

TUGAS AKHIR

**STUDI PENYUSUTAN KARET HASIL
VULKANISASI *PRESS MOLD* KARET DENGAN
SALURAN PENDINGIN *CONFORMAL SOFT
TOOLING* PADA KOMPONEN *RUBBER
BUSHING***



Tugas Akhir ini disusun Guna Memperoleh Gelar
Sarjana Strata Satu Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun :

**ARIF SAIFUDIN
NIM : D200 06 0021**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
Oktober 2011**

PERNYATAAN KEASLIAN SEKRIPI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :
**“STUDI PENYUSUTAN KARET HASIL VULKANISASI *PRESS MOLD*
KARET DENGAN SALURAN PENDINGIN *CONFORMAL SOFT*
TOOLING PADA KOMPONEN *RUBBER BUSHING*”** yang dibuat untuk
memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan
Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
Sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari
skripsi yang sudah dipublikasikan dan/atau pernah dipakai untuk
mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah
Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber
informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 03 Oktober 2011

Yang menyatakan,

Arif Saifudin

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul "STUDI PENYUSUTAN KARET HASIL VULKANISASI *PRESS MOLD* KARET DENGAN SALURAN PENDINGIN *CONFORMAL SOFT TOOLING* PADA KOMPONEN *RUBBER BUSHING*", telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan telah dinyatakan sah untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh:

Nama : ARIF SAIFUDIN

NIM : D 200 06 0021

Disahkan pada

Hari :

Tanggal :

Tim Penguji :

Ketua : Bambang Waluyo F., ST. MT (.....)

Anggota 1 : Wijianto, ST, MEng. Sc (.....)

Anggota 2 : Ir. Bibit Sugito, MT (.....)

Dekan,

Ketua Jurusan,

Ir. Agus Riyanto, MT.

Ir. Sartono Putro, MT

LEMBAR MOTTO

📖 "Barang siapa yang tidak ridha terhadap ketentuan-Ku, dan tidak sabar atas musibah dari-Ku, maka carilah Tuhan selain Aku."

(HR. Bukhari dan Muslim)

📖 "Sewaktu kecilku kubanting badanku untuk meraih masa depanku harapan dan harapan masa depanlah yang membuatku kuat dan tabah untuk melangkah, mencari masa depan yang cerah penuh dengan cahaya yang benderang. Masa depanku di ujung pundakku."

(Riyan Supriyanto)

📖 Teruslah bergerak hingga kelelahan itu lelah mengikutimu, teruslah berlari hingga kebosanan itu bosan mengejarmu, teruslah berjalan hingga keletihan itu letih bersamamu, teruslah bertahan hingga kefuturan itu futur menyertaimu, tetaplah berjaga hingga kelesuan itu lesu menemanimu.

(Rahmat Abdullah)

📖 "Sebaik-baik amal adalah yang diterima Allah SWT, sebaik-baik bulan adalah bulan yang di dalamnya Anda bertaubat dengan taubatan nashuha; tobat sebenar-benarnya tobat, dan sebaik-baiknya hari adalah hari ketika engkau meninggalkan dunia dalam keadaan iman kepada Allah SWT."

(Sayidina Ali bin Abi Thalib)

ABSTRAKSI

Rubber bushing digunakan untuk mengisolasi getaran pengemudi dan penumpang terhindar dari guncangan yang dihasilkan kendaraan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghitung waktu siklus vulkanisasi, produk karet dengan saluran pendingin conformal soft tooling, menyelidiki penyusutan dan pengaruh suhu penyusutan dimensi produk karet.

Eksperimen ini diawali dengan pembuatan mold, kemudian pembuatan karet kompon dari bahan karet alam dan bahan lain sehingga menjadi karet kompon siap cetak, Kemudian dilakukan pengepresan kompon karet dengan suhu vulkanisasi 100-150°C, dengan mold sistem pendingin conformal. Pengukuran penyusutan produk diambil dari dua sisi yaitu diameter produk dan tinggi produk. Pengukuran diameter produk diambil dari dua arah yaitu arah sumbu X dan Y dan pada bagian atas dan bawah. Kemudian dibandingkan dengan ukuran mold sehingga bisa diambil kesimpulan.

Hasil rata-rata waktu siklus total pendingin conformal soft tooling 78.2 menit. Pada rata-rata penyusutan (shrinkage) dimensi diameter luar atas sumbu x yaitu 0.920% dan sumbu y adalah 0.919%, pada dimensi diameter luar bawah x yaitu 1.792% dan sumbu y 1.696%, untuk dimensi diameter dalam atas sumbu x 1.633% dan sumbu y 1.527%, sedangkan dimensi diameter dalam bawah sumbu x 1.760% dan sumbu y 1.640%, pada penyusutan tinggi produk conformal soft tooling 0.544%.

