

**MEREKABENTUK DAN MENGUJI SATU SISTEM PENUKARAN AIR
ELEKTRONIK AKUARIUM**

NORMAL EASTKANDAR BIN AHMAD ESTEAMAL

**TESIS DIKEMUKAKAN UNTUK MEMPEROLEH IJAZAH SARJANA
MUDA SAINS DENGAN KEPUJIAN**

**PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

KOTA KINABALU

OKTOBER 2007



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: Mereka bentuk dan menguji satu sistem pertukaran air elektronik untuk akuarium

IJAZAH: Ijazah Sarjana Muda Fizik dengan Elektronik

SAYA NORMAL EASTKANDAR B AHMAD SESI PENGAJIAN: 07/08
 (HURUF BESAR) ESTEAMAL

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

1. Tesis adalah hak milik 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

(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

En. Saapie Salleh

Nama Penyelia

Alamat Tetap: No. 54, 8km
Jln Tebing Mebah 18,
Tmn Sri Skudai, Johor.

Tarikh: 30/11/07

Tarikh: _____

CATATAN:- *Potong yang tidak berkenaan.

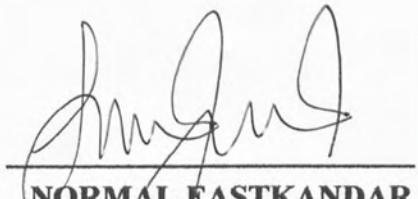
**Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa /organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.

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



PENGAKUAN

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang mana setiap satu dinyatakan sumbernya.



NORMAL EASTKANDAR**AHMAD ESTEAMAL****29 OKTOBER 2007**

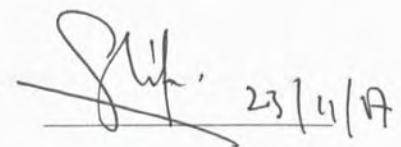
PENGAKUAN PEMERIKSA

DIPERAKUKAN OLEH

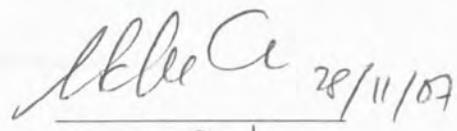
TANDATANGAN

1. PENYELIA

(ENCIK SAAFIE SALLEH)


23/11/07**2. PEMERIKSA-1**

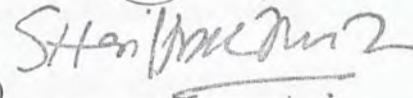
(PROF. MADYA DR. ABDULLAH CHIK)


28/11/07**3. PEMERIKSA-2**

(ENCIK ALVIE LO SIN VOI)


28/11/07**4. DEKAN**

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


28/11/07**UMS**
UNIVERSITI MALAYSIA SARAWAK

PENGHARGAAN

Alhamdulillah, syukur kepada Allah S.W.T. yang dengan izin dan limpah kurnianya akhirnya dapat juga disiapkan projek ini setelah melalui pelbagai dugaan.

Disini ingin saya mengambil kesempatan untuk mengucapkan jutaan terima kasih dan penghargaan kepada penyelia saya En. Saafie dimana atas dorongan dan nasihat beliau telah banyak membantu saya menyiapkan projek ini.

Tidak dilupakan juga kepada ibubapa dan adik beradik saya yang tidak jemu-jemu memberi kepercayaan kepada saya tanpa sedikit ragu-ragu pun. Kepercayaan mereka inilah yang memnerikan semangat kepada saya untuk meneruskan pembuatan projek ini walaupun cubaan demi cubaan yang melanda. Akhir sekali kepada rakan-rakan yang banyak memberi sokongan moral san sumbang tenaga kearah menyiapkan projek ini. Jasa anda semua tidak ternilai harganya buat saya. Saya berharap agar dapat membalas budi baik anda semua dimasa akan datang.



