

## **TUGAS AKHIR**

### **ANALISIS KARAKTERISTIK *BLANK HOLDER* DENGAN MENGGUNAKAN *SOFTWARE ABAQUS 6.5-1***



Diajukan Untuk Memenuhi Tugas dan Syarat-syarat Guna Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Jurusan Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta

*Disusun Oleh:*

**M. YUSUF FIRDAUS**  
**D 200 010 180**  
**01. 6. 106. 03030. 50. 180**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2006**

## **HALAMAN PERSETUJUAN**

Tugas Akhir ini telah disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir untuk dipertahankan di depan Dewan Penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana S-1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta, pada :

Hari : .....

Tanggal : .....

Disusun Oleh :

Nama : M. Yusuf Firdaus

NIM : D 200 010 180

Judul : **ANALISIS KARAKTERISTIK BLANK HOLDER  
DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE ABAQUS  
6.5-1**

Pembimbing I

Pembimbing II

(Ir. Pramuko IP, MT)

(Tri Widodo Besar Riyadi, ST, MSc)

## HALAMAN PENGESAHAN

Telah diterima dan disetujui pembimbing untuk diajukan kepada Dewan Penguji Tugas Akhir Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, dengan judul : **ANALISIS PERUBAHAN KETEBALAN PADA KOMPONEN PRODUK DEEP DRAWING DENGAN METODE NUMERIK DAN METODE ELEMEN HINGGA MENGGUNAKAN SOFTWARE ABAQUS 6.5-1**

Nama M. Yusuf Firdaus

NIM : D 200 010 180

NIRM : 01. 6. 106. 03030. 50. 180

Hari : .....

Tanggal : .....

Dewan Penguji:

1. Ir. Pramuko IP, MT (1. )
2. Tri Widodo Besar Riyadi, ST., MSc (2. )
3. Bambang Waluyo Febriantoko ST, MT. (3. )

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Jurusan Teknik Mesin UMS

(Ir. H. Sri Widodo, MT)

(Marwan Efendy ST,MT)

## **HALAMAN MOTTO**

Dengan nama Allah yang maha pengasih lagi maha penyayang

-*Q.S. Al-Fatihah 1-*

Agama untuk akhiratku dan ilmu untuk duniaku

Cara Tuhan mengatakan kita terbatas, adalah dengan menciptakan  
ruang dan waktu.

Dan cara Tuhan mengatakan kita kecil adalah menciptakan kita terbatas.

-*Author-*

*Untuk*

*Keluarga Besar H. Wachyudin dan Ibu Hj. Maryana*

## KATA PENGANTAR

السَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Puji syukur alhamdulillah, penulis sampaikan kehadirat Allah SWT; Tuhanmu satu-satunya dan selalu membimbing dalam setiap langkahku yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulisan ini dapat terselesaikan dengan baik, guna melengkapi tugas dan memenuhi syarat-syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Berbagai hambatan dan kesulitan menyertai dalam penulisan ini, namun demikian dengan bantuan dan doa dari berbagai pihak segala kesulitan tersebut dapat teratasi. Untuk itu dengan segala kerendahan hati, penulis sampaikan ucapan terimakasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Bapak Ir. H. Sri Widodo, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Marwan Efendy ST, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Ir. Pramuko IP, MT selaku Dosen Pembimbing Pertama atas bimbingan dan arahannya..
4. Bapak Tri Widodo Besar Riyadi, ST, MSc, selaku Dosen Pembimbing kedua yang telah meluangkan waktu dan memberikan bimbingan, arahan, serta petunjuk yang sangat bermanfaat bagi penulis.

5. Bapak Agus Dwi Anggono, ST atas bimbingannya dan fasilitas Laboratorium Komputer Teknik Mesin UMS.
6. Seluruh Dosen, staff dan karyawan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
7. Rumah dan keluarga ketigaku, Komisariat Ahmad Dahlan II ;Dwi, Eko, Santoso, Juned, Yogi, Agung “Bendot”, Tri, Undid, Yoga, dan yang lainnya.
8. Yakuza 36 community : Ruri Faisal ( ndank..cepet..!! ), Abel van Murshid, Saipoel N Toembu ( jangan Lupa EC hari ini ya..!! ), Fajar ( Pak polisi..tangkap penjahat donk..!! ), Tohari gendut Sosa ( ojo gelem dadi nomer loro..), Canggih.
9. Dr. D Crew : Miftah, K-boel, Matadun..( wisuda bareng yuk..!! )
10. Pihak-pihak yang secara langsung maupun tidak langsung terlibat dalam mensukseskan penyusunan Tugas Akhir ini.

وَالسَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Sukoharjo, 25 Oktober 2007

Penulis

## **DAFTAR ISI**

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iv
HALAMAN MOTTO .....	v
HALAMAN PERSEMPBAHAN .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xvi
DAFTAR SIMBOL .....	xvii
ABSTRAKSI .....	xix
BAB I      PEDAHLUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	3
1.3. Batasan Masalah .....	3
1.4. Tujuan Penulisan .....	4
1.5. Manfaat Penelitian .....	4
1.6. Metodologi Penelitian .....	5
1.7. Sistematika Penulisan .....	6
BAB II      TINJAUAN PUSTAKA .....	8

2.1. Jurnal Penelitian <i>Forming Defect</i> .....	8
2.2. Dasar Teori .....	10
2.2.1. Metode Elemen <i>Sheet Metal Forming</i> .....	10
2.2.2. Teori Elastisitas dan Plastisitas Pelat .....	12
2.2.3. <i>Deep Drawing</i> .....	20
2.3. Perubahan ketebalan.....	27
2.3.1. Prinsip Tegangan pada Kondisi Plastis .....	27
2.3.2. Perbandingan Tegangan dan Regangan .....	28
2.3.3. Persamaan Alir.....	29
2.3.4. Penipisan Elemen.....	29
2.3.5. Metode elemen Hingga .....	33
2.3.6. Program Analisis Simulasi.....	36
BAB III     DESAIN <i>DIES</i> .....	38
3.1. Pengertian <i>Die</i> .....	38
3.2. Jenis-Jenis <i>Die</i> .....	39
3.3. Proses Pembuatan <i>Die</i> .....	40
3.4. Proses-Proses Kerja <i>Die</i> .....	43
3.5. Langkah-Langkah Desain <i>Die</i> .....	46
3.6. Bagian-Bagian <i>Die</i> .....	52
BAB IV     METODOLOGI PENELITIAN.....	53
4.1. Proses <i>Numerical Simulation</i> .....	53
4.2. Langkah-Langkah Analisis Simulasi Program <i>ABAQUS SE 6.5-3</i> .....	55

4.2.1. Mendesain <i>Part</i> .....	55
4.2.2. <i>Properties</i> .....	60
4.2.3. <i>Assembly</i> .....	63
4.2.4. <i>Step</i> .....	66
4.2.5. <i>Interaction</i> .....	68
4.2.6. <i>Load</i> .....	70
4.2.7. <i>Job</i> .....	72
4.2.8. <i>Visualization</i> .....	73
4.3. Analisis pada proses <i>deep drawing</i> .....	73
4.3.1 Analisis perubahan ketebalan dengan metode numeric dan metode elemen hingga .....	73
4.3.2. Analisis perubahan ketebalan plat dengan variasi pada tebal plat.....	77
4.3.3. Analisis perubahan ketebalan dengan variasi pada <i>blank holder</i> .....	77
<b>BAB V HASIL ANALISIS SIMULASI KOMPONEN</b>	
<b>PRODUK DEEP DRAWING .....</b>	<b>78</b>
5.1.Hasil analisis simulasi dan perhitungan numerik.....	78
5.1.1. Hasil analisis simulasi.....	78
5.1.2. Hasil dan pembahasan perubahan ketebalan dengan perhitungan numerik .....	82
5.2. Hasil Analisis dengan variasi pada <i>blank holder</i> .....	83
5.2.1. Hasil analisis simulasi.....	83

5.2.2. Hasil dan pembahasan analisis simulasi dengan variasi pada <i>blank holder force</i> .....	86
5.3. Hasil analisis perubahan ketebalan dengan variasi pada tebal plat .....	88
5.3.1. Hasil analisis simulasi .....	88
5.3.2. Hasil dan pembahasan perubahan ketebalan dengan variasi pada tebal plat.....	91
5.4. Besarnya <i>punch force</i> pada variasi ketebalan plat .....	93
BAB VI     PENUTUP .....	95
6.1. Kesimpulan .....	95
6.2. Saran-saran .....	96
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN-LAMPIRAN	

