


“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 (Termal-Bendalir)”

Tandatangan : 

Nama Penyelia : En Ruztamreen bin Jenal

Tarikh : 11/12/2005

ANALISA TEGASAN HABA TERHADAP BREK SHOE (SIMULASI)


NUR HAYATEI BINTI ISMAIL

Laporan ini diserahkan kepada Fakulti Kejuruteraan Mekanikal
sebagai memenuhi sebahagian daripada syarat penganugerahan
Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Termal-Bendalir)

Fakulti Kejuruteraan Mekanikal
Kolej Universiti Teknikal Kebangsaan Malaysia

November 2005

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

Tandatangan : 

Nama Penulis : Nur Hayatei binti Ismail

Tarikh : 10/12/05

DEDIKASI

Teristimewa buat ayahanda Ismail bin Dollah dan ibunda tersayang Rafiah binti Mamat, adik-beradikku yang banyak memberi galakan dan sokongan dalam menyiapkan tesis ini. Segala jasa kalian amatlah dihargai. Tidak lupa juga kepada individu yang banyak membantu dalam menyiapkan tesis ini.

PENGHARGAAN

Syukur alhamdulillah dengan limpah dan rahmatnya dapatlah saya menyiapkan tesis ini dengan jayanya. Pertama sekali, ucapan terima kasih kepada semua individu yang terlibat secara langsung mahupun tidak langsung.

Seterusnya, ucapan terima kasih juga kepada penyelia saya iaitu En Ruztamreen bin Jenal dari Fakulti Kejuruteraan Mekanikal, Kolej Universiti Teknikal Kebangsaan Malaysia di atas tunjuk ajar, inspirasi, galakan dan keyakinan saya untuk menyiapkan tesis ini dengan jayanya. Beliau banyak membantu saya dalam memberi pandangan dalam tesis ini. Tidak lupa juga kepada En Mohd Rivai, pensyarah Fakulti Kejuruteraan Mekanikal, Kolej Universiti Teknikal Kebangsaan Malaysia yang banyak memberi tunjuk ajar dan membantu dalam menyelesaikan masalah di dalam penggunaan perisian MSC NASTRAN/PATRAN. Kepada semua pensyarah Fakulti Kejuruteraan Mekanikal, Kolej Universiti Teknikal Kebangsaan Malaysia yang banyak menolong dari segi pemberian idea dan cadangan dan menjalankan projek ini.

Teristimewa buat ayahanda saya, Ismail bin Dollah dan ibunda tersayang, Rafiah binti Mamat di atas galakan serta banyak membantu dari segi kewangan. Galakan yang diberikan amat bermakna sekali dalam meneruskan tesis ini dengan jayanya. Kefahaman, kesabaran, sokongan moral dan galakan dari keluarga tercinta amatlah dihargai.

Kepada semua kawan, kerjasama dari anda semua amatlah dihargai. Semoga Allah memberkati anda semua. Akhir sekali saya ingin melahir rasa bersyukur kepada Allah S.W.T kerana dengan izinnya jua segala tesis ini dapat disiapkan dengan sempurna

ABSTRAK

Kajian yang dijalankan ini adalah berkaitan dengan tegasan haba ke atas brek kenderaan yang boleh mempengaruhi ciri-ciri penting dalam sistem pembrekan seperti kawalan sistem dan kecenderungan brek bergegar atau bergoncang. Kajian ini bertujuan untuk mengetahui teknik untuk menentukan tegasan haba terhadap brek shoe di bawah keadaan yang stabil dan tidak stabil. Teknik yang digunakan melibatkan penggunaan asas program komputer untuk mengira parameter haba dan mengaplikasikan keputusan sebagai masukan kepada unsur terhingga berdasarkan analisa tegasan haba. Pendekatan unik ini menyediakan metodologi yang boleh dipercayai untuk menentukan masukan haba dan ciri-ciri penyejukan yang diberi oleh sistem pembrekan kepada herotan yang terhasil dan komponen tegasan dalam lingkungan brek kenderaan. Keputusan analisa juga dibandingkan kepada suhu yang diukur dan data yang diperolehi. Tesis ini dijalankan adalah untuk mengetahui tegasan haba ke atas brek shoe dengan menggunakan analisa unsur terhingga. Teknik memodelkan brek shoe ini dijalankan dengan menggunakan perisian unsur terhingga iaitu MSC NASTRAN/PATRAN

