

ANALISIS TANGGA KEGUNAAN RUMAH DENGAN MENGGUNAKAN  
KAEDAH UNSUR TERHINGGA

MOHD SUFIAN BIN BAHAROM

B040410250

Fakulti Kejuruteraan Mekanikal  
Universiti Teknikal Malaysia Melaka

ANALISIS TANGGA KEGUNAAN RUMAH DENGAN MENGGUNAKAN  
KAEDAH UNSUR TERHINGGA

MOHD SUFIAN BIN BAHAROM  
B040410250

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

Fakulti Kejuruteraan Mekanikal  
Universiti Teknikal Malaysia Melaka

Mac 2008

‘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 ( Struktur dan Bahan )’

Tandatangan :.....  
Nama Penyelia 1 :.....  
Tarikh :.....

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

Tandatangan :.....

Nama Penulis : MOHD SUFIAN BIN BAHAROM

Tarikh :.....

Untuk ayah, ibu, penyelia, pensyarah UTeM dan rakan – rakan seperjuangan

## PENGHARGAAN

Alhamdulillah syukur ke hadrat Ilahi kerana dengan limpah kurnianya dapat saya menyiapkan Projek Sarjana Muda ini dengan jayanya. Saya ingin mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada kedua ibu bapa saya kerana memberikan saya semangat serta dorongan untuk terus berusaha menyiapkan laporan ini. Jutaan terima kasih juga saya ucapkan kepada En. Kamarul Ariffin Bin Zakaria selaku penyelia projek dan pensyarah Universiti Teknikal Malaysia Melaka kerana telah memberikan saya tunjuk ajar dan dorongan yang berguna untuk saya menjayakan projek saya ini. Tanpa beliau sukar untuk saya jayakan projek ini.

Ribuan terima kasih juga saya huluskan kepada pensyarah – pensyarah Universiti Teknikal Malaysia Melaka antaranya En. Mohd Zaid Bin Akop, Pn. Zakiah Binti Abd Halim, En. Ahmad Bin Rivai, En. Omar Bin Bapokutty dan ramai lagi kerana telah memberikan kerjasama dan tunjuk ajar yang sewajarnya sepanjang tempoh saya menyiapkan projek ini. Saya ingin mengucapkan terima kasih juga kepada pihak pengurusan makmal dan juruteknik – juruteknik serta rakan – rakan seperjuangan kerana membantu saya dalam proses melaksanakan projek ini. Kerjasama daripada mereka amatlah saya hargai.

Penghargaan ini juga ditujukan kepada semua yang terlibat secara langsung atau tidak langsung membantu menjayakan projek ini. Diharapkan semoga laporan ini akan menjadi sumber rujukan kepada pelajar lain kelak.

## ABSTRAK

Kajian yang dilakukan adalah analisis tangga kegunaan rumah dengan menggunakan kaedah unsur terhingga. Analisis ini dilakukan untuk mengenal pasti bahagian-bahagian tangga yang mempunyai peratusan yang tinggi untuk gagal. Analisis ini dilakukan ekoran terdapat banyak kes kemalangan yang dilaporkan berkaitan dengan tangga. Kes kemalangan yang dilaporkan kebanyakannya berpunca daripada reka bentuk tangga yang tidak sesuai, penggunaan tangga yang salah dan tangga yang tidak kukuh. Oleh sebab itu, kajian ini dilakukan untuk menguji kekukuhan tangga kegunaan rumah yang terdapat di pasaran sekarang. Dengan menggunakan kaedah unsur terhingga, kekukuhan tangga ini dianalisis bahagian demi bahagian. Bermula dengan pemilihan jenis tangga yang sesuai iaitu jenis tangga selalu digunakan oleh orang ramai. Ukuran tiap-tiap bahagian di ambil untuk memudahkan proses untuk membuat model dan pengiraan. Proses membuat model dibuat dengan menggunakan perisian CAD iaitu Solidworks. Manakala proses pengiraan pula dilakukan dengan menggunakan teori mekanik pepejal dan unsur terhingga. Model tangga yang telah siap akan di hantar ke MSC Patran untuk di buat pembahagian unsur dan nod. Seterusnya dianalisis dengan menggunakan MSC Nastran. Keputusan yang didapati daripada hasil analisis yang menggunakan perisian akan dibandingkan dengan hasil analisis yang didapati daripada teori. Melalui perbandingan ini, keputusan mengenai bahagian – bahagian kritikal akan ditentukan.

