

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: KIPAS AUTOMATIKIjazah: SARJANA MUDASESI PENGAJIAN: 06/07Saya SYAZANA KHALID

(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

SK
(TANDATANGAN PENULIS)

Jy
(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: 407 JALAN
F-11, TAMAN MELAWATI

Nama Penyelia

53100 K. LUMPUR

Tarikh: 17/04/07

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 diklasikan 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).



5888100004

KIPAS AUTOMATIK

SYAZANA KHALID

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

PROGRAM FIZIK DENGAN ELEKTRONIK
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

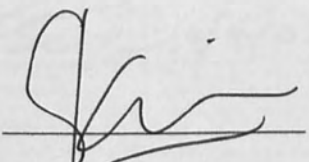
April 2007



PENGAKUAN

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

20 April 2007


SYAZANA KHALID**HS2004-4799**

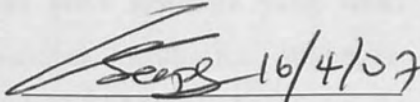
PENGESAHAN

DIPERAKUKAN OLEH

Tandatangan

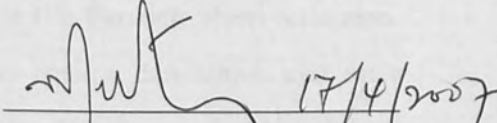
1. PENYELIA

(CIK FAUZIAH SULAIMAN)


16/4/07

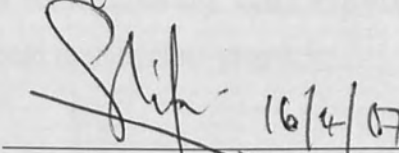
2. PEMERIKSA-1

(PUAN TEH MEE TENG)


17/4/2007

3. PEMERIKSA-2

(ENCIK SAAFIE SALLEH)


16/4/07

4. DEKAN

(SUPT/ KS PROF. MADYA DR. SHARIFF
A. K OMANG)
16/4/07

PENGHARGAAN

Syukur Alhamdulillah ke hadrat Ilahi dengan izinnya saya dapat menyempurnakan projek tahun akhir ini pada masa yang telah ditetapkan. Saya ingin mengambil kesempatan ini untuk mengucapkan ribuan terima kasih ke atas jasa baik semua pihak yang telah memberikan kerjasama dan bantuan bagi menyudahkan kajian ini.

Saya ingin mengucapkan ribuan terima kasih tidak terhingga ini khas buat ibu, Maimunah Binti Mahmud, bapa, Khalid Bin Bahari serta keluarga yang telah memberikan semangat dan bantuan kewangan serta sentiasa memberikan sokongan dan berdoa kepada Ilahi supaya saya terus berjaya di dunia dan akhirat.

Dalam pada itu, saya amat terhutang budi kepada Cik Fauziah Binti Sulaiman, selaku penyelia projek, yang telah banyak memberikan nasihat dan tunjuk ajar serta bersabar dengan karenah saya sepanjang pelaksanaan projek ini. Ucapan jutaan terima kasih tidak terhingga kepada beliau. Saya juga turut berterima kasih kepada pensyarah Fizik Dengan Elektronik yang turut terlibat bagi menjayakan projek ini.

Tidak ketinggalan juga ribuan terima kasih diucapkan kepada pensyarah Kejuruteraan Elektrik dan Elektronik dan kepada pembantu makmal mikroelektronik, iaitu Encik Sri kerana telah memberikan kerjasama yang sepenuhnya kepada saya untuk menjayakan kajian ini

Akhir sekali, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada rakan- rakan yang sudi membantu serta memberikan idea dan nasihat dalam meneruskan kajian ini. Semoga segala pertolongan yang diberikan itu mendapat balasan dari yang Esa.

Adalah diharapkan dengan lahirnya penulisan ini akan dapat mengembangkan lagi bidang ilmu pengetahuan khususnya dalam bidang Fizik untuk kebaikan sejagat. Sekian.



