

**ANALISA STATIK DAN KINEMATIKA BATANG PENGHUBUNG  
(CONNECTING ROE) DENGAN MENGGUNAKAN  
COSMOSWORKS 2005**



*Dibaca Oleh: Memenuhi Salah Satu Syarat Menyelesaikan Gelar Sarjana  
Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Sebelas Maret*

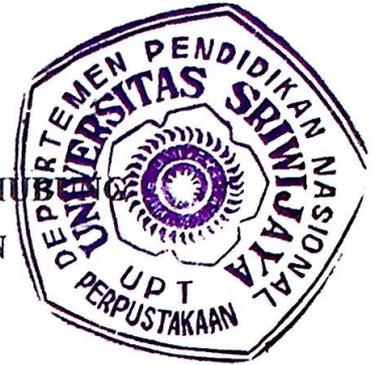
Oleh :

**DELTA OKIN CANDRA  
0300150065**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
2008**

J  
531.112.07  
Cam  
a  
2008

**ANALISA STATIK DAN KINEMATIKA BATANG PENGHUBUNG  
(CONNECTING ROD) DENGAN MENGGUNAKAN  
COSMOSWORKS 2005**



*Dibuat Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana  
Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya*

R. 11533  
16905

Oleh :

**DELTA OXIN CANDRA  
03033150065**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2008**

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
INDERALAYA**



**SKRIPSI**

**ANALISA STATIK DAN KINEMATIKA BATANG PENGHUBUNG  
(CONNECTING ROD) DENGAN MENGGUNAKAN  
COSMOSWORKS 2005**

**OLEH :**

**DELTA OXIN CANDRA  
03033150065**

**Diketahui oleh,**

**Ketua Jurusan Teknik Mesin**

**Ir. Helmy Alian, MT  
NIP. 131 672 077**

**Diperiksa dan disetujui oleh,**

**Dosen Pembimbing**

**Ir. Zainal Abidin, MT  
NIP. 131 595 557**



**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**Agenda Nomor** : 1741/TA/IA/2008  
**Diterima tanggal** : 2 April 2008  
**Paraf** :

**Nama** : Delta Oxin Candra

**NIM** : 03033150065

**Mata Kuliah** : Metode Elemen Hingga

**Spesifikasi** : "Analisa Statik Dan Kinematika Batang Penghubung  
(*Connecting Rod*) Dengan Menggunakan CosmosWorks 2005"

**Diberikan tgl** :

**Selesai tgl** :

**Mengetahui,**  
**Ketua Jurusan Teknik Mesin**

**Ir. Helmy Alian, MT**  
**NIP. 131 672 077**

**Diperiksa dan disetujui oleh,**  
**Dosen Pembimbing**

**Ir. Zainal Abidin, MT**  
**NIP. 131 595 557**

"Kebahagiaan, Kejayaan, Kesuksesan Hidup Di Dunia dan Akhirat  
Hanya Apabila Kita Mengamalkan Perintah Allah SWT Dengan Cara  
Baginda Rosullullah SAW (Ustaz)"

*Karya ini kupersembahkan untuk:*

- *Kedua Orang Tuaku (H Fikri – Hj Hosiah)*
- *Saudara-saudaraku (K'di, Yuk nin, Yuk eka,  
K'toey, Melko, Muhari)*
- *Saudara seperjuangan Teknik Mesin 2003 Unsri*

## ABSTRAK

Batang penghubung (*connecting rod*) merupakan komponen paling kritis dalam motor bakar torak karena selain mendapat beban dan getaran yang besar, batang penghubung juga mengalami beban termal dari ruang bakar. Seringkali kegagalan terjadi pada batang penghubung karena tidak mampu menahan beban-beban tersebut. Karena itu perlu dilakukan perancangan yang memperhatikan beberapa aspek tersebut, sehingga batang penghubung akan memiliki kehandalan yang tinggi.

Tujuan dari perencanaan ini adalah mengetahui beban yang terjadi pada batang penghubung dengan beban statik serta kinematika. Beban statik merupakan tegangan, regangan, perpindahan, deformasi serta faktor keamanan. Sedangkan pada kinematika akan menghasilkan gaya, kecepatan linear, percepatan linear, kecepatan angular dan percepatan angular.

