



OPTIMALISASI PARAMETER PADA PROSES *SHEET METAL FORMING* TERHADAP *MECHANICAL PROPERTIES* MELALUI METODE ELEMEN HINGGA

SKRIPSI

RAFI MUHAMMAD FAKHZIAR

2010311015

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN

2024



OPTIMALISASI PARAMETER PADA PROSES *SHEET METAL FORMING* TERHADAP *MECHANICAL PROPERTIES* MELALUI METODE ELEMEN HINGGA HALAMAN

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik

RAFI MUHAMMAD FAKHZIAR

2010311015

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN

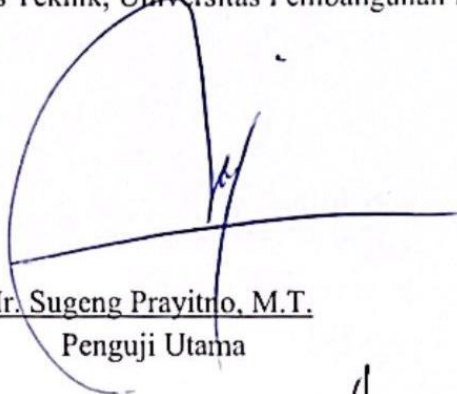
2024

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

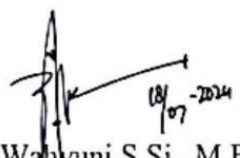
Skripsi diajukan oleh:

Nama : Rafi Muhammad Fakhziar
NIM : 2010311015
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Optimalisasi parameter pada proses *sheet metal forming* terhadap *mechanical properties* melalui metode elemen hingga

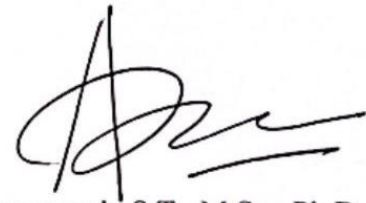
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.



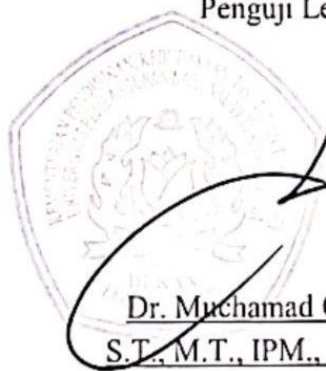
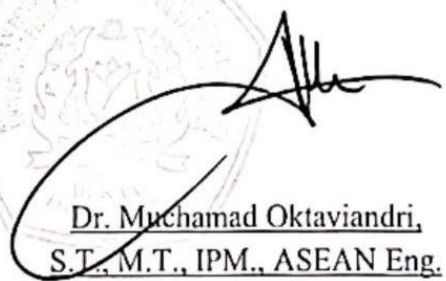
Ir. Sugeng Prayitno, M.T.
Penguji Utama




Fitri Wahyuni S.Si., M.Eng.
Penguji Lembaga



Armansyah, S.T., M.Sc., Ph.D.
Penguji III (Pembimbing)



Dr. Muchamad Oktaviandri,
S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng.
Dekan Fakultas Teknik



Ir. Fahrudin, S.T., M.T.
Kepala Program Studi Teknik Mesin

Ditetapkan di : Jakarta
Tanggal : 15 Juli 2024

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi diajukan oleh:

Nama : Rafi Muhammad Fakhziar
NIM : 2010311015
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Optimalisasi parameter pada proses *sheet metal forming* terhadap *mechanical properties* melalui metode elemen hingga

Telah dikoreksi dan diperbaiki oleh penulis sesuai dengan arahan dosen pembimbing dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada program studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Menyetujui



Armansyah, S.T., M.Sc., Ph.D.
Pembimbing I



Budhi Martana, ST., M.T.
Pembimbing II

Mengetahui,



Ir. Fahrudin, S.T., M.T.

