

TUGAS AKHIR

STUDI PENYUSUTAN PRODUK KARET ALAM
HASIL VULKANISASI *PRESS MOLD*
BERPENDINGIN LURUS
PADA KOMPONEN *RUBBER BUSHING*



Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Sarjana Teknik
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun oleh :

SUDRAJAT
NIM : D200 06 0087

JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
Oktober 2011

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

**STUDI PENYUSUTAN PRODUK KARET ALAM HASIL VULKANISASI
PRESS MOLD BERPENDINGIN LURUS 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 dilingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 18 Oktober 2011
Yang menyatakan,

Sudrajat

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul “STUDI PENYUSUTAN PRODUK KARET ALAM HASIL VULKANISASI *PRESS MOLD* BERPENDINGIN LURUS PADA KOMPONEN *RUBBER BUSHING*”, telah disetujui oleh pembimbing dan diterima untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **SUDRAJAT**

Nim : **D200 06 0087**

Disetujui pada :

Hari :

Tanggal :

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Bambang Waluyo F, ST, MT.

Ir. Pramuko Ilmu P, MT.

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir berjudul “STUDI PENYUSUTAN PRODUK KARET ALAM HASIL VULKANISASI *PRESS MOLD* BERPENDINGIN LURUS 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 : **SUDRAJAT**

Nim : **D200 06 0087**

Disahkan pada :

Hari :

Tanggal :

Tim penguji :

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

Anggota 1 : Ir. Pramuko Ilmu P, MT. (.....)

Anggota 2 : Ir. Agus Hariyanto, MT. (.....)

Dekan,

Ketua Jurusan,

Ir. Agus Riyanto, MT.

Ir. Sartono Putro, MT.

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Berdasarkan surat Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta
01848/A.3-Il/FT/IM/TA/IV/2010. Tanggal 17 April 2010.

Nomor Tanggal

dengan ini :

Nama Bambang Waluyo Febriantoko, ST, MT.
Pangkat/Jabatan Asisten Ahli.
Kedudukan : Pembimbing Utama / ~~Pembimbing I~~
memberikan Soal Tugas Akhir kepada mahasiswa :

Nama SUDRAJAT.
Nomor Induk D 200 060 087.
NIRM :
Jurusan/Semester Teknik Mesin / Akhir
Judul/Topik *STUDI PENYUSUTAN PRESS MOLD KARET ALAM BERPENDINGIN LURUS PADA KOMPONEN KARET DUDUKAN PER MOBIL*
Rincian Soal/Tugas :
- MENGOLAH KARET
- MEMBUAT CETAKAN
- ANALISIS HASIL PRODUK

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

17 April 2010.

Surakarta,

Pembimbing

Bambang Waluyo Febriantoko, ST, MT

Cc. : Ir. Pramuko Ilmu Purboputro, MT.
Lektor Kepala.

Keterangan :

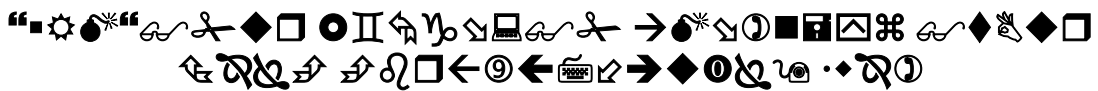
- *) Coret salah satu
- 1. Warna biru untuk Kajur
- 2. Warna kuning untuk Pembimbing I
- 3. Warna merah untuk Pembimbing II
- 4. Warna putih untuk mahasiswa

LEMBAR MOTTO

"خير الناس انفعهم للناس"

"sebaik-baik manusia adalah yang paling bermanfaat bagi orang lain"
(al-hadits)

"Bekerjalah untuk urusan duniamu seakan-akan engkau akan hidup selamanya, dan bekerjalah untuk urusan akhiratmu seakan-akan engkau akan mati besok"



"Dan aku tidak menciptakan jin dan manusia melainkan supaya mereka beribadah kepada-Ku". (QS.Adz-Dzaariyaat (51) : 56)

"Hidup ini dari Allah, oleh Allah, dan untuk Allah, bukan untuk rakyat atau negara, karena kita diperintahkan beribadah/mengabdikan hanya kepada Allah "

"من جدّ وجد"

"Barangsiapa yang bersungguh-sungguh, niscaya dia akan mendapatkan"

"Kerja ikhlas, kerja keras, kerja cerdas"

RINGKASAN

Pemanfaatan karet alam di dunia industri menjadi produk jadi saat ini kurang maksimal. Pada penelitian ini akan diungkap tentang contoh pemanfaatan produk karet alam dengan press mold berpendingin lurus pada komponen rubber bushing, sekaligus tentang analisis hasil akhirnya.

