

KAJIAN TERHADAP KEAMATAN CAHAYA LAMPU
DI BILIK TUTORIAL SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
DENGAN METER CAHAYA YANG DIBINA SENDIRI

AHMAD RAFFIE BIN RAMLI @ ZAKARIA

**PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

DISETASI INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI
SEBAHAGIAN DARIPADA SYARAT MEMPEROLEHI
IJAZAH SARJANA MUDA SAINS
DENGAN KEPUJIAN

PROGRAM FIZIK DENGAN ELEKTRONIK
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

MAC 2007



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: KAJIAN KEAMATAN CAHAYA LAMPU TERHADAP BILIK TUTORIAL SST

Ijazah: SARJANA MUDA DGN KEPUSIAAN FIZIK DGN ELEKTRONIK

SESI PENGAJIAN: 2004 / 2007

Saya AHMAD PAFFIE B. PAMLI @ ZAKARIA
(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 pertukaran antara institusi pengajian tinggi.

4. **Sila tandakan (/)

SULIT

TERHAD


TIDAK TERHAD

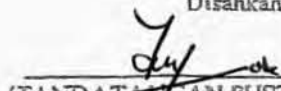
**PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

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

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

Disahkan oleh


(TANDATANGAN PENULIS)


(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: USD-B KG. TANAH
LOT, PASIR GAJAH, 24030

PROF. MADYA DR. ABDULLAH CHIK
Nama Penyelia

KMN, TRG.

Tarikh: 20/4/2007

Tarikh: 20/4/07

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.

10 MAC 2007



AHMAD RAFFIE B RAMLI@ZAKARIA

HS 2004 - 4793

PERUSAHAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH



DIPERAKUKAN OLEH

1. PENYELIA

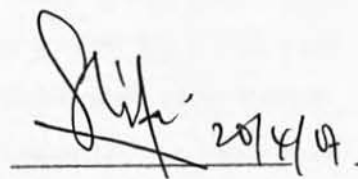
(Prof. Madya Dr. Abdullah Chik)

Tandatangan



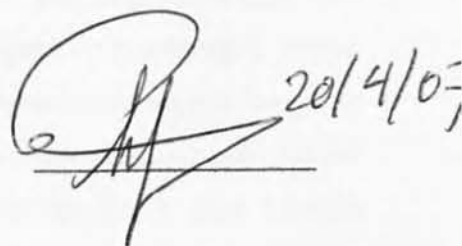
2. PEMERIKSA 1

(En. Saafie Salleh)

 20/4/07

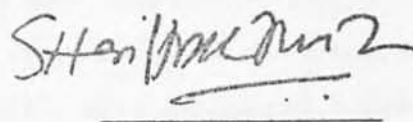
3. PEMERIKSA 2

(Dr. Haider F. Abdul Amir)

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH 20/4/07

4. DEKAN

(Supt/KS. Prof Madya Dr. Shariff A. Kadir S. Omang)



PENGHARGAAN

Saya ingin mengambil kesempatan ini untuk merakamkan penghargaan kepada penyelia saya, Dr. Abdullah Chik diatas segala tunjuk ajar, nasihat dan pandangan doktor yang banyak membimbing saya dalam menyiapkan projek ini. Tidak lupa juga kepada semua pensyarah program Fizik Dengan Elektronik yang banyak membantu dalam pelaksanaan projek tahun akhir ini. Ribuan terima kasih juga kepada seluruh ahli keluarga saya yang sudi membantu dari segi kewangan dan sokongan moral sejak dari awal lagi. Suntikan semangat serta sokongan moral daripada rakan-rakan seperjuangan saya yang banyak membantu secara langsung atau tidak langsung serta memahami keadaan saya ketika menyiapkan projek tahun akhir ini amat sangat dihargai. Akhir sekali, terima kasih juga kepada seluruh warga Sekolah Sains dan Teknologi yang sudi memberikan kerjasama semasa saya menjalankan kajian ini. Sesungguhnya, tanpa kerjasama dan sokongan dari semua pihak, projek tahun akhir saya mungkin akan mengalami banyak kesulitan dan kepincangan.



