

PENAMBAHBAIKAN REKABENTUK KERUSI EKSEKUTIF UTEM
DESIGN IMPROVEMENT OF EXECUTIVES CHAIR IN UTEM

AHMAD FAIZ BIN KAMARUL ZAMAN

Laporan ini diserahkan kepada Fakulti Kejuruteraan Mekanikal sebagai memenuhi sebahagian daripada syarat penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Mekanikal

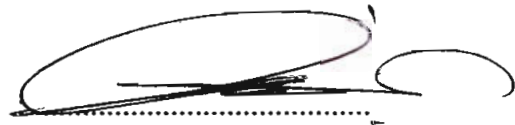
(Termal Bendalir)

Fakulti Kejuruteraan Mekanikal
Universiti Teknikal Malaysia Melaka

MEI 2009

“Saya akui bahawa saya telah membaca karya ini dan pada penerangan saya karya ini adalah memadai dari segi skop dan kualiti untuk tujuan penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Termal Bendalir)”

Signature



Supervisor Name


: EN. MOHD NAZIM B
ABDUL RAHMAN

Date

: 20/5/2009

PERJANJIAN

“ Saya setuju dengan mengatakan laporan ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali beberapa rumusan dan petikan yang saya telah nyatakan sumbernya satu-persatu ”

Tandatangan : 
Nama : AHMAD FAIZ BIN KAMARUL ZAMAN
Tarikh : MEI 2009

Kepada mama dan abah tersayang

Puan Fauziah Binti Seman dan Kamarul Zaman Bin Daud

Abang, Kakak, Adik-adik

Saudara saudara terdekat dan teman-teman pengajian sekalian

PENGHARGAAN

Bersyukur kehadiran Allah SWT kerana dengan limpah dan kurnia-Nya dapatlah saya menyiapkan kajian saya ini dengan sempurna. Saya juga bersyukur kerana sepanjang saya menuntut ilmu di Universiti Teknikal Malaysia Melaka (UTeM) dipermudahkan oleh-Nya untuk menerima ilmu yang diajari. Segala rintangan dan halangan yang dihadapi dapat diselesaikan dengan tekun dan sabar

Dikeempatan ini juga saya ingin mengucapkan setinggi-tinggi ucapan terima kasih kepada penyelia saya En. Mohd Nazim Bin Abdul Rahman kerana dengan bantuan, sokongan dan juga kesabaran beliau dalam menyelia kajian saya ini selama lebih kurang setahun. Dari itu saya berasa amat berbangga dan bertuah kerana menjadi salah seorang pelajar dibawah penyeliaan beliau yang saya anggap sebagai bapa sendiri. Ini kerana, tanpa tunjuk ajar yang beliau miliki itu, tidak mungkin saya dapat menyiapkan kajian ini dengan sempurna

Tidak lupa juga saya ingin mengucapkan jutaan terima kasih kepada keluarga tercinta, teman-teman seperjuangan serta mereka yang terlibat dalam menghasilkan laporan ini. Sesungguhnya pandangan dan bantuan yang diberikan tidak akan dilupakan sampai akhir hayatku.

ABSTRACT

This project is carried out to design improvement of existing executive chair by using Finite Element Analysis (FEA). Main objective of this study is to propose a new design of executive chair to solve the problem always occur using Finite Element Method (FEA). The existing chair obtain often damaged until give difficulty to UTeM's staffs to precede their daily task. The existing chair will be analyze what types of damage and the location often break to future study do on that structure. In this case, the chair's base which is always fracture and wears on the main column have been focused to analyze and do the details research to make analysis and comparison. Concept design and configuration design have been determined to get the best result to produce for new design. Parts which will be analyzed have drawn with software Solid Works 2007. All the drawings produced have to make analysis using Finite Element Method (FEM) using CAD software CosmosExpress. Finally, all analysis and comparison done, I have obtained the suggestion and conclusion to totally complete this project.

