

**PENGOTIMUMAN TENAGA SECARA AUTOMATIK
MENGUNAKAN APLIKASI PIC**

MOHD ISMAIL BIN OTHMAN

MEI 2007

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

Tandatangan : 

Nama Panel : EN. HIDAYAT BIN ZAINUDDIN

Tarikh : 7 MEI 2007

**PENGOPTIMUMAN TENAGA SECARA AUTOMATIK
MENGUNAKAN APLIKASI PIC**

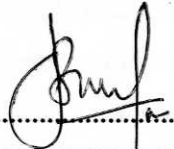
MOHD ISMAIL BIN OTHMAN

**Laporan Disediakan Bagi Memenuhi Memenuhi Keperluan Pengijazahan Ijazah Sarjana Muda
Kejuruteraan Elektrik (Kuasa Industri)**

**Fakulti Kejuruteraan Elektrik
Universiti Teknikal Malaysia Melaka**

Mei 2007

"Saya akui laporan ini adalah hasil usaha saya sendiri kecuali ringkasan dan petikan yang tiap-tiap satunya saya jelaskan sumbernya."

Tandatangan : 
Nama Penyelai : MOHD ISMAIL BIN OTHMAN
Tarikh : 7 Mei 2007

DEDIKASI

**Istimewa Khas Buat
Ayahanda, Othman Bin Baseron
Bonda, Rokhona Binti Baharom
Kekanda, Mohd Hairul Afiq
Pensyarah-Pensyarah Fke
Rakan-Rakan Kelas Dan Rumah
Dan Seterusnya Warga Kerja Fke Amnya...**

PENGHARGAAN

Terlebih dahulu saya rasa syukur dipanjatkan ke hadrat Ilahi kerana telah berjaya menyiapkan Projek Sarjana Muda 1 dan 2 (PSM 1 & 2) dengan jayanya. Saya ingin mengucapkan jutaan terima kasih kepada En. Hidayat Bin Zainuddin selaku penyelia yang telah meluangkan masa untuk membimbing serta memberi tunjuk ajar dan ilmu pengetahuan yang amat berharga kepada saya sepanjang masa PSM 1 dan 2 dijalankan. Nasihat serta teguran beliau banyak membantu saya dalam melaksanakan kerja saya.

Penghargaan juga diberi kepada rakan-rakan yang banyak membantu dan berkongsi pengalaman terutamanya kepada mereka yang berada dibawah penyeliaan En. Hidayat bin Zainuddin kerana sentiasa memberi pendapat dan sokongan kepada saya ketika PSM 1 dan 2 sedang dijalankan.

Disamping itu, saya juga ingin merakamkan ribuan terima kasih kepada kedua ibubapa saya yang telah banyak memberi bimbingan, sokongan, dorongan dan nasihat sepanjang masa saya belajar di Universiti Teknikal Malaysia Melaka. Tanpa sokongan daripada mereka tidak mungkin saya dapat menyediakan laporan ini.

Selain itu, saya ingin mengambil kesempatan ini untuk memohon beribu-ribu kemaafan daripada semua pihak yang terlibat secara langsung mahupun tidak langsung di atas kesalahan serta kesilapan yang telah dilakukan denagn sengaja mahupun tidak.

Akhir sekali saya ingin sekali lagi mengucapkan ribuan terima kasih kepada semua yang telah membantu saya. Segala jasa dan bakti akan dikenang ke akhir hayat, Insyaallah.

