

**MEREKABENTUK DAN FABRIKASI**

**RADAS EKSPERIMEN STATIK**

**RIDZUAN BIN JAHAM**

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

**Fakulti Kejuruteraan Mekanikal  
Universiti Teknikal Malaysia Melaka**

**JUN 2012**

**i**

## **PENGESAHAN PENYELIA**

“Saya akui bahawa telah membaca laporan ini dan pada pandangan saya laporan ini adalah memadai dari segi skop dan kualiti untuk tujuan penganugerahan ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Automotif).”

Tandatangan : .....

Penyelia : .....

Tarikh : .....

## PENGAKUAN

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

Tandatangan : .....

Nama Penulis : .....

Tarikh : .....

Khas buat

Ayahanda dan bonda tersayang

## **PENGHARGAAN**

Saya ingin mengucapkan ribuan terima kasih dan setinggi penghargaan kepada semua pihak yang telah memberi kerjasama untuk saya menyiapkan laporan ini. Terima kasih juga saya ucapkan kepada penyelia saya iaitu En Hamzah bin Mohd Dom di atas segala tunjuk ajar dan bimbingan yang di curahkan kepada saya sehingga saya dapat menyiapkan laporan ini pada masa yang telah ditetapkan.

Tidak lupa juga kepada kedua ibu bapa saya yang memberikan sokongan kepada saya selama saya menyiapkan laporan ini. Tanpa sokongan dari mereka, laporan ini tidak akan siap mengikut masa yang ditetapkan. Setinggi penghargaan juga saya tujukan kepada rakan-rakan seperjuangan saya yang juga telah banyak membantu dalam menyelesaikan segala masalah yang menimpa ketika menyiapkan laporan ini.

## **ABSTRACT**

For this research, the main focus of the Final Year Project is the designing of an experiment kits for fundamental principles of statics. Static is one subject that being taken by each mechanical student of Universiti Teknikal Malaysia Melaka. A student's understanding of static concept can be enhanced through the hands-on experiments session. As a technical university, laboratory session is emphasized. For some of the students, the concepts of vectors, particle equilibrium and rigid body equilibrium can be very difficult to be understood and applied. In order to improve student comprehension, a new apparatus that can do multiple experiment has been designed.

## **ABSTRAK**

Untuk kajian ini, fokus utama bagi Projek Sarjana Muda adalah untuk mereka satu radas eksperimen tentang prinsip-prinsip statik. Statik merupakan satu subjek yang diambil oleh setiap pelajar jurusan mekanikal di Universiti Teknikal Malaysia Melaka. Pemahaman pelajar mengenai konsep statik boleh dimantapkan melalui sesi eksperimen yang praktikal. Sebagai sebuah universiti teknikal, sesi makmal amat dititikberatkan. Bagi sesetengah pelajar, konsep-konsep statik seperti vector, keseimbangan zarah dan keseimbangan jasad tegar boleh menjadi begitu sukar untuk difahami dan diaplikasikan. Bagi meningkatkan pemahaman pelajar, sebuah radas yang boleh digunakan untuk pelbagai eksperimen telah direka.

## KANDUNGAN

<b>BAB</b>	<b>TOPIK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
	<b>JUDUL</b>	<b>i</b>
	<b>PENGESAHAN PENYELIA</b>	<b>ii</b>
	<b>PENGAKUAN</b>	<b>iii</b>
	<b>DEDIKASI</b>	<b>iv</b>
	<b>PENGHARGAAN</b>	<b>v</b>
	<b>ABSTRACT</b>	<b>vi</b>
	<b>ABSTRAK</b>	<b>vii</b>
	<b>KANDUNGAN</b>	<b>viii</b>
	<b>SENARAI JADUAL</b>	<b>ix</b>
	<b>SENARAI RAJAH</b>	<b>x</b>
<b>BAB 1</b>	<b>Pengenalan</b>	<b>1</b>
	1.1 OBJEKTIF	<b>2</b>



