

**REKABENTUK PENGOPTIMUMAN SISTEM PENGHANTARAN KUASA  
MESIN PEMADAM KEBAKARAN**

**MOHD AIMI BIN UBAIDILLAH**

**UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA**

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

Tandatangan : .....

Nama Penyelia I : .....

Tarikh : .....

Tandatangan : .....

Nama Penyelia II : .....

Tarikh : .....

REKABENTUK PENGOPTIMUMAN SISTEM PENGHANTARAN KUASA  
MESIN PEMADAM KEBAKARAN

MOHD AIMI BIN UBAIDILLAH

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

Fakulti Kejuruteraan Mekanikal  
Universiti Teknikal Malaysia Melaka

MEI 2009

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

Tandatangan : .....

Nama Penulis : .....

Tarikh : .....

Khas buat keluarga tersayang

## **PENGHARGAAN**

Setinggi-tinggi penghargaan diberikan kepada En. Mohd Zakaria bin Mohammad Nasir yang telah membimbing, berkongsi ilmu dan idea dan juga masa yang diluangkan kepada saya sepanjang Projek Sarjana Muda ini berjalan.

Jutaan terima kasih juga kepada rakan seperjuangan yang telah bersama-sama menjayakan projek ini dan juga telah mengorbankan masa demi membantu untuk menjayakan projek ini. Diharapkan segala kerjasama yang telah dicurahkan akan memberikan kejayaan kepada kita semua.

## ABSTRAK

Kajian yang dijalankan di dalam Projek Sarjana Muda (PSM) ini adalah berkenaan tentang penambahbaikan dan pengoptimuman sistem penghantaran kuasa kenderaan berantai yang terdapat pada '*Fire Fighting Machine*' atau mesin pemadam kebakaran milik Fakulti Kejuruteraan Mekanikal yang juga masih dalam penyelidikan. Skop kajian di dalam PSM ini difokuskan pada pergerakan yang menggunakan sistem berantai yang sedia ada. Objektif utamanya adalah untuk memastikan mesin ini dapat bergerak lancar dan memudahkan pengawalan terutamanya ketika mesin ini membelok dan bergerak lurus. Berdasarkan kajian yang terdahulu, penggunaan dua motor adalah lebih efektif, oleh itu rekabentuk baru diperlukan untuk penyusunan semula komponen-komponen yang terlibat. Beberapa rekabentuk diwujudkan dan pemilihan melalui kaedah 'decision matrix' dilakukan untuk mendapatkan rekabentuk yang terbaik. Keputusan yang diperolehi adalah konsep 1 dan tinjauan tentang alat kawalan juga telah dilakukan untuk diadaptasikan pada konsep yang telah disetujui.

## ABSTRACT

Study conducted in Projek Sarjana Muda (PSM) is going to be about system optimization of power transmission for 'Fire Fighting Machine' belongs to the Faculty of Mechanical Engineering which also still being studied. Scope of study in this PSM is focused to the present system movement. The main objective is to ascertain this machine able to move smoothly and facilitate the controlling especially during the cornering and any component related is studied. Based on earlier studies, the use of two motor is more effective and the detailed follow-up study being done. Acquired decision is concept 1 and literature of control device also was done to be adapted on the concept that was favored.



## KANDUNGAN

<b>BAB</b>	<b>PERKARA</b>	<b>MUKA SURAT</b>
	<b>PENGAKUAN</b>	iii
	<b>DEDIKASI</b>	iv
	<b>PENGHARGAAN</b>	v
	<b>ABSTRAK</b>	vi
	<b>ABSTACT</b>	vii
	<b>KANDUNGAN</b>	viii
	<b>SENARAI JADUAL</b>	xi
	<b>SENARAI RAJAH</b>	xii
	<b>SENARAI LAMPIRAN</b>	xv
<b>BAB 1:</b>	<b>PENGENALAN</b>	1
	1.1    Penyataan Masalah	2
	1.2    Objektif	3
	1.3    Skop	3
<b>BAB II:</b>	<b>KAJIAN ILMIAH</b>	4
	2.1    Mesin Pemdam Kebakaran UTeM	5
	2.2    Mesin Pemadam Kebakaran Di Pasaran	6
	2.2.1    ARMTEC SACI Fire Fighting	7

