

‘Saya akui bahawa 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 (Rekabentuk & Inovasi)’

Tandatangan : .....  
Nama Penyelia : EN. MOHD NAZIM BIN ABD RAHMAN  
Tarikh : .....

PENGOPTIMUMAN SISTEM NOZEL SEDIA ADA  
PADA MESIN PEMADAM API MUDAH ALIH

SARAH FATIHAH BINTI SHAHRIN

Laporan ini dikemukakan sebagai  
memenuhi sebahagian daripada syarat penganugerahan  
Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Rekabentuk & Inovasi)

Fakulti Kejuruteraan Mekanikal  
Universiti Teknikal Malaysia Melaka

APRIL 2010

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

Tandatangan : .....

Nama penulis : .....

Tarikh : .....

Untuk ayah,ibu dan keluarga tercinta,

serta

Rakan-rakan yang disayangi

## PENGHARGAAN

Syukur alhamdulillah ke hadrat Ilahi atas rahmat ihsannya laporan Projek Sarjana Muda ini berjaya disiapkan.

Setinggi-tinggi penghargaan diberikan kepada penyelia projek, En. Mohd Nazim bin Abd Rahman di atas bimbingan dan dorongan yang diberi sepanjang menjalani Projek Sarjana Muda ini. Tidak lupa juga sekalung penghargaan kepada penyelia kedua Ir. Mustafar bin Ab. Kadir kerana sudi memberi penilaian kepada projek ini.

Penghargaan juga ditujukan kepada Jabatan Bomba dan Penyelamat Melaka atas kesudian pihak tersebut membantu memberikan informasi dan sokongan mereka untuk menjayakan projek Penambahbaikan Sistem Nozel Automatik pada Mesin Pemadam Api Mudah Alih ini.

Jutaan terima kasih kepada semua yang terlibat samada secara langsung atau tidak langsung yang telah turut serta membantu menjayakan projek ini. Semoga laporan ini akan menjadi sumber rujukan kepada pelajar lain untuk meneruskan inovasi dan kreativiti di masa hadapan.

## ABSTRAK

Kajian ini adalah mengenai penyelidikan dan penambahbaikan pada sistem nozel automatik pada mesin pemadam api mudah alih berdasarkan sistem yang telah sedia ada. Mesin pemadam api mudah alih merupakan sebuah mesin yang dicipta dengan keupayaan untuk dikawal dengan menggunakan alat kawalan jauh di mana mesin ini mampu untuk masuk ke dalam bangunan yang terbakar untuk membantu memadam kebakaran. Tujuan utama penghasilan nozel automatik ini adalah untuk menukarkan jenis aliran air samada jenis aliran lurus atau aliran mencapah secara automatik dengan bantuan alat kawalan jauh. Metodologi dalam penghasilan projek ini menerapkan lima unsur penting dalam proses mereka bentuk sesuatu produk iaitu bermula dengan keperluan dan pernyataan masalah, melahirkan rekabentuk konsep-konsep alternatif, diikuti dengan rekabentuk konfigurasi dan para metrik dan seterusnya rekabentuk terperinci bagi setiap komponen produk. Untuk menambahbaik sistem yang sedia ada ini, pendawaian terhadap motor pada nozel dilakukan supaya nozel mampu berfungsi secara automatik. Injap bagi pengawalan aliran air ke nozel turut dilakukan bagi mengelakkan pembaziran air berlaku. Kajian dilakukan dengan bantuan perisian seperti *CATIA*, *Microsoft Office 2007* dan lain-lain lagi.

## **ABSTRACT**

*Studies are on research and production of improvement of automatic nozzle system of portable fire fighting machine. This portable fire fighting machine is a new creation which can be controlled by wireless remote control. This machine also can be used to fight the fire inside the building. The main objective of the automatic nozzle creation is to change the flow of the water either straight flow or diverge flow automatically from the wireless remote controlled. The methodology in the production of this project incorporates five essential elements in the process of designing a product that began with the statement of needs and problems statements, , produce an alternative design concepts, followed by the design configuration and the metric and further detailed design for each component product. To improve the existing nozzle system, the wiring of the nozzle's motor done so the nozzle will able to function automatically. The valves to control the water flow from the hose to the nozzle also done to avoid wastage of water. A study is done with the help of software such as CATIA, Microsoft Office 2007 and others.*

