

ANALISA PENGARUH BEBAN STATIK PADA GIGI BUCKET
HYDRAULIC EXCAVATOR ULTRA LARGE EX 1100
DENGAN METODE ELEMEN HINGGA



SIMPULAN

Dibuat untuk memenuhi syarat tugas akhir mata kuliah Teknik
Perencanaan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Sebelas Maret

Oleh

RICHA
0203016010

DEPARTEMEN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURABAYA
2008

19 07

2.1/1

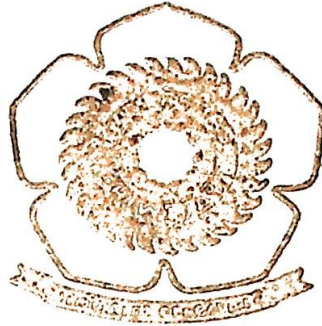
621.31907

1k6

9

2008

**ANALISA PENGARUH BEBAN STATIK PADA GIGI BUCKET
HYDRAULIC EXCAVATOR ULTRA LARGE EX-2500
DENGAN METODE ELEMEN HINGGA**



R. 16531

16903

SKRIPSI

**Dibuat untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh

**IKBAL
03033150110**

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

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

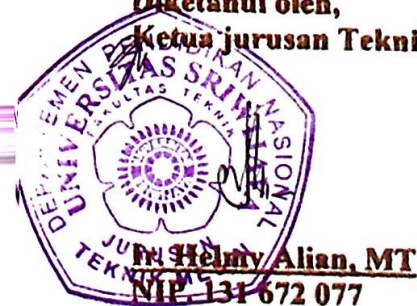
SKRIPSI

**ANALISA PENGARUH BEBAN STATIK PADA GIGI BUCKET
HYDRAULIC EXCAVATOR ULTRA LARGE EX 2500
DENGAN METODE ELEMEN HINGGA**

Disusun oleh :

**IKBAL
03033150110**

**Diketahui oleh,
Ketua jurusan Teknik mesin**




**Diperiksa dan disetujui oleh,
Dosen pembimbing skripsi**

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

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN

AGENDA NO
DITERIMA TANGGAL
PARAF

: 1746/TA/TA/2008
: 8 April 2008
: 

TUGAS AKHIR

Nama : IKBAL
NIM : 09030730110
Mata Kuliah : Metode Elemen Hingga
Spesifikasi : Analisa Pengaruh Beban Statik Pada Gigi Bucket
Hydraulic Excavator Ultra Large Ex 2500
Dengan Metode Elemen Hingga
Diberikan : Oktober 2007
Selesai : Februari 2008

Diketahui oleh,
Ketua Jurusan Teknik mesin



Ir. Helmy Alian, MT
NIP. 131 672 077

Inderalaya, Februari 2008
Diperiksa dan disetujui oleh,
Dosen pembimbing skripsi

Ir. Zainal Abidin, MT
NIP. 131 595 557

Allah SWT telah mengkisahkan bahwa kejayaan orang-orang terdahulu dikarenakan mereka mengamalkan agama secara sempurna dengan sungguh-sungguh. Serta dikisahkan juga bahwa kebinasaan dan azab Allah SWT dikarenakan mereka tidak mau menuruti apa yang diperintahkan-Nya.

"Sesungguhnya kejayaan, kemakmuran dan kebahagiaan hidup di dunia dan terutama di akhirat yang selama-lamanya terletak dalam pengamalan agama secara sempurna yaitu ikut perintah Allah serta meneladani apa yang telah dicontohkan oleh Rasulullah SAW, secara Istiqomah".

Alhamdulillah,

Sjripsi ini aku dedikasikan kepada:

- Ayah, ibu, dan Adik-adikku*
- Seluruh Sahabatku*
- Sesama Pekerja Dakwah ("Karkun")*

ABSTRAK

Bucket dan gigi bucket merupakan komponen yang sangat penting pada sebuah hydraulic excavator, sehingga jika bucket dan gigi bucket mengalami kerusakan akan menghambat kinerja dari excavator tersebut. Analisa perilaku statik saat pembebanan dilakukan dengan 2 jenis pembebanan, yang dimulai saat mulai mengeruk(digging) hingga bucket menungkit(jack up). Bucket excavator yang dianalisa memiliki volume sebesar 15.0 m³, dan pemodelan gigi bucket dilakukan dengan menggunakan program komputer Autocad dan analisa struktur menggunakan Program CosmosWorks.