## ABSTRACT

The research is an analysis of domestic usage ladder using finite element method. The aim of the analysis is to identify which part of ladder having the highest potential to fail. The analysis is done due to many accident cases that reported is related with ladder. Most of the cases that reported are caused by poor design of the ladder, wrong usage of ladder and the ladder is not strong enough. Because of that, this research is done to determine strength of the domestic usage ladder in the market. By using the finite element method, strength of the ladder can be analysed part by part. Starting with choosing suitable ladder, which is type of the ladder that usually used by the people. All dimensions of every part of the ladder must be taken to make the modeling and calculation process easier. The modeling process is created by using CAD software which is Solidworks. Where as the calculation process is done by using solid mechanic theory and finite element. The model of the ladder that have been done then exported to MSC Patran to create elements and nodes. Then it analysed using MSC Nastran. The results obtained from analysis by using software will be compared with results obtained from the theory. From that comparison, critical part of ladder can be determined.



## KANDUNGAN

<b>BAB</b>	<b>PERKARA</b>	<b>MUKA SURAT</b>
	<b>PENGAKUAN</b>	ii
	<b>DEDIKASI</b>	iii
	<b>PENGHARGAAN</b>	iv
	<b>ABSTRAK</b>	v
	<b><i>ABSTRACT</i></b>	vi
	<b>KANDUNGAN</b>	vii
	<b>SENARAI JADUAL</b>	xii
	<b>SENARAI RAJAH</b>	xiv
	<b>SENARAI SIMBOL</b>	xvii
	<b>SENARAI LAMPIRAN</b>	xviii
<b>BAB 1</b>	<b>Pengenalan</b>	
	1.0 Pengenalan Kepada Tangga	1
	1.1 Penyataan Masalah	3
	1.2 Objektif	3
	1.3 Skop	3
<b>BAB 2</b>	<b>KAJIAN ILMIAH</b>	
	<b>STRUKTUR DAN REKA BENTUK TANGGA</b>	
	2.0 Definisi	4
	2.1 Pengenalan	4
	2.2 Jenis-jenis tangga	5

2.2.1	Tangga Tepi Tunggal	6
2.2.2	Tangga Tepi Kembar	7
2.2.3	Tangga Pelantar	8
2.2.4	Tangga Pelantar Industri	9
2.2.5	Tangga Anggun	10
2.2.6	Tangga Anggun Berkembar	11
2.2.7	Tangga Banyak Kegunaan	12
2.2.8	Tangga 2 dalam 1	13
2.2.9	Tangga Pengesahan	14
2.2.10	Tangga 2 Arah untuk kerja berat	15
2.2.11	Tangga Tepian Tunggal untuk kerja berat	16
2.2.12	Tangga Satu Kutub	17
2.2.13	Tangga Permanjangan Berganda	18
2.2.14	Tangga untuk kegunaan gudang	19
2.2.15	Tangga Gabungan	20
2.2.16	Tangga Pemanjangan 3 kali ganda	21
2.2.17	Tangga Tetap	22
2.3	Bahagian-bahagian tangga	23
2.4	Bahan yang digunakan	24
2.4.1	Aluminium	24
2.4.2	Gentian Kaca	24
2.5	Pemilihan Tangga	25
2.6	Kemalangan yang melibatkan tangga	26

### **BAB 3 KAEDAH UNSUR TERHINGGA**

3.0	Pengenalan	28
3.1	Sejarah Ringkas Kaedah Unsur Terhingga	29
3.2	Nod Dan Unsur	30
3.2.1	Nod	30
3.2.2	Unsur	32

3.3	Matriks Spring	36
3.3.1	Spring lurus sebagai unsur terhingga	36
3.3.2	Sistem pemasangan dalam koordinat menyeluruh	40
<b>BAB 4</b>	<b>PERISIAN</b>	
4.0	Pengenalan	45
4.1	Perisian Solidworks	46
4.1.1	Teori penggunaan Solidworks	46
4.1.1.1	Satah	47
4.1.1.2	Titik asalan	47
4.1.1.3	Lakaran	47
4.1.1.4	Bentuk	47
4.2	MSC Patran	48
4.2.1	Teori Penggunaan MSC Patran	49
4.2.1.1	Geometri	50
4.2.1.2	Unsur	51
4.2.1.3	Beban dan Garis Sempadan	55
4.2.1.4	Bahan	56
4.2.1.5	Ciri-ciri Bahan	56
4.2.1.6	Lapangan	57
4.2.1.7	Analisis	57
4.2.1.8	Keputusan	57
4.2.1.9	Pandangan Dalam	58
4.2.1.10	Plot XY	59
4.3	MSC Nastran	59
<b>BAB 5</b>	<b>KAEDAH KAJIAN</b>	
5.0	Pengenalan	61
5.1	Kajian Ilmiah	62
5.2	Pengukuran dan Dimensi Tangga	62

