

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 Ahmad Anas Bin Yusof

Tarikh

: 14 Mei 2007

**MEREKABENTUK SEBUAH SISTEM UNIT KUASA HIDRAULIK MUDAH
ALIH MENGGUNAKAN PAM BILAH BERUBAH BOLEH LARAS TEKANAN**


MUHAMMAD SYAMIM BIN ROSLI

Tesis ini dikemukakan sebagai memenuhi syarat penganugerahan
ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Termal Bendalir)

Fakulti Kejuruteraan Mekanikal
Universiti Teknikal Malaysia Melaka

APRIL, 2007

Saya mengesahkan bahawa tesis yang berjudul “Merekabentuk Sebuah Sistem Unit Kuasa Hidraulik Mudah Alih Menggunakan Pam Bilah Berubah Boleh Laras Tekanan ” adalah hasil usaha kajian kecuai rujukan yang dilampirkan .

Tandatangan : 

Nama : Muhammad Syamim Bin Rosli

Tarikh : 14 April 2007

PENGHARGAAN

Alhamdulillah.....

Segala puji-pujian bagi Allah S.W.T., Tuhan pencipta alam. Selawat dan salam ke atas junjungan besar Nabi Muhammad s.a.w. Syukur ke hadrat Ilahi kerana dengan limpah kurnia-Nya, maka projek ini dapat disiapkan dalam tempoh yang telah ditetapkan.

Di sini, penulis ingin merakamkan jutaan terima kasih terutamanya kepada penyelia projek, En Ahmad Anas Bin Yusof yang telah banyak memberi bimbingan, kerjasama serta galakan untuk meneruskan usaha projek ini.

Tidak lupa juga, setinggi-tinggi penghargaan dan jutaan terimakasih kepada kedua ibubapa yang banyak memberi inspirasi, dorongan dan bantuan untuk terus berjaya. Ucapan terima kasih ini juga ditujukan kepada juruteknik-juruteknik Fakulti Kejuruteraan Mekanikal, terutamanya En Junaidi, En Razmi dan En Ikmal atas kerjasama memberi maklumat-maklumat yang berkaitan dalam usaha menyiapkan projek ini. Jutaan terima kasih juga diucapkan kepada rakan-rakan seperjuang yang banyak memberi maklumat dan pada sesiapa yang terlibat sama ada secara langsung atau tidak langsung dalam membantu menyiapkan projek ini. Semoga Allah S.W.T. membalas segala jasa baik kalian semua.

Assalamualaikum

ABSTRAK

Draf ini merupakan kompilasi semua maklumat, pengetahuan dan aktiviti yang dijalankan termasuk merekabentuk, mengumpul maklumat, data dan menganalisis data yang berkaitan dengan objektif projek iaitu merekabentuk sebuah sistem unit kuasa hidraulik mudah alih menggunakan pam bilah. Draf ini juga menerangkan bagaimana peringkat awal objektif projek ini ingin dicapai melalui pelaksanaan skop projek. Pada bahagian awal draf ini, kajian penyelidikan dan pengenalan tentang komponen hidraulik diterangkan. Pengenalan komponen hidraulik ini merangkumi ciri-ciri serta kegunaannya di dalam melaksanakan projek ini. Bagi merekabentuk sebuah sistem unit kuasa hidraulik mudah alih menggunakan pam bilah, pengetahuan mengenai komponen-komponen hidraulik seperti pam bilah, tangki hidraulik, penapis hidraulik, motor elektrik, serta komponen kecil lain adalah penting. Pengetahuan ini perlu supaya rekabentuk sistem yang dirancang berjalan lancar dan memenuhi objektif yang telah ditetapkan. Di akhir draf ini, metodologi pelaksanaan projek serta data ujikaji dinyatakan.

