

**PENGATUR VOLTAN YANG DIGUNAKAN DALAM SISTEM TENAGA ANGIN  
BERSKALA KECIL**

**SOON JIA WEI**

**DISERTASI 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**

**2010**



**UMS**  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PUMS99:1



BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: PENGATUR VOLTAN YANG DIGUNAKAN DALAM SISTEM TENAGA  
ANGIN BERSKALA KECIL

IJAZAH: IJAZAH SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPUJIAN

SAYA SOON JIA WEI  
(HURUF BESAR)

SESI PENGAJIAN: 2007/2008 <sup>2010</sup>

mengaku membenarkan tesis (LPSM/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 institutis 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

*[Signature]*

(TANDATANGAN PENULIS)

PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Disahkan Oleh

*[Signature]*

NURULAIN BINTI ISMAIL  
LIBRARIAN

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Alamat Tetap: 7, JLN OKID 4,  
TMN OKID, 85400 SEGAMAT,  
JOHOR.

EN. ALVIE LO SIN VDI  
Nama Penyelia

Tarikh: 04/05/2010

Tarikh: 04/05/2010

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).

PERPUSTAKAAN UMS



\* 1000353642 \*



UMS  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## PENAKUAN

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

1 APRIL 2010



---

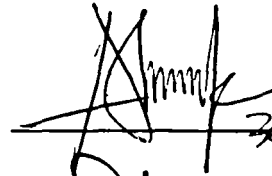
(SOON JIA WEI)

BS07110404

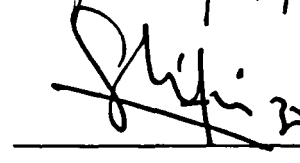
## PENGESAHAN

Tandatangan

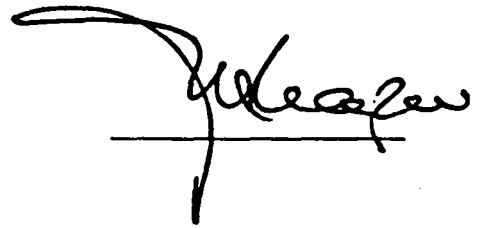
PENYELIA  
(EN. ALVIE LO SIN VOI)

  
30/4/2010

PEMERIKSA 1  
(EN. SAAFIE SALLEH)

  
30/4/10

DEKAN  
(PROF. DR. MOHD. HARUN ABDULLAH)

  
30/4/10

## PENGHARGAAN

Terlebih dahulu saya ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada Sekolah Sains dan Teknologi, Universiti Malaysia Sabah kerana menerima saya sebagai mahasiswa universiti ini selama 3 tahun dan memberi peluang untuk membuat kajian ini.

Seterusnya, saya ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada penyelia saya, En. Alvie Lo yang telah banyak memberikan tunjuk ajar, bimbingan serta nasihat kepada saya sehinggalah saya dapat berjaya menhabiskan projek ini dengan lancar. Keyakinan dan sokongan moral yang diberikan kepada saya oleh beliau juga banyak membantu saya dalam menjalankan kajian ini.

Selain itu, saya tidak lupa juga rakan-rakan program fizik dengan elektronik yang sentiasa menghulurkan pandangan dan sokongan yang tidak terhingga kepada saya. Dorongan dan sokongan ini amat berguna kepada saya terutamanya apabila saya menghadapi masalah semasa menjalankan kajian saya.

Di samping itu, sokongan dan kepercayaan yang telah diberikan oleh ahli keluarga saya tidak dapat dilupakan. Akhir kata, saya ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu saya sepanjang tempoh kajian dilaksanakan sehingga berjaya. Segala nasihat dan tunjuk ajar yang telah diberikan amat dihargai dan disanjung.