ABSTRAK

Tujuan kajian ini adalah menghasilkan sebuah kipas automatik yang mempunyai litar suis pengesan kepanasan atau suhu di mana suis kipas akan hidup apabila suhu sekeliling mencapai satu tahap yang telah ditetapkan dalam litar. Selain itu, ianya dapat membantu golongan kurang upaya menikmati keselesaan hidup. Terdapat 3 peringkat yang perlu dilaksanakan dalam menyempurnakan model kipas ini. Antaranya ialah mereka bentuk skematik litar ke PCB (*printed circuit board*), memodifikasi kipas manakala peringkat terakhir ialah pemasangan litar suis pada tapak kipas. Proses menganalisa dan memateri litar adalah penting bagi mendapatkan hasil yang baik. Hasil kajian mendapati bahawa apabila terdapat perubahan suhu pada suatu tahap yang telah ditetapkan, suis kipas akan berfungsi atau tertutup secara automatik. Pada masa akan datang di harap kajian ini dapat diteruskan kepada model kipas yang lebih canggih dan serbaguna.



AUTOMATIC FAN

ABSTRACT

The purpose of this study is to create the automatic fan consists of temperature or heat sensor switch circuit which is the fan will automatically switch on or off when the sensor detected environment temperature that had been equable in this circuit. Beside that it give an advantage to the handicap's life. Three stage that must be implement to complete this fan are consist of designed schematic circuit to printed circuit board (PBC), modified fan and arrangement of switch circuit. The process of analysing and soldering the circuit is important to get the good result. This study indicated that when the temperature change in a certain level it make the fan automatically switch on or off. For the futher study, this project should be continue to create the multifunction and sophisticated fan.



KANDUNGAN

	Muka Surat
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	xi
SENARAI RAJAH	xii
SENARAI FOTO	xiv
SENARAI SIMBOL	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Pengenalan	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Objektif	2
1.4 Skop Kajian	3
1.5 Hipotesis	3
BAB 2 ULASAN LITERATUR	
2.1 Pendahuluan	4
2.2 Keelektromagnetan	5
2.3 Medan Magnet	5
2.3.1 Medan Magnet Disebabkan Oleh Arus Dalam Dawai	6
2.3.2 Medan Magnet Disebabkan Oleh Arus Dalam Gegelung Bulat Atau Solenoid	8



2.4	Elektromagnet	10
2.5	Penguat Dan Suis (Transistor)	12
2.5.1	Transistor Dwpolar	12
2.5.2	Voltan Pincang	13
2.5.3	Bagaimana Transistor Beroperasi	14
2.6	IC Pemasa	15
2.6.1	Pemasa 555 Disambung Sebagai Multipenggetar Monostabil	18
2.6.2	Kendalian Multipenggetar Monostabil	18
2.6.3	Multipenggetar Tak Stabil	19
2.6.4	Kendalian Multipenggetar Tak Stabil	20
2.7	Pengesan Kepanasan Suhu	21
2.7.1	Penganding Suhu (<i>Thermocouple</i>)	22
2.7.2	Pengesan Suhu Rintangan	23
BAB 3 METODOLOGI		
3.1	Pengenalan	24
3.2	Jangkaan Masalah	25
3.3	Cadangan Pembaikan	26
3.4	Penyediaan Litar Pada PCB (<i>Printed Circuit Board</i>)	26
3.4.1	Proses Merekabentuk Litar Skematik Ke PCB	27
3.5	Proses <i>Etching</i>	28
3.6	Pemeriksaan Litar PCB	29
3.6.1	Proses Menebuk Lubang Pada Litar PCB	30
3.6.2	Proses Membengkokkan Kaki Komponen	31
3.6.3	Proses Pematerian	