ABSTRAK

Tujuan utama projek sistem penukar air akurium ikan ini dibangunkan adalah untuk mengaplikasikan pengetahuan terkini untuk memberi manfaat dalam memudahkan kehidupan seharian. Litar yang dibangunkan ini menggunakan aplikasi elektrik dan elektronik. Sumber kuasa yang digunakan untuk sistem ini menggunakan arus ulang alik dan ini adalah antara faktor penarik kerana kesemua rumah menggunakan arus ulang alik sebagai sumber kuasa elektrik. Sistem ini terdiri daripada satu litar pengawal dan satu litar pengesan. Sistem ini berfungsi dengan mengepam keluar air dari akuarium apabila suis hidup ditekan dan akan berhenti mengeluarkan air dan mula memasukkan air bersih apabila aras air turun melebihi aras kritikal. Sistem akan berhenti beropersi apabila air mencapai aras maksimum. Sistem ini menggunakan dua pam air berkuasa 10 watt yang mampu mengepam air keluar dan masuk dari tangki akuarium. Pam ini mampu mengepam $5760 \text{ cm}^3/\text{min}$ air. Daripada keputusan ujian yang dijalankan keatas projek ini, ia menunjukkan sistem ini dapat berfungsi bagi ketiga-tiga jenis air yang digunakan iaitu air biasa, air suling dan air laut.

DESIGN AND TESTING OF AN ELECTRONIC WATER EXCHANGER FOR AQUARIUM

ABSTRACT

The main purposes in building this system is to use and applied knowledge that I have gain during the years of my study. This is also a way to channel my knowledge into creating something that can bring goodness to other people and hopefully it can also bring some money. This system that I invented, applied the knowledge and concepts of electrical and electronic. The power supply that I used to power up the system, used 220 volts of alternating current which is available easily because it is used in all household item and this is also the beneficial factors for the systems. The system consists of one sensor circuit and one control circuit. The system will start working when a button switch is pushed and it will start draining water from the aquarium until the water level is lower than the critical limit, then it will start to pump water in until the water reaches the maximum level. The system used two low power water pumps that can pump water in and out of the fish tank. The pump that is used is a 10 watt pump that has the ability to pump $5760 \text{ cm}^3/\text{min}$ water. The results from the test that have been done to the systems shows that the system works perfectly in three type of water that I used which is ordinary tap water, sea water, and deionised water.



KANDUNGAN

	HALAMAN
HALAMAN JUDUL	i
PENGAKUAN	ii
PENGAKUAN PEMERIKSA	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KANDUNGAN	vii
SENARAI RAJAH	ix
SENARAI JADUAL	xi
SENARAI SIMBOL DAN SINGKATAN	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 PENGENALAN	1
1.2 PENGENALAN REKABENTUK	2
1.3 MATLAMAT KAJIAN	3
1.4 OBJEKTIF KAJIAN	3
1.5 SKOP KAJIAN	4
BAB 2 ULASAN PERPUSTAKAAN	5
2.1 ARUS ELEKTRIK	5
2.1.1 Arus Terus	5
2.1.2 Arus Ulang Alik	8
2.2 TRANSFORMER	11
2.3 TRANSISTOR	13
2.3.1 Konfigurasi Dan Sifat Transistor	14
2.4 KAPASITOR	16
2.5 RESISTOR	17
2.6 DIOD	21
2.7 LED	23
2.8 GEGANTI	24
2.9 AIR SEBAGAI KONDUKTOR ELEKTRIK	26



