

“Saya akui bahawa saya telah membaca karya ini pada pandangan saya karya ini adalah memadai dari skop dan kualiti untuk tujuan penanugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Elektrik (Kuasa Industri).”

Tandatangan :

Nama Penyelia: EN. MOHD. HENDRA BIN HAIRI

Tarikh :

ALAT PENJIMAT KUASA ELEKTRIK

ALFIAN BIN HARIS

Laporan Ini Dikemukakan Sebagai Memenuhi Sebahagian Daripada Syarat
Penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Elektrik (Kuasa Industri)

Fakulti Kejuruteraan Elektrik
Universiti Teknikal Malaysia Melaka

Mei 2008

“Saya akui laporan ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali ringkasan dan petikan yang tiap-tiap satunya saya jelaskan sumbernya.”

Tandatangan :

Nama : ALFIAN BIN HARIS

Tarikh : 23 APRIL 2008

Istimewa buat
Ayahanda, En. Haris Bin Indara
Bonda, Pn. Alus Binti Abdul Majid
Adik-beradik, Azlan, Azizan, Azlizuan dan Roziyana tersayang
Rakan-rakan seperjuangan yang dikasihi
Serta semua yang terlibat
Terima Kasih.....

Alfian Bin Haris

PENGHARGAAN

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah dan selawat serta salam ke atas nabi junjungan Nabi Muhammad S.A.W. Syukur saya ke hadrat ilahi kerana dengan limpah kurniaNya, projek sarjana muda ini telah berjaya disempurnakan.

Jutaan terima kasih saya ucapkan kepada En. Mohd Hendra Hairi selaku penyelia projek sarjana muda ini yang tidak pernah kenal erti jemu dalam meluangkan masa, memberikan idea serta sokongan moral sepanjang pembangunan projek ini. Tanpa bantuan yang Encik berikan, amat sukar untuk membangunkan projek ini dengan jayanya.

Jutaan penghargaan juga saya tujukan kepada pihak pengurusan Universiti Teknikal Malaysia Melaka (UTeM) termasuk juruteknik-juruteknik makmal yang memberikan komitmen serta kerjasama yang baik.

Akhir sekali, ribuan terima kasih diucapkan kepada rakan-rakan seperjuangan serta semua yang terlibat secara langsung mahupun tidak langsung dalam menjayakan projek ini. Tidak dilupakan kepada ibubapa yang memberikan sokongan moral yang paling kuat sepanjang tempoh menyiapkan projek ini. Tanpa sokongan yang diberikan, mana mungkin saya dapat menyiapkan projek ini dengan jayanya, Terima kasih.

ABSTRAK

Laporan ini membincangkan tentang rekabentuk, pembangunan serta analisa keberkesanan alat penjimat kuasa elektrik dalam membetulkan faktor kuasa sistem bekalan elektrik pengguna domestik satu fasa (240V,50Hz). Pembetulan faktor kuasa menggunakan bank kapasitor berupaya mengurangkan penggunaan kuasa reaktif yang secara tidak langsung mengurangkan kehilangan kuasa dan dalam pada masa yang sama meningkatkan kecekapan sistem elektrik satu fasa. Dalam usaha menjimatkan tenaga, kini kapasitor bank bagi litar satu fasa untuk kegunaan domestik dihasilkan. Selain untuk menambahkan pilihan pengguna terhadap produk penjimatan kuasa elektrik, pembangunan projek ini juga antara lain bertujuan meningkatkan serta memperbaiki pengoperasian bank kapasitor satu fasa yang sedia ada dengan menggunakan miropengawal. Alat penjimat kuasa yang dihasilkan ini berupaya mengawal turutan operasi bank kapasitor bergantung kepada arus yang berubah mengikut beban. Alatubah arus digunakan bagi menghasilkan arahan pensuisan untuk menambah atau mengurangkan turutan kapasitor. Projek ini akan mengaplikasikan penggunaan mikropengawal PIC (*Peripheral Interface Controller*) yang akan memproses data dan mengawal pengoperasian bank kapasitor. Kawalan pintar menggunakan unit pengawal membolehkan turutan bank kapasitor dikawal secara teratur, meminimakan operasi pensuisan serta mengoptimumkan pembetulan faktor kuasa.