5.3	Pengiraan	62
5.4	Lukis Model	63
5.5	Simulasi	63
5.6	Perbandingan	67
<b>BAB 6</b>	<b>ANALISIS MELALUI TEORI</b>	
6.0	Bahan yang digunakan	68
6.1	Titik Pusat	71
6.2	Luas Momen Kedua	72
6.3	Daya dan momen maksimum pada anak tangga	73
	6.3.1 Momen maksimum dan tegasan lentur untuk setiap anak tangga	74
6.4	Penumpuan Tegasan	77
6.5	Tegasan Galas	85
6.6	Rivet	86
6.7	Tegasan lentur pada penyokong	87
	6.7.1 Titik Pusat Keratan Rentas	88
	6.7.2 Luas momen kedua	89
	6.7.3 Tegasan Normal	90
	6.7.4 Tegasan Lentur	91
	6.7.5 Tegasan Von Mises	92
6.8	Faktor keselamatan	93
<b>BAB 7</b>	<b>KEPUTUSAN ANALISIS SIMULASI</b>	
7.0	Analisis Simulasi	94
7.1	Keputusan Analisis Anak Tangga Pertama	95
7.2	Keputusan Analisis Anak Tangga Kedua	96
7.3	Keputusan Analisis Anak Tangga Ketiga	98
7.4	Keputusan Analisis Anak Tangga Keempat	99
7.5	Keputusan Analisis Anak Tangga Kelima	100
7.6	Keputusan Analisis Anak Tangga Keenam	102

7.7	Keputusan Analisis Anak Tangga Ketujuh	103
7.8	Keputusan Analisis Anak Tangga Kelapan	104
7.9	Keputusan Analisis Penyokong Tepi	106
<b>BAB 8</b>	<b>PERBINCANGAN</b>	
8.0	Perbandingan	108
8.1	Tegasan Lentur Bagi Setiap Anak Tangga	109
8.2	Penumpuan Tegasan Bagi Setiap Anak Tangga	111
8.3	Tegasan Maksimum Pada Penyokong Dengan Menggunakan Kaedah Von Mises	113
<b>BAB 9</b>	<b>KESIMPULAN</b>	114
	<b>RUJUKAN</b>	116
	<b>LAMPIRAN</b>	118

## SENARAI JADUAL

<b>BIL.</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
2.1	Laporan kemalangan di Belanda selama 6 tahun (Sumber : <i>Ale, et al 2005</i> )	26
4.1	Perbezaan di antara Jejaring Isometrik dan Jejaring Bebas (Sumber : <i>Introduction to MSC Patran, 2001</i> )	53
4.2	Perbezaan antara bahagian Keputusan dan bahagian Pandangan Dalam (Sumber : <i>Introduction to MSC Patran, 2001</i> )	58
6.1	Pengiraan titik pusat pada keratan rentas anak tangga	71
6.2	Pengiraan titik pusat pada keratan rentas penyokong	88
7.1	Ciri – ciri bahan yang digunakan untuk membuat analisis	95
7.2	Data yang berkaitan dengan analisis anak tangga pertama	95
7.3	Data yang berkaitan dengan analisis anak tangga kedua	96
7.4	Data yang berkaitan dengan analisis anak tangga ketiga	98
7.5	Data yang berkaitan dengan analisis anak tangga keempat	99
7.6	Data yang berkaitan dengan analisis anak tangga kelima	100
7.7	Data yang berkaitan dengan analisis anak tangga keenam	102
7.8	Data yang berkaitan dengan analisis anak tangga ketujuh	103
7.9	Data yang berkaitan dengan analisis anak tangga kelapan	104
7.10	Data yang berkaitan dengan analisis penyokong tepi	106
8.1	Perbandingan keputusan teori dan analisis simulasi tegasan lentur	109
8.2	Perbandingan keputusan teori dan analisis simulasi penumpuan Tegasan	111

