

TUGAS SARJANA

STUDI PENGARUH KOEFISIEN GESEK PADA KONTAK SLIDING ANTARA SILINDER DENGAN FLAT MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA



*Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk
memperoleh gelar sarjana Strata-1 (S-1)
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Diponegoro*

Disusun Oleh:

ANTHONY MAGMA PURWOWIDIATMOKO

L2E 002 463

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG**

2009

TUGAS SARJANA

Diberikan kepada :
Nama : Anthony Magma Purwowidiatmoko
NIM : L2E 002 463
Pembimbing 1 : Dr. Ing. Ir. Ismoyo Haryanto, MT
Pembimbing 2 : Rifky Ismail, ST, MT
Jangka Waktu : 3(tiga) bulan
Judul : **Studi Pengaruh Koefisien Gesek Pada Kontak Sliding Antara Silinder dengan Flat Menggunakan Metode Elemen Hingga**
Isi Tugas :
1. Analisa von Mises stress untuk kasus kontak statik dan kontak sliding antara silinder dan flat.
2. Analisa pengaruh perubahan koefisien gesek terhadap distribusi tegangan von Mises

Semarang, Oktober 2009

Pembimbing,

Co. Pembimbing,

Dr. Ing. Ir Ismoyo Haryanto, MT

Rifky Ismail, ST, MT

NIP. 132 320 779

NIP. 132 326 318

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas sarjana yang berjudul “**Studi Pengaruh Koefisien Gesek Pada Kontak Sliding Antara Silinder dengan Flat Menggunakan Metode Elemen Hingga**” ini telah disetujui dan disahkan pada :

Hari :

Tanggal :

Mengetahui,

Pembimbing,

Co. Pembimbing,

Dr. Ing. Ir Ismoyo Haryanto, MT

NIP. 132 320 779

Rifky Ismail, ST, MT

NIP. 132 326 318

Koordinator Tugas Akhir

Dr. MSK Tony Suryo Utomo, ST, MT

NIP. 132 231 137

ABSTRAK

Pada saat komponen mesin bekerja, terjadi kontak antar permukaan yang dapat berupa kontak statis, kontak *sliding*, atau kontak *rolling*. Sebagai contoh pada kontak *sliding* antara ring piston dan *liner cylinder*.

Salah satu teori kontak dikembangkan oleh Hertz secara analitik dan hanya berlaku untuk kontak elastis. Pada penelitian ini rumusan Hertz digunakan sebagai validasi awal terhadap pemodelan *present model*.

Pada penelitian ini diambil suatu kasus kontak statis antara silinder (*indenter*) dan plat datar (*target surface*). Input berupa *displacement* dikenakan pada silinder dan plat datar yang saling kontak, *displacement* ini merupakan parameter yang menentukan tegangan von Mises dan luas permukaan kontak yang terjadi. Selain kontak statis, simulasi *sliding contact* juga ditunjukkan dalam penelitian ini dengan variasi koefisien friksi sebagai *input* dan dilakukan analisa terhadap pengaruh koefisien friksi terhadap distribusi tegangan von Mises dan lokasi tegangan von Mises maksimum yang terjadi.

Kata kunci: kontak elastis, *sliding*, koefisien friksi

ABSTRACT

Contact between two surfaces occurs when mechanical components work. These contact can be categorized as static contact, sliding contact, or rolling contact. For an example, the sliding contact occurs when ring piston slide over a cylinder liner on motorcycle engine.

One of the contact theory, developed by Hertz analytically, is valid only for elastic contact. In this study the formulation of Hertz is used as initial validation of the present model simulation.

This project studies a case of static contact between the cylinder (indenter) and the flat plate (target surface). The displacement which is used as an input on the contact between a cylinder on a flat surface, play the important role in determining the resulted von Mises stress and contact area. In addition to the static contact, sliding contact simulation is also studied in this project with the variation of friction coefficient as input. The effect of friction coefficient on the distribution of the von Mises stress and the location of the maximum von Mises stress are studied.

Keywords: elastic contact, sliding, friction coefficient

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk :

1. Kedua orang tuaku, atas segala cinta kasih dan pengorbanan yang tiada terkira, yang telah memberikan dukungan, semangat, doa yang tulus ikhlas, dan kepercayaan kepada penulis untuk menyelesaikan studynya.
2. Adikku tercinta Dony Dwilaksono HP dan Irfan Rusdy Triyanto, atas dukungan, semangat, dan keceriaannya.
3. Seluruh teman-teman angkatan 2002 teknik mesin UNDIP atas supportnya dan mau mendengar curhat penulis ketika dalam tekanan, khususnya : Hendro 'hiki' hermawan, Robin, Widi, Hary, Natha. Walaupun kita senasip sebagai LMS (*last man standing*) member semoga kita bisa berakselerasi mengejar ketertinggalan kita.amin.
4. Seluruh Staff pengajar Teknik Mesin Universitas Diponegoro.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat melewati masa studi, mendapatkan banyak ilmu pengetahuan dan pengalaman, serta pada akhirnya menyelesaikan Tugas Akhir yang merupakan tahap akhir dari proses untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Mesin Universitas Diponegoro.