## ABSTRAK

Tujuan utama kajian ini adalah membina sebuah litar pengatur voltan yang ringkas dan mengaplikasikannya dalam litar penjana elektrik supaya voltan keluaran yang dihasilkan malar pada voltan yang ditentukan. Pada umumnya, pengatur voltan yang akan digunakan dalam kajian ini adalah pengatur voltan mekanikal dan litar pengatur voltan yang direka. Kajian ini dibahagikan kepada dua peringkat iaitu peringkat pertama merupakan peringkat pembinaan litar pengatur voltan dan peringkat kedua ialah proses analisis data. Data-data yang dikumpul adalah digunakan untuk menganalisis voltan masukan dari bekalan kuasa dan motor turbin angin yang akan mempengaruhi voltan keluaran yang dihasilkan selepas pengatur voltan dipasang. Hasil penilaian dijadualkan bagi membandingkan voltan masukan dari bekalan kuasa dan motor turbin angin dengan voltan keluaran selepas pengatur voltan. Kajian terhadap kecekapan litar pengatur voltan dan pengatur voltan mekanikal dijalankan untuk memahami jenis pengatur voltan yang sesuai digunakan untuk mengawal voltan. Kesimpulan daripada hasil kajian ini ialah litar pengatur voltan yang dibina dapat berfungsi dengan sempurna dan ia adalah lebih sesuai untuk mengawal voltan. Ini telah dibuktikan bahawa kecekapan bagi litar pengatur voltan dapat malar pada 98.7 % tetapi pengatur voltan mekanikal menghasilkan julat kecekapan yang di antara 80.5 % hingga 95.8 %. Kajian ini dapat memberi satu pengetahuan tentang cara pengatur voltan berfungsi untuk mengawal voltan dan menyelesaikan masalah bahawa bekalan voltan yang terlalu tinggi akan merosakkan alat-alat elektronik.

# VOLTAGE REGULATOR USED IN SMALL SCALE WIND ENERGY SYSTEM

## ABSTRACT

The main purpose of this study is to build a simple voltage regulator circuit and applying into the electrical generator circuit, so that the output voltage can constant to a specified voltage value. In general, the voltage regulator to be used in this study is the mechanical voltage regulator and designed voltage regulator circuit. The research is divided into two parts, first part is the construction phase of voltage regulator circuit and the second part is the process of data analysis. Data that is collected is used to analyze the input voltage from the power supply and wind turbine generator which will affect the generating of output voltage after the voltage regulator is installed. The results of analyze were used to compare the input voltage from the power supply and wind turbines generator with the output voltage from the voltage regulator. Studies on the efficiency of the voltage regulator circuit and mechanical voltage regulator are carried out to understand which types of the voltage regulator is better used to control the voltage. In conclusion, the built voltage regulator circuit was function properly and it is more appropriate to control the voltage. This has been proven that the efficiency of voltage regulator circuit able constant in 98.7 % while the mechanical voltage regulator produce efficiency in between 80.5 % to 95.8 %. This study will provide knowledge of how the voltage regulator functions to control the voltage and solve the problem that when the supply voltage is too high, the voltage current will damage the electronic devices.

# KANDUNGAN

	<b>Halaman</b>
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	x
SENARAI RAJAH	xi
SENARAI FOTO	xiii
SENARAI SIMBOL	xiv
SENARAI LAMPIRAN	xv
<b>BAB 1 PENGENALAN</b>	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Kajian	3
1.3 Objektif Kajian	3
1.4 Skop Kajian	3
<b>BAB 2 LATER BELAKANG KAJIAN</b>	
2.1 Pengenalan	4
2.2 Pengatur Voltan	4
2.2.1 Pengatur Voltan Mekanikal	4
2.2.2 Pengatur Transistor	6
2.3 Elektrik	7
2.4 Arus	7
2.5 Voltan	9
2.6 Transistor	10
2.6.1 Jenis Transistor	10
2.7 Perintang	12
2.7.1 Perintang Tetap	13
2.7.2 Perintang boleh ubah	15



2.8	Kapasitor	16
2.9	Jenis Penjana Elektrik	17
	2.9.1 Dinamo	17
	2.9.2 Pengulangkalik ( <i>Alternator</i> )	19
2.10	Hukum Faraday	20
2.11	Turbin Angin	21
	2.11.1 Turbin Angin Paksi Mengufuk	22
	2.11.2 Turbin Angin Paksi Tegak	24
<b>BAB 3 METODOLOGI KAJIAN</b>		
3.1	Pengenalan	26
3.2	Bahan Dan Radas	27
3.3	Pembinaan Pengatur Voltan	27
3.4	Kaedah Pengujian	28
	3.4.1 Kajian Terhadap Voltan Keluaran Bagi Penyambungan Bekalan Kuasa Dengan Litar Pengatur Voltan	29
	3.4.2 Kajian Terhadap Voltan Keluaran Bagi Penyambungan Motor Turbin Angin Dengan Pengatur Voltan	29
	3.4.3 Kajian Terhadap Pengatur Voltan Mekanikal	30
	3.4.4 Kajian Terhadap Kecekapan Pengatur Voltan	31
<b>BAB 4 DATA KAJIAN DAN PERBINCANGAN</b>		
4.1	Pengenalan	32
4.2	Pembinaan Dan Litar Pengatur Voltan	33
4.3	Data Kajian Yang Dikumpul	33
	4.3.1 Voltan Keluaran Yang Dijanakan Oleh Motor Turbin Angin	33
	4.3.2 Kajian Terhadap Voltan Keluaran Bagi Penyambungan Bekalan Kuasa Dengan Litar Pengatur Voltan	35
	4.3.2.a. Pengatur Voltan Yang Dilaraskan kepada 6 V	35
	4.3.2.b. Pengatur Voltan Yang Dilaraskan kepada 9 V	36
	4.3.2.c. Pengatur Voltan Yang Dilaraskan kepada 12 V	37
	4.3.3 Kajian Terhadap Voltan Keluaran Bagi Penyambungan Bekalan Kuasa Dengan Litar Pengatur Voltan	38
	4.3.3.a. Pengatur Voltan Yang Dilaraskan kepada 6 V	38
	4.3.3.b. Pengatur Voltan Yang Dilaraskan kepada 9 V	39
	4.3.3.c. Pengatur Voltan Yang Dilaraskan kepada 12 V	40