Adapun jenis dari gigi bucket yang dianalisa adalah buatan Mitsubishi jenis "esco tipe 86 super conical". Gigi bucket diasumsikan solid dan dirakit menggunakan las dengan sifat mekanik dari material las tersebut sama dengan material gigi bucket tersebut. Dari 2 jenis pembebanan tersebut didapatkan bahwa tegangan Von Mises Maksimum saat Digging dan Jack Up adalah 4,781e+008 N/m² dan 7,70364e+008 N/m².

Pembebanan Maksimum didapatkan saat beban Jack Up sehingga pada posisi pembebanan tersebut didapatkan nilai faktor keamanan minimum yang terjadi sebesar 1,046.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, atas berkat rahmat dan karunia Allah SWT jugalah sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Skripsi ini dibuat sebagai syarat kurikulum yang harus dipenuhi untuk mengikuti ujian sarjana pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Helmy Alian, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya juga selaku dosen pembimbing akademik.
2. Bapak Ir. Zahri Kadir, MT selaku sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Ir. Zainal Abidin, MT selaku dosen pembimbing skripsi.
4. Bapak Gunawan, ST, MT. dan Bapak Jimmy D.N, ST, MT. yang telah bersedia membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Seluruh staf pengajar dan administrasi pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
6. Ayah, ibu dan Adik-adikku serta seluruh keluarga yang telah mendo'akan dan memberikan bantuan baik moral dan material.
7. Teman seperjuangan sesama konstruksi mesin terutama kepada Abdillah, Fikri, bowo, Akbar, Delta dan Fajar yang telah banyak membantu.

8. Teman seperjuangan sesama mahasiswa yang juga pekerja dakwah (“karkun”) yang tidak dapat dituliskan namanya satu persatu, dan rekan-rekan yang telah banyak membantu sehingga selesainya laporan ini.

Semoga Allah SWT memberikan balasan yang berlipat ganda atas segala bantuan dan kemurahan hati semua pihak yang telah ikhlas membantu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini terdapat kekurangan-kekurangan karena keterbatasan dan kemampuan, maka penulis mengharapkan saran dan kritik.

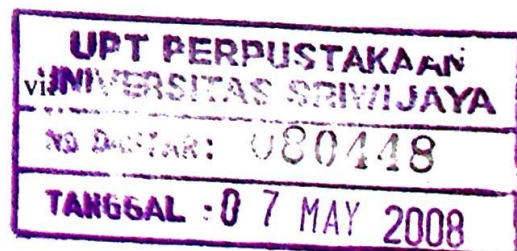
Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi rekan-rakan di Teknik Mesin khususnya dan para pembaca pada umumnya.

Inderalaya, February 2008

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	I - 1
1.2 Tujuan Penelitian	I - 2
1.3 Batasan Masalah	I - 3
1.4 Metodologi penelitian	I - 3
1.5 Sistematika Penulisan	I - 4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Pengertian Metode Elemen Hingga	II - 5
2.2. Notasi Matriks Metode Elemen Hingga	II - 8
2.3. Langkah-langkah Umum Analisa Metode Elemen Hingga.	II - 9
2.4. Analisa Tegangan Tiga Dimensi	II - 11
2.4.1. Analisa Tiga Dimensi Tegangan dan Regangan.....	II - 11



2.4.2. Elemen Tetrahedral	II - 13
2.5. Kriteria Kegagalan	II - 23
2.5.1. Kriteria Tegangan Maksimum <i>Von Mises</i>	II - 23
2.5.2. Kriteria Tegangan Geser Maksimum	II - 23
2.5.3. Kriteria Tegangan <i>Mohr-Coulomb</i>	II - 24
2.5.4. Kriteria Tegangan Normal Maksimum	II - 24
2.6. Program Komputer Untuk Metode Elemen Hingga	II - 25
2.7. <i>Hydraulic Excavator</i>	II - 28
2.7.1. <i>Bucket</i>	II - 30
2.7.2. <i>Arm</i>	II - 31
2.7.3. <i>Boom</i>	II - 31

