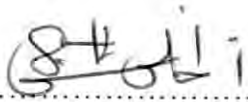


Saya akui bahawa yang saya telah membaca karya ini dan pada pandangan saya karya ini adalah memadai dari segi skop dan kualiti untuk tujuan penganugerahan

Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal ( Termal - Bendalir )

Tandatangan :  .....

Nama Penyelia : En Mohd Anas Bin Yusof

Tarikh : 14 Mei 2007

KAJIAN MENGENAI KECEKAPAN DALAM MENGGUNAKAN MOTOR  
ORBITAL SEBAGAI METER KADAR ALIR HIDRAULIK / PENGUKUR DI  
DALAM MAKMAL HIDRAULIK DAN PNEUMATIK FKM , UTEM

SHAHIMA BT MOHD NADZRI

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 Melaka Malaysia ( UTeM )

November ,2006

Saya mengesahkan bahawa tesis yang berjudul “ Kajian Mengenai Kemungkinan Menggunakan Orbital Motor Sebagai Meter Kadar Alir Hidraulik / Pengukur di dalam Makmal Hidraulik dan Pneumatik FKM , UTeM ” adalah hasil usaha kajian kecuali rujukan yang dilampirkan .

Tandatangan : .....

Nama : Shahima Bt Mohd Nadzri

Tarikh : 14 April 2007

*Dedicated to my father and to my mother*

## PENGHARGAAN

Assalamualaikum W.B.T

Syukur ke hadrat allah S.W.T , kerana Allah S.W.T saya dapat menyiapkan Projek Tesis Tahun Akhir . Alhamdulillah .

Di samping itu , tanpa pertolongan mana- mana pihak , sudah pasti tesis ini tidak mampu di siap dan dihasilkan . Pertama- tama kalinya , saya ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada penyelia saya , En Anas BinYusof yang banyak membantu serta membimbing ketika saya menghadapi kesulitan . Tesis ini banyak memberi kelebihan dan kebaikan kepada diri saya sewaktu saya membuat perbincangan dan kajian . Di samping itu , terima kasih juga diucapkan kepada penyelia saya kerana sudi membaca draf tesis saya serta membetulkan segala kesilapan yang ada .

Akhir sekali , saya ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada kesemua ahli keluarga saya , sahabat saya terutamanya ahli rumah saya , dan semua yang telah menghulurkan pertolongan serta sumbangan secara sedar mahupun tidak .

Terima Kasih .

## **ABSTRACT**

Most of the current research on how to find flow rate in hydraulic system always focused on common hydraulic motor uses . Inside this project , an alternative are found to make the measurement . The design is to use orbital motor as a hydraulic flow meter . In this method , we study the overall performance of hydraulic flow meter . Beside that , and experiment and analysis are being conduct on hydraulic efficient , and other performance based on different parameters . It is done to get response on the efficiencies of orbital motor and utilities need this type of meter inside the treatment plants in wastewater collection , and in potable water distribution to determine process variables .

## ABSTRAK

Kebanyakan kajian masa kini dalam mencari kadar alir di dalam sistem hidraulik lebih tertumpu kepada penggunaan motor hidraulik biasa . Oleh yang demikian, satu alternatif telah dibuat untuk mencari pengukuran kadar alir . Pendekatan baru tersebut adalah menggunakan motor orbital sebagai meter kadar alir hidraulik . Di dalam kaedah ini kita akan mencari dan mengkaji keseluruhan bagi meter kadar alir hidraulik . Selain daripada itu , pelbagai ujikaji dan analisa dijalankan ke atas motor orbital ini seperti kecekapan hidraulik , dan prestasi persembahan berdasarkan parameter yang berlainan . Semua analisa yang dijalankan adalah untuk menilai tahap keberkesanan motor orbital untuk bertindak sebagai meter kadar alir dan mencari kadar alir penting untuk loji perawatan sisa kegunaan air , dan di tempat pengagihan air .

