	0,956	2,4208	0,1647

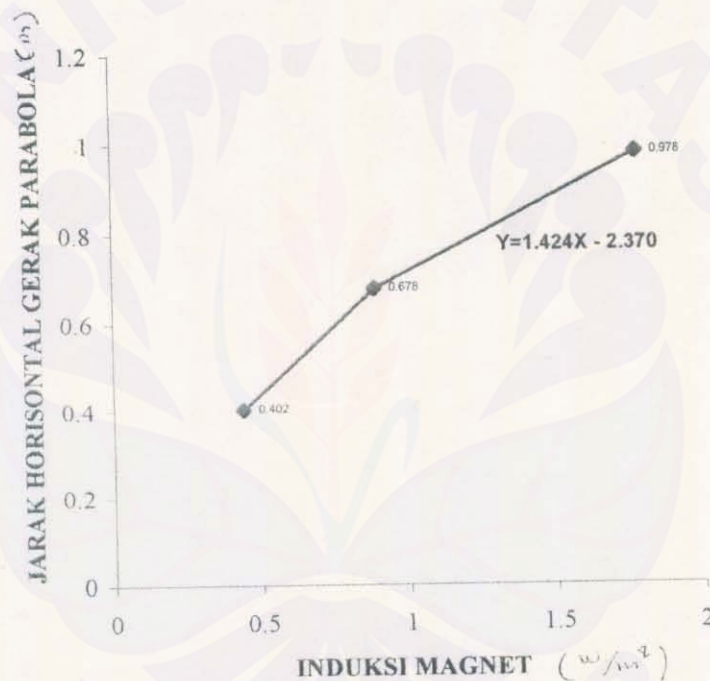
3	0,44	0,402	0,193	0,162	0,2937	-1,743
Total	3,11	2,058	4,153	1,577	3,4585	

$$b = 1,424$$

$$a = -2,370$$

$$Y = 1,424X - 2,370$$

Persamaan regresi untuk sudut  $60^\circ$  di atas dapat juga di peroleh dari metode grafik, sehingga dapat terlihat adanya gambaran visual data yang di observasikan seperti nampak di bawah ini.



Gambar 4.3 Hasil analisa induksi magnet dan jarak horisontal gerak parabola untuk sudut  $60^\circ$

### 4.3 Pembahasan

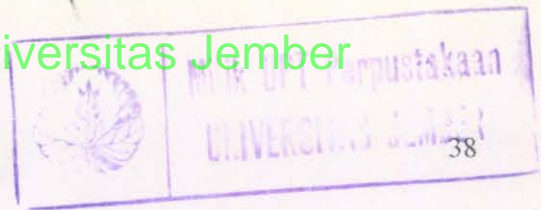
Jarak horisontal gerak parabola dipengaruhi oleh sudut elevasi dan kecepatan awal dari peluru tersebut. Kemudian besar induksi magnet juga bergantung pada banyaknya lilitan dan kuat arus yang mengalir dalam kumparan.

Kesalahan relatif Pengukuran jarak horisontal gerak parabola ternyata tidak ada yang melebihi 10% oleh karena itu layak untuk digunakan sebagai data yang dipergunakan untuk menganalisa permasalahan yang ada.

Dari gambar 1, 2 dan 3 terlihat setiap perubahan variabel independen  $X =$  induksi magnet akan diimbangi perubahan  $Y =$  jarak horisontal gerak parabola. Untuk posisi sudut  $30^\circ$  harga  $b =$  negatif, maka tiap penurunan induksi magnet akan diimbangi dengan penurunan harga jarak horisontal gerak parabola. Nilai  $b$  untuk sudut  $45^\circ$  dan  $60^\circ$  tidak sama, hal ini disebabkan posisi sudut penembakan tidak sama.