ABSTRAK

Kajian ini dijalankan untuk mengenalpasti perbezaan keamatan cahaya di bilik tutorial dan bilik kuliah Sekolah Sains dan Teknologi (SST). Objektif kajian ini adalah untuk membina, mengenalpasti, dan mengkalibasi meter cahaya yang dibina sendiri seterusnya mengenalpasti keamatan cahaya di 12 buah bilik tutorial SST. Meter cahaya dibina menggunakan beberapa komponen elektronik seperti perintang cahaya (LDR), paparan LED tujuh segmen, litar bersepadu (IC), perintang, dan kapasitor. Data - data yang diperoleh dianalisis untuk mengenalpasti pembolehubah yang mempengaruhi keamatan cahaya di bilik tutorial (SST). Meter cahaya yang dibina ini mampu mengukur cahaya pada julat +0.01 V atau 0 lux (keadaan sangat gelap) hingga +9.00 V atau 400 lux (keadaan sangat terang). Keputusan eksperimen ini menunjukkan bahawa perbezaan keamatan cahaya di bilik tutorial adalah disebabkan bilangan lampu berfungsi setiap bilik, perbezaan kedudukan setiap bilik, dan faktor persekitaran seperti pokok dan bangunan. Semakin banyak bilangan lampu berfungsi didalam bilik tutorial menyebabkan keamatan cahaya di dalam bilik itu lebih tinggi. Kedudukan bilik tutorial menghadap ke arah cahaya matahari menyebabkan suasana bilik tutorial itu lebih terang dari bilik lain dan sebaliknya. Penghadang cahaya seperti pokok dan bangunan sekitarnya menyebabkan keamatan cahaya di bilik tersebut kurang dari bilik yang lain.



ABSTRACT

The main purpose of this research is to identify the differentials of light intensity in School of Science and Technology tutorial room. The objectives of this study are to identify, develop, and calibrate light meter to identify light intensity in 12 tutorial rooms of School of Science and Technology (SST). Light meter were develop using light dependent resistor (LDR), light emitting diode (LED), integrated circuit (IC), resistor and capacitor. The result was analyzed to identify the variable that influence light intensity at SST tutorial room. This device measure light intensity range from 0 lux or +0.01 V (at very dark place) to 400 lux or +9.00 V (at very brightness place). The result showed different light intensity cause by functional room light, location of the room and surrounding factor such as trees and building. More functional light cause high light intensity. Room that facing sunlight brighter than otherwise. Blocker such as tree or building decrease light intensity in the room.



KANDUNGAN

Muka surat

PENGAKUAN	i
PEMERIKSA	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	xii
SENARAI RAJAH	xii
SENARAI SIMBOL	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 PENGENALAN	1
1.2 TUJUAN KAJIAN	2
1.3 OBJEKTIF KAJIAN	3
1.4 SKOP KAJIAN	3
BAB 2 ULASAN PERPUSTAKAAN	4
2.1 CAHAYA	4
2.1.1 Cahaya sebagai Gelombang Elektromagnet	5
2.1.2 Spektrum Gelombang Elektromagnet	6
2.2 ALAT PENGUKUR CAHAYA	8
2.2.1 Radiometri dan Fotometri	8



2.2.2	Kuantiti dan Unit yang Digunakan untuk Mengukur Cahaya	9
2.2.2 a.	Kecerahan (atau Suhu)	9
2.2.2 b.	Pencahayaan (unit SI: lux)	9
2.2.2 c.	Fluks Berkilau (unit SI: lumen)	9
2.2.2 d.	Keamatan Berluminositi (unit SI: kandela)	10
2.2.3	Alat Pengukur Cahaya	10
2.2.4	Menukarkan Nilai Cahaya kepada Nilai Voltan.	11
2.2.5	Penggunaan Hukum Pembahagian Voltan terhadap Pengesan cahaya	12
2.2.5 a.	Kaedah 1 (Hukum Pembahagi Voltan)	13
2.2.5 b.	Kaedah 2 (Hukum Ohm)	13
2.3	KOMPONEN ELEKTRONIK	14
2.3.1	Perintang Peka Cahaya (LDR)	14
2.3.2	Diod	15
2.3.3	Paparan LED Tujuh Segmen	16
2.3.4	Kapasitor	17
2.3.5	Litar Bersepadu (IC)	18
2.3.6	Papan Roti	20
2.3.7	Papan Jalur	21
2.3.8	Perintang	22
2.3.9	Kalibrasi	26