ABSTRACT

This report discuss about the design, implementation and analysis of an elektrik power saver device in power factor correction for domestic single phase (240V, 50Hz) user. Power factor correction using capacitor banks reduces reactive power consumption which will lead to minimization of losses and at the same time increases the electrical system's efficiency. Power saving issues and reactive power management has brought to the creation of single phase capacitor banks for domestic applications. The development of this project is to enhance and upgrade the operation of single phase capacitor banks by developing a micro-processorized based control system. The control unit will be able to control capacitor bank operating steps based on the varying load current. Current transformer is used to measure the load current for sampling purposes. This project applies the Peripheral Interface Controller (PIC) microcontroller to produce switching commands in order to control the capacitor bank steps. Intelligent control using this micro-processorized control unit ensures even utilization of capacitor steps, minimizes number of switching operations and optimizes power factor correction.

KANDUNGAN

BAB	PERKARA	HALAMAN
	PENGESAHAN PENYELIA	i
	HALAMAN TAJUK	ii
	PENGAKUAN	iii
	DEDIKASI	iv
	PENGHARGAAN	v
	ABSTRAK	vi
	ABSTRACT	vii
	KANDUNGAN	viii
	SENARAI JADUAL	xi
	SENARAI RAJAH	xii
	SENARAI SINGKATAN	xiii
	SENARAI LAMPIRAN	xiv
I	Pengenalan	
1.1	Pengenalan Projek	1
1.2	Objektif Projek	2
1.3	Skop Projek	3
1.4	Metodologi Projek	3
	1.4.1 Carta Alir Metodologi Projek	5
1.5	Rumusan Laporan	6

II KAJIAN LITERATUR

2.1	Pengenalan	8
2.2	Kajian Literatur	8
2.3	Rumusan	10

III TEORI DAN KONSEP ASAS SISTEM KUASA

3.1	Pengenalan	11
3.1.1	Kuasa Aktif (P)	11
3.1.2	Kuasa Reaktif (Q)	12
3.1.3	Kuasa Ketara (S)	12
3.1.4	Faktor Kuasa	13
3.1.5	Kesan-kesan faktor kuasa rendah	15
3.2	Teori Pembetulan Faktor Kuasa Sistem Kuasa	16
3.3	Bank Kapasitor	17
3.3.1	Bank Kapasitor Statik	18
3.3.2	Bank Kapasitor Automatik	19
3.4	Bank Kapasitor Sebagai Satu Kaedah Pembetulan Faktor Kuasa	20
3.5	Teknik-teknik Mengawal Bank Kapasitor	22
3.5.1	Kawalan Berdasarkan Kuasa Reaktif (kVAR)	22
3.5.2	Kawalan Berdasarkan Arus (A)	23
3.5.3	Kawalan Berdasarkan Faktor Kuasa	23
3.5.4	Kawalan Berdasarkan Masa	23
3.6	Rumusan	24

IV PEMBANGUNAN DAN ANALISIS PROJEK

4.1	Pengenalan	25
4.2	Pembangunan Perkakasan	26
4.2.1	Rekabentuk Litar	27
4.2.1.1	Litar Bekalan Kuasa	29
4.2.1.2	Litar Masukan Arus	30
4.2.1.3	Litar Kawalan	31

4.2.2	Komponen-komponen Utama Perkakasan	32
4.2.2.1	Mikropengawal PIC16F877	32
4.2.2.2	Alatubah Arus	34
4.2.2.3	Kapasitor	35
4.3	Pembangunan Perisian	44
4.3.1	Carta Alir Aturcara Projek	45
4.4	Rumusan	46
V	PENGUJIAN, ANALISIS DAN PEMERHATIAN	
5.1	Pengujian Projek	47
5.2	Analisis Keputusan Pengujian Projek	49
5.3	Pemerhatian dan Perbincangan	52
5.4	Rumusan	53
VI	KESIMPULAN DAN CADANGAN	
6.1	Kesimpulan	54
6.2	Cadangan	55
	RUJUKAN	56
	LAMPIRAN A	58
	LAMPIRAN B	60