4.3.4	Kajian Terhadap Pengatur Voltan Mekanikal 12 V	41
4.3.4.a.	Sambungan Dengan Bekalan Kuasa	41
4.3.4.b.	Sambungan Dengan Motor Turbin Angin	42
4.3.5	Perbandingan Antara Sambungan Motor Turbin Angin Dan Litar Pengatur Voltan 12 V Dengan Sambungan Motor Turbin Angin Dan Pengatur Voltan Mekanikal	43
4.4	Kajian Terhadap Kecekapan Pengatur Voltan	44
4.5	Perbincangan	45
<b>BAB 5 KESIMPULAN</b>		
5.1	Kesimpulan	47
5.3	Cadangan Pada Masa Akan Datang	48
	RUJUKAN	49
	LAMPIRAN	51

## SENARAI JADUAL

No Jadual		Halaman
2.1	Kod nilai warna perintang	14
2.2	Jenis bahan dielektrik dan nilai pemalar dielektrik	17
4.1	Voltan keluaran yang dijanakan oleh motor turbin angin	34
4.2	Kecekapan bagi litar pengatur voltan	44
4.3	Kecekapan bagi pengatur voltan mekanikal	44

## SENARAI RAJAH

No Rajah	Halaman
2.1 Reka bentuk pengatur voltan mekanikal	5
2.2 Sistem pengatur transistor	6
2.3 Lakaran graf arus terus	8
2.4 Lakaran graf arus ulang-alik	9
2.5 Susunan bagi transistor jenis PNP dan simbolnya	11
2.6 Susunan bagi transistor jenis NPN dan simbolnya	12
2.7 Simbol bagi perintang tetap	13
2.8 Tandaan jalur warna pada perintang	15
2.9 Simbol bagi perintang boleh ubah	16
2.10 Binaan asas dalam dynamo	18
2.11 Binaan asas dalam pengulang-alik ( <i>alternator</i> )	20
2.12 Penjana turbin angin paksi mengufuk	23
2.13 Penjana turbin angin paksi tegak	24
3.1 Litar skematik bagi pengatur voltan yang boleh dilaraskan	28
4.1 Graf voltan keluaran yang dijanakan oleh motor turbin angin	34
4.2 Graf voltan keluaran melawan voltan masukan bagi penyambungan bekalan elektrik dengan pengatur voltan 6 V yang boleh dilaraskan	35
4.3 Graf voltan keluaran melawan voltan masukan bagi penyambungan bekalan elektrik dengan pengatur voltan 9 V yang boleh dilaraskan	36
4.4 Graf voltan keluaran melawan voltan masukan bagi penyambungan bekalan elektrik dengan pengatur voltan 12 V yang boleh dilaraskan	37
4.5 Graf voltan keluaran melawan voltan masukan bagi penyambungan motor turbin angin dengan pengatur voltan 6 V yang boleh dilaraskan	38
4.6 Graf voltan keluaran melawan voltan masukan bagi penyambungan motor turbin angin dengan pengatur voltan 9 V yang boleh dilaraskan	39
4.7 Graf voltan keluaran melawan voltan masukan bagi penyambungan motor turbin angin dengan pengatur voltan 12 V yang boleh dilaraskan	40
4.8 Graf voltan keluaran melawan voltan masukan bagi penyambungan bekalan kuasa dengan pengatur voltan mekanikal 12 V	41

4.9	Graf voltan keluaran melawan voltan masukan bagi penyambungan motor turbin angin dengan pengatur voltan mekanikal 12 V	42
4.10	Graf voltan keluaran melawan voltan masukan bagi perbandingan antara sambungan motor turbin angin kepada litar pengatur voltan 12 V dan pengatur voltan mekanikal 12 V	43