BAB 3 METODOLOGI	27
3.1 PENGENALAN	27
3.2 LITAR PENGESAN ARAS AIR	28
3.3 LANGKAH-LANGKAH MEMBINA LITAR	31
3.4 OPERASI DALAM LITAR	31
3.5 KAEADAH PENILAIAN LITAR PENGESANAN AIR	32
3.5.1 Analisa Voltan Sensor	33
3.5.2 Mengenal Pasti Kebolehan Litar Mengesan Paras Air Dalam air suling	33
3.5.3 Mengambil Bacaan Kerintangan Bagi Air suling Dan Air Biasa	34
BAB 4 KEPUTUSAN	35
4.1 KEPUTUSAN ANALISA VOLTAN SENSOR	35
4.2 KEPUTUSAN UJIAN MENGENAL PASTI KEBOLEHAN SENSOR MENGESAN PARAS AIR DALAM AIR SULING	36
4.3 KEPUTUSAN NILAI RINTANGAN AIR SULING DAN AIR BIASA	37
BAB 5 PERBINCANGAN	41
5.1 NILAI KERINTANGAN AIR	41
5.2 LITAR PENGESAN PARAS AIR	42
5.3 LITAR PENGAWAL	43
5.4 PRESTASI KESELURUHAN	44
5.5 KELEMAHAN	44
BAB 6 KESIMPULAN DAN CADANGAN	45
RUJUKAN	47



SENARAI RAJAH

Nombor Rajah	Muka Surat
2.1 Arus ulang alik dabentuk sinusoidal	9
2.2 Gambara transformer “step down”	12
2.3 Rekabentuk transistor <i>pnp</i>	13
2.4 Rekabentuk Transistor <i>npn</i>	14
2.5 Contoh sambungan Litar Tapak Sepunya	15
2.6 Contoh sambungan Litar pemancar Sepunya	15
2.7 Contoh sambungan Litar pengumpul Sepunya	16
2.8 Jalur-jalur warna pada perintang	20
2.9 Gambarajah simbol dan struktur asas diod	21
2.10 Lengkok ciri I-V diod kuasa	22
2.11 Gambarajah simbol LED	24
2.12 Gambarajah binaan geganti SPDT	25
2.13 Gambarajah geganti DPDT	25
3.1 Litar pengesan	28
3.2 Sambungan Pada Sensor	28
3.3 Litar pengawal	28
3.4 Litar Pam1 dan Pam 2	29
3.5 Konfigurasi kaki geganti	29
3.6 Litar yang telah siap	30
3.7 Susunan alat untuk uji kaji	32
3.8 Rekabentuk sensor paras air	33



SENARAI JADUAL

Nombor Jadual	Muka Surat
2.1 Kod warna-warna Perintang	19
3.1 Senarai Komponen yang digunakan	30
4.1 Voltan E_1 ke E_3	35
4.2 Voltan E_2 ke E_3	36
4.3 Rintangan air biasa	37
4.4 Rintangan air suling	38
4.5 Rintangan air laut	39
4.6 Perbandingan kerintangan bagi ketiga-tiga jenis air	40



SENARAI SIMBOL DAN SINGKATAN

V	VOLTAN
A	AMPERE
I	ARUS
R	RINTANGAN
Ω	OHM
a.c.	ALTERNATING CURRENT
d.c.	DIRECT CURRENT
t	MASA
P	POWER
Z	IMPEDANS
q	JUMLAH CAS
C	KAPASITAN
LDR	LIGHT DEPENDANT RESISTOR
NaCl	NATRIUM KLORIDA
M	MEGA



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 PENGENALAN

Pada abad ke-21 ini, telah menunjukkan kematangan dan kemahiran manusia dalam mengeksplorasi ilmu pengetahuan dalam memudahkan manusia melakukan kerja-kerja sehari-hari. Sebagai contoh; dengan menggabungkan pengetahuan manusia dalam bidang mekanikal, elektronik dan elektrik telah membolehkan manusia mencipta alat-alat seperti kereta, kapal terbang, roket, kapal angkasa, mesin basuh, peluru berpandu dan bermacam-macam lagi.