SENARAI JADUAL

NO	TAJUK	HALAMAN
4.1	Bacaan purata arus (A), kuasa sebenar (P), kuasa reaktif (Q) dan faktor kuasa untuk pengiraan nilai kapasitor pertama.	37
4.2	Bacaan purata arus (A), kuasa sebenar (P), kuasa reaktif (Q) dan faktor kuasa untuk pengiraan nilai kapasitor kedua.	39
4.3	Bacaan purata arus (A), kuasa sebenar (P), kuasa reaktif (Q) dan faktor kuasa.	41
5.1	Data ujian alat penjimat kuasa	49

SENARAI RAJAH

NO	TAJUK	HALAMAN
1.1	Carta alir metodologi projek.	5
3.1	Segitiga Kuasa.	13
3.2	Hubungan faktor kuasa dalam sistem kuasa	14
3.3	Litar asas pengguna domestik satu fasa.	16
3.4	Alat penstabil tenaga atau mini bank kapasitor statik satu fasa.	18
3.5	Litar kapasitor bank automatik 3 fasa.	19
3.6	Kapasitor dipasang selari dengan beban satu fasa.	20
3.7	Pengiraan pembedulan faktor kuasa menggunakan segitiga kuasa.	21
4.1	Gambarajah blok aliran perkakasan projek.	26
4.2	Litar skematik alat penjimat kuasa elektrik	28
4.3	Litar bekalan kuasa dengan keluaran 5V dan 12V.	29
4.4	Litar masukan arus.	30
4.5	Litar kawalan.	31
4.6	Gambarajah Mikropengawal PIC16F877.	33
4.7	Litar asas PIC16F877 dan konfigurasi pin.	34
4.8	Gambarajah carta alir aturcara projek.	45
5.1	Sambungan model beban satu fasa tanpa alat penjimat kuasa	48
5.2	Sambungan model beban satu fasa dengan alat penjimat kuasa	48
5.3	Graf Faktor Kuasa (pf) Melawan Masa (t).	50
5.4	Graf Kuasa Sebenar (P) Melawan Masa (t).	50
5.5	Graf Kuasa Ketara (S) Melawan Masa (t).	51
5.6	Graf Kuasa Reaktif (Q) Melawan Masa (t).	51
5.7	Graf Arus (A) Melawan Masa.	52

SENARAI SINGKATAN

A	-	Ampere
V	-	Voltan
P	-	Kuasa sebenar
Q	-	Kuasa reaktif
S	-	Kuasa ketara
PIC	-	<i>Peripheral Interface Controller</i>
IEEE	-	<i>Institution of Electrical and Electronics Engineering</i>
IC	-	<i>Integrated Circuit</i>
SPI	-	<i>Serial Peripheral Interface</i>
TNB	-	Tenaga Nasional Berhad
R	-	Rintangan atau Perintang
L	-	Induktor
C	-	Kapasitor
X	-	Regangan
Z	-	Galangan
kW	-	kilo-Watt
kVA	-	kilo-Volt-Ampere
kVAR	-	kilo-volt-Ampere-Reaktif
P.F	-	<i>Power Factor</i>
I	-	Arus

SENARAI LAMPIRAN

LAMPIRAN	TAJUK	HALAMAN
A	Aturcara Projek	58
B	Gambarajah Alat Penjimat Kuasa Elektrik	60

BAB I

PENGENALAN

1.1 Pengenalan Projek

Penggunaan tenaga elektrik bertambah dengan mendadak sekali sejajar dengan pembangunan negara yang pesat. Secara umumnya, pengguna domestik merupakan pengguna ketiga terbesar selepas sektor perindustrian dan komersial. Dalam konteks penggunaan tenaga elektrik, faktor kuasa pengguna memainkan peranan sebagai alat pengukur kepada kecekapan penggunaan tenaga elektrik sesuatu sistem. Faktor kuasa yang rendah menunjukkan bahawa tenaga yang perlu dibekalkan bertambah. Ini menunjukkan sistem kuasa tidak beroperasi dengan cekap dan berlaku pembaziran tenaga.

