

**KAJIAN TERHADAP REKABENTUK RAIFAL TEMPUR BARU UNTUK  
ANGKATAN TENTERA MALAYSIA**


**MOHD IDAIN FAHMY BIN ROSLEY**

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


Fakulti Kejuruteraan Mekanikal  
Universiti Teknikal Malaysia Melaka

Mei 2007

“Saya akui bahawa saya 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 (Rekabentuk & Inovasi)”

Tandatangan :   
Nama penyelia : SHAMSUL ANUAR SHAMSUDIN  
Tarikh : 8/5/2007

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

Tandatangan :  .....

Nama penulis : MOHD IDAIN FAHMY BIN ROSLEY .....

Tarikh : 08/05/2007 .....

## **ABSTRACT**

This project is to design a new assault rifle for Angkatan Tentera Malaysia. This study is carried out to improve the current assault rifle design by compiling the current designs and improved them. The new design should suitable for Angkatan Tentera Malaysia personnel. This new design also should withstand the rugged environment with high humidity, low maintenance and easy to carry by soldier. This project included the new design for assault rifle, the new mechanism and the materials that will use for production in future. This project also stated the process from zero until in finished and future suggestions.

## KANDUNGAN

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
<b>1.0</b>	<b>PENGENALAN</b>	1
	1.1 Sejarah raifal tempur di dunia dan di Malaysia	1
	1.2 Objektif kajian	1
	1.3 Skop kajian	3
<b>2.0</b>	<b>KAJIAN LATAR BELAKANG</b>	5
	2.1 Pengenalan	5
	2.2 Katrij	6
	2.3 Jenis-jenis laras yang digunakan pada raifal tempur	8
	2.3.1 <i>Smoothbore</i> – tanpa alur berpilin	8
	2.3.2 <i>Rifling</i> – alur berpilin	10
	2.3.3 Poligonal	13
	2.4 Sistem am operasi raifal tempur	15
	2.4.1 Sistem <i>Gatling</i>	15
	2.4.2 Sistem <i>Recoil</i>	17
	2.4.3 Sistem <i>Blowback</i>	17

2.4.4	Sistem gas	20
2.5	Sistem suapan peluru	22
2.5.1	Sistem spring dan <i>hopper</i>	22
2.5.2	Sistem belt	23
2.6	Sistem masukan dan buangan	24
2.7	Sistem konfigurasi	26
2.7.1	Konfigurasi <i>bull-pup</i>	26
2.7.2	Konfigurasi konvensional	27
2.7.3	Konfigurasi <i>carbine</i>	27
2.8	Jenis-jenis raifal tempur yang pernah digunakan oleh Angkatan Tentera Malaysia (ATM) – retrospektif	29
2.8.1	Jungle carbine – Rifle No.5 MK1 (Lee Enfield No.5 MK1 atau Lee Enfield Jungle Carbine)	29
2.8.2	Streling Sub-Machinegun	32
2.8.3	Heckler & Koch HK-33	34
2.8.4	Fabrique Nationale (FN) Fusil Antomatique Leger (FAL)	36
2.8.5	M-16 A1	39
2.8.6	Steyr AUG (Armee Universal Gewehr) A1	42
2.8.7	M4 A1	42

<b>3.0</b>	<b>METODOLOGI</b>	46
3.1	Mengetahui keperluan pengguna	46
3.2	Spesifikasi sasaran	50
3.3	Kajian latar belakang	51
3.4	Penandaaras raifal tempur terbaik di dunia	53
3.5	Kajian terhadap rekabentuk – perbezaan di antara raifal tempur jenis konvensional, <i>carbine</i> dan <i>bull-pup</i>	57
3.5.1	Konvensional – M-16 A2 sebagai contoh	57
3.5.2	<i>Carbine</i> M4 sebagai contoh	59
3.5.3	<i>Bull-pup</i> – Steyr AUG A1 sebagai contoh	61
3.6	Rekabentuk konsep	63
3.6.1	Pembangunan dan olahan rekabentuk konsep dan alternatif yang lain	63
3.6.2	Analisis dan pemilihan konsep awal	64
3.7	Rekabentuk terperinci	68
3.8	Pembangunan <i>mock-up</i> , model dan <i>prototype</i>	70