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 1.1. <i>Flow Chart</i> Metodologi Penelitian .....	5
Gambar 2.1. Diagram Tegangan-Regangan .....	18
Gambar 2.2. Garis <i>modulus</i> .....	19
Gambar 2.3. Konsep <i>Deep Drawing</i> .....	20
Gambar 2.4. Distribusi gaya <i>Deep Drawing</i> .....	21
Gambar 2.5. Proses <i>Re Drawn</i> .....	22
Gambar 2.6. Grafik Hubungan Ukuran <i>Blank/cup</i> dengan Prosentase Reduksi ....	23
Gambar 2.7. Tahap Proses <i>Deep Drawing</i> untuk <i>Cylinder Cup</i> .....	25
Gambar 2.8. Proses Penekanan <i>Blank Holder</i> dalam Proses <i>Deep Drawing</i> .....	25
Gambar 2.9. Prinsip tegangan suatu elemen .....	27
Gambar 2.10. Prinsip tegangan dan regangan untuk elemen yang terdeformasi ....	29
Gambar 2.11. Prinsip tegangan dan regangan di setiap elemen.....	30
Gambar 2.12. Diagram Alir Penyelesaian Metode Elemen Hingga .....	34
Gambar 2.13. Elemen Satu Dimensi.....	35
Gambar 2.14. Elemen Segitiga, Segiempat, <i>Quadrilateral</i> .....	36
Gambar 2.15. Elemen Tiga Dimensi.....	36
Gambar 2.16. <i>Flow chart</i> Pemodelan Produk <i>ABAQUS</i> .....	37
Gambar 3.1. <i>Open Die Set</i> .....	39
Gambar 3.2. <i>Pillar Die Set</i> .....	40
Gambar 3.3. <i>Double Type Die Draw</i> .....	44
Gambar 3.4. <i>Single Type Die Draw</i> .....	45

Gambar 3.5. Proses <i>Trim</i> .....	45
Gambar 3.6. Proses <i>Flange</i> .....	46
Gambar 3.7. Gaya Tekan pada Proses <i>Deep Drawing</i> .....	49
Gambar 3.8. Bagian-bagian die.....	52
Gambar 4.1. Desain <i>blank</i> (Plat) .....	56
Gambar 4.2. <i>Blank</i> yang telah di- <i>meshing</i> .....	57
Gambar 4.3. Desain <i>Lower Die</i> .....	58
Gambar 4.4. Desain <i>upper die</i> .....	59
Gambar 4.5. Desain <i>blank holder</i> .....	60
Gambar 4.6. Sifat Elastis <i>Steel</i> .....	62
Gambar 4.7. Sifat Plastis <i>Steel</i> .....	62
Gambar 4.8. Langkah <i>Assembly</i> Komponen <i>Die</i> .....	63
Gambar 4.9. <i>Reference Point</i> .....	64
Gambar 4.10. <i>Datum</i> .....	64
Gambar 4.11. <i>Set</i> .....	65
Gambar 4.12. <i>Surface</i> .....	65
Gambar 4.13. Langkah <i>Step</i> .....	66
Gambar 4.14. <i>Field Out Put Request</i> .....	67
Gambar 4.15. <i>History Out Put Request</i> .....	68
Gambar 4.16. <i>Interaction</i> .....	69
Gambar 4.17. <i>Interaction Properties</i> .....	69
Gambar 4.18. <i>Constraint</i> .....	70
Gambar 4.19. <i>Load</i> .....	71

Gambar 4.20. <i>Boundary Condition</i> .....	72
Gambar 4.21. <i>Job</i> .....	72
Gambar 4.22. <i>Visualisasi</i> .....	73
Gambar 4.23. Bagian-bagian pada <i>blank</i> .....	74
Gambar 4.24. Daerah yang dianalisis pada <i>blank</i> .....	76
Gambar 4.25. Mengubah variasi ketebalan plat.....	77
Gambar 4.26. Mengubah variasi <i>blank holder force</i> .....	78
Gambar 5.1. Hasil akhir analisis simulasi ketebalan plat.....	80
Gambar 5.2. Hasil analisis simulasi pada setiap bagian.....	81
Gambar 5.3. Grafik perubahan ketebalan pada setiap elemen pada setiap bagian ..	82
Gambar 5.4. Perbandingan ketebalan hasil analisis simulasi dengan perhitungan numerik .....	83
Gambar 5.5. Ketebalan plat pada variasi <i>blank holder force</i> .....	85
Gambar 5.6. Grafik perubahan ketebalan pada variasi <i>blank holder force</i> pada setiap elemen.....	87
Gambar 5.7. Grafik ketebalan pada plat dengan variasi besarnya <i>blank holder</i> .....	87
Gambar 5.8. Hasil analisis dengan dengan variasi ketebalan plat dengan <i>blank holder force</i> 550 N .....	90
Gambar 5.9. Grafik hasil analisis perubahan ketebalan pada setiap elemen dengan dengan variasi ketebalan plat .....	91
Gambar 5.10. Grafik perubahan ketebalan dengan variasi ketebalan plat .....	92
Gambar 5.11. Grafik besarnya <i>punch force</i> terhadap <i>punch displacement</i> pada variasi ketebelen plat .....	94