3.6.4	Proses Memotong Kaki Komponen	34
3.7	Pengujian Projek	35
3.7.1	Cara-Cara Pengukuran Yang Digunakan	36
3.8	Gambarajah Blok Kipas Automatik	39
3.8.1	Fungsi Setiap Blok	40
3.9	Skematik Litar Yang Digunakan	41
3.9.1	Kendalian Litar	43
3.9.2	Litar Dalam Keadaan <i>Normal</i>	44
3.9.3	Litar Dalam Keadaan <i>ON</i>	45
BAB 4 KEPUTUSAN		
4.1	Pengenalan	46
4.2	Peratusan Perkembangan Kemajuan Projek	46
4.2.1	Peringkat Awal	46
4.2.2	Proses Membuat Model	49
4.2.3	Peringkat Akhir	50
BAB 5 PERBINCANGAN		
5.1	Pengenalan	54
5.2	Pengesan Kepanasan Atau Suhu	54
5.3	Litar Pengesan Kepanasan Atau Suhu	55
5.4	Sifat-Sifat Sistemik	55
5.4.1	Julat Dan Jengkal	55
5.4.2	Ralat Persekitaran	56
5.4.2(a)	Teknik Pengurangan Ralat Yang Disebabkan Oleh Perubahan Alam Sekitar	57
5.4.3	Ambang Dan Ketepatan	



5.5	Skematik Litar Ke PCB	58
5.6	<i>Casing</i> Litar	59
BAB 6 KESIMPULAN DAN CADANGAN		
6.1	Kesimpulan	60
6.2	Cadangan	62
RUJUKAN		63
LAMPIRAN		66



SENARAI JADUAL

No. Jadual		Muka surat
2.1	Fungsi setiap pin pemasa merujuk kepada multipenggetar monostabil	17
3.1	Waktu perjalanan kajian	25
3.2	Alatan yang digunakan	35



SENARAI RAJAH

No. Rajah		Muka surat
2.1	Arus yang mengalir diterbalikkan, arah medan magnet juga berubah	6
2.2	Petua gengaman tangan kanan menurut aliran arus elektrik untuk menentukan arah medan magnet	7
2.3	Corak medan magnet mengelilingi dawai	8
2.4(a)	Garis medan magnet dalam gegelung bulat	8
2.4(b)	Garis medan magnet dalam solenoid	9
2.5	Kemagnetan dalam bar keluli	11
2.6	Kemagnetan dalam besi lembut	11
2.7	Hukum lenz	12
2.8	Simbol bagi transistor jenis NPN dan PNP	12
2.9	Voltan pincang dari transistor jenis NPN dan PNP	14
2.10	Pengaliran arus elektron dalam transistor	14
2.11	Arus elektron di dalam transistor	15
2.12	Susunan pemasa 555	16
2.13	Blok penjanaan masa tunda pemasa 555	19
2.14	Pemasa kendalian multipenggetar tak stabil	20
2.15	Keluaran pemasa sebagai multipenggetar tak stabil	21
2.16	Termogandingan	22
3.1	Membengkokkan kaki komponen	31
3.2(a)	Proses pematerian komponen	33



3.2(b) Pematerian yang kemas	33
3.2(c) Pematerian yang tidak kemas	33
3.3 Gambarajah pemotongan kaki komponen	34
3.4 Pengukuran voltan DC/AC	36
3.5 Pengukuran arus	36
3.6 Pelarasan MOV dan pengukuran rintangan	37
3.7 Mengecas kapasitor menggunakan MOV	38
3.8 Pengujian transistor	38
3.9 Klip logik pada IC	39
3.10 Gambarajah blok kipas automatik	40
3.11 Litar suis pengesan kepanasan atau suhu	42
3.12 Litar berkeadaan <i>normal</i>	44
3.13 Litar berkeadaan <i>ON</i>	45



SENARAI FOTO

No. Foto		Muka surat
4.1	Proses <i>UV</i> pada litar di atas PCB	47
4.2	PCB direndam di dalam larutan <i>photoresist</i> stripper	47
4.3	Proses <i>etching</i>	48
4.4	Litar setelah siap di <i>etching</i>	48
4.5	Suis asal kipas	50
4.6	Litar suis pengesanan kepanasan atau suhu setelah siap dipateri	51
4.7	Litar yang lengkap	52
4.8	Model kipas	52
4.9	Model kipas yang sempurna	53