## SENARAI FOTO

No Foto	Halaman	
4.1	Litar pengatur voltan yang boleh dilaraskan	33
4.2	Motor turbin angin yang telah siap direkakan	34

## SENARAI SIMBOL

Q	cas elektrik
t	masa
C	kapasitans
V	beza keupayaan di antara dua plat
R	perintang
V <sub>k</sub>	Voltan keluaran selepas pengatur voltan
V <sub>m</sub>	Voltan masukan dari motor turbin angin

## SENARAI LAMPIRAN

No	Tajuk	Halaman
Lampiran A	Graf voltan keluaran melawan voltan masukan bagi penyambungan bekalan kuasa dengan litar pengatur voltan	51
Lampiran B	Graf voltan keluaran melawan voltan masukan bagi penyambungan motor turbin angin dengan litar pengatur voltan	53
Lampiran C	Graf voltan keluaran melawan voltan masukan bagi pengatur voltan mekanikal	55
Lampiran D	Jadual bagi perbandingan antara litar pengatur voltan dan pengatur voltan mekanikal	57



# **BAB 1**

## **Pengenalan**

### **1.1 LATAR BELAKANG**

Tenaga elektrik merupakan satu penemuan yang sangat berguna. Sumber tenaga elektrik boleh dibahagikan kepada sumber tenaga konvensional dan bukan konvensional. Sumber tenaga konvensional terbesar yang boleh didapati di dunia ini adalah petroleum. Usaha berterusan sedang giat dijalankan bagi mempelbagaikan sumber tenaga, terutamanya meneroka potensi penghasilan tenaga daripada sumber yang boleh diperbaharui.

Pada masa kini, hampir segala aktiviti harian memerlukan bekalan elektrik untuk beroperasi. Oleh itu, keperluan bagi tenaga elektrik semakin bertambah. Pertumbuhan ekonomi negara yang pesat menyebabkan permintaan yang meningkat tinggi bagi bekalan elektrik dalam bidang elektronik, pengangkutan dan industri. Di Malaysia, terdapat kepelbagaian sumber asli yang boleh menjadi asas penting dalam penghasilan tenaga. Selaras dengan matlamat Dasar Tenaga Negara Malaysia untuk membekalkan negara dengan tenaga yang mencukupi, terjamin dan murah, kerajaan Malaysia menggalakkan penglibatan pelbagai sektor dalam industri ini.

Menurut Utusan Malaysia pada 9 Julai 2004, kerajaan akan menswastakan projek penjanaan tenaga elektrik menggunakan arang batu di Pantai Timur Sabah yang melibatkan pelaburan sebanyak RM1.14 bilion. Bekas Menteri Tenaga, Air dan Telekomunikasi, Datuk Seri Dr. Lim Keng Yaik berkata, projek loji penjanaan 300



megawatt (MW) elektrik itu yang bertujuan meningkatkan kecekapan penjanaan tenaga elektrik di Sabah itu, dapat mengurangkan subsidi bernilai RM302 juta setahun yang ditanggung kerajaan berikutan penjanaan tenaga yang tidak efisien.

Kecekapan bekalan tenaga elektrik di Sarawak dan Sabah pada masa kini masih rendah dan tidak stabil. Penjanaan tenaga elektrik di sebahagian kawasan pedalaman Sarawak dan Sabah adalah menggunakan penjana hidraulik yang ringkas. Kadang kala putaran penjana yang terlalu besar akan menghasilkan keluaran voltan yang terlampau tinggi dan menyebabkan kerosakan penjana dan alat-alat elektrik. Oleh itu, kerajaan dan penduduk tempatan mengalami kerugian yang besar untuk memperbaiki penjana atau alat-alat elektrik.

Dengan ini, pengatur voltan boleh digunakan untuk mengawal keluaran voltan daripada penjana elektrik atau peralatan bekalan elektrik supaya sentiasa malar. Pengatur voltan adalah sejenis pengatur elektrik yang berfungsi berdasarkan mekanisme elektromekanikal. Jika voltan masukan terlalu rendah, komponen dalam pengatur voltan tidak akan melakukan apa-apa tindakan dan mengeluarkan voltan keluaran yang sama dengan voltan masukan maka jika voltan keluaran terlalu tinggi, unsur regulasi biasanya akan diperintahkan untuk menghasilkan voltan yang lebih rendah ( Hussin, 1994).

