

“Saya akui bahawa saya telah membaca karya ini dan pada pandangan saya karya ini adalah memadai dari segi skop dan kualiti untuk tujuan penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Termal -Bendalir)”

Tandatangan :

Nama Penyelia : En. Ahmad Anas Yusof

Tarikh :

UNIT KUASA HIDRAULIK PADAT BOLEH UBAH KELAJUAN

KHAIRUL NIZAM BIN KHALID

Laporan ini diserahkan kepada Fakulti Kejuruteraan Mekanikal sebagai memenuhi sebahagian daripada syarat penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Termal-Bendalir)

Fakulti Kejuruteraan Mekanikal
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 Penulis : Khairul Nizam Bin Khalid

Tarikh : 13 Mei 2008

PENGHARGAAN

Segala puji bagi Allah. Bersyukur ke hadrat Ilahi kerana dengan izin-NYA, saya berjaya menyiapkan Laporan Projek Sarjana Muda dengan baik dan menamatkan pengajian dalam jurusan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Termal Bendalir).

Bantuan dan kerjasama pelbagai pihak pastinya suatu dorongan di atas kejayaan saya menyiapkan projek ini. Semurni apresiasi dan sekalung terima kasih buat En. Ahmad Anas bin Yusof selaku penyelia di sepanjang proses penyelidikan ini. Jasa dan budi baik tuan sentiasa kekal dalam ingatan. Semoga usaha kita, yang tersembunyi mahupun yang nyata mendapat keredhaan-Nya.

Setinggi penghargaan dan ucapan terima kasih juga buat En. Ikhmal Hisham bin Ibrahim dan En. Mazlan bin Tumin kerana sedikit sebanyak membantu menyumbangkan idea dalam menjayakan projek ini. Budi baik tuan, Allah juga yang dapat membalasnya.

Buat teman-teman seperjuangan, terima kasih di atas segala pertolongan dan semangat yang dihulurkan. Buat ibu dan ayah sekeluarga dan semua yang terlibat, terima kasih di atas sokongan padu yang berkekalan. Segala jasa baik kalian semua dibalas juga dengan kebaikan dari Allah S.W.T. Wassalam.

ABSTRAK

Penyelidikan ini membentangkan kajian tentang aplikasi penggunaan teknologi kawalan berkeupayaan mengubah kelajuan dalam unit kuasa hidraulik padat. Matlamat penyelidikan ini adalah untuk menyediakan pelbagai maklumat bagi menilai kemajuan teknologi ini sebagai satu potensi meningkatkan kecekapan tenaga dalam aplikasi kuasa bendalir. Kajian semula mendedahkan bahawa melalui penggunaan pemacu boleh ubah kelajuan iaitu penyongsang (inverter), boleh mengurangkan kehilangan tenaga. Kebolehan untuk mengawal keupayaan mesin pemutar dinamik, seperti pam -pam dan kipas serta aplikasi untuk mesin-mesin kuasa bendalir, seperti unit kuasa hidraulik padat, mempunyai satu prospek yang baik dalam meningkatkan kecekapan. Walaupun beberapa teknologi mencadangkan penggunaan kawalan boleh ubah kelajuan dalam aplikasi-aplikasi munasabah, ia juga membawa pelbagai cabaran yang disebabkan oleh beberapa masalah seperti pembangunan dan pengintegrasian komponen yang masih belum mencukupi, keboleharapan yang lemah, kos modal yang tinggi dan kegagalan pemasangan demonstrasi untuk menghasilkan simpanan tenaga. Oleh kerana penyongsang berteraskan pemacu boleh ubah kelajuan menawarkan teknologi yang berpotensi sebagai simpanan tenaga, penyelidikan menyeluruh adalah masih diperlukan untuk pembangunan optimum dan sistem yang lebih kos efektif.

Katakunci-Unit kuasa hidraulik padat, unit kawalan boleh ubah kelajuan, penyongsang.

