

**MEREKABENTUK DAN FABRIKASI CASIS KERANGKA RUANG
KERETA LUMBA ELEKTRIK FORMULA VARSITY UTEM**

MOHAMMAD FAJAR BIN SARIMAN

UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

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 (Rekabentuk & Inovasi).”

Tandatangan:

Penyelia:

Tarikh:

**MEREKABENTUK DAN FABRIKASI CASIS KERANGKA RUANG
KERETA LUMBA ELEKTRIK FORMULA VARSITY UTEM**

MOHAMMAD FAJAR BIN SARIMAN

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

**Fakulti Kejuruteraan Mekanikal
Universiti Teknikal Malaysia Melaka**

JUN 2012

PENAKUAN

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

Tandatangan:

Penulis:

Tarikh:

Khas buat ibunda tersayang, Salmah Binti Hj. Siraj
Dan juga ayahanda tercinta, Sariman Bin Juri

PENGHARGAAN

Bersyukur ke hadrat Allah S.W.T. kerana dengan limpah kurnianya serta rahmat yang diberi hingga ke hari ini. Sejuta penghargaan dan ucapan terima kasih kepada semua orang-orang yang terlibat secara langsung dan tidak langsung di dalam menyiapkan projek ini. Sekali lagi ucapan terima kasih kepada seluruh rakan dan taualn saya yang sentiasa memberi sokongan dan dorongan untuk sehingga siapnya projek ini.

Sekalung penghargaan dan ucapan terima kasih kepada penyelia saya, Dr. Muhammad Zahir bin Hasan dari Fakulti Jabatan Mekanikal atas segala nasihat serta tunjuk ajar beliau, segala bimbingan serta nasihat beliau semasa dalam penyelidikan serta penulisan laporan ini Projek Sarjan Muda (PSM). Ucapan terima kasih juga kepada pengurusan makmal terutamanya kepada semua juruteknik ats segala tunjuk ajar serta sokongan mereka. Tidak dilupa kepada seluruh ahli Zahir Racing Team serta seluruh krew yang sentiasa membantu saya menjana idea didalam menggunakan perisian serta pendapat bernas untuk menghasilkan casis ini.

Akhir kata, saya ingin mengucapkan jutaan terima kasih kepada ibu dan bapa saya yang tercinta yang sentiasa memberi dorongan, sokongan serta wang ringgit di sepanjang tempoh pengajian saya dan juga penghasilan projek ini. Saya berharap segala kajian dan tulisan di dalam tesis ini boleh digunaka sebagai rujukan kepada pelajar lain di masa hadapan.

ABSTRAK

Kajian ini membincangkan rekabentuk dan analisis jentera perlumbaan berasaskan Formula satu yang di panggil Formula Varsity. Tujuan dan sasaran projek ini ialah untuk merekabentuk, menganalisa dan membina sebuah casis kerangka ruang yang baru berdasarkan peraturan dan kriteria yang terkandung di dalam perlumbaan Formula Varsity. Acara yang diadakan setiap dua tahun sekali ini di anjurkan oleh Universiti Teknikal Malaysia Melaka. Rekabentuk ini dihasilkan menggunakan perisian CAD CATIA V5 R16 dan untuk membina casis, bahan yang digunakan ialah tiub keluli berkarbon rendah A36. Casis ini kemudiannya di analisa untuk memastikan struktur yang di hasilkan benar-benar kuat dan kukuh di litar perlumbaan menggunakan perisian yang sama. Proses fabrikasi di jalankan dengan menyambungkan tiub besi tersebut dengan kaedah kimpalan dan akhir sekali ianya di uji dengan sebenar dengan menyertai perlumbaan Formula Varsity 2014 kelak.