8.3	Perbandingan tegasan maksimum (Von Mises) antara teori dan simulasi	113
-----	--	-----

## SENARAI RAJAH

<b>BIL.</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
2.1	Tangga Tepi Tunggal (Sumber: <a href="http://www.everlas.com">www.everlas.com</a> )	6
2.2	Tangga Tepi Kembar (Sumber: <a href="http://www.everlas.com">www.everlas.com</a> )	7
2.3	Tangga Pelantar (Sumber: <a href="http://www.everlas.com">www.everlas.com</a> )	8
2.4	Tangga Pelantar Industri (Sumber: <a href="http://www.everlas.com">www.everlas.com</a> )	9
2.5	Tangga Anggun (Sumber: <a href="http://www.everlas.com">www.everlas.com</a> )	10
2.6	Tangga Anggun Berkembar (Sumber: <a href="http://www.everlas.com">www.everlas.com</a> )	11
2.7	Tangga Banyak Kegunaan (Sumber: <a href="http://www.everlas.com">www.everlas.com</a> )	12
2.8	Tangga 2 dalam 1 (Sumber: <a href="http://www.everlas.com">www.everlas.com</a> )	13
2.9	Tangga Pengesahan (Sumber: <a href="http://www.everlas.com">www.everlas.com</a> )	14
2.10	Tangga 2 Arah untuk kerja berat (Sumber: <a href="http://www.everlas.com">www.everlas.com</a> )	15
2.11	Tangga Tepian Tunggal untuk kerja berat (Sumber: <a href="http://www.everlas.com">www.everlas.com</a> )	16
2.12	Tangga Satu Kutub (Sumber: <a href="http://www.everlas.com">www.everlas.com</a> )	17
2.13	Tangga Permanjangan Berganda (Sumber: <a href="http://www.everlas.com">www.everlas.com</a> )	18
2.14	Tangga untuk kegunaan gudang (Sumber: <a href="http://www.everlas.com">www.everlas.com</a> )	19
2.15	Tangga Gabungan (Sumber: <a href="http://www.everlas.com">www.everlas.com</a> )	20
2.16	Tangga Pemanjangan 3 kali ganda (Sumber: <a href="http://www.everlas.com">www.everlas.com</a> )	21
2.17	Tangga Tetap (Sumber: <a href="http://www.everlas.com">www.everlas.com</a> )	22



2.18	Bahagian-bahagian tangga.	23
3.1	Unsur dan Nod (Sumber : Bower. A.F)	30
3.2	Jenis-jenis Unsur (Sumber : Bower. A.F)	32
3.3	Pernomboran Unsur (Sumber : Bower. A.F)	33
3.4	Segi empat tepat yang mempunyai unsur 4 nod (Sumber : Bower. A.F)	34
3.5	Kedudukan nod pada unsur (Sumber : Bower. A.F)	35
3.6	(a) Unsur spring lurus dengan nod, nod sesaran dan nod daya.	37
	(b) Lengkukan daya pesongan (Sumber : Hutton. D.V. 2004)	
3.7	Sistem 2 spring dengan nombor nod, nombor unsur, sesaran nod dan daya nod (Sumber : Hutton. D.V. 2004)	41
3.8	Gambar rajah jasad bebas pada unsur dan nod untuk 2 sistem unsur rajah 3.6 (Sumber : Hutton. D.V. 2004)	41
4.1	Contoh lukisan 3 dimensi dengan menggunakan solidworks	48
4.2	Tatacara utama dalam halaman perisian MSC Patran (Sumber : Introduction to MSC Patran, 2001)	50
4.3	Aliran daripada perisian CAD kepada MSC Patran (Sumber : Introduction to MSC Patran, 2001)	51
4.4	Bentuk jenis-jenis unsur (Sumber : Introduction to MSC Patran, 2001)	51
4.5	Jenis-jenis jejaring (Sumber : Introduction to MSC Patran, 2001)	52
4.6	Unsur tetahedral. (Sumber : Introduction to MSC Patran, 2001)	54
4.7	Pergerakan aliran unsur yang berterusan (Sumber : Introduction to MSC Patran, 2001)	54
4.8	Contoh model yang di kenakan sesaran tetap. (Sumber : Introduction to MSC Patran, 2001)	55
4.9	Contoh pedal brek yang sudah dianalisis.	59