Dengan penggunaan ilmu-ilmu ini, pelbagai kerja yang tidak dapat dilakukan pada masa dahulu boleh dilakukan dengan mudah seperti eksplorasi angkasa lepas. Ini juga boleh membuka cabang-cabang ilmu baru yang boleh membantu manusia mengkaji alam

ini dengan lebih mendalam dan ini dapat memberi manusia kefahaman yang lebih mendalam tentang alam ciptaan tuhan ini.

Demi mencapai kemajuan ini, ia memerlukan manusia berfikir dan ini menyebabkan tekanan emosi dan mental kepada para pemikir. Oleh itu, pemikir-pemikir ini memerlukan suatu cara untuk melepaskan tekanan ini. Banyak cara boleh digunakan untuk melepaskan tekanan, ada yang murah dan ada yang mahal. Didalam projek ini, saya telah membina satu alat yang boleh digunakan untuk memudahkan penggemar ikan akuarium untuk membersihkan akuarium.

1.2 PENGENALAN REKABENTUK

Rekabentuk dan prinsip kerja alat ini adalah untuk mengesan perubahan pada paras air. Pengesan paras air ini menggunakan dua konduktor elektrik yang tidak bersentuhan. Prinsip pengesanannya adalah berdasarkan “air boleh mengkonduksikan arus elektrik”. Dengan menggunakan prinsip ini, dua koduktor tersebut akan direndamkan kedalam akuarium.

Alat ini berupaya membuang air kotor dari dalam akuarium dan mengantikannya dengan air bersih dari tangki simpanan dengan hanya menekan satu butang. Alat ini juga

mampu mengawal paras air supaya sentiasa berada pada paras yang tetap. Jika air berkurangan secara tiba-tiba, pam air akan mengepam semula air secara automatik.

1.3 MATLAMAT KAJIAN

Matlamat kajian ini adalah membina suatu instrument yang dapat mengeluarkan air dari satu takungan dan memasukkan air dari takungan. Alat ini juga berupaya mengawal paras air didalam tangki simpanan.

1.4 OBJEKTIF KAJIAN

Dalam projek ini, terdapat beberapa objektif kajian yang telah dikenal pasti dan akan dilaksanakan . Ianya adalah:

1. Mengkaji dan mengumpul komponen untuk membina litar pengesan dan kawalan untuk 2 paras air.
2. Memasang komponen dan memastikan litar ini berfungsi.
3. Menguji litar yang telah dipasang dan memastikan langkah-langkah keselamatan yang perlu diambil.

1.5 SKOP KAJIAN

Terdapat dua bahagian dalam litar ini, iaitu litar pengesan dan litar kawalan. Tujuan utama litar pengesan adalah untuk mengesan paras air maksimum dan minimum dan mengaktifkan litar kawalan. Tujuan utama litar kawalan adalah menerima isyarat dari litar pengesan dan mengaktifkan “injap solenoid” yang akan mengeluarkan air dari takungan utama sehingga mencapai “kritikal” dan akan menyebabkan litar pengesan menghantar isyarat supaya “injap solenoid” dimatikan dan menghidupkan pam air untuk memasukkan air dari tangki simpanan sehingga paras air mencapai aras asal dan litar pengesan akan menghantar isyarat supaya pam dimatikan. Proses ini tidak akan dimulakan secara automatik kerana litar kawalan hanya akan menghidupkan pam jika suis ditekan. Jika suis hidup ditekan secara tidak sengaja, proses ini dapat dihentikan dengan menekan butang “override” ianya akan menghentikan pam 1 dari terus membuang air.