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Spesifikasi <i>Hydraulic Excavator Ultra Large EX 2500</i>	III - 33
3.2. Data Kondisi Operasi	III - 34
3.3. Program Komputer	III - 34
3.3.1. Tahap <i>Preprocessing</i>	III - 34
3.3.2. Tahap <i>Processing</i>	III - 36
3.3.3. Tahap <i>Post Processing</i>	III - 38

BAB IV HASIL PEMBAHASAN

4.1. Analisa Gigi Bucket Saat Penggalian Maksimum	IV - 39
4.4.1. Distribusi Tegangan Pada Gigi <i>Bucket</i>	IV - 42
4.1.2 Distribusi Regangan Pada Gigi <i>Bucket</i>	IV - 43
4.1.3 Perpindahan yang Terjadi Pada Gigi <i>Bucket</i>	IV - 43

4.1.4 Faktor keamanan yang Terjadi Pada Gigi *Bucket*..... IV -44

4.2. Analisa Gigi *Bucket* Saat mengungkit IV - 45

4.2.1 Distribusi Tegangan Pada Gigi *Bucket* IV - 48

4.2.2 Distribusi Regangan Pada Gigi *Bucket*..... IV- 48

4.2.3 Perpindahan yang Terjadi Pada Gigi *Bucket*..... IV- 49

4.2.4 Faktor keamanan yang Terjadi Pada Gigi *Bucket* IV- 50

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan V - 51

5.2 Saran V - 51

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN – LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1 <i>Bucket dan Gigi bucket EX 2500</i>	I - 2
2.1. Tipe-tipe Elemen pada Metode Elemen Hingga	II-10
2.2. Analisa Tegangan Tiga Dimensi pada Elemen	II-11
2.3. Elemen Tetrahedral	II-13
2.4. Grafik hubungan Kriteria <i>von Mises</i> dan Kriteria Tegangan geser Maksimum.....	II-23
2.5. Grafik Kriteria Tegangan Mohr-Coulomb.....	II-24
2.6. Diagram Alir Program Komputer <i>AutoCAD dan Cosmosworks</i>	II-27
2.7. <i>Excavator Ultra Large EX 2500</i>	II-28
2.8. <i>Bucket Hydraulic excavator EX 2500</i>	II-30
2.9. <i>Arm Hydraulic Excavator EX 2500</i>	II-31
2.10. <i>Boom Hydraulic Excavator EX 2500</i>	II-31
3.1. Diagram alir penelitian	III-32
3.2. Pembuatan komponen	III-35
3.3. Pembentukan menjadi solid	III-35
3.4. Pengisian data material	III-36
3.5. Memasukkan sistem pembebanan dan konstrain	III-15
3.6. Pembuatan Mesh	III-37
3.7. Proses Analisa	III-38
4.1. Posisi pengalihan maksimum	IV-39
4.2. DBB saat penggalian.....	IV-39
4.3. Arah gaya yang bekerja pada gigi bucket	IV-40
4.4. <i>Gigi bucket</i>	IV-41
4.5. Distribusi tegangan pada posisi penggalian	IV-43
4.6. Perpindahan pada gigi bucket.....	IV-43
4.7. Distribusi faktor keamanan yang terjadi pada <i>gigi bucket</i>	IV-44
4.8. Posisi saat mengungkit (jack up)	IV-45

4.9.	DBB saat mengungkit (jack up).....	IV-46
4.10.	Arah gaya yang bekerja pada gigi <i>bucket</i>	IV-46
4.11.	Distribusi tegangan pada posisi mengungkit	IV-48
4.12.	Distribusi regangan pada posisi beban mengungkit	IV-49
4.13.	Perpindahan yang terjadi pada gigi <i>bucket</i>	IV-49
4.14.	Distribusi dari faktor keamanan	IV-51