ABSTRACT

The severe thermal distortion of a brake rotor can affect important brake system characteristics such as the system response and brake judder propensity. This paper will propose a technique to determine the thermal distortion under transient or steady state conditions. The technique involves utilizing a PC-based computer program to calculate the necessary thermal parameters and apply the results as input to a finite element-based thermal stress analysis. This unique approach provides a reliable methodology to determine the heat input and cooling characteristics of a given brake system in addition to resultant distortion and stress components within the brake rotor. Analysis results are also compared to measured temperature and distortion data. This thesis is carried out to know about thermal stress on brake shoe using finite element method analysis. The modeling technique carried out in this thesis is using the finite element software that is MSC NASTRAN/PATRAN.

KANDUNGAN

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
	PENGESAHAN PENYELIA	
	JUDUL	
	PENGAKUAN	ii
	DEDIKASI	iii
	PENGHARGAAN	iv
	ABSTRAK	v
	ABSTRACT	vi
	SENARAI ISI KANDUNGAN	vii
	SENARAI RAJAH	xi
	SENARAI SIMBOL	xiii
	SENARAI LAMPIRAN	xiv
1	Pengenalan	
	1.1 Pendahuluan	1
	1.2 Analisa Masalah	3
	1.3 Objektif Kajian	3
	1.4 Skop Kajian	4
2	Sistem Brek	
	2.1 Definisi Brek	5
	2.2 Prinsip Sistem Brek	6
	2.3 Keperluan Brek	7

2.4	Ciri-ciri dalam Sistem Brek	8
2.4.1	Tekanan	8
2.4.2	Pekali Geseran	8
2.4.3	Permukaan Geseran	9
2.4.4	Haba yang dikeluarkan	9
2.5	Penyerapan Tenaga dan Penyejukan	10
2.6	Pengenalan Brek Shoe	11
2.6.1	Prinsip Sistem Brek Shoe	12
2.6.2	Jenis-jenis Lapisan Brek Shoe	13
3	TEORI PEMINDAHAN HABA	
3.1	Pemindahan Haba	15
3.1.1	Pengkonduksian	15
3.1.2	Pengolakan	16
3.1.3	Sinaran	17
3.2	Analisa Tegasan Haba	17
3.2.1	Konsep Tegasan Haba dan Keterikan	17
3.3	Tegasan haba pada Brek Shoe	18
4	KAEDAH ANALISA UNSUR TERHINGGA DAN PERISIAN MSC NASTRAN/PATRAN	
4.1	Pengenalan	19
4.2	Pengenalan Perisian NASTRAN	19
4.2.1	Penggunaan Perisian NASTRAN	21
4.2.2	Elemen-elemen dalam NASTRAN	22
4.2.3	Pengenalan MSC NASTRAN/ PATRAN	22

4.2.4	MSC NASTRAN/PATRAN Pemindahan Haba	24
4.2.5	Perlaksanaan dalam Kajian	24
4.3	Pengenalan Kaedah Unsur Terhingga	26
4.3.1	Definisi Kaedah Unsur Terhingga	26
4.3.2	Aplikasi Kaedah Unsur Terhingga	29
4.3.3	Kelebihan Kaedah Unsur Terhingga	29
4.3.4	Prosedur-prosedur dalam Penyelesaian Masalah Termal	31
5	KAEDAH ANALISIS	
5.1	Pengenalan	37
5.2	Analisis yang dijalankan	38
5.3	Langkah-langkah Analisis Haba	39
5.3.1	Melakar lukisan brek shoe	39
5.3.2	Memasukkan geometri brek dalam PATRAN	39
5.3.3	Memilih jenis analisis yang digunakan	40
5.3.4	Aplikasi Mesh dalam Brek shoe	40
5.3.5	Mengenakan <i>load</i> pada brek	41
5.3.6	Mengenakan haba pada brek	42
5.3.7	Memasukkan <i>convection</i>	44
5.3.8	Memasukkan <i>material properties</i>	45
5.4	Keputusan yang diperolehi	45
5.5	Analisis Model 3D untuk Perbezaan Langkah bagi Penyelesain <i>Transient</i>	46
5.5.1	Perubahan beban Flux Haba Berbanding Masa Tanpa Pengolakan (Convection).	46