Kepala Program Studi Teknik Mesin

HALAMAN PENYATAAN ORISINALITAS

Tugas akhir skripsi ini adalah hasil karya sendiri, semua sumber yang dikutip dan dirujuk dalam penulisan skripsi ini telah saya cantumkan dan nyatakan dengan benar.

Nama : Rafi Muhammad Fakhziar

NIM : 2010311015

Prodi : Teknik Mesin

Bilamana pada suatu hari terdapat ketidaksesuaian dalam tulisan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses secara hukum yang berlaku.

Jakarta, 18 Juli 2024

Yang Menyatakan



Rafi Muhammad Fakhziar

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademika Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta saya yang bertanda tangan di bawah ini: benar.

Nama : Rafi Muhammad Fakhziar

NIM : 2010311015

Prodi : Teknik Mesin

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta hak bebas royalti non eksklusif (*non exclusive royalty free right*) atas skripsi saya yang berjudul:

**“OPTIMALISASI PARAMETER PADA PROSES *SHEET METAL*
FORMING TERHADAP *MECHANICAL PROPERTIES*
MELALUI METODE ELEMEN HINGGA”**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalti ini Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*data base*), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 18 Juli 2024

Yang Menyatakan



Rafi Muhammad Fakhziar

**OPTIMALISASI PARAMETER PADA PROSES SHEET METAL
FORMING TERHADAP MECHANICAL PROPERTIES
MELALUI METODE ELEMEN HINGGA**

Rafi Muhammad Fakhziar

ABSTRAK

Proses pembentukan lembaran logam (*sheet metal forming*) adalah salah satu metode manufaktur yang umum digunakan dalam industri manufaktur. Proses ini menghasilkan nilai-nilai seperti *effective plastic strain*, *effective stress*, dan *springback*, yang merupakan parameter penting dalam menilai kualitas suatu lembaran logam. Nilai-nilai ini dipengaruhi oleh beberapa parameter utama, di antaranya radius dies, kedalaman penekanan, dan kecepatan punch. Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Steel Plate Hot-rolled* (SPHD). Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kualitas tegangan, regangan, dan *springback* pada material kerja yang dihasilkan dari variasi ketiga parameter tersebut. Proses *sheet metal forming* metode v-bending dilakukan menggunakan software simulasi dengan memvariasikan radius dies antara 89°, 90°, 91° dan kedalaman tekan 7,7, 7,8 dan 7,9 mm. Dari hasil simulasi metode v-bending, nilai *effective plastic strain* dan *effective stress* terendah diperoleh pada radius dies 90°, kedalaman tekan 7,7 mm, dan kecepatan punch 38,5 mm/s, dengan nilai *effective plastic strain* sebesar 0,39, *effective stress* sebesar 410,16 MPa, dan sudut sebesar 89,47°. Proses *sheet metal forming* metode u-bending dilakukan dengan memvariasikan gaya tekan 19,69 kN, 21,08 kN, dan 21,88 kN. Dari hasil simulasi u-bending, *effective plastic strain* dan *effective stress* terendah diperoleh pada kecepatan 19,69 kN dengan nilai rata-rata terendah *effective plastic strain* dan *effective stress* 0,23 dan 274,68. Hal ini menunjukkan bahwa parameter tersebut memiliki pengaruh terhadap nilai *effective plastic strain*, *effective stress*, dan *springback*.

