

**TUGAS SARJANA**  
**KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR**  
**PENGARUH SUDUT CETAKAN PADA PROSES**  
**PENARIKAN DINGIN KAWAT ALUMINIUM 5052-O**  
**DENGAN ANALISA METODE NUMERIK**

*Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T)  
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun oleh :**

**IMAM MUNAWIR HARAHAH**  
**1307230005**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**MEDAN**  
**2018**

**LEMBAR PENGESAHAN I**  
**TUGAS SARJANA**  
**PENGARUH SUDUT CETAKAN PADA PROSES**  
**PENARIKAN DINGIN KAWAT ALUMINIUM 5052-O**  
**DENGAN ANALISA METODE NUMERIK**

**Disusun Oleh :**

**IMAM MUNAWIR HARAHAP**  
**1307230005**

**Diperiksa dan Disetujui Oleh :**

**Pembimbing – I**


**Pembimbing – II**

  
**(Ir. Surya Murni Yunus, M.T.)**

  
**(M. Yani, S.T.,M.T.)**

**Diketahui oleh :**

**Ka. Program Studi Teknik Mesin**

  
**(Affandi, S.T.)**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**MEDAN**  
**2018**

# LEMBAR PENGESAHAN II

## TUGAS SARJANA

### PENGARUH SUDUT CETAKAN PADA PROSES PENARIKAN DINGIN KAWAT ALUMINIUM 5052-O DENGAN ANALISA METODE NUMERIK

Disusun Oleh :

IMAM MUNAWIR HARAHAP

1307230005

Telah Diperiksa Dan Diperbaiki  
Pada Seminar Tanggal 8 Maret 2018

Disetujui Oleh :

Pembanding – I



(Dr. Eng Rakhmad Arief Siregar)

Pembanding – II



(H. Muharnif M, S.T., M.Sc.)

Diketahui oleh :

Ka. Program Studi Teknik Mesin



(Affandi, S.T.)

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2018**



**MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI MUHAMMADIYAH  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

Pusat Administrasi: Jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Telp. (061) 6611233 – 6624567 –  
6622400 – 6610450 – 6619056 Fax. (061) 6625474 Medan 20238  
Website : <http://www.umsu.ac.id>

Halaman surat ini agar dibubuhkan  
stempel tanggapnya

**DAFTAR SPESIFIKASI  
TUGAS SARJANA**

**Nama** : Imam Munawir H

**NPM** : 1307230005

**Semester** : IX

**SPESIFIKASI** :

**PENGARUH SUDUT CETAKAN PADA PROSES PENARIKAN DINGIN KAWAT**

**ALUMINIUM 5052-O DENGAN ANALISA METODE NUMERIK**

**Diberikan Tanggal** : 31 Agustus 2017

**Selesai Tanggal** : 22 Februari 2018

**Asistensi** :  $\pm$  1 Kali Seminggu

**Tempat Asistensi** : Fakultas Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

**Medan, 22 Februari 2018**

**Diketahui oleh :**

**Ka. Program Studi Teknik Mesin**

**Dosen Pembimbing – I**



**(Affandi, S.T.)**

**(Ir. Surya Murni Yunus, M.T.)**



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI MUHAMMADIYAH  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

Pusat Administrasi: Jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Telp. (061) 6611233 – 6624567 –  
6622400 – 6610450 – 6619056 Fax. (061) 6625474 Medan 20238  
Website : <http://www.umsu.ac.id>

Agar surat ini agar disebutkan  
tanggalnya

**DAFTAR HADIR ASISTENSI**  
**TUGAS SARJANA**

NAMA : Imam Munawir H  
NPM : 1307230005

PEMBIMBING – I : Ir. Surya Murni Yunus, M.T.  
PEMBIMBING – II : M. Yani, S.T.,M.T.

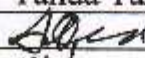

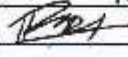

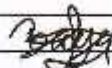
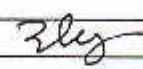


NO	Hari / Tanggal	Uraian	Paraf
1.	Kamis / 21 - Des - 2017	Format Judul diperbaiki	my
2.	Kabu / 28 - Des - 2017	Bab I. Latar belakang di revisi	my
3.	Kamis / 4 - Janu - 2018	Bab I ole. (lanjut bab II)	my
4.	Kabu / 10 - Jan - 2018	Bab II. Kutiipan revisi	my
5.	Kabu / 24 - Jan - 2018	Bab II. ole. (lanjut bab II)	my
6.	Selasa / 30 - Jan - 2018	Bab III. Flow chart, alat & bahan revisi	my
7.	Kabu / 7 - Feb - 2018	Bab III. Acc	my
8.	22-02-18	Acc	my

**DAFTAR HADIR SEMINAR  
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN.  
FAKULTAS TEKNIK – UMSU  
TAHUN AKADEMIK 2017 – 2018**

Peserta Seminar

Nama : Imam Munawir H  
 NPM : 1307230005  
 Judul Tugas Akhir : Kajian Proses Penarikan Dingin Kawat Aluminium 5052-O Dengan Analisa Metode Numerik.

DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing – I : Ir.Surya Murni Yunus.M.T	: .....
Pembimbing – II : M.Yani.S.T.M.T	: .....
Pemanding – I : <del>Rahmatullah.S.T.M.Sc</del> Dr.Eng. Rahmad Anif	: .....
Pemanding – II : H.Muharnif.S.T.M.Sc	: .....

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1207230140	ARDIANSYAH	
2	1207230157	Maulana ainul yakin	
3	1207230141	RUHDI IWAN PUGER	
4	1307230088	ILHAM KAMALUDDIN	
5	1307230264	BAYU MANDALA PUTRA	
6	1307230085	DIALO BRYANSYAH	
7	1307230270	Muhammad Yudhi	
8	1307230282	DENI EKA SAPUTRA	
9			
10			

Medan, 19 Djm.Akhir 1439 H  
08 Maret 2018 M

Ketua Prodi. T Mesin

  
Affandi.S.T

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

---

NAMA : Imam Munawir  
NPM : 1307230005  
Judul T.Akhir : Kajian Proses Penarikan Dingin kawat Aluminium 5052-O Dengan Analisa Metode Numerik.

Dosen Pembimbing – I : Ir. Surya Murni Yunus.M.T  
Dosen Pembimbing – II : M. Yani.S.T.M.T  
Dosen Pembanding - I : ~~Rahmatullah.S.T.M.Sc~~ Dr. Eng Rahmad Arif  
Dosen Pembanding - II : H.Muharnif.S.T.M.Sc

**KEPUTUSAN**

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)  
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

..... - *perbaiki data material*  
.....  
..... - *ikuti prosedur penulisan*  
.....  
- *Perbaiki judul skripsi yg sesuai dengan ISI*

3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

.....  
.....  
.....  
.....

Medan 19 Djum.Akhir 1439H  
08 Maret 2018 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T.Mesin



Dosen Pembanding- I  
*Dr. Eng Rahmad Arif*  
Rahmatullah.S.T.M.Sc

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

---

NAMA : Imam Munawir  
NPM : 1307230005  
Judul T.Akhir : Kajian Proses Penarikan Dingin kawat Aluminium 5052-O Dengan Analisa Metode Numerik.

Dosen Pembimbing - I : Ir. Surya Murni Yunus.M.T  
Dosen Pembimbing - II : M. Yani.S.T.M.T  
Dosen Pembanding - I : ~~Rahmatullah S.T.M.Sc~~ Dr. Eng. Rahmad Arif  
Dosen Pembanding - II : H.Muharnif.S.T.M.Sc

**KEPUTUSAN**

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

.....  
Uhar buku skripsi  
.....  
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

.....  
.....  
.....  
.....

Medan 19 Djum.Akhir 1439H  
08 Maret 2018 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T.Mesin



Dosen Pembanding- II

H.Muharnif.S.T.M.Sc



## **SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS SARJANA**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Imam Munawir Harahap  
Tempat/Tgl Lahir : Sibolga, 21 Januari 1995  
NPM : 1307230005  
Bidang Keahlian : Konstruksi Dan Teknik Manufaktur  
Program Studi : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
(UMSU)

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan tugas sarjana (skripsi) saya ini yang berjudul :

### **“PENGARUH SUDUT CETAKAN PADA PROSES PENARIKAN DINGIN KAWAT ALUMINIUM 5052-O DENGAN ANALISA METODE NUMERIK”**

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material maupun non material, ataupun segala kemungkinan yang lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis tugas akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidak sesuain antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh tim fakultas yang dibentuk untuk verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.