## KANDUNGAN

<b>BAB</b>	<b>PERKARA</b>	<b>MUKA SURAT</b>
	<b>PENGAKUAN</b>	<b>i</b>
	<b>DEDIKASI</b>	<b>ii</b>
	<b>PENGHARGAAN</b>	<b>iii</b>
	<b>ABSTRAK</b>	<b>iv</b>
	<b>ABSTRACT</b>	<b>v</b>
	<b>KANDUNGAN</b>	<b>vi</b>
	<b>SENARAI JADUAL</b>	<b>x</b>
	<b>SENARAI RAJAH</b>	<b>xi</b>
	<b>SENARAI SIMBOL</b>	<b>x</b>
	<b>SENARAI LAMPIRAN</b>	<b>xi</b>
<b>BAB 1</b>	<b>Pengenalan</b>	<b>1</b>
	1.1 Latar Belakang Projek	1
	1.2 Kenyataan masalah	2
	1.3 Objektif	2
	1.4 Skop	3



<b>BAB 2</b>	<b>KAJIAN ILMIAH</b>	<b>4</b>
2.1	Sistem Hos	5
2.2	Sistem Nozel ( <i>Branch</i> dan nozel)	11
2.3	Sistem Bekalan Air dan Pili Bomba	26
2.4	Motor Elektrik	27
2.5	Litar Elektrik	28
2.6	Sistem Penghantaran Kuasa	33
<b>BAB 3</b>	<b>KAEDAH KAJIAN</b>	<b>41</b>
3.1	Keperluan	42
3.2	Rekabentuk Konsep	43
3.3	Rekabentuk Konfigurasi	48
3.4	Rekabentuk Parametrik	52
3.5	Rekabentuk Terperinci ( <i>Detail Design</i> )	56
<b>BAB 4</b>	<b>REKABENTUK KONSEP</b>	<b>58</b>
4.1	Spesifikasi Rekabentuk Kejuruteraan <i>(Engineering design Specification)</i>	58
4.2	Penghuraian Komponen Produk <i>(Product Component Decomposition)</i>	62
4.3	Penghuraian Fungsi Produk <i>(Product Function Decomposition)</i>	62
4.4	Analisis Carta Morfologi	63

4.5	Rekabentuk Konsep Alternatif	65
4.6	Penilaian Konsep-konsep Alternatif	70
4.7	Rekabentuk Konsep Terakhir <i>(Final Concept)</i>	72
<b>BAB 5</b>	<b>REKABENTUK KONFIGURASI &amp; PARAMETRIK</b>	<b>76</b>
5.1	Konfigurasi Pendawaian Pada Sistem Nozel	76
5.2	Konfigurasi Mekanisma Penyambungan	80
5.3	Konfigurasi Litar Kawalan Motor	83
5.4	Konfigurasi Sistem Penghantaran Kuasa Pada Nozel	85
<b>BAB 6</b>	<b>REKABENTUK TERPERINCI</b>	<b>89</b>
6.1	Mekanisma Penggulungan	89
6.2	Sistem Penghantaran Kuasa	97
<b>BAB 7</b>	<b>PERBINCANGAN</b>	<b>100</b>
<b>BAB 8</b>	<b>KESIMPULAN DAN CADANGAN</b>	<b>103</b>

<b>RUJUKAN</b>	<b>105</b>
<b>BIBLIOGRAFI</b>	<b>106</b>
<b>LAMPIRAN A</b>	<b>107</b>
<b>LAMPIRAN B</b>	<b>108</b>

**SENARAI JADUAL**

<b>BIL</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
4.1	Carta Morfologi	59
4.2	Kaedah matrik <i>Pugh</i> - Rekabentuk pendawaian	70
4.3	Kaedah Matrik <i>Pugh</i> – Rekabentuk mekanisma	71
5.1	Jadual Pemilihan Wayar	78
6.1	Data Perisian FED V3.4 (versi demo) untuk pilin pegas	94

