

‘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 (Automatif)’

Tandatangan : .....  
Nama Penyelia : Prof Dr Md Razali bin Ayob  
Tarikh : .....

# INVESTIGATION ON RAINWATER HARVESTING SYSTEM

MOHD AZHAR BIN JA'ALAM

Laporan ini dikemukakan sebagai memenuhi sebahagian syarat penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Automotif)

Fakulti Kejuruteraan Mekanikal  
Universiti Teknikal Malaysia Melaka

APRIL 2010

“Saya mengakui bahawa laporan ini adalah hasil kerja saya sepenuhnya kecuali rumusan dan petikan yang telah saya nyatakan sumbernya”

Tandatangan : .....

Nama penulis : MOHD AZHAR BIN JA'ALAM

Tarikh : 7 APRIL 2010

Didedikasikan

Kepada Ibu dan Bapa tercinta

Kepada Penyelia yang dihormati

Kepada Pensyarah

&

Kepada rakan-rakan

## PENGHARGAAN

Penulis ingin mengucapkan jutaan terima kasih kepada penyelia, Prof. Razali di atas bimbingan dan sokongan kepada penulis dalam menyelesaikan Projek Sarjana Muda pada waktu yang ditetapkan.

Kerjasama daripada pihak pengurusan perpustakaan dan juruteknik dalam membantu semasa proses menjalankan projek juga amat dihargai. Penghargaan juga ditujukan kepada responden-responden yang telah memberi kerjasama dalam menjawab kaji selidik yang telah dijalankan.

Selain itu, penghargaan juga ditujukan kepada semua yang membantu samada secara langsung atau tidak langsung dalam menyelesaikan projek ini. Semoga projek ini akan menjadi rujukan kepada mahasiswa pada masa akan datang.

## **ABSTRAK**

Tujuan projek ini dilaksanakan adalah untuk memanipulasikan kegunaan air hujan untuk digunakan sebagai alternatif dalam proses penjimatan penggunaan air bagi sesebuah rumah kediaman. Projek ini mengemukakan merekabentuk sebuah sistem tadahan air ringkas yang berupaya menyimpan dan membekalkan air untuk kegunaan harian sesebuah rumah kediaman. Projek ini dimulakan dengan mengkaji kadar taburan hujan sepanjang tahun di Malaysia bagi mengenalpasti keberkesanan sistem tadahan air ini. Selepas itu, projek ini tertumpu kepada proses merekabentuk sistem tadahan air hujan ini yang merangkumi kajian terhadap kadar takungan, tekanan dan pengaliran air. Setelah selesai proses kajian teori, projek diteruskan dengan prosedur mereka bentuk model sistem tadahan hujan. Ujian juga dilaksanakan bagi memastikan keberkesanan subjek.

## **ABSTRACT**

The purpose of this project is to use rainwater as alternative solution to reduce water consumption for household usage . This project main goal is to design a rain harvest system which capable to catch and store rainwater. The sistem also capable to deliver the water for daily usage. This project start with the research about annually rainfall in Malaysia. Then, the main focus of this project is to design this system which include the study about water storage, pressure and fluid flow. After the study of theory, the project will proceed with rain harvest system model designing. Finally, a test will be conducted to verify the effectiveness of the system.

## ISI KANDUNGAN

<b>BAB</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKASURAT</b>
	PENGAKUAN	ii
	DEDIKASI	iii
	PENGHARGAAN	iv
	ABSTRAK	v
	ABSTRACT	vi
	ISI KANDUNGAN	vii
	SENARAI RAJAH	x
	SENARAI JADUAL	xii
	SENARAI SIMBOL	xiii
	SENARAI LAMPIRAN	xiv
<b>I</b>	<b>Pengenalan</b>	<b>1</b>
	1.1 Latar belakang	1
	1.2 Objektif	2
	1.3 Skop	2
	1.4 Penyataan masalah	3
<b>II</b>	<b>Kajian Ilmiah</b>	<b>4</b>
	2.1 Latar belakang	4
	2.2 Kekurangan air di Malaysia	4



