

TUGAS AKHIR
ANALISIS FAKTOR KONSENTRASI TEGANGAN PADA PLAT
BERLUBANG DENGAN METODE ELEMEN HINGGA



Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi sebagai persyaratan memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun oleh :

GEGE PRASETYO INDRATMO
NIM : D 200 05 0119

JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
SEPTEMBER 2011

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

**ANALISIS FAKTOR KONSENTRASI TEGANGAN PADA PLAT BERLUBANG
DENGAN METODE ELEMEN HINGGA**

Yang dibuat untuk memenuhi syarat drajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah di publikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 9 September 2011

Yang menyatakan,

Gege Prasetyo Indratmo

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul Pengujian “**ANALISIS FAKTOR KONSENTRASI TEGANGAN PADA PLAT BERLUBANG DENGAN METODE ELEMEN HINGGA**”, telah disetujui oleh pembimbing dan diterima untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

Dipersiapkan oleh :

Nama : **Gege Prasetyo Indratmo**

N I M : **D 200.05.0119**

Di setujui pada :

Hari :

Tanggal :

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Dr. Supriyono

Wijianto, ST.M.Eng.Sc

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul :“**ANALISIS FAKTOR KONSENTRASI TEGANGAN PADA PLAT BERLUBANG DENGAN METODE ELEMEN HINGGA**” , telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan telah dinyatakan sah untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar sarjana S1 pada jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **Gege Prasetyo Indratmo**

N I M : **D 200.05.0119**

Di sahkan pada

Hari :

Tanggal :

Tim Penguji :

Ketua : **Dr. Supriyono**

Anggota 1 : **Wijianto, ST, M.Eng.Sc**.....

Anggota 2 : **Ir. Bibit Sugito, MT**.....

Dekan

Ketua Jurusan

Ir, Agus Riyanto, MT

Ir. Sartono Putro, MT

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Berdasarkan surat Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta
Nomor 01947/A.3-II/FT/TM/TA/VI/ 2010. Tanggal 18 Juni 2010.
dengan ini :

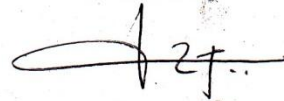
Nama : Dr. Supriyono
Pangkat/Jabatan : Lektor
Kedudukan : Pembimbing Utama / Pembimbing Kedua *)
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
memberikan Soal Tugas Akhir kepada mahasiswa :

Nama : GEGE PRASETYO I
Nomor Induk : D 200 050 119
NIRM : -
Jurusan/Semester : Teknik Mesin / Akhir
Judul/Topik : MELAKUKAN STUDI TENTANG FAKTOR KONSENTRSI TEGANGAN DAN MELAKUKAN
SIMULASI MENGGUNAKAN SOFTWARE BERBASIS METODE ELEMEN HINGGA
Rincian Soal/Tugas :

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 18 Juni 2010.

Pembimbing



Dr. Supriyono

Cc. : Wijianto, ST, M. Eng. Sc
Lektor

Keterangan :

- *) Coret salah satu
- 1. Warna biru untuk Kajur
- 2. Warna kuning untuk Pembimbing I
- 3. Warna merah untuk Pembimbing II
- 4. Warna putih untuk mahasiswa

MOTTO

... Barang siapa bertaqwa kepada Allah SWT, maka akan selalu ada jalan keluar dalam mengatasi kesulitan hidup ...

(QS. At-Thalaq : 2)

... Sesungguhnya Allah tidak mengubah keadaan suatu kaum, sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri ...

(QS. Ar-Ra'd (13) : 11)

... Orang yang paling dicintai Allah SWT ialah yang paling bermanfaat untuk orang lain. Dan amalan yang paling dicintai-Nya adalah tindakan menyenangkan hati setiap orang muslim, menghilangkan kesulitannya, melunasi hutangnya, atau menghilangkan rasa laparnya ...

(HR. At Thabrani)

...Barang siapa berjalan disuatu jalan untuk menuntut ilmu maka Allah akan mempermudah jalan ke surga

(HR. Muslim)

...Jangan pernah mencari Tuhan, karena Tuhan ada dimana-mana, cukup menyadarinya saja dan kau akan menemukan kebenaran

(Gege P.I.)

PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini kupersembahkan kepada :

- ✿ ALLAH S.W.T yang telah meridhoi tugas akhir ini sehingga dapat terselesaikan dengan baik.
- ✿ Rasulullah S.A.W yang senantiasa membimbing umatnya untuk selalu kokoh berjuang, berdoa dan beribadah.
- ✿ Ibu dan Bapak yang tak henti-hentinya mengucurkan keringat, berjuang demi kesuksesan anak-anaknya dan senantiasa memberikan doa restu, kasih sayang, dan pengorbanan baik moril maupun materi. Serta kepada kakak yang selalu memberi semangat.
- ✿ Teman-teman teknik mesin dan lainnya yang senantiasa memberikan semangat untuk maju dan motivasi

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dengan mengucap puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, hidayah dan inayah-NYA, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Tugas Akhir ini disusun guna memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Pada penyusunan Tugas akhir ini, penulis mengambil judul “Analisis Faktor Konsentrasi Tegangan Dengan Metode Elemen Hingga”. Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis mendapat saran, bantuan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan yang baik ini penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya, kepada yang terhormat :

1. Bapak Ir, Agus Riyanto, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Ir. Sartono Putro, MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Dr. Supriyono, selaku Dosen Pembimbing Utama yang dengan ikhlas meluangkan banyak waktu guna memberikan saran serta

arahan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini dengan sangat baik, teliti, sabar serta ramah.

4. Bapak Wijianto, ST, M.Eng.Sc., selaku Dosen Pembimbing Pendamping, dengan segala kesabarannya telah bersedia memberikan ilmu, pengalaman dan bimbingan yang sangat berguna.
5. Bapak Ir. Ngafwan, MT, selaku Pembimbing Akademik penulis yang dengan sabar mengarahkan studi selama di UMS.
6. Seluruh Dosen Teknik Mesin UMS yang telah memberi ilmu yang bermanfaat
7. Seluruh staf dan karyawan Teknik Mesin UMS
8. Teman-teman seperjuangan, dan semua keluarga yang telah turut memberikan semangat untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Semoga Allah SWT membalas jasa kebaikan dan ketulusan anda semua dengan balasan yang lebih baik.

Dalam Tugas Akhir ini penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dan kelemahannya dalam penulisan.

Dan akhirnya penyusun hanya dapat berharap, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penyusun pribadi khususnya dan para pembaca pada umumnya.

Surakarta, 9 September 2011

Penulis

ABSTRAKSI

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui distribusi tegangan disekitar lubang akibat gaya tarik, mengetahui daerah-daerah yang lemah pada kasus pelat berlubang dimana keretakan awal terjadi, dan menentukan faktor konsentrasi tegangan untuk berbagai dimensi lubang.

Data yang dipakai adalah pelat logam berlubang berdimensi 100 mm x 100 mm x 1 mm dengan geometri tetap yang divariasikan bentuk lubang yaitu lingkaran, elip dan belah ketupat, dengan jari-jari atau tinggi 10 mm, 15 mm, 20 mm, 25 mm dan 30 mm, pada lubang bentuk lingkaran dan belah ketupat, serta radius sumbu 10-5 mm, 15-10 mm, 20-15 mm, 25-20 mm dan 30-25 mm pada lubang bentuk elip, pelat mendapat gaya tarik pada dua sisi sebesar 0.003 N. Sebagai pertimbangan ketelitian, spesifikasi data bahan pelat, pelat dari bahan Aluminium dengan Modulus Elastisitas (E) 6.82×10^{10} Pa, Modulus Geser (G) 2.6×10^{10} Pa, Poisson Ratio (ν) 0.33. Hasil analisa konsentrasi tegangan ini diteliti dengan Metode Elemen Hingga menggunakan ABAQUS.