KANDUNGAN

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
	PENGAKUAN	iii
	DEDIKASI	iv
	PENGHARGAAN	v
	ABSTRAK	vi
	KANDUNGAN	vii
	SENARAI JADUAL	xi
	SENARAI RAJAH	xii
	SENARAI LAMPIRAN	xv
BAB I	Pengenalan	1
	1.1 Pengenalan projek	1
	1.2 Objektif	2
	1.3 Penyataan masalah	3
	1.4 Skop	4
BAB II	KAJIAN ILMIAH	8
	2.1 Pengenalan	8
	2.2 Jenis rekabentuk casis	9
	2.2.1 Casis bingkai tangga	9
	2.2.2 Casis kerangka ruang	10
	2.2.3 Casis tulang belakang	10
	2.2.4 Casis “ <i>monoque</i> ”	10
	2.3 Sejarah kerangka ruang	12
	2.4 Prinsip kerja	12
	2.5 Peraturan pertandingan	13
	2.6 Pusat gulingan	16

	2.7	Jenis bahan	17
		2.7.1 Keluli lembut	17
		2.7.2 Keluli	17
		2.7.3 Aluminium	18
	2.8	Proses fabrikasi	18
BAB III		METODOLOGI	20
	3.1	Pengenalan	20
	3.2	Analisa casis terdahulu	21
	3.3	Pemodelan casis kerangka ruang	22
		3.3.1 Proses	22
		3.3.2 Kajian ilmiah	25
		3.3.3 Pemilihan bahan	25
		3.3.4 Pemilihan rekabentuk	27
		3.3.5 Perisian pemodelan CATIA V5	28
		3.3.6 Analisis unsur terhingga	29
	3.4	Proses fabrikasi	33
		3.4.1 Pengolahan bahan	33
		3.4.2 Proses kimpalan	33
BAB IV		PEMILIHAN REKABENTUK DAN BAHAN	35
	4.1	Rekabentuk	35
		4.1.1 Pengenalan	35
		4.1.2 “ <i>Total Design Method</i> ”	36
		4.1.3 Penyiasatan pasaran	37
		4.1.4 Spesifikasi rekabentuk produk (PDS)	39
		4.1.5 Rekabentuk konsep	39
		4.1.6 Penghasilan penyelesaian	41
		4.1.7 Penilaian dan pemilihan konsep	44
		4.1.8 Penilaian konsep yang di bangunan	46
		4.1.9 Pematuhan terhadap peraturan	47
		4.1.10 Pemilihan konsep terakhir	49
	4.2	Pemilihan bahan	50
		4.2.1 Pengenalan	50
		4.2.2 Keluli berkarbon rendah	50
		4.2.3 Keluli	51

	4.2.4 Aluminium	52
	4.2.5 Perbandingan	53
	4.2.6 Kesimpulan	54
BAB V	ANALISIS REKABENTUK	55
	5.1 Pengenalan	55
	5.2 Pembahagian berat	56
	5.3 Analisis anjakan kilasan	58
	5.4 Analisis tekanan lenturan	60
	5.5 Keputusan analisis	61
	5.5.1 Anjakan kilasan bahagian hadapan	61
	5.5.2 Anjakan kilasan bahagian belakang	62
	5.2.3 Tekanan lenturan	63
	5.6 Pengiraan	63
	5.7 Keputusan analisa	65
	5.8 Kesimpulan	65
BAB VI	PROSES FABRIKASI	66
	6.1 Pengenalan	66
	6.2 Carta alir proses fabrikasi	67
	6.3 Perancangan projek	68
	6.4 Pembelian bahan	69
	6.5 Lukisan CAD dan ukuran	69
	6.6 Pembinaan	70
	6.7 Kemasan	78
BAB VII	KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	79
	7.1 Pengenalan	79
	7.2 Perbincangan pengurangan berat	79
	7.3 Perbincangan analisis tekanan	81
	7.4 Perbandingan dengan penyelidik lain	82
	7.5 Perbincangan rekabentuk dan fabrikasi	86
	7.6 Kos pembuatan	88
BAB VIII	KESIMPULAN DAN CADANGAN	89
	8.1 Kesimpulan	89
	8.2 Cadangan	90

RUJUKAN		91
LAMPIRAN A	Peraturan Formula Varsity 2010	95
LAMPIRAN B	Sifat bahan	99
LAMPIRAN C	Rekabentuk dan ukuran casis	102