<b>4.0</b>	<b>ANALISIS, KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN</b>	<b>71</b>
4.1	Pengelasan besi, logam dan aloi	71
4.2	Pemilihan bahan-bahan	71
4.2.1	Pemilihan bahan untuk pemegang dan perumah badan utama kiri dan kanan	73
4.2.1.1	Sifat-sifat aluminium berdasarkan pengelasan yang digunakan oleh ANSI dan ASTM	73
4.2.3	Pemilihan bahan untuk <i>butt-stock</i> dan pemegang hadapan kiri dan kanan	74
4.2.3.1	Jenis-jenis plastik	80
4.3	Analisis dan keputusan	83
4.3.1	Analisis komponen perumah utama kanan	83
4.3.1.1	Keputusan	84
4.3.2	Analisis komponen perumah utama kiri	88
4.3.2.1	Kesimpulan	91



4.4	Analisis komponen laras	92
4.4.1	Keputusan	92
4.4.2	Kesimpulan	96
4.5	Analisis komponen pemegang hadapan kanan dan kiri	97
4.4.1	Keputusan	97
4.4.2	Kesimpulan	97
4.6	Analisis ergonomik menggunakan Catia melalui Ergonomic Design Analisis	100
<b>5.0</b>	<b>RUMUSAN, CADANGAN DAN KESIMPULAN</b>	<b>102</b>
5.1	Cadangan	102
5.2	Rumusan	104

## SENARAI JADUAL

NO. JADUAL	TAJUK	MUKA SURAT
2-1	Data dan spesifikasi Jungle Carbine – Rifle No.5 MK1	30
2-2	Data dan spesifikasi Sterling Sub- Machinegun	32
2-3	Data dan spesifikasi HK-33	34
2-4	Data dan spesifikasi Fabrique Nationale (FN) Fusil Automatique Leger (FAL)	36
2-5	Data dan spesifikasi M-16 A1	39
2-6	Data dan spesifikasi Steyr AUG (Armee Universal Gewehr) A1	42
2-7	Data dan spesifikasi M4 A1 <i>carbine</i>	44
3-1	Jadual spesifikasi sasaran	50
3-2	Penanda aras semasa raifal tempur terbaik di dunia	53
3-3	Kelebihan dan kekurangan raifal tempur konvensional M-16 A1	58
3-4	Kelebihan dan kekurangan raifal tempur	60

	<i>carbine</i> M4 A1	
3-5	Kelebihan dan kekurangan raifal tempur <i>bull-pup</i> Steyr AUG A1	62
3-6	Konsep yang telah diolah	65
3-7	Matriks pemilihan konsep untuk <i>butt-stock</i>	67
3-8	Contoh matriks permarkahan konsep	67
4-1	Menunjukkan jenis-jenis aluminium aloi dan spesifikasi	75
4-2	Menunjukkan sifat-sifat pembuatan dan aplikasi umum aluminium aloi yang terpilih	75
4-3	Menunjukkan pengkelasan logam karbon serta pengkelasan berdasarkan AISI	77
4-4	Menunjukkan ciri-ciri mekanikal logam karbon dan aplikasinya	77
4-5	Menunjukkan jenis-jenis logam aloi	79
4-6	Menunjukkan jenis-jenis logam karbon dan aloi serta spesifikasi	79
4-7	Menunjukkan jenis bahan dan berat	85
4-8	Menunjukkan spesifikasi aluminium aloi AISI 1060	85
4-9	Menunjukkan jenis bahan dan berat	86

4-10	Menunjukkan spesifikasi aluminium aloi AISI 3003	86
4-11	Menunjukkan jenis bahan dan berat	87
4-12	Menunjukkan spesifikasi aluminium aloi AISI 6061	87
4-13	Menunjukkan perbandingan F.O.S bagi setiap aluminium aloi yang telah dianalisis bagi komponen perumah utama kanan	88
4-14	Menunjukkan perbandingan F.O.S bagi setiap aluminium aloi yang telah dianalisis bagi komponen perumah utama kiri	91
4-15	Menunjukkan jenis bahan dan berat	93
4-16	Menunjukkan spesifikasi logam karbon tuang	93
4-17	Menunjukkan jenis bahan dan berat	94
4-18	Menunjukkan spesifikasi logam aloi	94
4-19	Menunjukkan jenis bahan dan berat	95
4-20	Menunjukkan spesifikasi logam aloi	95
4-21	Menunjukkan perbandingan F.O.S bagi setiap aluminium aloi yang telah dianalisis bagi komponen laras	96
4-22	Menunjukkan jenis bahan dan berat	99

4-23	Menunjukkan spesifikasi nylon 6/10	99
------	------------------------------------	----