## KANDUNGAN

<b>BAB</b>	<b>PERKARA</b>	<b>MUKA SURAT</b>
<b>1</b>	<b>PENGENALAN</b>	<b>1</b>
	1.1 Prakata	1
	1.2 Penyusunan Projek	3
	1.3 Objektif Projek	6
	1.4 Skop Projek	7
 <b>2</b>	 <b>KAJIAN ILMIAH</b>	 <b>8</b>
	2.1 Pengenalan Kepada Meter Kadar Alir dan Pengesan Aliran	8
	2.2 Pengenalan Kepada Motor Hidraulik	11
	2.3 Motor Orbital	
	2.3.1 Prinsip Operasi	13
	2.3.2 Set Roda Gear	13
	2.3.3 Injap Pengagih	14
	2.3.4 Pemilihan Saiz Motor	16
	2.3.5 Tokokan Untuk Fungsi Diagram	16
	2.3.6 Dimensi Galas	18



<b>BAB</b>	<b>PERKARA</b>	<b>MUKA SURAT</b>
2.4	Pemilihan Meter Kadar Alir	19
2.5	Jenis Meter Kadar Alir	20
2.5.1	Meter Kadar Alir Sesaran Positif	20
2.5.2	Meter Kadar Alir Turbin	22
2.5.3	Meter Kadar Alir Berbentuk Oval	23
2.5.4	Meter Kadar Alir Ultrasonik	26
2.5.5	Meter Kadar Alir Jirim	28
2.5.6	Meter Kadar Alir Jirim Jenis Termal	29
2.5.7	Meter Kadar Alir Roda Pengayuh ( <i>Paddlewheel Flowmeters</i> )	29
2.6	Kelebihan Dan Had Bagi Meter Kadar Alir	30
2.7	Bahan – bahan Serta Alatan Yang Digunakan	31
2.8	Harga	33
<b>3</b>	<b>METODOLOGI</b>	<b>34</b>
3.1	Rekabentuk Litar	34
3.2	Sistem	35
3.3	Komponen	37
3.4	Persamaan Matematik	39
3.4.1	Persamaan Bagi Kadar Alir	41
3.4.2	Aliran Bendalir	43

<b>BAB</b>	<b>PERKARA</b>	<b>MUKA SURAT</b>
<b>4</b>	<b>DATA UJIKAJI</b>	<b>48</b>
	4.1 Data Analisis	48
	4.2 Analisis Graf Dari Data Yang Diperolehi Bagi Mencari Nilai Pekali .	59
	4.2.1 UJIKAJI 1 : Kajian Mengenai Kecekapan Dalam Menggunakan Kaca Pengukur Sebagai Meter Kadar Alir Hidraulik .	59
	4.2.2 UJIKAJI 2 : Kajian Mengenai Kecekapan Dalam Menggunakan Motor Orbital Sebagai Meter Kadar Alir Hidraulik	61
	4.3 Perbincangan mengenai nilai pekali bagi menyetarakan nilai kadar alir bagi kedua – dua ujikaji berikut	63
	4.4 Pembuktian mengenai kebolegunaan litar hidraulik dengan motor orbital dalam kajian “ Variable Speed Hydraulic Drive Unit ”	66

<b>5</b>	<b>KESIMPULAN DAN CADANGAN</b>	<b>68</b>
	5.1 Kesimpulan	68
	5.2 Cadangan	70
	<b>RUJUKAN</b>	<b>71</b>
	<b>LAMPIRAN A</b>	<b>73</b>

## SENARAI JADUAL

NO. JADUAL	TAJUK	MUKA SURAT
4.1 (a)	Data Bagi Masa , Isipadu Tetap Bagi Setiap Tekanan ( Dari pam )	48
4.1 (b)	Hasil Keputusan Ujikaji – Kadar Alir Yang Dicari	49
4.2 (a)	Data Bagi Masa Tetap , Isipadu Bagi Setiap Tekanan ( Masa tetap )	50
4.2 (b)	Hasil Keputusan Ujikaji – Kadar Alir Yang Dicari	51
4.3 (a)	Data Bagi Masa , Isipadu Tetap Bagi Setiap Tekanan ( Paip rangkaian )	52
4.3 (b)	Hasil Keputusan Ujikaji – Kadar Alir Yang Dicari	53

<b>NO. JADUAL</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
4.4 (a)	Data Bagi Masa , Isipadu Tetap Bagi Setiap Tekanan ( Tanpa paip rangkaian)	54
4.4 (b)	Hasil Keputusan Ujikaji – Kadar Alir Yang Dicari	55
4.5 (a.)	Hasil Keputusan Kedua – dua Ujikaji Bagi Kadar Alir Yang Dicari	56
4.5 (b)	Hasil Keputusan Kedua – dua Ujikaji Bagi Kadar Alir Yang Telah Disetarakan	58
4.6	Data bagi Tekanan , ( P ) Dan Kadar Alir , ( Q )	66