SENARAI JADUAL

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
1.1	Carta Gantt PSM 1	5
1.2	Carta Gantt PSM 2	6
2.1	Perbandingan antara jenis casis	11
3.1	Perbandingan antara jenis bahan	26
4.1	Spesifikasi rekabentuk produk casis Formula Varsity 2012	40
4.2	Penggunaan kaedah Digital Logik kepada kriteria casis ruang kerangka	45
4.3	Faktor pemberat untuk kriteria casis ruang kerangka	45
4.4	Proses penilaian konsep yang di bangunkan	46
4.5	Nilai kedudukan	47
5.1	Sifat bahan Keluli Karbon Rendah	56
5.2	Keputusan analisa	63
5.3	Keputusan analisa	65
7.1	Perbandingan berat casis terdahulu dan casis baru	80
7.2	Keputusan analisis kilasan	81
7.3	Keputusa analisis lenturan	82
7.4	Perbandingan keputusan analisis dengan penyelidik yang lain	83
7.5	Senarai bahan dan kos yang di gunakan	88

SENARAI RAJAH

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
1.1	Kereta lumba Formula Student	2
1.2	Carta alir PSM	7
2.1	Ilustrasi pembahagian daya pada segitiga	12
2.2	Daya mampatan dan tekanan pada segitiga	13
2.3	Ilustrasi pendakap sisi	14
2.4	Ilustrasi jarak kelegaan yang di perlukan pada kepala pemandu	15
2.5	Peraturan yang menyatakan dimensi untuk jarak titik antara roda	15
2.6	Ilustrasi menunjukkan titik pusat gulingan pada kenderaan	16
2.7	Jenis sambungan pelbagai tiub berongga	18
3.1	Rekabentuk casis Formula Varsity 2010	21
3.2	Aliran keseluruhan proses	24
3.3	Carta alir untuk proses pemilihan rekabentuk	28
3.4	Sifat bahan di definisikan pada CATIA	30
3.5	Pembahagian beban di definisikan pada paksi tertentu	31
3.6	Hasil analisa untuk “ <i>Von Misses Stress</i> ”	32
3.7	Hasil analisa untuk sesaran	32
3.8	Skematik proses MIG	34
4.1	Cara Rekebentuk Mutlak	37
4.2	Casis ruang kerangka sedia ada	41
4.3	Rekabentuk konsep casis yang pertama	42

4.4	Rekabentuk konsep casis ke dua	43
Graf 4	Faktor pemberat untuk setiap kriteria	46
4.5	Ujian kelegaan menggunakan model	48
4.6	Rekabentuk casis dengan “95 th Percentile Manikin”	48
4.7	Rekabentuk akhir casis	49
4.8	Keluli Berkarbon Rendah	51
4.9	Keluli	52
4.10	Aluminium	53
5.1	Gambarajah Jasad Bebas pembahagian beban pada casis	57
5.2	Lokasi beban yang di kenakan dan lokasi pegapit pada casis untuk analisis anjakan kilasan pada bahagian hadapan	59
5.3	Lokasi beban yang di kenakan dan lokasi pengapit pada casis untuk analisis anjakan kilasan pada bahagian belakang	59
5.4	Lokasi beban yang di kenakan dan lokasi pengapit pada casis untuk analisis tekanan lenturan	60
5.5	Anjakan kilasan pada bahagian hadapan	61
5.6	Anjakan kilasan pada bahagian belakang	62
5.7	Tekanan lenturan pada keseluruhan casis	63
6.1	Carta alir proses fabrikasi	67
6.2	Pembahagian sruktur casis	68
6.3	Lukisan terperinci dan ukuran	69
6.4	Penggunaan lukisan berskala sebenar sebagai templat	70
6.5	Pemotongan besi dengan menggunakan pemotong cakera	71
6.6	Keluli di pakukan di atas templat sebagai jig	72
6.7	Proses kimpalan penuh	72
6.8	Proses membuang lebihan kimpalan	73
6.9	Pembinaan tapak asas casis	74
6.10	Bahagian hadapan yang di sambungkan ke tapak asas casis	75
6.11	Bahagian sangkar gulingan di sambungkan kepada tapak asas casis	75
6.12	Proses kimpalah bahagian kotak belakang	76