	1.2 SKOP DAN HAD	2
	1.3 PERNYATAAN MASALAH	2
<b>BAB 2</b>	<b>KAJIAN ILMIAH</b>	<b>4</b>
	2.1 PERALATAN RADAS SEDIA ADA	4
	2.1.1 KESEIMBANGAN DAYA	5
	2.1.2 KESEIMBANGAN STATIK – MOMEN	7
	2.1.3 ANGGOTA BEBAN MEMAKSI 1	9
	2.1.4 ANGGOTA BEBAN MEMAKSI 2	11
	2.2 KESEIMBANGAN STATIK	13
	2.2.1 DAYA	14
	2.2.1.1 DAYA GRAVITI	14
	2.2.1.2 DAYA NORMAL	15
	2.2.1.3 DAYA GESERAN	15
	2.2.1.4 TEGANGAN	16
	2.2.2 HUKUM NEWTON KETIGA	17
	2.2.3 ARAH DAN KOMPONEN DAYA	17
	2.2.4 MOMEN	19
	2.2.5 GAMBAR RAJAH JASAD BEBAS	21
	2.3 KAJIAN TERDAHULU	22
	2.3.1 KERANGKA VECTORSMITH	23

	2.3.2 TAKAL DAN KABEL	25
	2.3.3 SPRING	26
	2.4 PROSES MEMBUAT KEPUTUSAN	27
	2.4.1 RUMAH KUALITI	27
	2.4.2 MATRIK KEPUTUSAN BERPEMBERAT	27
<b>BAB 3</b>	<b>KAEDAH KAJIAN</b>	<b>29</b>
	3.0 PERANCANGAN DAN CARTA ALIR	29
	3.1 PENELITIAN REKABENTUK TERDAHULU	31
	3.2 MENYENARAIKAN REKABENTUK KONSEP	32
	3.2.1 KONSEP A	32
	3.2.2 KONSEP B	34
	3.2.3 KONSEP C	36
	3.3 RUMAH KUALITI	38
	3.4 MATRIK KEPUTUSAN BERPEMBERAT	39
	3.5 PEMILIHAN REKABENTUK TERBAIK	41
	3.6 REKABENTUK TERPERINCI	43
	3.7 EMPAT EKSPERIMEN DALAM SATU	47
	3.8 PROSES FABRIKASI	51
	3.8.1 PENYEDIAAN BAHAN	51
	3.8.2 MEMOTONG	58

	3.8.3 ‘MILLING	60
	3.8.4 KIMPALAN	63
	3.8.5 MERICIH	64
	3.8.6 MENGGERUDI	64
	3.8.7 MEMBENGGOK	65
	3.8.8 PEMASANGAN	66
<b>BAB 4</b>	<b>KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN</b>	<b>67</b>
	4.0 KEPUTUSAN	67
	4.1 PENGENALAN	67
	4.2 SPESIFIKASI	68
	4.3 PERCUBAAN DAN PENGUJIAN	69
	4.3.1 EKSPERIMAN 1 – SISTEM TAKAL 1	69
	4.3.2 EKSPERIMEN 2 – SISTEM TAKAL 2	71
	4.3.3 EKSPERIMEN 3 – GESERAN (SUDUT SENTUHAN)	73
	4.3.4 EKSPERIMEN 4 – MOMEN (KREN MINI)	75
	4.4 PERBINCANGAN	77
<b>BAB 5</b>	<b>KESIMPULAN DAN CADANGAN</b>	<b>80</b>
	5.1 KESIMPULAN	80
	5.2 CADANGAN	82

	<b>RUJUKAN</b>	<b>83</b>
	<b>LAMPIRAN</b>	<b>86</b>
	LAMPIRAN 1	87
	LAMPIRAN 2	88
	LAMPIRAN 3	89
	LAMPIRAN 4	90

## SENARAI JADUAL

<b>BIL.</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKAS SURAT</b>
1	Skema Penilaian	<b>28</b>
2	Rumah Kualiti	<b>38</b>
3	Matrik Keputusan Berpemberat	<b>40</b>
4	Senarai Bahan-bahan	<b>52</b>
5	Spesifikasi yang Dirancang dan yang Diperolehi	<b>68</b>
6	Contoh Data Eksperimen Sistem Takal 1	<b>70</b>
7	Contoh Data Eksperimen Sistem Takal 2	<b>72</b>
8	Contoh Data Eksperimen Geseran (Sudut Sentuhan)	<b>74</b>
9	Contoh Data Eksperimen Momen (Kren Mini)	<b>76</b>

