

246056

4000005576

HADIAH



MEDAN MAGNET DALAM ATURAN HELMHOLTZ DAN PENENTUAN MEDAN  
MAGNET BUMI

NORFAZILAH ABDULLAH AKMAR

DISERTASI YANG DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI SEBAHAGIAN  
DARIPADA SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA MUDA SAINS  
DENGAN KEPUJIAN

PROGRAM FIZIK DENGAN ELEKTRONIK  
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

2004

PERPUSTAKAAN UMS



1400005576



UMS  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: MEDAN MAGNET DALAM ATURAN HELMHOLTZ  
DAN PENENTUAN MEDAN MAGNET BUMI

Ijazah: IJAZAH SARJANA MUDA DENGAN KEPUJIAN

SESI PENGAJIAN: 2000/2001

Saya NORFAZILAH BT ABDULLAH AKMAR

(HURUF BESAR)

mengaku membenarkan tesis (LPS/Sarjana/Doktor Falsafah)\* ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:

1. Tesis adalah hakmilik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. \*\*Sila tandakan ( / )

SULIT

(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh

Julu  
 (TANDATANGAN PENULIS)

PN. ZULISTIANA  
 (TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: 35 DEBRIKARAN  
SEMANGAT 2 TAMAN RAPAT

PN. ZULISTIANA

Nama Penyelia

BAHAGIA 31350 IPOH PERAK

Tarikh: 15/3/2004

Tarikh: \_\_\_\_\_

CATATAN: \* Potong yang tidak berkenaan.

\*\* Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.

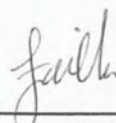
@ Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan, atau disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



## PENGAKUAN

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah dijelaskan sumbernya.

12 Mac 2004



---

NORFAZILAH ABDULLAH AKMAR

HS 2000-4426

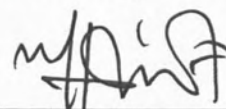


## PENGAKUAN PEMERIKSA

## DIPERAKUKAN OLEH

1. PENYELIA  
(PUAN ZULISTIANA ZULKIFLI)

Tandatangan



---

2. PEMERIKSA - 1  
(EN ABDULLAH CHIK)



---

3. PEMERIKSA - 2  
(PROF. MADYA DR FAUZIAH HJ AZIZ)



---

12/3/24

4. DEKAN  
(PROF. MADYA DR. AMRAN AHMED)

---





## PENGHARGAAN

Bismillahirrahmanirrahim, dengan nama Allah yang maha pemurah lagi maha penyayang. Bersyukur ke hadrat ilahi, dengan limpah dan kurniaNya saya dapat melaksanakan dan menyiapkan projek tahun akhir saya.

Terlebih dahulu saya ingin mengambil kesempatan ini untuk mengucapkan jutaan terima kasih dan setinggi – tinggi penghargaan terutama sekali kepada penyelia saya Puan Zulistiana di atas kesungguhan dan kesabaran beliau dalam memberi tunjuk ajar serta membimbing saya dalam semua aspek sejak awal hinggalah terlaksananya projek tahun akhir saya ini. Segala nasihat, teguran, kritikan dan tunjuk ajar beliau dalam menjayakan projek ini amatlah dihargai.

Ucapan penghargaan ini juga ditujukan kepada para pensyarah Sekolah Sains Dan Teknologi Universiti Malaysia Sabah khasnya pensyarah program Fizik Dengan Elektronik yang telah banyak membantu serta memberikan idea dan teguran yang membina secara langsung atau tidak langsung sepanjang menjayakan projek ini.

Seterusnya ucapan ribuan terima kasih yang tak terhingga kepada keluarga saya yang tersayang serta rakan – rakan seperjuangan yang banyak membantu dalam memberikan idea juga banyak memberi sokongan sepanjang saya menyiapkan projek ini.