Kata Kunci: *sheet metal forming*, radius dies, kedalaman tekan, *springback*

**OPTIMIZATION OF SHEET METAL FORMING PROCESS
PARAMETERS ON MECHANICAL PROPERTIES
THROUGH FINITE ELEMENT METHOD**

Rafi Muhammad Fakhziar

ABSTRACT

The sheet metal forming process is one of the commonly used manufacturing methods in the manufacturing industry. It produces values such as effective plastic strain, effective stress, and springback, which are important parameters in assessing the quality of sheet metal. These values are influenced by several key parameters, including dies radius, pressing depth, and punch speed. The material used in this study is Steel Plate Hot-rolled (SPHD). This study aims to evaluate the quality of stress, strain, and springback in the work material resulting from the variation of these three parameters. The sheet metal forming process of v-bending method was carried out using simulation software by varying the dies radius between 89o, 90o, 91o and press depth 7.7, 7.8 and 7.9 mm. From the simulation results of the v-bending method, the lowest effective plastic strain and effective stress values were obtained at a dies radius of 90°, a press depth of 7.7 mm, and a punch speed of 38.5 mm/s, with an effective plastic strain value of 0.39, effective stress of 410.16 MPa, and an angle of 89.47°. The sheet metal forming process of u-bending method was carried out by varying the pressing force of 19.69 kN, 21.08 kN, and 21.88 kN. From the u-bending simulation results, the lowest effective plastic strain and effective stress were obtained at 19.69 kN with the lowest average effective plastic strain and effective stress values of 0.23 and 274.68. This shows that the three parameters have an influence on the values of effective plastic strain, effective stress, and springback.

Keywords: *sheet metal forming, radius dies, depth of press, springback*

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan skripsi dengan judul "Optimalisasi parameter pada proses *sheet metal forming* terhadap *mechanical properties* melalui metode elemen hingga". Dalam usaha menyelesaikan laporan skripsi ini, penulis menyadari sepenuhnya akan keterbatasan waktu, pengetahuan, dan biaya sehingga tanpa bantuan dan bimbingan dari semua pihak tidaklah mungkin berhasil dengan baik. Laporan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna baik dari segi isi maupun dalam penyajiannya. Atas pengarahan dan bantuan dari berbagai pihak, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi ini sesuai waktu yang telah ditentukan. Pada kesempatan ini, perkenankanlah penulis untuk mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua saya (Bapak Amirudin dan Ibu Dhini), dan adik saya (Fathiya) yang telah memberikan doa dan semangat dalam pembuatan tugas akhir ini.
2. Bapak Armansyah, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing I dalam penulisan skripsi.
3. Bapak Budhi Martana, ST., M.T. selaku dosen pembimbing II dalam penulisan skripsi.
4. Bapak Ir. Fahrudin, S.T., M.T. selaku kepala program studi Sarjana Teknik Mesin UPN Veteran Jakarta.
5. Bapak Muhammad Arifudin Lukmana, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing akademik kelas A angkatan 2020.
6. Seluruh jajaran dosen dan staf di Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta yang telah membantu semua proses perizinan serta administrasi.

7. Alya Nabila, yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan proposal skripsi ini.
8. Teman-teman S1 Teknik Mesin 2020 (Optimis 2020), yang selalu menyemangati hingga proposal skripsi ini terselesaikan.

Dalam penyusunan laporan ini penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan ketidaksempurnaan, oleh karena itu kritik dan saran sangat penulis harapkan agar dapat memperbaiki laporan ini untuk ke depannya. Penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Depok, Juni 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
HALAMAN PENYATAAN ORISINALITAS	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian	2
1.5. Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Penelitian Terdahulu	4
2.2. <i>Bracket</i>	5
2.3. <i>CAD Software</i>	6
2.4. <i>Simufact Forming</i>	6
2.5. Metode Elemen Hingga.....	7
2.6. <i>Sheet metal forming</i>	8
2.7. Parameter <i>sheet metal forming</i>	8
2.8. <i>Press Tool sheet metal forming</i>	10
2.9. <i>Steel Plate Hot-Rolled for Drawing (SPHD)</i>	11
2.10. <i>Springback</i>	12
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	13
3.1. Diagram Alir	13
3.2. Studi literatur.....	14
3.3. Pemodelan Geometri.....	14
3.3.1. Geometri benda kerja.....	14
3.3.2. Geometri Produk.....	14
3.3.3. Geometri Punch V-Bending.....	15