2.2.2	Rainbow 5	7
2.2.3	Vision 2020 Robot Fire Fighter	8
2.2.4	Qiangshi Fire Fighting Robot	8
2.3	Kenderaan Berantai	9
2.3.1	Ketenteraan	9
2.3.2	Industri dan Pertanian	10
2.4	Analisa Kajian	11
2.4.1	Kelebihan	11
2.4.2	Kelemahan	12
2.5	Mekanisme Sistem Transmisi Berantai	13
<b>BAB III:</b>	<b>REKABENTUK KONSEP</b>	15
3.1	Penjanaan Konsep	16
3.1.1	Konsep Pertama	17
3.1.2	Konsep Kedua	19
3.1.3	Konsep Ketiga	20
3.2	Pemilihan Konsep	21
3.2.1	Konsep Pemarkahan Matrik	23
3.2.2	Keputusan	24
3.3	Pengawalan	24
3.3.1	Amp Flow Motor Speed Controller	25
3.3.2	Amp Flow Mini Controller	26
<b>BAB IV:</b>	<b>PERINCIAN REKABENTUK</b>	28
4.1	Motor Elektrik	29
4.2	Pemilihan Saiz Takal dan Tali Sawat(Belt)	29
4.2.1	Takal	30
4.2.2	Tali Sawat	31
<b>BAB V</b>	<b>ANALISIS REKABENTUK</b>	33
5.1	Palang Pemegang Motor 1 (atas)	34
5.1.1	Analisa Palang ‘C’ 4” x 2”	36

5.1.1.1	Analisa Tekanan (stress)	38
5.1.1.2	Analisa Sesaran (displacement)	39
5.1.2	Analisa Palang 4" x 2"	41
5.1.2.1	Analisa Tekanan (stress)	42
5.1.2.2	Analisa Sesaran (displacement)	44
5.1.3	Analisa Palang 2" x 2"	46
5.1.3.1	Analisa Tekanan (stress)	48
5.1.3.2	Analisa Sesaran (displacement)	50
5.2	Plat Pemegang Motor 2 (bawah)	52
5.2.1	Analisa Plat	53
5.2.1.1	Analisa Tekanan (stress)	56
5.2.1.2	Analisa Sesaran (displacement)	58
5.3	Aci Transmisi	60
5.3.1	Analisa Tekanan (Stress) dan Sesaran Aci	62
<b>BAB VI</b>	<b>KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN</b>	<b>65</b>
6.1	Keputusan Analisa	65
6.2	Kesan Daripada Analisa	66
<b>BAB VII</b>	<b>KESIMPULAN</b>	<b>67</b>
7.1	Kesimpulan	67
7.2	Cadangan	68
<b>RUJUKAN</b>		<b>69</b>
<b>BIBLIOGRAFI</b>		<b>70</b>
<b>LAMPIRAN</b>		<b>71</b>

**SENARAI JADUAL**

<b>BIL</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
2.1	Ujian Kelajuan	5
3.1	Pemarkahan Matrik	23
4.1	Saiz Takal	30
4.2	Servis Faktor	31
4.3	Jenis Keratan Rentas Tali Sawat	32
5.1	Keputusan Nilai Tekanan	39
5.2	Keputusan Nilai Sesar	41
5.3	Keputusan Nilai Tekanan	44
5.4	Keputusan Nilai Sesar	46
5.5	Keputusan Nilai Tekanan	50
5.6	Keputusan Nilai Sesar	52
5.7	Keputusan Nilai Tekanan	58
5.8	Keputusan Nilai Sesar	60
5.9	Keputusan Nilai Tekanan	63
5.10	Rumusan Analisis Yang Dijalankan	64

## SENARAI RAJAH

<b>BIL</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
1.1	Mesin Fire Fighter UTeM	1
1.2	‘Rubber Track’	2
2.1	Mesin Fire Fighter UTeM	5
2.2	ARMTEC SACI Firefighting Robot	6
2.3	Rainbow 5	7
2.4	Vision 2020 Robot Fire Fighter	8
2.5	Qiangshi Fire Fighting Robot	8
2.6	British Mark IV Tadpole Tank	9
2.7	T-80U Main Battle Tank, Russia	10
2.8	Mesin ‘Combine Harvester’	10
2.9	T-80U Main Battle Tank, Russia	11
2.10	Herbie 1	12
2.11	Pandangan Atas ‘Endless Track Mechanism’	14
2.12	Pandangan Hadapan ‘Endless Track Mechanism’	14
3.1	Sistem Pergerakan	16
3.2	Rangka Utama Mesin Pemadam Kebakaran	17
3.3	Konsep 1: Pandangan Plan	17
3.4	Konsep 1: Pandangan Sisi Kiri	18
3.5	Konsep 2: Pandangan Isometrik	19