Terima Kasih



## ABSTRAK

Satu ujikaji telah di jalankan untuk menentukan medan magnet bumi dan mengukur keamatan fluks magnet serta menentukan keseragaman paksi medan magnet di Universiti Malaysia Sabah (UMS). Ujikaji ini dilakukan dengan membuat perbandingan nilai medan magnet yang didapati daripada pesongan jarum kompas dan daripada ayunan magnet. Didapati nilai medan magnet bumi adalah 4.359 T. Dalam menentukan keamatan fluks magnet, sepasang gelung Helmholtz digunakan dan disambungkan kepada bekalan kuasa dan multimeter. Gelung disusun secara sesiri dan selari. Nilai keamatan fluks magnet yang diperolehi adalah 1.298 mT. Keputusan keamatan fluks magnet telah dipaparkan dalam bentuk graf keamatan fluks magnet melawan jarak z. Didapati bahawa setiap graf yang diperolehi bagi setiap nilai pada jarak r mempunyai bentuk yang sama. Kemudian sepasang gelung itu dilitar pintaskan bagi mendapatkan keamatan fluks magnet dan menentukan arah medan magnet kedua - dua gegelung. Oleh itu, keseragaman medan magnet pada kedua - dua gelung Helmholtz diperolehi.



## ABSTRACT

An experiment was conducted to determine the earth magnetic field, the flux magnet density and also the uniformity of axial magnetic field in University Malaysia Sabah (UMS). The experiment was conducted by comparing the value of magnetic field calculated from the deflection of the compass needle and the oscillating magnet. The result for the earth magnetic field is 4.359 T. The Helmholtz coils used in the experiment, was connected to the power supply and the multimeter and arranged in parallel and in serial. The value of flux magnet density is 1.295mT. The result was show in a graph on magnetic flux density vs. z-axis. Where the magnetic values were determine for each 20 mm in z axis. Each graph shows the same curve for each value at each distance  $r$  in mm. Then the two coils were short circuited to determine magnetic flux density and magnetic field direction for each coil. Therefore, the uniformity of magnetic field for Helmholtz coils being concluded.



## KANDUNGAN

	Muka Surat
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	ix
SENARAI RAJAH	x
<b>BAB 1        PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 PENGENALAN	1
1.2 SKOP KAJIAN	2
1.3 OBJEKTIF	2
<b>BAB 2        ULASAN PERPUSTAKAAN</b>	<b>4</b>
2.1 MEDAN MAGNET	4
2.1.1 Sistem Unit Dalam Kemagnetan	6
2.1.2 Fluks Magnet	7
2.1.3 Hukum Biot Sawart	9
2.1.4 Hukum Faraday	10
2.1.5 Hukum Lenz	12
2.1.6 Daya Magnet Pada Konduktor Lurus	13
2.1.7 Daya Pada Cas Bergerak	14
2.2 ATURAN HELMHOLTZ	15
2.3 MEDAN MAGNET BUMI	17
<b>BAB 3        BAHAN DAN KAEDAH</b>	<b>21</b>
3.1 PENGENALAN	21
3.2 PENENTUAN MEDAN MAGNET BUMI	21
3.2.1        Menentukan Ciri – ciri Fizikal Magnet	22
3.2.2        Menentukan Pesongan Jarum Kompas	23





3.3 MEDAN MAGNET MENGGUNAKAN ATURAN HELMHOLTZ	24
3.4 ANALISIS DATA	26
<b>BAB 4 HASIL DAN PERBINCANG</b>	27
4.1 PENGENALAN	27
4.2 KEPUTUSAN PENENTUAN MEDAN MAGNET BUMI	27
4.2.1 Ciri – ciri Fizikal Silinder magnet	27
4.2.2 Kekuatan Medan Dan Momen Magnet	28
4.2.3 Menentukan Pesongan Jarum Kompas	32
4.2.4 Ayunan Magnet	35
4.3 KEPUTUSAN FLUKS MAGNET MENGGUNAKAN ATURAN HELMHOLTZ	37
4.3.1 Mengukur Keamatan Fluks Magnet Bagi Sepasang Gegelung Secara Selari	38
4.3.2 Mengukur Keamatan Fluks Magnet Bagi Sepasang Gegelung Secara Sesiri	44
4.3.3 Mengukur Keamatan Fluks Magnet Bagi Dua Gelung Secara Berasingan	52
<b>BAB 5 KESIMPULAN</b>	56
5.1 KESIMPULAN	56
5.2 MASALAH KAJIAN	58
RUJUKAN	59
LAMPIRAN A	60
LAMPIRAN B	61
LAMPIRAN C	63



