

MEREKA BENTUK SISTEM NOZEL AUTOMATIK UNTUK MESIN
PEMADAM API MUDAH ALIH

AKMAL BIN AZMI

UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

‘Saya/Kami* akui bahawa telah membaca
karya ini dan pada pandangan saya/kami* karya ini
adalah memadai dari segi skop dan kualiti untuk tujuan penganugerahan
Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Reka Bentuk & Inovasi)’

Tandatangan :.....
Nama penyelia 1 :.....
Tarikh :.....

Tandatangan :.....
Nama penyelia 2 :.....
Tarikh :.....

MEREKA BENTUK SISTEM NOZEL AUTOMATIK UNTUK MESIN
PEMADAM API MUDAH ALIH

AKMAL BIN AZMI

Laporan ini diserahkan kepada Fakulti Kejuruteraan Mekanikal sebagai memenuhi
sebahagian daripada syarat penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan
Mekanikal (Reka Bentuk & Inovasi)

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 telah jelaskan sumbernya"

Tandatangan :

Nama Penulis : AKMAL BIN AZMI

Tarikh : 13 Mei 2008

Untuk kedua ibu bapa tersayang

Encik Azmi Bin Abd. Rahman dan Puan Nur Afizah Bt. Shuib

Adik-beradik Saya

Nur Asilah Bt. Azmi

Nur Mardhiah Bt. Azmi

Muhammad Nabil Bin Azmi

Sanak saudara yang lain, kawan lelaki dan kawan perempuan.

PENGHARGAAN

Alhamdulillah, syukur saya ke hadrat Ilahi di atas segala rahmatnya kerana diberi kesempatan untuk menyiapkan laporan projek ini. Setinggi-tinggi penghargaan kepada penyelia saya, En. Mohd Nazim Bin Abdul Rahman yang telah banyak membantu dan memberi segala tunjuk ajar serta nasihat berguna kepada saya sehingga dapat membuat yang terbaik untuk laporan saya ini. Dari itu saya berasa berbangga kerana menjadi salah seorang pelajar di bawah seliaan beliau. Ini kerana, tanpa ilmu yang beliau miliki itu tidak mungkin saya dapat menyiapkan kajian ini dengan sempurna.

Tidak lupa buat keluarga tersayang iaitu abah, emak dan adik-adik yang banyak membantu, memberi sokongan dan semangat kepada saya selama ini. Sesungguhnya merekalah orang yang paling saya sayangi di dunia ini.

Terima kasih juga buat penyelia kedua saya, Pn. Ernie Bt. Mat Tokit yang turut memberi nasihat kepada saya. Terima kasih tak terhingga buat rakan-rakan seperjuangan lain yang banyak memberi dorongan dan sokongan yang tidak berbelah bahagi, semoga persahabatan kita kekal buat selama-lamanya. Jutaan terima kasih kepada semua.

Akmal Bin Azmi
Fakulti Kejuruteraan Mekanikal (Reka Bentuk dan Inovasi),
Universiti Teknikal Malaysia Melaka,
Mei 2008

ABSTRAK

Kajian adalah mengenai penyelidikan dan penghasilan sistem nozel automatik atau mudah dikenali sebagai sistem nozel bermotor berdasarkan reka bentuk mesin pemadam api mudah alih yang sedia ada. Mesin pemadam api mudah alih merupakan sebuah mesin yang dicipta dengan alat kawalan dan berkeupayaan masuk ke dalam bangunan yang terbakar untuk memadamkan api. Tujuan penghasilan sistem nozel automatik ini adalah untuk membolehkan nozel menukar jenis aliran air sama ada dari aliran lurus kepada aliran mencapah secara automatik dengan bantuan sistem mekanikal. Seperti aliran air lurus atau jet, aliran air mencapah atau aliran air berkabus juga boleh memadamkan api, ia juga efektif dalam menyerap haba dan ia boleh digunakan sebagai tabir air untuk melindungi mesin pemadam api daripada bahang api yang kuat. Metodologi dalam penghasilan projek ini menerapkan lima unsur penting dalam proses mereka bentuk sesuatu produk iaitu bermula dengan formulasi masalah atau penghuraian masalah dalam mereka bentuk, melahirkan reka bentuk konsep-konsep alternatif, diikuti dengan reka bentuk konfigurasi dan parametrik, dan yang terakhir sekali ialah reka bentuk terperinci bagi setiap komponen produk. Dalam penghasilan sistem nozel automatik ini, sistem mekanikal iaitu sistem gear dan motor elektrik bagi memutar nozel secara automatik telah dikaji. Selain itu, sebuah adaptor bagi menyambungkan nozel dan hos telah direka bentuk bagi menepati piawaian penyambungan nozel Jabatan Bomba dan Penyelamat Malaysia. Kajian disertakan dengan analisis kestabilan pada mesin pemadam api mudah alih bagi mengetahui kekuatan mesin untuk menampung daya yang terhasil pada nozel apabila air dengan tekanan yang tertentu dialirkan. Hasil keputusan analisis yang dijalankan pada tekanan air 10 bar, dipercayai bahawa mesin ini tidak akan terbalik sehingga mencapai tahap maksimum iaitu 14.5 bar. Akhirnya, sebuah sistem nozel automatik telah dihasilkan dengan bantuan perisian seperti *Solidworks* 2003 dan 2007, *Gear Trax* 2003 dan *Microsoft Office Excel* 2003.