ABSTRAK

Projek ini dijalankan untuk menghasilkan satu alat yang boleh mengoptimumkan tenaga elektrik secara automatik menggunakan PIC mikrokontroler. Bagi pengguna domestik, kapasitor digunakan untuk membuat pembetulan faktor kuasa pada sistem elektrik di mana ia boleh membekalkan kuasa reaktif bagi menggantikan bekalan kuasa dari penjana. Dengan ini arus talian dapat dikurangkan dan seterusnya mengurangkan tenaga, (I^2R). Pembetulan faktor kuasa yang menggunakan bank kapasitor berupaya mengurangkan penggunaan kuasa reaktif yang secara tidak langsung mengurangkan kehilangan kuasa dan dalam pada masa yang sama meningkatkan kecekapan peralatan. Pembangunan projek ini antara lain bertujuan meningkatkan serta memperbaiki pengoperasian bank kapasitor yang sedia ada dengan menggunakan pengawal mikro. Kini dipasaran terdapat alat yang boleh mengoptimumkan tenaga elektrik yang beroperasi secara manual dimana pengguna perlu menetapkan bila alat tersebut harus di "ON" atau "OFF". Oleh itu, penggunaan PIC mikrokontroler dalam projek ini adalah sebagai litar pengawal supaya alat seupama itu boleh beroperasi secara automatik. Alat tersebut akan "ON" apabila faktor kuasa rendah daripada yang telah dihadkan, manakala ia kan "OFF" apabila faktor kuasa mencapai had yang dikehendaki. Kawalan pintar menggunakan pengawal mikro membolehkan turutan bank kapasitor dikawal secara teratur, meminimakan operasi pensuisan dan memanjangkan jangkahayat.

ABSTRACT

This project being developed to produce a device that can optimize electricity automatically by using PIC microcontroller. For the domestic user, capacitor being used to make power factor correction at the electrical system, where it can supply reactive power to replace power supply from generator. From the power factor correction line current and energy can be reduced, (I^2R). In the market there are devices that can optimize electricity. These devices operate manually, where users have to make sure when the device has to be 'ON' or 'OFF'. In addition, PIC microcontroller is applied in this project as a control circuit. So that the device can operate automatically. This device will turn 'ON' when the power factor is low from the expected level and it will turn 'OFF' when the power factor reaches the expected value. The controller applied microcontroller enables the capacitor bank control in regular method, minimize switching operation and make longer life.

SENARAI KANDUNGAN

BAB PERKARA	HALAMAN
PENGAKUAN	ii
DEDIKASI	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	x
SENARAI RAJAH	xi
1 PENGENALAN	
1.1 Latar Belakang Dan Penyataan Masalah	1
1.2 Objektif projek	2
1.3 Skop Projek	2
1.4 Metodologi Projek.	3
1.4.1 Merekabentuk Dan Membuat simulasi litar.	3
1.4.2 Mengenalpasti Komponen	3
1.4.3 Membina Litar Projek	3
1.4.4 Membuat Pengujian Litar.	4
1.5 Garis Panduan Thesis	5
2 KAJIAN LITERATUR	
2.1 Pengenalan.	6
2.2 Kajian Literatur	6

3 TEORI DAN KONSEP ASAS

3.1 Pengenalan Sistem Kuasa.	9
3.1.1 Kuasa Aktif.	9
3.1.2 Kuasa Reaktif.	10
3.1.3 Kuasa Ketara	10
3.2 Faktor Kuasa.	11
3.3 Kesan-Kesan Faktor Kuasa Rendah.	13
3.4 Pembetulan Faktor Kuasa.	14
3.4.1 Pembetulan Faktor Kuasa Menggunakan Kapasitor Bank.	14
3.4.2 Pembetulan Faktor Kuasa Menggunakan Motor Segerak.	16
3.4.3 Pembetulan Faktor Kuasa Menggunakan Pemaju Fasa.	16
3.5 Bank kapasitor statik	17
3.6 Bank kapasitor automatik	18
3.7 Teknik-teknik pembetulan faktor kuasa	18
3.7.1 Kawalan berdasarkan kuasa reaktif	18
3.7.2 Kawalan berdasarkan arus	19
3.7.3 Kawalan berdasarkan faktor kuasa	19

4 LITAR PENGOPTIMUMAN TENAGA

4.1 Pengenalan	20
4.2 Kendalian litar	23
4.3 Bekalan kuasa	24
4.3.1 Penerus	25
4.3.2 Penapis	26
4.3.3. Pengatur voltan IC	27
4.4 Transformer arus	28
4.5 Kapasitor kuasa	29
4.6 PIC16F873A	30

4.7 Pengaturcaraan	32
4.8 Senarai komponen	34
5 KEPUTUSAN DAN ANALISIS	
5.1 Pengenalan	35
5.2 Keputusan dan analisis	36
5.3 Analisis dan pengujian litar di makmal	37
5.3.1 Kes 1	39
5.3.2 Kes 2	42
5.3.3 Kes 3	46
6 KESIMPULAN DAN CADANGAN	
6.1 Kesimpulan	50
6.2 Cadangan	52
RUJUKAN	53