ABSTRACT

This draft is the compilation of all knowledge, activities including designing, gathering information, data and data analysis which related to project objective that is development of a portable hydraulic unit using vane pump. This draft also describes how the initial stage project objectives want to achieve through the project scope. In the early part of this draft, research and introduction about the hydraulic components are explained. Introduction about hydraulic components is about the specification and the using in development of this project. To design a portable hydraulic unit using vane pump, knowledge about the component such as vane pump, reservoir, hydraulic filter, electric motor and other small components are important. This knowledge is use so the system design will function smoothly without a problem and comply the sets of objective of the project. In the final part of this draft, methodology and experiment data for this project is explained.

KANDUNGAN

BAB	PERKARA	HALAMAN
	HALAMAN JUDUL	i
	PENGHARGAAN	iv
	ABSTRAK	v
	ABSTRACT	vi
	ISI KANDUNGAN	vii
	SENARAI JADUAL	xi
	SENARAI RAJAH	xii
	SENARAI SIMBOL	xv
	SENARAI LAMPIRAN	xvi
1	Pengenalan	
	1.0 Pengenalan	1
	1.1 Unit Kuasa Hidraulik	1
	1.2 Aplikasi Unit Kuasa Hidraulik	3
	1.3 Objektif Projek	4
	1.4 Skop Projek	5
	1.5 Kepentingan Kajian	6
		6

2	KAJIAN ILMIAH	
2.1	Komponen Umum Sistem Kuasa Bendalir	7
2.2	Tangki Minyak Hidraulik	8
	2.2.1 Rekabentuk Tangki.	9
2.3	Pam Hidraulik	10
	2.3.1 Klasifikasi Pam.	12
	2.3.1.1 Pam Giar	13
	2.3.1.2 Pam Bilah.	13
	2.3.1.3 Pam Omboh	13
	2.3.2 Pemilihan Pam	13
	2.3.3 Kebisingan Pam	14
2.4	Motor Elektrik	17
	2.4.1 Pengkelasan Motor Jenis Arus Ulang Alik	17
	2.4.2 Prinsip Am	19
	2.4.3 Binaan Motor Aruhan	19
	2.4.3.1 Pemegun (<i>Stator</i>)	19
	2.4.3.2 Pemutar (Rotor)	20
	2.4.3.3 Pemutar Jenis Sangkar Tupai	20
	2.4.3.4 Pemutar Fasa Belit	21
2.5	Sistem Pengagihan Dan Kawalan Bendalir Kerja	22
	2.5.1 Penentuan Saiz Salur	23
	2.5.2 Paip	24
	2.5.3 Tiub	27
	2.5.4 Hos	31
	2.7.7 Faktor Penting Membuat Pemasangan Salur	34

3	METODOLOGI	
3.1	Pengenalan Metodologi	35
3.2	Pam Bilah Berubah Boleh Laras Tekanan	37
3.2.1	Pam Bilah	39
3.2.2	Formula Pam Yang Digunakan	41
3.2.3	Prestasi Pam Anjakan Positif	44
3.3	Tangki Hidraulik	46
3.3.1	Pengiraan Bagi Tangki Hidraulik	48
3.4	Pergandingan (Coupling)	49
3.5	Motor Elektrik	50
3.6	Merekabentuk	51
3.6.1	Pemilihan Rekabentuk.	51
3.6.2	Pemilihan Bahan	53
3.7	Fabrikasi	53
3.7.1	Proses Pengukuran	55
3.7.2	Proses Pemetongan	56
3.7.3	Proses Menggerudi	58
3.7.4	Proses Lipatan	60
3.7.5	Proses Mengimpal	61
3.7.6	Proses Mencanai.	63
3.7.7	Proses Mengecat	65
3.7.8	Proses Pemasangan	65
3.8	Dapatan Dan Kos Projek	67