## SENARAI RAJAH

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
1a	Set Radas Eksperimen Keseimbangan Daya	5
1b	Daya pada titik	6
2a	Set Radas Eksperimen Keseimbangan Statik - Momen	7
2b	Momen Pada Titik Putaran	8
3a	Set Radas Eksperimen Anggota Beban Memaksi 1	9
3b	Gambar Rajah Skematik Pelantar Eksperimen	10
4a	Set Radas Eksperimen Anggota Beban Memaksi 2	11
4b	Gambar Rajah Skematik Struktur Ujian	12
4c	Titik Pengukuran	13
5a	Vektor Daya dan Poligon Keseimbangan	17
5b	Komponen Daya	18
6	Kehadiran Momen	19

7a	Kerangka VektorSmith	23
7b	Slot T	24
8	Takal	25
9	Spring	26
10	Carta Alir Projek	31
11a	Konsep A	32
11b	Konsep B	34
11c	Konsep C	36
12	Pokok Objektif bagi rekabentuk Radas Eksperimen Statik	39
13a	Rekabentuk Penuh Radas Eksperimen Statik	43
13b	Pandangan Hadapan 1	44
13c	Pandangan Hadapan 2	44
13d	Pandangan kiri	45
13e	Pandangan kanan	45
14a	Lukisan Eksperimen 1 – Sistem Takal 1	47
14b	Lukisan Eksperimen 2 – Sistem Takal 2	48
14c	Lukisan Eksperimen 3 – Geseran (Sudut Sentuhan)	49
14d	Lukisan Eksperimen 4 – Momen (Kren Mini)	50
15a	Mesin Memotong Besi	58
15b	Proses Pemothongan Besi	59

16a	Mesin 'Milling'	60
16b	Proses 'Milling'	61
16c	Penggunaan Cecair Penyejuk	61
17	Proses Kimpalan	63
18	Proses Menggerudi	65
19	Proses Membengkok	66
20a	Set Radas Eksperimen 1 – Sistem Takal 1	69
20b	Set Radas Eksperimen 2 – Sistem Takal 2	71
20c	Set Radas Eksperimen 2 – Geseran (Sudut Sentuhan)	73
20d	Set Radas Eksperimen 4 – Momen (Kren Mini)	75



## **BAB 1**

### **PENGENALAN**

#### **1.0 PENGENALAN**

Sesi makmal mengimplicasikan suatu pembelajaran yang aktif. Sesi makmal memberi peluang kepada para pelajar untuk bekerjasama, berinteraksi antara satu sama lain, bereksperimen, meneroka, berbincang, menelaah dan membuat kesimpulan yang sesuai tentang hasil kerja mereka. Seseengah sesi makmal bertujuan untuk membiasakan para pelajar dengan kemahiran dan teknik-teknik praktikal yang berkaitan dengan disiplin. Manakala seseengah yang lain lebih memberi tumpuan kepada pembangunan insaniah dalam kajian saintifik.

Bidang kejuruteraan adalah satu profesyen yang amat praktikal dan sejak dari mulanya, makmal merupakan satu komponen penting yang tidak dapat dipisahkan daripada pendidikan kejuruteraan. Walau bagaimanapun, menjangkau pendidikan kejuruteraan yang moden, satu penekanan yang baru telah diletakkan ke atas sesi makmal dengan menggunakan pendekatan secara praktikal.

## **1.1 OBJEKTIF**

Kajian ini bertujuan untuk menghasilkan radas eksperimen yang baru bagi makmal statik, menaiktaraf kemudahan di makmal statik FKM dan menghasilkan radas eksperimen pelbagai guna agar dapat menjimatkan masa, ruang dan dana; serta memaksimumkan pemahaman para pelajar mengenai subjek statik.