2.3.9a. Mengkalibrasi Menggunakan Alat Pengukur Cahaya (Meter Cahaya) yang lain	26
2.3.9b. Kalibrasi Tanpa Menggunakan Alat Tambahan	26
2.3.9b i. Kaedah 1 (Kalibrasi pada Dua Titik yang Berbeza)	26
2.3.9b ii. Kaedah 2 (Kalibrasi Menggunakan Lilin Biasa)	27
2.3.9b iii. Kaedah 3 (Kalibrasi Menggunakan Lampu Pendarfluor)	28
2.3.10 Pengiraan Berdasarkan Nisbah	28
2.4 PENGUKURAN	29
2.4.1 Skop Pengukuran	29
2.4.2 Lingkungan Pengukuran	29
BAB 3 BAHAN DAN KAEDAH	30
3.1 BAHAN	30
3.1.1 Komponen-komponen Elektronik	30
3.1.2 Komponen Tambahan	31
3.2 KAEDAH	33
3.2.2 Pemahaman Litar	35
3.2.3 Pembinaan Litar	38
3.2.4 Pemeriksaan Litar	40
3.2.5 Pengujian Alat Pengukur Cahaya	41
3.2.6 Mengukur Keamatan Cahaya	41
3.2.7 Menganalisis Data	42
BAB 4 KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	43
4.1 PENGENALAN	43



4.2	PERALATAN	44
	4.2.1 Alat pengukur cahaya	44
	4.2.2 Kalibrasi	45
	4.2.3 Perbandingan meter lux dengan meter cahaya buatan sendiri	47
4.3	KEPUTUSAN EKSPERIMEN	48
	4.3.1 Semua lampu di dalam bilik tutorial atau bilik kuliah dinyalakan	50
	4.3.2 Semua lampu di dalam bilik tutorial dipadamkan	52
	4.3.3 Semua lampu di sebelah kanan (bilik tutorial) atau sebelah depan (bilik kuliah 2 dan 4) sahaja dinyalakan	54
	4.3.4 Semua lampu di sebelah kiri (bilik tutorial) atau sebelah belakang (bilik kuliah 2 dan 4) sahaja dinyalakan	56
BAB 5	KESIMPULAN	58
	5.1 KESIMPULAN	58
	5.2 CADANGAN	59
	RUJUKAN	60
	LAMPIRAN A Jadual bilangan lampu berfungsi	62



SENARAI JADUAL

No. Rajah		Muka Surat
2.1	Simbol diod (Floyd, 1992)	16
2.2	Simbol kapasitor (Grob & E. Schultz, 1997).	18
2.3	Kod warna perintang (Grob & E. Schultz, 1997).	23
2.4	Simbol perintang (Grob & E. Schultz, 1997).	25
3.1	Senarai komponen elektronik	31
3.2	Penerangan carta alir	34
4.1	Pengukuran nilai keamatan cahaya di bilik tutorial menggunakan alat pengukur cahaya	50
4.2	Pengukuran nilai keamatan cahaya di bilik tutorial menggunakan alat pengukur cahaya	52
4.3	Pengukuran nilai keamatan cahaya di bilik tutorial menggunakan alat pengukur cahaya	54
4.4	Pengukuran nilai keamatan cahaya di bilik tutorial menggunakan alat pengukur cahaya	56



