

MENKKAJI KESAN PERTAMBAHAN *CROSS MEMBER* PADA NISBAH
TORSIONAL STIFFNESS TERHADAP JISIM BAGI CASIS KENDERAAN

MOHD ZULFADLI BIN AHMAD

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

Fakulti Kejuruteraan Mekanikal
Univesiti Teknikal Malaysia Melaka

MEI 2009

“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 (Automotif).”

Tandatangan :
Nama Penyelia : En. Faizul Akmar bin Abdul Kadir
Tarikh : 7 MEI 2009

MENKKAJI KESAN PERTAMBAHAN *CROSS MEMBER* PADA NISBAH
TORSIONAL STIFFNESS TERHADAP JISIM BAGI CASIS KENDERAAN

MOHD ZULFADLI BIN AHMAD

UNIVESITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

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

Tandatangan :

Nama : MOHD ZULFADLI BIN AHMAD

Tarikh : 7 MEI 2009

Dedikasi untuk ayah dan ibu tersayang

PENGHARGAAN

Sekalung penghargaan dan jutaan terima kasih yang tidak terhingga kepada Encik Faizul Akmar bin Abdul Kadir, pensyarah di Jabatan Kejuruteraan Mekanikal Automotif Universiti Teknikal Malaysia Melaka (UTeM) merangkap penyelia Projek Sarjana Muda yang telah banyak memberi tunjuk ajar dan bimbingan sepanjang pengendalian projek ini berlangsung dan ini membolehkan kajian dapat dijalankan mengikut masa yang telah dirancang.

Penghargaan juga ditujukan kepada rakan-rakan kursus mekanikal yang lain kerana tidak lokek untuk membantu dalam penguasaan perisian Pastan Nastran bagi membolehkan analisis keputusan yang diperlukan dapat dilakukan dengan tepat dan jayanya.

Tidak lupa juga penghargaan kepada ibu bapa dan rakan-rakan lain yang banyak membantu dengan memberi sokongan moral untuk menyiapkan projek ini. Akhir kata, terima kasih kepada mereka yang terlibat secara langsung mahupun tidak sepanjang pelaksanaan projek ini.

ABSTRAK

Pelbagai faktor yang perlu diambil kira dalam pembinaan sesebuah kerangka kenderaan seperti jenis kerangka yang perlu dibina dan bahan yang bersesuaian bagi menambahkan kekuatan pada kerangka tersebut. Justeru, satu kajian terperinci perlu dilakukan bagi memastikan rekaan tersebut memenuhi piawaian keselamatan yang telah ditetapkan. Dalam kajian ini, contoh pembinaan kerangka merujuk kepada piawaian yang telah ditetapkan kepada peserta-peserta untuk pertandingan Formula SAE dan ini dapat membantu penghasilan model kereta lumba untuk Formula Student. Kajian ini lebih tertumpu kepada pengubahansuaian dari segi reka bentuk kerangka dan kesannya terhadap nisbah *torsional stiffness* perjisim. Kajian ini juga merangkumi penggunaan analisis *finite element* dengan menggunakan perisian Pastran Nastran. Hasil yang bakal diperolehi meliputi kepada tahap pergerakan casis tersebut daripada posisi asalnya. Sekiranya nilai *torsional stiffness* kenderaan tersebut lebih tinggi, ianya akan memberi kelebihan bagi pemandu kereta lumba untuk mengawal terutamanya ketika mengambil selekoh.

ABSTRACT

Construction to design a vehicle frame needs several considerations such as type of chassis and its cross beams material. This is important because the right decision will increase the torsional stiffness of the vehicle. So, a research needs to develop to make sure that the structure was follows the standard due to safety precaution. In this research, the example of the frame construction is refer to the Formula SAE rules and this will helps to guide for the Formula Student racing car. This project more focus on the medication of frame and its effect for cross member on torsional stiffness over mass ratio. The finite element analysis needs to be done by using Patran Nastran software. The overcome results are covered on the level of movement distance from its initial condition. The high value of torsional stiffness gives advantage to the driver in handling the vehicle especially on cornering.