3.3.4.	Geometri Punch U-Bending.....	15
3.3.5.	Geometri Dies V-Bending	15
3.3.6.	Geometri Dies U-Bending	15
3.4.	Simulasi menggunakan <i>software forming</i>	16
3.4.1.	Pemilihan material	16
3.4.2.	Input kecepatan tekan.....	17
3.4.3.	Tahap <i>Meshing</i>	17
3.4.4.	Menentukan <i>Stroke</i>	18
3.5.	<i>Gantt Chart</i>	19
3.6.	Kesimpulan	19
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		20
4.1.	Hasil simulasi simufact forming	20
4.1.1.	Hasil Simulasi Metode V-Bending Radius Dies 89°	20
4.1.2.	Hasil Simulasi Metode V-Bending Radius Dies 90°	26
4.1.3.	Hasil Simulasi Metode V-Bending Sudut Dies 91°	32
4.1.4.	Hasil Simulasi Metode U-Bending	38
4.2.	Pembahasan.....	43
4.2.1.	Pembahasan Simulasi Metode V-Bending.....	43
4.2.2.	Pembahasan Simulasi Metode U-Bending.....	50
4.2.3.	Uji konvergen <i>mesh</i>	52
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....		53
5.1.	Kesimpulan	53
5.2.	Saran.....	53

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bracket hasil <i>Sheet metal forming</i>	6
Gambar 2.2 Simulasi dengan <i>Simufact forming</i>	7
Gambar 2.3 Ilustrasi <i>Die-V Air Bending</i>	11
Gambar 2.4 Springback	12
Gambar 3.1 Diagram alir	13
Gambar 3.2 (a) 3D benda kerja (b) tampak samping, (c) tampak depan.....	14
Gambar 3.3 (a) 3D produk (b) tampak samping, (c) tampak depan.....	14
Gambar 3.4 (a) 3D Punch V (b) tampak samping, (c) tampak depan	15
Gambar 3.5 (a) 3D Punch U (b) tampak samping, (c) tampak depan	15
Gambar 3.6 (a) 3D Dies V (b) tampak samping, (c) tampak depan.....	15
Gambar 3.7 (a) 3D Dies U (b) tampak samping, (c) tampak depan.....	15
Gambar 3.8 Tampilan pemilihan material.....	16
Gambar 3.9 Tampilan parameter kecepatan <i>punch</i>	17
Gambar 3.10 <i>Detail meshing</i>	18
Gambar 3.11 Tampilan <i>forming control</i>	18
Gambar 4.1 Simulasi <i>effective plastic strain dies 89° (7.7 mm/s)</i>	20
Gambar 4.2 Simulasi <i>effective stress dies 89° (7.7 mm/s)</i>	21
Gambar 4.3 Nilai sudut <i>dies 89° (7.7 mm/s)</i>	21
Gambar 4.4 Simulasi <i>press force dies 89° (7.7 mm/s)</i>	22
Gambar 4.5 Simulasi <i>effective plastic strain dies 89° (7.8 mm/s)</i>	22
Gambar 4.6 Simulasi <i>effective stress dies 89° (7.8 mm/s)</i>	23
Gambar 4.7 Nilai sudut <i>dies 89° (7.8 mm/s)</i>	23
Gambar 4.8 Simulasi <i>press force dies 89° (7.8 mm/s)</i>	24
Gambar 4.9 Simulasi <i>effective plastic strain dies 89° (7.9 mm/s)</i>	24