Kalau dilihat dari gambar 1, posisi sudut  $30^\circ$  penyebaran koordinat terlihat tidak terkonsentrasi pada suatu daerah ini menunjukkan pengambilan data cukup homogen, sehingga hasil persamaan regresi patut di terima. Untuk induksi magnet 0,89 tampak kurang linier ini disebabkan ada induksi magnet yang terbuang. Pada gambar 2 posisi sudut  $45^\circ$  penyebaran koordinat terlihat tidak terkonsentrasi pada suatu daerah ini menunjukkan pengambilan data cukup homogen, sehingga hasil persamaan regresi patut di terima. Dan pada grafik sudah mendekati linier. Pada gambar 3, posisi sudut  $60^\circ$  penyebaran koordinat terlihat tidak terkonsentrasi pada suatu daerah ini menunjukkan pengambilan data cukup homogen, sehingga hasil persamaan regresi patut di terima. Untuk induksi magnet 0,89 tampak kurang linier ini di karenakan suhu pada kumparan terlalu tinggi sehingga mengakibatkan induksi magnetiknya masih tersisa.

Berdasarkan uraian di atas nampak bahwa jika jumlah kumparan semakin besar maka induksi magnet semakin besar. Bila panjang kumparan semakin panjang maka induksi magnet yang dihasilkan semakin kecil, dan bila arus yang mengalir pada kumparan semakin besar maka induksi magnet yang dihasilkan semakin besar pula. Kata lain yang tepat adalah jumlah kumparan dan arus yang mengalir berbanding lurus dengan induksi magnet. Sedangkan untuk panjang kumparan berbanding terbalik dengan induksi magnet. Bila induksi magnet besar maka jarak horisontal gerak parabola yang dihasilkan semakin panjang.



## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas dapat diambil kesimpulan bahwa semakin besar induksi magnetik yang diberikan semakin besar pula jarak horisontal gerak parabola yang dihasilkan oleh senapan elektromagnetik. Untuk posisi sudut  $30^\circ$  pada induksi magnetik  $1,78 \text{ w/m}^2$  mencapai  $0,82 \text{ m}$ , induksi magnet  $0,89 \text{ w/m}^2$  mencapai  $0,66 \text{ m}$ , dan induksi magnet  $0,44$  mencapai  $0,36 \text{ m}$ . Untuk posisi sudut  $45^\circ$  pada induksi magnetik  $1,78 \text{ w/m}^2$  mencapai  $1,41 \text{ m}$ , induksi magnet  $0,89 \text{ w/m}^2$  mencapai  $0,92 \text{ m}$ , dan induksi magnet  $0,44$  mencapai  $0,64 \text{ m}$ . Sedangkan untuk posisi sudut  $60^\circ$  pada induksi magnetik  $1,78 \text{ w/m}^2$  mencapai  $0,97 \text{ m}$ , induksi magnet  $0,89 \text{ w/m}^2$  mencapai  $0,67 \text{ m}$ , dan induksi magnet  $0,44$  mencapai  $0,40 \text{ m}$ .

### 5.2 Saran

1. Untuk mendapatkan jarak horisontal yang besar yang perlu diperhatikan adalah jumlah lilitan, semakin banyak jumlah lilitan semakin besar induksi magnet yang dihasilkan, dan panjang kumparan karena semakin pendek panjang kumparan induksi magnetik yang dihasilkan semakin besar.
2. Untuk mendapat jarak horisontal gerak parabola yang maksimum posisi sudut penembakan harus  $45^\circ$ .

DAFTAR PUSTAKA

- Arnolt, Von Robert. 1987. *Elektronika untuk pendidikan Teknik 1*. Jakarta: Pradya Paramita.
- Doglas C. 1997. *Fisika*. Jakarta: Erlangga
- Kamajaya. 1995. *Pemuntun Belajar Fisika I SMU Kelas I Catur Wulan I, II, dan III*. Bandung: Ganica Exact Bandung.
- Kanginan M. 1990. *Fisika SMA Kelas IIA Semester 3*. Jakarta: Erlangga
- Kanginan M. 1990. *Fisika SMA Kelas IIA Semester 5*. Jakarta: Erlangg
- Loeksmanto, Waloejo. 1993. *Medan Elektro Magnet*. Jakarta: Gramedia
- Resnick, D. Halliday 1989. *Fisika*. Jakarta: Erlangga
- Soetarmo. 1986. *Fisika SMA Kelas III*. Surakarta: Widya duta.
- Sears .Zemansky. 1982. *Fisika untuk Universitas 2*. Jakarta: Binacipta
- Sutrisno. Tan Ik Gie. 1983. *Fisika Dasar: Listrik Magnet dan Termofisika*. Bandung: ITB.
- Sudjana. 1992. *Metode Statistika*. Bandung: Tersito.
- Tim Fisika Dasar, 2000, *Petunjuk petunjuk Praktikum Fisika Dasar*. Jember: Departemen Pendidikan Nasional R I FMIPA, UNEJ
- Tobing. 1996. *Fisika Dasar I*. Jakarta: Gramedia
- Yohanes Surya. 1999. *Fisika itu Mudah SMU Kelas III Catur Wulan Kedua*. Jakarta: Bina Sumber Daya Mipa.