Hasil analisis dengan perangkat lunak yang berbasis metode elemen hingga adalah bentuk lubang mempengaruhi distribusi tegangan, pada lubang bentuk lingkaran mempunyai hasil yang lebih stabil dibandingkan bentuk lubang elips dan belah ketupat, hal ini disebabkan pemerataan beban yang diterima pada lubang. Penelitian dengan software bantu ABAQUS tergantung pada pemilihan jumlah elemen, semakin banyak jumlah elemen semakin teliti pula hasilnya, Namun, jika konvergensi elemen sudah tercapai (stabil) maka, penambahan jumlah elemen akan sama hasilnya dengan jumlah elemen sebelumnya hingga tak terhingga. Daerah lemah dalam kasus pelat berlubang, memiliki tegangan yang paling tinggi dan ditunjukkan pada legend berwarna merah pada ABAQUS. Pada referensi, harga faktor konsentrasi tegangan pada d/w 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, dan 0.6 adalah 2.50, 2.37, 2.26, 2.17, dan 2.08. Sedangkan harga faktor konsentrasi tegangan dengan menggunakan software bantu ABAQUS pada lubang bentuk lingkaran, adalah 2.4, 2.38, 2.28, 2.11, dan 2.05, pada lubang bentuk elip adalah 2.52, 3.5, 2.31, 2.12 dan 1.78 pada lubang bentuk belah ketupat adalah 2.82, 3.11, 2.9, 2.18, dan 2.08

Kata kunci : Faktor konsentrasi tegangan, Metode Elemen Hingga, Plat.

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Kenyataan Keaslian Skripsi	ii
Halaman Persetujuan	iii
Halaman Pengesahan	iv
Lembar Soal Tugas Akhir	v
Halaman Motto	vi
Halaman Persembahan	vii
Kata Pengantar	viii
Abstraksi	x
Daftar Isi	xi
Daftar Gambar	xv
Daftar Tabel	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
1.5. Batasan Masalah	3
1.6. Metodologi Penelitian,.....	4
1.7. Sistematika Penulisan	5
BAB II DASAR TEORI	7

2.1. Tinjauan Pustaka	7
2.1.1.Konsentrasi Tegangan.....	7
2.1.2. Teori Perhitungan untuk Plat Berlubang.....	10
2.1.3. Dimensi Tegangan Pada Koodinat Polar.....	11
2.2. Teori Elastisitas dan Plastisitas Plat	14
2.2.1. Tegangan	16
2.2.2. Regangan	17
2.2.3. Deformasi	19
2.3. Perbandingan Poisson (Poisson Ratio).....	22
2.4. Hukum Hooke.....	23
2.5. Hubungan Tegangan-Regangan dalam tiga dimensi.....	24
2.6.Metode Elemen Hingga	26
2.6.1.Jenis Elemen Pada Metode Elemen Hingga.....	27
2.6.2. Tegangan Bidang.....	29
2.6.3. Regangan Bidang.....	34
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	36
3.1 . Gambaran Permasalahan	38
3.2. Diagram Alir Penelitian	43
3.3. Mesh.....	40
BAB IV HASIL ANALISA DAN PEMBAHASAN	41
4.1. Analisa Plat Berlubang Dengan Metode Elemen Hingga	41
4.2. Model Elemen Hingga Plat	41
4.3. Perhitungan Faktor Konsentrasi Tegangan	43
4.4. Studi Konvergensi Plat Berlubang Lingkaran	45

4.4.1. Pelat dengan variabel lubang $R = 10$ mm pada lubang bentuk lingkaran, $r = 10$ mm $R = 5$ mm pada lubang bentuk elip dan $t = 10$ mm pada lubang bentuk belah ketupat.....	49
4.4.2. Pelat dengan variabel lubang $R = 15$ mm pada lubang bentuk lingkaran, $r = 15$ mm $R = 10$ mm pada lubang bentuk elip dan $t = 15$ mm pada lubang bentuk belah ketupat	51
4.4.3 Pelat dengan variabel lubang $R = 20$ mm pada lubang bentuk lingkaran, $r = 20$ mm $R = 15$ mm pada lubang bentuk elip dan $t = 20$ mm pada lubang bentuk belah ketupat	54
4.4.4. Pelat dengan variabel lubang $R = 25$ mm pada lubang bentuk lingkaran, $r = 25$ mm $R = 20$ mm pada lubang bentuk elip dan $t = 25$ mm pada lubang bentuk belah ketupat.....	57
4.4.5. Pelat dengan variabel lubang $R = 30$ mm pada lubang bentuk lingkaran, $r = 30$ mm $R = 25$ mm pada lubang bentuk elip dan $t = 30$ mm pada lubang bentuk belah ketupat	59
BAB V Penutup	65
5.1. Kesimpulan	65
5.2. Saran-Saran	66