5.1	Carta alir tentang kaedah kajian yang dijalankan	61
5.2	Model yang telah diimport ke dalam geometri	64
5.3	Model yang telah dibuat jaring	65
5.4	Model yang telah dikenakan daya dan syarat sempadan	66
5.5	Keputusan analisis	67
6.1	Model tangga yang telah dilukis menggunakan perisian Solidworks	69
6.2	Keratan Rentas komponen	70
6.3	Gambar rajah badan bebas bagi momen dan arah daya	74
6.4	Gambar rajah badan bebas bagi penumpuan tegasan	77
6.5	Lakaran keratan rentas penyokong	87
6.6	Gambar rajah badan bebas menunjukkan arah daya	87
6.7	Gambar rajah badan bebas tegasan normal	90
6.8	Gambar rajah badan bebas tegasan lentur	91
7.1	Keputusan analisis bagi anak tangga pertama	95
7.2	Keputusan analisis bagi anak tangga kedua	97
7.3	Keputusan analisis bagi anak tangga ketiga	98
7.4	Keputusan analisis bagi anak tangga keempat	99
7.5	Keputusan analisis bagi anak tangga kelima	101
7.6	Keputusan analisis bagi anak tangga keenam	102
7.7	Keputusan analisis bagi anak tangga ketujuh	103
7.8	Keputusan analisis bagi anak tangga kelapan	105
7.9	Keputusan analisis bagi penyokong tepi	106

**SENARAI SIMBOL**

$\sigma$	= Tegasan
F, P	= Daya
M	= Momen
y	= Titik pusat keratan rentas
I	= Luas momen kedua
$\tau$	= Tegasan ricih
A	= Luas permukaan komponen
d	= Diameter
b	= Lebar
h	= Tinggi
$\pi$	= Pai
T	= Ketebalan
Wa, Wb	= Jarak
Kt	= Faktor Penumpuan Tegasan
r	= Jejari
E	= Modulus Kekenyalan
$\rho$	= Ketumpatan Bahan

**SENARAI LAMPIRAN**

<b>BIL.</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
A	Pengiraan Penumpuan Tegasan	118
B	Pengiraan Tegasan Ricih pada rivet	121
C	Lukisan Kejuruteraan ( Model Tangga)	123

## **BAB 1**

### **PENGENALAN**

#### **1.0 Pengenalan kepada tangga**

Tangga adalah alatan kegunaan rumah yang penting. Setiap rumah ada mempunyai tangga. Tangga digunakan oleh manusia untuk mencapai benda yang tinggi. Terdapat berbagai jenis tangga di pasaran mengikut saiz, bentuk dan bahan yang digunakan untuk menghasilkan tangga tersebut. Dahulunya tangga banyak diperbuat daripada bahan kayu tetapi kini tangga banyak diperbuat daripada bahan aluminium, gentian kaca dan sebagainya. Namun terdapat tangga yang patah, bengkok dan terdapat kemalangan yang berpunca daripada penggunaan tangga.

Terdapat berbagai jenis tangga yang digunakan oleh manusia kini sama ada di rumah, kedai, industri dan sebagainya. Antaranya jenis tangga tepi tunggal, tangga tepi berkembar, tangga pelantar, tangga pelantar industri, tangga anggun, tangga anggun berkembar, tangga banyak kegunaan, tangga 2 dalam 1, tangga pengesahan, tangga 2 jalan tugas berat, tangga tepi tunggal untuk tugas berat, tangga satu kutub, tangga pemanjangan berganda, tangga kegunaan gudang, tangga gabungan, tangga 3 kali pemanjangan, tangga tetap dan banyak lagi. Setiap jenis tangga ada kegunaannya tersendiri dan yang paling banyak digunakan di rumah ialah tangga jenis tepi tunggal. Terdapat berbagai jenis bahan yang digunakan untuk membuat tangga tersebut antaranya aluminium, gentian kaca dan kayu. Tangga buatan aluminium adalah yang paling banyak digunakan di kebanyakan rumah kerana ianya ringan, kuat, tidak mudah karat, dan harganya berpatutan.