Kata kunci : Rubber bushing, mold berpendingin conformal soft tooling, penyusutan atau Shrinkage

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum. Wr.Wb

Syukur Alhamdulillah, penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas berkah dan rahmat-Nya Sehingga penyusunan laporan penelitian ini dapat terselesaikan .

Tugas akhir berjudul "STUDI PENYUSUTAN KARET HASIL VULKANISASI *PRESS MOLD* KARET DENGAN SALURAN PENDINGIN *CONFORMAL SOFT TOOLING* PADA KOMPONEN *RUBBER BUSHING*" dapat terselesaikan atas dukungan dari beberapa pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis dengan segala ketulusan dan keikhlasan hati ingin menyampaikan rasa terimakasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ir. Agus Riyanto, MT; Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Ir. Sartono Putro, MT; Selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
3. Bambang Waluyo F., ST. MT; selaku Dosen Pembimbing Utama, yang telah banyak memberikan bimbingan dan saran.
4. Wijianto,ST, Meng, Sc; selaku Dosen Pembimbing Pendamping, yang telah banyak memberikan bimbingan dan saran.
5. Ir. Sunardi Wiyono, MT; selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dan arahan semasa kuliah.

6. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta yang tidak dapat disebut satu persatu, yang telah banyak memberikan bekal ilmu kepada penulis.
7. Seluruh Staf Tata Usaha Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik UMS yang telah membantu dalam administrasi.
8. Kedua orang tua penulis yang telah banyak berkorban dan berdoa untuk putra-putrinya demi kebaikan dunia akhirat serta memberikan dukungan baik moril maupun materil.
9. Terimakasih untuk semua kakakku terutama Riyan Supriyanto serta Mr.Paul Zweers dan My Girl Friend Penny Juwita Sari yang telah mendoakan dan mendukung agar penulis cepat selesai
10. Endro Kosworo dan Sudrajat yang merupakan kelompok penelitian penulis.
11. Seluruh teman – teman Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik UMS yang telah banyak membantu
12. Semua pihak yang telah membantu semoga Allah membalas kebaikanmu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca akan penulis terima dengan senang hati.

Wasalammu'alaikum. Wr. Wb

Surakarta, 03 Oktober 2011
Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Pernyataan Keaslian Skripsi.....	ii
Halaman Persetujuan	iii
Halaman Pengesahan	iv
Lembar Soal Tugas Akhir	v
Lembar Motto	vi
Abstraksi.....	vii
Kata Pengantar	viii
Daftar Isi	x
Daftar Gambar	xiv
Daftar Tabel.....	xvii
Daftar Lampiran.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	3
1.3. Manfaat Penelitian	3
1.4. Batasan Penelitian	4
1.5. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Tinjauan Pustaka	7
2.2. Dasar Teori	9
2.2.1. Rubber Dumper.....	9
2.2.2. Karet Alam	10
2.2.3. Karet Sintetis	13
2.2.4. Kompon Karet.....	15
2.2.5. Mastikasi dan Pencampuran.....	19
2.2.6. Rubber Molding.....	22
2.3. Vulkanisasi	25
2.3.1. Reaksi Kimia.....	28

2.3.2.	Elastisitas Bahan	29
2.3.3.	Pseudo – Regangan Plastik	31
2.3.4.	Teori Gel.....	32
2.4.	Pendinginan Mold.....	34
2.4.1.	Desain Untuk Sistem Pendinginan.....	36
2.4.2.	Jarak Antara Mold Cavity dan Kanal Pendingin.....	37
2.4.3.	Jarak Antara Kanal – kanal Pendingin.....	37
2.4.4.	Diameter Kanal / Lubang Pendingin	38
2.5.	Penyusutan (<i>Shrinkage</i>)	39
2.5.1.	Teori Penyusutan	39
2.5.2.	Thermofisika	41
2.5.2.1	Pemuaian	41
2.5.2.2.	Perpindahan Panas	44
2.5.3.	Cycle Time (Waktu Siklus).....	46
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		47
3.1.	Diagram Alir Penelitian.....	47
3.2.	Tempat Penelitian	49
3.3.	Alat Dan Bahan Penelitian	49
3.3.1.	Bahan Penelitian	49
3.3.2.	Peralatan Penelitian	50
3.4.	Bahan Penelitian	47
3.5.	Prosedur Penelitian.....	65
3.5.1.	Tahap-Tahap Dalam Proses <i>Heater, Mixer, Roll,</i> dan <i>Press Molding</i>	66
3.6.	Proses Perancangan <i>Mold</i>	67
3.7.	Proses Pembuatan <i>Mold</i>	68
3.8.	Desain Sistem Pendingin	71
3.9.	Mesin <i>Inject Karet</i>	72
3.10.	Sampel Yang Digunakan	73
3.11.	Diagram Alir Prosedur Pembuatan Produk	74
3.12.	Langkah Penelitian.....	75
3.13.	Rancangan Analisa Data	75