5.6	Perbincangan Analisis Haba	50
6	CADANGAN	51
7	KESIMPULAN	53
	RUJUKAN	55

SENARAI RAJAH

NO RAJAH	TAJUK	MUKA SURAT
2.1	Keratan Rentas bagi Brek Shoe	11
2.2	Mekanisma <i>self-adjusting</i>	12
2.3	Brek Shoe	13
2.4	Lapisan Brek Shoe	13
4.1	Di antara penggunaan perisian MSC NASTRAN	21
4.2	Contoh Analisa Masalah Termal	25
4.3	Model Kaedah Unsur Terhingga	27
4.4	Contoh geometri di dalam PATRAN	28
4.5	Aplikasi <i>mesh</i> di dalam PATRAN	32
4.6	Menentukan <i>fixed</i> dalam PATRAN	34
4.7	Aplikasi Load dalam PATRAN	35
5.1	Model geometri brek shoe	38
5.2	Lakaran Brek shoe dalam Solidworks	39
5.3	Geometri brek shoe dalam PATRAN	39
5.4	Aplikasi mesh dalam PATRAN	40
5.5	Geometri brek yang dikenakan load	41
5.6	Geometri brek yang dikenakan haba	42
5.7	Memasukkan properties	45

5.8 a)	Agihan suhu bagi bebanan flux haba dalam masa langkah 1	46
5.8 b)	Agihan suhu bagi bebanan flux haba dalam masa langkah 2	47
5.8 c)	Agihan suhu bagi bebanan flux haba dalam masa langkah 3	48
5.9	Graf suhu melawan masa	49

SENARAI SIMBOL**SIMBOL****DEFINISI**

k	Pengkonduksian Haba
h	pekali pemindahan haba pengolakan
C_p	Haba Tentu
ε^T	Terikan Haba
α	Pekali pengembangan Haba
ΔT	Perubahan Suhu
E	Modulus Anjal, N/m^2
α_T	Pekali pengembangan suhu, m/Km
ν	Nisbah poisson

SENARAI LAMPIRAN

LAMPIRAN	TAJUK	MUKA SURAT
A	LUKISAN GEOMETRI BREK DALAM PERISIAN SOLIDWORKS	57

BAB 1

Pengenalan

1.1 Pendahuluan

Kini, industri pembuatan kereta semakin berkembang maju selaras dengan pembangunan negara. Kereta merupakan salah satu pengangkutan yang amat penting kepada manusia untuk bergerak ke sesuatu tempat. Bersesuaian dengan kepentingan tersebut, maka pembuatan komponen kereta memerlukan pengubahsuaian dari semasa ke semasa untuk keselamatan dan keselesaan pengguna. Salah satu komponen kereta yang penting ialah brek. Brek merupakan satu peranti yang dapat memperlahankan dan memberhentikan kenderaan pada masa yang dikehendaki oleh pengguna. Dengan itu, pelbagai kajian telah dilakukan untuk mengetahui sejauhmana keberkesanan terhadap sistem brek memberhentikan kenderaan pada masa yang sesuai.

Di pasaran sekarang, terdapat pelbagai brek dicipta dan diubahsuai. Setiap brek yang direkabentuk mempunyai fungsi, kepentingan dan keupayaan masing-masing apabila digunakan. Kesemua jenis brek menggunakan mekanisma operasi sama ada mekanikal, pneumatik, hidraulik, elektrik atau automatik. Walaupun apa jua mekanisma operasi yang digunakan ianya mempunyai fungsi yang sama iaitu memberi daya kepada shoe untuk tindakan pembrekan.[1].