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 3.1. Radius sudut <i>Punch</i> dan <i>Die</i> .....	47
Tabel 3.2. <i>Clereance Punch</i> dan <i>Die</i> Berdasarkan Tebal Pelat .....	49
Tabel 3.3. Kecepatan Pengepressan .....	51

## DAFTAR SIMBOL

$\sigma$	Tegangan
F	Gaya
A	Luas
$\tau$	Tegangan geser
$\varepsilon_{eng}$	<i>Engineering strain</i>
l	Panjang
$l_0$	Panjang mula-mula
$\Delta l$	Perubahan panjang
$\varepsilon$	<i>True strain</i>
E	Modulus Elastisitas
P	Beban
$\delta$	Deformasi
$d_{0\max}$	Diameter <i>blank</i> maksimum yang dapat di <i>draw</i> tanpa mengalami keriput (mm)
$d_p$	Diameter mangkuk
$F_d$	Gaya <i>drawing</i> atau <i>redrawing</i>
$\pi$	Konstanta
$t_{avg}$	Tebal pelat
UTS	<i>Ultimate Tensile Strength</i>
Fh	<i>Holding force</i>

$\gamma$	<i>Yield strength</i>
$R_d$	Radius sudut <i>die</i>
$R$	<i>Draw ratio</i>
$a_0$	Diameter <i>blank</i>
$t_0$	Ketebalan <i>blank</i>
$h$	<i>Cup height</i>
$b$	Diameter <i>cylinder cup</i>
$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$	<i>Principle stress</i>
$\sigma_f$	<i>Flow stress</i>
$\sigma_h$	<i>Hydrostatic Stress</i>
$d\varepsilon_1, d\varepsilon_2, d\varepsilon_3$	<i>strain increment</i>
$K$	Koefisien kekuatan
$n$	Eksponen pengerasan regangan
$\bar{\varepsilon}$	Regangan efektif
$\varepsilon_l$	<i>Strain increment</i>
$\bar{\sigma}$	Tegangan efektif
$\beta$	Perbandingan regangan
$\alpha$	Perbandingan tegangan
$T_1$	Tegangan permukaan
$\mu$	Koefisien gesek plat
$\theta$	Sudut pada <i>punch</i>

## ABSTRAKSI

Penyebab terjadinya cacat pada produk yang dikerjakan dengan proses *deep drawing* diakibatkan oleh adanya beberapa faktor, diantaranya adalah mesin, manusia atau *human error*, material dan *dies*. Pada penelitian ini penulis menganalisis karakteristik *blank holder* terhadap produk yang dihasilkan pada proses *deep drawing*.

Karakteristik *blank holder* meliputi tiga faktor, diantaranya: *deep drawing* tanpa menggunakan *holder*, *clearance*, dan *draw ratio*. Penyelesaian dari penelitian karakteristik *blank holder* terhadap produk hasil *deep drawing* dikerjakan dengan *Finite element Methode* (FEM) melalui program *ABAQUS 6.5-1*. Ketentuan *part* pada program ini adalah SC8R dengan *approximate size* sebesar 0.25, material yang dipakai adalah *steel* dengan ketebalan 0.5 mm dan diameter blank 51mm. Diameter *Cylinder cup* 40 mm dan kedalaman proses pembentukan 60 mm radius 8 mm dan gaya *F punch* 550 N.

Pada simulasi *deep drawing* tanpa *holder* ketebalan plat divariasikan sebesar 0,5 mm, 0,8636 mm, 0,8128 mm, 0,9144 mm, diketahui bahwa secara visual terjadi kerutan pada plat dengan ketebalan yang lebih kecil. Pada simulasi *deep drawing* dengan memodifikasi faktor *clearance* sebesar 0,6 mm, 0,7 mm, 0,8 mm, 0,9 mm, didapat faktor *clearance* berpengaruh terhadap penipisan plat. Semakin besar faktor *clearance* maka penipisan plat akan berkurang. Pada simulasi *deep drawing* dengan faktor *draw ratio* yang terjadi pada *punch* dengan *holder* diberikan nilai sebesar sebesar 0,235 mm, *draw ratio* 0,24 mm, 0,45 mm, 0,25 mm, didapat kesimpulan bahwa *draw ratio* akan mengurangi efek dari penipisan material (*ironing*).

Kata kunci: *Deep Drawing, Clearance, Draw Ratio*