4	ANALISIS UNIT KUASA HIDRAULIK	
4.0	Analisis Unit Kuasa Hidraulik	69
4.1	Pengiraan Bagi Pam Bilah Berubah Mengikut Spesifikasi ANSI	70
4.1.1	Penyelesaian Untuk Tork Pemandu (T_T)	70
4.1.2	Pengiraan Kuasa Masukan Bagi Pam (HP_1)	72
4.1.3	Pengiraan Kuasa Keluaran Bagi Pam (HP_H)	74
4.1.4	Pengiraan Bagi Kadar alir Teori (Q_T)	75
4.1.5	Pengiraan Bagi Kadar alir Sebenar (Q_A)	78
4.2	Pengiraan Bagi Pam Bilah Berubah Mengikut SI UNIT	80
4.2.1	Penyelesaian Untuk Tork Pemandu (T_T)	80
4.2.2	Pengiraan Kuasa Masukan Bagi Pam (KW_1)	82
4.2.3	Pengiraan Kuasa Keluaran Bagi Pam (KW_H)	84
4.2.4	Pengiraan Bagi Kadar alir Teori (Q_T)	85
4.2.5	Pengiraan Bagi Kadar alir Sebenar (Q_A)	88
4.3	Pengiraan Bagi Perubahan Isipadu Pam Bilah Berubah (V_D teori)	90
4.4	Pengiraan Bagi Kecekapan Isipadu (η_v) Pam Bilah Berubah	91
4.5	Pengiraan Bagi Kecekapan Mekanikal (η_m) Pam Bilah Berubah	92
4.6	Pengiraan Bagi Kecekapan keseluruhan (η_o) Pam Bilah Berubah	93
4.7	Tangki Hidraulik	94
4.7.1	Mencari Isipadu Maksimum (V_T) Bagi Tangki	94
4.7.2	Mencari Isipadu Minimum (V_T) Bagi Tangki	95
5	KESIMPULAN DAN CADANGAN	96
	RUJUKAN	101
	LAMPIRAN	102

SENARAI JADUAL

NO. JADUAL	TAJUK	HALAMAN
2-1	Bunyi yang dikeluarkan diukur skala Desibel Ampere db (A)	15
2-2	Had bunyi bagi berbagai jenis pam	17
2-3	Saiz Paip Keluli Matrik	25
2-4	Saiz Tiub Keluli	27
3-1	Spesifikasi Pam Bilah Berubah	37
3-2	Nama Kompenan Di Dalam Pam Bilah	38
3-3	Dimensi Bagi Penutupp Penapis Tangki	47
3-4	Dapatan Dan Kos Projek	67
3-5	Senarai Harga Barangan Komponen Hidraulik	68
4-1	Data Bagi Putaran Pam Pada Pelaras Tekanan dan Perubahan Kadar Alir(ANSI)	70
4-2	Data Bagi Putaran Pam Pada Pelaras Tekanan dan Tork (ANSI)	72
4-3	Data Bagi Tork dan Kuasa Masukan Untuk 800 rpm (ANSI)	72
4-4	Data Bagi Tork dan Kuasa Masukan Untuk 1800 rpm (ANSI)	73
4-5	Data Bagi Kelajuan Pam, Kadar alir (ANSI) dan Kuasa Keluaran Bagi Pam (ANSI)	75
4-6	Data Bagi Putaran Pam Pada Pelaras Tekanan dan Perubahan Kadar Alir (ANSI)	75
4-7	Data Bagi Kadar Alir Dan Kadaralir Teori Bagi Kelajuan Pam 800 rpm (ANSI)	76
4-8	Data Bagi Kadar Alir Dan Kadaralir Teori Bagi Kelajuan Pam 1800 rpm. (ANSI)	77
4-9	Data Bagi Putaran Pam Pada Pelaras Tekanan dan Perubahan Kadar Alir(ANSI)	78
4-10	Data Bagi Kadar Alir Dan Kadaralir Sebenar Bagi Kelajuan 800rpm(ANSI)	78