## SENARAI GAMBARAJAH

NO RAJAH	TAJUK	MUKA SURAT
2-1	Keadaan di dalam meriam sebelum tembakan dilakukan	6
2-2	Katrij peluru moden	7
2-3	Tanpa alir berpilin	8
2-4	Alur berlilin	10
2-5	Alur poligon	13
2-6	Sistem <i>Gatling</i> berfungsi	15
2-7	Sistem <i>recoil</i> berfungsi	17
2-8	Sistem <i>blowback</i> berfungsi	19
2-9	Sistem gas berfungsi	20
2-10	Sistem suapan belt	23
2-11	Sistem masukan dan buangan	25
2-12	Contoh raifal tempur <i>bull-pup</i> Enfield EM-2 dari Britain	26
2-13	Contoh raifal tempur konvensional M19030 A1 Springfeild	27
2-14	Contoh raifal tempur versi <i>carbine</i> M-4 carbine	28

2-15	Jungle carbine – rifle No.5 MK1 (Lee Enfield No.5 MK1 atau Lee Enfield Jungle Carbine)	29
2-16	Sterling Sub-machine gun	32
2-17	Raifal tempur Heckler & Koch HK-33	34
2-18	Raifal tempur Fabrique Nationale (FN) Fusil Automatique Leger FAL	36
2-19	Ceraian Raifal tempur Fabrique Nationale (FN) Fusil Automatique Leger FAL	38
2-20	Raifal tempur M-16 A1	39
2-21	Ceraian raifal tempur M-16 A1	41
2-22	Raifal tempur Steyr AUG (Armee Universal Gewehr) A1	42
2-23	Raifal tempur M-4 A1 carbine	44
3-1	Carta alir proses metodologi	48
3-2	Contoh raifal tempur konvensional M-16 A2	57
3-3	Contoh raifal tempur carbine M-4	59
3-4	Contoh raifal tempur <i>bull-pup</i> Steyr AUG A1	61
3-5	Gambarajah proses rekabentuk konsep berlaku	63

3-6	Lakaran konsep akhir raifal tempur	68
3-7	Lukisan terperinci ceraian isomatrik raifal tempur baru	69
3-8	Lukisan terperinci raifal tempur	69
4-1	Menunjukkan bagaimana daya dikenakan pada permukaan komponen	83
4-2	Menunjukkan nilai F.O.S bagi aluminium AISI 1060	85
4-3	Menunjukkan nilai F.O.S bagi aluminium AISI 3003	86
4-4	Menunjukkan nilai F.O.S bagi aluminium AISI 6061	87
4-5	Menunjukkan bagaimana daya dan suhu dikenakan pada permukaan dan kebuk komponen	88
4-6	Menunjukkan nilai F.O.S bagi aluminium aloi AISI 1060	89
4-7	Menunjukkan nilai F.O.S bagi aluminium aloi AISI 3003	90
4-8	Menunjukkan nilai F.O.S bagi aluminium aloi AISI 6061	90
4-9	Menunjukkan bagaimana daya dan suhu dikenakan pada permukaan dan alur di	92



	dalam laras	
4-10	Menunjukkan nilai F.O.S bagi logam karbon	93
4-11	Menunjukkan nilai F.O.S bagi logam karbon tuang	94
4-12	Menunjukkan nilai F.O.S bagi logam aloi	95
4-13	Menunjukkan bagaimana daya dan suhu dikenakan pada permukaan bagi kedua-dua komponen pemegang hadapan kanan dan kiri	97
4-14	Menunjukkan nilai F.O.S bagi nylon 6/10 bagi pemegang hadapan kanan	98
4-15	Menunjukkan nilai F.O.S bagi nylon 6/10 bagi pemegang hadapan kiri	98
4-16	Menunjukkan spesifikasi model manusia yang telah dipilih bersesuaian dengan saiz anggota Angkatan Tentera Malaysia iaitu 1.6883m	100
4-17	Menunjukkan spesifikasi model manusia memegang raifal tempur di dalam keadaan berdiri dan berjalan	101
4-18	Menunjukkan spesifikasi model di dalam keadaan posisi bersedia	101

**SENARAI LAMPIRAN**

<b>LAMPIRAN</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
A	Keputusan soal selidik	106
B	Ceraian raifal tempur secara isometrik	113
C	Pandangan sisi, hadapan dan atas isometrik	114
D	Ceraian bahagian pemegang hadapan secara isometrik	115
E	Ceraian bahagian badan secara isometrik	116
F	Ceraian bahagian <i>butt-stock</i> secara isometrik	117
G	Olahan konsep untuk perumah utama	118
H	Olahan konsep untuk <i>butt-stock</i>	118
I	Olahan konsep untuk pemegang hadapan	119
J	Olahan konsep untuk sistem gas	120