3.6	Konsep 2: Pandangan Sisi Kiri	19
3.7	Konsep 3: Pandangan Plan	20
3.8	Konsep 3: Pandangan Sisi Kiri	21
3.9	Rangka Utama Konsep 1	24
3.10	Pemasangan AmpFlow Motor Speed Controller	25
3.11	Sambungan AmpFlow Pada Motor	26
3.12	AmpFlow Mini Controller	27
4.1	Rangka Baru	28
4.2	Lukisan Cerai	28
4.3	Susunatur Takal Dan Tali Sawat	30
4.4	Keratan Rentas Tali Sawat	32
5.1	Palang 'C' 4"x2"	34
5.2	Palang Segiempat Berongga 4"x2"	35
5.3	Palang Segiempat 2"x2"	35
5.4	Pembahagian Daya	36
5.5	Skru Pada Kedudukan Minimum	37
5.6	Skru Pada Kedudukan Maksimum	37
5.7	Tekanan Pada Kedudukan Minimum	38
5.8	Tekanan Pada Kedudukan Maksimum	39
5.9	Sesaran Pada Kedudukan Minimum	40
5.10	Sesaran Pada Kedudukan Maksimum	41
5.11	Pembahagian Daya	42
5.12	Tekanan Pada Kedudukan Minimum	43
5.13	Tekanan Pada Kedudukan Maksimum	44
5.14	Sesaran Pada Kedudukan Minimum	45
5.15	Sesaran Pada Kedudukan Maksimum	46
5.16	Pembahagian Daya	47
5.17	Skru Pada Kedudukan Minimum	47
5.18	Skru Pada Kedudukan Maksimum	48
5.19	Tekanan Pada Kedudukan Minimum	49
5.20	Tekanan Pada Kedudukan Maksimum	50
5.21	Sesaran Pada Kedudukan Minimum	51
5.22	Sesaran Pada Kedudukan Maksimum	52
5.23	Plat Pemegang Motor 2	53

5.24	Pembahagian Daya	54
5.25	Plat Pada Kedudukan Minimum	55
5.26	Plat Pada Kedudukan Maksimum	56
5.27	Tekanan Pada Kedudukan Minimum	57
5.28	Tekanan Pada Kedudukan Maksimum	58
5.29	Sesaran Pada Kedudukan Minimum	59
5.30	Sesaran Pada Kedudukan Maksimum	60
5.31	Aci Transmisi	61
5.32	Analisa Tekanan Aci	62
5.33	Analisa Sesaran Aci	63

**SENARAI LAMPIRAN**

<b>BIL</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
A	Mekanisme Sistem Transmisi Berantai	71
B	Rangka Utama Mesin Pemadam Api	74
C	Amp Flow Controller	77
D	Palang Transmisi	84
E	Aci Transmisi	87



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

Tandatangan : .....

Nama Penyelia I : .....

Tarikh : .....

Tandatangan : .....

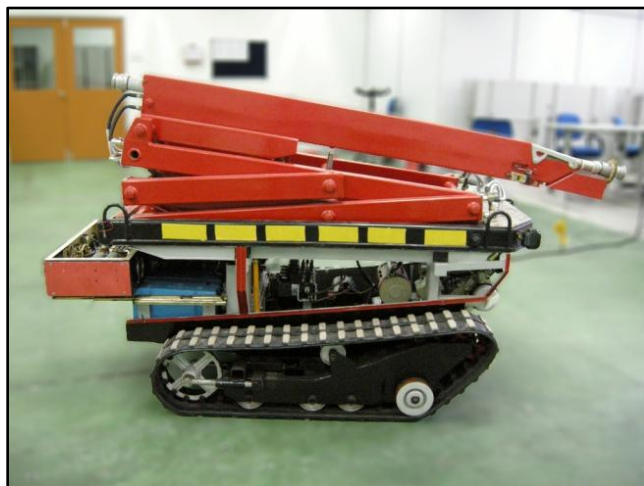
Nama Penyelia II : .....