BAB 2

ULASAN PERPUSTAKAAN

2.1 ARUS ELEKTRIK

arus elektrik yang digunakan dalam projek ini sebagai sumber kuasa adalah arus ulang-alik dan arus terus. Berikut adalah penerangan mengenai arus ulang-alik dan arus terus

2.1.1 ARUS TERUS

Arus elektrik dihasilkan apabila terdapat pergerakan cas. Apabila dua objek yang bersentuhan cas akan disebarluaskan dan arus elektrik akan mengalir dari satu objek ke objek lain sehingga cas antara kedua-dua objek tersebut mempunyai cas yang seimbang. Arus terus adalah arus yang mengalir dalam hanya satu arah sahaja. Arus terus yang

kebiasaannya dibekalkan oleh bateri lebih mudah difahami berbanding arus ulang alik. Jumlah arus, voltan, dan rintangan didalam sesebuah litar dapat ditentukan dengan menggunakan hukum Ohm.

Kebiasaannya, arus elektrik diukur dalam unit ampere. 1 ampere ditakrifkan sebagai 1 coulomb cas yang melepas 1 titik persatuan (Serway & Faughn, 2003). Jika terminal positif dan negatif bateri disambungkan dengan satu konduktor, arus elektrik akan mengalir melalui konduktor tersebut. Arus akan mengalir dari terminal positif ke terminal negatif. Pengaliran arus ini adalah disebabkan oleh voltan atau beza upaya antara dua terminal. Semakin banyak elektron yang mengalir akan menyumbang kepada nilai voltan yang semakin tinggi.

Kerintangan adalah halangan yang dialami oleh arus ketika melalui satu konduktor. Halangan ini adalah disebabkan perlanggaran antara atom dalam konduktor tersebut terhadap elektron yang melalui konduktor tersebut. Satu konduktor yang baik adalah konduktor yang mempunyai rintangan yang rendah tetapi penebat yang baik adalah yang mempunyai rintangan yang tinggi. Kebiasaannya wayar dibuat dari kuprum, ini adalah kerana ia memberi kerintangan yang rendah dengan harga yang murah. Kerintangan untuk wayar sebenarnya dipengaruhi oleh beberapa faktor iaitu panjang wayar, luas keratan rentas, dan juga ketebalan. Panjang wayar berkadar terus dengan kerintangan. Ketebalan wayar juga berkadar songsang dengan kerintangan. Luas keratan



rentas juga berkadar songsang dengan kerintangan. Kebiasaannya juga, suhu sesuatu konduktor juga berkadar terus dengan kerintangan. Hubungan kerintangan dengan suhu ini menerangkan fenomena superkonduktor.

Hubungan antara arus, voltan dan rintangan dapat ditakrifkan oleh hukum ohm. Hukum ini mengatakan bahawa jumlah arus yang melalui satu konduktor berkadar terus dengan voltan dan berkadar songsang dengan rintangan. Hukum ohm boleh ditulis seperti berikut:

$$V = IR \quad (2.1)$$

Dimana, V adalah beza upaya antara dua titik

I adalah jumlah arus antara dua titik

R adalah rintangan antara dua titik

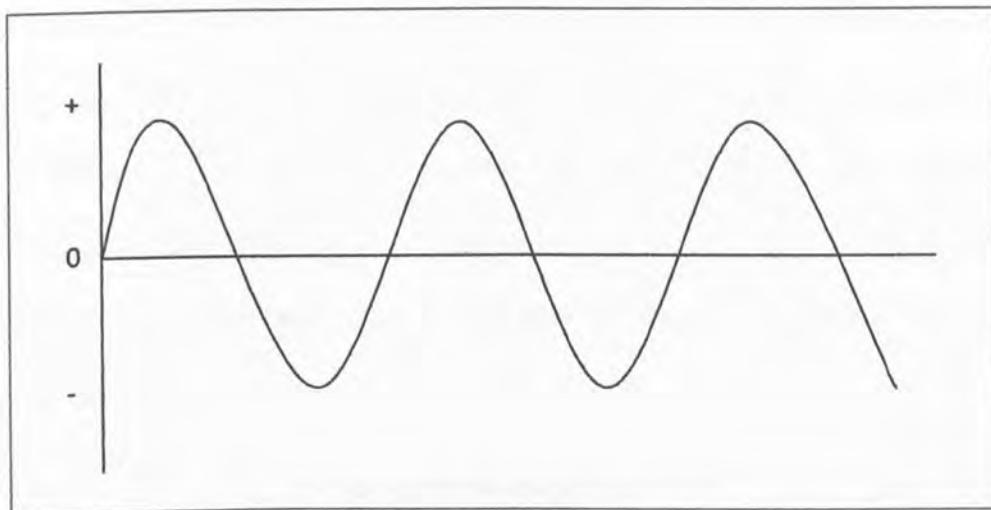
Kerintangan sesuatu konduktor terhadap arus elektrik akan menghasilkan haba. Semakin tinggi arus yang mengalir akan menghasilkan haba yang tinggi. Oleh itu, boleh disimpulkan bahawa semakin besar rintangan maka semakin tinggi arus yang akan dihasilkan. Jika arus I ampere mengalir melalui rintangan R ohm selama t saat akan menghasilkan jumlah haba sama seperti I^2Rt joule.