SENARAI SIMBOL

B	tapak
C	pengumpul
E	pemancar
V	voltan
I_B	arus tapak
I_C	arus pengumpul
I_E	arus pemancar
W	watt
+	nilai positif
C	kapasitor
Q	transistor
R	rintangan
TH	suhu tinggi
TL	suhu rendah
NTC	pekali suhu negatif
PCB	<i>printed circuit board</i>
RTD	resistor temperature detector
I_{\min}	input minimum
I_{\max}	input maksimum
I_s	input sebenar
I_p	input perubahan
I_G	input gangguan



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Seperti mana yang kita ketahui, pada masa kini terdapat pelbagai teknologi dan kaedah yang diperlukan oleh setiap rumah untuk memastikan penghuninya tinggal dalam keadaan yang selesa dan nyaman terutama sekali dalam keadaan cuaca yang panas. Oleh itu kajian kipas automatik ini merupakan sebuah alat elektrik rumah yang dicipta dan direka khas untuk memastikan keselesaan dalam cuaca yang panas.

Secara asasnya, kipas ini terdiri daripada litar suis pengesan kepanasan atau suhu. Ianya berfungsi apabila suhu di sesuatu kawasan meningkat dan tidak berfungsi apabila suhu di sesuatu kawasan menurun ke satu tahap yang ditetapkan. Apabila suhu meningkat, litar suis pengesan kepanasan atau suhu akan membekalkan arus pada motor



kipas untuk mengerakkan kipas. Pusingan kipas ini akan berhenti apabila suhu persekitaran semakin menurun.

1.2 Tujuan

Tujuan utama kajian ini ialah untuk menghasilkan sebuah kipas automatik yang mempunyai litar suis pengesan kepanasan atau suhu di mana suis kipas akan hidup apabila suhu sekeliling mencapai satu tahap yang telah ditetapkan dalam litar untuk mengelakkan bateri daripada didasarkan sepenuhnya.

1.3 Objektif

Kajian “Kipas Automatik” ini dicipta dan direka untuk mencapai dan melaksanakan beberapa objektif. Antara objektif-objektif yang ingin dicapai ialah:

- (a) Menghasilkan satu litar suis pengesan kepanasan atau suhu yang sesuai digunakan dalam keadaan sejuk dan panas.
- (b) Dapat mengawal suhu untuk julat yang disetkan.

Iaitu pada suhu di antara 25°C hingga 30°C suis pengesan kepanasan akan hidup secara automatik dan pada suhu di bawah 25°C atau lebih daripada 30°C , suis akan mati. Pada kebiasaannya seseorang itu perlu bangun dari tidur ketika panas untuk menghidupkan kipas dan mematikaninya semula setelah



keadaan menjadi teramat sejuk tetapi dengan kipas ini, mereka tidak perlu untuk melakukan semua itu sebaliknya ianya beroperasi secara automatik.

- (c) Membantu golongan kurang upaya menikmati keselesaan hidup.

Golongan kurang upaya terutamanya orang tua yang telah uzur mahupun yang tidak cukup sifatnya tidak perlu bersusah-payah untuk bangun dan menghidupkan mahupun mematikan kipas kerana kipas ini beroperasi bergantung kepada suhu di sekeliling.

1.4 Skop Kajian

Skop kajian ialah sebuah kipas automatik yang mempunyai sistem kawalan untuk mengesan suhu ketika suhu mencecah di antara 25°C hingga 30°C suis pengesan kepanasan akan hidup secara automatik. Kipas ini memberikan keselesaan kepada semua pengguna.