4-11	Data Bagi Kadar Alir Dan Kadaralir Sebenar Bagi Kelajuan 1800rpm(ANSI)	79
4-12	Data Bagi Putaran Pam Pada Pelaras Tekanan dan Perubahan Kadar Alir	80
4-13	Data Bagi Putaran Pam Pada Pelaras Tekanan dan Tork	82
4-14	Data Bagi Tork dan Kuasa Masukan Untuk 800 rpm	82
4-15	Data Bagi Tork dan Kuasa Masukan Untuk 1800 rpm	83
4-16	Data Bagi Kelajuan Pam, Kadar alir dan Kuasa Keluaran Bagi Pam	85
4-17	ata Bagi Putaran Pam Pada Pelaras Tekanan dan Perubahan Kadar Alir	85
4-18	Data Bagi Kadar Alir Dan Kadaralir Teori Bagi Kelajuan Pam 800 rpm	86
4-19	Data Bagi Kadar Alir Dan Kadaralir Teori Bagi Kelajuan Pam 1800 rpm.	87
4-20	Data Bagi Putaran Pam Pada Pelaras Tekanan dan Perubahan Kadar Alir	88
4-21	Data Bagi Kadar Alir Dan Kadaralir Sebenar Bagi Kelajuan 800rpm	89
4-22	Data Bagi Kadar Alir Dan Kadaralir Sebenar Bagi Kelajuan 1800rpm	89

SENARAI RAJAH

NO. RAJAH	TAJUK	HALAMAN
1-1	Simbol Asas bagi Komponen Unit Kuasa Hidraulik	2
1-2	Unit Kuasa Hidraulik	2
1-3	Rekabentuk Unit Kuasa Hidraulik	3
2-1	Tangki Dengan Ciri Rekabentuk Yang Baik	10
2-2	Pendesak (impeller) Pam Rotodinamik.	12
2-3	Parameter operasi	16
2-4	Pemegun	19
2-5	Pemutar sangkar tetupai dengan ketiadaan teras	21
2-6	Struktur binaan pemutar fasa berbelit	22
2-7	Menunjukkan jenis bebenang pada paip hidraulik	26
2-8	Penyambungan paip dengan komponen dan perkakasan lain	26
2-9	Menunjukkan tiub plastik poly-flo flareless.	29
2-10	Menunjukkan Pemasangan Gerumit	30
2-11	Lapisan-lapisan yang terdapat dalam binaan hos.	31
2-12	Pembinaan hos yang berbagai bentuk.	32
2-13	Hos dengan hujung dipasangkan secara tetap	33
3-1	Susun Atur Jalan Kerja Bagi Melengkapakan Projek Sarjana Muda	36
3-2	Pam Bilah Berubah Boleh Laras Tekanan NACHI VDS Series	37
3-3	Spesifikasi Komponen Pada Pam	38
3-4	Ukuran Dimensi Kompenan Dalam Pam Di Lakukan	39
3-5	Kerja Menyelenggara Pam Di Lakukan	40
3-6	Keadaan Pam Setelah Selesai di Selenggara	40
3-7	Tangki Hidraulik	46
3-8	Penutup Penapis Tangki & Meter Bacaan Paras Tangki	47
3-9	Skematik Penutup Penapis Tangki	47
3-10	Pergandingan (Coupling)	49
3-11	Motor Elektrik	50

3-12	Rekabentuk Pertama Bagi Hidraulik Kuasa Unit.	51
3-13	Rekabentuk Kedua Bagi Hidraulik Kuasa Unit	52
3-14	Rekod Aliran Proses Penghasilan Projek	54
3-15	Lukisan Ketika Proses Pengukuran Dilakukan	55
3-16	Penggarit dan Sesiku L Semasa Proses Pengukuran Dijalankan	55
3-17	Proses Pengukuran Dijalankan	56
3-18	' <i>Impact Cutter</i> '	57
3-19	' <i>Disk Cutter</i> '	57
3-20	Mesin Gerudi Tegak Dan Mesin Gerudi Tangan <i>Bosch</i>	58
3-21	Proses Menggerudi Dijalankan	59
3-22	Lubang Yang Di Tebuk Menggunakan Mesin Gerudi	59
3-23	Mesin Gerudi Tegak	60
3-24	Proses Lipatan Yang Digunakan Pada Penutup <i>Coupling</i> .	60
3-25	Set Kimpalan Arka	62
3-26	Gas Oksiteylin	62
3-27	Proses Mengimpal Dijalankan	63
3-28	Mesin pencanai	64
3-29	Kerja Menganai Dijalankan	64
3-30	Peralatan Mengecat. <i>Gun</i> dan Cat	65
3-31	Sistem Unit Kuasa Hidraulik Mudah Alih Menggunakan Pam Bilah Berubah Boleh Laras Tekanan Yang Telah Di pasang	67
4-1	Putaran Pam Pelaras Tekanan Melawan Perubahan Kadar Alir	71
5-1	Penghasilan Rekabentuk Unit Kuasa Hidraulik Melalui Perisian Komputer	96
5-2	Penghasilan Rekabentuk Unit Kuasa Hidraulik Melalui Kerja Fabrikasi	97
5-3	Kerja-Kerja Fabrikasi Unit Kuasa Hidraulik Di Bengkel	98
5-4	Keratan Rentas Bagi Pam Bilah Berbilang	99