Dalam kajian ini, satu pengatur voltan yang ringkas dan mudah akan dibina supaya dapat mengawal voltan keluaran penjana pada voltan yang dikehendaki. Pengetahuan dan konsep pengatur voltan yang diperlukan dalam kajian ini adalah seperti pengetahuan tentang komponen-komponen elektrik, ciri-ciri dan sifat-sifat pengatur voltan adalah penting untuk pembinaan pengatur voltan dan kajian antara penjana dengan pengatur voltan. Pengatur voltan yang dibina akan disambung dengan turbin angin yang diperbuat dan dikaji oleh rakan saya. Keputusan voltan keluaran selepas sambungan pengatur voltan dengan turbin angin tersebut akan dianalisis. Jika kajian ini berjaya maka masalah gangguan bekalan elektrik dapat diatasi dengan mudah.

## **1.2 TUJUAN KAJIAN**

Tujuan utama kajian ini adalah membina sebuah litar pengatur voltan yang ringkas dan mengaplikasikannya dalam litar penjana elektrik supaya keluaran voltan yang dihasilkan malar pada voltan yang ditentukan.

## **1.3 OBJEKTIF KAJIAN**

Terdapat beberapa objektif yang perlu dicapai dalam kajian ini:

- i. Mengkaji dan membina sebuah litar pengatur voltan.
- ii. Memastikan voltan keluaran yang dihasilkan selepas penyambungan pengatur voltan dengan bekalan kuasa dan motor turbin angin dapat malar pada voltan yang ditentukan.
- iii. Membandingkan litar pengatur voltan dengan pengatur voltan mekanikal.
- iv. Mengkaji kecekapan bagi litar pengatur voltan dan pengatur voltan mekanikal.

## **1.4 SKOP KAJIAN**

Skop utama kajian ini adalah antara pengatur voltan dengan bekalan kuasa dan penjana elektrik. Penjana elektrik yang digunakan dalam kajian ini adalah motor turbin angin. Kadar penghasilan voltan bagi penjana juga merupakan salah satu skop kajian ini.

## **BAB 2**

### **LATAR BELAKANG KAJIAN DAN ULASAN PERPUSTAKAAN**

#### **2.1 PENGENALAN**

Sebelum kajian ini dijalankan, beberapa latar belakang kajian dan ulasan perpustakaan perlu dibuat bagi menambahkan lagi ilmu pengetahuan berkaitan dengan bahan dan radas yang akan digunakan. Bab ini juga penting bagi mengetahui dan memahami teori asas yang berkaitan dengan aplikasi kajian, seperti operasi komponen elektrik, ciri-ciri dan sifat bagi pengatur voltan.