Metode yang paling akurat untuk merancang batang penghubung adalah dengan menggunakan metode elemen hingga. Dengan metode elemen hingga dapat diketahui karakteristik dengan baik sehingga dapat dirancang berbagai jenis batang penghubung untuk berbagai kebutuhan.

Dalam melakukan analisa batang penghubung hasil rancangan digunakan suatu metode numerik yaitu Metode Elemen Hingga yang dalam hal ini dibantu oleh program komputer *SolidWorks* dan *CosmosWorks*. Pemodelan dilakukan dengan menggunakan program komputer *SolidWorks*, analisa batang penghubung beban statik menggunakan program *CosmosWork* serta analisa kinematika batang penghubung menggunakan program MSC visualNastran 4D 2002.

Dari analisa yang dilakukan pada batang penghubung (*connecting rod*) dengan menggunakan program *CosmosWorks* didapatkan tegangan maksimum sebesar  $9.783e+004 \text{ N/m}^2$ . Nilai distribusi faktor keamanan pada batang penghubung sebesar  $6.3e+003$ . Dari analisa yang dilakukan pada batang penghubung (*connecting rod*) disini dapat dikategorikan aman.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi ini dibuat untuk mengetahui besar tegangan, regangan serta faktor keamanan yang terjadi pada batang penghubung (*connecting rod*) dengan keadaan beban statik serta kinematika. Selain itu skripsi ini juga dibuat sebagai syarat untuk menyelesaikan studi penulis di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang tulus penulis sampaikan kepada Bapak Ir. Zainal Abidin, MT. selaku dosen pembimbing utama skripsi.

Pada kesempatan ini penulis juga ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah terlibat baik langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian penulisan skripsi ini, yaitu kepada :

1. Bapak DR. Ir. H. Hasan Basri, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Ir. Helmy Alian, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Ir. M. Zahri Kadir, MT, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Gunawan ST, MT. selaku dosen Pembimbing Akademik.
5. Seluruh Dosen, Karyawan dan civitas akademika lainnya di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
6. Kedua Orang Tuaku, dan saudara-saudara serta seluruh anggota keluarga yang lain atas semua pengorbanan yang telah diberikan.
7. Kepada Ayukku( Yuk Nin, Yuk Eka) yang telah memberikan semangat dan do'anya
8. Seluruh Karkun-karkun IB-1 terima kasih atas doa'nya.
9. Teman-Teman seperjuangan Unsri Angkatan 2003 (awal, mun, fajar, ridwan, agus, abdil, ikbal, moko lain-lain yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu)

Dan semua pihak yang telah membantu yang telah memberikan yang terbaik kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.

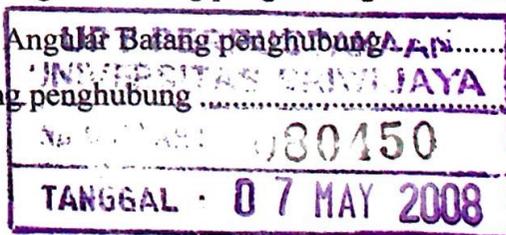
Penulis menyadari sepenuhnya bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam skripsi ini, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun dari semua pihak. Akhirnya penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya apabila terdapat kesalahan dan kekurangan dalam skripsi ini dan berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak. Amien.

Palembang, Februari 2008

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	I-1
1.2 Tujuan Penelitian .....	I-1
1.3 Metodologi Penelitian.....	I-2
1.4 Batasan Masalah .....	I-3
1.5 Sistematika Pembahasan .....	I-3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Pengertian Metode Elemen Hingga .....	II-1
2.2 Notasi Matriks Metode Elemen Hingga .....	II-3
2.3 Langkah-langkah Umum Analisa Metode Elemen Hingga .....	II-4
2.4 Analisa Tegangan Tiga Dimensi	
2.4.1 Analisa Tiga Dimensi Tegangan dan Regangan .....	II-6
2.4.2 Elemen Tetrahedral .....	II-8
2.5 Tegangan Utama dan Regangan Utama .....	II-14
2.6 Kriteria Kegagalan .....	II-19
2.7 Analisa Kinematika Dengan Pendekatan Vektor.....	II-23
2.7.1 Kecepatan Angular Batang penghubung.....	II-23
2.7.2 Percepatan Angular Batang penghubung.....	II-25
2.7.3 Gaya Batang penghubung .....	II-26