1.5 Hipotesis

Litar suis pengesan kepanasan atau suhu akan hidup secara automatik pada suhu bilik iaitu di antara 25°C hingga 30°C. Manakala suis akan mati pada suhu di bawah 25°C dan lebih daripada 30°C.



BAB 2

ULASAN LITERATUR

2.1 Pendahuluan

Untuk menyiapkan dan menjayakan projek “Kipas Kawalan Suhu” ini, beberapa teori yang berkaitan dengan litar dalam projek dikaji dan difahami. Antara teori-teori yang berkaitan dengan projek ini ialah:

- a) Mengkaji berkenaan dengan fungsi transistor yang digunakan dalam litar-litar yang terlibat iaitu sebagai suis dan penguatkuasa.
- b) Mengkaji berkenaan dengan geganti yang digunakan.
- c) Mengkaji berkenaan dengan pengesanan suhu kepanasan yang digunakan pada litar.
- d) Mengkaji berkenaan dengan IC pemasa yang digunakan.

Seperti yang disenaraikan di atas, kedua-dua teori ini telah dikaji dan difahami dengan teliti bagi melicinkan dan menjayakan projek kipas kawalan suhu ini, di mana



setiap teori ini perlu diketahui dan difahami secara menyeluruh bagi menyelesaikan segala masalah yang berkaitan dengan litar-litar yang terlibat dalam projek ini iaitu litar suis pengesanan kepanasan atau suhu.

2.2 Keelektromagnetan (*Relay*)

Penggunaan *Relay* di kebanyakan litar adalah sama prinsipnya dengan keelektromagnetan (Chong *et al.*, 2003). Bagi penerangan berkenaan dengan teori ini, ianya adalah berkaitan dengan kesan magnet disebabkan oleh konduktor berarus. Untuk menjayakan dan melaksanakan projek kipas kawalan suhu ini dengan berkesan, kajian terhadap keelektromagnetan ini perlu dilakukan secara terperinci dan menyeluruh kerana ianya digunakan untuk litar dalam sistem ini. *Relay* yang akan digunakan untuk membina litar bagi projek ini ialah dari jenis *SPST (Single Pole Single Through)*. Ia dibina dengan gegelung dawai kuprum halus di dalamnya dengan satu pole dan satu sesentuh yang menjadikan ia sebagai *Single Pole Single Through* (Chong *et al.*, 2003).

2.3 Medan Magnet

Oersted pada tahun 1819 mendapati arus yang mengalir melalui dawai (konduktor) juga boleh mewujudkan sifat magnet, sama seperti sifat magnet yang dihasilkan daripada bahan-bahan magnet. Sifat magnet yang dihasilkan daripada arus mengalir melalui dawai (konduktor) disebut elektromagnet (Rosli Hussin, 1994). Terdapat pelbagai kaedah yang menyebabkan medan magnet terhasil.



Antara konduktor yang digunakan bagi menghasilkan medan magnet ialah dawai lurus, gegelung bulat atau solenoid.

2.3.1 Medan Magnet Disebabkan Oleh Arus Dalam Dawai

Serbuk besi yang ditaburkan di atas permukaan kertas tebal yang dilalukan oleh konduktor (contoh dawai kuprum) yang panjang dan lurus. Dawai ini kemudiannya dialirkan arus elektrik. Serbuk besi akan membentuk corak garis-garis bulatan sepusat, mengelilingi konduktor kuprum. Jarum kompas juga akan terpesong apabila didekatkan dengan konduktor yang mengalir arus elektrik (Rosli Hussin, 1994). Garis medan yang dihasilkan oleh arus dalam dawai lurus ialah satu siri bulatan mengelilingi dawai itu seperti ditunjukkan dalam (Rajah 2.1).