## SENARAI JADUAL

		Muka surat
2.1	Prinsip kuantiti magnet yang digunakan dalam sistem Antarabangsa dan unit sistem elekeromagnet	7
2.2	Data tentang fakta umum bagi bumi	20
4.1	Ciri – ciri fizikal bagi silinder magnet.	27
4.2	Keputusan bagi kekuatan medan dan momen magnet	32
4.3	Keputusan bagi pesongan jarum kompas	33
4.4	Masa bagi silinder magnet membuat putaran lengkap	36
4.5	Nilai $B_H$ bagi setiap ujikaji	37
4.6	Keamatan fluks magnet pada paksi komponen $B_{z_1}$ (Selari)	39
4.7	Keamatan fluks magnet pada paksi komponen $B_{z_2}$ (Sesiri)	45
4.8	Keputusan penentuan jejari komponen $B_z$ bagi dua gegelung secara berasingan	52



## SENARAI RAJAH

No Rajah		Muka surat
2.1	Corak medan magnet yang dihasilkan oleh serbuk besi	5
2.2	Corak medan magnet sekitar bar magnet	6
2.3	Fluks magnet yang melalui permukaan yang condong dengan medan magnet	8
2.4	Arus aruhan yang menjadikan gegelung sebagai satu magnet dengan kutub yang menentang kemasukkan magnet bar	12
2.5	Konduktor lurus membawa arus dalam medan magnet	13
2.6	a) Dua gegelung dalam aturan Helmholtz	15
	b) Satu gegelung dalam aturan Helmholtz	15
2.7	Lakaran bagi medan magnet bumi	17
3.1	Dua silinder magnet yang diletakkan pada kedudukan condong	22
3.2	Sambungan litar bagi sepasang gegelung Helmholtz	24
3.3	Menentukan $B_z(z,r)$ (Selari)	25
3.4	Menentukan $B_z(z,r)$ (Sesiri)	26
4.1	Dua silinder magnet yang diletakkan pada kedudukan condong	28
4.2	Graf medan magnet bumi $\tan \phi$ melawan jarak [ $1/d^3$ ( $m^{-3}$ )]	34
4.3	Menentukan $B(z,r)$ (Selari)	38
4.4	Graf keamatan fluks magnet pada $r = 0$	40
4.5	Graf keamatan fluks magnet pada $r = 20$	40
4.6	Graf keamatan fluks magnet pada $r = 40$	41
4.7	Graf keamatan fluks magnet pada $r = 60$	41
4.8	Graf keamatan fluks magnet pada $r = 80$	42
4.9	Graf keamatan fluks magnet pada $r = 100$	42
4.10	Menentukan $B(z,r)$ (Sesiri)	43
4.11	Graf keamatan fluks magnet pada $r = 0$	45
4.12	Graf keamatan fluks magnet pada $r = 20$	46
4.13	Graf keamatan fluks magnet pada $r = 40$	46



4.14	Graf keamatan fluks magnet pada $r = 60$	47
4.15	Graf keamatan fluks magnet pada $r = 80$	47
4.16	Graf keamatan fluks magnet pada $r = 100$	48
4.18	Graf jejari komponen $B_{(r)}$ bagi gegelung 1	53
4.19	Graf jejari komponen $B_{(r)}$ bagi gegelung 2	54
4.20	Menunjukkan arah arus pada kedua – dua hujung gelung	55





## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Pengenalan

Sejak beberapa ratus tahun terdahulu, medan magnet telah dikenalpasti fakta-fakta mengenainya di mana magnet mempunyai dua kutub iaitu kutub utara dan kutub selatan. Kutub-kutub yang sama akan menolak antara satu sama lain manakala kutub yang berlainan menarik antara satu sama lain.

Pada tahun 1819, seorang saintis dari Danish iaitu Hans Oersted (1777 – 1831) telah menumpai satu hubungan di antara elektrik dan magnet di mana arus elektrik yang mengalir dalam suatu dawai telah menyebabkan jarum kompas yang terletak berhampiran dengan dawai itu akan terpasong (Ulaby, 1997).