2.7.3 Gaya Batang penghubung .....	II-26
2.8 Program Komputer Untuk Metode Elemen Hingga .....	II-28
<b>BAB III PROSEDUR PENELITIAN</b>	
3.1 Program Komputer <i>CosmosWorks</i> .....	III-2
3.2 Program Komputer MSC visualNastran 4D 2002 .....	III-8
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Analisa Statik Pada Batang Penghubung .....	IV-1
4.2 Analisa Kinematika Pada Batang Penghubung .....	IV-6
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	VI-1
5.2 Saran .....	VI-2
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1 Tipe-tipe Elemen Pada Metode Elemen Hingga .....	II-5
Gambar 2.2 Analisa Tegangan Tiga Dimensi Pada Elemen .....	II-6
Gambar 2.3 Elemen Tetrahedral .....	II-8
Gambar 2.4 Grafik Hubungan Kriteria <i>Von Mises</i> dan Kriteria Tegangan Geser Maksimum .....	II-21
Gambar 2.5 Grafik Kriteria Tegangan <i>Mohr-Coulomb</i> .....	II-22
Gambar 2.6 Mekanisme Vektor Slider Crank.....	II-23
Gambar 2.7 Diagram Benda Bebas dan Mekanisme Vektor .....	II-26
Gambar 2.8 Diagram Alir Program Komputer <i>CosmosWorks</i> .....	II-29
Gambar 3.1 Batang Penghubung Pada Motor Yamaha Jupiter MX.....	III-1
Gambar 3.2 Komponen Batang Penghubung, Kepala Piston Dan Crank .....	III-2
Gambar 3.3 Komponen Perakitan Anchor, Pin Piston dan Pin Crank.....	III-3
Gambar 3.4 Piston Hasil Rakitan .....	III-3
Gambar 3.5 Menunjukkan Sistem Pembebanan Sebesar 4.15 N .....	III-4
Gambar 3.6 Pembuatan Mesh .....	III-4
Gambar 3.7 Proses Analisa .....	III-5
Gambar 3.8 Distribusi Tegangan Hasil Analisa.....	III-5
Gambar 3.9 Distribusi Regangan Hasil Analisa .....	III-6
Gambar 3.10 Distribusi Faktor Keamanan Hasil Analisa .....	III-6
Gambar 3.11 Deformasi Hasil Analisa .....	III-7
Gambar 3.12 Dsitribusi Perpindahan Hasil Analisa .....	III-7
Gambar 3.13 Jendela Pemodelan Utama Program MSC visualNastran 4D 2002 .....	III-10
Gambar 4.1 Posisi Pembebanan Gaya Pada Batang Penghubung .....	IV-1
Gambar 4.2 Distribusi Tegangan Statik Pada Batang Penghubung.....	IV-2
Gambar 4.3 Distribusi Regangan Statik Pada Batang Penghubung.....	IV-3
Gambar 4.4 Perpindahan Statik Pada Batang Penghubung .....	IV-4
Gambar 4.5 Deformasi Statik Pada Batang Penghubung.....	IV-5

Gambar 4.6 Distribusi Faktor Keamanan Pada Batang Penghubung .....	IV-5
Gambar 4.7 Tape Player Control .....	IV-6
Gambar 4.8 Posisi Crank Pada MSC visualNastran 4D 2002 .....	IV-7
Gambar 4.9 Grafik Gaya Yang Terjadi Pada Batang Penghubung.....	IV-7
Gambar 4.10 Grafik Kecepatan Linear Pada Batang Penghubung .....	IV-8
Gambar 4.11 Grafik Percepatan Linear Pada Batang Penghubung .....	IV-8
Gambar 4.12 Grafik Kecepatan Angular Pada Batang Penghubung .....	IV-9
Gambar 4.13 Grafik Percepatan Angular Pada Batang Penghubung.....	IV-9