Untuk kajian ini kaedah yang digunakan ialah Analisa Unsur Terhingga (FEA) dengan dibantu oleh perisian NASTRAN bagi menganalisa tegasan haba pada brek shoe. Disebabkan kajian ini menggunakan kaedah pengiraan untuk menyelesaikan masalah, maka penggunaan perisian NASTRAN dan Analisa Unsur Terhingga (FEA) diaplikasikan di dalam kajian ini.

Dewasa ini, pertambahan penggunaan kenderaan di jalan raya setiap hari menyebabkan sering kali berlaku kemalangan jalan raya. Faktor utama mendorong terjadinya kemalangan jalan raya yang melibatkan kereta ialah sistem brek yang tidak yang tidak berfungsi dengan sempurna di samping faktor-faktor lain seperti faktor cuaca mahupun faktor fizikal jalan raya. Brek memainkan peranan yang penting bagi sesebuah kenderaan.

Masalah yang sering terjadi pada brek ialah mudah mengalami kehausan pada permukaan. Kebanyakan permukaan brek mengalami kehausan disebabkan penggunaan bahan brek tersebut yang tidak sesuai. Selain itu, faktor suhu juga mempengaruhi kadar kehausan brek. Ini kerana apabila brek bergeser dengan brek drum ia akan menghasilkan tenaga kinetik untuk mengatasi pergerakan dan akan menghasilkan haba apabila kedua-dua permukaan ini bergeser di antara satu sama lain. Dalam sistem pembrekan, apabila brek shoe bersentuhan dengan brek drum ia akan menghasilkan geseran yang menyebabkan berlakunya penyebaran suhu dan seterusnya akan menghasilkan tegasan.

Secara umumnya, kajian mengenai tegasan haba terhadap brek terutamanya brek shoe dilakukan untuk mengetahui sejauhmana keberkesanan sesuatu brek dari segi material dan keupayaannya apabila ia diperlukan dalam apa jua keadaan. Sebelum ini, pelbagai analisa dilakukan terhadap brek dengan menggunakan pelbagai kaedah iaitu analisa kehausan, analisa keretakan, analisa mengenai prestasi brek, analisa tahap kebisingan brek dan sebagainya.[10].

1.2 Analisa Masalah

Dalam analisa yang dijalankan ini, kaedah yang digunakan adalah kaedah Analisa Unsur Terhingga untuk menyelesaikan masalah dengan dibantu oleh perisian NASTRAN.

Secara amnya, analisis ini melibatkan pengiraan yang banyak dan mengambil masa yang lama serta perancangan yang teliti. Sehingga kini banyak analisis telah dibuat terhadap beberapa jenis brek antaranya adalah brek shoe (keretapi). Pelbagai analisis telah dibuat terhadap brek terutamanya analisis berkaitan bentuk-bentuk kegagalan, bentuk keretakan, haba dibebaskan dan sebagainya.[11].

Masalah yang timbul diatasi seiringi dengan gabungan ilmu teknologi kejuruteraan dan bantuan perisian komputer digital, pelbagai bentuk analisis yang ingin dibuat dapat diatasi dengan baik dan cepat. Analisis menggunakan perisian NASTRAN ini adalah tepat pada masanya dan ia dapat menyelesaikan permasalahan yang timbul dengan cepat dan mudah.

1.3 Objektif Kajian

Dalam kajian yang dijalankan ini, terdapat beberapa objektif yang diperlukan untuk diselidik dan di analisis ke atas brek shoe. Antaranya adalah

- i) Untuk mengetahui perubahan suhu yang berlaku ke atas brek shoe semasa pembrekan.
- ii) Membuat simulasi pengagihan dan pembentukkan haba ke atas brek shoe.