Selepas Oersted, Micheal Faraday telah membuat satu hipotesis yang mempunyai kaitan dengan hipotesis Oersted, di mana jika arus boleh menghasilkan medan magnet, pernyataan ini boleh juga sebaliknya iaitu medan magnet juga boleh menghasilkan



arus elektrik. Bagi membuktikan pernyataan ini, beliau telah membuat beberapa ujikaji berkaitan dengan penghasilan medan magnet yang disebabkan oleh arus elektrik.

Usaha yang sama telah dijayakan juga oleh Joseph Henry di Albany New York. Kedua-dua saintis ini telah berjaya membuktikan hipotesis mereka secara berasingan tetapi dalam masa yang sama pada tahun 1831 iaitu medan magnet boleh terhasil daripada arus elektrik dalam satu gelung yang tertutup tetapi hanya jika fluks magnet berhubung dengan suatu kawasan permukaan gelung yang berubah dengan masa (Ulaby, 1997).

Magnet juga dikenali sebagai daya fizik asas, maka dengan itu penghuni di muka bumi ini seharusnya mengetahui bahawa bumi ini mempunyai medan magnet. Menurut pendapat daripada ahli astronomi, matahari, bintang dan semua galaksi telah menunjukkan bahawa terdapatnya medan magnet pada kebanyakan bahagian di alam semesta kita ini. Pemerhatian daripada kapal angkasa, telah menentukan medan magnet bagi beberapa buah planet dalam sistem solar seperti planet Saturn dan planet Uranus (Akasofu & Kamide, 1987).



## 1.2 Skop Kajian

Skop kajian adalah melibatkan dua ujikaji iaitu pengukuran fluks magnet dan penentuan paksi bagi menentukan keseragaman medan magnet dengan menggunakan aturan Halmholtz. Ia mengandungi dua gegelung yang sama besar diletakkan pada jarak yang sama dengan membawa arus yang mengalir dalam arah yang sama. Juga melibatkan pengukuran medan magnet bumi di UMS. Kajian akan dijalankan di makmal Fizik Sekolah Sains dan Teknologi Universiti Malaysia Sabah.

## 1.3 Objektif

1. Mengukur fluks magnet dan paksi medan magnet dalam aturan Helmholtz
2. Menentukan keseragaman medan magnet dalam gelung Helmholtz
3. Menentukan medan magnet bumi di UMS



## BAB 2

### ULASAN PERPUSTAKAAN

#### 2.1 Medan Magnet

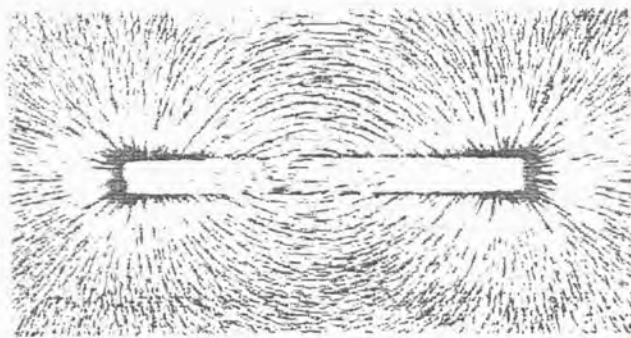
Medan magnet boleh definasikan sebagai suatu kawasan di mana terdapat daya magnet yang bertindak disekitarnya. Ia merupakan suatu kuantiti vektor yang mempunyai magnitud dan arah medan. Medan magnet biasanya mempunyai dua kutub iaitu kutub utara dan kutub selatan di mana kutub yang sama akan bersifat menolak di antara satu sama lain manakala kutub yang berlainan akan bersifat menarik antara satu sama lain. Untuk menentukan medan magnet bagi suatu magnet, ia dapat digambarkan dengan melukis garis-garis medan dengan menunjukkan tanda arah anak panah yang mengarah keluar dari kutub utara dan akan memasuki kutub selatan.