Eksperimen ini diawali dengan pengolahan karet alam menjadi karet kompon. Kemudian pembuatan mold berbahan metal steel. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah vulkanisasi press mold dengan pemanas dari listrik dengan menggunakan heater tanam sebanyak 4 buah. Pengepresan karet kompon dilakukan dengan suhu vulkanisasi mencapai 150°C. Penyelidikan yang dilakukan meliputi pengukuran waktu siklus, suhu, dan penyusutan produk. Spesimen yang diselidiki adalah 5 buah sampel yang terbaik. Pengukuran penyusutan dilakukan pada dimensi diameter dan tinggi. Dimensi diameter terdiri dari diameter luar dan dalam, masing-masing diukur pada bagian atas dan bawah, baik arah sumbu X maupun Y.

Dari hasil eksperimen menunjukkan bahwa mold dengan pendingin lurus menghasilkan waktu siklus produksi yang cepat, rata-ratanya yaitu 67,6 menit. Saat pelepasan produk, yaitu ketika suhu mold didinginkan hingga mencapai suhu 50°C, suhu produk cukup tinggi, rata-ratanya yaitu 44,32°C. Penyusutan produk yang terjadi cukup tinggi, yang paling tinggi terjadi pada dimensi diameter luar bagian bawah arah sumbu Y, yaitu 2,885%.

Kata kunci: karet alam, pendingin lurus, penyusutan

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warohmatullaahi Wabarokaatuh

Alhamdulillah, segala puji hanya untuk Allah subhanahu wata'ala, *Rabb* semesta alam. Salam dan sholawat semoga selalu tercurah pada Nabi Muhammad sholallahu 'alaihi wa sallam, beserta pengikutnya hingga akhir zaman.

Tugas akhir yang berjudul “Studi Penyusutan Produk Karet Alam Hasil Vulkanisasi *Press Mold* Berpendingin Lurus pada Komponen *Rubber Bushing*” ini dapat terselesaikan atas dukungan dari banyak pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan *jazakumullahu khoiron katsiro* (semoga Allah membalas kalian semua dengan kebaikan yang banyak) dan rasa terima kasih kepada :

1. Ir. Agus Riyanto, MT. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Ir. Sartono Putro, MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin dan selaku dosen pembimbing akademik.
3. Ir. Sunardi Wiyono, MT. selaku koordinator seminar tugas akhir.
4. Bambang Waluyo Febriantoko, ST, MT. selaku Dosen Pembimbing Utama, yang telah banyak memberikan arahan dan saran hingga selesainya tugas akhir ini.
5. Ir. Pramuko Ilmu Purboputro, MT. selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah memberikan arahan dan saran.
6. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, yang telah menjadi perantara sampainya ilmu kepada penulis.
7. Bapak, ibu, dan kakak-kakak yang telah mendukung dengan do'a, motivasi, dan materi kepada penulis.
8. Teman-teman satu tim yaitu: Endro Koesworo dan Arif Saifudin atas bantuan dan kerjasamanya.

9. Teman-teman seperjuangan di bengkel Pak Bambang, atas bantuan dan kerjasamanya.

10. Teman-teman mahasiswa teknik mesin, khususnya angkatan '06 dan umumnya seluruh rekan-rekan mahasiswa teknik mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Laporan ini tentu masih jauh dari sempurna, oleh karena itu, penulis mengharap kritik dan saran yang membangun dari para pembaca yang budiman agar ke depannya menjadi lebih baik.

Wasalamu'alaikum Warohmatullaahi Wabarokaatuh

Surakarta, Oktober 2011

Penulis

DAFTAR ISI

	HAL.
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR	v
HALAMAN MOTTO.....	vi
ABSTRAKSI.....	viii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR SIMBOL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
1.5. Lingkup Penelitian	4
BAB II DASAR TEORI	
2.1. Tinjauan Pustaka.....	5
2.2. Landasan Teori.....	7
2.2.1. <i>Rubber Dumper</i>	7
2.2.2. Karet Alam.....	8