ABSTRACT

This research presents a review of the application on variable speed capacity control in a compact hydraulic power unit. The aim is to put together diversified information and to appraise recent advances in promoting energy efficiency in fluid power application. The review reveals that through the use of variable-speed drives based on inverters, a solution for reducing energy loss is expected. The ability to control the capacity of rotor dynamic machines, such as pumps and fans, and their application to fluid power machines, such as compact hydraulic power unit, has a promising prospect of increasing efficiency. Although some technology has suggests the use of variable speed control in feasible applications, it also promotes variety of challenges, due to a number of problems, such as insufficient development and integration of components, poor reliability, high capital cost and the failure of demonstration installations to produce the expected energy savings. Since the inverter-based variable-speed drive technology offers the potential for energy savings, considerable research work is still required for the development of optimized and cost-effective systems.

Keywords- *Compact hydraulic power unit, Variable speed control, inverters.*

KANDUNGAN

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
	PENGAKUAN	ii
	PENGHARGAAN	iii
	ABSTRAK	iv
	ABSTRACT	v
	KANDUNGAN	vi
	SENARAI JADUAL	ix
	SENARAI GRAF	x
	SENARAI RAJAH	xi
	SENARAI SIMBOL	xiii
	SENARAI LAMPIRAN	xiv
BAB I	Pengenalan	
	1.1 Pengenalan	1
	1.2 Objektif	5
	1.3 Skop	6
BAB II	KAJIAN ILMIAH	
	2.0 Kajian Ilmiah	7
	2.1 Keperluan Penggunaan Pemacu Boleh Ubah Kelajuan	8
	2.2 Pengeluaran/Penggunaan Tenaga	8
	2.3 Saiz Sesaran Pada Pam	9
	2.4 Tenaga Dapat Dijimatkan Pada Pam	10

2.5	Kawalan Aliran Melalui Modulasi Kelajuan Motor Elektrik	12
2.6	Penyelidikan Kelebihan Mengawal Aliran Dalam Meningkatkan Kecekapan	14
2.7	Penyelidikan Teknologi Penyongsang Berteraskan Pemacu Boleh Ubah Kelajuan	16
2.8	Frekuensi (Bentuk Gelombang AC)	18
	2.8.1 Perbandingan Gelombang Frekuensi	19
2.9	Bagaimana AC Motor Beroperasi Dengan VSD	20
2.10	Perihal/Gambaran Sistem VSD	21
2.11	Operasi Motor AC	21
2.12	Model Matematik Unit Kuasa Hidraulik Padat Boleh Ubah Kelajuan	23

BAB III KAEDAH KAJIAN

3.1	Simulasi Dan Pembangunan Eksperimen Terhadap Unit Kuasa Hidraulik Padat Boleh Ubah Kelajuan	24
3.2	Gambar-Gambar Unit Dan Keterangan	25
3.3	Ujikaji Kecekapan Pemacu Boleh Ubah Kelajuan (VSD) Sebagai Satu Unit Kawalan Aliran (Eksperimen 1)	29
	3.3.1 Keputusan Yang Dijangka Melalui Kaedah Simulasi	30
3.4	Ujikaji Perbandingan Kecekapan Sistem Hidraulik Antara Alatan Injap Kawalan Dan Unit Kawalan VSD (Eksperimen 2)	32
3.5	Ujikaji Keberkesanan Suhu Yang Dihasilkan Oleh Sistem Penyejuk Unit Kuasa Padat (Power Pack Integrated Cooling System, PICOS)	36

3.6	Keterangan Formula	38
3.6.1	Kecekapan Isipadu	38
3.6.2	Kuasa Bendalir	38
BAB IV	KEPUTUSAN	
4.0	Keputusan	39
4.1	Kawalan Aliran Melalui Modulasi Kelajuan Motor Elektrik	40
4.2	Keputusan Kecekapan VSD Sebagai Satu Unit Kecekapan Mengawal Kadar Aliran	40
4.3	Keputusan Perbandingan Kecekapan Sistem Hidraulik Antara Alatan Injap Kawalan Dan Unit Kawalan VSD (Eksperimen 2)	45
4.4	Keputusan Keberkesanan Suhu Yang Dihasilkan Oleh Sistem Penyejuk Unit Kuasa Padat (Power Pack Cooling System, PICOS)	54
BAB V	PERBINCANGAN	
5.1	Implikasi Penggunaan VSD Dan Kelebihannya	62
5.2	Perbandingan Antara Pemacu Boleh Ubah Kelajuan dan Injap Kawalan	65
5.3	Implikasi Penggunaan PICOS dan Kelebihannya	66
BAB VI	KESIMPULAN DAN CADANGAN	
6.1	Kesimpulan	67
6.2	Cadangan	68
	RUJUKAN	71
	BIBLIOGRAPHY	73
	LAMPIRAN	74