2.3	Iklm Malaysia	5
	2.3.1 Taburan hujan	5
2.4	Kajian lepas	8
	2.4.1 Sejarah	8
	2.4.2 Jenis-jenis sistem tadahan hujan	9
2.5	Komponen sistem tadahan hujan	11
	2.5.1 Tadahan	11
	2.5.2 Pengangkutan	12
	2.5.3 Takungan	16
	2.5.4 Pengagihan	18
2.6	Kualiti air hujan	18
2.7	Teori mekanik bendalir	20
	2.7.1 Dinamik bendalir	20
	2.7.2 Tekanan	21
	2.7.3 Teorem Torricelli	21
<b>III</b>	<b>KAEDAH KAJIAN</b>	<b>23</b>
3.1	Perancangan kaedah kajian	23
3.2	Carta alir projek	23
3.3	Kajiselidik kadar penggunaan air bersih	25
3.4	Spesifikasi reka bentuk	25
3.5	Pemilihan reka bentuk	26
3.6	Pemilihan komponen	27
	3.6.1 Penadah	27
	3.6.2 Salur turun	28
	3.6.3 Paip bilasan pertama	29
	3.6.4 Tangki simpanan	30
	3.6.5 Paip agihan	34
	3.6.6 Pam air elektrik	35
3.7	Model sistem tadahan hujan	36
3.8	Ujian tadahan hujan	38

<b>IV</b>	<b>KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN</b>	<b>40</b>
4.1	Reka bentuk akhir	40
4.2	Ujikaji tadahan hujan	42
4.3	Analisis kadar penggunaan air	44
4.4	Penjimatan penggunaan air paip	46
4.5	Analisis penjimatan kos	47
<b>V</b>	<b>KESIMPULAN DAN CADANGAN</b>	<b>49</b>
5.1	Latar belakang	49
5.2	Kesimpulan	49
5.3	Cadangan	50
	<b>RUJUKAN</b>	<b>52</b>
	<b>LAMPIRAN</b>	<b>53</b>

## SENARAI RAJAH

<b>BIL</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
2.1	Peta taburan hujan di Malaysia (sumber : <a href="http://www.geocities.com/sarinaz2/iklim.html">http://www.geocities.com/sarinaz2/iklim.html</a> )	7
2.2	Tadahan atap	9
2.3	Tadahan lapangan	10
2.4	Komponen sistem tadahan hujan	11
2.5	Pengangkutan terus	13
2.6	Penadah	14
2.7	Contoh-contoh bentuk penadah	14
2.8	Salur turun	15
2.9	Paip bilasan pertama	16
2.10	Tangki atas tanah	17
2.11	Tangki bawah tanah	17
2.12	Tangki berisi air	22
3.1	Carta alir projek	24

3.2	Bentuk-bentuk penadah	28
3.3	Paip bilasan pertama	29
3.4	Tangki air jeenis propylene	34
3.5	Pam air jenis empar	36
3.6	Susunan model sistem tadahan hujan	37
3.7	Model sistem tadahan hujan	38
3.8	Ujikaji tadahan hujan	39
4.1	Rekabentuk akhir sistem tadahan hujan	41
4.2	Isipadu air hujan yang ditadah bagi ujikaji dan teori	43

**SENARAI JADUAL**

<b>BIL</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKASURAT</b>
2.1	Taburan hujan bandar-bandar utama di Malaysia	7
2.2	Jadual kadar kecekapan aliran atap	12
3.1	Kelebihan dan kekurangan jenis tangki	31
3.2	Ciri-ciri tangki mengikut bahan binaan	33
3.3	Komponen model sistem tadahan hujan	37
4.1	Komponen rekabentuk akhir sistem tadahan hujan	41
4.2	Data ujikaji tadahan hujan	42
4.3	Kekerapan penggunaan air dalam seminggu	45
4.4	Kadar penggunaan air dalam seminggu	45
4.5	Kadar penggunaan air hujan	46
4.6	Kadar penggunaan air paip	47
4.7	Anggaran kos pembinaan sistem tadahan hujan	48