6.13	Proses memasang sambungan pada bahagian kritikal	77
6.14	Casis 90 % siap	77
6.15	Proses membuang lebihan kimpalan	78
Graf 7.3.1	Perbandingan keputusan analisis nisbah kekuatan kilasan per berat di antara penyelidik	84
Graf 7.3.2	Perbandingan kekuatan daya kilasan di antara penyelidik	84
7.1	Kedudukan pemandu pada casis dalam keadaan yang betul	86
7.2	Rekabentuk casis yang berbentuk trapezium untuk pengendalian	87

SENARAI LAMPIRAN

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
A	Peraturan Formula Varsity UteM	95
B	Sifat-Sifat Bahan	99
C	Rekabentuk dan ukuran casis	102

BAB I

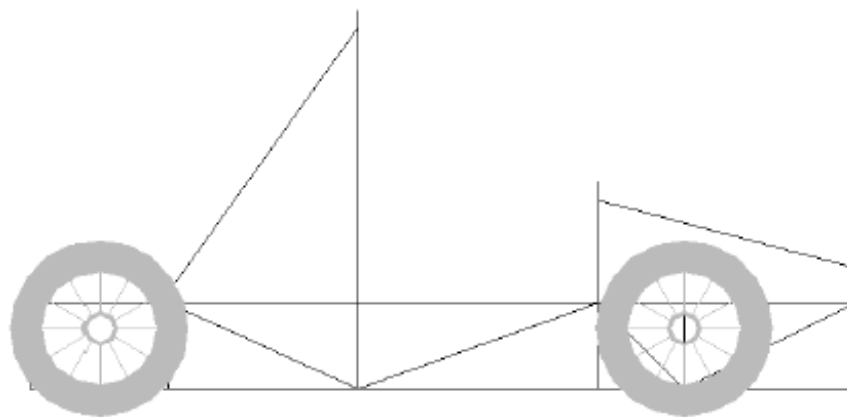
PENGENALAN

1.1 PENGENALAN PROJEK

Di dalam seni bina dan kejuruteraan struktur, kerangka ruang ataupun “*spaceframe*” merupakan salah satu struktur yang ringan dan juga tegar. Struktur ini adalah berasaskan corak geometri dan kebiasaanya dalam bentuk segitiga. Di dalam sukan permotoran pula, ruang kerangka telah lama digunakan dan ia masih digunakan sehingga kini. Ruang kerangka terdiri daripada sambungan tiub keluli ataupun aluminium yang disambungkan dalam format segitiga untuk menampung berat pemandu, beban enjin, sistem gantungan dan juga aerodinamik jentera lumba itu sendiri.

Di dalam perlumbaan terdapat dua jenis casis yang sering digunakan iaitu ruang kerangka dan juga “*monocoque*” komposit. Walaupun ruang kerangka adalah berteknologi lama, tetapi ia masih popular dan di gunakan dalam sukan permotoran amatur. Casis ini amat popular kerana ianya ringkas dan juga mudah untuk dihasilkan.

Casis ruang kerangka mempunyai kelebihan daripada “*monocoque*” kerana ia masih boleh di perbaiki dan diperiksa sekiranya berlaku pelanggaran di dalam perlumbaan. Casis yang selamat merupakan aspek yang utama yang perlu di titik beratkan di samping mempunyai kekuatan serta struktur yang ringan bagi menampung semua komponen di dalam jentera perlumbaan dan juga pemandu. Rekabentuk haruslah memenuhi kriteria dan juga syarat-syarat yang telah di gariskan di dalam perlumbaan UTeM Formula Varsity. Berikutan dengan belanjawan yang terhad serta masa, casis yang di hasilkan haruslah bersifat sederhana dan juga kuat demi memenuhi keperluan di dalam perlumbaan ini.



Rajah 1.1 Kereta lumba Formula Student

(Baker, 2004)

1.2 OBJEKTIF

Objektif utama projek ini ialah merekabentuk, analisa dan fabrikasi chasis kerangka ruang untuk kereta lumba elektrik UTeM Formula Varsity. Casis yang di hasilkan haruslah mengambil kira faktor pengendalian, ergonomik pemandu dan juga pengurangan sambungan atau “*linkage*” pada chasis itu sendiri. Casis juga haruslah memenuhi kriteria dan undang-undang yang telah di tetapkan dalam perlumbaan UTeM Formula Varsity.