ABSTRAK

Kajian ini dilakukan adalah untuk merekabentuk pembaharuan ke atas struktur kerusi eksekutif dengan menggunakan Analisis Unsur Terhingga, (FEA). Objektif utama kajian ini adalah untuk mencadangkan rekabentuk yang baru bagi mengatasi masalah kerosakan yang sering berlaku dengan menggunakan kaedah analisis unsur terhingga. Kerusi yang sedia ada didapati kerap rosak sehingga menyebabkan kesulitan kepada pekerja-pekerja UTeM menjalankan tugas harian mereka. Kerusi yang sedia ada akan di kaji jenis kerosakan dan bahagian yang selalu patah supaya analisis terperinci dapat dibuat pada bahagian itu. Didalam kajian ini, saya telah menumpukan bahagian tapak asas kerusi yang kerap patah serta haus tiang tengahnya untuk dibuat analisis dan perbandingan dengan rekabentuk baru. Rekabentuk konsep dan rekabentuk konfigurasi untuk kerusi ini ditentukan agar hasil yang terbaik dapat dihasilkan pada rekabentuk baru. Bahagian-bahagian yang akan dianalisis telah dilukis dengan menggunakan perisian Solid Work 2007. Kesemua lukisan yang dihasilkan adalah untuk dianalisis melalui Kaedah Unsur Terhingga (FEM) dengan menggunakan perisian CosmosXpress. Akhir sekali, semua analisis dan perbandingan yang telah dibuat telah saya nyatakan pandangan dan kesimpulan untuk menyelesaikan sepenuhnya projek ini.

KANDUNGAN

| BAB | PERKARA | MUKA SURAT |
|--------------|-----------------------------------|-------------------|
| | PENGAKUAN | ii |
| | DEDIKASI | iii |
| | PENGHARGAAN | iv |
| | ABSTRAK | v |
| | <i>ABSTRACT</i> | vi |
| | KANDUNGAN | vii |
| | SENARAI JADUAL | ix |
| | SENARAI RAJAH | x |
| | SENARAI SIMBOL | xii |
| | SENARAI LAMPIRAN | xiii |
| | | |
| BAB 1 | Pengenalan | 1 |
| | 1.1 Latar Belakang | 1 |
| | 1.2 Pernyataan Masalah | 2 |
| | 1.3 Objektif | 5 |
| | 1.4 Skop Projek | 5 |
| | 1.6 Rumusan Kajian | 6 |
| | | |
| 2 | KAJIAN ILMIAH | 6 |
| | 2.1 Fenomene Kerusi Lemah (Gagal) | 6 |

| BAB | PERKARA | MUKA SURAT |
|------------|--|-------------------|
| 2.2 | Analisis Unsur Terhingga (<i>FEA</i>) dan Kaedah Unsur Terhingga (<i>FEM</i>) | 7 |
| | 2.2.1 Analisis Unsur Terhingga (<i>FEA</i>) | 7 |
| | 2.2.1 Kaedah Unsur Terhingga (<i>FEM</i>) | 7 |
| 2.3 | Kemudahpatahan (<i>Fatigue</i>) | 9 |
| 2.4 | Tekanan (<i>Stress</i>) | 10 |
| | 2.4.1 Ubahbentuk Elastik (<i>Elastic deformation</i>) | 10 |
| | 2.4.2 Ubahbentuk Plastik (<i>Plastic deformation</i>) | 12 |
| 2.5 | Kekuatan Alah (<i>Yield</i>) | 13 |
| 2.6 | Rekabentuk Berbantuan Komputer (<i>CAD</i>) | 14 |
| | 2.6.1 Perisian Lukisan – SolidWorks 2007 | 14 |
| | 2.6.2 COSMOS Express | 14 |
| 2.7 | Proses Suntikan Acuan Membentuk (<i>Injection Molding Process</i>) | 16 |
| | 2.7.1 Kitaran Proses Suntikan Acuan Membentuk | 17 |
| | 2.7.2 Mesin Proses Suntikan Acuan Membentuk | 18 |
| 2.8 | Plastik | 19 |
| | 2.8.1 Nilon | 20 |
| | 2.8.2 Ciri-ciri Nilon | 20 |
| | 2.8.3 Sifat Nilon | 21 |
| 3 | METODOLOGI KAJIAN | 22 |
| | 3.1 Pengenalan | 22 |
| | 3.2 Prosedur Pelaksanaan Kajian | 26 |
| | 3.3 Pemilihan Material Rekabentuk Baru | 27 |
| | 3.4 Lukisan Kerusi | 30 |
| | 3.4.1 Rekabentuk Lakaran | 30 |
| | 3.5 Simulasi Unsur Terhingga, <i>FEA</i> | 30 |
| | 3.6 Merekabentuk Kerusi Eksekutif asal UTeM | 32 |
| | 3.6.1 Rekabentuk-rekabentuk Dicadangkan | 32 |