SENARAI JADUAL

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
3.1	Spesifikasi MultiHandy	27
4.1	Keputusan eksperimen pada keadaan teori	41
4.2	Keputusan eksperimen pada keadaan sebenar	42
4.3	Peratus kecekapan isipadu dan peratus ralat	44
4.4	Hasil eksperimen kes lejang pemanjangan mengangkat beban dengan menggunakan injap kawalan	46
4.5	Hasil eksperimen kes lejang pemanjangan mengangkat beban dengan menggunakan kawalan VSD	48
4.6	Perbandingan Penggunaan Kuasa Sistem Hidraulik Antara Alatan Injap Kawalan Dan Unit Kawalan VSD	50
4.7	Perubahan suhu yang berlaku dalam tangki unit kuasa hidraulik padat	56
4.8	Perubahan suhu yang berlaku dalam tangki unit kuasa hidraulik padat dengan PICOS (kipas sebagai penyedut udara)	58
4.9	Perubahan suhu yang berlaku dalam tangki unit kuasa hidraulik padat dengan PICOS (kipas sebagai peniup udara)	60
5.1	Perbandingan antara pemacu boleh ubah kelajuan dan injap kawalan	65

SENARAI GRAF

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
3.1	Jangkaan penggunaan VSD sebagai unit kawalan aliran kecekapan tinggi	31
3.2	Jangkaan perubahan suhu dalam tangki hidraulik	37
4.1	Hubungan antara perubahan frekuensi dan kadar aliran bendalir	44
4.2	Perbandingan antara kuasa sistem dan kuasa injap kawalan	51
4.3	Perbandingan antara kuasa sistem dan kuasa VSD	52
4.4	Perbandingan antara kuasa sistem dan kuasa yang digunakan oleh kedua-dua alatan kawal aliran	53
4.5	Perbandingan suhu dalam tangki hidraulik	61

SENARAI RAJAH

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
2.1	Pam	9
2.2	Keperluan kuasa kasar dengan pelbagai bentuk kawalan (Sumber: Reinhold A. Errath)	11
2.3	Ilustrasi sistem pam sambungan selari (Sumber: Reinhold A. Errath)	12
2.4	Kehilangan kuasa pada sistem injap kawalan (Sumber: Tonglin Shang, April 2004)	13
2.5	Aliran boleh ubah dengan penggunaan injap selak (Sumber: Mansouri, 2001)	14
2.6	Penjimatan tenaga dengan penyongsang -pemacu motor (Sumber: Nakano dan Tanaka, 1988)	15
2.7	Pemacu boleh ubah kelajuan (VSD)	16
2.8	Klasifikasi elektronik VSD	17
2.9	Ilustrasi bentuk gelombang arus terus dan ulang -alik	19
2.10	Perbandingan gelombang frekuensi	19
2.11	Sistem VSD	21
2.12	Contoh 4 kutub motor	22
3.1	Sistematik litar eksperimen	24
3.2	Unit kuasa hidraulik padat	25
3.3	Unit kawalan penyongsang berteraskan pemacu boleh ubah kelajuan	26
3.4	Unit pengukuran pelbagai fungsi (DAQ I/O Multifunction Pad)	26
3.5	Unit paparan pengukuran (MultiHandy)	27