SENARAI JADUAL

NO	TAJUK	HALAMAN
1	Senarai komponen	34
5.1	Data yang diambil sebelum dan selepas pembetulan faktor kuasa	39
5.2	Menunjukkan keadaan kuasa sebenar, reaktif dan ketara sebelum dan selepas pembetulan faktor kuasa	42
5.3	Data yang diambil sebelum dan selepas pembetulan faktor kuasa	42
5.4	Menunjukkan keadaan kuasa sebenar, reaktif dan ketara sebelum dan selepas pembetulan faktor kuasa.	45
5.5	Data yang diambil sebelum dan selepas pembetulan faktor kuasa	46
5.6	Menunjukkan keadaan kuasa sebenar, reaktif dan ketara sebelum dan selepas pembetulan faktor kuasa.	48

SENARAI RAJAH

NO	TAJUK	HALAMAN
1.1	Carta alir bagi keseluruhan projek	4
3.1	Segitiga kuasa	11
3.2	Hubungan faktor kuasa dalam sistem kuasa	13
3.3	Pembetulan faktor kuasa beban oleh kapasitor pirau	15
3.4	Vektor semasa kapasitor dipasang pada litar	17
3.5	Vektor selepas faktor kuasa diperbaiki	17
4.1	Litar pengoptimum tenaga	20
4.2	Gambarajah blok litar pengoptimuman tenaga	21
4.3	Gambarajah skematik litar projek	22
4.4	Litar pengoptimum tenaga	24
4.5	Gambarajah skematik bekalan kuasa	25
4.6	Gambarajah penerus	26
4.7	Penapis kapasitor ringkas	27
4.8	Simbol pengatur voltan	28
4.9	Pengesan arus	28
4.10	Gambarajah skematik Pengesan arus	28
4.11	Kapasitor kuasa	29
4.12	PIC16F873A	30
4.13	Gambarajah skematik PIC16F873A	31
5.1	Pengujian Litar Di makmal	37
5.2	Cara Pemasangan Fluke Meter Pada Pengujian Projek	38
5.3	Fluke meter yang telah dipasang pada kabel hidup	38
5.4	Data Arus Sebelum Memasang Projek	39
5.5	Data Kuasa Dan Faktor Kuasa Sebelum Memasang Projek	40
5.6	Data Arus Selepas Memasang Projek	40

5.7	Data Kuasa Dan Faktor Kuasa Selepas Memasang Projek	41
5.8	Graf menunjukkan keadaan kuasa	42
5.9	Data Arus Sebelum Memasang Projek	43
5.10	Data Faktor Kuasa Sebelum Memasang Projek	43
5.11	Data Arus Selepas Memasang Projek	44
5.12	Data Faktor Kuasa SelepasMemasang Projek	44
5.13	Graf menunjukkan keadaan kuasa	45
5.14	Data Arus Sebelum Memasang Projek	46
5.15	Data Faktor Kuasa Sebelum Memasang Projek	47
5.16	Data Arus Selepas Memasang Projek	47
5.17	Data Faktor Kuasa SelepasMemasang Projek	48
5.18	Graf menunjukkan keadaan kuasa	49

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Dan Penyataan Masalah.

Tenaga elektrik merupakan tunjang untuk membina dan menjana ekonomi negara, malah ia menjadi keperluan utama bagi seluruh pelusuk dunia dalam menjalani kehidupan harian. Tenaga elektrik diperolehi daripada proses penjanaan. Tenaga elektrik diperolehi secara penukaran tenaga mekanik kepada tenaga elektrikal oleh penjana. Tenaga mekanik pula diperolehi sama ada dengan pembaharuan sumber-sumber asli seperti arang batu, minyak, gas dan bahan radioaktif dalam dangdang stim, aliran arus air dan kuasa angin akan ditukarkan menjadi kuasa mekanik oleh putaran turbin. Aci turbin ini telah digandingkan dengan aci penjana dan seterusnya tenaga elektrik akan dikeluarkan oleh penjana itu. Kuasa elektrik yang terhasil bergantung kepada kekuatan putaran mekanik yang dihasilkan dan kadaran penjana dan seterusnya tenaga yang telah dihasilkan ini dihantar kepada pengguna menerusi talian penghantaran TNB.

