

**ANALISA PENGARUH KOEFISIEN GESEK DAN PEMODELAN
MATERIAL PADA PEMBUATAN METAL GASKET DENGAN
METODE DIES PRESS FORMING**

**SKRIPSI
KONSENTRASI TEKNIK PRODUKSI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh:

**PUNGKAS RAHMATULLAH
NIM. 105060200111028-62**

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2014

LEMBAR PERSETUJUAN

**ANALISA PENGARUH KOEFISIEN GESEK DAN PEMODELAN
MATERIAL PADA PEMBUATAN METAL GASKET DENGAN
METODE *DIES PRESS FORMING***

**SKRIPSI
KONSENTRASI TEKNIK PRODUKSI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh:

**PUNGKAS RAHMATULLAH
NIM. 105060200111028-62**

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

**Dr.Eng. Moch. Agus Choiron, ST., MT.
NIP. 19720817 200002 1 001**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA PENGARUH KOEFISIEN GESEK DAN PEMODELAN MATERIAL PADA PEMBUATAN METAL GASKET DENGAN METODE *DIES PRESS FORMING*

SKRIPSI KONSENTRASI TEKNIK PRODUKSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

Disusun oleh:

PUNGKAS RAHMATULLAH
NIM. 105060200111028-62

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
Tanggal 21 Juli 2014

Majelis Penguji

Skripsi I

Skripsi II

Skripsi III

Dr.Ir. Achmad As'ad Sonief, MT.
NIP. 19591128 198710 1 001

Dr.Eng. Eko Siswanto, ST.,MT.
NIP. 19701017 199802 1 001

Fikrul Akbar Alamsyah, ST.
NIK. 860703 06 3 1 0034

Mengetahui,
Ketua Program Studi S1 Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Dr.Eng. Widya Wijayanti, ST.,MT.
NIP. 19750802 199903 2 002



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat, nikmat dan karunia yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**ANALISA PENGARUH KOEFISIEN GESEK DAN PEMODELAN MATERIAL PADA PEMBUATAN METAL GASKET DENGAN METODE DIES PRESS FORMING**” ini dengan baik. Shalawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini dapat terselesaikan berkat bantuan, petunjuk dan bimbingan dari berbagai pihak dalam proses penyelesaian skripsi ini dengan baik. Oleh karena itu, dalam kesempatan kali ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak – pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini :

1. Bapak Dr.Eng Nurkholis Hamidi, ST., M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
2. Bapak Purnami ST.,MT. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin.
3. Bapak Tjuk Oerbandono, Ir., MSc.CSE selaku Ketua Kelompok Dasar Keahlian Konsentrasi Produksi Jurusan Teknik Mesin.
4. Bapak Dr. Eng. Moch. Agus Choiron, ST., MT. selaku dosen pembimbing I yang telah banyak memberi masukan, bimbingan, pengetahuan dan motivasi selama penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Purnami, ST.,MT selaku dosen wali.
6. Seluruh Dosen Pengajar dan Staf Jurusan Teknik Mesin.
7. Ibunda tercinta Yun Ruchanah yang tak pernah berhenti mendo'akan, memberikan semangat dan selalu berjuang untuk yang terbaik bagi anak – anaknya. Alm. Bapak Kasmiran yang selalu menjadi bapak nomor satu bagi penulis, maaf jika belum bisa membanggakanmu, semoga ALLAH selalu memberikan yang terbaik untuk Ibuk dan Bapak.
8. Mas Irud, Mas Rosik, Mbak Nisa, Mas Agus, yang selalu memberikan yang terbaik bagi adik terakhirnya ini.
9. Kiki, Kaka, Kiya, Hasna, Aqila, Laili, keponakan – kepoanakan kecil yang selalu membuat kangen dan menjadi penyemangat untuk pulang.
10. Keluarga Besar Laboratorium Fenomena Dasar Mesin, Lek Joko Sumantri selaku laboran yang senantiasa mengingatkan. Saudara – saudaraku asisten : Hamid, Raka, Fauzi, Farid terima kasih atas semua kebersamaan dan dukungannya selama



penyelesaian skripsi ini. Pada para asisten senior : Mbak Risma, Mbak Tita, Mas Angga, Mas Bayu, Mas Kipo yang pernah membimbing selama menjadi asisten. Dan juga tak lupa pada adik – adik asisten : Endang, Gede, Irul, Ony, Alvi, Ryan, Bintoro dan Erwin terima kasih atas doa dan semangatnya.

11. Keluarga Besar Studio Perancangan dan Rekayasa Sistem, Bapak Dr. Eng. Moch. Agus Choiron, ST., MT. selaku Kepala Laboratorium dan rekan – rekan asisten terima kasih atas fasilitas dan dukungannya.
12. Komplotan Museum Yus Fendik, Rama, Frans, Faisal yang selalu menjadi sahabat dan pemberi semangat
13. Saudaraku “IMMORTAL” M’10 baik yang sedang berjuang dan yang belum menyelesaikan skripsi tetap semangat, semoga selalu diberi kemudahan dan kelancaran. *Solidarity Forever!!!*
14. Seluruh Keluarga Besar Mahasiswa Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
15. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu – persatu yang telah membantu penulis demi kelancaran penyelesaian skripsi ini.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis telah berusaha sebaik mungkin untuk menyelesaikan skripsi ini dengan sebaik – baiknya dan penulis juga menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyusunan yang lebih baik lagi.

Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan bagi para pembaca umumnya sekaligus dapat menjadi bahan acuan untuk penelitian lebih lanjut. Amiin

Malang, Juli 2014

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vii
RINGKASAN	viii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya	4
2.2 Gasket.....	4
2.3 Proses Pembentukan	6
2.3.1 Macam – Macam Proses Pembentukan	6
2.4 <i>Metal Forming</i>	12
2.4.1 Parameter – Parameter pada <i>Metal Forming</i>	13
2.4.1.1 Deformasi Plastis	13
2.4.1.2 <i>Flow Stress</i>	14
2.4.1.3 <i>Deformation Resistance</i> (k_r)	15
2.4.1.4 Gesekan dan Pelumasan pada <i>Metal Forming</i>	15
2.4.2 <i>Sheet Metal Forming</i>	16
2.4.3 Gaya Penekanan	17
2.5 Tegangan dan Regangan	18
2.5.1 Tegangan	18
2.5.2 Regangan	20
2.5.3 Hubungan Tegangan dan Regangan	21
2.6 Pemodelan Material	23
2.6.1 Model Material Johnson – Cook	23

2.6.2 Model Material Zerilli – Armstrong	24
2.7 Metode Elemen Hingga	25
2.7.1 Sistem Koordinat.....	25
2.7.2 Prosedur Perhitungan	26
2.7.3 Analisis Dinamik dengan Metode Elemen Hingga.....	28
2.8 <i>Software ANSYS</i>	29

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian	31
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	31
3.3 Variabel Penelitian.....	31
3.4 Pemodelan Geometri dan Material	32
3.5 <i>Meshing</i>	35
3.6 Simulasi Proses <i>Press Forming</i>	36
3.7 Rancangan Penelitian	37
3.8 Diagram Alir Penelitian	39

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil	41
4.1.1 Data Luasan <i>Die Fill Defect</i>	41
4.1.2 Data Gaya Penekanan Proses Pembentukan	42
4.2 Pembahasan.....	43
4.2.1 Luasan <i>Die Fill Defect</i>	43
4.2.2 Pembandingan Pemodelan Material	45

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran.....	49

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
	Gambar 2.1 Penempatan Gasket pada Sambungan	5
	Gambar 2.2 <i>Open – die forging</i>	7
	Gambar 2.3 <i>Impression-die forging</i>	7
	Gambar 2.4 <i>Roll Forging</i>	8
	Gambar 2.5 Proses <i>Rolling</i>	8
	Gambar 2.6 Proses <i>Extrusion</i>	9
	Gambar 2.7 Prinsip <i>Wire Drawing</i>	10
	Gambar 2.8 Proses <i>Tube Drawing</i>	10
	Gambar 2.9 Proses <i>Deep Draeing</i>	11
	Gambar 2.10 Klasifikasi Proses Produksi yang Menggunakan <i>Forming</i>	12
	Gambar 2.11 Klasifikasi <i>Metal Forming</i>	13
	Gambar 2.12 Proses Ideal dari Perubahan Posisi Atom	13
	Gambar 2.13 Diagram <i>Flow Stress</i>	14
	Gambar 2.14 Kondisi Permukaan Tanpa Pelumasan dan dengan Pelumasan	16
	Gambar 2.15 Proses Dasar <i>Sheet Metal Forming</i>	17
	Gambar 2.16 Dimensi Proses Penekanan	18
	Gambar 2.17 Tegangan Akibat Gaya pada Material	19
	Gambar 2.18 Tegangan Geser pada Material	19
	Gambar 2.19 Regangan Akibat Pembebaan	20
	Gambar 2.20 Regangan Geser pada Elemen Material	20
	Gambar 2.21 Diagram Tegangan Regangan Baja Karbon Rendah	21
	Gambar 2.22 Pemodelan Material pada Diagram Tegangan Regangan	23
	Gambar 2.23 Kurva Tegangan - Regangan Pemodelan Johnson – Cook	24
	Gambar 2.24 Hubungan Sistem Koordinat Global dengan Koordinat Elemen	25
	Gambar 2.25 Hubungan Sistem Koordinat Lokal dengan koordinat natural elemen	25
	Gambar 3.1 Pemodelan Pembuatan <i>Metal Gasket</i>	32
	Gambar 3.2 Grafik <i>Displacement Die Atas</i>	33
	Gambar 3.3 Spesifikasi Geometri dari plat, <i>Die Atas</i> dan <i>Die Bawah</i>	33
	Gambar 3.4 Penggambaran dengan <i>Software SolidWorks 2014</i>	34