3.6	Injap kawalan aliran(Flow Control Valve)	28
3.7	Hos-hos hidraulik	28
3.8	Litar eksperimen 1	29
3.9	Litar eksperimen untuk ujikaji kecekapan teknologi penyongsang VSD	29
3.10	Litar eksperimen 2	32
3.11	Litar eksperimen dengan menggunakan sistem injap kawalan	33
3.12	Litar eksperimen dengan menggunakan sistem kawalan VSD	35
3.13	Unit kuasa hidraulik padat dengan PICOS	36
3.14	Litar eksperimen untuk ujikaji keberkesanan suhu dalam tangki unit kuasa hidraulik padat	36
4.1	Unit kuasa hidraulik padat tanpa PICOS	55
4.2	Unit kuasa hidraulik padat dengan PICOS	57
4.3	Kipas sebagai peniup udara	59
6.1	Sistem penyejukan pada unit pemprosesan data computer.	69
6.2	Cadangan rekabentuk PICOS .	69

SENARAI SIMBOL

* Sistem Hidraulik

N	=	Putaran Per Minit, PPM
P	=	Tekanan, Pa
P	=	Kuasa Keluaran Pam, Watt
P_s	=	Tekanan Sistem, Bar
P_L	=	Tekanan Beban, Bar
Q	=	Kadar Aliran, LPM
Q_a	=	Kadar Aliran Sebenar, LPM
Q_t	=	Kadar Aliran Teori, LPM
Q_s	=	Kadar Aliran Sistem, LPM
Q_L	=	Kadar Aliran Beban, LPM
V_d	=	Sesaran Isipadu Tetap Pam, (cm^3/rev)
η_v	=	Kecekapan Isipadu
$^{\circ}\text{C}$	=	Darjah Celcius

* Sistem Elektrik

f	=	Frekuensi Kuasa AC, Hertz
p	=	Nombor Kutub Pada Motor Aruhan

SENARAI LAMPIRAN

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
A	Rajah Unit Kuasa Sistem Penyejukan Padat (Power Pack Integrated Cooling System, PICOS)	74
B	Lukisan Terperinci Rekabentuk Unit Kuasa Sistem Penyejukan Padat	75
C	Ujian Kecekapan Teknologi Penyongsang VSD Sebagai Satu Unit Kawalan Aliran (Eksperimen 1)	81
D	Sistem Pemasangan Wayar Antar a Pemacu Boleh Ubah Kelajuan Dengan Motor Elektrik	82

BAB I

PENGENALAN

1.1 Pengenalan

Pemacu boleh ubah kelajuan telah digunakan dalam pelbagai aplikasi dalam meningkatkan kecekapan tenaga. Sistem seumpama yang mengintegrasikan pemacu boleh ubah kelajuan sebagai satu sumber pengawal kelajuan adalah popular di dalam komuniti industri. Penyongsang berteraskan pemacu boleh ubah kelajuan telah digunakan dengan jayanya untuk mengawal keupayaan pelbagai mesin, seperti pam, kipas, mesin pemampat, sistem suntikan acuan, penekan hidraulik dan unit-unit penyaman udara kapasiti kecil.

Sejak wujudnya sistem kuasa bendalir, aplikasi keupayaan kawalan pemacu boleh ubah kelajuan telah berada di bawah pertimbangan melebihi 20 tahun terakhir. Walaupun alatan kawalan ini keupayaannya telah terbukti berdaya dalam meningkatkan kecekapan, namun masih juga timbul beberapa masalah yang menghalang pelaksanaannya dalam sistem unit kuasa hidraulik. Diantara permasalahannya ialah:

1. Pembangunan dan pengintegrasian diantara pam hidraulik dan pemacu boleh ubah kelajuan masih belum mencukupi.
2. Kos tinggi disebabkan oleh penggunaan pemacu boleh ubah kelajuan untuk tujuan umum.

3. Maklumat terhad daripada pengeluar-pengeluar tentang ciri-ciri prestasi sistem kawalan pemacu boleh ubah kelajuan.
4. Kegagalan demonstrasi untuk menjimatkan tenaga dalam peralatan kuasa bendalir.
5. Kebolehharapan pada pemasangan awal lemah disebabkan tiada pengalaman dan sistem kawalan tidak cukup maju.