## SENARAI RAJAH

NO. RAJAH	TAJUK	MUKA SURAT
1.1	Gambarajah Loji Pengeluaran Sistem Pembuatan	1
1.2	Carta Alir Bagi Proses Pengendalian PSM	6
2.1	Simbol Skematik Bagi Kuasa Bendalir Iaitu Penunjuk Kadar Alir Dan Meter Kadar Alir	10
2.2	Gambarajah Motor Hidraulik	11
2.3 (a)	Gambarajah Roda Gear	13
2.3 (b)	Gambarajah Injap Kili	14
2.3 (c)	Gambarajah Injap Cakera Bersama Injap Pemacu	15
2.4	Diagram Cengkerang	17

NO. RAJAH	TAJUK	MUKA SURAT
2.5	Motor Dengan Galas Jarum Dan Motor Dengan Pengguling Galas Tirus	18
2.6	Meter Kadar Alir Sesaran Positif	21
2.7	Meter kadar Alir Turbin	22
2.8 (a)	Gambarajah Meter Kadar Alir Gear Bujur	23
2.8 (b)	Gambarajah Rekabentuk Dalaman Bagi Meter Kadar Alir Gear Bujur	23
2.8 (c)	Meter Kadar Alir Gear Bujur Bersesaran Positif	25
2.9 (a)	Komponen utama bagi meter kadar alir rintangan bebas elektromagnet tiub aliran termasuklah elektrod dan gegelung	27
2.9 (b)	Meter kadar alir elektromagnet jenis air adalah lebih ringan , padat dan senang diselenggara di antara paip keluaran	27
2.9 (c)	Meter kadar alir Doppler menggunakan prinsip tindakbalas denyutan bunyi untuk mengukur kadar alir cecair	28

NO. RAJAH	TAJUK	MUKA SURAT
3.1	Gambarajah Litar Skematik Hidraulik Sistem	34
3.2	Gambarajah Perkaitan Di antara Susutan Tekanan Dan Kadar Alir Dalam Pelbagai Gerek Paip	40
3.3	Aliran Melalui Paip	43
3.4 :	Aliran lamina dan gelora adalah dua jenis aliran yang sering ditemui dalam operasi pengukuran aliran cecair . Kebanyakan aplikasi terlibat dalam aliran gelora , dengan nilai R melebihi 3000 . Cecair yang likat selalunya adalah aliran lamina dimana nilai R kurang daripada 2000 . Zon pemindahan di antara 2 peringkat ini berkemungkinan lamina atau gelora .	45
3.5	Menunjukkan Isipadu Cecair Mengalir Melalui Paip Pada Sesuatu Jangka Masa	47
4.1 (a)	Graf di atas menunjukkan Graf Kadar Alir , $Q_1$ Melawan Tekanan , $P$ ( Ujikaji terus dari pam )	59



NO. RAJAH	TAJUK	MUKA SURAT
4.1 (b)	Graf di atas menunjukkan Graf Kadar Alir , $Q_2$ Melawan Tekanan , $P$ ( Ujikaji dengan masa tetap , $t = 15s$ )	60
4.2 (a)	Graf di atas menunjukkan Graf Kadar Alir , $Q_3$ Melawan Tekanan , $P$ ( Ujikaji dengan guna paip kebocoran )	61
4.2 (b)	Graf di atas menunjukkan Graf Kadar Alir , $Q_4$ Melawan Tekanan , $P$ ( Ujikaji tanpa guna paip kebocoran )	62
4.3	Graf di atas menunjukkan Graf Kadar Alir , $Y_1$ ( Ujikaji terus dari pam ) Melawan Kadar Alir , $X_1$ ( Ujikaji dengan guna paip kebocoran )	64
4.4	Graf di atas menunjukkan Graf Kadar Alir , $Y_2$ ( Ujikaji dengan sela masa tetap , $t=15s$ ) Melawan Kadar Alir , $X_2$ ( Ujikaji tanpa guna paip kebocoran )	65
4.5	Menunjukkan Graf Kadar Alir ( $m^3/s$ ) Melawan Tekanan ( bar )	67

### SENARAI SIMBOL

SIMBOL	DEFINISI	NILAI	UNIT
$A$	Luas	-	$m^2$
$p$	Tekanan	-	$N/m^2$
$n$	Pi ( tetap )	3.1416	3.146
$g$	Graviti ( tetap )	9.81	$m/s^2$
$D$	Diameter	-	m
$t$	Masa	-	s
$v$	Halaju	-	$m/s, m/min$
$Q$	Kadar Alir	-	$lpm, m^3/min$
$Q_A$	Kadar Alir Teori	-	$lpm$
$Q_T$	Kadar Alir Sebenar	-	$lpm$
$P$	Kerja	-	$N.m$
$V$	Isipadu	-	$m^3$
$V_p$	Sesaran Pam	-	$cm^3/rev$
$V_M$	Sesaran Motor	-	$cm^3/rev$
$Re$	Nombor Reynolds	-	<i>unitless</i>
$N$	Halaju Putaran	-	$rev/min$
$C_V$	Pekali Kadar Alir	-	$lpm / \sqrt{kpa}$