## DAFTAR TABEL

Tabel	halaman
Tabel 3.1 Data Batang Penghubung.....	III-1
Tabel 4.1 Tegangan maksimum dan minimum pada batang penghubung.....	IV-2
Tabel 4.2 Regangan Maksimum Dan Minimum Pada Batang Penghubung .....	IV-3
Tabel 4.3 Perpindahan Yang Terjadi Pada Batang Penghubung .....	IV-4
Tabel 4.4 Gaya Maksimum Dan Minimum Pada Batang Penghubung .....	IV-10
Tabel 4.5 Kecepatan Linear Maksimum Dan Minimum Pada Batang Penghubung .....	IV-10
Tabel 4.6 Percepatan Linear Maksimum Dan Minimum Pada Batang Penghubung .....	IV-10
Tabel 4.7 Kecepatan Angular Maksimum Dan Minimum Pada Batang Penghubung .....	IV-11
Tabel 4.8 Percepatan Angular Maksimum Dan Minimum Pada Batang Penghubung .....	IV-11

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Batang penghubung (*connecting rod*) merupakan komponen paling kritis dalam motor bakar torak karena selain mendapat beban dan getaran yang besar, batang penghubung juga mengalami beban termal dari ruang bakar. Seringkali kegagalan terjadi pada batang penghubung karena tidak mampu menahan beban-beban tersebut. Karena itu perlu dilakukan perancangan yang memperhatikan beberapa aspek tersebut, sehingga batang penghubung akan memiliki kehandalan yang tinggi.

Metode yang paling akurat untuk merancang batang penghubung adalah dengan menggunakan metode elemen hingga. Dengan metode elemen hingga dapat diketahui karakteristik statik dengan baik sehingga dapat dirancang berbagai jenis batang penghubung untuk berbagai kebutuhan.

Desain pemodelan dan analisa perancangan ini menggunakan salah satu perangkat lunak (*software*) komputer yang berbasis Metode Elemen Hingga (*finite element method*) yaitu *SolidWorks 2005* dan *CosmosWork 2005*. Analisa struktur yang dilakukan adalah tegangan, regangan, serta faktor keamanan. Sedangkan analisa kinematika pada batang penghubung menggunakan program *MSC visualNastran 4D 2002*. Studi kasus yang dilakukan adalah analisis pada batang penghubung motor Yamaha Jupiter MX. Dengan metode ini dapat diperoleh hasil yang cukup baik untuk perancangan struktur dengan memberikan output berupa distribusi parameter yang diinginkan pada batang penghubung (*connecting rod*) tersebut.

### 1.2 Tujuan Penelitian



Tujuan dari penulisan ini yaitu untuk mengetahui besar tegangan, regangan serta faktor keamanan yang terjadi pada batang penghubung (*connecting rod*) dengan keadaan beban statik serta kinematika sehingga akan memiliki kehandalan yang tinggi. Selain itu tujuan penyusunan tugas sarjana ini adalah untuk memenuhi persyaratan kelulusan sebagai sarjana pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

### 1.3 Metodologi Penelitian

Dalam merencanakan dan menyusun Tugas Sarjana ini digunakan beberapa metode penelitian antara lain :

1. Metode Observasi

Dalam hal ini pengkajian dilakukan berdasarkan pengamatan-pengamatan langsung terhadap objek yang menjadi bahan kajian yaitu dengan mengamati objek-objek yang prinsip kerjanya hampir sama untuk kemudian dipelajari dan dibandingkan dengan perencanaan yang akan dilakukan.

2. Metode Wawancara

Metode ini dilakukan dengan cara tanya jawab dengan orang yang mengerti tentang objek yang menjadi pokok permasalahan dalam hal ini segala hal yang berhubungan dengan perencanaan batang penghubung (*connecting rod*).

3. Metode Konsultasi

Metode ini dilakukan dengan cara berkonsultasi pada dosen dan pembimbing Tugas Sarjana mengenai hal-hal yang berkaitan erat dengan perencanaan sehingga mendapat bahan masukan serta ide-ide yang cemerlang demi kesempurnaan perencanaan ini.

4. Metode Studi literatur

Metode ini dilakukan dengan cara mencari, mengacu dan menyimpulkan dasar-dasar perencanaan dari berbagai sumber referensi yang berkaitan dan mendukung perencanaan ini seperti buku-buku, jurnal, dan terutama dari teknologi telekomunikasi & informasi khususnya internet.