2.2.3. Karet Sintetis	9
2.2.4. <i>Rubber Molding</i>	11
2.2.5. Vulkanisasi	14
2.2.6. Reaksi Kimia	17
2.2.7. Elastisitas Bahan	18
2.2.8. Teori <i>Gel</i>	20
2.2.9. Pendinginan <i>Mold</i>	21
2.2.10. Penyusutan	27
2.2.11. <i>Cycle Time</i> (Waktu Siklus)	30
2.2.12. Termofisika	31

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian	35
3.2. Bahan dan Alat Penelitian	37
3.2.1. Bahan Penelitian	37
3.2.2. Alat Penelitian	38
3.3. Instalasi Pengujian	47
3.4. Sampel	48
3.5. Lokasi Penelitian	50
3.6. Prosedur Penelitian	50
3.6.1. Perancangan <i>Mold</i> dan Pembuatan <i>mold</i>	50
3.6.2. Desain Sistem Pendingin	54
3.6.3. Metode Pengambilan Data	55
3.7. Rancangan Analisis Data	58

3.7.1. Kondisi <i>Press Molding</i>	58
3.7.2. Waktu Siklus Percobaan	59
3.7.3. Analisis Data	59
3.8. Kesulitan.....	60
3.8.1. Bahan Penelitian	60
3.8.2. Pengolahan Bahan	61
3.8.3. Vulkanisasi	61

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Waktu Siklus dan Pembahasan Produk <i>Rubber Bushing</i> dengan <i>Press Mold</i> Berpendingin Lurus	62
4.1.1. Data Waktu Siklus Rata-rata.....	62
4.1.2. Pembahasan Waktu Siklus	62
4.2. Data Suhu dan Pembahasan Produk <i>Rubber Bushing</i> dengan <i>Press Mold</i> Berpendingin Lurus	64
4.2.1. Data Suhu Produk	64
4.2.2. Pembahasan Suhu Produk.....	64
4.3. Penyusutan dan Pembahasan Produk <i>Rubber Bushing</i> dengan <i>Press Mold</i> Berpendingin Lurus	65
4.3.1. Penyusutan dan Pembahasan pada Dimensi Diameter Luar.....	66
4.3.1.1. Data Penyusutan Diameter Luar pada Bagian Atas Produk.....	66

4.3.1.2. Data Penyusutan Diameter Luar pada	
Bagian Bawah Produk.....	68
4.3.1.3. Pembahasan Penyusutan Diameter Luar.....	69
4.3.2. Penyusutan dan Pembahasan pada Dimensi	
Diameter Dalam	71
4.3.2.1. Data Penyusutan Diameter Dalam pada	
Bagian Atas Produk.....	71
4.3.2.2. Data Penyusutan Diameter Dalam pada	
Bagian Bawah Produk.....	72
4.3.2.3. Pembahasan Penyusutan Diameter Dalam....	74
4.3.3. Data Penyusutan dan Pembahasan pada	
Dimensi Tinggi.....	75
4.3.3.1. Data Penyusutan pada Dimensi Tinggi	75
4.3.3.2. Pembahasan Penyusutan Diameter Tinggi	76
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	78
5.2. Saran	79
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Hal.
Gambar 2.1. Rumus kimia SBR.....	10
Gambar 2.2. Rumus kimia BR	10
Gambar 2.3. Rumus kimia IR.....	11
Gambar 2.4. <i>Compression Rubber Molding</i>	12
Gambar 2.5. Susunan jaringan proses vulkanisasi	16
Gambar 2.6. <i>Molecular mode of vulcanization process</i>	17
Gambar 2.7. Penurunan suhu dengan penyusutan (“sineresis”)	20
Gambar 2.8. Pendinginan lurus	23
Gambar 2.9. Variasi pendingin lurus.....	23
Gambar 2.10. <i>Mold</i> dengan banyak pendingin lurus	23
Gambar 2.11. Pendinginan melingkar	23
Gambar 2.12. Ukuran kanal-kanal pendingin.....	24
Gambar 2.13. Ilustrasi <i>isothermis</i>	26
Gambar 2.14. Arah penyusutan.....	27
Gambar 2.15. <i>Cycle time</i>	31
Gambar 3.1. Diagram alir metode penelitian	35
Gambar 3.2. A. Lembaran karet kompon.....	38
B. Potongan karet kompon.....	38
Gambar 3.3. Alat <i>press molding</i>	38
Gambar 3.4. <i>Mold</i> berpendingin lurus.....	39