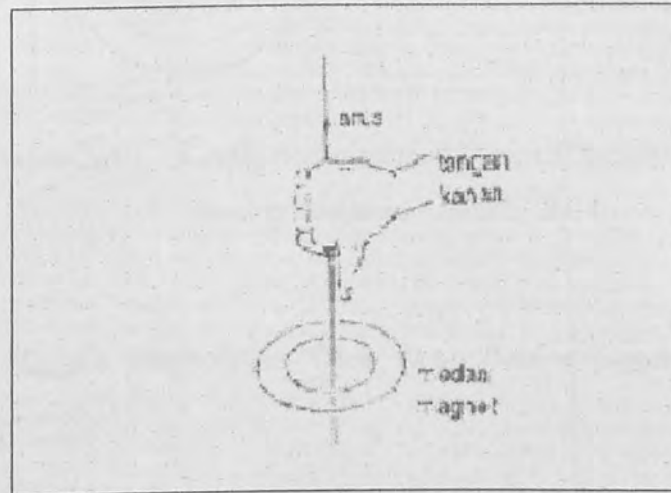


Rajah 2.1 Arus yang mengalir diterbalikkan, arah medan magnet juga berubah

(Sumber daripada Rosli Hussin, 1994)

Arah medan magnet (arah pergerakan kutub utara) dapat ditunjukkan dalam (Rajah 2.2). “Petua Tangan Kanan” boleh digunakan. “Petua Tangan Kanan” ini menyatakan bahawa jika dawai digenggam dengan tangan kanan dan ibu jari ditunjukkan

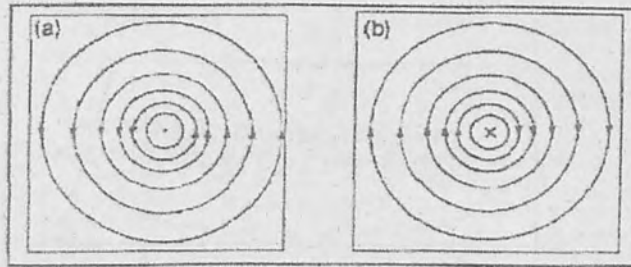
disepanjang dawai dalam arah arus, arah tujuan jari akan memberi arah medan magnet (Halliday *et al.*, 2004).



Rajah 2.2 Petua gengaman tangan kanan menurut aliran arus elektrik untuk menentukan arah medan magnet

(Sumber daripada Rosli Hussin, 1994)

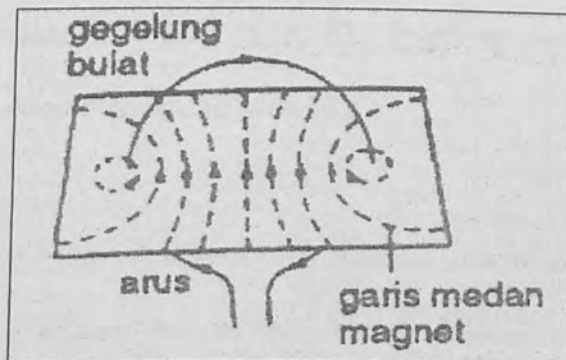
Satu corak medan magnet, apabila arus mengalir keluar dari kertas dan corak medan magnet apabila arus mengalir masuk dari kertas seperti (Rajah 2.3). Simbol yang menunjukkan arus keluar ialah (•) dan cuba bayangkan sepucuk anak panah yang keluar daripada kertas dan menuju dari arah depan yang akan menampakkan titik tajam anak panah. Manakala simbol yang menunjukkan arus masuk ialah (x) dan bayangkan sepucuk anak panah yang menuju ke arah kertas yang mana akan menampakkan bahagian belakang anak panah (Halliday *et al.*, 2004).



Rajah 2.3 Corak medan magnet mengelilingi dawai
(Sumber daripada Resnick, 2004)

2.3.2 Medan Magnet Disebabkan Oleh Arus Dalam Gegeung Bulat Atau Solenoid

Apabila arus mengalir melalui gegelung dawai, medan magnet akan dihasilkan. Medan magnet boleh dikuatkan atau tertumpu dengan meletakkan teras besi lembut dalam gegelung. Apabila arus mengalir dalam gegelung, medan magnet dibentuk sekeliling setiap belitan gegelung seperti ditunjukkan dalam (Rajah 2.4(a)).