Pembaziran tenaga elektrik merupakan masalah yang sering dihadapi oleh pengguna domestik. Penggunaan alatan yang berkecekapan rendah banyak menyumbang kepada permasalahan ini. Selain itu, kadar tarif elektrik yang semakin meningkat telah menyedarkan pengguna tentang keperluan untuk menjimatkan penggunaan elektrik. Didapati sejak akhir-akhir ini banyak alat-alat untuk menjimatkan kuasa elektrik telah berada di pasaran. Alat-alat ini dikatakan mampu meningkatkan kecekapan peralatan elektrik di rumah dan seterusnya mengoptimalkan penggunaan elektrik [1].

Pada masa kini, isu penjimatan tenaga dan pengurusan penjimatan tenaga dipandang serius oleh kedua-dua pihak pembekal tenaga elektrik khususnya Tenaga Nasional Berhad (TNB) dan juga pengguna. Pelbagai pendekatan untuk mengurus

penjimatan tenaga telah diperkenalkan bagi menguntungkan kedua-dua pihak, pembekal dan pengguna [2].

Penggunaan bank kapasitor secara meluas terutamanya di dalam sektor perindustrian merupakan salah satu contoh pendekatan pengurusan penjimatan tenaga. Pembedulan faktor kuasa menggunakan bank kapasitor di sektor industri adalah penting bagi mencapai had faktor kuasa yang ditetapkan oleh pihak pembekal elektrik serta mengelakkan dikenakan penalti [2].

Keberkesanan bank kapasitor sebagai alat pembedulan faktor kuasa telah membawa kepada penghasilan bank kapasitor untuk kegunaan domestik. Juga dikenali sebagai alat penstabil tenaga, ia berupaya membetulkan faktor kuasa berdasarkan konsep kapasitor sebagai pemampas arus reaktif dalam penggunaan elektrik litar satu fasa. Walau bagaimanapun, alat ini kurang cekap berdasarkan operasinya yang statik dan tidak dapat dikawal mengikut perubahan arus beban [3].

Projek bertajuk "alat penjimat kuasa elektrik" ini secara keseluruhannya dibangunkan untuk memberi pilihan tambahan kepada pengguna dalam usaha untuk membantu mereka mengurangkan beban bil elektrik yang berpunca daripada penggunaan peralatan elektrik yang berkecekapan rendah.

1.2 Objektif Projek

Terdapat beberapa objektif yang telah di pilih sebelum pembangunan projek ini dimulakan. Antara objektif-objektif itu ialah:

- i. Mempelajari kaedah pembedulan faktor kuasa untuk meningkatkan kecekapan sistem elektrik pengguna domestik .
- ii. Merekabentuk dan membangunkan satu unit Alat Penjimat Kuasa Elektrik.

1.3 Skop Projek

Projek yang dibangunkan ini akan berupaya untuk mengoptimumkan penggunaan kuasa elektrik. Projek ini menggunakan alatubah arus sebagai peranti masukan untuk sistem alat penjimatan kuasa ini. Mengawal operasi bank kapasitor satu fasa (240V,50Hz). Projek ini juga akan mengaplikasikan mikropengawal *Peripheral Interface Controller (PIC)* jenis 16F877 sebagai peranti kawalan sistem alat ini dan penggunaan turutan kapasitor sebagai peranti pembetulan faktor kuasa.

1.4 Metodologi Projek

Metodologi projek adalah merupakan proses atau langkah-langkah yang digunakan bagi sesuatu pembangunan projek atau kajian projek. Dalam membangunkan projek ini, beberapa metodologi atau pendekatan telah dikenalpasti sebagai garis panduan bagi melancarkan lagi perjalanan projek. Lima metodologi asas telah dikenalpasti dan projek ini dibangunkan berdasarkan metodologi-metodologi ini.

Prosedur 1 : Mempelajari kaedah-kaedah penjimatan kuasa elektrik.

Mempelajari kaedah-kaedah penjimatan kuasa elektrik yang boleh dibangunkan untuk pengguna domestik.