## SENARAI RAJAH

<b>BIL</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
2.0	(a) Hos hantaran. (Sumber: Jab. Bomba dan Penyelamat Melaka)	5
2.0	(b) Hos saksen.	5
2.1	Pembinaan hos salur bantu mula (1) <i>Wrapped type</i> dan (2) <i>brainded type</i> (3) hos salur bantu mula. (Sumber: Jab. Bomba dan Penyelamat Melaka)	9
2.2	Binaan hos saksen permukaan licin. (Sumber: Jab. Bomba dan Penyelamat Melaka)	10
2.3	Pembinaan hos saksen permukaan kasar. (Sumber: Jab. Bomba dan Penyelamat Melaka)	10
2.4	Modus operandi <i>branch</i> kawalan tangan (a) keadaan tutup (b) keadaan buka. (Sumber: Jab. Bomba dan Penyelamat Melaka)	12
2.5	<i>Branch</i> kawalan tangan (1) Semburan dan pancutan ditutup; (2) pancutan buka, semburan tutup dan (3) pancutan dan semburan buka. (Sumber: Jab. Bomba dan Penyelamat Melaka)	13
2.6	<i>Branch</i> penyebar ( <i>diffuser branch</i> ). (Sumber: Jab. Bomba dan Penyelamat Melaka)	14
2.7	<i>Branch</i> salur bantu mula jenis pistol dan cara penggunaannya. (Sumber: Jab. Bomba dan Penyelamat Melaka)	14
2.8	<i>Hose reel branch</i> : (1) <i>pet cook type</i> ; (2-5) <i>dual purpose jet/spray type</i> .	15

	(Sumber: Jab. Bomba dan Penyelamat Melaka)	
2.9	(1) <i>Chimney nozzle</i> (2) penyembur <i>basement</i> dan (3) <i>revolving nozzle</i> .	16
	(Sumber: Jab. Bomba dan Penyelamat Melaka)	
2.10	Monitor.	16
	(Sumber: Jab. Bomba dan Penyelamat Melaka)	
2.11	Dua jenis <i>portable monitor</i> .	17
	(Sumber: Jab. Bomba dan Penyelamat Melaka)	
2.12	<i>Radial branch</i> .	17
	(Sumber: Jab. Bomba dan Penyelamat Melaka)	
2.13	Cabang pembahagi terkawal.	18
2.14	Kupling semerta.	19
	(Sumber: Jab. Bomba dan Penyelamat Melaka)	
2.15	Kupling sementara betina.	20
	(Sumber: Jab. Bomba dan Penyelamat Melaka)	
2.16	<i>Pressure release coupling</i> .	20
	(Sumber: Jab. Bomba dan Penyelamat Melaka)	
2.17	<i>Surelock</i> atau <i>bayonet</i> kupling; (1) Kupling jantan; (2,3 dan 4) kupling betina.	21
	(Sumber: Jab. Bomba dan Penyelamat Melaka)	
2.18:	<i>Hermaphrodite coupling</i> ; (1) <i>half coupling</i> ; (2) <i>two half coupling</i> ; (3 dan 4) keratan dan pandangan hujung kupling.	21
	(Sumber: Jab. Bomba dan Penyelamat Melaka)	
2.19	<i>Hose reel coupling</i> dari jenis <i>hermaphrodite</i> .	22
	(Sumber: Jab. Bomba dan Penyelamat Melaka)	
2.20	<i>MacDonald coupling</i> .	22
	(Sumber: Jab. Bomba dan Penyelamat Melaka)	
2.21	Kupling jenis skru; (1) Bebenang ‘V’ jantan; (2) bebenang ‘V’ betina; (3) bebenang bulat jantan dan (4) bebenang bulat betina.	22
	(Sumber: Jab. Bomba dan Penyelamat Melaka)	
2.22	Kupling saksen; (1) Kupling jantan dan (2) kupling betina.	23