SENARAI SIMBOL

SIMBOL	DEFINISI
D_b	- Desibel Ampere
D_o	- Diameter luar gear.
D_i	- Diameter dalam gear.
L	- Lebar gigi gear.
V_D	- Anjakan isipadu pam.
N	- Kelajuan putaran pam.
Q_T	- Kadar alir teori
Q_A	- Kadar alir sebenar
T_T	- Tork teori
η_v	- Kecekapan isipadu
η_m	- Kecekapan mekanikal
η_o	- Kecekapan keseluruhan
P_{max}	- Tekanan maksimum
V_T	- Isipadu tangki
W	- Beban
L	- Panjang plat
E	- Modulus Young
I	- Momen Inertia

SENARAI LAMPIRAN

NO. LAMPIRAN	TAJUK	HALAMAN
LAMPIRAN A	Carta alir pengendalian PSM 1 PSM 2	102
LAMPIRAN B	Lukisan isometrik unit kuasa hidraulik	103
LAMPIRAN C	Carta gant bagi projek hidraulik kuasa unit menggunakan pam bilah berbilang	104
LAMPIRAN D	Lukisan rekabentuk unit kuasa hidraulik	106
LAMPIRAN E	Lukisan pam bilah berubah	107
LAMPIRAN F	Lukisan tangki hidraulik	108
LAMPIRAN G	Lukisan penganding	109
LAMPIRAN H	Lukisan meter bacaan	110
LAMPIRAN I	Lukisan penutup penapis tangki	111
LAMPIRAN J	Lukisan roda	112
LAMPIRAN K	<i>Manual</i> Pam Bilah Berubah	113
LAMPIRAN L	Borang tempahan makmal	116

BAB 1





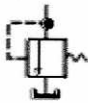
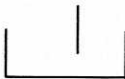
PENGENALAN

1.1 Unit Kuasa Hidraulik

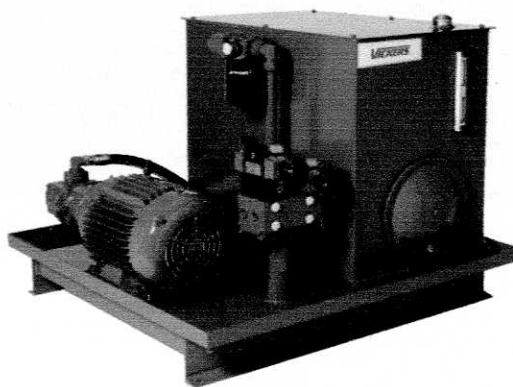
Unit Kuasa Hidraulik adalah sebuah unit kuasa yang menggunakan minyak hidraulik untuk menjana sesuatu pergerakan pada sesebuah sistem yang hanya melibatkan sistem hidraulik sahaja. Unit kuasa hidraulik banyak digunakan dalam sektor industri yang memerlukan kuasa untuk menggerakkan komponen-komponen yang terlibat dengan prosesnya.