| BAB | PERKARA | MUKA SURAT |
|------------|--|-------------------|
| | 3.6.2 Rekabentuk Konsep | 33 |
| | 3.6.2.1 Prinsip Fizikal Untuk Rekabentuk Baru | 33 |
| | 3.6.2.2 Beban Ke Atas Kerusi | 33 |
| | 3.6.3 Rekabentuk Tatarajah | 34 |
| | | |
| 4 | ANALISIS UNSUR TERHINGGA (FEA) | 36 |
| | 4.1 Pengenalan | 36 |
| | 4.2 Prosedur Untuk Menganalisis FEA Menggunakan Cosmos (Solid Work 2007) | 37 |
| | 4.3 Perbincangan Kelemahan Tapak Asas Kerusi Selepas Analisis | 46 |
| | | |
| 5 | REKABENTUK PENAMBAHBAIKAN KERUSI | 49 |
| | 5.1 Masalah Yang Menyebabkan Produk Cacat | 49 |
| | 5.2 Pemilihan Bahan | 50 |
| | 5.3 Kecacatan Produk Semasa Proses Pembuatan Kerusi (<i>Sticking in Mold</i>) | 52 |
| | 5.3.1 Masa untuk Proses Pembuatan Suntikan Acuan Membentuk | 53 |
| | 5.4 Cadangan Meningkatkan Kualiti Produk Nilon | 54 |
| | 5.4.1 Suhu Mesin Penyuntik Acuan | 55 |
| | 5.4.2 Kadar Penyejukan Resin Semasa Dalam Bekas Acuan | 56 |

| BAB | PERKARA | MUKA SURAT |
|------------|--|-------------------|
| | 5.4.3 Mengawal Penyejukan Bekas Acuan | 56 |
| | 5.4.4 Menghilangkan Lembapan Resin | 57 |
| 5.5 | Rekabentuk Penambahbaikan Kerusi Eksekutif | 57 |
| | 5.5.1 Rekabentuk Spesifikasi | 59 |
| 5.6 | Rekabentuk Konsep | 59 |
| | 5.6.1 Menggunakan <i>flange</i> | 60 |
| | 5.6.2 Menggunakan <i>Bolt</i> dan <i>Nuts</i> | 60 |
| | 5.6.3 Menggunakan <i>Roll-On</i> | 61 |
| | 5.6.4 Perbincangan Rekabentuk Konsep | 62 |
| | 5.6.4.1 Menentukan Saiz <i>Bolt</i> | 63 |
| 5.7 | Rekabentuk Parametrik | 64 |
| | 5.7.1 Menentukan Pembengkokan Bagi Tiang Lajur | 65 |
| | | |
| 6 | KEPUTUSAN | 67 |
| | 6.1 Analisis Rekabentuk Baru | 67 |
| | 6.2 Perbandingan Rekabentuk Asal dengan Rekabentuk Baru | 72 |
| | | |
| 7 | PERBINCANGAN | 73 |
| | 7.1 Pengenalan | 73 |
| | 7.2 Perbincangan keputusan Rekabentuk Selepas Pembaikan | 73 |

| BAB | PERKARA | MUKA SURAT |
|------------|---------------------------------------|-------------------|
| 8 | KESIMPULAN DAN CADANGAN KAJIAN | 75 |
| | 8.1 Kesimpulan | 75 |
| | 8.2 Cadangan Kajian | 76 |
| | | |
| | RUJUKAN | 77 |
| | BIBLIOGRAFI | 79 |
| | LAMPIRAN | 80 |