## BAB 1

### Pengenalan

#### 1.1 Sejarah raifal tempur di dunia dan Malaysia.

Penggunaan raifal tempur di dunia dimulakan oleh Nazi Jerman dengan pengenalan sejenis senjata api baru yang dikenali sebagai Sturmgewehr 44 yang akhirnya menjadi asas kepada raifal tempur yang ada pada hari ini. Sturmgewehr 44 ini mempunyai perbezaan dengan raifal ketenteraan ketika itu seperti M1 Garand, M14 atau K98k, yang mana ia bersaiz lebih kecil. Raifal tempur biasanya mempunyai mekanisme yang membenarkan pengguna memilih untuk melepaskan tembakan satu das, gugusan atau automatik. Selain itu, raifal tempur juga mempunyai ciri-ciri tambahan yang memperlihatkan kelebihan “ancaman”, seperti bayonet, pengedap percikan dan jumlah amunisi *magazine* yang banyak.

Jurutera Soviet ketika itu, Mikhail Kalashnikov telah berjaya mengaplikasikan konsep tersebut kepada AK-47, yang mana telah menjadi raifal tempur yang paling berjaya di dunia. Manakala di Amerika Syarikat pula, John Garand, pencipta M1 Garand yang telah digunakan oleh pihak tentera Amerika semasa Perang Dunia Kedua juga menggunakan konsep yang sama, telah mencipta M14, yang kemudiannya digunakan oleh pihak yang sama hingga 1960-an.

Disebabkan kesan *recoil* M14 terhadap ketepatan semasa tembakan sepenuhnya automatik dilakukan, ia telah digantikan dengan raifal tempur baru, AR-15 yang telah dicipta oleh Eugene Stoner. Dengan pengenalan raifal tempur baru ini, secara tidak langsung telah memberikan signifikansi tersendiri kepada penciptaan raifal tempur akan datang di mana pengenalan penggunaan kaliber yang lebih kecil, 0.223-kaliber. Sebelum penggunaan kaliber 0.223 ini, penggunaan kaliber berkuasa tinggi 0.30-kaliber digunakan secara meluas. Dengan penggunaan kaliber bersaiz baru ini, raifal tempur telah menjadi lebih ringan dan kecil serta kesan *recoil* yang rendah. Ini secara tidak langsung mempengaruhi kadar ketepatan tembakan. Pihak ketenteraan kemudiannya menukar dari AR-15 kepada M-16 yang turut digunakan oleh Angkatan Tentera Malaysia.

Penggunaan raifal tempur di dalam Angkatan Tentera Malaysia bermula sejak dari zaman selepas Perang Dunia Kedua lagi. Pada ketika itu, Angkatan Tentera Malaysia menggunakan sistem raifal pelbagai jenis seperti Jungle Carbine yang diwarisi dari pihak British. Kemudian secara beransur-ansur, raifal tersebut digantikan dengan Sterling SMG dan SLR semasa darurat di Tanah Melayu. Setelah penggunaan raifal tersebut ditamatkan, Angkatan Tentera Malaysia menggunakan raifal tempur buatan Heckler & Koch, HK-33 sehingga 1970-an sebelum digantikan dengan penggunaan M-16 A1 dan Steyr AUG A1 pada tahun 1989. Paling terbaru ialah pada pameran Defence Services Asia 2006 atau lebih akronimnya DSA, Angkatan Tentera Malaysia melalui Kementerian Pertahanan telah bersetuju untuk mengantikan raifal Steyr AUG A1 dengan M-4 *carbine* dengan penghantaran awal sebanyak 14,000 laras melalui firma SMEO.