Baru-baru ini, kadar tarif elektrik di Malaysia telah dinaikkan disebabkan kenaikan harga sumber-sumber asli. Kenaikan ini akan membebankan pengguna untuk membayar bil elektrik kepada TNB. Oleh itu, projek ini dijalankan untuk merekabentuk sistem pengoptimuman tenaga untuk mengurangkan penggunaan tenaga elektrik bagi pengguna domestik.

Sistem ini akan mengurangkan tenaga elektrik melalui kaedah pembetulan faktor kuasa di mana ia dapat mengurangkan penggunaan tenaga. Bagi membuat pembetulan faktor kuasa, kapasitor kuasa dipasang di mana ia berfungsi sebagai pengatur voltan dan aliran kuasa elektrik. Dengan pemasangan kapasitor ini ia boleh mengurangkan komponen kuasa elektrik (Q) daripada kuasa ketara beban (S). Sistem ini akan dikawal secara automatik dengan menggunakan aplikasi pengawal mikro di mana ia akan berfungsi secara automatik dan akan menyebabkan penggunaan tenaga elektrik dapat diminimumkan dan penggunaan tenaga lebih cekap.

1.2 Objektif Projek

Projek ini dijalankan untuk membina sebuah sistem yang dapat mengoptimumkan penggunaan tenaga elektrik dengan cara pengawalan faktor kuasa menggunakan bank kapasitor. Sistem ini akan berfungsi secara kawalan automatik menggunakan aplikasi PIC (*Peripheral Interface Controller*) di mana ia akan menyebabkan penggunaan tenaga lebih cekap dan menjimatkan. Analisis terhadap nilai faktor kuasa dan penggunaan tenaga sebelum dan selepas pembetulan faktor kuasa akan dibuat untuk melihat keberkesanan projek ini.

1.3 Skop Projek

Projek ini dijalankan untuk merekabentuk sistem pengoptimuman tenaga yang beroperasi secara automatik untuk membuat pembetulan faktor kuasa menggunakan bank kapasitor. Pensuisan bank kapasitor dikawal oleh PIC.

1.4 Metodologi Projek

Metodologi adalah salah satu bahagian yang terpenting untuk membina dan membuat projek ini. Perancangan yang tepat adalah penting bagi memastikan projek ini berjalan dengan lancar. Projek ini dibahagikan kepada 5 fasa penting. Fasa tersebut adalah seperti dibawah:

1.4.1 Merekabentuk dan membuat simulasi litar cadangan

Merekabentuk litar mengikut objektif yang dikehendaki iaitu merekabentuk litar PIC yang boleh mengawal faktor kuasa. Setelah itu membuat simulasi litar tersebut dengan menggunakan perisian *Proteus 6 Profesional*. Simulasi ini di buat bertujuan untuk memastikan litar tersebut boleh beroperasi.