| NOMBOR | TAJUK | MUKA SURAT |
|---------------|----------------------------|-------------------|
| Rajah 5.2 | Carta Alir Rekabentuk BARU | 58 |
| Rajah 5.3 (a) | Penahan Lengan | 59 |
| Rajah 5.3 (b) | Pengawal Kedudukan Kerusi | 59 |
| Rajah 5.4 (a) | Rekabentuk Konsep 1 | 60 |
| Rajah 5.4 (b) | Rekabentuk Konsep 2 | 61 |
| Rajah 5.4 (c) | Rekabentuk Konsep 3 | 62 |
| Rajah 6.1 (a) | Analisis Rekabentuk Baru 1 | 68 |
| Rajah 6.1 (b) | Analisis Rekabentuk Baru 2 | 69 |
| Rajah 6.1 (c) | Analisis Rekabentuk Baru 3 | 70 |
| Rajah 6.1 (d) | Analisis Rekabentuk Baru 4 | 71 |

SENARAI JADUAL

| NOMBOR | JADUAL | MUKA SURAT |
|----------------|---------------------------------------|-------------------|
| Jadual 2.1 | Ciri Nilon | 21 |
| Jadual 3.1 | Rekabentuk Tatarajah Sturuktur Kerusi | 35 |
| Jadual 5.1 (a) | Rekabentuk Tatarajah Sturuktur Kerusi | 50 |
| Jadual 5.1 (b) | Rekabentuk Tatarajah Sturuktur Kerusi | 51 |
| Jadual 5.2 | Julat Suhu Pemprosesan Nilon | 55 |
| Jadual 5.3 | Kadar Penyejukkan Resin Nilon | 56 |
| Jadual 6.1 | Perbandingan Rekabentuk Baru Dan Lama | 72 |

SENARAI SIMBOL

| | | |
|------------|---|------------------------------|
| A | = | Luas permukaan rentas, m^2 |
| g | = | Pecutan Gravitit, ms^2 |
| CAD | = | Computer Added-Design |
| E | = | Modulus Young |
| F | = | Daya yang dikenakan, N |
| FEA | = | Finite Element Analysis |
| FEM | = | Finite Element Method |
| I | = | Momen luas kedua, in^4 |
| p | = | Tekanan |
| K | = | Matrix Kekakuan |
| M_A | = | Momen , $kN.m$ |
| M | = | Berat, kg |
| ϵ | = | Terikan, mm |
| N_f | = | Hayat Lesu |
| Hz | = | Hertz |

SENARAI SINGKATAN

| | | |
|--------------|----------|--|
| FEA | = | Finite Element Analysis |
| ASME | = | American Society of Mechanical Engineer |
| ASTM | = | American Standard Test Material |
| FEM | = | Finite Elements Method |
| AISI | = | American International Supply Inc |
| FoS | = | Factor of Safety |
| SRAC | = | Structural Research & Analysis Corp |
| U.T.S | = | Ultimate Tensile Strength |
| CAD | = | Computer Aided Design |
| UTeM | = | Universiti Teknikal Kebangsaan Malaysia |

SENARAI APPENDIK

| APPENDIK | TAJUK | MUKA SURAT |
|-----------------|-------------------|-------------------|
| A | Lukisan | 90 |
| B | Carta Gant | 90 |

BAB 1

PENGENALAN

Bab ini akan menerangkan pengenalan tentang kajian yang akan dijalankan termasuk objektif, latar belakang, analisa masalah, dan skop projek. Kajian ini lebih terarah kepada rekabentuk kejuruteraan dan struktur bahan.

1.1 Latar Belakang

Rekabentuk kejuruteraan adalah satu proses merencanakan idea dan konsep kepada satu takrif keluaran yang memuaskan keperluan pengguna. Seorang jurutera rekabentuk adalah mencipta, mensintesis, menguji, dan mempersembahkan rekabentuk yang memuaskan pengguna. Jurutera rekabentuk haruslah mengaplikasikan konsep kejuruteraan dan menyatupadukan segala input untuk menghasilkan bentuk serta dokumentasi fungsi bagi menghasilkan produk terbaik. Adalah penting sesuatu produk menimbangkan beberapa faktor sebelum ianya dihasilkan. Antara factor tersebut adalah seperti faktor ekonomi, keselamatan, kebolehpercayaan, keindahan, etika-etika dan impak sosial.