	(Sumber: Jab. Bomba dan Penyelamat Melaka)	
2.23	Penyesuai; (1) Bebenang bulat jantan ke semerta betina dan (2) bebenang bulat betina ke semerta jantan. (Sumber: Jab. Bomba dan Penyelamat Melaka)	24
2.24	Penyesuai salur bantu mula. (Sumber: Jab. Bomba dan Penyelamat Melaka)	25
2.25	Penyesuai hos saksen. (Sumber: Jab. Bomba dan Penyelamat Melaka)	25
2.26	Pili bomba	26
2.27	Jenis-jenis motor elektrik	27
2.28	Litar arus terus (AT) (Sumber: <a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Electric_motor">http://en.wikipedia.org/wiki/Electric_motor</a> )	28
2.29	Litar arus ulang alik (AU) (Sumber: <a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Electric_motor">http://en.wikipedia.org/wiki/Electric_motor</a> )	29
2.30	Wayar sehala Sumber: <a href="http://www.rpc.com.au/products/efn/efn133.pdf">http://www.rpc.com.au/products/efn/efn133.pdf</a> )	32
2.30	Sentuhan gear (Sumber: Roslan Abd Rahman, Sistem Hantaran Kuasa)	34
2.31	Gear taji	35
2.32	Gear heliks	35
2.33	Gear dwi heliks	36
2.34	Gear serong	36
2.35	Gear pencong	37
2.36	Gear ulir	37
2.37	Terminologi gear taji	38
2.38	Gambarajah jasad bebas	39
3.1	Lima fasa dalam proses rekabentuk	41
3.2	Proses formulasi satu masalah rekabentuk	42
3.3	Aktiviti membuat keputusan rekabentuk konsep	45
3.4	Reka bentuk konfigurasi, dari produk ke bahagian	49
3.5	Reka bentuk para metrik untuk proses membuat keputusan	53
3.6	Fasa rekabentuk terperinci	56
4.1	Mesin pemadam api mudah alih	59

4.2	Carta alir penghuraian komponen ( <i>Decomposition component diagram</i> )	62
4.3	Carta alir penghuraian fungsi ( <i>Function decomposition diagram</i> )	64
4.4	Reka bentuk konsep alternatif 1	65
4.5	Reka bentuk konsep alternatif 2	66
4.6	Reka bentuk konsep alternatif 3	67
4.7	Mekanisma penggulung satu arah	68
4.8	Mekanisma penggulung dua arah	69
4.9	Lakaran rekabentuk konsep akhir	72
4.10	Lakaran dari pandangan A	73
4.11	Lakaran dari pandangan B	73
4.12	Lakaran dari pandangan C	73
4.13	Lakaran mekanisma penggulung satu arah	74
4.14	Lakaran sistem hantaran kuasa	75
5.1	Wayar sehala	78
5.2	Susun atur bahagian mekanisma gulungan satu arah	80
5.3	Pandangan atas mekanisma gulungan 1 arah	81
5.4	Pandangan hadapan mekanisma gulungan 1 arah	81
5.5	Pandangan isometri mekanisma gulungan 1 arah	82
5.6	Litar kawalan motor	83
6.1	Mekanisma gulungan – pandangan isometri	90
6.2	Mekanisma gulungan – pandangan atas	90
6.3	(a) Bahagian atas penggulung	91
	(b) Susun atur wayar	91
6.4	Penggulung	92
6.5	Tapak – pandangan hadapan	93
6.6	Pilin pegas – pandangan isometri	93
6.7	Graf analisis pilin pegas	96
6.8	Penutup atas – pandangan isometri	96
6.9	Susun atur sistem hantaran kuasa	97
6.10	Motor arus terus 12 volt	98
6.11	Saiz motor	98
6.12	Nozel boleh laras	99



## SENARAI SIMBOL

JBPM	: Jabatan Bomba dan Penyelamat Melaka
JCAEU	: <i>Join Committee on the Design and Development of Appliances and Equipment</i>
AU	: Arus ulang alik
AT	: Arus terus
$\omega$	: ialah frekuensi sudut (unit: radian sesaat)
t	: ialah voltan puncak (unit: volt),
$V_{\text{puncak}}$	: adalah masa (unit: saat).