Secara tersirat, jika diperhatikan, dari zaman dahulu hingga kini, Angkatan Tentera Malaysia masih menjadi negara pengguna sedangkan negara-negara lain seperti jiran kita, Singapura dan Indonesia telah menghasilkan raifal mereka sendiri. Walaupun kita boleh berbangga dengan firma Syarikat Malaysia Explosives Ordinans Sdn. Bhd.

atau SMEO, namun firma tersebut hanya menyediakan pemasangan dan pembuatan secara berlesen senjata api firma-firma antarabangsa lain seperti Steyr dan Colt. Sepatutnya dengan teknologi dan kemudahan yang ada Malaysia melalui firma SMEO sebagai contoh, sepatutnya mampu mengeluarkan raifal tempur yang asas sendiri sekurang-kurangnya. Kita lihat Singapura sebagai contoh, walaupun tidak sampai 40 tahun merdeka dari Malaysia, teknologi ketenteraan mereka jauh lebih maju dari Malaysia. Maka di sini, dengan adanya kajian Projek Sarjana Muda ini adalah di harap ia dapat menjadi pemangkin kepada penciptaan raifal tempur buatan Malaysia hasil titik peluh anak watan sendiri.

## **1.2 Objektif kajian**

Di antara objektif kajian Projek Sarjana Muda ialah:

- a. Memahami perbagai jenis rekabentuk raifal tempur di dunia.
- b. Mengkaji sistem bagaimana sistem raifal tempur berfungsi dari sistem operasi, sistem mekanisma hingga ke sistem suapan.
- c. Mereka bentuk raifal tempur baru untuk kegunaan pasukan keselamatan.

## **1.3 Skop kajian**

Di antara skop kajian Projek Sarjana Muda ialah:

- a. Menganalisis rekabentuk raifal tempur di dunia.
- b. Melakukan rekabentuk baru dari sistem operasi, sistem mekanisma hingga ke sistem suapan.



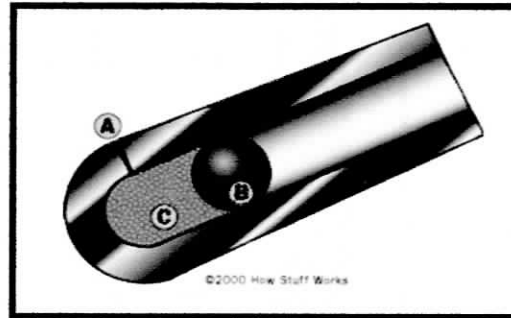
- c. Menghasilkan rekabentuk dan *prototype* raifal tempur yang terbaik bagi kegunaan pasukan keselamatan di Malaysia terutamanya Angkatan Tentera Malaysia.

## BAB 2

### KAJIAN LATAR BELAKANG

#### 2.1 Pengenalan

Untuk memahami bagaimana raifal tempur berfungsi, adalah lebih baik untuk mengenali dahulu apakah itu senjata api secara umum. Amnya hampir kesemua senjata api berdasarkan satu konsep yang mudah: penggunaan bahan letupan bagi menghasilkan daya untuk menolak dan melancarkan *projectile* melalui sepucuk laras. Paling awal dan paling mudah, sebagai contoh bagaimana konsep ini diaplikasikan ialah meriam. Meriam adalah terdiri dari satu tiub besi dengan salah satu daripada lubangnyanya dihujungnya ditutup dan satu lagi dibuka. Sebelum tembakan dilakukan dengan, **serbuk letupan (C)** (campuran arang, belerang dan potassium nitrat) dimasukan dahulu dan kemudian barulah **peluru meriam (B)**. Serbuk letupan dan peluru meriam akan berada di dalam *breech*, bahagian belakang *bore*, ruang terbuka di dalam meriam. Untuk menyalakan meriam tersebut, **fuse (A)** dinyalakan dan akan melalui lubang sebelum ia sampai ke *breech* di mana serbuk letupan dan peluru meriam berada.



Gambarajah 2-1: Keadaan dalam meriam sebelum tembakan dilakukan

Apabila serbuk letupan telah dinyalakan, ia akan terbakar secara pantas. Semasa proses pembakaran ini berlaku, gas panas akan terhasil dengan banyaknya. Gas panas ini akan menghasilkan tekanan yang amat tinggi dari tekanan atmosfera dan akhirnya akan melancarkan peluru meriam tersebut keluar melalui laras.

## 2.2 Kartrij

Inovasi penting lain di dalam sejarah senjata api ialah penciptaan katrij peluru. Bersifat mudah, katrij adalah kombinasi *projectile* (peluru), *propellent* (serbuk peledak sebagai contoh) dan *primer* (penutup letupan). Semuanya terkandung di dalam satu pakej. Tidak dapat dinafikan, penciptaan katrij merupakan suatu kejayaan dan menyumbangkan kepada apa yang ada pada hari ini. Ini terbukti kerana ianya merupakan keperluan asas kepada hampir kesemua senjata api yang ada pada hari ini.