1.4.2 Mengenalpasti komponen yang digunakan.

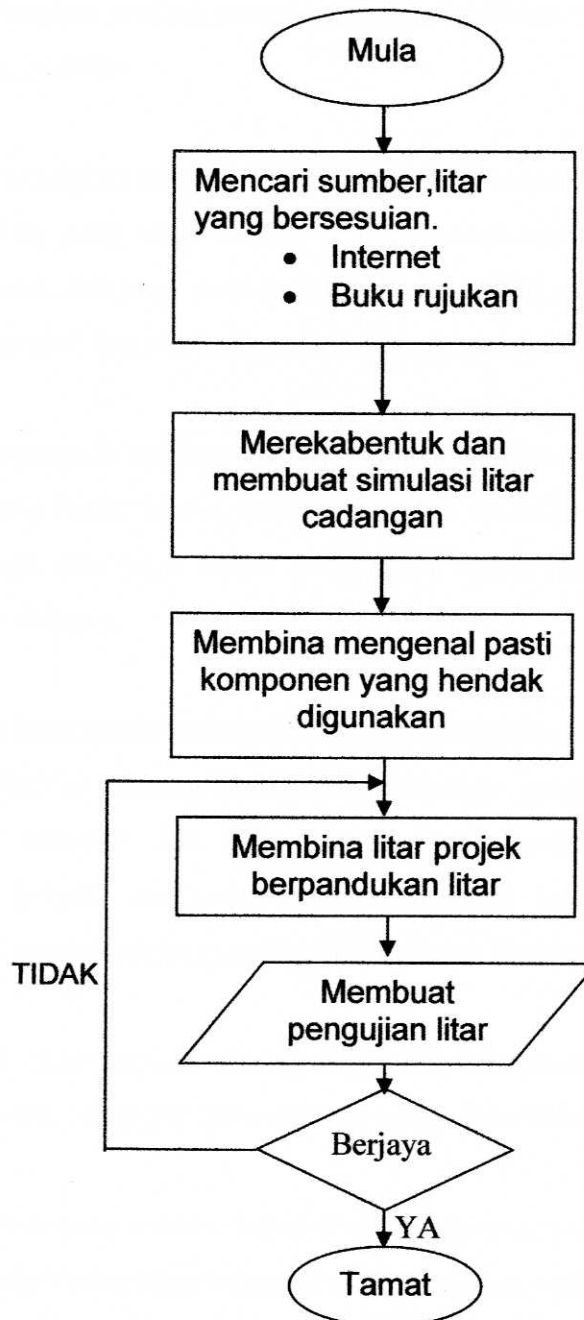
Mengenalpasti komponen yang hendak digunakan di dalam litar ini. Mencari serta mengetahui fungsi komponen-komponen yang hendak digunakan seperti komponen untuk mengukur voltan iaitu rektifier. Antara komponen-komponen yang digunakan adalah transformer arus digunakan untuk mengukur arus. Pengubah langkah turun digunakan untuk menurunkan nilai voltan masukan. Tiga unit Relay G2R-2. Tiga unit kapasitor kuasa digunakan untuk membuat pembetulan faktor kuasa. PIC 16F873A digunakan sebagai pengawal pintar dalam projek ini.

1.4.3 Membina litar projek

Membina litar berpandukan litar cadangan yang telah dibuat dengan menggunakan komponen yang telah dikenalpasti berpandukan litar cadangan yang telah dibuat.

1.4.4 Membuat pengujian litar

Membuat pengujian terhadap litar telah dibuat untuk memastikan ia beroperasi atau pun tidak. Pengujian yang dibuat terhadap litar dan juga pengaturcaraan PIC. Jika berlaku masalah, sistem tersebut hendaklah di uji semula.



Rajah 1.1: Carta alir bagi keseluruhan projek.

1.5 Ringkasan Laporan

Bab 1 menyentuh tentang latar belakang dan pernyataan masalah projek, objektif, skop serta metodologi projek. Latar belakang dan pernyataan masalah projek menerangkan tentang pengenalan projek serta kenapa harus membuat projek ini. Objektif dan skop projek menceritakan tujuan projek ini dijalankan dan metodologi projek pula menerangkan tentang perancangan yang dibuat untuk menjalankan projek ini dari awal sehingga akhir.

Bab 2 menerangkan tentang kajian literatur di mana kajian literatur ini adalah tentang penyelidikan yang telah dibuat sebelum memulakan projek ini berdasarkan buku, jurnal, internet dan juga nota pensyarah. Ia adalah penerangan lebih terperinci tentang katakunci projek dan sebagai panduan kepada pelajar untuk membuat projek.

Bab 3 pula membincangkan tentang teori pembetulan faktor kuasa. Di dalamnya menerangkan tentang faktor kuasa, cara pembetulan faktor kuasa itu dilakukan, kesan faktor kuasa rendah dan juga kesan pembetulan faktor kuasa terhadap pengguna domestik mahupun industri.

Bab 4 pula menyentuh tentang litar projek pengoptimuman tenaga ini, dimana ia menyentuh serba sedikit tentang komponen-komponen yang digunakan serta fungsi setiap komponen tersebut dan juga proses proses untuk pengaturcaraan PIC, merekabetuk litar projek, dan juga membuat simulasi litar menggunakan perisian Proteus profesional rumus-rumus yang digunakan untuk mendapatkan faktor kuasa.