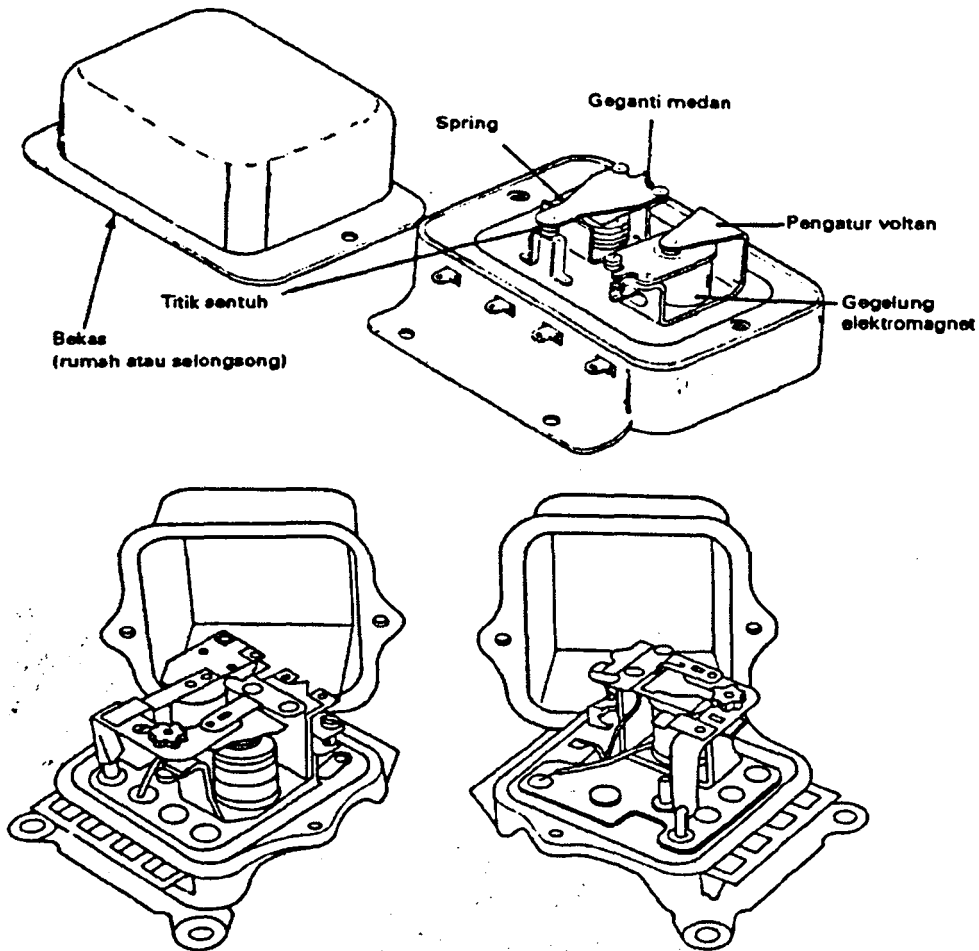
#### **2.2 PENGATUR VOLTAN**

Sebuah pengatur voltan adalah pengatur elektrik yang berfungsi untuk mengawal keluaran voltan penjana elektrik berdasarkan mekanisme elektromekanikal. Ia mempunyai sifat kawalan voltan dalaman secara automatik. Jika voltan keluaran terlalu rendah, komponen dalam pengatur voltan tidak akan menjalankan apa-apa proses maka jika voltan keluaran terlalu tinggi, unsur regulasi biasanya akan diperintahkan untuk menghasilkan voltan yang lebih rendah.

##### **2.2.1 Pengatur Voltan Mekanikal**

Komponen asas dalam sistem pengatur mekanikal ialah satu set spring dengan titik sentuh, gegelung elektromagnet dan perintang seperti dalam Rajah 2.1.





**Rajah 2.1** Reka bentuk pengatur voltan mekanikal (Hussin, 1994)

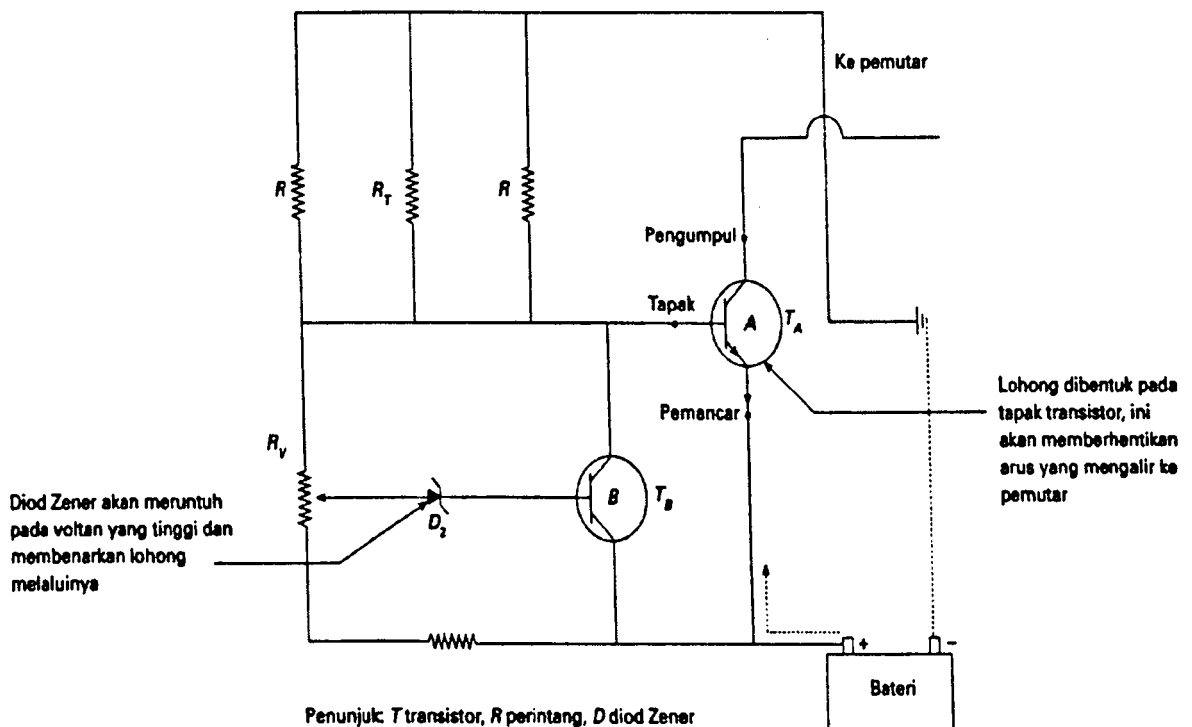
Dalam pengatur voltan mekanikal, arus mengalir melalui gegelung elektromagnet dan medan magnet yang dihasilkan akan menarik satu beban dengan ketegangan spring atau tarikan graviti. Apabila voltan dan arus meningkat, kekuatan medan magnet pada gegelung pada elektromagnet bertambah dan juga menarik beban spring yang berhampiran. Pada aras voltan tertentu gegelung boleh mengatasi ketegangan spring dan menarik titik sentuh supaya terbuka. Setelah kuasa dalam gegelung berkurangan, membolehkan ketegangan spring menutup titik sentuh dan proses berulang semula (Hussin, 1994).