**SENARAI SIMBOL**

P	=	Tekanan, Pa
$\rho$	=	Ketumpatan, kg/m <sup>3</sup>
h	=	Ketinggian, m
F	=	Daya, N
A	=	Keluasan, m <sup>2</sup>
v	=	Halaju, m/s
g	=	pecutan gravity, m/s <sup>2</sup>

**SENARAI LAMPIRAN**

<b>BIL</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKASURAT</b>
A	Perancangan kerja untuk PSM 1	53
B	Perancangan kerja untuk PSM 2	54
C	Borang kajiselidik kadar penggunaan air	55
D	Komponen model sistem tadahan hujan	56

## **BAB I**

### **PENGENALAN**

#### **1.1 Latar belakang**

Air merupakan elemen yang penting kepada seluruh umat manusia di dalam dunia. Sebahagian besar tubuh badan manusia adalah terdiri daripada air. Manusia memerlukan air di dalam kehidupan seharian seperti untuk minum, memasak, mencuci, pertanian, dan untuk kegunaan industri. Namun manusia sering terlupa akan kepentingan menggunakan air dengan cermat, harga setitis air akan menjadi semakin bernilai apabila berlakunya bencana seperti kemarau.

Walaupun telah dikurniakan dengan hujan yang banyak, namun manusia tidak pernah sedar akan bernilainya setiap titisan air hujan itu. Air hujan yang turun dari awan adalah sumber air paling lembut dan bersih di dunia ini (Che Ani A I *et al*,2009). Kualiti air hujan adalah hampir sama dengan air di permukaan bumi malah lebih baik dari kualiti air di bumi kerana kerana ia tidak bercampur dengan pasir dan batu. Di samping itu, dengan hanya sedikit rawatan, air hujan boleh digunakan untuk minuman.

Peningkatan populasi, taraf hidup dan kemajuan sesebuah bandar akan mengakibatkan berlakunya permintaan yang tinggi untuk air bersih. Oleh itu, penggunaan semula air hujan mungkin dapat mengurangkan kebergantungan terhadap sumber air bersih.



## 1.2 Objektif

Objektif utama projek ini dijalankan adalah bagi menganalisis penggunaan sistem tadahan hujan bagi tujuan penjimatan penggunaan air bersih. Selain itu, tujuan projek ini dijalankan adalah untuk mereka bentuk sebuah sistem tadahan air yang mampu menyimpan bekalan air hujan untuk kegunaan harian.

Objektif kedua projek ini adalah menganalisis dan mengumpul data tentang kadar taburan hujan di Malaysia bagi membuktikan bahawa sistem ini sesuai digunakan di Malaysia. Selain itu, kajian ilmiah tentang sistem tadahan hujan dijalankan bagi mengenalpasti komponen yang terdapat dalam sistem ini serta fungsinya. Sebuah model sistem tadahan hujan untuk tujuan analisis juga di bina.

Selain itu, projek ini juga menganalisis dan mengumpul data kadar penggunaan air paip di rumah-rumah kediaman sebagai spesifikasi reka bentuk sistem. Keberkesanan sistem yang dibangunkan akan dinilai.

## 1.3 Skop

Skop projek ini merangkumi kadar taburan hujan di Malaysia, kajian ilmiah mengenai sistem tadahan hujan, proses merekacipta model sistem tadahan hujan. Selain itu, projek ini juga merangkumi analisis bagi mendapatkan kadar penjimatan penggunaan air bersih dan kos penggunaan air. Skop terakhir projek ini adalah ujian bagi memastikan keberkesanan sistem.

#### **1.4 Pernyataan masalah**

Kebanyakan masyarakat kita masih belum sedar tentang suatu anugerah yang Tuhan turunkan kepada kita bagi memudahkan dan mengurangkan bebanan kehidupan kita seharian. Anugerah yang tidak ternilai harganya itu ialah hujan. Seperti yang kita semua maklum, Malaysia menerima taburan hujan yang berterusan sepanjang tahun iaitu lebih 2400 mm setahun (Kang, 2007), malangnya air hujan yang banyak mencurah hanya dibiarkan mengalir begitu sahaja tanpa dimanfaatkan sepenuhnya. Orang ramai tidak pernah terfikir untuk memanfaatkan sepenuhnya anugerah yang tidak ternilai harganya ini.