SENARAI RAJAH

No. Rajah		Muka Surat
2.1	Spektrum magnet	6
2.2	Litar asas meter	11
2.3	Pengukuran voltan dan graf keputusannya	11
2.4	Pengukuran voltan menggunakan hukum pembahagi voltan dan graf keputusannya	12
2.5	Perintang peka cahaya	14
2.6	Diod dan simbolnya	15
2.7	Papan LED tujuh segmen	16
2.8	Kapasitor	17
2.9	Litar bersepadu	18
2.10	Papan roti	20
2.11	Jalur kuprum di dalam papan roti (Owen Bishop, 1995).	20
2.12	Papan jalur	21
2.13	Perintang tetap	22
2.14	Label perintang (Floyd, 1992)	24
2.15	Perintang boleh laras	25
2.16	Kalibrasi menggunakan lilin	27
2.17	Kalibrasi menggunakan lampu pendarfluor	28
3.1	Carta alir aktiviti kajian	33
3.2	Litar ringkas alat pengukur cahaya	38



3.3	Litar Alat pengukur Cahaya	38
3.4	Litar ringkas pengesan cahaya (Mark Johnson, 2003).	39
3.5	Litar meter digital (sumber dari www.Elektronik_lab.com)	40
3.6	Kedudukan alat pengukur cahaya(Mark Johnson, 2003).	42
4.1	Alat pengukur cahaya	44
4.2	Graf kalibrasi lux melawan voltan	46
4.3	Graf perbandingan meter lux dengan meter cahaya buatan sendiri	47
4.4	Titik pengukuran keamatan cahaya dalam bilik tutorial	49
4.5	Menunjukkan lakaran kedudukan bilik tutorial dan bilik kuliah di SST	49
4.6	Graf perbezaan keamatan cahaya di bilik tutorial apabila semua lampu dinyalakan	52
4.7	Graf perbezaan keamatan cahaya di bilik tutorial apabila semua lampu dipadamkan	54
4.8	Graf perbezaan keamatan cahaya di bilik tutorial apabila semua lampu di sebelah kanan (bilik tutorial) atau sebelah depan (bilik kuliah 2 dan 4) sahaja dinyalakan	55
4.9	Graf perbezaan keamatan cahaya di bilik tutorial apabila semua lampu di sebelah kiri (bilik tutorial) atau sebelah belakang (bilik kuliah 2 dan 4) sahaja dinyalakan	57



SIMBOL DAN SINGKATAN

Unit cahaya

lm	Lumen
lux	lux
sr	steradian

Elektronik

V	Voltan
R	Rintangan
I	Arus
W	Watt

Komponen elektronik

LED	Diod pemancar cahaya
IC	Litar bersepadu
LDR	Perintang peka cahaya

Kerintangan

Ω	Ohm
R_v	Kerintangan perintang boleh laras
R_{LDR}	Kerintangan perintang peka cahaya



Voltan

V_m	Voltan pengukuran
V_{keluaran}	Voltan keluaran dari litar pembahagi voltan
V_{rujukan}	Voltan rujukan untuk penukaran isyarat analog kepada digital

Gandaan kuasa sepuluh

p	pico
n	nano
μ	mikro
m	mili
k	Kilo
M	Mega

Lain-lain

s	saat
Hz	Hertz
c	Halaju cahaya
M	Meter
%	Peratus
μ_0	Pemalar ketelapan
ϵ_0	Pemalar ketelusan



BK	Bilik kuliah
BT	Bilik tutorial
OHP	Over head projector
LCD	Liquid crystal display



BAB 1

PENGENALAN

1.1 PENGENALAN

Kaedah pengukuran keamatan cahaya adalah berbeza dengan kaedah pengukuran kuantiti fizikal seperti mengukur tinggi, berat, panjang, dan sebagainya. Ini kerana cahaya bukan objek fizikal yang dapat dilihat dengan mata kasar. Cahaya merupakan salah satu fenomena visual. Oleh itu, untuk mengukur cahaya alat pengukur cahaya yang sesuai perlu digunakan. Pelbagai jenis alat pengukur cahaya yang dapat digunakan untuk mengukur cahaya antaranya seperti meter cahaya analog untuk amatur, *fast light sensor*, meter cahaya digital ambient, dan lain-lain lagi. Oleh kerana tujuan kajian ini adalah untuk membina alat pengukuran cahaya dengan menggunakan komponen elektronik yang sedia ada alat komersial tersebut tidak akan digunakan di dalam kajian ini.

