

TUGAS SARJANA

ANALISA PENGARUH GESEKAN PADA KONTAK *SLIDING*
ANTAR SILINDER
MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA



Diajukan sebagai salah satu tugas dan syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana (S-1) Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Diponegoro

Disusun oleh:
ARDEN DANANG
L2E 004 375

JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2009

TUGAS SARJANA

Diberikan kepada:

Nama : Arden Danang

NIM : L2E 004 375

Pembimbing : Dr. Jamari, ST, MT

Jangka Waktu : 6 (enam) bulan

Judul : Analisa Pengaruh Gesekan Pada Kontak Sliding Antar Silinder
Menggunakan Metode Elemen Hingga

Isi Tugas :

1. Analisa tekanan kontak rata-rata pada daerah *elastic* dan *elastic-plastic* dari kontak *sliding* antar silinder.
2. Analisa tegangan von Mises dan Tegangan arah radial dari kontak *sliding* antar silinder.
3. Membandingkan hasil dan analisa pemodelan kontak dengan pemodelan sebelumnya yaitu Hertz dan permodelan Vijaywargiya.

Dosen Pembimbing,

Dr. Jamari, ST, MT
NIP. 132 282 578

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Sarjana dengan judul *“Analisa Pengaruh Gesekan Pada Kontak Sliding Antar Silinder Menggunakan Metode Elemen Hingga”* telah disetujui pada:

Hari :

Tanggal :

Dr. Jamari
Dosen Pembimbing

Dr. Jamari, ST, MT.

NIP. 132 282 578

Mengetahui,
Koordinator Tugas Sarjana

DR. MSK. Tony Suryo Utomo

DR. MSK. Tony Suryo Utomo, ST. MT

NIP : 132 231 137

ABSTRAK

Permasalahan kontak antara dua buah benda atau lebih sudah lama diminati dan diteliti. Ketika dua permukaan *solid* yang saling kontak diberi beban, maka akan terjadi deformasi pada masing-masing permukaannya. Deformasi yang terjadi dapat berupa deformasi elastis, elastis-plastis atau bahkan *fully* plastis dimana geometrinya berubah secara permanen atau plastis sempurna.

Penelitian ini mempelajari pengaruh koefisien gesekan dan *layer* pada kontak sliding antar silinder menggunakan metode elemen hingga (FEM). Software yang digunakan dalam permodelan ini adalah ANSYS *Multiphysic* 9.0. Beban yang diberikan pada dua silinder ini berupa perpindahan dengan suatu nilai *interference* antar silinder. *Interference* yang dikenakan pada dua silinder yang saling kontak ini adalah $\omega^*=1$ dan $\omega^*=4$. Koefisien gesek yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0; 0,1; 0,3; dan 0,5.

Kontak antar silinder yang dianalisa adalah kontak dua silinder tanpa *layer*, dan dengan *layer*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa koefisien gesek sangat berpengaruh terhadap tegangan von Mises yang terjadi pada kontak sliding kemudian dapat dilihat bahwa semakin besar koefisien gesek, tegangan von Mises yang terjadi juga semakin besar, dan pada kondisi pemodelan dengan *layer*, tegangan von Mises Maksimum berkumpul pada *layer*, dimana hal ini disebabkan karena Modulus Elastisitas *Layer* lebih besar dari silinder.

Keywords : *Sliding Contact, Layer, Friction.*

ABSTRACT

Over the years, many researchers have conducted some studies analytically and numerically dealing with contact mechanic between two surfaces. On two deformable surfaces, the contact will result deformation on both surfaces. This deformation can be occurred on elastic, elastic-plastic or fully plastic regime.

This work presents the results of a finite element method (FEM) of sliding contact between two-dimensional (2D) cylinders for the elastic and elastic-plastic deformation. The finite element software ANSYS® is used to analyze the von Mises stress distribution, radial stress and deformation with different layer parameters and coefficient of frictions. Frictionless and frictional sliding contact simulations with coefficient of friction of 0,1; 0,3; and 0,5 are conducted with two variables of interference, namely: $\omega^=1$ and $\omega^*=4$.*

Results are presented for sliding contact between cylinders without layer, with one layer for one cylinder and with one layer for each cylinder. The result performs trend of the maximum von Mises stress at the contact interface increase with the increasing of friction coefficient. At high coefficient of friction, the high stress region develops below the contact surface. The von Mises stress distribution in layered cylinders shows that the maximum stress separates in two different places on the both bodies.