**SENARAI LAMPIRAN**

<b>BIL</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
A	Lukisan terperinci	107
B	Laporan statistik kebakaran oleh Jabatan Bomba dan Penyelamat Melaka	108
C	Carta Gantt PSM 1	108
D	Carta Gantt PSM 2	108

## **BAB 1**

### **PENGENALAN**

#### **1.1 LATAR BELAKANG PROJEK**

Tragedi kemalangan yang mengakibatkan kematian berpunca daripada kebakaran merupakan fenomena masa kini yang semakin berleluasa ekoran daripada pelbagai faktor yang menyumbang ke arah berlakunya sesebuah tragedi itu. Walaupun tidak semua kebakaran berakhir dengan kematian, namun angka kerugian yang terpaksa ditanggung oleh pihak atau individu yang terlibat bukanlah sedikit. Adalah lebih buruk jika kebakaran berlaku di kawasan yang mempunyai kepadatan penduduk yang tinggi seperti kawasan perumahan, rumah pangsa atau kawasan setinggan yang mana rata-ratanya tidak mempunyai kemudahan perpaipan dan saliran air yang baik di samping alat-alat pencegahan kebakaran amatlah sukar untuk diperolehi.

Statistik daripada Jabatan Bomba dan Penyelamat Melaka, pada tahun 2006 telah dianggarkan kerosakan dan kehilangan asset yang bernilai RM18,243,623.60 akibat daripada kebakaran. Laporan berkaitan kematian juga telah dilaporkan sebanyak 5 orang pada tahun tersebut.

Adalah diketahui umum bahawa tugas-tugas anggota bomba adalah untuk memadamkan kebakaran, membantu menyelamatkan nyawa, menyelamatkan harta benda dan menghalang kebakaran dari terus merebak ke kawasan lain. Jesteru itu, tahap keselamatan untuk setiap anggota bomba amatlah penting untuk

memastikan usaha memadamkan kebakaran dan menyelamatkan nyawa berjalan lancar. Namun yang demikian, terdapat batas-batas tertentu untuk seorang anggota bomba memadamkan kebakaran contohnya seperti di kawasan yang sempit dan merbahaya. Risiko ini tetap harus diambil oleh setiap anggota bomba. Kini, terdapat pelbagai kajian dan produk yang direkacipta untuk memadamkan api untuk memastikan keselamatan lebih terjamin. Terbaru ialah alat pemadam api mudah alih yang dikawal dengan menggunakan alat kawalan jauh telah direkabentuk dan dilihat sebagai satu inovasi baru yang mampu bertindak memadamkan kebakaran dengan pantas.

Alat pemadam api mudah alih ini terdiri daripada sistem nozel yang mempunyai kendalian bermotor. Ia dilengkapi dengan sistem nozel bermotor yang berfungsi sebagai pengawal aliran air dan juga mampu mengawal jenis semburan air. Pendawaian direka mengikut piawaian British (*British Standards*).

## **1.2 KENYATAAN MASALAH**

Mesin pemadam api mudah alih ini telah dibangunkan hasil kerjasama Universiti Teknikal Malaysia Melaka (UTeM) dan syarikat Power Ritz. Berdasarkan masalah yang di alami oleh mesin pemadam api mudah alih ini ialah nozel tidak mampu beroperasi dengan baik. Pendawaian yang menghubungkan motor nozel dengan sumber kuasa tiada dan menyebabkan motor pada nozel tidak boleh beroperasi secara automatik.

## **1.3 OBJEKTIF**

Objektif utama projek ini adalah untuk merekabentuk sistem nozel yang merangkumi rekabentuk mekanisma, sistem kawalan motor dan pendawaian yang menghubungkan motor dengan sumber kuasa.

## 1.4 SKOP

Skop utama projek ini adalah untuk membuat kajian ilmiah terhadap:

- Rekabentuk sistem mekanisma pada lengan gelongsor untuk menghubungkan motor dengan litar kawalan motor.
- Rekabentuk pendawaian untuk membolehkan motor bergerak secara mengikut arah jam atau lawan arah jam.
- Rekabentuk sistem hantaran kuasa pada nozel untuk membolehkan nozel dilaraskan mengikut keperluan.