1.3 PENYATAAN MASALAH

Rekabentuk casis yang di bangunkan untuk UTeM Formula Varsity haruslah mempunyai semua aspek yang diperlukan untuk menyokong dan juga pemandu di dalam keadaan yang genting. Ia juga haruslah mematuhi peraturan yang telah di gariskan di dalam perlumbaan Formula Varsity. Untuk menghasilkan jentera lumba yang kompetitif dengan casis yang optimum, banyak faktor-faktor yang perlu di ambil kira untuk mendapatkan casis yang baik.

Berat merupakan satu faktor yang paling diutamakan di dalam mana-mana perlumbaan sekalipun. Berat memberikan kesan yang besar terhadap prestasi dan juga pengendalian sesebuah jentera lumba itu. Tujuan utama projek ini adalah menghasilkan casis yang ringan dan mempunyai sambungan yang sedikit untuk memenuhi objektif yang di cadangkan.

Terdapat beberapa faktor yang boleh memberi kesan terhadap berat sebuah casis itu iaitu penggunaan bahan yang sesuai, saiz tiub keluli yang di gunakan serta pengurangan sambungan untuk mengurangkan kimpalan terhadap sebuah casis itu. Di samping itu rekabentuk casis itu sendiri merupakan faktor yang paling utama yang mempengaruhi berat sesuatu chassis itu sendiri.

Projek ini di jalankan dengan membuat seberapa banyak kajian ilmiah untuk mendapatkan maklumat yang tepat untuk menghasilkan rekabentuk yang baik. Kriteria rekabentuk yang telah di dapati kemudiannya membenarkan proses rekabentuk dan metodologi yang lancar untuk menghasilkan casis yang baik dan kukuh. Setelah casis siap di bina, analisis di jalankan untuk mengenalpasti kelemahan yang ada pada casis. Analisis unsur terhingga di jalankan untuk mensimulasi pelbagai beban terhadap casis.

1.4 SKOP

- i. Menghasilkan rekabentuk 3D casis menggunakan perisian CATIA berdasarkan spesifikasi dan peraturan perlumbaan Formula Varsity UTeM.
- ii. Untuk menjalankan pemilihan bahan yang sesuai melalui proses pemilihan bahan.
- iii. Untuk menjalankan pengiraan beban terhadap casis ketika operasi.
- iv. Melakukan Analisis Unsur Terhingga (Finite Element Analysis) statik terhadap casis.
- v. Menghasilkan fabrikasi kerangka ruang dengan proses fabrikasi yang sesuai.