3.14. Penyusutan (Shrinkage) Dimensi Produk dan Pembahasan	76
3.15. Data Kondisi Proses <i>Press Molding</i>	77
3.16. Data Waktu Siklus Percobaan dan Pembahasan	78
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	79
4.1. Data Waktu Siklus Pembuatan Produk Pada Percobaan Mold Dengan Pendingin Conformal Soft Tooling	79
4.1.1. Waktu Siklus Pembuatan Produk Pada Percobaan Mold Dengan Pendingin Conformal Soft Tooling ...	80
4.2. Data Suhu Produk dan Pembahasan	81
4.2.1. Data Suhu Produk Pada Pendingin <i>Mold</i> <i>Conformal Soft Tooling</i>	81
4.2.2. Pembahasan Suhu Produk Pada Percobaan <i>Mold</i> Dengan Menggunakan Pendingin <i>Conformal Soft</i> <i>Tooling</i>	82
4.3. Data Penyusutan (<i>Shrinkage</i>) Dimensi Diameter Produk Pada Percobaan Cetakan (<i>Mold</i>) Berpendingin Conformal Dengan <i>Soft Tooling</i>	84
4.3.1. Data Penyusutan (<i>Shrinkage</i>) Dimensi Tinggi Produk Percobaan Cetakan (<i>Mold</i>) Berpendingin Lurus	90
4.3.2. Pembahasan Penyusutan Pada <i>Mold</i> Berpendingin <i>Conformal Soft Tooling</i>	91
4.4. Penyusutan (<i>Shrinkage</i>) Dimensi Produk Pada Percobaan Mold Berpendingin Conformal Soft Tooling	92
4.4.1. Penyusutan (<i>Shrinkage</i>) Dimensi Diameter Luar Atas Produk Pada Sumbu X dan Y	92
4.4.2. Penyusutan (<i>Shrinkage</i>) Dimensi Diameter Luar Bawah Produk Pada Sumbu X dan Y	93
4.4.3. Penyusutan (<i>Shrinkage</i>) Dimensi Diameter Dalam Atas Produk Pada Sumbu X dan Y	93

4.4.4. Penyusutan (Shrinkage) Dimensi Diameter Dalam Bawah Produk Pada Sumbu X dan Y	63
4.4.1. Penyusutan (Shrinkage) Dimensi Tinggi.....	94
4.5. Pembahasan Penyusutan (Shrinkage) Pada Percobaan Mold Berpendingin Conformal Soft Tooling	95
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	98
5.1. Kesimpulan	98
5.2. Saran.....	98
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN-LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Rumus Kimia SBR (<i>Styrene Butadiene Rubber</i>).....	13
Gambar 2.2. Rumus Kimia BR (<i>Butadiene Rubber</i>)	14
Gambar 2.3. Rumus Kimia IR (<i>Isoprene Rubber</i>)	14
Gambar 2.4. Mixer Roll Pembuat Compoun Rubber	21
Gambar 2.5. Compression Rubber Molding	23
Gambar 2.6. Susunan Jaringan Proses Vulkanisasi	26
Gambar 2.7. Molecular Mode Of Vulcanization Proses	28
Gambar 2.8. Residual Strain Due To Cros-Link	32
Gambar 2.9. Penurunan Suhu Dengan Penyusutan	33
Gambar 2.10. Pendinginan Lurus.....	35
Gambar 2.11. Variasi Pendingin Lurus.....	35
Gambar 2.12. Mold Dengan Banyak Pendingin.....	36
Gambar 2.13. Pendingin Melingkar	36
Gambar 2.14. Ukuran Kanal-kanal Pendingin	37
Gambar 2.15. Ilustrasi Isothermis	38
Gambar 2.16. Cycle Time	46
Gambar 3.1. Diagram Alir Metode Penelitian	47
Gambar 3.2. Compound Rubber	49
Gambar 3.3. Alat Mixer Roll Karet	50
Gambar 3.4. Pompa Air.....	51
Gambar 3.5. Bak Penampung Air.....	52
Gambar 3.6. Selang Air Pendingin	52