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
4.1 Konsentrasi tegangan untuk benda plat tipis dan panjang yang mempunyai lubang	IV-42
4.2 Nilai Maksimum dan Minimum dari tegangan, Regangan, dan Displacement	IV-44
4.3 Nilai Maksimum dan Minimum dari tegangan, Regangan, dan Displacement	IV-50

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
A. Stress Analysis of Digging	A - 1
B. Stress Analysis of Jack Up	B - 1
C. Perbandingan Tegangan yang Terjadi Pada Kuku dan Gigi <i>Bucket</i>	C - 1
D. Gambar Gigi Bucket EX 2500	D - 1

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di era pembangunan saat ini, menuntut agar masing-masing negara dapat meningkatkan dan memanfaatkan sumber daya alamnya. Sumatera Selatan merupakan negara Indonesia dan merupakan provinsi yang memiliki sumber daya alam yang melimpah, baik berupa hasil hutan maupun bahan-bahan tambang.

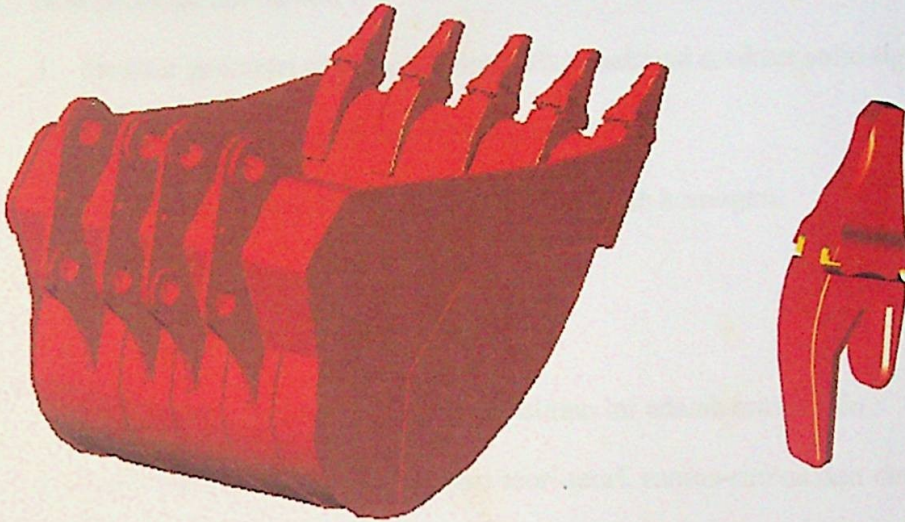
Untuk hal itu, maka diperlukan peralatan-peralatan yang dapat membantu memperlancar aktifitas peningkatan dan pemanfaatan sumber daya alam tersebut. *Hydraulic excavator* merupakan salah satu peralatan yang dapat digunakan dalam pemanfaatan sumber daya alam, baik hasil hutan dan industri pertambangan, selain itu juga *hydraulic excavator* sering digunakan pada industri bangunan.

Dengan berkembangnya teknologi terutama dibidang rekayasa desain konstruksi mesin, maka bermunculan berbagai jenis dan tipe *hydraulic excavator*. Masing-masing produsen *hydraulic excavator* terus melakukan riset pengembangan dan optimasi untuk menghasilkan suatu desain *hydraulic excavator* yang kokoh dan ekonomis.

Bucket dan *bucket tooth* (gigi bucket) yang terdapat pada Gambar 1.1 merupakan komponen yang sangat penting pada sebuah *hydraulic excavator*. Gigi *bucket* sering mengalami kerusakan sehingga menghambat kinerja dari *hydraulic excavator*. Untuk itu gigi *bucket* harus dianalisa agar perilaku statik saat pembebanan berlangsung dapat diketahui. Hal ini penting untuk mengetahui



apakah desain dan pemilihan material dari gigi *bucket* sesuai dengan kondisi operasi *hydraulic excavator* tersebut.