ABSTRACT

Studies are on research and production of automatic nozzle system or in other words known as motorized nozzle system base on existing design of portable fire extinguisher machine. The portable fire extinguisher machine is a machine that builds in with remote control system and capable to enter into a building to extinguish fire. The purpose of production of automatic nozzle system is to makes the nozzle can change the type of stream from jet to fog automatically with helps of mechanical system. As jet or straight stream, fog stream or diverge stream also can put out the fire and also effective in absorb heat and it can be used as a water curtain to protect extinguisher machine from extreme heat. The methodology in this project use five important elements in product design process begin with problem formulation or statement of problem in design, generates alternatives concept design, followed by configuration and parametric design, and lastly detail design on each of product parts. In this production of this automatic nozzle system, the mechanical system as gear system and electric motor to rotate the nozzle automatically were studies. Other than that, an adaptor to connect the nozzle and hose was design to meet the *Jabatan Bomba dan Penyelamat Malaysia* standard nozzle connection requirement. This research includes the stability analysis on the portable fire extinguisher machine to know the strength of the machine to support the loads when water with certain pressure is flow. The results of the analysis that was held on 10 bar pressure believed that the machine cannot fall unless the maximum pressure at 14.5 bar were given. Lastly, an automatic nozzle system was produce with helps of software such as Solidworks 2003 and 2007, Gear Trax 2003 and Microsoft Office Excel 2003.

KANDUNGAN

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
	PENGAKUAN	ii
	DEDIKASI	iii
	PENGHARGAAN	iv
	ABSTRAK	v
	<i>ABSTRACT</i>	vi
	KANDUNGAN	vii
	SENARAI JADUAL	xiii
	SENARAI RAJAH	xv
	SENARAI LAMPIRAN	xxi
BAB 1	Pengenalan	1
	1.1 Kenyataan Masalah	3
	1.2 Objektif	4
	1.3 Skop	4
BAB 2	Kajian Ilmiah	5
	2.1 Sistem Hidraulik	6
	2.1.1 Aliran	7
	2.1.2 Tekanan	7
	2.1.3 Kehilangan Geseran	7
	2.1.4 Tekanan Disebabkan Oleh Ketinggian	8
	2.1.5 Hentakan Air (<i>Water Hammer</i>)	8

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
2.2	Sistem Hos	9
	2.2.1 Jenis-jenis dan Saiz-saiz Hos	10
	2.2.2 Pengganding Hos	12
	2.2.3 Kelengkapan / Peralatan Hos	15
	2.2.4 Pembinaan Hos	19
2.3	Sistem Nozel	21
	2.3.1 Penutupan Nozel	22
	2.3.2 Nozel Pancutan Padu (<i>Smooth Bore Nozzle</i>)	22
	2.3.3 Nozel Pancutan Kabus (<i>Fog Stream Nozzle</i>)	24
	2.3.4 Jenis-jenis nozel yang lain	27
2.4	Sistem Bekalan Air dan Pili Bomba	28
	2.4.1 Sistem Pengairan Majlis Bandaran	29
	2.4.2 Pili Bomba	30
2.5	Kebakaran Dalaman	31
	2.5.1 Pemadaman Api Secara Terus	32
	2.5.2 Pemadaman Api Secara Tidak Terus	32
	2.5.3 Pemadaman Api Secara Gabungan	34
2.6	Sifat-sifat dan Keadaan Api	35
	2.6.1 Segi Tiga dan Tetrahedron Api	
	2.6.2 Kelas-kelas Api	36
	2.6.3 Bahan Kimia yang Berbahaya	37
2.7	Motor Elektrik	42
	2.7.1 Motor Elektrik Arus Terus (AT) dan Arus Ulang-Alik (AU)	43
	2.7.2 Lain-Lain Jenis Motor Elektrik	45
	2.7.3 Penjagaan Motor Elektrik	47