## **1.2 SKOP DAN HAD**

Radas baru ini dihasilkan agar boleh digunakan oleh pelajar-pelajar Fakulti Kejuruteraan Mekanikal. Rekabentuk radas yang memenuhi spesifikasi yang diinginkan akan direka dan dilukiskan. Setelah itu prototaip atau model sebenar radas yang berfungsi akan dihasilkan.

## **1.3 PERNYATAAN MASALAH**

Matapelajaran Statik adalah antara matapelajaran yang diambil oleh pelajar Fakulti Kejuruteraan Mekanikal, Universiti Teknikal Malaysia Melaka tanpa mengira kursus. Sebagai sebuah universiti teknikal, sesi makmal amatlah dititikberatkan. Pada masa ini, makmal statik di FKM mempunyai 4 set radas bagi menjalankan eksperimen yang berikut; Equilibrium of Force, Static Equilibrium—Moment, Axially Loaded Members 1 (beban menegak) dan Axially loaded Members 2 (beban condong). Peralatan yang sama ini telahpun digunakan sejak tahun 2001 lagi. Secara amnya kesemua

peralatan ini adalah terdiri daripada bahagian-bahagian mekanikal sahaja. Demi menjimatkan kos fakulti, satu kajian perlu dilakukan bagi merekabentuk satu set radas yang baru untuk menaik taraf radas yang lama agar pemahaman pelajar jurusan mekanikal terhadap matapelajaran statik dapat dipertingkatkan. Lantas peralatan/radas ini bolehlah dihasilkan secara 'in house' oleh FKM sendiri.

## **BAB 2**

### **KAJIAN ILMIAH**

#### **2.1 PERALATAN RADAS SEDIA ADA**

Pada masa ini, makmal Statik Fakulti Kejuruteraan Mekanikal yang terletak di Kampus Industri mempunyai empat set radas yang digunakan dalam sukatan matapelajaran Statik. Empat eksperimen tersebut adalah Keseimbangan Daya, Keseimbangan Statik – Momen, Anggota Beban Memaksi 1 dan Anggota beban Memaksi 2. Set-set radas ini telah digunakan sejak mula sekali kursus ini ditawarkan pada tahun 2001.

### 2.1.1 KESEIMBANGAN DAYA



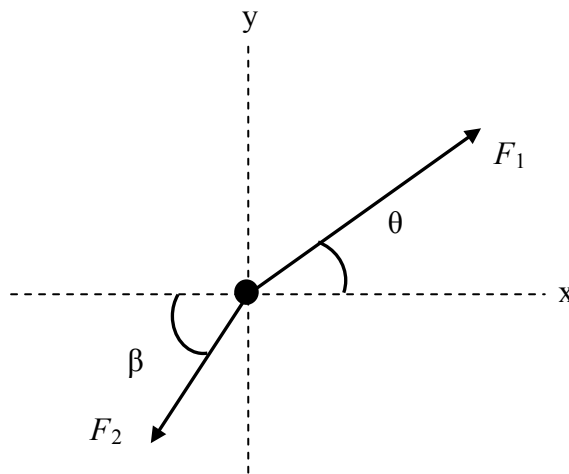
**Rajah 1a: Set Radas Eksperimen Keseimbangan Daya**

**(sumber: Makmal Statik FKM, UTeM)**

Eksperimen ini bertujuan untuk menunjukkan bahawa daya yang bertindak pada satu titik berada dalam keadaan keseimbangan. Selepas menjalankan eksperimen ini, para pelajar akan dapat memahami konsep keseimbangan daya, dapat membina gambar rajah jasad bebas keseimbangan daya pada sesuatu titik, dapat membina poligon keseimbangan daripada data eksperimen dengan betul, dan dapat mengenalpasti daya yang bertindak pada sesuatu titik pada keadaan keseimbangan. Selain itu para pelajar juga akan dapat mengaplikasikan cara-cara mengendalikan eksperimen dengan betul berpandukan prosedur yang diberikan dan mengenalpasti kesilapan atau ralat yang berlaku sepanjang eksperimen yang menyebabkan ketidak tepatan pada keputusan yang diperolehi.