## Abstrak

Pengaruh sudut cetakan pada proses penarikan dingin kawat aluminium 5052-O dengan analisa metode numerik, bertujuan untuk melakukan analisa akibat *dies* dengan bervariasi sudut  $35^\circ$  s/d  $45^\circ$  dengan 10 variasi serta hasil pengujian simulasi terhadap benda kerja untuk mengetahui parameter-parameter yang ada pada hasil uji penarikan kawat (*wire drawing*) seperti: gaya penarikan, tegangan penarikan, regangan penarikan dan sudut cetakan. Manfaat dari pengujian simulasi ini adalah untuk mengetahui hasil nilai perubahan-perubahan yang terjadi terhadap proses hubungan antara tegangan dan regangan yang terjadi pada kawat dengan dimensi ukuran kawat sebelum penarikan adalah 6,5 mm dan setelah melakukan proses penarikan dingin kawat diameter akhir berubah menjadi 5,24 mm dengan bahan kawat aluminium 5052-O. Berdasarkan hasil perhitungan simulasi dari sudut cetakan antara  $35^\circ$  s/d  $45^\circ$ . Nilai regangan yang terbesar terhadap benda kerja adalah:  $(\epsilon)$  0,021575 mm/mm dengan sudut  $45^\circ$  diperoleh, sedangkan sudut cetakan  $42^\circ$  mendapatkan nilai yang baik pada benda kerja, nilai tegangan terbesar terhadap benda kerja adalah:  $(\sigma)$  1.3981 MPa dengan sudut cetakan  $45^\circ$ , sedangkan sudut cetakan  $42^\circ$  mendapatkan nilai yang baik pada benda kerja dengan gaya penarikan terhadap benda kerja adalah:  $(f)$  11892.42 N,

**Kata kunci: Simulasi Penarikan kawat, Tegangan, Regangan, Gaya Penarikan.**

## KATA PENGANTAR



*Assalamualaikum wr. Wb.*

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT, karena dengan rahmat dan hidayahNya maka penulis dapat menyelesaikan tugas sarjana ini dengan judul **“Pengaruh Sudut Cetakan Pada Proses Penarikan Dingin Kawat Aluminium 5052-O Dengan Analisa Metode Numerik”** Sebagai syarat dalam meraih gelar Sarjana Teknik di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Dalam penulisan dan penyusunan tugas sarjana ini penulis banyak mendapat bantuan, bimbingan, petunjuk, serta saran dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya khususnya kepada kedua orang tua tercinta dan seluruh keluarga yang telah memberikan bimbingan, motivasi, nasehat, do'a dengan penuh kasih sayang, dan bantuan moral maupun materi serta pengorbanan yang tidak ternilai sangat besar pengaruhnya bagi keberhasilan sampai menyelesaikan kuliah.

Pada kesempatan ini, tak lupa pula dengan hati yang tulus ikhlas serta dengan penuh kerendahan pula penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Dr. Ade Faisal selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Khairul Umurani, S.T., M.T., Selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Ir. Surya Murni Yunus, M.T., selaku Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan perhatian sehingga tugas sarjana ini dapat diselesaikan dengan baik.
5. Bapak M. Yani, S.T., M.T., selaku Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan perhatian sehingga tugas sarjana ini dapat diselesaikan dengan baik.

6. Bapak Affandi, S.T., selaku Ketua Program Study Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Seluruh Staff Tata Usaha dan seluruh Dosen Program Study Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Terima kasih banyak kepada kawan-kawan kelas A1 pagi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Stambuk 2013 yang sudah memberikan kritik dan saran serta semangat dalam penulisan Tugas Akhir ini.

Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri dan juga semua pembaca.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Medan, 19 Maret 2018

Penulis



**IMAM MUNAWIR H**  
**1307230005**

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	
<b>LEMBAR SPESIFIKASI</b>	
<b>LEMBAR ASISTENSI</b>	
<b>ABSTRAK</b>	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b>	<b>ix</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Batasan Masalah	4
1.4. Tujuan	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.6. Sistematika Penulisan	5
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>7</b>
2.1. Pengertian Umum Pembentukan Logam	7
2.2. Klasifikasi Proses Pembentukan Logam	8
2.3. Klasifikasi Berdasarkan Temperatur Pengerjaan	8
2.3.1. Proses Deformasi Plastik	9
2.3.2. Proses Pemesinan	9
2.3.3. Pengertian Aluminium	15
2.4. Benda Kerja	16
2.5. Penarikan Dingin Kawat	16
2.6. Proses Pengerjaan Dingin	17
2.7. Proses Pengerjaan Panas	18
2.8. Mekanisme Penarikan Kawat	18
2.9. Mesin Penarikan Kawat	19
2.9.1. Single Draft Mesin	19
2.9.2. Multiple Draft Mesin	20
2.9.3. Bagian dan Single Draft Mesin	20
2.9.4. Proses Penarikan	23
2.10. Analisa Proses Penarikan Dingin Kawat	23
2.11. Gaya-Gaya dan Tegangan Pembentukan	24
2.12. Persamaan Tegangan Alir	26