Tenaga diperlukan untuk mengalirkan arus elektrik melalui suatu rintangan. Tenaga ini dibekalkan oleh sumber kuasa yang digunakan. Kadar tenaga yang dibekalkan kepada alat adalah dinamakan kuasa yang diukur dalam unit watt. Kuasa, P yang dibekalkan oleh arus I yang mengalir melalui rintangan R diberi oleh $P=I^2R$.

2.1.2 ARUS ULANG-ALIK

Perbezaan yang paling ketara antara arus ulang-alik dan arus terus adalah arus ulang alik akan berubah fasa pada sela masa yang tetap. Oleh itu selain voltan, frekuensi bagi voltan yang dibekalkan juga adalah penting bagi arus ulang-alik. Arus ulang alik dihasilkan apabila kedudukan satu konduktor diubah berulang alik di dalam medan magnet, ini akan menyebabkan arus akan dihasilkan di dalam konduktor akan berubah arah selari dengan perubahan kedudukan konduktor yang mana kedudukannya diubah-ubah. Kebiasaannya, tenaga elektrik yang dibekalkan untuk kegunaan rumah adalah dalam jenis arus ulang alik. Kebiasaannya, arus ulang alik adalah dalam bentuk Sinusoidal seperti rajah berikut:





Rajah 2.1 arus ulang-alik dalam bentuk sinusoidal

Kekuatan atau pun nilai arus bagi arus ulang alik akan sentiasa berubah fasa seperti $0,1,0,-1,0$. oleh kerana agak sukar untuk merekodkan semua julat nilai “ampere”nya, ia adalah lebih mudah bagi kita untuk mengambil nilai “*effective ampere*”. Seperti arus terus, arus ulang alik juga akan menghasilkan haba apabila melalui sesuatu konduktor seperti wayar. Oleh itu “*effective amperage*” bagi arus ulang alik adalah sama dengan nilai arus bagi arus terus menghasilkan haba yang sama banyak pada kadar yang sama. Disini dapat disimpulkan bahawa 1 “*effective amperage*” bagi arus ulang alik akan menghasilkan jumlah haba yang sama pada kadar yang sama bagi 1 ampere arus terus yang melalui konduktor atau wayar yang sama. Seperti arus, voltan bagi arus ulang alik juga diambil dalam bentuk “*effective voltage*”.

Sama seperti arus terus, arus ulang alik juga tidak terkecuali daripada dipengaruhi oleh rintangan konduktor yang dilaluinya. Walau bagaimanapun, bagi arus ulang alik, terdapat faktor-faktor yang wujud disebabkan oleh arus ulang-alik itu sendiri. Faktor-faktor tersebut adalah frekuensi arus-ulang alik itu dan cara rekaan sesebuah litar arus ulang-alik dan kedua-dua faktor ini dipanggil reaktans. Jumlah kerintangan total bagi arus ulang alik adalah:

$$\text{Kerintangan} = \text{rintangan} + \text{reaktans}$$

Hubungan antara “*effective current*”, “*Effective voltage*”, dan impedans boleh ditulis sebagai:

$$V = IZ \quad (2.2)$$

Dimana V = “*effective voltage*”,

I = “*effective current*” in ampere and

Z = “impedans” dalam nilai ohm.