KANDUNGAN

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
	PENGAKUAN	ii
	DEDIKASI	iii
	PENGHARGAAN	iv
	ABSTRAK	v
	<i>ABSTRACT</i>	vi
	KANDUNGAN	vii
	SENARAI JADUAL	xii
	SENARAI RAJAH	xiv
	SENARAI SIMBOL	xx
	SENARAI SINGKATAN	xxi
	SENARAI LAMPIRAN	xxii
BAB 1	Pengenalan	1
	1.1 Latar Belakang Projek	1
	1.2 Kepentingan Projek	2
	1.3 Objektif	3
	1.4 Skop	3
	1.5 Pernyataan Masalah	3
BAB II	Kajian Ilmiah	5
	2.1 Kerangka kenderaan	5
	2.1.1 Kerangka <i>ladder</i> (tangga)	6
	2.1.2 Kerangka <i>space</i> (ruang)	7

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
	2.1.3 <i>Monocoque</i>	8
	2.1.4 Kerangka backbone (tulang belakang)	9
2.2	Kereta Lumba	10
	2.2.1 Jenis-jenis Perlumbaan	10
2.3	Kereta Penumpang	12
2.4	Perbezaan kereta penumpang dan kereta lumba	14
2.5	<i>Torsional Stiffness</i>	16
	2.5.1 Kes torsion	16
	2.5.2 <i>Torsional stiffness</i>	16
2.6	Bahan	18
	2.6.1 Kriteria pemilihan	18
	2.6.2 Keluli	19
	2.6.3 Aluminium	19
	2.6.4 Magnesium	20
	2.6.5 Thermoset	20
	2.6.6 Perbezaan antara tiub bulat dan tiub segiempat sama	21
2.7	Analisis <i>Finite</i> Elemen	22
	2.7.1 Jenis-jenis elemen	23
	2.7.1.1 Elemen garis	24
	2.7.1.2 Elemen permukaan	25
	2.7.1.3 Elemen pepejal	26

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
BAB III	KAEDAH KAJIAN	28
3.1	Peringkat 1: Pengenalan kepada PSM	30
3.2	Peringkat 2: Kajian terhadap sumber ilmiah dan kajian sedia ada	30
3.3	Peringkat 3: Spesifikasi rekabentuk	31
3.3.1	Kerangka kenderaan	31
3.3.2	Parameter kenderaan	31
3.3.3	Saiz struktur kerangka	32
3.3.4	Daya atau beban pada kenderaan	34
3.3.5	Lakaran awal casis	35
3.4	Peringkat 4: Mempelbagaikan rekabentuk	35
3.4.1	Rekabentuk asas kerangka tangga (<i>ladder</i>)	36
3.4.2	Rekabentuk dengan $\frac{1}{4}$ ketinggian penuh	37
3.4.3	Rekabentuk dengan setengah ketinggian penuh	37
3.5	Peringkat 5: Target keputusan	37
3.6	Peringkat 6: Simulasi rekabentuk	38
3.6.1	Patran Nastran	38
3.7	Peringkat 7: Analisis kesesuaian rekabentuk	39
3.8	Peringkat 8: Merekod keputusan	40
BAB IV	KEPUTUSAN	41
4.1	Keputusan jarak ketinggian maksimum kerangka	41
4.2	Keputusan bagi rekabentuk 1	42
4.3	Keputusan bagi rekabentuk 2	44
4.4	Keputusan bagi rekabentuk 3	46
4.5	Keputusan bagi rekabentuk 4	48

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
	4.6 Keputusan bagi rekabentuk 5	50
	4.7 Keputusan bagi rekabentuk 6	52
	4.8 Keputusan bagi rekabentuk 7	54
	4.9 Keputusan bagi rekabentuk 8	56
	4.10 Keputusan bagi rekabentuk 9	58
BAB V	ANALISIS DAN PERBINCANGAN	60
	5.1 Analisis Rekabentuk	60
	5.1.1 Analisis rekabentuk 1	61
	5.1.2 Analisis rekabentuk 2	62
	5.1.3 Analisis rekabentuk 3	63
	5.1.4 Analisis rekabentuk 4	64
	5.1.5 Analisis rekabentuk 5	65
	5.1.6 Analisis rekabentuk 6	66
	5.1.7 Analisis rekabentuk 7	67
	5.1.8 Analisis rekabentuk 8	68
	5.1.9 Analisis rekabentuk 9	69
	5.2 Rumusan analisis keseluruhan	70
	5.3 Perbincangan	71
	5.3.1 Perubahan kerangka bagi setiap rekabentuk	71
	5.3.2 Pertambahan jisim bagi setiap rekabentuk	73
	5.3.3 Sudut pergerakan rekabentuk	75
	5.3.4 Keputusan <i>torsional stiffness</i> perjisim	76
	5.3.5 Rumusan perbincangan dan perbandingan	79