(a) Garis medan magnet dalam gegelung bulat

RUJUKAN

- Adams, L. F. 1975. *Engineering Measurement and Instrumentation*. London.
- Baer, C. J., and Ottaway, J. R. 1986. *Electrical and Electronic Drawing*. Ed. ke-5. Westerville.
- Berube, R. H. 1996. *Computer Simulated Experiments for Electronic Devices Using Electronics Workbench*. Prentice Hall, New Jersey.
- Bently, J. P. 1995. *Principles of Measurement System*. Ed. ke-3. Longman, London.
- Bierman, H. 1983. *Circuits and Software for Electronics Engineers*. McGraw Hill.
- Buchla, D. M., and Floyd, T. L. 2005. *The Science of Electronics DC/AC*. Pearson Prentice Hall.
- Burhanuddin, Y. M. 1988. *Makmal Elektronik*. Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi.
- Burhanuddin, Y. M. 1992. *Peranti Dan Litar Analog*. Dewan Bahasa Dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Boylestad, R. L., and Nashelky, L. 1992. *Electronic Devices and Circuit Theory*. Ed. ke-5. Prentice Hall International.
- Chirlian, P. M. 1981. *Analysis and Design of Integrated Electronic Circuits*. Harper and Row, New York.
- Chong, L., Tong, H. L., and Qing-Guo, W. 2003. *Relay Feedback*. Springer.
- Dennis, W. H. 1983. *Electronic Component and Systems*. Butterworth and Co, 83-94 ms.



- Erland, J. 2002. PCB Layout. <http://www.gyraf.dk/gy.pd/pcbs.htm>.
- Grob, B., and Schultz, M. E. 2003. *Basic Electronic*. McGraw Hill.
- Haji Md. Nasir bin Haji Abd Manan. 2004. *Panduan Pendawaian Elektrik*. IBS Buku Sdn. Bhd.
- Halliday, D., Resnick, R., and Walker, J. 2004. *Fundamentals of Physics*. Ed. ke-6. John Wiley and Sons, Toronto.
- Higgins, R. J. 1983. *Electronics with Digital and Analog Integrated Circuits*. Prentice Hall.
- Holdsworth, D., and Martin, G. R. 1991. *Digital Systems Reference Book*. Butterworth Heinemann.
- Isaacs, A. 2000. Oxford Dictionary of Physics. Ed. ke-4. Oxford University Press.
- Liza Abdul Latif dan Norliza Mohd Noor. 1998. *Teori Litar*. Universiti Teknologi Malaysia, Skudai.
- Mohd Zaid Abdullah. 2004. *Sistem Peralatan dan Ukuran*. Universiti Sains Malaysia, Penang.
- Patrick, D. R., and Fardo, S. W. 2002. *Electricity and Electronics A Survey*. Ed. ke-5. Pearson Education, Inc.
- Rosli Hussin. 1994. *Sistem Magnet Kereta*. Dewan Bahasa Dan Pustaka, Kuala Lumpur. 16-23 ms.
- Santini, A. 1997. *Electricity and Electronics*. Ed. ke-3. Delmar Publishers Inc.



- Slone, G. R. 1995. *The Tab Electronics Guide to Understand Electricity and Electronics*. McGraw Hill, New York.
- Smith, H. T. 1994. *Quality Hand Soldering and Circuit Board Repair*. Delmar Publisher Inc.
- Smith, R. J. 1995. *Elektronik Litar Dan Peranti*. A. Rahman Ramli, Rahman, W., dan Shahbudin, S. Dewan Bahasa Dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Usher, M. J. 1985. *Sensors and Transducers*. Macmillan Education Ltd.
- Villanucci, R. S., Avtgis, A. W., and Megow, W. F. 1999. *Electronic Techniques Shop Practices and Construction*. Ed. ke-6. Prentice Hall, Columbus.