Kebiasaannya bekalan air bersih dari paip digunakan untuk semua kegiatan yang memerlukan penggunaan air iaitu membersihkan diri, memasak, mencuci pakaian dan peralatan. Malah, penggunaan bekalan air bersih juga digunakan untuk kegiatan yang tidak memerlukan bekalan air yang benar-benar bersih iaitu menyiram tanaman, mencuci lantai dan kegunaan untuk tangki simbah dan lain-lain lagi (Abdullah, 2007).

Selari dengan peningkatan tarif air, orang ramai seharusnya sedar akan pentingnya penjimatan air bersih. Oleh itu, salah satu alternatif untuk proses penjimatan penggunaan air ialah dengan menggunakan air hujan yang ditadah sebagai alternatif untuk kegunaan harian, malah air hujan yang ditadah ini juga dapat digunakan apabila berlakunya gangguan bekalan air.

## **BAB II**

### **KAJIAN ILMIAH**

#### **2.1 Latar belakang**

Dalam menghasilkan sebuah sistem tadahan hujan, perkara utama yang perlu dititikberatkan ialah mengenai iklim di Malaysia iaitu untuk mengenalpasti kadar taburan hujan di Malaysia supaya dapat memastikan projek ini relevan dilaksanakan di Malaysia atau tidak. Selain itu, kajian terhadap kadar penggunaan air harian dan bulanan bagi seisi rumah kediaman untuk mengenalpasti kadar air yang perlu disimpan dan kadar penggunaannya.

#### **2.2 Kekurangan air di Malaysia**

Ekonomi Malaysia telah berkembang dengan pesatnya sejak merdeka iaitu 1957. Malaysia diklasifikasikan sebagai negara membangun. Pembangunan kawasan bandar yang pesat mengakibatkan pertumbuhan ekonomi dan industri yang pesat. Oleh itu, keperluan seperti penggunaan air, elektrik, pengangkutan, dan persekitaran juga meningkat seiring dengan pembangunan.

Kesan dari pembangunan ini akan mengakibatkan permintaan yang tinggi bagi bekalan dan punca air. Malaysia mempunyai Bandar-bandar yang mempunyai kepadatan yang tinggi seperti Lembah Kelang, Pulau Pinang Johor Bahru (Che Aini, A.I. *et al* 2009). Bandar-bandar ini memerlukan jumlah bekalan air yang tinggi berbanding Bandar-bandar lain di seluruh Malaysia. Pada tahun 1998, Malaysia mengalami krisis air yang serius berpunca dari kemarau. Jabatan Bekalan Air terpaksa menyatu pembahagian air supaya semua pengguna mendapat air yang secukupnya. Kerajaan juga telah menyenaraikan langkah-langkah bagi mengatasi masalah ini dan menggunakan sistem tadahan hujan merupakan salah satu daripadanya (Che Aini, A.I. *et al* 2009).

## **2.3 Iklim Malaysia**

Malaysia terletak dalam kawasan garisan khatulistiwa dan jarang sekali mempunyai keadaan langit tidak berawan langsung walaupun ketika musim kemarau teruk. Cahaya matahari juga boleh diperolehi setiap hari, tanpa mengira musim. Jarang sekali Malaysia mengharungi tempoh di mana cahaya matahari tidak kelihatan, walaupun semasa musim monsun timur laut. Iklim Malaysia mempunyai suhu yang seragam sepanjang tahun, dengan julat perbezaan suhu yang agak kecil sepanjang tahun. Udara di Malaysia pula mempunyai kadar kelembapan yang tinggi, dan mempunyai tiupan angin yang pada keseluruhannya agak lemah (Kang, C.S, 2007).

### **2.3.1 Taburan Hujan**

Berdasarkan kajian Jabatan Meteorologi Malaysia, di Malaysia corak tiupan angin bermusim bersama sifat topografi lokal menentukan corak taburan hujan. Semasa musim monsun timur laut, kawasan yang terdedah seperti kawasan Pantai Timur Semenanjung Malaysia, kawasan Sarawak Barat dan kawasan pantai timur laut Sabah mengalami beberapa tempoh hujan lebat. Manakala, kawasan pendalaman atau kawasan

yang dilindungi banjaran gunung adalah secara relatifnya bebas dari pengaruh ini. Taburan hujan di Malaysia lebih mudah diterangkan mengikut musim.