<b>HURUF GREEK</b>	<b>DEFINISI</b>	<b>NILAI</b>	<b>UNIT</b>
$\rho$	Ketumpatan	-	kg/m <sup>3</sup>

<b>SUBSKRIP</b>	<b>DEFINISI</b>
Maks	Maksimum
Min	Minimum

## SENARAI LAMPIRAN

LAMPIRAN	TAJUK	MUKA SURAT
A-1	Pengiraan Matematik	73
A-2	Meter Kadar Alir Turbin Yang Mengandungi Bilah Pelbagai Guna , Putaran Bebas .	82
A-3	Perkara Penting Dalam Proses Penjagaan Serta Servis Meter Kadar Alir .	83
A-4	Meter Turbin Boleh Dipasarkan untuk Keperluan Dari Segi Saiz , Berat Untuk Aplikasi Angkasa Lepas .	83
A-5	Gambarajah Meter Kadar Alir Gear	84
A-6	Gambarajah Menunjukkan Kepelbagaian Jenis Rekaan Bagi Meter Kadar Alir Pelbagai Arah	85

LAMPIRAN	TAJUK	MUKA SURAT
A-7	Gambarajah Menunjukkan Maklumat Teknikal Bagi Meter Kadar Alir Ultrasonik	85
A-8	Gambarajah Meter Kadar Alir Magnetik	86
A-9	Gambarajah di atas menunjukkan bahagian tiub-U bagi meter kadar alir Coriolis . Semua aliran bendalir akan melalui bahagian tiub-U meter kadar alir tersebut . Juga menunjukkan tiub-U bergetar dari atas ke bawah akibat magnet . Selain itu , turut menunjukkan pandangan akhir bagi tiub-U . Apabila bendalir mengalir menerusi tiub-U semasa ia bergetar , tiub akan melentur .	86
A-10	Gambarajah di atas menunjukkan elemen termal secara terus pada aliran laluan meter kadar alir Termal . Perhatikan bahawa , bendalir yang mengalir tidak menyentuh elemen termal , tetapi ia boleh memindahkan haba .	87
A-11	Meter Kadar Alir Termal	87
A-12	Gambarajah Di atas Menunjukkan Contoh Meter Vortex Untuk Mengukur Aliran .	88

<b>LAMPIRAN</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
A-13	Pemilihan Jenios Motor Orbital Hidraulik	88
A-14	Sifat Dan Jenis – jenis Motor Orbital	89
A-15	Carta Gantt Bagi PSM 1	90
A-16	Carta Gantt Bagi PSM	91

## BAB 1

### PENGENALAN

#### 1.1 Prakata



Rajah 1.1 : Gambarajah Loji Pengeluaran Sistem Pembuatan

Sistem hidraulik digunakan di dalam loji pengeluaran dan juga pemasangan dalam sistem pembuatan . Dengan sistem hidraulik , kita menghasilkan penjanaan yang bermutu bagi kuasa dan gerakan yang menggunakan bendalir hidraulik . Bendalir hidraulik memberi bahantara bagi pemindahan tenaga .

Bagi sistem kuasa hidraulik , perbezaan asas yang wujud adalah hidraulik pegun ( *stationary* ) dan hidraulik mudah gerak ( *mobile* ) . Sebagai contoh , sistem hidraulik mudah gerak akan bergerak di atas roda atau trek . Tidak seperti sistem hidraulik pegun, ia berada tetap di atas satu posisi . Perkara yang terlalu tipikal pada hidraulik mudah gerak adalah injapnya beroperasi secara kerap .

Bagi kes hidraulik pegun pula , injap solenoidnya kerap digunakan . Operasi secara manual injap hidraulik ini adalah menyusahkan jika digunakan di dalam sistem hidraulik pegun yang terlalu kompleks , tetapi ia adalah elok dan sesuai untuk sistem yang kecil dan padat .

Selainnya , penggunaan sistem hidraulik dan pneumatik termasuklah untuk industri marin , kapal terbang hidraulik ( *aircraft* ) . Kapal terbang hidraulik menggunakan hidraulik kerana pengiraan yang selamat adalah amat penting baginya .