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Ilustrasi konsentrasi tegangan pada pelat berlubang	4
Gambar 2.1.	Faktor konsentrasi tegangan pelat dan batang dalam tarik	8
Gambar 2.2.	Distribusi tegangan pelat berlubang karena beban tarik merata pada kedua sisi.....	10
Gambar 2.3.	Komponen-komponen tegangan terurai pada potongan elemen kecil disekitar lubang pelat	11
Gambar 2.4.	Karakteristik Hubungan Tegangan-Regangan	19
Gambar 2.5.	Diagram Tegangan–Regangan.....	21
Gambar 2.6.	Garis Modulus	22
Gambar 2.7.	Elemen satu Dimensi.....	28
Gambar 2.8.	Elemen segitiga, segiempat	29
Gambar 2.9.	Elemen Tiga Dimensi.....	30
Gambar 3.1.	Bagan analisis pelat berlubang.....	39
Gambar 3.2.	Contoh ilustrasi <i>mesh</i> elemen pada plat berlubang	40
Gambar 4.1	elemen elemen yang tersusun dalam seperempat bagian pelat yang ter Constraint dalam menerima beban tarik ...	42
Gambar 4.2.	Contoh ukuran pada plat berlubang bentuk lingkaran seperempat bagian	42
Gambar 4.3.	Contoh ukuran pada plat berlubang bentuk elip seperempat bagian.	43

Gambar 4.4.	Contoh ukuran pada plat berlubang bentuk persegi seperempat bagian.	43
Gambar 4.5.	Pelat berlubang dengan distribusi Tegangan	44
Gambar 4.6.	Grafik konvergensi elemen.....	47
Gambar 4.7.	Grafik konvergensi elemen.....	48
Gambar 4.8.	Visualisasi lubang lingkaran $R = 10$ mm.....	49
Gambar 4.9.	Visualisasi lubang elip $r = 10$ mm $R = 5$ mm.	49
Gambar 4.10.	Visualisasi lubang belah ketupat $l = 10$ mm.....	50
Gambar 4.11	Diagram konsentrasi tegangan	51
Gambar 4.12	Visualisasi lubang lingkaran $R = 15$ mm.....	52
Gambar 4.13	Visualisasi lubang elip $r = 15$ $R = 20$ mm	52
Gambar 4.14	Visualisasi lubang belah ketupat $t = 15$ mm.....	53
Gambar 4.15	Diagram konsentrasi tegangan.....	54
Gambar 4.16	Visualisasi lubang lingkaran $R = 20$ mm.....	55
Gambar 4.17	Visualisasi lubang elip $r = 20$ mm $R = 15$ mm.....	55
Gambar 4.18	Visualisasi lubang belah ketupat $l = 40$ mm.....	56
Gambar 4.19	Diagram konsentrasi tegangan.....	57
Gambar 4.20	Visualisasi lubang lingkaran $R = 25$ mm.....	57
Gambar 4.21	Visualisasi lubang elip $r = 25$ mm $R = 20$ mm.....	58
Gambar 4.22	Visualisasi lubang belah ketupat $t = 25$ mm.....	58
Gambar 4.23	Diagram konsentrasi tegangan.....	59
Gambar 4.24	Visualisasi lubang lingkaran $R = 30$ mm.....	60
Gambar 4.25	Visualisasi lubang elip $r = 30$ mm $R = 25$ mm.....	60

Gambar 4.26	Visualisasi lubang belah ketupat $t = 30$ mm.....	61
Gambar 4.27	Diagram konsentrasi tegangan.....	62
Gambar 4.28	grafik konsentrasi tegangan pada plat berlubang bentuk lingkaran.....	63
Gambar 4.29	Grafik konsentrasi tegangan pada plat berlubang bentuk elip.....	64
Gambar 4.30	Grafik konsentrasi tegangan pada plat berlubang bentuk persegi.....	64

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Tabel konvergensi elemen	46
Tabel 4.2. Tabel konvergensi elemen.	47
Tabel 4.3. Tabel konsentrasi tegangan dengan variabel Lubang pada pelat.....	62