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
2.8	Sistem Penghantaran Kuasa:	
	Sistem Bergear	48
	2.8.1 Gear Taji (<i>Spur Gear</i>)	49
	2.8.2 Gear Heliks (<i>Helical Gear</i>)	50
	2.8.3 Gear Ulir (<i>Worm Gear</i>)	51
	2.8.4 Gear Serong (<i>Bevel Gear</i>)	51
	2.8.5 Gear Serong Pilin (<i>Spiral Bevel Gear</i>)	52
2.9	Litar Elektrik	52
	2.9.1 Arus Terus (AT)	53
	2.9.2 Arus Ulang-Alik (AU)	55
2.10	Prinsip-Prinsip Kestabilan	56
	2.10.1 Kestabilan Statik	56
	2.10.2 Kestabilan Dinamik	57
BAB 3	METODOLOGI	58
3.1	Formulasi	59
3.2	Reka Bentuk Konsep	60
	3.2.1 Aktiviti Analisis	61
	3.2.2 Penghuraian Komponen Produk	63
	3.2.3 Penghuraian Fungsi Produk	63
	3.2.4 Menjana Konsep Alternatif	63
	3.2.5 Menganalisis Konsep Alternatif	64
	3.2.6 Penilaian Konsep Alternatif	65
3.3	Reka Bentuk Konfigurasi	65
	3.3.1 Konfigurasi Produk	67
	3.3.2 Konfigurasi Bahagian-bahagian	67
	3.3.3 Menganalisis Konfigurasi Alternatif	68
	3.3.4 Menilai Konfigurasi Alternatif	69

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
	3.4 Reka bentuk Para metrik	69
	3.4.1 Langkah-langkah Sistemik dalam Reka Bentuk Para Metrik	70
	3.4.2 Formulasi Masalah	71
	3.4.3 Menjana Reka Bentuk Alternatif	72
	3.4.4 Menganalisis Reka Bentuk Alternatif	72
	3.4.5 Menilai Hasil Analisis	73
	3.4.6 Mengoptimumkan atau Menambah Baikkan	73
	3.5 Reka Bentuk Terperinci (<i>Detail Design</i>)	73
 BAB 4	 REKA BENTUK KONSEP	 76
	4.1 Spesifikasi Reka Bentuk Kejuruteraan	76
	4.2 Penghuraian Komponen Produk	79
	4.3 Penghuraian Fungsi Produk (<i>Product Function Decomposition</i>)	79
	4.4 Analisis Carta Morfologi	80
	4.5 Penilaian Konsep-Konsep Alternatif	83
	4.5.1 Penilaian Konsep Alternatif bagi Sub-Fungsi - Penyambungan paip kemasukan air dengan nozel	83
	4.5.2 Penilaian Konsep Alternatif bagi Sub-Fungsi - Sistem penghantaran kuasa	84
	4.5.3 Penilaian Konsep Alternatif bagi Sub-Fungsi - Sistem elektrik kepada mekanikal – Motor elektrik	85

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
	4.6 Reka Bentuk Alternatif Pilihan	86
	4.7 Reka Bentuk Konsep Terakhir (<i>Final Concept</i>)	86
BAB 5	REKA BENTUK KONFIGURASI DAN PARAMETRIK	88
	5.1 Konfigurasi Nozel	88
	5.2 Konfigurasi Motor Elektrik	90
	5.3 Konfigurasi Sistem Penghantaran Kuasa – Gear	91
	5.4 Konfigurasi Adaptor	96
BAB 6	ANALISIS KESTABILAN	98
	6.1 Daya Pada Nozel	98
	6.2 Momen Daya (<i>Moment of a Force</i>) Pada Nozel	102
	6.2.1 Pengertian Momen Daya	103
	6.2.2 Pengiraan Momen Daya pada Nozel	104
	6.3 Momen Daya Pada Mesin Pemadam Api Mudah Alih	106
	6.4 Keputusan Analisis	107
	6.5 Kesimpulan Analisis	108
BAB 7	REKA BENTUK TERPERINCI	110
	7.1 Reka Bentuk Terperinci Nozel	110