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
BAB VI	KESIMPULAN DAN CADANGAN	82
	6.0 Kesimpulan	82
	6.1 Cadangan	83
	RUJUKAN	84
	BIBLIOGRAFI	85
	LAMPIRAN	86

SENARAI JADUAL

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
4.1	Nilai nod dan elemen 1	43
4.2	Nilai nod dan elemen 2	45
4.3	Nilai nod dan elemen 3	47
4.4	Nilai nod dan elemen 4	49
4.5	Nilai nod dan elemen 5	51
4.6	Nilai nod dan elemen 6	53
4.7	Nilai nod dan elemen 7	55
4.8	Nilai nod dan elemen 8	57
4.9	Nilai nod dan elemen 9	59
5.1	Maklumat asas bagi rekabentuk	61
5.2	Maklumat daripada analisis perisian 1	61
5.3	Maklumat daripada analisis perisian 2	62

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
5.4	Maklumat daripada analisis perisian 3	63
5.5	Maklumat daripada analisis perisian 4	64
5.6	Maklumat daripada analisis perisian 5	65
5.7	Maklumat daripada analisis perisian 6	66
5.8	Maklumat daripada analisis perisian 7	67
5.9	Maklumat daripada analisis perisian 8	68
5.10	Maklumat daripada analisis perisian 9	69
5.11	Rumusan keputusan keseluruhan	71
5.12	Kedudukan kerangka mengikut keputusan yang terbaik	79

SENARAI RAJAH

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
2.1	Kerangka <i>ladder</i> (tangga) (Sumber: Carlist 2008)	6
2.2	Kerangka <i>Space</i> (ruang) (Sumber: Wikipedia 2008)	8
2.3	Kerangka jenis <i>Monocoque</i> (Sumber: Wan, M. 2005)	9
2.4	Kerangka tulang belakang (<i>backbone</i>) (Sumber: Wan, M. 2005)	10
2.5	Kereta lumba satu tempat duduk (Sumber: Wikipedia 2008)	11
2.6	Perlumbaan <i>rally</i> (Sumber: Wikipedia 2008)	12
2.7	Kereta mikro (Sumber: Wikipedia 2008)	12
2.8	Kereta Sedan (Sumber: Wikipedia 2008)	13

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
2.9	Kenderaan <i>sport utility</i> (SUV) dan kenderaan pelbagai guna (MPV) (Sumber: Wikipedia 2008)	14
2.10	Bentuk mesh (Sumber: Widas, P. 1997)	23
2.11	Jenis elemen garisan (Sumber: Taylor, R.L. 2003)	24
2.12	Jenis elemen permukaan segitiga (Sumber: Taylor, R.L. 2003)	25
2.13	Jenis elemen permukaan segiempat (Sumber: Taylor, R.L. 2003)	26
2.14	Jenis elemen pepejal <i>tetrahedron</i> (Sumber: Taylor, R.L. 2003)	27
2.15	Jenis elemen pepejal <i>brick</i> (Sumber: Taylor, R.L. 2003)	27
3.1	Carta alir kaedah kajian projek	29
3.2	Tegasan ricih dan terikan ricih	34
3.3	Lakaran konsep bagi kerangka <i>ladder</i>	35
3.4	Lakaran rekabentuk selepas pengubahsuaian	37
3.5	Keadaan casis apabila daya dikenakan pada satu bahagian	39

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
4.1	Struktur rekabentuk 1	42
4.2	Keputusan bagi jarak ketinggian maksimum rekabentuk 1	42
4.3	Graf jarak pergerakan melawan kelebaran kerangka rekabentuk 1	43
4.4	Rumusan bagi pusat graviti, jumlah berat dan isipadu rekabentuk 1	43
4.5	Struktur rekabentuk 2	44
4.6	Keputusan bagi jarak ketinggian maksimum rekabentuk 2	44
4.7	Graf jarak pergerakan melawan kelebaran kerangka rekabentuk 2	45
4.8	Rumusan bagi pusat graviti, jumlah berat dan isipadu rekabentuk 2	45
4.9	Struktur rekabentuk 3	46
4.10	Keputusan bagi jarak ketinggian maksimum rekabentuk 3	46
4.11	Graf jarak pergerakan melawan kelebaran kerangka rekabentuk 3	47
4.12	Rumusan bagi pusat graviti, jumlah berat dan isipadu rekabentuk 3	47