Bab 5 pula menerangkan tentang keputusan dan analisis, dalam bab ini juga menerangkan beberapa pengujian serta analisis yang telah dilakukan di makmal.

Seterusnya bab yang terakhir iaitu bab 6 adalah kesimpulan dan cadangan projek. Bab ini menerangkan kesimpulan tujuan projek ini dibuat serta cadangan projek untuk pada masa hadapan.

BAB 2

KAJIAN LITERATUR

2.1 Pengenalan

Dalam membangunkan projek ini, kajian literatur telah dilakukan ke atas empat artikel IEEE yang berbeza. Secara umumnya, artikel IEEE yang dipilih ini adalah berkaitan dengan topik pembetulan faktor kuasa menggunakan kaedah kapasitor bank. 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

Jurnal [1] menyatakan bahawa faktor kuasa memainkan peranan penting di dalam litar arus-ulang alik. Apabila nilai kuasa dan voltan adalah tetap, arus beban adalah berkadar songsang dengan faktor kuasa. Apabila faktor kuasa rendah maka arus beban akan menjadi lebih tinggi dan begitulah sebaliknya. Antara kesan-kesan nilai faktor kuasa rendah yang dapat dilihat ialah kuasa yang diperolehi pada alatubah akan berkurangan, kecekapan peralatan elektrik juga turut berkurangan, perbelanjaan untuk membekalkan tenaga elektrik adalah lebih besar kerana voltannya perlu dinaikkan untuk mendapatkan kuasa sama dengan tenaga elektrik yang dikeluarkan pada faktor kuasa yang tinggi. Jika voltan sukar dinaikkan, maka arus perlu dinaikkan bagi memperoleh kuasa yang serupa dengan kuasa ketika faktor kuasa tinggi. Ini melibatkan perbelanjaan

yang lebih dalam penukaran saiz kabel dan kadaran arus peralatan elektrik. Oleh yang demikian bagi mengelakkan pembaziran tenaga elektrik dan pengguna terpaksa membayar lebih, beberapa peralatan yang boleh membaiki nilai faktor kuasa digalakkan diguna oleh pengguna. Antara peralatan yang boleh digunakan untuk membaiki nilai faktor kuasa adalah seperti motor segerak, pemaju fasa, kapasitor.

Jurnal [2] menerangkan satu konfigurasi perkakasan dan spesifikasi perisian untuk dua prototaip yang dibangunkan dan berupaya mengawal voltan, kawalan kuasa reaktif dan sistem perlindungan kapasitor bank. Satu daripada prototaip tersebut memantau voltan bas, aliran kuasa dan faktor kuasa bagi menentukan samada kapasitor bank patut beroperasi atau tidak. Prototaip yang kedua memantau galangan fasa ketara dan arus jujukan sifar kapasitor bank bagi mengesan fuis yang terbakar dalam tabung kapasitor. Gabungan perisian kedua-dua prototaip akan menghasilkan satu sistem yang dapat mengawal dan melindungi bank kapasitor daripada tekanan voltan lampau akibat fuis kapasitor terbakar.

Jurnal [3] menerangkan tentang kesan pemasangan bank kapasitor terhadap penambahbaikan faktor kuasa. Artikel ini menerangkan teori asas sistem kuasa dan parameter-parameter penting dalam sistem kuasa seperti kuasa aktif, kuasa ketara dan kuasa reaktif. Segitiga kuasa dan faktor kuasa juga dibincangkan. Artikel ini juga membincangkan apabila faktor kuasa rendah, pengguna terpaksa membayar lebih daripada yang sepatutnya. Faktor kuasa yang rendah juga adalah indikator bahawa sistem adalah tidak cekap dan berlaku kehilangan. Kelebihan atau kebaikan penambahbaikan faktor kuasa juga dibincangkan. Melalui proses penambahbaikan faktor kuasa, permintaan terhadap kuasa ketara dan kuasa reaktif dapat dikurangkan pada kedua-dua penjana dan pengguna. Kehilangan juga dapat dikurangkan dan voltan sistem dapat ditingkatkan. Kaedah-kaedah pembetulan faktor kuasa yang dibincangkan termasuklah kaedah motor segerak, bank kapasitor statik dan bank kapasitor automatik. Bank kapasitor, samada statik atau automatik digunakan secara meluas berdasarkan kos material yang rendah dan penyelenggaraan yang mudah. Artikel ini juga

membincangkan kajian kes yang dijalankan bagi mengkaji kesan lokasi bank kapasitor, saiz, peningkatan voltan dan resonan harmonik.