<b>BAB 3</b>	<b>METODE PENELITIAN</b>	<b>27</b>
	3.1. Waktu dan Tempat	27
	3.2. Alat yang Digunakan	27
	3.3. Penggambaran Model (ANSYS)	28
	3.4. Metode Pengujian	37
	3.5. Diagram Alir	44
<b>BAB 4</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>45</b>
	4.1. Data Engineering	45
	4.2. Hasil Pengujian Dengan Simulasi	45
	4.2.1. Pengujian Tegangan dan Regangan Kawat Pada Sudut 35-45	45
	4.2.2. Grafik Hubungan Tegangan, Regangan dan Gaya Pada Variasi Sudut Cetakan	56
<b>BAB 5</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>59</b>
	5.1. Kesimpulan	59
	5.2. Saran	60
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
	<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Mekanisme Terjadinya Pengerasan Regangan Akibat Distorsi	10
Gambar 2.2. Grafik Tegangan Regangan	14
Gambar 2.3. Penarikan Kawat	17
Gambar 2.4. Single Draft Mesin	19
Gambar 2.5. Multiple Draft Mesin	20
Gambar 2.6. Penampang Cetakan Tarik	21
Gambar 2.7. Dies dengan Variabel Pembentukannya	23
Gambar 2.8. Distribusi Tegangan Alir yang Terjadi pada Die dan Material	25
Gambar 2.9. Dies Dengan Rasio Panjang Permukaan Kontak	26
Gambar 3.1. Jendela Program Untuk Mendesain	28
Gambar 3.2. Tahap Awal Membuat Lingkaran	28
Gambar 3.3. Mengatur Diameter Lingkaran	29
Gambar 3.4. Membuat Lingkaran Baru Dengan Plane Berbeda	30
Gambar 3.5. Pengaturan Plane Baru	30
Gambar 3.6. Titik Pusat Kordinat	31
Gambar 3.7. Membuat Lingkaran Dengan Diameter 6.5 mm	31
Gambar 3.8. Membuat Plane 4	32
Gambar 3.9. Membuat Lingkaran Dengan Diameter 5.24	32
Gambar 3.10. Tampilan Opsi Loft	33
Gambar 3.11. Tampilan Kontak Pengaturan Loft	33
Gambar 3.12. Hasil Dari Settingan	34
Gambar 3.13. Tampilan 3 dimensi	34
Gambar 3.14. Membuat ZX Plane dan Offset Sumbuh x	35
Gambar 3.15. Tampilan Profil Pada Cetakan	35
Gambar 3.16. Me Revolve Profil	36
Gambar 3.17. Mengatur Revolve	36
Gambar 3.18. Tampilan Cetakan	37
Gambar 3.19. Tampilan Workbench	37
Gambar 3.20. Material Propertis	38
Gambar 3.21. Mengatur Kontak pada Kabel dan Cetakan	38
Gambar 3.22. Tampilan Mengatur Meshing	39
Gambar 3.23. Membuat Geometri Pada Kabel	39
Gambar 3.24. Pengaturan Analisa	40
Gambar 3.25. Geometri Displacement	40
Gambar 3.26. Memasukkan Besaran Gaya Tarik Pada Kabel	41
Gambar 3.27. Memilih Opsi Fixed Support	41
Gambar 3.28. Memilih Opsi Solution	42
Gambar 3.29. Mengatur Bagian Kabel yang Akan di Analisa	42
Gambar 3.30. Hasil Akhir Pengujian	43
Gambar 3.31. Die Dengan Variabel Pembentukan	43
Gambar 3.32. Diagram Alir	44
Gambar 4.1. Pengujian Stress Sudut 35	45
Gambar 4.2. Pengujian Strain Sudut 35	46
Gambar 4.3. Pengujian Stress Sudut 36	46
Gambar 4.4. Pengujian Strain Sudut 36	47
Gambar 4.5. Pengujian Stress Sudut 37	47