1.4 Skop Kajian

Skop kajian ini meliputi perkara-perkara berikut:

- i) Kesan permukaan pada shoe apabila berlaku perubahan suhu
- ii) Suhu maksimum yang boleh ditanggung oleh shoe apabila pembrekkan.
- iii) Menentukan kadar haba yang dikeluarkan apabila berlaku pembrekkan
- iv) Analisa ini dilakukan terhadap brek kereta dengan menggunakan perisian NASTRAN.
- v) Mempelajari bagaimana Kaedah Unsur Terhingga (FEA) dapat menyelesaikan masalah pengagihan haba.

BAB II

SISTEM BREK

2.1 Definisi Brek

Sistem brek merupakan satu komponen penting dalam kenderaan bermotor kerana brek berfungsi sebagai satu peranti yang dapat memperlahankan dan memberhentikan kenderaan pada masa yang dikehendaki oleh pengguna. Kenderaan yang tidak dilengkapi dengan sistem brek yang sempurna boleh menyebabkan kegagalan kawalan oleh pemandu dan akan mengakibatkan kemalangan.

Sistem brek kenderaan juga mestilah mampu untuk berfungsi dalam apa jua situasi pemanduan seperti permukaan jalan yang licin, basah, kering dan tidak rata. Saiz brek bergantung kepada saiz kenderaan, berat dan kelajuan supaya ia boleh berada dalam keadaan baik dan selamat kepada kenderaan dengan cara mengawal kenderaan dari kelajuan tertentu dengan memberikan jarak pemberhentian yang selamat. Brek berupaya digunakan berulang kali dengan keberkesanan pembrekan yang sama.

Idea untuk merekabentuk brek wujud semenjak dari kenderaan beroda satu. Brek pertama yang dicipta ialah brek *wagon*. Apabila tayar jenis angin digunakan dengan keadaan jalan yang bertambah baik, penggunaan kenderaan yang menggunakan kuasa kuda dan kelajuan juga turut meningkat. Ini menyebabkan permintaan dan penggunaan terhadap keberkesanan brek yang lebih diperlukan. Oleh itu brek band cengkaman luar telah dicipta. Penggunaan brek band juga adalah terhad sehinggalah terhasilnya brek gelendung pada akhir 1960-an [2].

Setelah muncul pula beberapa penyelidik yang turut mengkaji mengenai teori geometri brek seperti Steeds, W., Newcomb, T.P and Spurr, R.T. sekitar tahun 60-an [3]. Kajian demi kajian terus dilakukan sehingga ke hari ini samada kajian dari sudut bahan geseran yang digunakan mahupun dari sudut bahan pergeseran untuk memperolehi prestasi brek yang lebih baik. Ini membuktikan bahawa kajian terhadap prestasi brek masih dilakukan pemaikannya. Dengan berbantuan peralatan teknologi-teknologi moden yang serba canggih pada masa kini, kajian dapat dilakukan dengan tepat.

2.2 Prinsip Sistem Brek

Tujuan sistem brek ialah dapat memperlahankan dan menghentikan kenderaan pada bila-bila masa yang dikehendaki semasa beroperasi. Ianya mesti dapat memberhentikan kenderaan secepat mungkin dan boleh digunakan dalam pelbagai keadaan untuk mengelakkan pelanggaran berlaku dan membolehkan operator mengawal kenderaan.

Berdasarkan hukum pertama termodinamik, tenaga tidak boleh dicipta atau dimusnahkan. Ia hanya mampu ditukarkan dari satu bentuk ke satu bentuk yang lain. Semua jisim yang bergerak akan menghasilkan tenaga kinetik. Tenaga kinetik yang terhasil bergantung kepada berat dan kelajuan. Tenaga kinetik bagi sesuatu badan yang besar adalah lebih besar jika dibandingkan dengan satu badan yang ringan untuk mencapai kelajuan yang sama. Apabila kelajuan bertambah, tenaga kinetik

juga bertambah dan menyebabkan pertambahan sebanyak dua kali ganda kelajuan tersebut [4]. Ini menyebabkan tenaga kinetik ditukarkan kepada tenaga haba semasa operasi pembrekan.