Terdapat pelbagai jenis pengatur voltan mekanikal yang digunakan pada mesin-mesin elektrik. Ada yang menggunakan satu titik sentuh dan sesetengah menggunakan dua titik sentuh. Dalam sistem dua titik sentuh, satu titik tertutup dan satu lagi terbuka. Bahagian tertutup dalam titik sentuh untuk sistem dua titik sentuh bertindak sama seperti pengatur satu titik sentuh iaitu merupakan laluan arus

mengalir. Bahagian titik sentuh yang terbuka akan tertutup apabila bahagian titik yang selalu tertutup itu mula terbuka. Ia mengurangkan arus yang melalui litar perintang, sementara titik set terbuka akan terbuka seperti dalam sistem satu titik untuk mengelakkan fluks hilang dan mengawal kuasa keluaran (David & Frank, 1995).

### 2.2.2 Pengatur Transistor

Pengatur transistor merupakan pengatur voltan yang terdiri daripada dua transistor, satu diod Zener dan empat perintang yang ditunjukkan dalam Rajah 2.2. Pengatur voltan jenis transistor lebih baik jika dibandingkan dengan pengatur voltan mekanikal. Unit transistor boleh menerima beban arus yang besar dan tidak ada bahagian yang bergerak, lebih cekap dan lebih murah.



**Rajah 2.2** Sistem pengatur transistor

Pada masa ini, terdapat pelbagai jenis sistem pengatur transistor direka dan digunakan. Satu daripadanya ialah diskret kerana bahagian yang boleh diasingkan dan dikeluarkan, dan komponen masing-masing boleh diganti. Jenis kedua disebut unit hibrid iaitu alat transistor menggunakan teknologi masa kini dan boleh

dipisahkan behagian tertentu kepada komponen tertentu. Tetapi kebanyakan telah dimasukkan ke dalam satu komponen dan hanya boleh diganti keseluruhannya. Pengatur voltan transistor yang menggunakan teknologi terkini inilah unit monolitik. Komponen individunya disambung dan disatukan dalam satu unit sekali. Alat ini kecil dan selalu dimasukkan dalam bekas pengulangkalik. Unit monolitik perlu diganti keseluruhannya apabila rosak kerana komponen individunya tidak boleh dikeluarkan (Hussin, 1994).

### 2.3 ELEKTRIK

Pada zaman yang berteknologi ini, pengetahuan tentang prinsip elektrik diperkembangkan dan digunakan untuk memudahkan kehidupan manusia. Oleh itu, semakin banyak peralatan elektrik direka dan diubahsuai. Kehidupan manusia juga menjadi semakin selesa dengan perkembangan tenaga ini. Banyak perkara yang susah diselesaikan pada zaman dulu telah senang dilakukan sekarang dengan bantuan mesin-mesin.

### 2.4 ARUS

Arus boleh dikatakan sebagai suatu pengaliran cas elektrik melalui suatu bahan pengalir atau spara pengalir di mana konduktor dan bahan separa pengalir ialah bahan yang membenarkan arus elektrik mengalir melaluinya.