Terdapat pelbagai kaedah yang digunakan untuk menentukan corak-corak medan magnet bagi suatu magnet. Salah satu cara adalah dengan menggunakan serbuk besi dimana apabila serbuk besi ditabur di atas permukaan sehelai kertas yang di bawahnya terdapat suatu magnet, didapati serbuk besi itu akan membentuk corak dan tersusun dalam arah tertentu. Corak susunan serbuk besi yang terhasil adalah disebabkan oleh



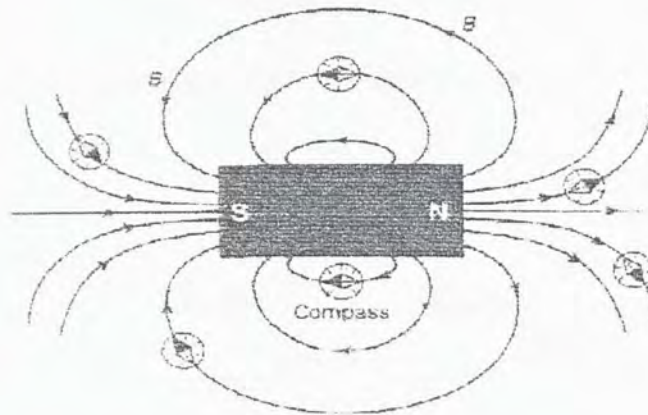


tindakan daya magnet yang wujud akibat dari medan magnet itu. Ia dinamakan garis-garis medan magnet. Corak medan magnet daripada serbuk besi adalah seperti yang ditunjukkan pada Rajah 2.1 manakala arah garis daya ini dapat ditentukan dengan melihat arah jarum kompas yang diletakkan di setiap titik pada permukaan kertas itu. Ini telah membuktikan wujudnya daya yang bertindak pada serbuk besi sehingga membolehkan serbuk besi itu membentuk satu corak tertentu.



**Rajah 2.1** Corak medan magnet yang dihasilkan oleh serbuk besi

Di samping itu, terdapat satu lagi cara yang digunakan bagi menentukan corak medan magnet iaitu dengan menggunakan kompas dan bar magnet. Apabila satu kompas diletakkan pada dua kutub magnet, maka jarum kompas akan mengarah mengikut medan magnet. Rajah 2.2 pula menunjukkan garis medan magnet pada suatu bar magnet yang bergerak keluar dari kutub utara magnet dan masuk melalui kutub selatan magnet.



**Rajah 2.2** Corak medan magnet sekitar bar magnet.

Simbol bagi medan magnet adalah  $B$ . Ia juga dikenali sebagai kekuatan medan magnet atau juga sebagai fluks magnet. Unit SI bagi medan magnet ialah Tesla (T)

iaitu:

$$1 \text{ unit } B = \text{Nsm}^{-1}\text{C}^{-1} = 1\text{T}$$

Manakala bagi sebutan cgs medan magnet adalah Gauss (G)

$$1\text{T} = 10^4 \text{ Gauss}$$

### 2.11 Sistem Unit dalam Kemagnetan

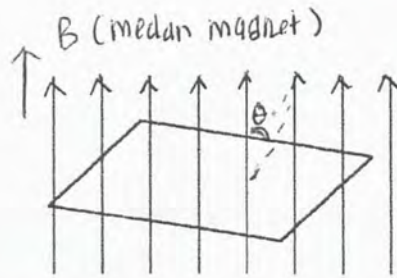
Di dalam bidang kemagnetan terdapat tiga jenis unit sistem yang digunakan secara meluas iaitu Gauss (cgs), Sommerfeld dan Kennelly. Konvensyen Sommerfeld secara rangkaiannya telah diterima di dalam pengukuran magnet oleh *International Union for Pure and Applied Physics (IUPAP)* (Mustaffa, 1998).

**Jadual 2.1** Prinsip kuantiti magnet yang digunakan dalam unit sistem antarabangsa dan unit sistem elektromagnet (De Bremaecker, 1991).

Kuantiti & Simbol	Unit SI		Unit emu	
	Nama	Singkatan	Nama	Singkatan
Momen dwikutub $(M)^2$	1. ampere $m^2$	$A m^2$	Maxwell $cm =$	$Mx cm =$
	2. Tesla $m^3$	$T m^3$	Gauss $cm^3$	$G cm^3$
Kekuatan medan magnet H	—	$Am^{-1}$	Oersted	Oe
Fluks magnet $\phi$	Weber	$Wb = Vs$	Maxwell	$Mx cm = G cm^3$
Ketelusan magnet $\mu$	-	$NA^{-2} = Hm^{-1}$	-	-
Arus elektrik I	Ampere	A	Ampere	-

## 2.12 Fluks Magnet

Fluks magnet  $\phi$  boleh ditakrifkan sebagai bilangan garis medan magnet yang melalui luas satu permukaan secara seranjang dengan medan magnet B. Ia merupakan suatu kuantiti skalar di mana B adalah seragam di atas satu permukaan yang rata dengan jumlah bagi kawasan A, B dan  $\theta$  adalah sama dengan kesemua titik pada permukaan itu. Dengan mengandaikan satu permukaan dengan luas A ditempatkan dalam medan magnet seragam seperti dalam Rajah 2.3.