Kerusi eksekutif masa kini secara umumnya adalah dicipta untuk keselesaan dengan rekabentuk ergonomik serta beberapa fungsi untuk mempelbagaian penggunaannya. Tempat duduk (*seat*) yang selesa serta beberapa fungsi tambahan untuk mempelbagaikan pergerakan pengguna adalah antara kelebihan kerusi ini

berbanding kerusi biasa lain. Pergerakan boleh laras (depan, belakang, atas, bawah), penahan lengan, beroda, dan penahan kaki adalah antara alat tambahan yang terdapat pada kerusi eksekutif masa kini.

Bahan struktur kerusi yang digunakan bagi tujuan kejuruteraan mekanikal perlu mempunyai kekuatan yang tinggi untuk menanggung beban pengguna. Bahan binaan mesti berupaya menanggung tindakan daya-daya tanpa mengalami jumlah herotan (perubahan bentuk) yang besar. Tindakbalas bahan terhadap daya luaran (beban pengguna) dirujuk sebagai sifat mekanik. Menghasilkan rekabentuk kerusi yang baik haruslah menimbangkan faktor sifat bahan, beban yang dikenakan dan juga struktur asas kerusi itu.

1.2 Pernyataan Masalah

Masalah kerosakan kerusi eksekutif yang terdapat di Universiti Teknikal Kebangsaan Melaka (UTeM) sekarang meningkat dari hari ke hari. Masalah dikesan adalah akibat kelemahan dari segi keteguhan struktur kerusi tersebut. Kerosakan yang dialami menyebabkan ianya langsung tidak dapat digunakan oleh pegawai-pegawai UTeM serta dikhuatiri boleh menyebabkan kecederaan kepada pegawai tersebut jika terjatuh semasa menggunakannya. Masalah kerosakan kerusi ini mungkin sesuatu yang tidak dianggap kritikal pada hari ini tetapi pasti akan menjadi satu masalah yang besar jika kerusi ini secara terus menerus diguna pada masa hadapan. Kajian dan analisis untuk pengubahsuaian ini perlu dilakukan kerana ia akan menjimatkan kos penyelenggaraan (*maintenance*) serta akan melancarkan aktiviti-aktiviti pengguna kerusi itu melakukan tugas harian mereka.

Menurut tinjauan yang telah dilakukan pada pejabat fakulti pembuatan dan mekanikal sahaja, tidak kurang 20 buah kerusi yang telah rosak. Kerosakan itu adalah seperti patah, roda tercabut, dan haus pada bahagian tiangnya. Kerosakan yang paling banyak didapati adalah pada tiang lajur itu di mana ia cepat menjadi haus (*wear* dan *tears*) dan jerlus ke bawah. Tiang lajur itu akan jerlus seperti dalam

Rajah 1.1 (a) hingga menyebabkan ianya tidak berfungsi dan tidak sesuai digunakn lagi. Kerosakan lain adalah pada tapak asas itu yang kerap patah terutamanya pada bahagian “leher” tapak asas kerusi. Masalah-masalah ini telah menyebabkan aktiviti pengguna terganggu, risiko kecederaan serta kos yang tinggi untuk membaikpulih kerusi eksekutif yang sedia ada ini.

Justeru, masalah ini akan dibincangkan dalam kajian ini dengan beberapa pendapat dan cadangan akan diutarakan. Diharap dengan perbincangan dalam kajian ini akan dapat digunakan untuk masa depan rekabentuk kerusi eksekutif.



Rajah 1.1 (a): Contoh kerusi eksekutif UTeM rosak menunjukkan tiang tegak kerusi haus dan jerlus ke bawah



Rajah 1.1 (b): Contoh menunjukkan tiang tegak kerusi jerlus



Rajah 1.1 (c): Tapak asas kerusi yang patah pada bahagian “leher”

1.3 Objektif

Terdapat beberapa objektif untuk dicapai dalam kajian ini berdasarkan pernyataan masalah di atas:

- i. Membuat penambahbaikan terhadap kerusi eksekutif di UTeM dengan mengkaji rekabentuk dan proses pembuatannya.
- ii. Menghasilkan lukisan lengkap untuk rekaan pembaikan terhadap kerusi eksekutif ini.