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
	7.2 Reka Bentuk Terperinci Sistem Gear dan Motor Elektrik AT	114
	7.2.1 Reka Bentuk Terperinci Motor Elektrik AT	114
	7.2.2 Reka Bentuk Terperinci Gear Taji	116
	7.3 Sistem Nozel Automatik	120
BAB 8	KESIMPULAN DAN CADANGAN	122
	8.1 Kesimpulan	122
	8.2 Cadangan	123
	RUJUKAN	124
	LAMPIRAN	A - E

SENARAI JADUAL

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
4.1	Carta matriks morfologi	81
4.2	Reka bentuk alternatif dihasilkan melalui pengindeksan Secara sistematik baris dan kolum dalam carta matriks morfologi	82
4.3	Penilaian pemberat bagi konsep alternatif sub-fungsi kedua	83
4.4	Penilaian pemberat bagi konsep alternatif sub-fungsi ketiga	84
4.5	Penilaian pemberat bagi konsep alternatif sub-fungsi keempat	85
5.1	Ringkasan data teknikal bagi <i>Diffuser Nozzle 500</i> (<i>Jet/Spray</i>)	89
5.2	Spesifikasi motor elektrik AT S6D <i>Series</i> (6-10W)	91
5.3	Bilangan gigi gear dan pasangannya untuk stok gear yang terdapat dipasaran	94
6.1	Momen pada nozel bagi tekana 2 Bar hingga 16 Bar	107

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
7.1	Senarai komponen nozel berkabus dan fungsi-fungsinya	111
7.2	Jadual senarai komponen nozel	113
7.3	Jadual senarai gabungan komponen gear dan motor	120
7.4	Jadual senarai komponen sistem nozel automatik	121

SENARAI RAJAH

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
1.1	Mesin pemadam api mudah alih	2
1.2	Kedudukan nozel pada mesin pemadam api mudah alih	3
2.1	Hos bomba terdiri daripada pelbagai saiz untuk pelbagai kegunaan dan situasi	10
2.2	Hos berlapis getah	11
2.3	Satu set pengganding bebenang	12
2.4	Pengganding jenis Storz	13
2.5	Pengganding serta-merta John Morris	15
2.6	<i>Gated wye</i>	16
2.7	<i>Water thief</i>	16
2.8	Penyambung <i>siamese</i>	17
2.9	<i>Adaptor</i>	18
2.10	<i>Reducer</i>	18

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
2.11	<i>Double jacket fire hose</i>	20
2.12	Nozel pancutan padu (<i>Smooth bore nozzle</i>)	23
2.13	Pancutan air yang lurus dan padu	23
2.14	Nozel pancutan kabus (<i>Fog stream nozzle</i>)	24
2.15	Pancutan air yang lurus	25
2.16	Pancutan air yang bekabus	25
2.17	Nozel <i>piercing</i>	27
2.18	Nozel cellar (A) dan nozel pengagih Bresnan (B)	28
2.19	Nozel tabir air (<i>water curtain nozzles</i>)	28
2.20	Pili bomba	31
2.21	Pemadaman api secara terus	32
2.22	Pemadaman api secara tidak terus	33
2.23	Segi tiga api (<i>Fire triangle</i>)	35
2.24	Kesan ketiadaan tiga elemen segitiga api	36
2.25	Tetrahedron api	36
2.26	<i>National Fire Protection Association 704 Diamond</i>	38

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
2.27	Kotak elektrik dan kotak fius	40
2.28	Meter gas asli dengan injap penutup	41
2.29	Komponen dalam motor elektrik	42
2.30	Motor elektrik arus terus (AT)	43
2.31	Motor elektrik arus ulang-alik (AU)	44
2.32	Gear taji (<i>Spur gear</i>)	49
2.33	Gear heliks (<i>Helical gear</i>) paksi selari	50
2.34	Gear heliks (<i>Helical gear</i>) paksi bersilang	50
2.35	Gear ulir (<i>Worm gear</i>)	51
2.36	Gear serong (<i>Bevel gear</i>)	51
2.37	Gear serong pilin (<i>Spiral bevel gear</i>)	52
2.38	Litar arus terus (AT)	53
2.39	Gambar rajah gelombang jenis arus terus (AT)	54
2.40	Gambar rajah gelombang jenis arus ulang-alik (AU)	55
2.41	Litar arus ulang-alik (AU)	56
2.42	Kestabilan satik	56