**Rajah 2.3** Fluks magnet yang melalui permukaan yang condong dengan medan magnet

Fluks magnet yang melalui luas permukaan ialah

$$\phi = B \, dA \quad (2.1)$$

$$\phi = BA \cos \theta \quad (2.2)$$

di mana

$\phi$  - Fluks magnet

$\theta$  - Sudut permukaan dengan medan magnet

$B$  – Medan magnet seragam

$A$  – Luas permukaan

Unit SI bagi fluks magnet adalah sama dengan unit SI bagi medan magnet iaitu  $\text{Tm}^2$  atau ia juga dikenali sebagai Weber (Wb) mengambil sempena nama bagi seorang ahli Fizik Jerman Wilhem Weber (1904 – 1891).

$$1 \text{ Wb} = 1 \text{ Tm}^2 = 1 \text{ Nm/A}$$

$$1 \text{ T} = 1 \text{ Wb m}^{-2}$$



### 2.13 Hukum Biot Sawart

Hukum Biot Sawart membolehkan perhitungan medan magnet yang dihasilkan oleh arus elektrik yang mengalir menerusi suatu dawai lurus yang nipis. Ia juga merupakan satu hukum yang asas pada elektromagnet.

$$A = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int_c (d\ell / R) \quad (\text{Wb/m}) \quad (2.3)$$

Keamatan fluks magnet ialah

$$B = \nu \times \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int_c (d\ell / R) \quad (2.4)$$

$$= \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int_c \nu \times (d\ell / R) \quad (2.5)$$

Maka persamaan Biot Sawart ialah

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int_c \frac{d\ell \times a_R}{R^2} \quad (2.6)$$

Persamaan hukum Biot Sawart juga boleh diringkaskan seperti persamaan di bawah ini:

$$B = \int_c dB \quad (2.7)$$



dengan

$$dB = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{\int_C d\ell \times a_R}{R^2} \quad (2.8)$$

atau

$$dB = \frac{\mu_0 I d\ell \sin\theta}{4\pi R^2} \quad (2.9)$$

di mana:

$I$  = Arus elektrik

$a$  = Vektor pada sepanjang arah radial

$B$  = Kekuatan kepada medan magnet pada  $R$  dan bergantung kepada arus  $I$

$R$  = Jejari

$\mu_0$  = Pemalar ketelusan ruang bebas (vakum) =  $4\pi \times 10^{-7} \text{ WbA}^{-1} \text{ m}^{-1}$

$v$  = Halaju cas

## 2.14 Hukum Faraday

Teori elektromagnet telah dihasilkan oleh seorang saintis terkemuka Micheal Faraday pada tahun 1831 yang telah membuat kajian tentang arus yang mengalir dalam suatu gegelung apabila fluks magnet berhubung kait dengan perubahan gegelung. Ujikaji ini dinamakan hukum Faraday (David C. K., 1993).

Hukum Faraday telah menyatakan bahawa d.g.e. yang teraruh berkadar terus dengan kadar perubahan fluks magnet dimana apabila satu dawai memotong medan



magnet, satu d.g.e. teraruh merentasi dawai itu dan magnitud d.g.e. ini berkadar terus dengan kadar pemotongan fluks magnet.

$$\varepsilon = - \frac{d\phi}{dt} \quad (\text{Hukum Faraday}) \quad (2.10)$$

Tanda negatif pada persamaan menunjukkan bahawa d.g.e. yang teraruh bertindak menentang perubahan fluks yang menghasilkannya.