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
4.13	Struktur rekabentuk 4	48
4.14	Keputusan bagi jarak ketinggian maksimum rekabentuk 4	48
4.15	Graf jarak pergerakan melawan kelebaran kerangka rekabentuk 4	49
4.16	Rumusan bagi pusat graviti, jumlah berat dan isipadu rekabentuk 4	49
4.17	Struktur rekabentuk 5	50
4.18	Keputusan bagi jarak ketinggian maksimum rekabentuk 5	50
4.19	Graf jarak pergerakan melawan kelebaran kerangka rekabentuk 5	51
4.20	Rumusan bagi pusat graviti, jumlah berat dan isipadu rekabentuk 5	51
4.21	Struktur rekabentuk 6	52
4.22	Keputusan bagi jarak ketinggian maksimum rekabentuk 6	52
4.23	Graf jarak pergerakan melawan kelebaran kerangka rekabentuk 6	53
4.24	Rumusan bagi pusat graviti, jumlah berat dan isipadu rekabentuk 6	53
4.25	Struktur rekabentuk 7	54

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
4.26	Keputusan bagi jarak ketinggian maksimum rekabentuk 7	54
4.27	Graf jarak pergerakan melawan kelebaran kerangka rekabentuk 7	55
4.28	Rumusan bagi pusat graviti, jumlah berat dan isipadu rekabentuk 7	55
4.29	Struktur rekabentuk 8	56
4.30	Keputusan bagi jarak ketinggian maksimum rekabentuk 8	56
4.31	Graf jarak pergerakan melawan kelebaran kerangka rekabentuk 8	57
4.32	Rumusan bagi pusat graviti, jumlah berat dan isipadu rekabentuk 8	57
4.33	Struktur rekabentuk 9	58
4.34	Keputusan bagi jarak ketinggian maksimum rekabentuk 9	58
4.35	Graf jarak pergerakan melawan kelebaran kerangka rekabentuk 9	59
4.36	Rumusan bagi pusat graviti, jumlah berat dan isipadu rekabentuk 9	59
5.1	Lakaran asas pada rekabentuk 1, rekabentuk 4 dan rekabentuk 7	72

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
5.2	Pertambahan <i>cross member</i> pada rekabentuk 2, rekabentuk 5 dan rekabentuk 8	73
5.3	Pertambahan <i>cross member</i> pada rekabentuk 3, rekabentuk 6 dan rekabentuk 9	73
5.4	Jisim keseluruhan bagi setiap rekabentuk	74
5.5	Contoh keputusan bagi jarak pergerakan maksimum kerangka	75
5.6	Contoh keputusan pergerakan kerangka pada setiap nod	76
5.7	Graf nilai torsional stiffness berbanding jisim keseluruhan	77
5.8	Nilai keseluruhan nisbah <i>torsional stiffness</i> perjisim	78
5.9	Perbandingan keputusan dengan kajian-kajian terdahulu	81

SENARAI SIMBOL

A	=	Luas Permukaan, m^2
d	=	Jarak Ketinggian Kerangka, m
t	=	Lebar Kerangka, m
θ	=	Sudut Ketinggian Pergerakan Kerangka, deg
K_T	=	<i>Torsional Stiffness</i> , Nm/deg
M	=	Momen, Nm
m	=	Jisim keseluruhan kerangka, kg
F	=	Daya, N
n	=	Nisbah Torsional Stiffness Perjisim, Nm/kg.deg

SENARAI SINGKATAN

SAE	=	<i>Society of Automotive Engineering</i>
SUV	=	<i>Sport Utility Vehicle</i>
MPV	=	Kenderaan Pelbagai Guna (<i>Multi-purpose Vehicle</i>)
NASCAR	=	<i>National Association for Stock Car Auto Racing</i>
FEA	=	<i>Analisis Finite Elemen</i>
FEM	=	<i>Kaedah Finite Elemen</i>
CAE	=	<i>Computer Aided Engineering</i>
CAD	=	<i>Computer-aided Design</i>

LAMPIRAN

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
A	Carta Gantt	86
B	Saiz Struktur Kerangka	88
C	Jisim Enjin	91
D	Lakaran Awal Rekabentuk	92
E	Lakaran Rekabentuk Selepas Diubahsuai	95
F	Nisbah <i>Torsional Stiffness</i> Perjisim Bagi Kajian Terdahulu	96