Gambar 4.10 Simulasi <i>effective stress dies</i> 89° (7.9 mm/s)	25
Gambar 4.11 Nilai sudut <i>dies</i> 89° (7.9 mm/s)	25
Gambar 4.12 Simulasi <i>press force dies</i> 89° (7.9 mm/s)	26
Gambar 4.13 Simulasi <i>effective plastic strain dies</i> 90° (7.7 mm/s)	26
Gambar 4.14 Simulasi <i>effective stress dies</i> 90° (7.7 mm/s)	27
Gambar 4.15 Nilai sudut <i>dies</i> 90° (7.7 mm/s)	27
Gambar 4.16 Simulasi <i>press force dies</i> 90° (7.7 mm/s)	28
Gambar 4.17 Simulasi <i>effective plastic strain dies</i> 90° (7.8 mm/s)	28
Gambar 4.18 Simulasi <i>effective stress dies</i> 90° (7.8 mm/s)	29
Gambar 4.19 Nilai sudut <i>dies</i> 90° (7.8 mm/s)	29
Gambar 4.20 Simulasi <i>press force dies</i> 90° (7.8 mm/s)	30
Gambar 4.21 Simulasi <i>effective plastic strain dies</i> 90° (7.9 mm/s)	30
Gambar 4.22 Simulasi <i>effective stress dies</i> 90° (7.9 mm/s)	31
Gambar 4.23 Nilai sudut <i>dies</i> 90° (7.9 mm/s)	31
Gambar 4.24 Simulasi <i>press force dies</i> 90° (7.9 mm/s)	32
Gambar 4.25 Simulasi <i>effective plastic strain dies</i> 91° (7.7 mm/s)	32
Gambar 4.26 Simulasi <i>effective stress dies</i> 91° (7.7 mm/s)	33
Gambar 4.27 Nilai sudut <i>dies</i> 91° (7.7 mm/s)	33
Gambar 4.28 Simulasi <i>press force dies</i> 91° (7.7 mm/s)	34
Gambar 4.29 Simulasi <i>effective plastic strain dies</i> 91° (7.8 mm/s)	34
Gambar 4.30 Simulasi <i>effective stress dies</i> 91° (7.8 mm/s)	35
Gambar 4.31 Nilai sudut <i>dies</i> 91° (7.8 mm/s)	35
Gambar 4.32 Simulasi <i>press force dies</i> 91° (7.8 mm/s)	36
Gambar 4.33 Simulasi <i>effective plastic strain dies</i> 91° (7.9 mm/s)	36
Gambar 4.34 Simulasi <i>effective stress dies</i> 91° (7.9 mm/s)	37
Gambar 4.35 Nilai sudut <i>dies</i> 91° (7.9 mm/s)	37

Gambar 4.36 Simulasi <i>press force dies</i> 91° (7.9 mm/s).....	38
Gambar 4.37 Simulasi <i>effective plastic strain</i> (18 mm/s)	38
Gambar 4.38 Simulasi <i>effective stress</i> (18 mm/s)	39
Gambar 4.39 Simulasi <i>press force</i> 1.....	39
Gambar 4.40 Simulasi <i>effective plastic strain</i> (18 mm/s)	40
Gambar 4.41 Simulasi <i>effective stress</i> (18 mm/s)	40
Gambar 4.42 Simulasi <i>press force</i> 1.....	41
Gambar 4.43 Simulasi <i>effective plastic strain</i> (18 mm/s)	41
Gambar 4.44 Simulasi <i>effective stress</i> (18 mm/s)	42
Gambar 4.45 Simulasi <i>press force</i> 1.....	42
Gambar 4.46 Gambar <i>effective plastic strain</i>	43
Gambar 4.47 Gambar <i>effective stress</i>	45
Gambar 4.48 Gambar sudut V-Bending.....	47
Gambar 4.49 Gambar sudut V-Bending.....	48
Gambar 4.50 Gambar <i>effective plastic strain</i>	50
Gambar 4.51 Gambar <i>effective plastic strain</i>	51
Gambar 4.52 Uji konvergen <i>strain</i>	52
Gambar 4.53 Uji konvergen <i>stress</i>	52

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Chemical composition	12
Tabel 2.2 Mechanical Properties	12
Tabel 3.1 <i>Gantt Chart</i>	19
Tabel 4.1 Hasil Simulasi <i>effective plastic strain</i> V-Bending	43
Tabel 4.2 Hasil Simulasi <i>effective stress</i> (Mpa) V-Bending	45
Tabel 4.3 Hasil Simulasi Sudut V-Bending	46
Tabel 4.4 Hasil Simulasi <i>press force</i> (kN) V-Bending	48
Tabel 4.5 Hasil simulasi <i>effective plastic strain</i> U-Bending	50
Tabel 4.6 Hasil simulasi <i>effective stress</i> U-Bending	51
Tabel 4.7 Hasil uji konvergen <i>mesh</i>	52