Brek ialah peranti mekanikal yang menggunakan geseran untuk mengatasi pergerakan. Di dalam sistem pembrekan, terdapat dua geseran iaitu geseran statik dan geseran kinetik. Geseran di antara 2 objek yang tetap dipanggil geseran statik manakala geseran kinetik berlaku apabila satu objek bergelangsar melalui satu objek yang tetap. Kedua-dua geseran ini amat penting dalam operasi pembrekan.

Apabila dua permukaan bergeser, ia akan menghasilkan haba. Jumlah penghasilan haba dan geseran bergantung kepada tiga keadaan iaitu jumlah tekanan yang dikenakan di antara permukaan gelangsar, kekasaran permukaan dan jenis bahan [5].

2.3 Keperluan Brek

Brek berkeupayaan untuk memberi semua pengurangan kelajuan dan tidak akan menyebabkan kegelinciran berlaku sebelum waktu pembrekan. Prestasi brek sepatutnya tidak terjejas jika mencapai suhu yang tinggi dan ianya tidak dipengaruhi oleh air, habuk dan kehausan komponen. Brek mampu berfungsi dengan baik dalam apa jua keadaan pergerakan.

Brek tidak mempunyai hubungan dengan stering atau suspension dan mempunyai berat yang seringnya mungkin untuk mengurangkan berat tanpa spring. Brek sepatutnya bebas dari getaran dan kebisingan seperti *judder* dan *squeal* serta mempunyai keboleharapan yang kompleks [6].

2.4 Ciri-ciri dalam Sistem Pembrekan

Antara faktor yang mempengaruhi jumlah geseran yang dihasilkan adalah tekanan, pekali geseran, permukaan geseran dan haba yang dikeluarkan [2].

2.4.1 Tekanan

Brek gelendung memerlukan tekanan yang kurang berbanding dengan brek piring kerana permukaan geseran adalah di bahagian dalam gelendung yang menyebabkan brek shoe tertolak keluar. Selepas berlakunya sentuhan, seretan geseran terhasil dan shoe tertarik ke arah gelendung. Tindakan shoe ini membantu dalam tindakan pembrekan. Oleh itu, sistem hidraulik hanya perlu untuk menghasilkan tekanan yang dikehendaki bagi memberhentikan kenderaan.

2.4.2 Pekali Geseran

Pekali geseran merupakan salah satu aspek yang penting dalam sistem pembrekan. Sekiranya pekali geseran terlalu besar, brek akan melekat semasa memberhentikan kenderaan dan menyebabkan cengkaman tersentak serta roda akan terangkat. Sekiranya pekali geseran rendah, bahan geseran lebih cenderung untuk bergelangsar pada permukaan gelendung atau piring daripada memperlahankan kenderaan. Pekali geseran yang sesuai adalah antara 0.25 sehingga 0.55 bergantung kepada jenis penggunaan.[10].

2.4.3 Permukaan Geseran

Permukaan geseran yang besar akan memberhentikan kenderaan dengan lebih cepat berbanding dengan permukaan geseran yang lebih kecil pada kenderaan yang sama. Untuk mendapat keberkesanan sistem pembrekan mestilah mempunyai ciri-ciri berikut:

- i) Berupaya untuk mengalir dan membebaskan haba.
- ii) Mempunyai sifat penghalang kepada kehausan dan calar
- iii) Pekali geseran yang seragam dan tinggi.
- iv) Permukaan sentuhan yang licin
- v) Mempunyai berat yang ringan.

2.4.4 Haba yang dikeluarkan

Haba yang terhasil disebabkan disebabkan oleh permukaan brek yang bergeser akan dibebaskan ke persekitaran. Bagi kawasan permukaan brek yang lebih besar, haba dapat dikeluarkan dengan lebih cepat pada komponen brek. Oleh itu, berat dan kelajuan yang dihasilkan dapat menentukan saiz mekanisma pembrekan dan kawasan permukaan geseran bagi pad atau shoe. Pelapik akan menjadi berkilat manakala rotor atau gelendung menjadi lebih keras. Oleh itu, pekali geseran menjadi berkurangan dan tekanan brek yang berlebihan diperlukan untuk menghasilkan kesan pembrekan yang dikehendaki.[10].