

**PERANCANGAN MESIN *COMPRESSION MOLDING*
UNTUK MEMBUAT PRODUK *RUBBER* SKALA
*HOME INDUSTRY***

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan untuk Mencapai Derajat
Strata-1 pada Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



Disusun Oleh:

**HABIBI
20130130220**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN
2017**

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**PERANCANGAN MESIN *COMPRESSION MOLDING*
UNTUK MEMBUAT PRODUK *RUBBER* SKALA
*HOME INDUSTRY***

Disusun oleh:

Habibi

20130130220

Telah Dipertahankan di Depan Tim Penguji
pada Tanggal

Susunan Tim Penguji:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Cahyo Budiyanoro, S.T., M.Sc.
NIK. 197110232 201507 123083

Sunardi, S.T., M.Eng.
NIK. 19770210 201410 123068

Penguji

Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng Sc., Ph.D
NIK. 19740302 200194 123049

Tugas Akhir ini telah dinyatakan sah sebagai salah satu persyaratan untuk
memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal, 08 Agustus 2017

Mengesahkan

Ketua Program Studi Teknik Mesin

Novi Caroko, S.T., M.Eng.
NIK.19791113 200501 1 001

PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul “PERANCANGAN MESIN *COMPRESSION MOLDING* UNTUK MEMBUAT PRODUK *RUBBER SKALA HOME INDUSTRY*” adalah asli hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan daftar pustaka dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang sudah ada.

Yogyakarta, Juli 2017

Penyusun,

Habibi
20130130220

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah wa syukurillah atas semua limpahan nikmat, hidayah serta karunia-Nya. Sholawat serta salam semoga selalu tercurahkan atas junjungan nabi agung Muhammad SAW yang selalu dinantikan syafaatnya serta rahmatnya kelak diyaumul kiyamah, dan tidak lupa kepada para sahabat dan pengikut setianya sampai akhir zaman.

Tugas Akhir yang telah disusun, penulis persembahkan kepada orang tua tercinta dan wali yang tersayang. Atas didikan dan kasih sayang mereka.

HALAMAN MOTTO

***Apa yang disampaikan oleh Rasulullah SAW
maka kerjakan. Apa yang dilarang oleh Rasulullah
SAW maka jauhilah.***

ABSTRAK

Kebutuhan *rubber* tidak terlepas dibidang otomotif dan industri. Ketersediaan part seperti seal dari bahan *rubber* di indonesia perkembangannya masih lambat. Selain itu industri mapun konsumen memerlukan *seal* berkebutuhan khusus (*custom*) untuk melengkapi komponen mesin yang memerlukan misal hidrolis dan pneumatik. Permasalahan diatas menjadi alasan untuk mendesain mesin *compression molding* skala *home industry* untuk memproduksi produk berbahan karet seperti *rubber seal* mapun yang lain. Guna menggantikan mesin konvensional maka dirancang mesin yang lebih efektif dan efisien dan produk yang dihasilkan mampu bersaing.

Mesin *compression molding* dirancang menggunakan *software solidwork*. Tahapan dalam merancang mesin *compression molding* memperhatikan terhadap tiga parameter kritis yaitu temperatur, tekanan dan waktu agar proses vulkanisasi *rubber* berjalan dengan baik. Tahapan utama secara rinci yaitu tekanan yang diperlukan berasal dari rancangan sistem pneumatik *single acting silinder* dengan pegas pengembali. Temperatur pada sistem ini dihasilkan berasal dari energi listrik dengan elemen *heater* jenis *tubular heater* sebagai konversi energi dan saklar bimetal untuk pengontrol suhu konstan. Tahapan kedua yaitu merancang rangka mesin untuk menopang sistem-sistem pada tahap pertama sehingga mesin berjalan dengan baik. Tahap terakhir yaitu *assembly* keseluruhan komponen pada sistem yang telah dirancang menjadi satu mesin yaitu *assembly* sistem pemanas dan pneumatik pada rangka mesin.