Gambar 4.6. Pengujian Strain Sudut 37	48
Gambar 4.7. Pengujian Stress Sudut 38	48
Gambar 4.8. Pengujian Strain Sudut 38	49
Gambar 4.9. Pengujian Stress Sudut 39	49
Gambar 4.10. Pengujian Strain Sudut 39	50
Gambar 4.11. Pengujian Stress Sudut 40	50
Gambar 4.12. Pengujian Strain Sudut 40	51
Gambar 4.13. Pengujian Stress Sudut 41	51
Gambar 4.14. Pengujian Strain Sudut 41	52
Gambar 4.15. Pengujian Stress Sudut 42	52
Gambar 4.16. Pengujian Strain Sudut 42	53
Gambar 4.17. Pengujian Stress Sudut 43	53
Gambar 4.18. Pengujian Strain Sudut 43	54
Gambar 4.19. Pengujian Stress Sudut 44	54
Gambar 4.20. Pengujian Strain Sudut 44	55
Gambar 4.21. Pengujian Stress Sudut 45	55
Gambar 4.22. Pengujian Strain Sudut 45	56
Gambar 4.23. Grafik Hubungan Tegangan dan Sudut Cetakan	56
Gambar 4.24. Grafik Hubungan Regangan dan Sudut Cetakan	57
Gambar 4.25. Grafik Hubungan Penarikan Gaya dan Sudut Cetakan	58



## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Perbandingan Hasil Analisa Tegangan
Tabel 1.2	Perbandingan Hasil Analisa Regangan
Tabel 1.3	Kandungan Kimia Aluminium 5052-O
Tabel 1.4	Jenis – jenis Material
Tabel 1.5	Kandungan Kimia Aluminium

## DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
F	Gaya	N
$\sigma$	Tegangan	MPa
$\varepsilon$	Regangan	mm/mm
$\sigma_u$	Tegangan Tarik Maksimum Bahan	kg/mm <sup>2</sup>
$\sigma_t$	Tegangan Tarik Bahan	kg/mm <sup>2</sup>
$Y_f$	Tegangan Alir Rata-Rata Bahan	mm
K	Koefisien Tegangan	MPa
$A_o$	Luas Penampang Awal	mm
$A_f$	Luas Penampang Akhir	mm
$D_o$	Diameter Awal	mm
$D_f$	Diameter Akhir	mm
$\alpha$	Sudut Dies	(°)

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Salah satu proses perubahan menyeluruh (*bulk deformasi*) dalam pengerjaan logam (*metal working*) disamping pengerolan (*rolling*), penempaan (*forging*) ekstrusi (*extrusion*), dan penarikan kawat (*wire drawing*) adalah penarikan batang kawat dimana terjadi perubahan pada benda kerja yakni berupa perubahan bentuk dan ukuran. Efek perubahan ini juga dapat mempengaruhi perubahan sifat benda kerja yaitu meningkatnya sifat mekanis.

Pada proses penarikan dingin kawat dan batang logam menyebabkan terjadinya tegangan tarik dan juga terjadinya kompresi saat melalui *die* dan mengakibatkan terjadinya pengurangan luas penampang benda kerja. *Die* (cetakan) yang digunakan mempunyai kemiringan sudut tekan dan sudut ini bisa dengan variasi yang berbeda.

Hasil kajian Fadlan Batubara dkk penarikan kawat dingin aluminium 5052-O dengan 10 variasi sudut  $35^{\circ}$ - $45^{\circ}$  terhadap *die* (cetakan) panjang permukaan kontak ( $\alpha$ ), gaya tarik ( $f$ ), tegangan ( $\sigma$ ) dan regangan ( $\epsilon$ ) dari pengamatan data hasil perhitungan pengaruh sudut *die* dapat disimpulkan sebagai berikut dengan hasil analisa hasil perhitungan dengan 10 variasi sudut cetakan  $35^{\circ}$ - $45^{\circ}$

1. Gaya tarik ( $f$ ) = 12518,6011 N dengan sudut  $45^{\circ}$  mendapatkan nilai yang baik terhadap cacat pada benda kerja
2. Tegangan ( $\sigma$ ) = 161,4779584 kg/mm<sup>2</sup> dengan sudut  $45^{\circ}$  mendapatkan nilai yang baik terhadap cacat pada benda kerja

3. Regangan ( $\epsilon$ ) = 0,966420679 mm/mm dengan sudut  $45^0$  mendapatkan nilai yang baik terhadap cacat pada benda kerja

Hasil kajian Fadlan Batubara dkk di atas adalah dilakukan secara teoritis atau perhitungan manual maka dianggap perlu untuk dilakukan kajian secara metode numerik dengan menggunakan perangkat lunak *ansys*.