Keberhasilan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan orang-orang yang dengan segenap hati memberikan bantuan, bimbingan dan dukungan, baik moral maupun material. Oleh karenanya, penulis menghaturkan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr.Ing Ir Ismoyo Haryanto, MT, selaku dosen pembimbing tugas sarjana.
2. Bapak Rifky Ismail, ST, MT, selaku dosen co.pembimbing tugas sarjana.
3. Bapak Dr. Ir Dipl. Ing. Berkah Fajar TK, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Diponegoro .
4. Bapak Dr. MSK Tony Suryo Utomo, ST, MT, selaku koordinator tugas sarjana.
5. Serta semua pihak yang telah membantu penulis dengan tulus yang tidak bisa penulis sampaikan satu persatu, Terima Kasih.

Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi orang yang membacanya dan kelak di kemudian hari ada generasi penerus yang mampu menyempurnakan kekurangan penulis.

Semarang, Oktober 2009

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Halaman Tugas Sarjana.....	ii
Halaman Pengesahan.....	iii
Halaman Abstrak	iv
Halaman Persembahan.....	vi
Kata Pengantar.....	vii
Daftar Isi.....	viii
Daftar Gambar	ix
Daftar Tabel	xii
Nomenklatur.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penulisan.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Metode Penulisan.....	2
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II DASAR TEORI.....	4
2.1 Klasifikasi Kontak Hertzian	4
2.2 Teori Kontak Elastis	4
2.3 Kontak Sliding.....	6
2.4 Gesekan (Friction)	7
2.5 Mode Deformasi	8
BAB III PROSEDUR PERMODELAN KONTAK SLIDING ANTARA SILINDER DENGAN FLAT MENGGUNAKAN ELEMEN HINGGA	10
3.1 Identifikasi Masalah.....	10

	3.2 Proses Pre-Processing	11
	3.3 Solusi (Solution).....	14
	3.4 Proses Post-Processing	14
BAB IV	HASIL DAN ANALISA.....	18
	4.1 Validasi Pemodelan.....	18
	4.2 Hasil dan Analisa Kontak Statik dan Kontak Sliding untuk $\delta = 0.01$ mm	20
	4.3 Hasil dan Analisa Kontak Statik dan Kontak Sliding untuk $\delta = 0.01$ mm	29
BAB V	PENUTUP.....	39
	2.1 Kesimpulan.....	39
	2.2 Saran.....	39
	DAFTAR PUSTAKA.....	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Silinder yang terkontak elastis secara paralel	4
Gambar 2.2 Kontak <i>sliding</i> (<i>Slider</i> bergerak dari kanan ke kiri di atas permukaan)	6
Gambar 2.3 Mekanisme mikroskopik yang menyebabkan gesekan	7
Gambar 2.4 Skema ilustrasi dari mode deformasi	9
Gambar 3.1 Kontak antara <i>indenter-target surface</i> dengan geometri permodelan <i>sliding</i> kontak	10
Gambar 3.2 Flowchart penelitian	11
Gambar 3.3 <i>Plot area</i> dari <i>present model</i>	12
Gambar 3.4 Tipe elemen	12
Gambar 3.5 <i>Plot Meshing area</i>	13
Gambar 3.6 <i>Step 1</i> proses <i>define loads</i>	14
Gambar 3.7 <i>Step 2</i> proses <i>define loads</i>	14
Gambar 3.8 Plot distribusi <i>von Mises stress</i>	16
Gambar 3.9 Plot jari-jari kontak	17
Gambar 4.1 Plot tegangan <i>Von Mises</i>	18
Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Hasil hertz dan Fe model	19
Gambar 4.3 Hasil plot tegangan <i>Von Mises</i> kontak <i>static</i> untuk $\mu=0$	20
Gambar 4.4 Hasil plot tegangan <i>Von Mises</i> kontak <i>sliding</i> untuk $\mu=0$	20
Gambar 4.5 Hasil plot tegangan <i>Von Mises</i> kontak <i>static</i> untuk $\mu=0.1$	21
Gambar 4.6 Hasil plot tegangan <i>Von Mises</i> kontak <i>sliding</i> untuk $\mu=0.1$	21
Gambar 4.7 Hasil plot tegangan <i>Von Mises</i> kontak <i>static</i> untuk $\mu=0.2$	22
Gambar 4.8 Hasil plot tegangan <i>Von Mises</i> kontak <i>slidin</i> untuk $\mu=0.2$	22
Gambar 4.9 Hasil plot tegangan <i>Von Mises</i> kontak <i>static</i> untuk $\mu=0.25$	23
Gambar 4.10 Hasil plot tegangan <i>Von Mises</i> kontak <i>sliding</i> untuk $\mu=0.25$	23
Gambar 4.11 Hasil plot tegangan <i>Von Mises</i> kontak <i>static</i> untuk $\mu=0.3$	24
Gambar 4.12 Hasil plot tegangan <i>Von Mises</i> kontak <i>sliding</i> untuk $\mu=0.3$	24
Gambar 4.13 Hasil plot tegangan <i>Von Mises</i> kontak <i>static</i> untuk $\mu=0.5$	25
Gambar 4.14 Hasil plot tegangan <i>Von Mises</i> kontak <i>sliding</i> untuk $\mu=0.5$	25