Jurnal [4] menerangkan tentang kawalan kapasitor bank menggunakan pemproses mikro traditional dengan menggunakan geganti. Kebanyakan geganti yang digunakan kini menggabungkan fungsi sistem perlindungan dan fungsi logik tradisional dalam satu alat. Konsep ini diaplikasikan dalam artikel ini bagi membangunkan satu skim kawalan asas bagi suatu bank kapasitor dengan lima turutan menggunakan satu pengawal mikro 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. Artikel ini membangunkan prinsip asas kawalan untuk mengawal bank kapasitor berperingkat.

Kesimpulannya, pemasangan bank kapasitor dalam penambahbaikan faktor kuasa dapat menguntungkan kedua-dua pengguna dan penjana elektrik. Kajian juga menunjukkan bank kapasitor hanya digunakan oleh pengguna kuasa tinggi seperti sektor industri dan komersial. Pemasangan bank kapasitor dapat mengurangkan penggunaan arus reaktif seterusnya meminimalkan kehilangan. Terdapat pelbagai jenis sambungan dan perlindungan bagi mengoptimumkan kecekapan dan jangka hayat bank kapasitor.

BAB 3

TEORI DAN KONSEP ASAS

3.1 Pengenalan Sistem Kuasa

Sistem kuasa memainkan peranan dalam membekalkan tenaga elektrik kepada pengguna dengan cekap. Pengguna kemudiannya menerima tenaga elektrik yang dibekalkan ini dan menggunakannya sebagai beban. Terdapat dua komponen kuasa yang diperlukan dalam proses penghantaran tenaga elektrik melalui suatu sistem kuasa kepada pengguna, iaitu kuasa aktif dan kuasa reaktif.

3.1.1 Kuasa Aktif

Kuasa aktif juga dipanggil kuasa sah atau kuasa sebenar dan diukur dalam unit kilowatt (kW) . Kuasa aktif adalah kuasa sebenar yang diubah dalam bentuk tenaga untuk melakukan kerja bagi menghasilkan haba, cahaya dan pergerakan. Sebagai contoh, dalam litar satu fasa, kuasa aktif ditukarkan dalam bentuk tenaga bagi menghidupkan lampu kalimantang dan beban yang lain. Persamaan bagi kuasa aktif adalah seperti berikut :

$$P = VI_R = VI \cos \theta$$

Di mana :

P = Kuasa Aktif (Kilowatt)

V = Voltan Fasa (Volt)

I = Arus Fasa (Ampere)

θ = Sudut pemisahan antara voltan dan arus.

3.1.2 Kuasa Reaktif

Kuasa reaktif adalah kuasa yang digunakan untuk membekalkan medan elektromagnet di dalam peralatan yang bersifat induktif dan kapasitif seperti motor, transformer dan penjana. Kuasa reaktif merupakan satu komponen kuasa yang tidak bekerja dan diukur dalam unit kVAR. Persamaan kuasa reaktif ialah :

$$Q = VI_X = VI \sin \theta$$

Di mana :

Q = Kuasa Reaktif (kVAR)

V = Voltan Fasa (Volt)

I = Arus Fasa (Ampere)

θ = Sudut pemisahan antara voltan dan arus.

3.1.3 Kuasa Ketara

Kuasa ketara adalah jumlah kuasa yang dibekalkan dalam suatu sistem kuasa, iaitu jumlah kuasa vektor kuasa aktif dan kuasa reaktif seperti yang digambarkan dalam rajah 3.1. Sudut pemisahan antara kuasa aktif dan kuasa ketara adalah sudut faktor kuasa. Kuasa ketara diukur dalam unit kilovolt-ampere (kVA).