MATRIK PENELITIAN

JUDUL	PERMASALAHAN	VARIABEL	SUMBER DATA	METODOLOGI PENELITIAN
Pengaruh besar induksi magnetik pada senapan elektro magnetik dalam menentukan lintasan gerak parabola	Seberapa besarakah pengaruh induksi magnetik pada senapan elektromagnetik dalam menentukan jarak horisontal lintasan gerak parabola	X = besar induksi magnetik pada senapan elektromagnetik Y = jarak horisontal lintasan gerak parabola	1. Hasil eksperimen besar induksi magnetik pada senapan elektromagnetik dalam menentukan lintasan gerak parabola 2. Kepustakaan yang relevan	1. Tempat penelitian Lab. Fisika Gedung III FKIP UNEJ 2. Data yang diambil : - Besar induksi magnetik - Panjang lintasan gerak parabola 3. Analisa data yang digunakan : - Analisa statistik a. Nilai rata-rata $\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$ b. Kesalahan mutlak $\Delta x = \frac{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2}}{n}$ c. Kesalahan relatif $KR = \frac{\Delta x}{x} \times 100\%$ Keterangan : x = rata-rata perhitungan n = jumlah data $\Delta x$ = kesalahan mutlak KR = kesalahan relatif - Analisa grafik dengan menggunakan regresi linier y = a + bx

FORMULIR USULAN JUDUL SKRIPSI

Kepada Yth : Ketua Jurusan Pendidikan MIPA  
FKIP Universitas Jember  
di  
J e m b e r

Yang bertanda tangan di bawah ini :  
N a m a : MUNAWARAH  
Tempat/tgl.lahir : Pamekasan, 27 - Mei - 1978  
N I M : 96 - 2003  
Program Studi : P. Fisika

sampai dengan semester ..VII.. saya sudah mengumpulkan  
sebanyak 134 SKS dengan Indeks Prestasi Kumulatif  
sebesar 2,564.

Bersama ini saya mengajukan usulan skripsi dengan judul:

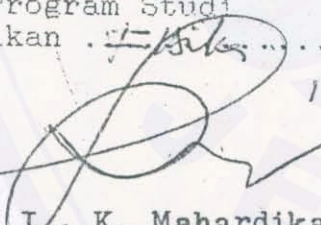
1. Pengaruh besar induksi magnetik pada senapan elektro magnetik dalam menentukan lintasan gerak parabola
- .....

Demikian permohonan ini saya ajukan, atas kebijaksanaan yang telah Bapak/Ibu berikan saya ucapkan terima kasih.

Jember, Maret 2000

Mengetahui,  
Ketua Program Studi  
Pendidikan Fisika

Yang mengusulkan,

  
13/4/2000



Drs. I. K. Mahardika, M, Si  
NIP. 134-899-599

Munawarah  
NIM. 96 - 2003

Catatan :

- Usulan judul skripsi ini telah dikoreksi oleh Ketua Jurusan Pendidikan MIPA pada tanggal : .....
- Mohon usulan judul skripsi ini dikonsultasikan kepada:  
Pembimbing I : Sri Handono BP,MSi  
Pembimbing II : K. Mahardika,MSi
- Judul skripsi yang diusulkan bisa direvisi/ diubah sesuai dengan kesepakatan diantara pembimbing dengan mahasiswanya.