Untuk mencipta alat pengesan cahaya tersebut, komponen-komponen elektronik yang diperlukan akan disambung di dalam satu litar. Antara komponen yang diperlukan adalah seperti perintang cahaya, perintang, bateri, papan litar, dan lain-lain lagi. Perintang cahaya (LDR) digunakan kerana ia amat sensitif terhadap cahaya. Sebagaimana yang kita



ketahui perintang adalah berfungsi sebagai bahan yang mengurangkan pengaliran arus tetapi untuk perintang cahaya ia berfungsi berlainan dari perintang biasa. Secara teorinya, apabila cahaya terkena permukaan perintang tersebut, ia akan mengurangkan kerintangan perintang tersebut. Ini akan menambahkan jumlah arus yang melalui perintang tersebut. Oleh itu, komponen ini amat sesuai digunakan di dalam alat pengesan cahaya kerana ia sensitif terhadap cahaya.

Kajian ini meliputi membina, menguji, dan mengkalibrasi meter cahaya, mengukur keamatan cahaya dan menganalisis data yang dikumpulkan. Semua prosedur ini amat penting bagi mencapai matlamat utama kajian ini. Kepentingan kajian ini dijalankan adalah untuk menyelaraskan keamatan cahaya di dalam bilik tutorial dan bilik kuliah di SST.

1.2 TUJUAN KAJIAN

Tujuan utama kajian ini adalah untuk mengukur keamatan cahaya di bilik tutorial Sekolah Sains dan teknologi dengan menggunakan alat pengukur cahaya yang dibina sendiri.



1.3 OBJEKTIF KAJIAN

1. Mengenalpasti litar alat pengukur cahaya yang sesuai.
2. membina alat pengukur cahaya.
3. mengkalibrasi alat pengukur cahaya
4. mengukur keamatan cahaya 12 buah bilik tutorial di Sekolah Sains dan Teknologi
5. mengenalpasti perbezaan keamatan cahaya di dalam bilik tutorial di Sekolah Sains dan Teknologi.

1.4 SKOP KAJIAN

Kajian ini dilakukan di dalam Universiti Malaysia Sabah. Semua pengukuran di buat di 12 buah bilik tutorial SST (bilik kuliah 2,3 dan 4, bilik tutorial 9, 10, 11, 12, 48, 49, 50, 51 dan 52).

Alat pengukur cahaya yang dibina adalah satu alat pengukuran cahaya ringkas yang sesuai untuk mengukur cahaya nampak di dalam bilik tutorial SST Universiti Malaysia Sabah (UMS). Pengukuran kadar keamatan cahaya pula hanya diambil ketika cuaca dalam keadaan baik dan cerah. Pada waktu mendung dan hujan, pengukuran tidak dijalankan.



BAB 2

ULASAN PERPUSTAKAAN

2.1 CAHAYA

Cahaya amat diperlukan dalam kehidupan seharian. Matahari merupakan sumber cahaya yang utama. Tumbuhan hijau memerlukan cahaya untuk membuat makanan. Mata kita memerlukan cahaya untuk melihat. Tanpa cahaya kita tidak mampu untuk melihat. Walaubagaimanapun mata kita tidak dapat melihat semua jenis cahaya. Ini kerana kepekaan mata kita terhadap cahaya ialah pada tahap cahaya nampak sahaja. Penjelasan selanjutnya mengenai cahaya nampak akan saya ceritakan di dalam topik spektrum gelombang elektromagnet nanti.

Sifat-sifat cahaya ialah cahaya bergerak lurus ke semua arah (G.Hewitt, 1992). Buktinya adalah kita dapat melihat sebuah mentol yang menyala dari sebarang penjuru dalam sebuah bilik gelap. Apabila cahaya terhalang, bayang akan terhasil disebabkan cahaya yang bergerak lurus tidak dapat melencong. Bagaimanapun, cahaya dapat dipantulkan (G.Hewitt, 1992). Keadaan ini disebut sebagai pantulan cahaya.