Kawat yang di *drawing*, pada suhu rekristalisasi dikatakan telah mengalami pengerjaan dingin logam pada umumnya mengalami pengerjaan dingin pada suhu ruang, meskipun perlakuan tersebut mengakibatkan kenaikan suhu. Pengerjaan dingin yang dilakukan pada logam dalam keadaan plastis, dapat menyebabkan terjadinya penghalusan struktur butir sedangkan pengerjaan panas mengakibatkan timbulnya distorsi pada butir. Pengerjaan dingin dapat meningkatkan kekuatan, memperbaiki kemampuan pemesinan, meningkatkan ketelitian pemesinan, dan menghaluskan permukaan logam. Oksidasi sangat sedikit, dan dengan pengerjaan panas dapat dihasilkan lembaran dan foil tipis. Jenis proses dan peralatan yang sama mungkin dipergunakan untuk pengerjaan dingin maupun panas, hanya perlu dicatat bahwa gaya yang diperlukan dan metode penyaluran panas berbeda.

Hal-hal tersebut di atas tidak selalu terjadi. Sebagai contoh dapat dikemukakan operasi seperti penekukan, pengerolan, penekanan dan penarikan logam menyebabkan terjadinya distorsi butir dan perubahan dalam sifat fisik. Sedangkan operasi seperti pengguntingan atau pemotongan hanya mengubah bentuk dan ukuran belaka. Oleh karena itu secara umum, yang dimaksud dengan proses pengerjaan dingin adalah : penggilingan, pengerolan, ekstrusi dan penarikan

Pada beberapa proses pengerjaan dingin, produk dapat mengalami pengerjaan penyelesaian dingin sehingga memiliki nilai komersil yang lebih baik. Kawat dan lembaran hasil pengerjaan panas, lunak, mempunyai cacat permukaan, ketelitian dimensi dan beberapa sifat fisiknya kurang baik.

Pada pengerjaan dingin akan mengurangi ukuran sedikit, akan tetapi pengendalian dimensinya lebih baik. Permukaan tidak teroksidasi dan mulus dan kekuatan serta kekerasan meningkat. Logam ulet dapat diekstrusi pada suhu dibawah suhu rekristalisasi. Untuk pengerjaan dingin diperlukan tekanan dan peralatan dengan kapasitas yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan pengerjaan panas. Sebagai suatu proses perubahan bentuk, pengerjaan panas terbatas untuk bahan yang ulet. Bahan menjadi rapuh bila mengalami pengerjaan panas secara berlebihan, sehingga diperlukan perlakuan adil. Secara umum, proses pengerjaan dingin berakibat terjadinya tegangan dalam logam, tegangan tersebut dapat dihilangkan dengan suatu perlakuan panas serta struktur butir mengalami distorsi atau perpecahan dan kekerasan atau kekuatan meningkat. hal ini seiring dengan turunnya keuletan.

Proses penarikan kawat dan batang logam dapat ditemui pada industri logam dalam pembuatan kawat, paku dan proses pengecilan diameter benda kerja. Untuk pengkajian penarikan logam dapat dikatakan sangat sedikit dilakukan sampai sekarang ini. Informasi mengenai penarikan ini masih sulit ditemukan dalam bentuk tulisan ilmiah yang diterbitkan pada jurnal dan informasi hanya dapat diperoleh dari text book yang diterangkan pada sub bagian saja.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan di atas dapat dirumuskan hasil penelitian kajian proses dingin kawat aluminium 5052-O mengalami efek regangan dan tegangan dan pengaruh kemiringan sudut *die* terhadap proses penarikan kawat aluminium 5052-O.

## 1.3 Batasan Masalah

Dari latar belakang yang dipaparkan diatas adapun tujuan penelitian yang akan dicapai dari batasan masalah yaitu;

- 1) Untuk membandingkan pengaruh kemiringan sudut cetakan terhadap proses penarikan dingin kawat terhadap gesekan.
- 2) Menganalisis parameter-parameter yang terjadi pada uji penarikan kawat (*wire drawing*) seperti: gaya penarikan, regangan penarikan, tegangan Penarikan.
- 3) Pembuatan simulasi dengan menggunakan *software ansys*.

## 1.4 Tujuan

Melakukan kajian ulang penarikan dingin kawat secara metode numerik dengan menggunakan perangkat lunak *Ansys* untuk membandingkan hasil nilai perbandingan dari kajian yang sebelumnya dilakukan secara teoritis atau manual.