Prosedur 2 : Mempelajari operasi alat penjimat kuasa elektrik.

Mempelajari serta memahami cara bekerja alat penjimat kuasa elektrik untuk diaplikasikan dalam pembangunan perkakasan projek.

Prosedur 3 : Membangunkan perkakasan dan perisian.

Membangunkan satu set alat penjimat kuasa elektrik yang praktikal untuk tujuan analisis.

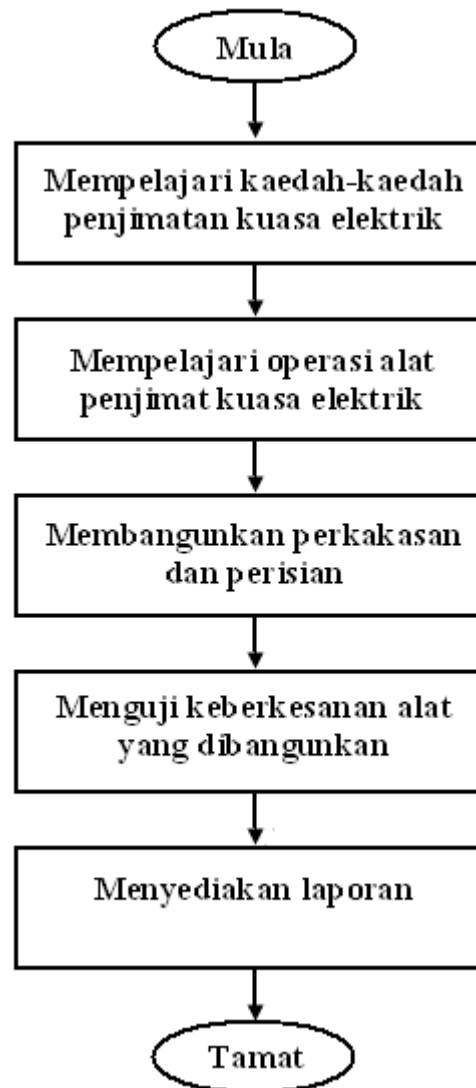
Prosedur 4 : Menguji keberkesanan alat yang dibangunkan.

Menjalankan pengujian dan menganalisis tentang keberkesanan alat penjimat kuasa elektrik yang telah dibangunkan.

Prosedur 5 : Menyediakan laporan.

Mendokumentasikan projek dalam bentuk laporan serta membentangkan laporan dan hasil akhir projek.

1.4.1 Carta Alir Metodologi Projek



Rajah 1.1: Carta alir metodologi projek.

1.5 Rumusan Laporan

Bab pertama memfokuskan kepada pengenalan, objektif, skop dan metodologi projek ini. Dalam bab ini, faktor utama pemilihan tajuk projek ini telah dinyatakan dibawah tajuk Objektif projek. Skop projek pula menerangkan secara ringkas tentang operasi Alat Penjimat Kuasa Elektrik yang dibangunkan. Akhir sekali, metodologi telah direka sebagai garis panduan untuk memastikan kelancaran perjalanan projek ini..

Bab kedua pula adalah ulasan kertas *Institution of Electrical and Electronics Engineering (IEEE)* yang telah dipilih berdasarkan tajuk penggunaan bank kapasitor dalam pembetulan faktor kuasa. Selain itu, penggunaan alat penjimat kuasa terkawal elektronik juga dibincangkan dalam bab ini. sebanyak tiga kertas IEEE yang telah dibincang dan dirumuskan dalam bahagian ini.

Bab ketiga membincangkan lebih kepada teori dan konsep asas sistem kuasa. Kandungan utama bab ini adalah bagi menerangkan faktor kuasa serta perkaitannya dengan kuasa aktif (P), kuasa reaktif (Q) dan kuasa ketara (S). Bahagian ini juga akan membincangkan isu pembetulan faktor kuasa serta kaedah-kaedah yang digunapakai dalam pembetulan faktor kuasa sebagai kaedah penjimatan kuasa yang dipilih dalam meningkatkan kecekapan sistem bekalan pengguna domestik. Kaedah pembetulan faktor kuasa menggunakan kapasitor bank akan dibincangkan secara terperinci dalam bahagian ini.