Hasil dari rancangan yaitu gaya pneumatik yang mampu dikeluarkan pada tekanan kompressor 6 bar yaitu sebesar 1341,5 N dengan panjang langkah 15 cm. Temperatur mampu diatur pada range 0-250°C, sedangkan rangka mesin mampu menahan beban tekanan diatas karena rangka yang dirancang memiliki pembebanan kritis sebesar 290808,47 N.

Kata Kunci: *Compression Molding, rubber, seal, vulkanisasi, pneumatik, tubular heater*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Rabbil ‘Alamin, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan keberkahan rahmat kesehatan, petunjuk dan ridho-Nya sehingga penyusunan Laporan Tugas Akhir ini dengan judul “PERANCANGAN MESIN *COMPRESSION MOLDING* UNTUK MEMBUAT PRODUK *RUBBER SKALA HOME INDUSTRY*” dapat diselesaikan dengan baik dan benar. Laporan Tugas Akhir ini merupakan persyaratan untuk menyelesaikan studi jenjang S-1 di Program Studi S1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Penyusun menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT, karena atas limpahan rahmat serta karunia-Nya penulis diberi kesehatan dan keselamatan sehingga pelaksanaan kerja praktek dan penulisan laporan dapat diselesaikan dengan lancar.
2. Bapak Novi Caroko, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Bapak Cahyo Budiyantoro, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing I Tugas Akhir, atas bimbingan dan arahan yang telah diberikan.
4. Bapak Sunardi, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing II Tugas Akhir, atas bimbingan dan arahan yang telah diberikan.
5. Segenap dosen dan karyawan/karyawati Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
6. Orang tua dan wali saya dan keluarga besar Bapak M. Kasmad Purnomo yang selalu memberikan doa, motivasi dukungan moral, dan material untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Melda Pristi Arini tercinta selaku calon istri yang telah mendoakan dan memberi dukungan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Diego Maryanto yang siap setiap saat untuk membantu kelancaran Tugas Akhir ini.

9. Mas Andi dan kolega selaku mentor dalam urusan perancangan dan penyedia tempat eksplorasi perancangan Tugas Akhir ini.
10. Dani priansah dan Ujang Hidayat selaku abang dan adek desainer yang telah meluangkan waktu untuk membantu menyelesaikan Tugas Akhir ini.
11. Teman-teman seperjuangan yang telah memberikan pengalaman serta ilmu diluar bangku perkuliahan yang secara tidak langsung telah menunjukkan jalan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
12. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan penulis persatu.

Semoga segala kebaikan yang telah diberikan dari pihak-pihak tersebut dibalas kebaikannya oleh Allah SWT. Amin. Demikian yang penyusun dapat sampaikan, tentu masih banyak kekurangan-kekurangan dan jauh dari kata kesempurnaan. Oleh karena itu, penyusun memohon maaf yang sebesar-besarnya dan juga penyusun mengharapkan masukan, saran serta kritikan yang membangun sehingga kedepannya akan menjadi lebih baik dan bermanfaat. Penyusun berharap laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi penulis dan pembaca. Sekian dan terimakasih.

Yogyakarta, Juni 2017
Penyusun,

Habibi
20130130220

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAM MOTTO	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xv

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Perancangan	3
1.5 Manfaat Perancangan	4

BAB II DASAR TEORI

2.1 Kajian Pustaka.....	5
2.2 <i>Rubber</i>	6
2.2.1 <i>Natural Rubber</i>	6
2.2.2 Karet Sintetis	6
2.3 <i>Rubber Molding</i>	9
2.3.1 Vulkanisasi <i>rubber</i>	10
2.3.2 Masalah pada <i>rubber mold</i>	12
2.3.3 Desain <i>rubber mold</i>	14
2.4 <i>Compression Molding</i>	15
2.4.1 Jenis proses <i>compression molding</i>	18