Tarikh : .....

## BAB I

### PENGENALAN

Para penyelidik, Fakulti Kejuruteraan Mekanikal (FKM), Universiti Teknikal Malaysia Melaka telah membangunkan satu kajian berkenaan mesin pemadam kebakaran di bawah penyeliaan Fakulti Kejuruteraan Mekanikal. Tujuan kajian ini diadakan adalah untuk membina sebuah mesin yang dapat menyelesaikan permasalahan yang dihadapi oleh pihak Bomba bagi memadamkan kebakaran terutamanya di kawasan yang berisiko tinggi seperti di dalam gudang, kilang atau bangunan industri bagi mengelakkan kejadian yang lebih buruk berlaku. Oleh itu, pihak universiti telah mewujudkan kajian ini hasil kerjasama dari beberapa pihak termasuk juga para pelajar.



Rajah 1.1: Mesin Fire Fighter UTeM

Untuk PSM ini, kajian hanya tertumpu pada sistem pergerakan mesin pemadam api ini. Kajian ini adalah lanjutan dari kajian yang lepas dimana terdapat penambahbaikan yang telah dicadangkan. Oleh itu, kajian ini dilanjutkan agar keputusan yang bakal diperolehi lebih efektif.

### 1.1 Penyataan Masalah

Permasalahan yang dihadapi pada mesin pemadam api ini ialah pada sistem penghantaran kuasa yang menyebabkan keupayaannya ketika membelok adalah terhad dan tidak lancar. Sistem yang digunakan adalah menggunakan satu motor dan sistem transmisi dan menggunakan 'rubber track'. Ketika mesin ini membelok, sistem transmisi ini akan memutuskan penghantaran kuasa pada salah satu aci (shaft) manakala yang sebelah lagi akan berputar. Ini akan menghasil daya geseran yang tinggi pada 'rubber track' dan juga pembaziran kuasa.



Rajah 1.2: 'Rubber Track'

Berpunca dari sistem yang sediaada ini juga, mesin ini memerlukan lebih masa untuk membelok. Pergerakannya akan terhenti seketika sujudus sebelum membelok disebabkan oleh mekanisme transmisi yang memutuskan penghantaran kuasa pada salah satu aci.

## 1.2 Objektif

- i. Tujuan utama kajian ini adalah untuk mengkaji semula sistem pergerakan mesin pemadam api ini dan melakukan penambahbaikan pada sistem pergerakannya supaya dapat menghasilkan pergerakan yang lebih lancar.
- ii. Sistem penghantaran kuasa perlu diteliti kembali untuk mencari jalan penyelesaian pada permasalahan yang timbul dan seterusnya merekabentuk sistem yang boleh bertindak balas dengan lebih efektif.

## 1.3 Skop

- i. Kajian ini menjuruskan kepada sistem penghantaran kuasa yang terdapat pada sistem pemadam api. Ianya melibatkan motor, pengawalan pergerakan, dan sistem transmisi.
- ii. Bilangan motor akan diteliti kembali untuk mendapatkan pengawalan dan pergerakan yang lebih lancar merekabentuk kembali susunatur motor dan analisis yang berkaitan dengannya.
- iii. Disamping itu juga, kajian juga akan menyentuh berkaitan dengan penggunaan 'rubber track'.

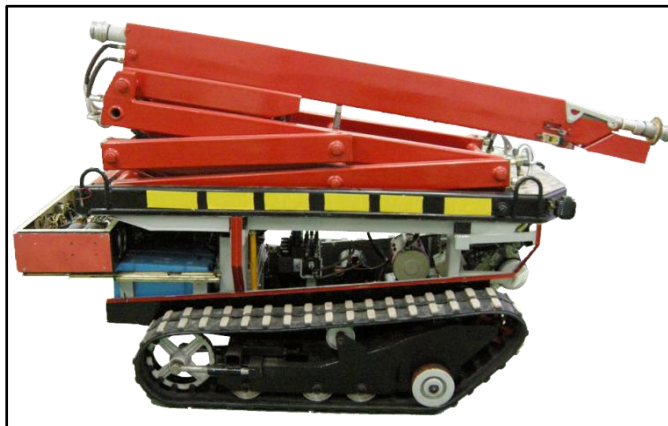
## **BAB II**

### **KAJIAN ILMIAH**

Kajian Latarbelakang adalah salah satu komponen penting dalam melaksanakan sesuatu kajian. Pengumpulan data-data ini kebiasaannya diperolehi daripada pelbagai sumber samada media elektronik, media bercetak atau juga bahan kajian yang sedia ada. Hasil daripada maklumat-maklumat yang dikumpul perlu dikaji dan dianalisa bagi mengenal pasti spesifikasi sesuatu produk atau kajian untuk proses penambahbaikan. Antara isi kandungan kajian Latarbelakang yang dimasukkan dalam bab ini adalah:

- i. Kajian pada mesin pemadam kebakaran yang sedia ada (milik UTeM).
- ii. Tinjauan pada mesin pemadam kebakaran di pasaran.
- iii. Kajian pada kenderaan berantai.
- iv. Kajian pada sistem transmisi.

## 2.1 Mesin Pemadam Kebakaran UTeM



Rajah 2.1: Mesin Fire Fighter UTeM

Maklumat yang diperolehi daripada mesin pemadam kebakaran UTeM ini antaranya ialah berat sebenar mesin ini iaitu 910 kg. Jenis sistem transmisi yang digunakan adalah tali sawat (belt) dan juga kotak transmisi (gear box). Satu masalah yang timbul disini ialah spesifikasi kotak transmisi tersebut tidak dapat dikenalpasti terutamanya nisbah sebenar gear yang digunakan. Kotak transmisi ini mempunyai dua kelajuan dimana ia memerlukan penukaran secara manual.

Sistem pergerakannya menggunakan sebiji motor keluaran Sanpo Elektrik Co. LTD. yang memerlukan bekalan kuasa 22V D.C. Motor ini menghasilkan 1900rpm dan menggunakan sistem tali sawat 'belting' untuk menghantar kuasa pada kotak transmisi.

Selain itu juga, ujian kelajuan mesin ini juga telah dilakukan untuk jarak 5 meter dan keputusannya adalah seperti di dalam Jadual 2.1.

Jadual 2.1: Ujian Kelajuan

	Kelajuan Rendah (s)	Kelajuan Tinggi (s)
1	8.31	13.12
2	7.71	13.19
3	7.62	13.15

Data yang terdapat dalam jadual 2.1 adalah berdasarkan pergerakan mesin pemadam api beserta dengan hos air pada arah hadapan di jalan yang lurus dan rata. Walaubagaimanapun, masih terdapat kekurangan pada data yang diperolehi iaitu masa atau ujian keupayaan untuk mesin ini membelok.

Berdasarkan data yang diberikan dalam jadual 2.1, kelajuan mesin ini adalah  $\approx 1.5$  km/h. Kelajuan ini tidak mencukupi untuk digunakan untuk objektif asal pembinaan mesin ini.

## 2.2 Mesin Pemadam Kebakaran Di Pasaran

Berdasarkan tinjauan yang telah dibuat terutamanya melalui media elektronik dan media cetak, beberapa produk yang berkaitan telah dikenalpasti. Antaranya, ARMTEC SACI Firefighting Robot, Rainbow 5, Vision 2020 Robot Fire Fighter dan Qiangshi Fire Fighting Robot. Kesemua mesin ini menggunakan sistem transmisi berantai.

### 2.2.1 ARMTEC SACI Firefighting



Rajah 2.2: ARMTEC SACI Firefighting Robot

Robot ini adalah hasil dari teknologi dan penyelidikan negara Brazil pada tahun 2006. Ia menggunakan sistem transmisi berantai dan kuasa bateri untuk pergerakannya.

### 2.2.2 Rainbow 5



Rajah 2.3: Rainbow 5

Jabatan Bomba Tokyo, Jepun mula menggunakan "robot" bermula tahun 1986. Yang pertama adalah "Rainbow 5", direka untuk melawan kebakaran. Memandangkan Jepun tidak boleh dipertikaikan lagi dari segi kemajuan teknologi yang dimilikinya, Jabatan Bomba perbandarannya adalah antara yang paling progresif.

Oleh yang demikian, daripada apa yang dilihat dalam Rajah 5, Rainbow 5 juga menggunakan transmisi berantai. Mesin ini digunakan untuk memadam kebakaran dari luar bangunan atau di kawasan yang terbuka.