Bab keempat pula membincangkan tentang pembangunan perkakasan dan perisian projek. Dalam bab ini, cara-cara pemilihan kapasitor berdasarkan keputusan ujian dengan beban boleh ubah bersifat induktif telah disentuh. Berdasarkan data ujian yang diambil, pengiraan untuk mendapatkan nilai kapasitor yang paling sesuai mengikut kadaran arus telah dilakukan. Bab ini menekankan tentang pemilihan saiz kapasitor yang sesuai sebagai faktor utama keberkesanan penjimatan kuasa elektrik. Dalam bab ini, pembangunan perkakasan dan perisian dibincangkan dengan jelas. Rekabentuk serta setiap bahagian litar juga diterangkan dan dijelaskan. Bab ini juga menekankan dan membincangkan tentang operasi projek, komponen-komponen

utama serta fungsi setiap bahagian litar. Selain itu, perisian projek ini juga akan digambarkan melalui carta alir.

Bab kelima pula membincangkan tentang pengujian alat penjimat kuasa elektrik, keputusan ujian alat serta analisis data keputusan yang diperolehi. Beberapa ujian telah dilakukan keatas alat penjimat kuasa elektrik yang dibangunkan dan data parameter faktor kuasa, arus (A), kuasa reaktif (Q), kuasa ketara (S), kuasa sebenar (P) dan voltan (V) telah diambil sebelum dan selepas penggunaan alat penjimat kuasa elektrik. Data yang diambil akan dianalisa untuk mengetahui keberkesanan alat yang dibangunkan. Selain itu, bahagian ini juga membincangkan tentang pemerhatian sepanjang pembangunan projek ini.

Dalam bab terakhir laporan ini, kesimpulan dan cadangan untuk penambahbaikan projek ini dibincangkan. Bahagian ini adalah rumusan keseluruhan pembangunan projek.

BAB II

KAJIAN LITERATUR

2.1 Pengenalan

Dalam bab ini, tiga kertas IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) akan diulas dan dibincangkan. Secara umumnya kertas-kertas IEEE yang dipilih ini adalah berkaitan dengan topik pembetulan faktor kuasa menggunakan kaedah bank kapasitor. Kajian yang dilakukan bertujuan mendapatkan maklumat ilmiah, menganalisis serta mengkaji kelemahan-kelemahan konsep dan kaedah yang sedia ada untuk diperbaiki melalui projek yang akan dibangunkan.

2.2 Kajian Literatur

Teknik untuk meningkatkan kecekapan nilai faktor kuasa dan penyimpanan tenaga dalam sistem kuasa telah dibincangkan dalam jurnal "Efficient Power Factor Improvement Technique And Energy Conservation Of Power System" [4]. Teknik yang dibincangkan adalah dengan menggunakan kapasitor bank yang direka berdasarkan data-data yang telah diukur dengan menggunakan penganalisa kuasa. Faktor utama yang menyumbang kepada nilai faktor kuasa rendah adalah penggunaan peralatan elektrik yang mempunyai belitan seperti alat ubah, motor segerak, motor aruhan dan lampu yang menggunakan balast. Faktor kuasa yang rendah akan menyebabkan arus serta kehilangan tembaga meningkat seterusnya mengurangkan kecekapan sistem penghantaran. Selain itu, faktor kuasa rendah juga akan menyebabkan berlakunya lebih beban pada penjana, alat ubah dan talian penghantaran. Penambahbaikan nilai faktor kuasa akan memberikan kelebihan

kepada sistem dan penjimatan ekonomi. Antaranya adalah penjimatan bil tenaga, pengurangan kehilangan kuasa, peningkatan kecekapan sistem dan nilai voltan yang stabil.