1.4 Skop Projek

- i. Kajian ini hanya tertumpu kepada kerusi jenis eksekutif yang terdapat di UTeM
- ii. Pengambilan data atau ukuran kerusi tersebut dan menterjemahkan dalam bentuk CAD (Lukisan Berpandu Komputer)
- iii. Mengkaji komponen dan bahagian yang biasa berlaku kerosakan dan faktor-faktor yang menyebabkan berlakunya kerosakan itu.
- iv. Mencadangkan penyelesaian dari segi rekabentuk dan proses pembuatan kerusi itu.
- v. Menganalisa kekuatan terhadap rekabentuk yang dicadangkan dengan menggunakan kaedah FEA (Analisis Unsur Terhingga).

BAB 2

KAJIAN ILMIAH

Bab ini akan menerangkan hasil kajian ilmiah yang dijalankan melalui carian internet dan jurnal-jurnal daripada seluruh dunia, yang berkait rapat dengan projek yang akan dijalankan.

2.1 Fenomena Kerusi Lemah (Gagal)

Fenomena kerusi lemah atau cepat patah merupakan fenomena yang biasa berlaku dalam pejabat yang melibatkan pengguna eksekutif UTeM walaupun baru hanya menggunakannya selama kurang 6 tahun. Kejadian ini berlaku kerana bahagian struktur kerusi yang lemah yang mungkin disebabkan oleh rekabentuk, material atau mungkin disebabkan dimensi yang tidak sesuai dengan penggunaan.

Kejadian ini boleh mengancam keselamatan pengguna eksekutif UTeM sendiri jika terjatuh secara tiba-tiba apabila mendudukinya. Selain keselamatan yang perlu dipertimbangkan, kos yang tinggi juga diperlukan bagi membaiki atau membeli kerusi yang baru. Struktur kerusi sekarang diyakini tidak selamat oleh beberapa pengguna dan memerlukan sebuah rekabentuk yang baru supaya masalah ini tidak berulang. Kajian ini adalah untuk mengenalpasti komponen yang bermasalah serta mencadangkan cara penyelesaiannya.

2.2 Analisis Unsur Terhingga (FEA) dan Kaedah Unsur Terhingga (FEM)

Analisis unsur terhingga (FEA) dan kaedah unsur terhingga (FEM) adalah dua benda yang berkait rapat dalam menghasilkan analisis pada kajian ini. Di sini akan diceritakan secara terperinci tentang maksud kedua-dua tajuk ini.

2.2.1 Analisis Unsur Terhingga (FEA)

Analisis unsur terhingga (*Finite Element Analysis, FEA*) mula diperkenalkan di dalam industri aeroangkasa dan industri-industri nuklear di mana keselamatan struktur-strukturnya adalah kritikal. Kaedah ini terus berkembang pesat dan mendapat sambutan seiring dengan kepesatan kemajuan dalam teknologi komputer yang berlaku sekarang. Kaedah ini telah dikomersialkan kerana ianya berkemampuan untuk menyelesaikan permasalahan yang kompleks dan rumit. Penggunaanya bukan hanya untuk analisis struktur elemen malah boleh digunakan untuk menganalisa perubahan suhu, aliran bendalir dalam proses-proses pembuatan seperti suntikan acuan (*injection mold*) serta proses penghasilan logam.

FEA telah diaturcara dan dimuatkan dalam sesuatu perisian dimana mempunyai pelbagai variasi elemen untuk menganalisa sesuatu masalah. Ianya juga telah digunakan untuk menganalisa produk baru dan produk yang sedia ada. Penggunaanya dalam menentukan kekuatan struktur boleh digunakan untuk membantu bagi menentukan jenis pengubahsuaian rekabentuk supaya menjadi lebih baik.

2.2.2 Kaedah Unsur Terhingga (FEM)

Kaedah unsur terhingga (*Finite Element Method, FEM*) adalah satu kaedah matematik bagi penyelesaian persamaan pembezaan separa biasa dan elips melalui kaedah penyisipan polinomial (*polynomial interpolation scheme*). *FEM* akan menilai