Cahaya dipesongkan apabila bergerak secara serong melalui medium yang berbeza seperti melalui udara melalui kaca melalui air (G.Hewitt, 1992). Keadaan ini



disebut sebagai pembiasan cahaya. Cahaya bergerak lebih laju melalui udara daripada melalui air. Cahaya juga bergerak lebih laju melalui udara daripada melalui kaca. Oleh itu, cahaya yang bergerak secara serong dipesongkan apabila melalui dua medium yang berbeza. Cahaya yang bergerak lurus melalui medium yang berbeza tidak dibiaskan (G.Hewitt, 1992).

2.1.1 Cahaya sebagai Gelombang Elektromagnet

Pada tahun 1849, Fizeau telah melakukan satu kajian untuk menghitung kelajuan cahaya. Daripada kajian tersebut, beliau telah memperoleh kelajuan cahaya sebagai $3.13 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$. Foucault dan Albert Michelson telah memperbaiki kaedah kajian Fizeau bagi mendapatkan kelajuan cahaya yang lebih tepat iaitu $2.9979246 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$. Kelajuan cahaya yang didapati adalah tetap untuk setiap bahantara. Sebagai contoh kelajuan cahaya dalam udara adalah $3.0 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$, di dalam air $2.3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$, dan di dalam udara pula $2.0 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$. Perbezaan nilai kelajuan cahaya berlaku kerana cahaya mengalami kadar pembiasan yang berbeza apabila memasuki bahantara dengan indeks yang berbeza (Panel fizik UTM, 1992).

Kelajuan gelombang elektromagnet daripada kiraan telah dibuat yang telah dibuat oleh Maxwell adalah sama dengan kelajuan cahaya yang diperoleh oleh Fizeau. Berdasarkan kiraan tersebut, beliau mengatakan bahawa cahaya semestinya adalah gelombang elektromagnet pada frekuensi 10^9 Hz yang dapat merambat pada kelajuan cahaya. Beliau juga menunjukkan bahawa gelombang elektromagnet juga boleh mengalami pantulan, biasan, dan interferens seperti mana yang berlaku pada cahaya.



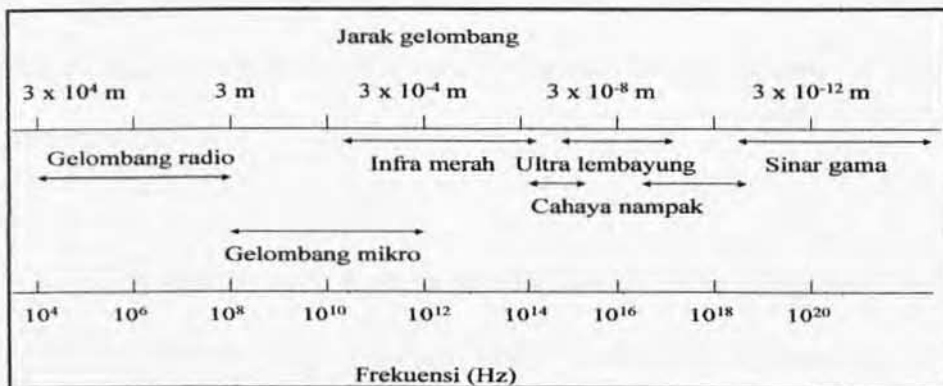
Ujikaji yang dilakukan oleh Hertz membuktikan kebenaran teori Maxwell.(Panel fizik UTM,1992). Kesimpulannya, gelombang elektromagnet tidak memerlukan sebarang bahantara untuk merambat. Kelajuan gelombang elektromagnet merambat di dalam vakum adalah sama dengan kelajuan cahaya iaitu:

$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu_o \epsilon_o}} \quad (2.1)$$

$$= 2.99792 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

2.1.2 Spektrum Gelombang Elektromagnet.

Matahari merupakan salah satu sumber gelombang elektromagnet, begitu juga dengan gelombang mikro, gelombang radio dan televisyen, bahan radioaktif, sinar-X, kilat dan juga mentol yang menyala. Daripada rajah 2.1 di bawah, kita dapat melihat spektrum gelombang elektromagnet pada berbagai-bagai jarak gelombang dan frekuensi. Daripada rajah tersebut, di dapati bahawa tiada titik pembahagi yang jelas yang memisahkan satu gelombang dengan gelombang yang lain.