Pada masa lalu, kecekapan tidak diberi keutamaan tinggi untuk sistem litar dan rekabentuk komponen hidraulik. Banyak perhatian telah berorientasikan ke arah mengejar sistem-sistem berprestasi tinggi dan untuk menjayakan tugas atau peranan sesuatu sistem. Dalam dekad kebelakangan ini, prestasi tinggi masih kekal satu keutamaan, tetapi sistem-sistem yang mana wujudnya keperluan kepada kecekapan tenaga telah mendapat perhatian untuk kajian yang lebih mendalam, ini adalah disebabkan oleh keperluan penggunaan minyak yang lebih ekonomi dan penggunaan tenaga elektrik yang lebih efektif untuk sesuatu tugas serta pertimbangan alam sekitar. Jika dibandingkan sistem hidraulik dengan sistem lain, sistem hidraulik adalah kurang cekap. Sebagai contoh sistem elektrik dan mekanikal dimana kecekapan biasa untuk sebuah kotak gear mekanikal adalah sekitar 98% hingga 99% dan untuk sebuah kotak gear dengan tiga penurunan adalah lebih daripada 95%.

Bagaimanapun, kecekapan biasa untuk satu pam hidraulik atau motor hanya 85% dan kecekapan keseluruhan untuk pam kawalan sistem hidraulik asas di bawah keadaan operasi maksimum adalah 70%. Jumlah kecekapan sebuah pam gabungan motor adalah berkurangan dengan banyak apabila sistem beroperasi pada satu julat putaran laju yang rendah. Jika injap-injap kawalan hidraulik dimasukkan untuk mengawal penggerak-penggerak (actuator) dalam satu sistem hidraulik, kecekapan keseluruhan akan menjadi rendah di bawah perbezaan beban tertentu. Kecekapan rendah dalam sesuatu sistem hidraulik hanya mendatangkan kerugian seperti penggunaan tenaga makin bertambah semata-mata untuk memastikan tugas sistem berjaya dilaksanakan.

Sebagai contoh kos operasi terus meningkat kerana perlunya pemasangan pam-pam yang lebih besar untuk membekalkan tenaga lebihan dan ini secara tidak langsung kelengkapan penyejukan yang lebih kompleks adalah diperlukan untuk memastikan haba dapat dilepaskan dengan menyeluruh. Permintaan untuk pemacu hidraulik berkecekapan tinggi juga telah bertambah terutamanya apabila dibandingkan dengan pemacu elektrik dan mekanikal. Jika kecekapan sistem pemacu hidraulik tidak boleh diperbaiki, banyak aplikasi-aplikasi tradisional boleh dipraktikkan di mana kecekapan pemacu hidraulik (unit kuasa hidraulik padat) boleh tingkatkan dengan satu pemacu kuasa alternatif.

Oleh itu, satu unit kuasa hidraulik padat menggabungkan teknologi pemacu boleh ubah kelajuan (pemacu kuasa alternatif) untuk mengawal sesaran pam telah dibangunkan di mana aliran minyak yang disasarkan dari pam adalah berkadar dengan kelajuan putaran motor elektrik. Konsep baru ini adalah inovasi kepada penjimatan tenaga di mana memberi pengguna lebih pengawalan dalam mengurangkan kehilangan tenaga dalam sistem hidraulik. Mengurangkan kehilangan tenaga bermakna menambahkan kecekapan sistem. Sebagai contoh kos elektrik terus meningkat, maka satu pendekatan penilaian diperlukan dalam kaedah memperkenalkan lebihan tenaga dalam satu unit kuasa hidraulik cekap.

Melihat kepada peluang penyimpanan tenaga yang banyak dan kawalan tenaga yang lebih cekap, satu penyelidikan telah dilakukan. Penyelidikan ini bertujuan untuk mengkaji beberapa ketidakpastian dalam mengenal pasti pengintegrasian paling sesuai untuk unit kuasa hidraulik padat dengan pam sesaran malar dan teknologi pemacu boleh ubah kelajuan (VSD) untuk operasi boleh ubah kelajuan. Ia juga bertujuan untuk membangunkan strategi-strategi kawalan untuk integrasi kos efektif antara teknologi-teknologi ini. Tesis ini membentangkan satu pandangan dengan lebih mendalam tentang subjek yang dikaji dengan menghimpunkan maklumat-maklumat yang diterbitkan sebelum ini bagi membangunkan sistem tenaga hidraulik cekap.