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
3.1	Lima fasa dalam proses reka bentuk	58
3.2	Proses formulasi satu masalah reka bentuk	59
3.3	Aktiviti membuat keputusan reka bentuk konsep	62
3.4	Reka bentuk konfigurasi, daripada produk kepada bahagian	66
3.5	Reka bentuk para metrik untuk proses membuat keputusan	71
3.6	Fasa reka bentuk terperinci	74
4.1	Carta alir penghuraian komponen (<i>decomposition component diagram</i>)	79
4.2	Carta alir penghuraian fungsi (<i>function decomposition diagram</i>)	80
4.3	Lakaran reka bentuk konsep terakhir	87
5.1	<i>Diffuser nozzle 500 (Jet/Spray)</i>	89
5.2	Motor elektrik AT S6D Series (6-10W)	90
5.3	Ukuran motor elektrik AT S6D Series (6-10W)	90
5.4	Gear alternatif yang berputar pada paksi 180°	92
5.5	Arah gerakan dan putaran nozel dan gear	92

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
5.6	Susunan gear alternatif yang berputar pada paksi 180°	93
5.7	Pengganding serta-merta John Morris	97
6.1	Keratan rentas nozel	99
6.2	Gambarajah badan bebas (<i>free body diagram</i>) nozel	99
6.3	Hukum tangan kanan bagi arah lawan jam	103
6.4	Ketinggian maksimum, d_{maks} dan sudut nozel pada mesin pemadam api mudah alih	104
6.5	Gambarajah badan bebas (<i>free body diagram</i>) bagi nozel pada ketinggian maksimum	105
6.6	Gambarajah badan bebas (<i>free body diagram</i>) bagi mesin pemadam api mudah alih	106
7.1	Pemasangan komponen nozel (<i>nozzle parts assembly</i>)	113
7.2	Rajah ceraian pemasangan komponen nozel (<i>nozzle exploded parts assembly</i>)	113
7.3	Lukisan terperinci motor elektrik AT S6D Series (6-10W)	114
7.4	Syaf jenis D (<i>D-Cut Type</i>)	115
7.5	Rajah litar bagi sistem motor	115
7.6	Gear taji pemacu	116

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
7.7	Gear taji penurut	116
7.8	Data bagi gear taji pemacu	117
7.9	Data bagi gear taji penurut	118
7.10	Pemegang gear taji penurut	118
7.11	Pemasangan komponen gear dan motor (<i>gear and motor parts assembly</i>)	119
7.12	Rajah ceraian pemasangan komponen gear dan motor (<i>gear and motor exploded parts assembly</i>)	119
7.13	Sistem nozel automatik	120
7.13	Rajah ceraian pemasangan komponen sistem nozel automatik	121

SENARAI LAMPIRAN

LAMPIRAN A: Lukisan Pemasangan dan Ceraian Sistem Nozel Automatik

LAMPIRAN B: Lukisan Terperinci Komponen Sistem Nozel Automatik

LAMPIRAN C: Lukisan Pemasangan dan Ceraian Nozel Berkabus (*Fog Nozzle*)

LAMPIRAN D: Lukisan Terperinci Komponen Nozel Berkabus (*Fog Nozzle*)

LAMPIRAN E: Carta Gantt Projek Sarjana Muda 1 dan 2

BAB 1

PENGENALAN

Kebakaran merupakan satu bencana yang amat ditakuti oleh manusia kerana ia sangat berbahaya dan boleh mengancam nyawa. Walaupun bukan semua kebakaran mengakibatkan kematian, statistik menunjukkan bahawa jumlah kematian semasa berlakunya kebakaran adalah agak mencemaskan. Ia menjadi lebih buruk jika kebakaran berlaku pada waktu malam, dalam kawasan kepadatan penduduk tinggi seperti di kawasan rumah bertingkat-tingkat, rumah pangsa dan kawasan rumah setinggan. Kebakaran akan menyebabkan kerugian harta benda dan dalam kes-kes kebakaran yang melampau boleh menjurus kepada kerugian yang besar.

Menurut Jabatan Bomba dan Penyelamat Malaysia, laporan statistik untuk tahun 2001, 62 kematian telah dilaporkan disebabkan oleh kebakaran. Kebakaran dilaporkan kerap berlaku di kawasan-kawasan perumahan, perindustrian, garaj, pejabat dan kedai. Laporan statistik juga melaporkan bahawa kebakaran mengakibatkan kerosakan dan kehilangan aset bernilai lebih RM 500 juta untuk tahun tersebut.

Selain memadam kebakaran, ahli bomba juga ditugaskan untuk membantu pemindahan mangsa, menyelamatkan mangsa dan menghalang penyebaran kebakaran yang tidak terkawal. Oleh itu, tahap-tahap rintangan api yang sesuai diperlukan untuk memudahkan tujuan pengawalan kebakaran dan pemindahan mangsa.