Keywords: Sliding Contact, Cylinders, Friction, Layer.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya.
2. Kedua orang tuaku atas segala kasih sayang yang tulus serta pengorbanannya.
3. Semua umat manusia yang membutuhkan hasil dari tugas akhir ini.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat melewati masa studi dan menyelesaikan Tugas Akhir yang merupakan tahap akhir dari proses untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin di Universitas Diponegoro.

Keberhasilan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan orang-orang yang dengan segenap hati memberikan bantuan, bimbingan dan dukungan, baik moral maupun material. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Jamari, ST. MT. selaku dosen pembimbing Tugas Sarjana.
2. Dr. Ir. Dipl. Ing. Berkah Fajar TK selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Diponegoro.
3. Rifky Ismail, ST. MT. yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
4. Taufiqurrahman, ST. MT. yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Ir. Sugiyanto, DEA. yang telah membantu dengan masukan – masukan sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.
6. Iwan Sutrisno, ST. kawan seperjuangan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Semarang, Desember 2009

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Tugas Sarjana	ii
Halaman Pengesahan	iii
Abstrak	iv
<i>Abstract</i>	v
Halaman Persembahan	vi
Kata Pengantar	vii
Daftar Isi	viii
Daftar Gambar	x
Nomenklatur	xii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penulisan	3
1.3 Pembatasan Masalah	4
1.4 Metodologi Penelitian	4
1.5 Sistematika Penulisan	5
BAB II. <i>COATING</i> DAN GESEKAN	
2.1 Pendahuluan	7
2.2 <i>Coating</i>	9
2.3 <i>Friction</i>	10
BAB III. KONTAK <i>SLIDING</i> SILINDER	
3.1 Pendahuluan	13
3.2 Geometri Permukaan Kontak	14
3.3 Kontak <i>Sliding</i>	15
3.4 Kontak <i>Sliding</i> Elastis	17
3.5 Kontak <i>Sliding</i> Elastis – Plastis	18
3.6 Pengaruh Koefisien Gesek Kontak <i>Sliding</i>	19
3.7 Pengaruh <i>Layer</i> Pada Kontak <i>Sliding</i>	20
BAB IV. PROSEDUR PERMODELAN KONTAK <i>SLIDING</i> ANTAR SILINDER MENGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA	
4.1 Spesifikasi Masalah	21
4.2 Proses <i>Pre-processing</i>	22
4.3 Solusi	26
4.4 Proses <i>Post-processing</i>	26
BAB V. HASIL DAN ANALISA	
5.1 Hasil Dan Analisa Verifikasi <i>Sliding</i> Thesis Vijaywargiya	29
5.2 Hasil Dan Analisa Kontak <i>Sliding</i> Elastis <i>Non Layer</i>	30
5.3 Hasil Dan Analisa Kontak <i>Sliding</i> Elastis 1 <i>Layer</i>	33

5.4 Hasil Dan Analisa Kontak <i>Sliding</i> Elastis 2 <i>Layer</i>	35
5.5 Hasil Dan Analisa Kontak <i>Sliding</i> Elastis-Plastis <i>Non Layer</i>	38
5.6 Hasil Dan Analisa Kontak <i>Sliding</i> Elastis-Plastis 1 <i>Layer</i>	41
5.7 Hasil Dan Analisa Kontak <i>Sliding</i> Elastis-Plastis 2 <i>Layer</i>	44
BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1 Kesimpulan	48
6.2 Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	49

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 1.1 *Flowchart* Penelitian
- Gambar 1.2 Tabel Material *Properties*
- Gambar 2.1 Artefak Mesir Kuno
- Gambar 2.2 Mekanisme Gesekan
- Gambar 2.3 Grafik Koefisien Gesek Statis dan Kinetis
- Gambar 3.1 Kontak Antara Dua Benda
- Gambar 3.2 Kontak Dua Permukaan Melengkung
- Gambar 3.3 Kontak *Sliding*
- Gambar 3.4 Skematik Analisa Elemen Hingga Untuk *Sliding* Antar Silinder
- Gambar 3.5 Skematik Proses *Sliding*
- Gambar 4.1 Skema Permodelan Kontak *Sliding*
- Gambar 4.2 Kondisi Batas Tumpuan
- Gambar 4.3 Plot *Area*
- Gambar 4.4 *Element Type*
- Gambar 4.5 Grafik Tegangan Regangan Model
- Gambar 4.6 Hasil Plot *Refine Meshing Area*
- Gambar 4.7 Hasil Plot *Contact Pairs*
- Gambar 4.8 Plot Distribusi von Mises *Stress*
- Gambar 4.9 Plot *Numbering Nodes*
- Gambar 5.1 Hasil Permodelan Kontak Statis
- Gambar 5.2 Hasil Plot Tegangan von Mises Vijaywargiya vs Arden
- Gambar 5.3 Hasil Plot Normalisasi Vijaywargiya vs Arden
- Gambar 5.4 Hasil Plot Tegangan von Mises Kontak *sliding elastic Non Layer*
- Gambar 5.5 Grafik Plot Tegangan von Mises Kontak *sliding elastic Non Layer*
- Gambar 5.6 Grafik Tegangan Arah Radial Pada Area Kontak, Kontak *sliding elastic Non Layer*
- Gambar 5.7 Grafik Tegangan Radial Pada Arah Y, Kontak *sliding elastic Non Layer*
- Gambar 5.8 Hasil Plot Tegangan von Mises Kontak *sliding elastic 1 Layer*
- Gambar 5.9 Grafik Plot Tegangan von Mises Kontak *sliding elastic 1 Layer*