Bagi menjayakan penyelidikan ini, satu unit kuasa hidraulik padat boleh ubah kelajuan telah dibangunkan untuk tujuan kajian. Kajian dilakukan terhadap keupayaan unit kawalan pemacu boleh ubah kelajuan dari aspek-aspek mekanikal dan elektrik. Keputusan simulasi dan eksperimen juga dibentangkan ke atas pengaruh frekuensi terhadap keupayaan mengawal aliran. Di samping itu juga, sebuah unit penyejukan efektif (power pack integrated cooling system, PICOS) telah dibangunkan untuk kegunaan unit kuasa hidraulik padat dalam memastikan kecekapan sistem sentiasa berada pada tahap terbaik. Kajian dilakukan terhadap keupayaan dan keberkesanan unit penyejukan ini dari aspek kawalan beban haba pada tangki penyimpanan bendalir unit kuasa hidraulik padat.

1.2 Objektif

Penghasilan unit kuasa hidraulik boleh ubah kelajuan (VarComp) ini dilaksanakan berdasarkan kepada objektif yang telah ditetapkan. Objektif utama penghasilan VarComp ini adalah untuk membangunkan satu unit VarComp dengan menggabungkan penggunaan teknologi penyongsang berteraskan pemacu boleh ubah kelajuan (VSD) dengan pam sesaran malar. Fungsinya ialah untuk mengawal kadar sesaran bendalir hidraulik dengan mengawal kadar putaran per minit pada motor elektrik dan menganalisis potensi penggunaan pemacu ini berkeupayaan sebagai penyimpanan atau penjimatan tenaga.

Kelebihan pada unit kawalan hidraulik ini ialah kawalan kelajuan putaran motor elektrik boleh berubah-ubah mengikut kehendak pengguna iaitu dengan hanya mengubah nilai frekuensi pada pemacu boleh ubah kelajuan (VSD). Jika dibandingkan dengan unit kawalan hidraulik yang sedia ada dipasarkan, kebanyakannya kelajuan putaran unit adalah tetap dan bendalir yang disesarkan dikawal dengan beberapa penggunaan injap-injap kawalan hidraulik.

Disamping itu, pembangunan dan penghasilan sebuah unit penyejukan (PICOS) dilaksanakan untuk mengkaji tahap keberkesanan kawalan beban haba pada tangki penyimpanan bendalir dimana beban haba akan terhasil akibat daripada aktiviti sistem hidraulik unit kuasa hidraulik padat. Pembangunan unit ini bertujuan untuk menghasilkan sebuah sistem penyejukan efektif untuk unit kuasa hidraulik padat dan secara tidak langsung sebagai satu alatan kawalan dalam memastikan kecekapan sistem hidraulik sentiasa pada tahap terbaik dan kaedah penjimatan tenaga.

1.3 Skop

Antara skop yang dilaksanakan dalam penyelidikan ini ialah untuk membangunkan unit latihan dan beberapa eksperimen untuk ujian tahap keupayaan sebenar unit kuasa hidraulik padat boleh ubah kelajuan dari aspek kuasa, aliran, suhu dan kelajuan. Skop penyelidikan ini juga meliputi:

- a) Analisis dan kajian tenaga efektif yang dapat dihasilkan oleh unit kuasa hidraulik padat dengan gabungan pemacu boleh ubah kelajuan.
- b) Analisis dan menilai tahap kecekapan yang dapat ditingkatkan hasil daripada integrasi teknologi penyongsang VSD.
- c) Menghasilkan unit latihan untuk unit kuasa hidraulik padat boleh ubah kelajuan.
- d) Mereka bentuk dan menghasilkan sistem penyejukan efektif untuk unit kuasa hidraulik padat.
- e) Membuat perbandingan dan menganalisa keberkesanan sistem penyejukan yang dihasilkan dari aspek beban haba (suhu).