Gambar 1.1 *Bucket* dan Gigi *bucket* EX 2500

Untuk mengetahui perilaku statik gigi *bucket* digunakan sebuah metode perhitungan yaitu Metode Elemen Hingga, sehingga didapat distribusi tegangan dan regangan yang terjadi, lokasi daerah kritis pada gigi *bucket*.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian Tugas akhir ini adalah :

1. Menentukan karakteristik distribusi tegangan yang terjadi pada pemodelan struktur solid tiga dimensi gigi *bucket* berdasarkan pembebanan yang terjadi.
2. Mengetahui letak daerah kritis pada pemodelan struktur solid tiga dimensi gigi *bucket* akibat pembebanan yang terjadi.



1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini perhitungan-perhitungan yang akan dibahas dibatasi oleh beberapa hal berikut :

1. Struktur geometri gigi *bucket* dimodelkan sebagai struktur solid tiga dimensi.
2. Analisa yang dilakukan adalah analisa statik.
3. Material gigi *bucket* diasumsikan isotropis dan homogen.

1.4 Metodologi penelitian

Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah antara lain :

1. Studi literatur untuk mempelajari teori-teori, rumus-rumus dan data-data pada literatur yang berhubungan dengan Mekanika Kekuatan Material dan Metode Elemen Hingga.
2. Pengamatan di lapangan dengan mengambil data-data berupa pengambilan data primer yang meliputi dimensi atau ukuran gigi *bucket*, material gigi *bucket*, pembebanan yang diberikan, berat tanah serta kekerasan tanah, dan data sekunder yang menunjang dalam penelitian ini.
3. Interview atau konsultasi mengenai proses dan cara kerja excavator, permasalahan, dan solusi bila terjadi gangguan pada *hydraulic excavator* kepada pembimbing di lapangan.
4. Studi perangkat lunak atau *software* dengan mempelajari *software* “Autocad Mechanical 2006” dan “CosmosWorks 2007” untuk membantu analisa model dengan menggunakan Metode Elemen Hingga.



1.5 Sistematika Penelitian

Untuk mempermudah penulisan tugas akhir ini, maka pada sistematika penulisan ini akan dipaparkan dalam bab per bab.

BAB I PENDAHULUAN

Yang membahas tentang latar belakang, tujuan penulisan, batasan masalah, metodologi penelitian dan sistematika penelitian.

BAB II Tinjauan Pustaka

Yang membahas mengenai pengertian Metode Elemen Hingga, notasi matriks Metode Elemen Hingga, langkah-langkah umum analisa Metode Elemen Hingga, analisa tegangan tiga dimensi, kriteria kegagalan, program komputer untuk Metode Elemen Hingga dan *Hydraulic Excavator*.

BAB III Metodologi Penelitian

Bab ini membahas mengenai langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian, spesifikasi *hydraulic excavator*, data kondisi operasi *hydraulic excavator* dan langkah-langkah menggunakan perangkat lunak komputer *Autocad* 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 IV Kesimpulan dan Saran

Membahas mengenai kesimpulan dari hasil penelitian dan saran-saran mengenai penelitian yang dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman. 2004. "*Kaji Teoritik Perilaku Statik pada Bucket dan Gigi Bucket Hydraulic Excavator Dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga*". Universitas Sriwijaya: Indralaya.
- Kuntjoro, wahyu "*An Introduction to the Finite Element Method*". McGraw-Hill-Asia
- Logan, Daryl L. 1992. "*A first Course In Finite Elemen Method*", Second Edition. PSW-Kent Publishing Company: Boston.
- Nakameguro. 1979. "*Data Sheet on Fatigue Properties of Butt Welded Joints of High Streengt Steel (class 800 N/mm²) For Welded Structure*". National Research Institute for Metals: Tokyo, Japan.
- Rahmat, agung. 1996. "*Welding Manual*". Hitachi Construction Machinery : Jakarta
- . 1995. "*Engineering Calculation EX 2500*". Hitachi Construction Machinery CO., Ltd. : Jakarta
- . "*EX 2500 Specifications Sheet*". Hitachi Construction Machinery CO., Ltd. : Tokyo, Japan.
- Shigley, Joseph E, dkk.2003."*Mechanical Engineering Design, Seventh Edition*"McGraw-Hill: New York.

5121171-06