## **BAB 2**

### **KAJIAN ILMIAH**

Kajian ilmiah dilakukan untuk mengumpul maklumat dan data-data mengenai kajian yang dilakukan. Melalui kajian ilmiah juga kekurangan sesuatu kajian boleh dikesan dan dianalisis. Kajian ilmiah dilakukan berdasarkan bahan-bahan rujukan seperti buku rujukan, jurnal, artikel dan kertas kerja. Antara maklumat kajian ilmiah untuk projek penambah baikkan nozel ini adalah:

1. Sistem hos di mana kajian yang dilakukan adalah mengenai hos dan jenis-jenis hos yang digunakan oleh pihak Jabatan Bomba dan Penyelamat Malaysia.
2. Sistem nozel dimana kajian yang dilakukan adalah mengenai nozel, jenis-jenis nozel yang digunakan oleh Jabatan Bomba dan Penyelamat Malaysia dan peralatan kelengkapan hos.
3. Sistem bekalan air di mana kajian yang dilakukan adalah mengenai sumber air dan bekalan air yang digunakan oleh Jabatan Bomba dan Penyelamat Malaysia.
4. Motor elektrik di mana kajian adalah mengenai dan jenis-jenis motor elektrik yang sedia ada.
5. Litar elektrik di mana kajian adalah berkaitan dengan litar arus terus dan arus ulang alik.
6. Sistem penghantaran kuasa di mana jenis-jenis serta fungsi penghantaran kuasa yang akan digunakan untuk membolehkan nozel berfungsi.

## 2.1 SISTEM HOS

Hos bomba telah digunakan untuk tujuan pemadaman kebakaran dan ia merupakan peralatan asas bagi pasukan bomba. Hos diperlukan untuk menyalurkan air daripada sumber air atau dari pili bomba di tempat kebakaran. Di kawasan yang kekurangan bekalan air, hos diperlukan untuk menyalurkan air pada jarak yang tertentu. Untuk tujuan ini, hos khas yang berdiameter besar telah direka. Hos terbahagi kepada dua kategori mengikut kegunaan keutamaannya:

### 1. Hos hantaran (*delivery hose*)



Rajah 2.0 (a) Hos hantaran

(Sumber: Jab. Bomba dan Penyelamat Melaka)

Rajah 2.0 (a) menunjukkan hos jenis hantaran. Hos ini disambungkan di bahagian salur keluar pam (*delivery outlet*) dan air yang melaluinya mempunyai tekanan yang lebih tinggi daripada tekanan atmosfera (tekanan udara biasa).

### 2. Hos saksen (*suction hose*)



Rajah 2.0 (b) Hos saksen

(Sumber: Jabatan Bomba dan Penyelamat Negeri Melaka)

Rajah 2.0 (b) menunjukkan hos saksen. Hos ini disambungkan pada salur masuk pam (*suction inlet*) dan tekanan air yang melaluinya di bawah atau melebihi tekanan atmosfera (tekanan udara biasa).

### 2.1.2 Spesifikasi Dan Sifat-Sifat Hos

Hos yang digunakan oleh Jabatan Bomba dan Penyelamat Malaysia adalah mengikut spesifikasi *Join Committee on the Design and Development of Appliances and Equipment* (JCDD, kini dikenali sebagai JCAEU). Spesifikasi yang telah dibuat adalah seperti berikut:

- a) JCDD/1/1 *Delivery hose non-percolating*  
Saiz: 45.70 mm dan 90 mm (ukuran diameter dalaman).
- b) JCDD/1/2 *Delivery hose unlined*  
Saiz: 45mm, 70mm dan 90mm.
- c) JCDD/2 Hos saksen (*suction hose*)  
Saiz: 75mm, 100mm dan 140mm (ukuran diameter dalaman).
- d) JCDD/7 Hos salur bantu mula (*hose reel hose*)  
Saiz: 20mm (ukuran diameter dalaman).

Piawaian British juga telah mengeluarkan piawaian yang setaraf dengan piawaian JCDD iaitu:

- a) BS 6391:1983  
*Non-percolating, laid flat delivery hose and hose assemblies for firefighting purposes.*  
(Hos hantaran kempis, tidak tiris air dan kelengkapan hos untuk kegunaan menentang kebakaran).
- b) BS 3165:1986  
*Rubber and plastic suction hose assemblies for firefighting purposes.*