2.4.2 Kelebihan dan kekurangan <i>compression molding</i>	19
2.5 Pneumatik.....	20
2.5.1 Pengertian pneumatik.....	20
2.5.2 Sistem pneumatik.....	21
2.5.3 Silinder pneumatik.....	22
2.5.4 Karakteristik silinder.....	24
2.5.5 Produksi udara bertekanan.....	27
2.6 Mekanisme Kekuatan Material.....	30
2.6.1 Keseimbangan benda tegar.....	30
2.6.2 Gaya dan tegangan.....	31
2.6.3 <i>Buckling</i>	35
2.6.4 Pegas tarik.....	36
2.7 Perpindahan Kalor.....	39
2.7.1 Pengertian perpindahan kalor.....	39
2.7.2 Konduksi.....	40
2.7.3 <i>Electric heater</i>	42

BAB III METODOLOGI

3.1 Diagram Alir Perancangan.....	43
3.2 Alat.....	45
3.3 Perencanaan Rangka Mesin <i>Compression Molding</i>	46
3.4 Perencanaan Sistem Pneumatik.....	47
3.5 Perancangan Aktuator Pneumatik.....	49
3.6 Desain <i>Mold</i>	51
3.7 Pemilihan Komponen Heater.....	51

BAB IV HASIL PERANCANGAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Desain <i>Mold</i>	53
4.2 Perhitungan Rangka <i>Compression Molding</i>	56
4.3 Perencanaan Pneumatik <i>Compression Molding</i>	65
4.4 Komponen Aksesoris Sistem Pneumatik.....	77

4.5 Pemilihan Komponen <i>Heater</i>	80
4.6 Komparasi Hasil Rakitan Mesin <i>Compression Molding Rubber</i>	83

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan.....	92
5.2 Saran.....	93

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Rantai karbon karet alam.....	6
Gambar 2.2 <i>Compression mold</i> pembentukan <i>rubber</i>	10
Gambar 2.3 Metode <i>compression molding</i>	16
Gambar 2.4 Parameter kritis dari metode <i>compression molding</i>	16
Gambar 2.5 Sistem pneumatik ideal	21
Gambar 2.6 Kontruksi silinder kerja tunggal.....	23
Gambar 2.7 Hubungan kandungan air dan temperature pada kelembaban 100%	29
Gambar 2.8 Diagram benda bebas balok sederhana	30
Gambar 2.9 Tegangan normal akibat beban aksial	31
Gambar 2.10 Tegangan normal akibat momen lentur.....	32
Gambar 2.11 tegangan geser akibat torsi	34
Gambar 2.12 tegangan geser akibat gaya geser	34
Gambar 2.13 Metode pemasangan batang kontruksi	36
Gambar 2.14 Metode pemasangan batang pada hidrolis dan pneumatik	36
Gambar 2.15 pegas helik tarik (a) geometri, (b) bentuk hook konvensional, (c) pandangan samping, (d) improve design, (e) pandangan samping.....	37
Gambar 2.16 perpindahan kalor konduksi	40
Gambar 3.1 Diagram alir perancangan <i>compression molding</i> dengan sistem pneumatik.....	45
Gambar 3.2 Predesain mesin <i>compression molding</i> sistem pneumatik.....	46
Gambar 3.3 Rangka Penegak (a) poros, (b) silinder dan (c) <i>spull</i>	47
Gambar 3.4 Plat (a) dasar dan (b) atas mesin <i>compression molding</i>	47
Gambar 3.5 Diagram sistem pneumatik <i>compression molding</i>	48
Gambar 3.6 Simbol <i>single acting silinder</i>	48
Gambar 3.7 Katup 3/2 dengan kontrol katup manual dan pegas pengembali.....	48
Gambar 3.8 Simbol penyederhanaan <i>Air service unit</i>	49
Gambar 3.9 Silinder pneumatik	50
Gambar 3.10 Tutup silinder (a) bawah (b) atas silinder pneumatik.....	50
Gambar 3.11 (a) <i>Rod</i> piston dan (b) piston.....	51