Secara umumnya komponen yang terlibat dalam unit kuasa hidraulik ialah seperti tangki atau takungan bagi mengisi minyak hidraulik bagi sistem hidraulik. Pam juga digunakan untuk mengepam minyak hidraulik ke sistem. Jenis pam hidraulik yang biasa digunakan adalah pam gear, pam bilah dan pam omboh. Motor elektrik digunakan untuk menggerakkan pam yang terdapat pada unit kuasa hidraulik manakala sistem pempaipaan ataupun hos perlu untuk menghantar cecair hidraulik dan udara termampat kepada sistem bagi menjana pergerakan pada sistem tersebut.

Disertakan juga disebelah, simbol asas yang terdapat di dalam unit kuasa hidraulik bagi melengkapkan pengetahuan mengenai unit kuasa hidraulik.

Pam Hidraulik Anjakan Tetap	
	Pelbagai Arah
	<i>bidirectional</i>
Pam Hidraulik Anjakan Berubah	
	Pelbagai Arah
	<i>bidirectional</i>
Injap Pelaras Tekanan	
	Tekanan bendalir yang maksimum akan di masuk ke tangki
	Tangki Hidraulik

Rajah 1.1 Simbol Asas bagi Komponen Unit Kuasa Hidraulik

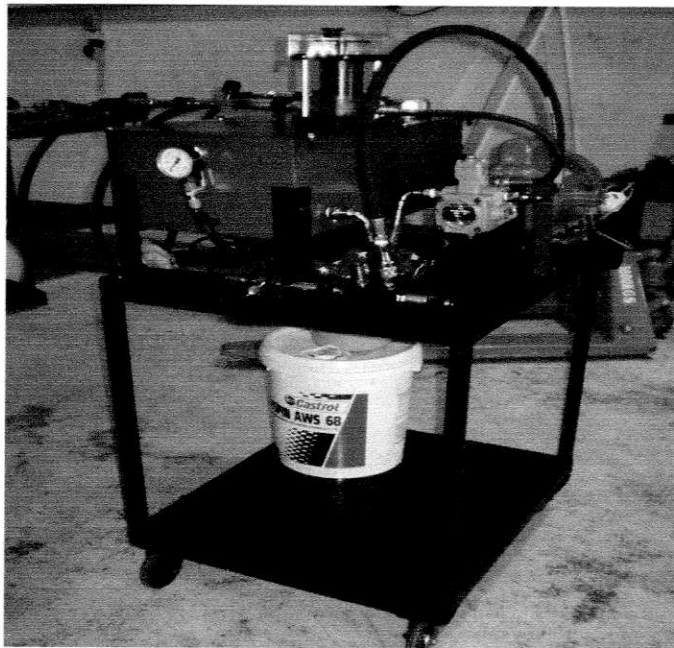


Rajah 1.2: Unit Kuasa Hidraulik

1.2 Aplikasi Unit Kuasa Hidraulik

Unit kuasa hidraulik membekalkan kuasa kepada sistem hidraulik. Antara sistem yang memerlukan kuasa dan unit kuasa hidraulik adalah:-

1. Sistem kemudi, sistem 'flap' dan sistem roda kapal terbang. Sistem ini lazimnya menggunakan sistem hidraulik.
2. Sistem hidraulik digunakan untuk mengoperasikan bahagian pengangkut 'fork lift'
3. Pemutar nat dan pemutar skru juga boleh dipacukan dengan samada menggunakan pacuan pneumatik atau hidraulik. Ini bergantung kepada besar atau kecilnya daya ikatan yang diperlukan.



Rajah 1.3: Rekabentuk Unit Kuasa Hidraulik

1.3 Objektif Projek

Objektif utama dalam merekabentuk sistem unit kuasa hidraulik ini adalah merekabentuk unit sistem hidraulik menggunakan pam bilah untuk tujuan pembelajaran dan kajian. Secara tidak langsung, objektif projek ini juga adalah untuk pembelajaran secara praktikal (Hand-On) di mana dilakukan sendiri oleh pelajar serta untuk memahami dan mengkaji prestasi keseluruhan unit kuasa hidraulik.