5. Studi perangkat lunak (*software*) dengan mempelajari *SolidWorks 2005*, *CosmosWorks 2005* dan *MSC visualNastran 4D 2002* untuk membantu analisa model dengan menggunakan Metode Elemen Hingga.

#### 1.4 Batasan Masalah

Perencanaan ini hanya dilakukan pada batang penghubung (*connecting rod*). Desain pemodelan dan analisa dari perencanaan ini menggunakan salah satu perangkat lunak (*software*) komputer yang berbasis Metode Elemen Hingga (*finite element method*) yaitu *SolidWorks 2005*, *CosmosWorks 2005*, serta kinematika dengan menggunakan *MSC visualNastran 4D 2002*. *SolidWorks* merupakan sebuah perangkat lunak otomasi desain mekanik yang menggunakan bidang pemisah pengguna secara grafis (*graphical user interface*) Microsoft Windows. Perangkat lunak ini merupakan alat bantu dalam mewujudkan gambar desain mekanik untuk berbagai fitur, dimensi, dan juga dalam membuat model gambar dengan detail. *CosmosWorks* dan *MSC visualNastran* digunakan untuk menganalisa dan menghitung hasil desain mekanik dari *SolidWorks*.

#### 1.5 Sistematika Pembahasan

Untuk mempermudah penyusunan dan pemahaman tugas sarjana ini, maka sistematika pembahasan ini akan dipaparkan dalam bab per bab.

Tulisan tugas Sarjana ini akan dimulai dari Bab I yaitu pendahuluan yang membahas tentang latar belakang, tujuan perencanaan, metodologi perencanaan, batasan masalah, dan sistematika pembahasan.

Pada Bab II yaitu Dasar Teori yang membahas tentang pengertian metode elemen hingga, notasi matriks metode elemen hingga, langkah-langkah untuk analisa metode elemen hingga, analisa tegangan tiga dimensi, kriteria kegagalan, dan program komputer untuk Metode Elemen Hingga.

Bab III Prosedur Penelitian, bab ini membahas mengenai langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian, spesifikasi rancangan, dan langkah-



langkah menggunakan perangkat lunak komputer *SolidWorks* dan *CosmosWorks*

Bab IV Hasil dan Pembahasan, bab ini mengenai hasil output atau keluaran program *CosmosWorks*, dan pembahasan dari hasil output program yang didapat.

Bab V Kesimpulan dan Saran, membahas mengenai kesimpulan dari hasil penelitian dan saran-saran mengenai penelitian yang dilakukan.

## DAFTAR PUSTAKA



- \_\_\_\_\_, *"Introducing CosmosWorks"*, Struktur Research and Analysis Corporation (SRAC), Los Angeles, 2005.
- Ferdiansyah, *"Analisa Trailer 4 WS Menggunakan Sistem Kemudi Ackerman 2 WS Berbasis Metode Elemen Hingga"*, Skripsi, Universitas Sriwijaya Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin, 2005.
- Gere, James M. dan Stephen P. Thimoshenko. *"Mekanika Bahan"*. Edisi ke -2, Jilid 1, Erlangga, Jakarta, 1987
- Jimmy D, N., *"Analisis Kinematika dan Dinamika dengan MSC visualNastran 4D 2002"*, Tutorial dan Aplikasi Perangkat Lunak, Desain Mekanisme dengan SolidWorks, 2003.
- Logan, Daryl L., *"A First Course In Finite Element Method"*, Second Edition, PSW-KENT Publishing Company, Boston, 1992.
- Shenoy, Pravardhan S., *"Dynamic Load Analysis and Optimization of Connecting Rod"*, Thesis, the Master of Science Degree in Mechanical Engineering, The University of Toledo, 2004.
- Shigley, J. E. and Mischke, C. R., *"Mechanical Engineering Design,"* 5th Edition, McGraw-Hill, Inc. 1989.
- Wilson, C. E. and Sadler, P. J., *"Kinematics and Dynamics of Machinery,"* 2<sup>nd</sup> Edition, HarperCollins College Publishers 1993.