Terdapat pelbagai kaedah untuk meningkatkan nilai faktor kuasa tetapi ianya bergantung kepada jenis beban. Kaedah yang terbaik adalah dengan menyambung kapasitor pada setiap peralatan yang mempunyai induktif. Tetapi cara ini agak sukar dan tidak sesuai untuk dilaksanakan kerana kosnya terlalu tinggi. Oleh itu, kaedah yang paling sesuai untuk penambahbaikan faktor kuasa bagi beban variasi tinggi adalah dengan menggunakan kaedah pembetulan faktor kuasa secara automatik. Bagi merekacipta kapasitor bank yang tetap, pemantauan variasi beban perlu dilakukan melalui pengukuran nilai kVA, kVar, kW dan kW/h dengan menggunakan *energy analyzer* sekurang-kurangnya selama 24 jam.

Kesimpulannya, penggunaan kapasitor bank boleh meningkatkan nilai faktor kuasa dan memperbaiki nilai kuasa reaktif sistem bekalan elektrik. Selain itu, ia juga boleh mengelakkan lebihan voltan pada keadaan beban rendah. Oleh itu, untuk mendapatkan nilai faktor kuasa yang lebih cekap, pemilihan saiz kapasitor yang bersesuaian adalah sangat penting.

Penggunaan kemuatan yang tidak sesuai dalam alat penjimatan tenaga yang pasif telah dibincangkan dalam jurnal "True And False Energy Saving Devices (ESD)" [5]. Berdasarkan hukum tenaga, ESD (*energy saving device*) tidak dapat meningkatkan kecekapan motor. Banyak eksperimen dan teori membuktikan penjimatan tenaga disebabkan oleh pembetulan faktor kuasa. Kertas ini juga menerangkan tentang penyebab utama pengukuran yang salah menyebabkan satu kesimpulan atau rumusan yang menyatakan ESD boleh menjimatkan sehingga 10%-25% tenaga.

Terdapat pelbagai cara yang boleh digunakan untuk mengurangkan bil tenaga pengguna. Antara kaedahnya ialah dengan menggunakan peranti elektronik yang boleh menghad atau mengawal pengaliran tenaga optimum kepada beban.

Kesimpulannya, kapasitor adalah peranti asas yang digunakan untuk membaiki faktor kuasa. Walaubagaimanapun, pemilihan saiz kapasitor yang tidak sesuai boleh menyumbang kepada peningkatan kos. Untuk mengelakkan ia berlaku, ESD dibangunkan.

Jurnal "Capacitor Bank Controller Using Traditional microprocessor Based Relays" [6], menerangkan tentang kawalan bank kapasitor menggunakan mikropengawal tradisional dengan menggunakan geganti. Kebanyakan geganti yang digunakan kini menggabungkan fungsi sistem perlindungan dan fungsi logik tradisional dalam satu alat. Konsep ini diaplikasikan dalam jurnal ini bagi membangunkan satu skim kawalan asas bagi suatu bank kapasitor dengan lima turutan menggunakan satu mikropengawal dengan geganti. Satu contoh aplikasi geganti istimewa ialah kawalan turutan bank kapasitor yang boleh diaktifkan mengikut turutan yang diperlukan untuk menampung voltan. Suatu alat pengawal diperlukan untuk memantau voltan bas dan akan mengaktifkan turutan bank kapasitor mengikut kehendak voltan. Kertas ini membangunkan prinsip asas kawalan untuk mengawal bank kapasitor berperingkat.

Kesimpulannya, konsep kawalan menggunakan mikropengawal yang dibincangkan dalam jurnal ini memberi inspirasi kepada saya untuk diaplikasikan dalam pembangunan projek ini. Sistem kawalan ini boleh menambahkan kecekapan sistem bekalan pengguna memandangkan hanya nilai kapasitor yang bersesuaian sahaja yang akan beroperasi dalam satu-satu masa.

2.3 Rumusan

Dalam dunia sebenar, bank kapasitor digunakan dalam sektor industri dan komersial dengan meluas sekali. Ini adalah disebabkan oleh kesan penggunaannya yang menguntungkan pihak pengguna khususnya, pihak pembekal amnya. Kajian terhadap penggunaan bank kapasitor untuk tujuan pembetulan faktor kuasa masih segar dan kurang dibincangkan. Projek ini dibangunkan berdasarkan konsep asas kawalan bank kapasitor automatik tiga fasa.