Gambar 4.15 Grafik tegangan Von Mises dengan $\mu = 0; 0.1; 0.2; 0.25; 0.3; 0.5$ Dan $\delta = 0.01$ mm	26
Gambar 4.16 Grafik tegangan Von Mises terhadap jarak vertikal static kontak.....	27
Gambar 4.17 Grafik tegangan Von Mises terhadap jarak vertikal <i>sliding</i> kontak.....	28
Gambar 4.18 Hasil plot tegangan Von Mises kontak <i>static</i> untuk $\mu=0$	29
Gambar 4.19 Hasil plot tegangan Von Mises kontak <i>sliding</i> untuk $\mu=0$	29
Gambar 4.20 Hasil plot tegangan Von Mises kontak <i>static</i> untuk $\mu=0.1$	30
Gambar 4.21 Hasil plot tegangan Von Mises kontak <i>sliding</i> untuk $\mu=0.1$	30
Gambar 4.22 Hasil plot tegangan Von Mises kontak <i>static</i> untuk $\mu=0.2$	31
Gambar 4.23 Hasil plot tegangan Von Mises kontak <i>sliding</i> untuk $\mu=0.2$	31
Gambar 4.24 Hasil plot tegangan Von Mises kontak <i>static</i> untuk $\mu=0.25$	32
Gambar 4.25 Hasil plot tegangan Von Mises kontak <i>sliding</i> untuk $\mu=0.25$	32
Gambar 4.26 Hasil plot tegangan Von Mises kontak <i>static</i> untuk $\mu=0.3$	33
Gambar 4.27 Hasil plot tegangan Von Mises kontak <i>sliding</i> untuk $\mu=0.3$	33
Gambar 4.28 Hasil plot tegangan Von Mises kontak <i>static</i> untuk $\mu=0.5$	34
Gambar 4.29 Hasil plot tegangan Von Mises kontak <i>sliding</i> untuk $\mu=0.5$	34
Gambar 4.30 Grafik tegangan Von Mises dengan $\mu = 0; 0.1; 0.2; 0.25; 0.3; 0.5$ Dan $\delta = 0.01$ mm	35
Gambar 4.31 Grafik tegangan Von Mises terhadap jarak vertikal static kontak.....	36
Gambar 4.32 Grafik tegangan Von Mises terhadap jarak vertikal <i>sliding</i> kontak.....	37

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Hasil analisa validasi.....	19
-----------	-----------------------------	----

NOMENKLATUR

Simbol	Keterangan	Satuan
a	Jari-jari lingkaran luas permukaan kontak	mm
A	Luas permukaan kontak	mm ²
E*	Modulus efektif kontak	Pa
E ₁	Modulus elastisitas benda 1	Pa
E ₂	Modulus elastisitas benda 2	Pa
h	Jarak antara permukaan silinder kontak sebelum pembebanan	mm
p _m	Tekanan rata-rata kontak	Pa
p ₀	Tekanan kontak maksimum	Pa
p	Tekanan kontak maksimum	Pa
P	Gaya kontak	N
R	Radius efektif kontak	mm
R ₁	Radius benda 1	mm
R ₂	Radius benda 2	mm
ν_1	Poisson ratio benda 1	-
ν_2	Poisson ratio benda 2	-
δ	Displacement	mm
μ	Koefisien Gesek	-