Gambar 3.12 Produk <i>rubber seal</i> diafragma.....	51
Gambar 3.13 <i>Thermostat bimetal</i>	52
Gambar 4.1 Sample produk <i>mold</i> tutup dongkrak.....	53
Gambar 4.2 Mengukur sampel produk tutup dongkrak.....	54
Gambar 4.3 Master <i>mold</i>	54
Gambar 4.4 Dimensi plat atas <i>mold</i> tutup dongkrak.....	55
Gambar 4.5 Dimensi plat bawah <i>mold</i> tutup dongkrak.....	55
Gambar 4.6 Dimensi plat atas <i>mold O-ring</i>	56
Gambar 4.7 Dimensi plat bawah <i>mold O-ring</i>	56
Gambar 4.8 Faktor beban pada rangka.....	57
Gambar 4.9 Tegangan pada batang.....	58
Gambar 4.10 Metode pemasangan rangka batang.....	60
Gambar 4.11 Gaya tekan pada batang silinder.....	61
Gambar 4.12 Rangka Penegak (a) poros, (b) silinder dan (c) <i>spull</i>	63
Gambar 4.13 Dimensi rangka kaki.....	63
Gambar 4.14 Desain (a) plat dasar (b) plat atas.....	64
Gambar 4.15 Dimensi plat atas dan dasar.....	65
Gambar 4.16 Metode pemasangan batang pneumatik dan hidrolik.....	67
Gambar 4.17 Desain silinder.....	69
Gambar 4.18 Dimensi silinder.....	69
Gambar 4.19 Desain kepala silinder.....	70
Gambar 4.20 Dimensi kepala silinder.....	70
Gambar 4.21 Desain ekor silinder.....	71
Gambar 4.22 Dimensi ekor silinder.....	71
Gambar 4.23 Desain piston.....	72
Gambar 4.24 Dimensi piston.....	72
Gambar 4.25 Desain batang piston.....	73
Gambar 4.26 Dimensi batang piston.....	73
Gambar 4.27 Desain plat tekan.....	74
Gambar 4.28 Dimensi plat tekan.....	74
Gambar 4.29 Desain dan dimensi pegas tarik.....	79

Gambar 4.30 <i>Tubular heater</i> berpenampang lurus	81
Gambar 4.31 Sistem kontrol bimetal	82
Gambar 4.32 Rakitan perancangan mesin <i>compression molding rubber</i>	83
Gambar 4.33 <i>Compression molding</i> (a) ulir tekan ganda, (b) Perancangan mesin baru.....	84
Gambar 4.34 (a) Perancangan dengan sistem pneumatik (b) Sistem ulir tekan.....	85
Gambar 4.35 Kompon karet sintetis NBR	86

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penggunaan <i>rubber</i>	7
Tabel 2.2 <i>Rubber compound characteristic</i>	8
Tabel 2.3 Data <i>shrinkage</i> untuk kompon karet	13
Tabel 2.4 Penggunaan raw material pada proses <i>compression molding</i>	18
Tabel 2.5 Gaya piston berbagai ukuran silinder	25
Tabel 2.6 Kebutuhan udara silinder persentimeter langkah dengan fungsi tekanan kerja dan diameter piston	26
Tabel 2.7 Perbandingan kecepatan piston terhadap parameter lubang masuk.....	27
Tabel 2.8 Momen inersia untuk berbagai bentuk geometris	33
Tabel 2.9 Sifat-sifat mekanik material pegas	39
Tabel 2.10 Konduktivitas termal berbagai bahan 0°C	41
Tabel 4.1 Gaya piston berbagai ukuran.....	66
Tabel 4.2 Material untuk desain pneumatik	76
Tabel 4.3 <i>Seal</i> pada pneumatik	76
Tabel 4.4 Spesifikasi kebutuhan fitting.....	78
Tabel 4.5 Spesifikasi bimetal	82
Tabel 4.6 Spesifikasi rakitan mesin	83
Tabel 4.7 Biaya Material Rangka dan <i>Mold</i>	89
Tabel 4.8 Biaya Material Pneumatik.....	89
Tabel 4.9 Biaya Material <i>Heater</i>	90
Tabel 4.12 Biaya jasa pembuatan.....	91