### Perubahan Hujan Bermusim di Semenanjung Malaysia

Perubahan hujan bermusim di Semenanjung Malaysia boleh dibahagikan kepada tiga jenis utama:

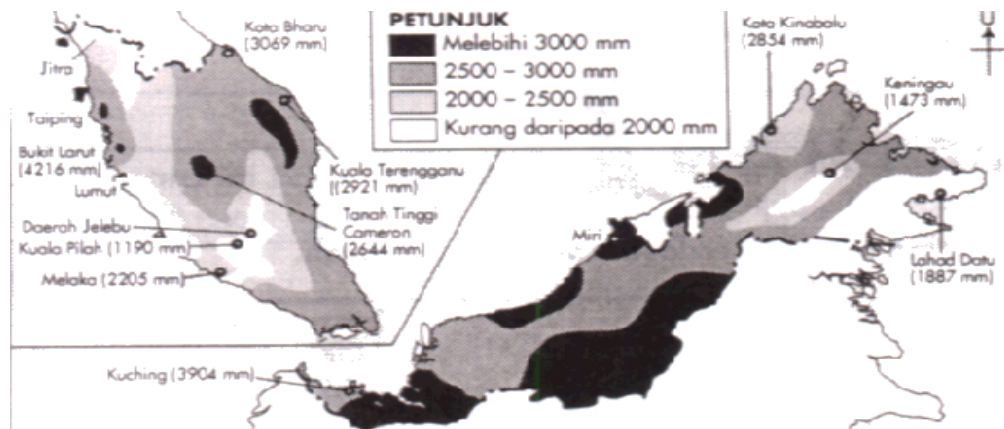
- Hujan maksimum turun di negeri-negeri di pantai timur Semenanjung Malaysia pada bulan November, Disember dan Januari. Manakala Jun dan Julai merupakan bulan kering di kebanyakan negeri.
- Di kawasan selain kawasan pantai barat daya Semenanjung Malaysia, terdapat dua tempoh hujan maksimum dengan dipisahkan oleh dua tempoh hujan minimum. Hujan maksimum pertama biasanya berlaku pada bulan Oktober-November manakala maksimum kedua berlaku pada bulan April-Mei. Di kawasan barat laut, pertama berlaku pada bulan Januari-Februari manakala minimum kedua berlaku pada bulan Jun-Julai. Di lain-lain tempat, minimum pertama berlaku pada bulan Jun-Julai manakala minimum kedua berlaku pada bulan Februari.
- Bagi Pantai Barat Semenanjung Malaysia, Oktober dan November adalah bulan yang mempunyai hujan maksimum manakala Februari adalah bulan yang mempunyai hujan minimum. Maksimum Mac-April-Mei dan minimum Jun-Julai tidak wujud atau kurang jelas.
- Satu bacaan telah diambil dari sumber Jabatan Meteorologi Malaysia mengenai taburan hujan harian di beberapa Bandar utama di seluruh Malaysia. Jadual di bawah menunjukkan bacaan yang diambil pada 3 hari berturut-turut di dalam bulan Oktober. Ini membuktikan Bandar-bandar di Malaysia menerima hujan yang kerap.

Jadual 2.1 : Taburan hujan bandar-bandar utama di Malaysia

(sumber : <http://www.met.gov.com.my>)

Bandar	Jumlah hujan harian ( mm )		
	Hari pertama	Hari kedua	Hari ketiga
Butterworth	2.0	30.0	8.0
Kuantan	9.0	32.0	-
Senai	2.0	2.0	2.0
Sepang	0.0	-	0.0
Kuching	91.0	11.0	21.0
Sandakan	4.0	1.0	3.0
Melaka	-	3.0	10.0

Corak taburan hujan di Malaysia dapat dilihat pada peta di bawah:



Rajah 2.1 : Peta taburan hujan di Malaysia

(sumber : <http://www.geocities.com/sarinaz2/iklim.html>)

Daripada peta taburan hujan dan jadual di atas kita dapat lihat bahawa hampir keseluruhan kawasan di seluruh Malaysia menerima kadar hujan yang tinggi iaitu purata 2000 mm-3000 mm setahun. Kadar penerimaan taburan hujan yang tinggi mampu

menghasilkan simpanan bekalan air yang banyak yang mampu menampung bekalan air untuk kegunaan harian seperti minuman, makanan, mencuci dan menyiram tanaman. Kesimpulannya, sistem tadahan air ini amat relevan untuk dilaksanakan di Malaysia sebagai alternatif untuk mengurangkan penggunaan bekalan air bersih dan dapat digunakan semasa berlakunya gangguan bekalan air.

## **2.4 Kajian lepas**

### **2.4.1 Sejarah**

Menurut (Heek, 1995) sistem tadahan hujan telah wujud sejak zaman Rom lagi iaitu digunakan di kampung-kampung malah keseluruhan bandar untuk mendapatkan bekalan air minuman dan untuk kegunaan harian. Di Gurun Negev, Israel tadahan hujan dibina di lereng bukit untuk bekalan air untuk kegunaan harian dan pertanian sejak 2000 tahun sebelum masihi. Sistem tadahan terbesar ialah Yerebatan Sarayi di Istanbul, Turki. Sistem ini dibina dibawah perundangan Caesar Justinian. Menurut (Heek, 1995), sistem tadahan hujan juga telah digunakan di Asia sejak 2000 tahun lalu iaitu di Thailand. Sistem tadahan yang berskala kecil telah dibina dengan menadah air hujan menggunakan atap dan penadah yang ringkas ke dalam tempayan atau pasu. Malah, sistem ini masih digunakan sehingga sekarang di kawasan-kawasan pedalaman.

## 2.4.2 Jenis-jenis sistem tadahan hujan

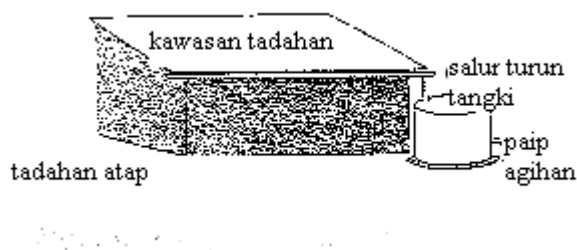
Terdapat 2 jenis utama teknik tadahan air hujan iaitu:

- I. Tadahan atap
- II. Tadahan lapangan

### I. Tadahan atap

Teknik tadahan atap merupakan teknik tadahan yang paling asas iaitu dengan memerangkap air hujan yang turun melalui atap sesebuah rumah atau bangunan dengan meletakkan penadah di hujung atap. Sistem ini berfungsi dengan menadah air hujan yang turun melalui atap dengan menggunakan penadah, kemudian air hujan ini akan disalurkan ke tangki simpanan melalui satu saluran paip sebelum ia dapat digunakan untuk kegunaan harian. Oleh kerana sistem ini menggunakan atap sebagai medium untuk memerangkap air hujan, maka jumlah dan kualiti air hujan yang ditadah adalah berdasarkan bahan yang digunakan untuk membuat atap itu.

Menurut (Gould, 1992) jenis-jenis atap yang boleh digunakan untuk menadah air hujan ialah besi sadur, aluminium, asbestos dan batu loh, malah atap buluh juga mampu menadah jumlah air yang sama banyak. Walaubagaimanapun, penggunaan buluh kurang disyorkan kerana berkemungkinan akan mengakibatkan kemudaratan kepada kesihatan. Selain itu, atap yang telah dicat atau disalut juga tidak digalakkan kerana ia berkemungkinan akan menukar rasa dan warna air hujan yang ditadah. Sistem tadahan atap juga haruslah sentiasa dibersihkan untuk membuang kotoran seperti habuk, daun, najis burung dan sebagainya supaya dapat mengekalkan kualiti air yang ditadah.



Rajah 2.2 : Tadahan atap