Eksperimen ini menggunakan konsep keseimbangan daya dalam memberi pemahaman kepada para pelajar secara praktikal. Melalui eksperimen ini, para pelajar akan dapat mengadaptasi teori yang dipelajari di dalam kuliah mengenai Hukum Gerakan Newton yang Pertama. Hukum ini menyatakan bahawa sesuatu zarah itu dikatakan berada dalam keadaan keseimbangan apabila daya paduan yang bertindak padanya bersamaan dengan sifar. Syarat ini secara matematiknya boleh dinyatakan sebagai  $\sum F = 0$  dimana  $\sum F$  adalah jumlah vektor daya yang bertindak ke atas zarah.

Sebagai contoh, **Rajah 1b** menunjukkan dua daya,  $F_1$  dan  $F_2$  yang bertindak ke atas suatu zarah. Bagi mematuhi keadaan keseimbangan, ketetapan bagi daya-daya ini pada paksi-x dan paksi-y mestilah bersamaan dengan sifar seperti yang ditunjukkan oleh persamaan matematik (1) dan (2).



**Rajah 1b: Daya pada titik**

$$\rightarrow + \sum F_x = 0, \quad F_1 \cos\theta - F_2 \cos\beta = 0 \dots\dots\dots(1)$$

$$\uparrow + \sum F_y = 0, \quad F_1 \sin\theta - F_2 \sin\beta = 0 \dots\dots\dots(2)$$

## 2.1.2 KESEIMBANGAN STATIK – MOMEN



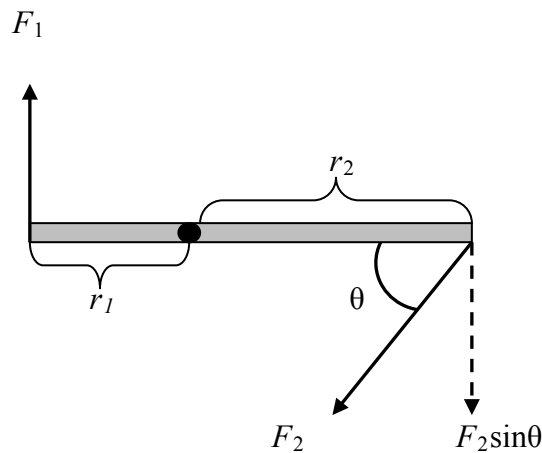
**Rajah 2a: Set Radas Eksperimen Keseimbangan Statik – Momen**

**(sumber: Makmal Statik FKM, UTeM)**

Objektif eksperimen ini adalah untuk mengkaji momen yang terhasil daripada tindakan daya pada bar tegar yang dipangsikan pada suatu pusat. Sesi eksperimen ini memberi pemahaman kepada para pelajar tentang konsep momen dan kesannya terhadap sesuatu jasad. Hasil pembelajaran daripada eksperimen ini adalah para pelajar dapat melatih diri akan cara-cara mengendalikan ujikaji berpandukan langkah-langkah dan garis panduan yang ditetapkan. Para pelajar juga akan dapat membina gambar rajah jasad bebas untuk mengenalpasti daya dalam anggota, mengira momen bagi kes-kes

tertentu dan akhir sekali pelajar akan dapat melukis dan menganalisis graf bagi membuat perbandingan antara data daripada eksperimen dan data daripada teori.

Daya sahaja tidak mencukupi. Mengikut kajian di dalam fizik dinamik mengenai jasad-jasad selain daripada zarah, kita juga mesti tahu tentang putaran dan perubahannya melalui ruang, tentang bagaimana ia berpiuh dan berpusing. Momen sesuatu daya adalah kecenderungan sesuatu daya itu untuk memusingkan atau memutarakan sesuatu objek pada satu titik putaran. Secara matematik, momen,  $M$  adalah hasil darab daya,  $F$  dan jarak serenjang daya tersebut dari titik putaran,  $r$ .



**Rajah 2b: Momen pada titik putaran**

Dengan menganggap arah pusingan jam adalah positif,

$$\sum M = F \cdot r = 0$$

$$\sum M = F_1 \cdot r_1 + F_2 \sin \theta \cdot r_2 = 0 \dots\dots\dots(3)$$