Michael Faraday telah menjalankan satu eksperimen yang berkaitan dengan aruhan elektromagnet. Satu gegelung dawai disambungkan pada galvanometer, apabila satu magnet bar yang pegun diletakkan berhampiran dengan gegelung dawai itu, galvanometer menunjukkan tiada arus yang mengalir.

Tetapi apabila bar magnet digerakkan ke dalam gegelung dawai itu, galvanometer menunjukkan terdapat arus aruhan yang mengalir. Manakala jika bar magnet dibiarkan pegun dan gegelung dawai digerakkan juga terdapat arus yang terhasil semasa pergerakan (Freedman & Young, 1998).

Jika bar magnet digantikan dengan gegelung dawai yang ke dua yang disambungkan pada satu bateri, gegelung dawai ke 2 itu dibiarkan pegun tidak ada arus yang terhasil. Tetapi jika salah satu gegelung dawai itu digerakkan, maka arus akan terhasil (Freedman & Young, 1998).

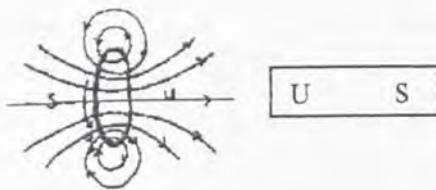


## 2.15 Hukum Lenz

Hukum Lenz menyatakan bahawa arah d.g.e. yang teraruh adalah sentiasa dalam arah yang menentang arah perubahan yang menghasilkannya.

Punca yang menghasilkan d.g.e. aruhan boleh dikaji daripada pengkonduksi dalam medan magnet yang tetap, dan juga daripada perubahan fluks yang melalui litar yang pegun. Bagi keadaan yang pertama d.g.e. aruhan yang terhasil berpunca daripada pergerakan pengkonduksi. Keadaan ini boleh dilihat daripada aliran arus dalam pengkonduksi yang menyebabkan wujudnya daya tujahan tepi dalam medan magnet di mana arahnya bertentangan dengan arah pergerakan pengkonduksi. Oleh yang demikian arah pergerakan pengkonduksi ditentang oleh daya yang terhasil.

Bagi keadaan yang kedua menerangkan tentang arus aruhan yang mewujudkan fluks dalam litar. Oleh yang demikian, perubahan fluks yang menentang arus aruhan dan bukannya fluks yang dihasilkan dalam litar.



**Rajah 2.4** Arus aruhan menjadikan gegelung sebagai satu magnet dengan kutub yang menentang kemasukan magnet bar.



## RUJUKAN

- Akasofu, S.-I. dan Kamide, Y., 1987. *The Solar Wind and The Earth*. Terra Scientific Publishing Company, Jepun.
- David, C.K., 1993. *Fundamentals of Engineering Electromagnetics*. Addison Wesley Publishing Company, Menio Park California.
- Dawid, J., 1991 *Introduction to Magnetism and Magnetic Material*. Chapman and Hall, London.
- Dobrin, M. B. dan Savit, C. H., 1988. *Introduction To Geophysical Prospecting*. Jilid 4. Mc Graw Hill International Edition, New York.
- Edwin, R S. dan Goruh Cahit, 1988. *Basic Exploration Geophysics*. John Wiley and Sons, New York.
- Fawwaz T. U., 1997. *Fundamentals of Applied Electromagnetics*. Prentice Hall, New Jersey.
- Freedman, R.A. dan Hugh, Y. D., 1998. *University Physics*. Addison Wesley, Menio Park California.
- Jerde, D.A. dan Bueche, F. J., 1995. *Principles of Physics*. Mc Graw Hill, Boston.
- Jianming, J., 1999. *Electromagnetic Analysis and Design in Magnetic Resonance Imaging*. CRC Press, Boca Raton London.



John, C. E. P, Fritz, N. M., Kenneth, B.W., Leonard, B. F., Mario, A. H., Norman, N.F. dan Ronald, L. P,1981. Magnetic Studies by Voyager 2: Preliminary Result at Saturn. *Journal of Science* Vol 215, 558-563.

Mustaffa Hj. Abdullah, 1998. *Pengenalan Sifat Magnet Bahan*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.

Noriah Bidin dan Wan Nurulhuda Wan Shamsuri, 1992. *Keelektrikan dan Kemagnetan*. Jilid 3. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.