## 1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil nilai perubahan yang terjadi cacat dalam proses penarikan kawat aluminium 5052-O dan proses hubungan antara tegangan dan regangan yang terjadi pada material maka perlu untuk dilakukan kajian secara metode numerik dengan menggunakan *Software Ansys*.

## 1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang dibuat penulis dalam menyelesaikan Tugas Sarjana ini adalah sebagai berikut:

- BAB 1 :PENDAHULUAN  
Pada bab ini dijelaskan tentang latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.
- BAB 2 :TINJAUAN PUSTAKA  
Pada bab ini dibahas mengenai proses penarikan dingin kawat aluminium 5052-O terhadap sudut cetakan dan menggunakan sudut 35°-45°.10 variasi
- BAB 3 :METODE PENELITIAN  
Pada bab ini dibahas mengenai tempat dan waktu penelitian, bahan benda uji, peralatan, kerangka

konsep berfikir, tahap pengamatan dan pengolahan data.

- BAB 4 :ANALISA DAN PEMBAHASAN HASIL  
Pada bab ini dibahas mengenai analisa perubahan dan cacat yang terjadi dari akibat proses penarikan dingin kawat aluminium 5052-O.
- BAB V :KESIMPULAN DAN SARAN  
Pada bab ini menguraikan suatu kesimpulan yang dapat diambil dari pembahasan bab sebelumnya serta saran – saran dari penulis untuk kemajuan penulisan tugas akhir ini
- DAFTAR PUSTAKA :Pada bab ini menguraikan sumber referensi yang digunakan dalam penelitian ini.



## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Umum Pembentukan Logam**

Teknik pembentukan logam adalah terjemahan dari Metal Forming (Inggris), *Umformtechnik* (Jerman) atau *Vormgevingstechniek* (Belanda). Prinsip dasar pembentukan logam adalah melakukan perubahan bentuk pada benda kerja dengan cara memberikan gaya luar sehingga terjadi deformasi plastis. Beberapa contohnya adalah pengerolan (*rolling*), tempa (*forging*), ekstrusi (*extruding*), penarikan kawat (*wire drawing*), penarikan dalam (*deep drawing*), dan lain-lain.

Dalam proses pembentukan logam, seperti telah dikemukakan di atas, perubahan bentuk terhadap benda kerja dilakukan dengan deformasi plastis. Untuk itu diperlukan gaya pembentukan yang akan mengubah bentuk benda kerja secara permanen. Dalam proses pembentukan logam inipun digunakan perkakas (*tooling*) yang fungsinya memberikan gaya terhadap benda kerja, serta mengarahkan perubahan bentuknya. Terjadinya deformasi plastis dan hal inilah yang membedakannya dari proses pengecoran.

Bila dibandingkan dengan proses pemesinan yang menghasilkan geram, proses pembentukan sering pula disebut dengan pembentukan tanpa geram (*chipless forming*). Kedua proses memang memakai gaya luar untuk mengubah bentuk. Proses pemesinan menggunakan gaya potong pada perkakas potong, sedangkan proses pembentukan memerlukan gaya yang menghasilkan perubahan bentuk plastis pada benda kerja.

Keempat proses pengerjaan tersebut yaitu : pengecoran, pembentukan, pemesinan dan pengelasan, sering diperlukan sebagai suatu mata rantai proses yang berurutan, dalam arti bahwa gabungan beberapa proses diperlukan untuk membuat suatu benda kerja. Atau mungkin juga proses - proses tersebut merupakan berbagai alternatif.

## **2.2 Klasifikasi Proses Pembentukan Logam**

Dalam industri digunakan banyak jenis proses pembentukan logam. Untuk mempermudah pengkajian, proses-proses tersebut di klasifikasikan dengan berbagai cara yaitu :

1. berdasarkan daerah temperatur pengerjaan
2. berdasarkan jenis gaya pembentukan
3. berdasarkan bentuk benda kerja
4. berdasarkan tahapan produk.

Masih ada pula cara klasifikasi yang lain, yaitu misalnya yang di dasarkan atas jenis mesin ataupun sumber energi yang digunakan untuk proses pembentukan

## **2.3 Klasifikasi Berdasarkan Temperatur Pengerjaan.**

Menurut temperature pengerjaannya, proses pembentukan dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok yaitu:

1. pengerjaan panas (*hot working*)
2. pengerjaan dingin (*cold working*)

Pada awalnya batasan kedua kelompok tersebut hanyalah didasarkan atas ada atau tidaknya proses pemanasan benda kerja. Namun bila ditinjau dari segi metalurgis, hal ini tidak sepenuhnya benar.