Gambar 3.7. Neraca (Timbangan).....	53
Gambar 3.8. Alat Pengepres Karet.....	54
Gambar 3.9. Cetakan Komponen(Part Mold)	54
Gambar 3.10. Alat Unit Pemanas <i>Part (Heater)</i>	55
Gambar 3.11. Alat Unit pengontrol suhu (<i>Thermocontrol</i>)	55
Gambar 3.12. Jangka Sorong.....	56
Gambar 3.13. Kunci Pas	56
Gambar 3.14. Stopwatch.....	57
Gambar 3.15. Sarung Tangan	57
Gambar 3.16. Gunting Dan Cutter.....	58
Gambar 3.17. Silicon Cair Merk WD-40	58
Gambar 3.18. Infrared Termometer	59
Gambar 3.19. Karet RSS(<i>Ribbed Smoket Sheet</i>)	60
Gambar 3.20. SBR(<i>Styrene Butadene Rubber</i>).....	61
Gambar 3.21. Sulfur(s)	62
Gambar 3.22. Stearic Acid(<i>Asam Stearat</i>).....	63
Gambar 3.23. <i>Zinc Oxide(Sengoksida)</i>	64
Gambar 3.24. Carbon Black(<i>Silica</i>)	64
Gambar 3.25. <i>White Oil</i>	65
Gambar 3.26. Sket Alur Penelitian	65
Gambar 3.27. Model <i>Rubber Bushing</i>	67
Gambar 3.28. Bagian-Bagian <i>Mold</i>	70
Gambar 3.29. Desain <i>Mold</i> Yang Sudah Jadi	70
Gambar 3.30 Instalasi Saluran Pendingin Conformal Soft Tooling.....	71

Gambar 3.31. Gambar Pandangan Sket 3D	72
Gambar 3.32. Produk Yang Dilhasilkan.....	74
Gambar 3.33. Prosedur Pembuatan Produk(<i>Spesimen</i>)	74
Gambar 3.34. Dimensi Produk Arah Lebar dan Tinggi	77
Gambar 4.1.Histogram Rata-Rata Total Waktu Siklus Pembuatan Produk.....	79
Gambar 4.2.Histogram Total Waktu Siklus Pembuatan Produk	80
Gambar 4.3.Suhu Produk Karet Hasil Vulkanisasi Press Mold Karet Dengan Saluran Pendingin Conformal Soft Tooling	82
Gambar 4.4.Histogram Penyusutan Dimensi Diameter Luar Atas Produk Pada Sumbu X dan Y.....	92
Gambar 4.5.Histogram Penyusutan Dimensi Diameter Luar Bawah Produk Pada Sumbu X dan Y	93
Gambar 4.6.Histogram Penyusutan Dimensi Diameter Dalam Atas Produk Pada Sumbu X dan Y	93
Gambar 4.7.Histogram Penyusutan Dimensi Diameter Dalam Bawah Produk Pada Sumbu X dan Y.....	94
Gambar 4.4.Histogram Penyusutan Dimensi Tinggi.....	94

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Spesifikasi <i>Mold</i>	69
Tabel 3.2. Data Kondisi Proses <i>Press Molding</i>	78
Tabel 4.1. Data Total Waktu Siklus Pembuatan Produk Mold Pendingin Conformal Soft Tooling	79
Tabel 4.2. Data Suhu Produk Saat Pelepasan	81
Tabel 4.3. Data Penyusutan Dimensi Diameter Luar Bagian Atas	84
Tabel 4.4. Data Penyusutan Dimensi Diameter Luar Bagian Bawah.....	86
Tabel 4.5. Data Penyusutan Dimensi Diameter Dalam Bagian Atas	87
Tabel 4.6. Data Penyusutan Dimensi Diameter Dalam Bagian Bawah ..	89
Tabel 4.7. Data Penyusutan Dimensi Tinggi.....	90

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Petryuk I. P., Gaidadin A. N., and Kutsov A. N., 2007, *Method for Calculating post Vulcanisation Shrinkage of Multicomponent Composite*, *International Polymer Science and Technology*, Vol. 37, Iss. 7, pg T45.
- Lampiran 2. Standart ASTM D1917, Standard Test Methods for Rubber Property—Shrinkage of Raw and Compounded Hot-Polymerized Styrene-Butadiene Rubber (SBR)
- Lampiran 3. Standart ASTM D1992, Standard Guide for Testing Synthetic Plasticizers Used in Rubber1
- Lampiran 4. Spesifikasi *Mold* dan Spesifikasi Produk