- Gambar 5.10 Grafik Tegangan Arah Radial Pada Area Kontak, Kontak *sliding elastic 1 Layer*
- Gambar 5.11 Grafik Tegangan Radial Pada Arah Y, Kontak *sliding elastic 1 Layer*
- Gambar 5.12 Hasil Plot Tegangan von Mises Kontak *sliding elastic 2 Layer*
- Gambar 5.13 Grafik Plot Tegangan von Mises Kontak *sliding elastic 2 Layer*
- Gambar 5.14 Grafik Tegangan Arah Radial Pada Area Kontak, Kontak *sliding elastic 2 Layer*
- Gambar 5.15 Grafik Tegangan Radial Pada Arah Y, Kontak *sliding elastic 2 Layer*
- Gambar 5.16 Hasil Plot Tegangan von Mises Kontak *sliding elastic-plastic Non Layer*
- Gambar 5.17 Grafik Plot Tegangan von Mises Kontak *sliding elastic-plastic Non Layer*
- Gambar 5.18 Grafik Tegangan Arah Radial Pada Area Kontak, Kontak *sliding elastic-plastic Non Layer*
- Gambar 5.19 Grafik Tegangan Radial Pada Arah Y, Kontak *sliding elastic-plastic Non Layer*
- Gambar 5.20 Hasil Plot Tegangan von Mises Kontak *sliding elastic-plastic 1 Layer*
- Gambar 5.21 Grafik Plot Tegangan von Mises Kontak *sliding elastic-plastic 1 Layer*
- Gambar 5.22 Grafik Tegangan Arah Radial Pada Area Kontak, Kontak *sliding elastic-plastic 1 Layer*
- Gambar 5.23 Grafik Tegangan Radial Pada Arah Y, Kontak *sliding elastic-plastic 1 Layer*
- Gambar 5.24 Hasil Plot Tegangan von Mises Kontak *sliding elastic-plastic 2 Layer*
- Gambar 5.25 Grafik Plot Tegangan von Mises Kontak *sliding elastic-plastic 2 Layer*
- Gambar 5.26 Grafik Tegangan Arah Radial Pada Area Kontak, Kontak *sliding elastic-plastic 2 Layer*
- Gambar 5.27 Grafik Tegangan Radial Pada Arah Y, Kontak *sliding elastic-plastic 2 Layer*

NOMENKLATUR

Simbol	Keterangan	Satuan
a	Jari-jari lingkaran permukaan kontak	[mm]
A	Luas permukaan kontak	[mm ²]
A_{c-KE}	Luas permukaan kontak pada titik kritis <i>KE</i> model	[mm ²]
A_e	Luas permukaan kontak <i>elastic</i>	[mm ²]
A_{ep}	Luas permukaan kontak <i>elastic-plastic</i>	[mm ²]
A_p	Luas permukaan kontak <i>fully plastic</i>	[mm ²]
E	Modulus elastisitas	[MPa]
E_1	Modulus elastisitas benda 1	[MPa]
E_2	Modulus elastisitas benda 2	[MPa]
E^*	Modulus efektif kontak	[MPa]
h	Jarak antara dua titik yang masing-masing titik terletak pada permukaan benda yang saling kontak	[mm]
H	Kekerasan material	[MPa]
k	Faktor kekerasan	[-]
δ	Defleksi	[mm]
ν	<i>Possion's ratio</i>	[-]
ω	<i>Interference</i>	[mm]