Gambar 3.5 <i>Meshing</i> Plat pada ANSYS 14.5	36
Gambar 3.6 <i>Meshing</i> Keseluruhan dari Pemodelan <i>Dies</i> dan Plat	36
Gambar 3.7 Pemodelan pada ANSYS	37
Gambar 3.8 Visualisasi Die Fill Defect yang Terjadi Setelah Proses Simulasi	38
Gambar 3.9 Contoh Luasan <i>Die Fill Defect</i> pada Software AutoCAD	38
Gambar 3.10 <i>Properties Area</i> untuk Menghitung Luasan <i>Die Fill Defect</i>	39
Gambar 3.11 Diagram Alir Penelitian	40
Gambar 4.1 Luasan <i>Die Fill Defect</i> yang terbentuk	41
Gambar 4.2 Grafik Hubungan Koefisien Gesek dengan Luasan <i>Die Fill Defect</i> Berbagai Pemodelan Material	42
Gambar 4.3 Grafik Hubungan Koefisien Gesek dan Gaya Penekanan Berbagai Pemodelan Material	43
Gambar 4.4 Kurva Tegangan – Regangan Uji Material Plat SUS304	46
Gambar 4.5 Kurva Tegangan – Regangan Pemodelan <i>Bilinear Isotropic Hardening</i>	46
Gambar 4.6 Kurva Tegangan – Regangan Pemodelan Johnson – Cook <i>Strength</i>	47
Gambar 4.7 Kurva Tegangan – Regangan Pemodelan Zerilli – Armstrong <i>Strength</i>	47



DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Nilai Koefisien Gesek pada Beberapa Kondisi <i>Metal Forming</i>	16
Tabel 2.2	Nilai <i>Deformation Resistance</i> beberapa Material	18
Tabel 3.1	<i>Materil Propesies Die</i>	34
Tabel 3.2	<i>Material Properties Plat</i> untuk Pemodelan <i>Bilinear Isotropic Hardening</i>	34
Tabel 3.3	<i>Material Properties</i> untuk Pemodealan Johnson – Cook Strength	35
Tabel 3.4	<i>Material Properties</i> untuk Pemodealan Zerilli - Armstrong Strength	35
Tabel 3.5	Tabel Rencana Analisa Data Antara Koefisien Gesek dengan Pemodelan Material Terhadap Luasan <i>Die Fill Defect</i> yang terjadi	37
Tabel 4.1	Luasan <i>Die Fill Defect</i> yang Terbentuk Disetiap Proses Pembentukan	41
Tabel 4.2	Gaya Penekanan yang Dibutuhkan Disetiap Proses Pembentukan	42



RINGKASAN

Pungkas Rahmatullah, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Juli 2014, *Analisa Pengaruh Koefisien Gesek dan Pemodelan Material Pada Pembuatan Metal Gasket dengan Metode Dies Press Forming*, Dosen Pembimbing : Moch. Agus Choiron

Metal gasket sebagai salah satu gasket alternatif yang dikembangkan memiliki kelebihan yaitu ketahanan dalam suhu yang tinggi, ketahanan terhadap tekanan yang tinggi dan juga tahan terhadap reaksi kimia. Proses produksi *metal gasket* menggunakan metode *dies press forming* masih memiliki kelemahan yaitu adanya tahapan *trial and error* dalam menentukan parameter – parameter yang tepat seperti adanya faktor gesekan antara material gasket dengan *dies* yang dapat menghasilkan gasket dengan cacat yang minimal. Cacat yang sering terjadi adalah cacat *die fill* yaitu cacat karena tidak terisinya rongga cetakan yang sesuai dengan spesifikasi geometri desain. Untuk analisa menggunakan metode FEM (*Finite Element Method*) masih mengalami kendala dalam pemilihan pemodelan material yang sesuai agar memberikan hasil yang mendekati dengan proses pembentukan secara aktual. Dari latar belakang tersebut penting untuk dilakukan penelitian tentang simulasi proses *dies press forming* pada pembentukan *metal gasket* dengan variasi koefisien gesek dan pemodelan material gasket terhadap cacat *die fill* yang terjadi.

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental semu, yaitu melakukan pengambilan data dari hasil simulasi dengan bantuan program ANSYS 14.5 *Workbench* dengan variasi koefisien gesek 0.12, 0.15 dan 0.27. Untuk pemodelan material digunakan pemodelan *bilinear isotropic hardening*, Johnson – Cook *Strength* dan Zerilli – Armstrong *Strength* dengan material gasket yang digunakan SUS304.

Dari data hasil penelitian didapatkan koefisien gesek berpengaruh terhadap cacat hasil proses pembentukan *metal gasket* dimana semakin kecil koefisien gesek maka semakin kecil pula cacat yang terjadi. Koefisien gesek 0.12 memberikan hasil cacat yang paling minimal. Pemodelan material Zerilli – Armstrong *Strength* menunjukkan pemodelan yang paling baik untuk material *metal gasket* SUS304 karena memiliki karakteristik yang mendekati material aktualnya ketika dilakukan proses pembentukan.

Kata Kunci : *Metal gasket, Die fill defect, Pemodelan material, Koefisien gesek*