1.4 Skop Projek

Skop utama Projek Sarjana Muda ini adalah merekabentuk sebuah unit kuasa hidraulik menggunakan pam bilah berubah boleh laras tekanan dengan menggunakan langkah-langkah kerja fabrikasi yang baik dan penilaian prestasi unit kuasa hidraulik yang menggunakan pam bilah boleh laras tekanan.

1.5 Kepentingan Kajian

Kepentingan kajian semasa menjalankan kerja merekabentuk unit kuasa hidraulik ini adalah Untuk melengkapi pelajar dengan pengetahuan dan kemahiran berkaitan sistem hidraulik. Di samping itu, Pelajar berkemampuan untuk melakukan ujian yang berkaitan dan pengumpulan data untuk melengkapkan rekebentuk unit kuasa hidraulik yang dirancang dan analisis. Kemudian, pelajar berkemampuan menganalisis keputusan daripada data ujian yang dijalankan dan membuat cadangan mengenai cara-cara meningkatkan prestasi sistem unit kuasa bendalir. Oleh yang demikian, ia dapat memperolehi pengetahuan dan mempelajari kemahiran dalam menguraikan unit kuasa hidraulik. Di samping itu dapat melaksanakan ujian dan pengumpulan data dalam menganalisis unit kuasa hidraulik dan berkemampuan menganalisis keputusan dan memberi cadangan cara-cara mengurangkan masalah yang berlaku di dalam unit kuasa hidraulik serta mempelajari menggunakan perisian berkaitan dalam menjalankan analisis.

BAB 2

KAJIAN ILMIAH

2.1 Komponen Umum Sistem Kuasa Bendalir.

Secara umumnya komponen yang terlibat dalam sistem kuasa bendalir ialah seperti berikut;

- i. Tangki atau takungan bagi mengisi minyak hidraulik bagi sistem hidraulik.
- ii. Pam untuk mengepam minyak hidraulik
- iii. Motor elektrik untuk mengerakkan pemampat atau pam.
- iv. Injap untuk mengawal arah, tekanan, dan kadar alir bendalir kerja.
- v. Pengerak untuk menukarkan tenaga dari bendalir kepada tenaga mekanikal.

Oleh yang demikian, komponen di atas merupakan kesinambungan dalam sesuatu hidraulik. Komponen-komponen tersebut amat penting bagi menggerakkan sesuatu alat/mesin.

2.2 Tangki Minyak Hidraulik.

Tangki minyak hidraulik ini adalah amat penting untuk menyimpan minyak hidraulik. Fungsi asas tangki ini adalah untuk menyimpan minyak hidraulik sebelum ia dipam ke sistem dan untuk menerima minyak daripada sistem. Selain dari itu juga tangki bertujuan untuk membersihkan dan menyejukkan minyak hidraulik. Satu ketentuan telah ditetapkan untuk sebuah tangki minyak hidraulik iaitu:-

- i. Tahan bocor.
- ii. Tahan karat.
- iii. Mampu menampung bendalir yang cukup untuk memenuhi keperluan maksimum sistem tanpa mendedahkan ruang penafasan sedutan ke atmosfera.
- iv. Dapat menampung muatan yang secukupnya untuk mengawal suhu operasi bendalir, kecuali penukar haba jenis penyejukan udara atau air luar digunakan. Sistem hidraulik yang baik akan menukarkan 20% dari kuasa masukannya kepada haba, maka haba ini perlulah disingkirkan.
- v. Berupaya memisahkan air yang bercampur dengan minyak.
- vi. Dapat memendakkan bahan cemar pepejal di dalam minyak.
- vii. Mampu membebaskan udara yang terperangkap bebas. Gelembung udara yang memasuki paip sedutan akan menyebabkan berlakunya peronggaan di dalam pam dan silinder tindakan pula akan tersentak-sentak.
- viii. Mesti senang dibersihkan.
- ix. Mesti kuat untuk menampung daya-daya dari komponen yang dicagakkan ke atasnya.