Gambar 3.5. Alat pengontrol suhu (<i>Thermo control</i>).....	39
Gambar 3.6. <i>Heater</i> tanam	40
Gambar 3.7. <i>Infrared thermometer</i> merk <i>Krisbow</i>	41
Gambar 3.8. <i>Stopwatch</i>	41
Gambar 3.9. Jangka sorong	42
Gambar 3.10. A. <i>Neraca digital</i>	43
B. <i>Neraca ohaus</i>	43
Gambar 3.11. Pompa air.....	44
Gambar 3.12. Ember dan galon penampung air pendingin	44
Gambar 3.13. Selang air pendingin	45
Gambar 3.14. Kunci pas dan sejenisnya	45
Gambar 3.15. <i>Cutter</i> dan gunting	46
Gambar 3.16. WD 40	46
Gambar 3.17. Instalasi alat <i>press molding</i>	48
Gambar 3.18. sampel <i>rubber buhing</i>	49
Gambar 3.19. Spesifikasi sampel <i>rubber buhing</i>	50
Gambar 3.20. A. Spesifikasi <i>punch</i>	52
B. Spesifikasi <i>core</i>	52
C. Spesifikasi <i>mold cavity</i>	52
Gambar 3.21. Susunan cetakan	53
Gambar 3.22. Skema pendingin	55
Gambar 3.23. Skema produk dan keterangannya	57
Gambar 3.24. Diagram waktu siklus	59

Gambar 4.1. Histogram rata-rata waktu siklus <i>mold</i> berpendingin	
lurus.....	62
Gambar 4.2. Histogram suhu produk pada <i>mold</i> berpendingin	
lurus.....	64
Gambar 4.3. Histogram penyusutan diameter luar bagian atas	
produk	66
Gambar 4.4. Histogram penyusutan diameter luar bagian bawah	
produk	68
Gambar 4.5. Histogram penyusutan diameter dalam bagian atas	
produk	71
Gambar 4.6. Histogram penyusutan diameter luar bagian bawah	
produk	72
Gambar 4.7. Histogram penyusutan pada dimensi tinggi	75

DAFTAR SIMBOL

Simbol

ε	= Regangan	
δ	= Pertambahan panjang	
l	= panjang mula-mula	
σ	= Tegangan	
E	= Modulus elastisitas	
Z	= Tegangan geser	
G	= Modulus elastisitas geser	
γ	= Regangan geser	
T	= <i>Temperature</i> (suhu)	(°C)
ΔT	= Perbedaan Temperatur	(°C)
S	= Besarnya penyusutan	(%)
L_0	= Panjang awal	(mm)
L	= Panjang akhir	(mm)
α_c	= Koefisien ekspansi kompon	(1/K)
α_m	= Koefisien ekspansi <i>mold</i>	(1/K)
α_r	= Koefisien pemuaiian linear karet	(1/K)
α_f	= Koefisien pengisi berturut-turut	(1/K)
φ	= Koefisien isi volume dari pengisi	(1/K)
α_i	= Koefisien penambahan zat aditif	(1/K)

H	= Panas	(kJ)
A	= Luas	(m ²)
k	= Konduktivitas thermal cetakan	(W/m°C)
h _c	= Koefisien konveksi	(W/m ² °C)

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Tabel 1. Waktu siklus *mold* berpendingin lurus
- Lampiran 2. Tabel 2. Suhu produk saat pelepasan
- Lampiran 3. Tabel 3. Penyusutan diameter luar bagian atas pada *mold* berpendingin lurus
- Lampiran 4. Tabel 4. Penyusutan diameter luar bagian bawah pada *mold* berpendingin lurus
- Lampiran 5. Tabel 5. Penyusutan diameter dalam bagian atas pada *mold* berpendingin lurus
- Lampiran 6. Tabel 6. Penyusutan diameter dalam bagian bawah pada *mold* berpendingin lurus
- Lampiran 7. Tabel 7. Penyusutan dimensi tinggi pada *mold* berpendingin lurus
- Lampiran 9. Standard ASTM D 1917–97, Standard Test Methods for Rubber Property—Shrinkage of Raw and Compounded Hot-Polymerized Styrene-Butadiene Rubber (SBR).
- Lampiran 10. 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 11. Standard ASTM D 1992–91, Standard Guide for Testing Synthetic Plasticizers Used in Rubber. Reapproved 2007.

Lampiran 12. Standad ASTM D 3182–89 Practice for Rubber—Materials, Equipment, and Procedure for Mixing Standart Compounds and Preparing Standard Vulcanized Sheets. Reapproved 2001.