BAB II

KAJIAN ILMIAH

2.0 Kajian Ilmiah

Kajian ilmiah merupakan elemen penting dalam sesuatu pembangunan atau penyelidikan. Dalam bab ini, kajian lebih meli puti kepada keperluan pemacu boleh ubah kelajuan sebagai satu opsyen terbaik bagi penjimatan tenaga dalam satu unit kuasa hidraulik padat. Antara kajian ilmiah yang diselitkan adalah keperluan penggunaan VSD, kelebihan-kelebihan hasil dari penggunaan VSD, potensi VSD sebagai unit kawalan kelajuan, kawalan aliran melalui modulasi kelajuan motor elektrik dan teknologi penyongsang berteraskan VSD. Pengenalan dan prinsip-prinsip berkaitan dengan VSD turut diselitkan bersama seperti perkaitan antara frekuensi dalam mengawal putaran per minit dalam motor aruhan dan prinsip kendalian VSD (Model Matematik Unit Kuasa Hidraulik Boleh ubah Kelajuan).

2.1 Keperluan Penggunaan Pemacu Boleh Ubah Kelajuan

Kenapa menggunakan VSD. Penggunaan VSD sebagai kaedah penjimatan tenaga adalah satu kaedah yang mudah dan terbaik. Dengan pelaburan dan pengetahuan yang sedikit tentang kebolehan dan kendalian VSD, sesuatu sistem atau peralatan yang memerlukan kawalan aliran dapat dijimatkan penggunaannya dengan pam (sama seperti penggunaan pada kipas). Penghantaran tenaga yang dikehendaki sesuatu sistem dapat dicapai dengan efektif dengan hanya mengubah sedikit perubahan frekuensi pada VSD. Di antara sebab-sebab perlunya penggunaan VSD adalah seperti dibincangkan sub-sub topik di bawah.

2.2 Pengeluaran/Penggunaan Tenaga

Kehendak kepada kecekapan proses bertambah dan kelebihan pengurangan kos-kos pengeluaran adalah matlamat terakhir dalam mengoptimumkan sesuatu proses. Tenaga adalah satu kos pengeluaran yang penting. Sebagai contoh, penggunaan tenaga motor dalam sebuah mesin kertas biasa kebiasaannya adalah lebih kurang RM60/tan (3% semua kos operasi). Dalam sesuatu sistem pam sebanyak 35% penggunaan tenaga digunakan pada semua motor (kira-kira 1% semua kos operasi). Hal ini menunjukkan bahawa banyak ruang dapat digunakan untuk memperbaiki kecekapan tenaga dalam sistem pengepaman. Teknologi pemacu boleh ubah kelajuan (VSD) telah matang dan membentangkan satu pilihan pengoptimuman yang menarik. VSD bukan sahaja menyediakan simpanan tenaga tetapi potensi untuk prestasi kawalan yang jauh lebih baik dan kebolehubahan proses tinggi.

2.3 Saiz Sesaran Pada Pam



Rajah 2.1: Pam.

Menggunakan satu pam sebagai satu contoh, pam mempunyai saiz sesaran yang telah ditetapkan untuk satu kemungkinan paling teruk dalam erti kata lain beban maksimum yang dihasilkan. Rajah pam seperti yang ditunjukkan di atas telah ditetapkan saiz sesaran untuk aliran maksimum yang mungkin berlaku atau digunakan hanya beberapa jam setiap tahun. Tetapi bagi lebih kapasiti atau lebih tenaga yang terhasil untuk beberapa jam setiap tahun terpaksa dibazirkan melalui injap kawalan atau injap pelega.

Bagaimanapun, tenaga dapat dijimatkan dengan mengawal alirannya mengikut keperluan sistem. Apabila aliran dikawal, operasi sistem juga dapat ditingkatkan. Secara langsung jangka hayat penggunaan peralatan-peralatan dapat dipanjangkan.