Jika kita perhatikan, arus ulang-alik lebih banyak digunakan dalam kehidupan seharian berbanding arus terus. Ini adalah kerana ada beberapa sifat pada arus ulang alik yang lebih baik daripada arus terus sebagai punca tenaga elektrik, untuk kegunaan



industri dan rumah. Sifat paling menonjol bagi arus ulang alik ialah, voltan atau arusnya boleh diubah-ubah dengan mudah ke sebarang nilai yang diingini dengan hanya menggunakan satu alat ringkas yang menggunakan prinsip elektromagnetik yang dinamakan transformer. Apabila arus ulang alik melalui gegelung wayar ia akan menghasilkan medan magnet yang akan berubah-ubah arah mengikut frekuensi arus ulang alik tersebut. Jika gegelung kedua diletakkan didalam medan elektromagnet gegelung pertama tetapi tidak bersentuhan sehingga arus elektrik dari gegelung pertama akan mengalir pada gegelung kedua, ia akan menyebabkan gegelung kedua itu menginduksikan arus. Jika bilangan gegelung kedua lebih banyak dari gegelung pertama, voltan yang akan dihasilkan pada gegelung kedua akan lebih besar dari voltan gegelung pertama.

2.2 TRANSFORMER

Transformer adalah satu alat elektrik yang terdiri daripada dua gegelung yang diletakkan berdekatan tetapi tidak bersentuhan antara satu sama lain. Tetapi bagi sesetengah keadaan terdapat juga transformer dimana lebih dari 2 gegelung digunakan. Jika terdapat dua gegelung, gegelung pertama dinamakan gegelung primer dan satu lagi dinamakan gegelung sekunder. Gegelung primer disambungkan kepada sumber kuasa arus ulang alik utama dan gegelung kedua pula diletakkan dalam medan elektrik gegelung pertama. Jika gegelung kedua mempunyai jumlah gelung yang lebih banyak dari gegelung pertama, arus yang diinduksikan pada gelung kedua akan lebih tinggi dan transformer ini



RUJUKAN

Cook N.P.,2002. *Practical Electronic Second Edition*. Prentice- Hall.:New Jersey, United States of America.

Grob B. & Schultz E.,2003, *Basic Electronics*, 9th Edition. Macgraw-Hill, United States of America.

Ken Dobson & Martin Roberts, 2002. *Nelson Science Physics*. Ed. ke-2. Nelson Thornes Limited, United Kingdom.

Puri R.K. & Babbar V.K., 2003. *Solid States Physics and Electronics*. S.Chand & Company LTD, India.

Serway R.A. & Faughn J.S.,2003. *Collage Physics*, 6th Edition. Thomson Learning, United States of America.

William D. Stanley.,1995. *Principles of Electronics Devices*. Prentice Hall.: New Jersey, United States of America.



Young H.D. & Freeman R.A., 1996. *University Physics*. Addison-Wesley Publishing Company Inc, United States of America.

Holman J.P., 2001. *Experimental Methods for Engineers*, 7th edition. McGraw-Hill, United States of America.

Herman S.L., 2004. *Delmar's Standard Textbook of Electricity*, 3rd edition. Thomson-Delmar Learning, United States of America.

Fowler, 1994. *Electricity: Principles and Application*, 4th Edition. Glencoe/McGraw Hill, United States of America.

Floyd, 1996. *Electronic Devices*, 4th edition. Prentice Hall, United States of America.

Peebles P.Z. & Giuma T.A., 1991. *Principles of Electrical Engineering*. McGraw Hill, United States.