Arus diukur dalam unit ampere (A). Satu Ampere ialah kadar arus elektrik sebanyak satu Coloumb yang mengalir dari satu titik ke satu titik yang lain dalam satu saat. Dalam erti kata lain, satu Ampere bersamaan dengan satu Couloumb per saat. Justeru, persamaan arus (Poh et al., 1996):

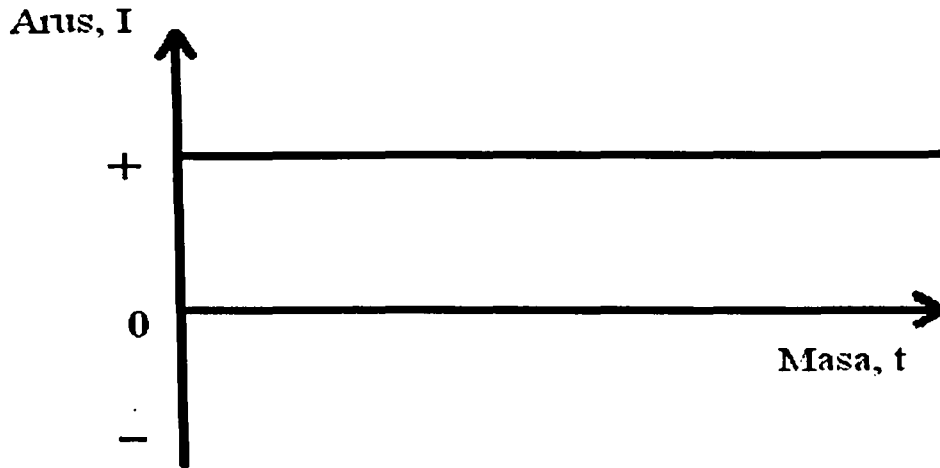
$$I = \frac{Q}{t} \quad (2.1)$$

di mana,

Q = cas elektrik,

$t$  = masa

Arus boleh dibahagikan kepada dua jenis iaitu arus terus dan arus ulang alik. Arus terus ialah arus yang sentiasa mengalir dalam satu arah sahaja. Sekiranya ia bernilai positif, nilainya akan tetap positif dan sekiranya bernilai negatif, nilainya akan tetap negatif. Walaubagaimanapun, arus ini boleh digandakan atau dikurangkan (Halliday et al., 1992).



**Rajah 2.3** Lakaran graf arus terus

Arus ulang-alik ialah arus yang mengalir dalam dua arah. Arus ini akan sentiasa berubah-ubah daripada positif kepada negatif mengikut gerakan gelombang. Ianya akan bermula daripada titik sifar dan naik ke nilai maksimum yang positif kemudian turun semula ke nilai sifar. Seterusnya, ia akan turun ke nilai minimum yang negatif dan naik semula kepada sifar (Ellwell & Pointon, 1995).



## RUJUKAN

- Anuar, J. & Yusof, W. 1992. *Prinsip Asas Fizik III: Keelektrikan dan Kemagnetan*. Dewan Bahasa dan Pustaka. Kuala Lumpur.
- Boylestad, R.L. & Nashdsky, L., 2002. *Electronic Devices And Circuit Theory*. Prentice Hall. New Jersey.
- Carr, J.J. 1996. *DC Power Supplies*. TAB Books. New York.
- Chapman, S.J., 2005. *Electric Machinery Fundamentals*. Ed. ke-4. The McGraw-Hill Inc.: United States America.
- Chong, C.S., 1990. *Elektronik Asas untuk Ahli Sains*. Dewan Bahasa dan Pustaka. Kuala Lumpur.
- David, N.D. dan Frank J.T.,1995. *Automotive Electronics and Engine Performance*. Prentice Hall. New Jersey.
- Ellwell, D. & Pointon, A.J., 1995. *Physics For Engineers And Scientists*. Dewan Bahasa dan Pustaka. Kuala Lumpur.
- Grob, B. & Schultz, M.E., 2003. *Basic Electronic*. Ed. ke-7. The McGraw-Hill Inc.: United States America.
- Halliday, D., Resnick, R. & Kenneth, S., 1992. *Physics*. John Wiley & Sons. New York.
- Hussin, R., 1994. *Sistem Magnet Kereta*. Dewan Bahasa dan Pustaka. Kuala Lumpur.
- Khairani, Z.Z.,1987. *Prinsip Elektrik*. IBS buku Sdn. Bhd.: Selangor.
- Poh, L.Y., S. Nagappan & Lim, S.C., 1996. *Fizik STPM Jilid 2*. Fajar Bakti Sdn. Bhd.: Selangor.
- Resnick, R. & Halliday, D., 1992. *Fizik 2*. Dewan Bahasa dan Pustaka. Kuala Lumpur.

Serway, R.A., Moses, C.J. & Moyer, C.A., 1989. *Modern Physics*. Harcourt Brace Jovanovich College. Texas.

Thompson, S.P., 2007. *Dynamo-electric Machinery; A Manual For Students Of Electrotechnics*. Braithwaite Press. India.

Weidner, R.T. & Sells, R.L., 1995. *Asas Fizik Klasik*. BIROTEKS ITM. Selangor.