CARTA GANTT PSM 1

Jadual 1.1 Carta Gantt PSM 1

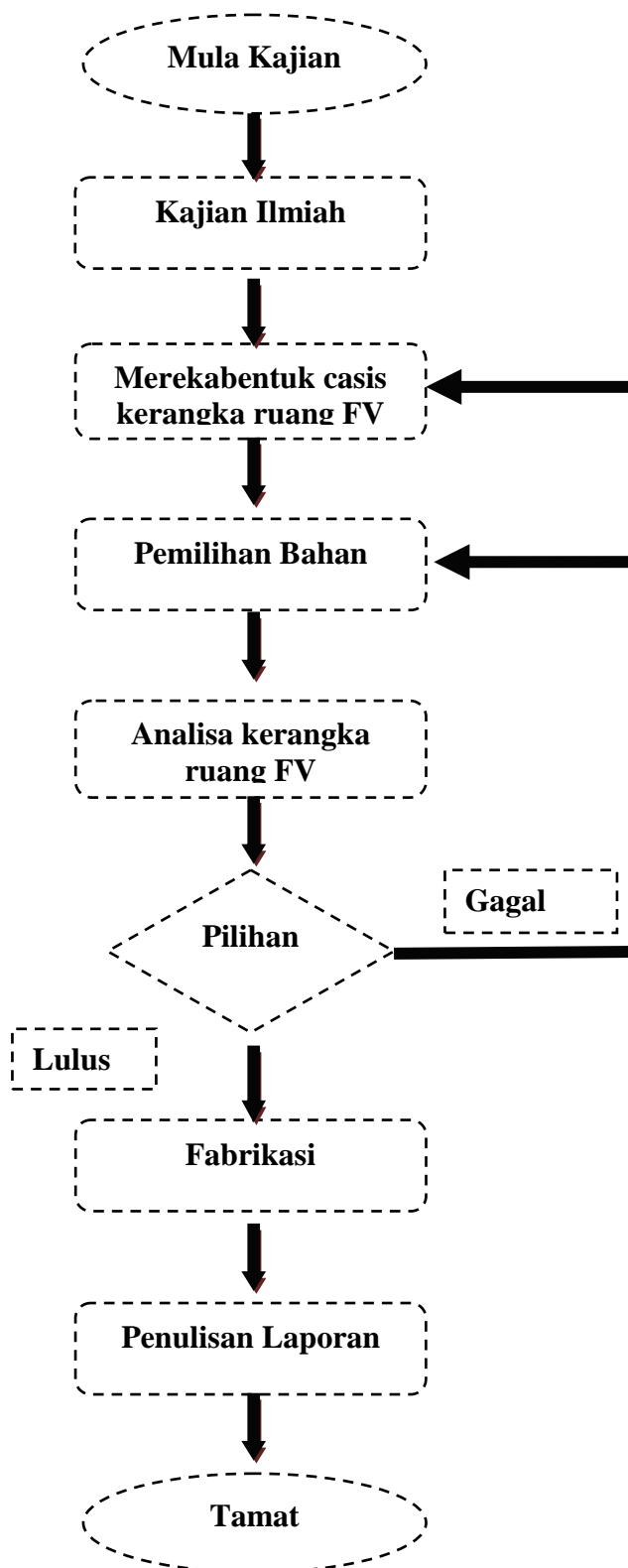
No	Aktiviti	Week of progress													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Pemilihan tajuk PSM	■	■												
2	Pengesahan tajuk PSM		■												
3	Kajian ilmiah	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
4	Pemilihan rekabentuk			■	■	■									
5	Pemilihan bahan					■	■								
6	Rekabentukruangkerangka				■	■	■	■	■						
7	laporan 8.1 Bab 1: Pengenalan 8.2 Bab 2: Kajian ilmiah 8.3 Bab 3 Carta alir kajian 8.4 Bab 4: Pemilihan rekabentuk dan bahan 8.5 Bab 5: Rekabentuk analisis dan perbincangan						■	■	■	■	■	■	■	■	■
8	Pembentangan						■						■		
9	Hantar laporan														■

CARTA GANTT PSM 2

Jadual 1.2 Carta Gantt PSM 2

No	Aktiviti	Minggu projek PSM 2													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Kajian Ilmiah	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
2	Fabrikasi casis ruang kerangka Formula Varsity		■	■	■	■	■	■	■	■					
3	Poster PSM 2						■	■							
4	Ujian dan analisis								■	■	■				
5	Penulisan laporan PSM 2						■	■	■	■	■	■	■		
6	Pembentangan PSM 2													■	
7	Hantar laporan														■

CARTA ALIR



Rajah 1.2 Carta alir PSM

BAB II

KAJIAN ILMIAH

2.1 PENGENALAN

Formula Varsity merupakan acara yang dianjurkan oleh Universiti Teknikal Malaysia Melaka merupakan satu acara yang wajib diadakan setiap dua tahun sekali. Pertandingan ini diadakan dengan penyertaan dari seluruh institut pengajian tinggi awan dan swasta di seluruh Malaysia. Pertandingan yang di asaskan pada tahun 2006 dengan penyertaan dari dua buah universiti iaitu UTeM sendiri dan juga Universiti Tun Hussein Onn kini menjadi satu acara utama di dalam kalendar UTeM. Pertandingan yang di asaskan dari perlumbaan Formula SAE yang di anjurkan di United Kingdom, Kanada dan juga Jerman. Pertandingan seperti ini menguji bakat pelajar dari segi kajian rekabentuk, kreativiti serta teknik fabrikasi yang betul. Tambahan juga pelajar dapat menggunakan apa yang telah dipelajari seperti teori-teori untuk di adaptasikan dari segi teknikal. Ia juga dapat membentuk kemahiran pelajar di dalam industri automotif serta industri yang lain bagi melahirkan pelajar yang berkemahiran tinggi.