Rajah 2.1 Spektrum elektromagnet. (D. Rossing & J. Chiaveria, 1999)

Gelombang infra merah mempunyai jarak gelombang dalam julat 1 mm hingga 7×10^{-7} m (Panel fizik UTM, 1992). Ia di hasilkan oleh molekul-molekul pada jasad yang panas dan senang diserap oleh kebanyakan bahan. Tenaga infra merah yang diserap itu akan menggoncang atom-atom pada bahan, menyebabkan getaran atau gerakan transulasinya bertambah dan mengakibatkan suhu bahan tersebut meningkat.

Cahaya nampak adalah gelombang elektromagnet yang dapat dilihat. Ia terbentuk hasil daripada penyusunan semula elektron di dalam atom dan juga molekul. Cahaya nampak dapat dipisahkan kepada komponen warna-warnanya, iaitu dalam rantau lembayung merah, dengan julat jarak gelombang dari 4×10^{-7} m hingga 7×10^{-7} m. Kepekaan mata bergantung pada jarak gelombang yang diterimanya dan didapati kepekaan mata adalah maksimum pada jarak gelombang yang bernilai lebih kurang 5.6×10^{-7} m, iaitu pada rantau kuning-hijau (D. Rossing & J. Chiaveria, 1999).

Cahaya ultra lembayung mempunyai jarak gelombang di antara nilai 6×10^{-8} m dan 3.8×10^{-7} m. Sumber utamanya ialah matahari. Pendedahan kepada cahaya ultra lembayung berlebihan adalah sangat berbahaya kepada hidupan di bumi ini (D. Rossing & J. Chiaveria, 1999).

Sinar-X mempunyai julat jarak gelombang dari 10^{-19} m hingga 10^{-8} m. Sinar ini terhasil apabila elektron yang bertenaga tinggi mengalami nyahpecutan apabila ia menghentam suatu sasaran logam (D. Rossing & J. Chiaveria, 1999). Sinar-X digunakan



RUJUKAN

- Bernard Grob & Mitchel E. Schultz, 1997. *Basic Electronic*. Edisi ke-9. Glencoe McGraw-Hill, USA.
- Robert Resnick & David Halliday, 1992. *Fizik 2*. Asiah Salleh. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Mark Csele, 2004. *Fundamentals of Light Sources and Lasers*. Wiley-Interscience, Canada.
- Panel Penulis Fizik Universiti Teknologi Malaysia, 1992. *Gelombang, Bunyi dan Optik*.
Jilid ke-4. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Owen Bishop, 1995. *Understand Electronics*. Butterworth Heinemann, London.
- Paul G. Hewitt, 1992. *Conceptual Physics*. Edisi ke-9. Harper Collins College Publishers,
USA.
- Joseph J. Carr, 1993. *Electronic Devices*. McGraw-Hill, Singapore.



Thomas D. Rossing & Christopher J. Chiaverina, 1999. *Light Science Physics and The Visual Arts*. Springer, USA.

Thomas L. Floyd, 1992. *Electronic Devices*. Edisi ke- 4. Prentice Hall, USA.

Mark Johnson, 2003. *Photodetection and measurement*. McGraw-Hill, USA.

Elektronik Lab, 2006. Meter Digital. www.electronic_lab.com. (21 September 2006)

Intersil, 2006. ICL 7107. www.intersil.com/data/fn/fn3082.pdf. (23 September 2006)

National, 2006. IC 7660. www.national.com/ds/LM/LMC7660.pdf. (24 September 2006)