Dalam penggunaan tangga sehari-harian, aspek keselamatan perlu dititik beratkan juga kerana melalui sumber *Forensic Engineering* ratusan kemalangan yang melibatkan tangga dilaporkan sejak 15 tahun yang lalu. Ada di antara kemalangan itu adalah disebabkan ketidakkukuhan tangga itu sendiri dan penggunaannya yang salah. Menurut laporan kemalangan yang dilaporkan di Belanda selama 6 tahun, sebanyak 1200 kemalangan adalah berpunca daripada jatuh dari tangga. (Ale, et. al. 2005)

Terdapat berbagai kaedah yang digunakan untuk mengkaji atau menganalisis kekukuhan tangga antaranya ialah melalui teori pengiraan dengan menggunakan formula-formula yang bersesuaian dan kaedah unsur terhingga. Kaedah unsur terhingga ini adalah satu bahagian yang kompleks dibahagikan kepada bahagian-bahagian yang kecil dan dicantumkan semula apabila selesai pengiraan bertujuan untuk memudahkan proses pengiraan. Aplikasi daripada kaedah terhingga ini maka terciptanya banyak perisian di pasaran yang dapat menentukan kawasan atau bahagian yang kritikal pada bahan kajian secara simulasi. Antara perisian tersebut ialah MSC. Nastran/Patran, Adams, Marc, Dytran, Easy 5, Sofy dan banyak lagi. Perisian ini banyak digunakan di makmal-makmal dan industri terutamanya industri yang melibatkan struktur analisis. Melalui perisian ini bahagian kritikal pada bahan kajian akan dapat disimulasikan dengan jelas. Data yang diperolehi daripada pengiraan akan dibandingkan dengan data yang diperolehi daripada perisian ini. Berdasarkan perbandingan ini, keputusan akan dibuat.

Melalui kajian ini bahagian kritikal pada tangga akan dapat dikesan dan model tangga ini akan dibuat pembaharuan untuk mengukuhkan lagi struktur tangga tersebut dan dapat mengelakkan terjadinya kemalangan yang berulang.

## 1.1 Pernyataan Masalah

Terdapat beberapa kemalangan yang serius berkaitan dengan penggunaan tangga. Kemalangan ini antaranya adalah berpunca daripada:

- 1) Kegagalan reka bentuk tangga.
- 2) Penggunaan tangga yang tidak selamat iaitu tidak mengikut langkah keselamatan.
- 3) Pemilihan tangga yang tidak sesuai dengan kerja yang hendak dilakukan.

## 1.2 Objektif

Objektif kajian ini ialah :

Untuk menyiasat tegasan maksimum yang dikenakan pada tangga kegunaan rumah yang terpilih.

## 1.3 Skop

Terdapat beberapa skop yang perlu di patuhi supaya kajian ini tidak terpesong ke arah yang lain dan mencapai objektif yang dikehendaki.

Skop tersebut ialah:

1. Menyelidik reka bentuk tangga kegunaan rumah yang terdapat di pasaran sekarang.
2. Untuk mengenal pasti bahagian kritikal yang dikenakan beban.
3. Pengiraan tegasan maksimum secara teori.
4. Membuat model dan analisis tangga dengan menggunakan perisian MSC Nastran/Patran.
5. Analisis keputusan dan kesimpulan.

## **BAB 2**

### **KAJIAN ILMIAH (STRUKTUR DAN REKA BENTUK TANGGA)**

#### **2.0 Definisi**

Tangga ialah sebuah struktur mudah alih yang mempunyai dua bahagian panjang bersilang anak tangga yang secara selari, digunakan untuk memanjat naik dan turun. (*Mifflin, 2003*)

#### **2.1 Pengenalan**

Terdapat berbagai jenis tangga yang digunakan oleh manusia dalam kehidupan seharian antaranya tangga tepi tunggal, tangga tepi berkembar, tangga pelantar, tangga pelantar industri, tangga anggun, tangga anggun berkembar, tangga banyak kegunaan, tangga 2 dalam 1, tangga pengesahan, tangga 2 jalan tugas berat, tangga tepi tunggal untuk tugas berat, tangga satu kutub, tangga pemanjangan berganda, tangga kegunaan gudang, tangga gabungan, tangga 3 kali pemanjangan dan tangga tetap.

Tangga-tangga tegar pada asalnya diperbuat daripada kayu, tetapi pada abad ke-20 aluminium berbentuk tiub menjadi telah banyak digunakan kerana ianya