Batasan yang berlaku lebih umum adalah yang didasarkan pada temperatur rekristalisasi logam yang diproses dengan suhu temperatur 150°C. Hal ini memang berkaitan dengan ada atau tidaknya proses pelunakan selama proses berlangsung.

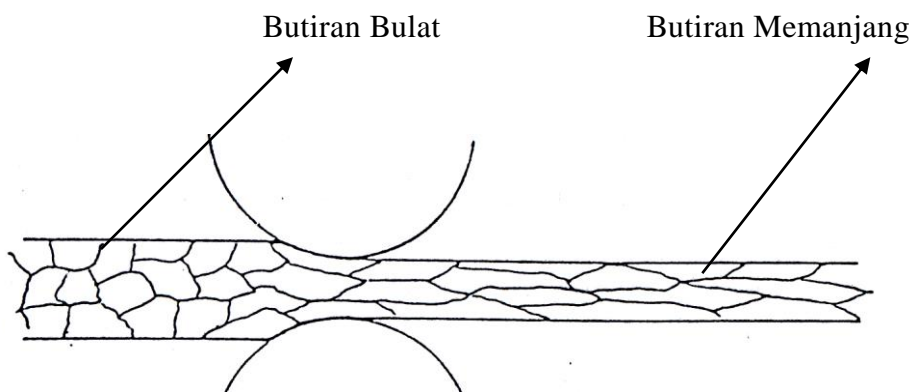
Sifat logam yang akan dibentuk sesuai perencanaan merupakan hal yang sangat penting pada teknologi modern seperti sekarang ini, misalnya proses pembuatan batang, lembaran, tabung, kawat dan lain-lain.

### **2.3.1. Proses Deformasi Plastis.**

Prinsip dasar pembentukan logam adalah melakukan perubahan bentuk pada benda kerja dengan cara memberikan gaya luar sehingga terjadi deformasi plastis. Semua proses pembentukan logam seperti pengerolan, ekstrusi dan tempa yang menimbulkan deformasi plastis. Tegangan yang bekerja pada operasi pembentukan yang mengakibatkan terjadi deformasi plastis adalah tegangan geser. Tegangan geser ini sangat penting karena tegangan tersebut timbul pada proses pembentukan. Pembahasan ini menunjukkan tegangan geser yang menimbulkan deformasi plastis dan gaya yang bekerja pada bahan akan mempengaruhi perilaku sifat mekanik material.

### 2.3.2. Proses Pemesinan.

Proses pemesinan menghasilkan bentuk yang di inginkan dengan memotong bagian-bagian tertentu dari benda kerja melalui proses pemesinan. Sebagian besar proses pemesinan dilakukan peregangan setempat hingga patah dengan menggunakan gerakan relatif antara perkakas dan benda kerja. Walaupun energi mekanik merupakan masukan untuk sebagian besar proses pemesinan, beberapa proses pemotongan logam yang baru menggunakan sumber energi kimia, listrik atau termal. Pemesinan biasanya dilakukan untuk menghasilkan bentuk dengan toleransi dimensi yang tinggi, permukaan halus dan geometri yang rumit.



Gambar 2.1. Mekanisme terjadinya pengerasan regangan akibat distorsi butiran pada pengerjaan dingin.

Meskipun demikian, proses pengerjaan dingin tetap menempati kedudukannya yang khas, dalam rangkaian proses pengerjaan. Langkah deformasi yang awal biasanya adalah pada temperatur tinggi, misalnya proses penarikan

panas. Balok ingot, billet atau pun slab dirol panas menjadi bentuk yang lebih tipis, misalnya kawat. Pada tahapan tersebut deformasi yang dapat diberikan adalah relatif besar. Namun proses penarikan panas ini tidak dapat dilanjutkan pada kawat yang relatif tipis. Memang mungkin saja suatu gulungan kawat dipanaskan terlebih dahulu sampai temperaturnya melewati temperatur rekristalisasi. Akan tetapi bila kawat tersebut di drawing, maka temperaturnya akan cepat turun sampai di bawah temperatur rekristalisasi. Hal ini disebabkan oleh besarnya panas yang berpindah dari kawat ke sekitarnya. Kawat yang tipis akan lebih cepat mengalami penurunan temperatur dari pada kawat yang tebal.

Dari uraian tersebut jelaslah bahwa proses deformasi yang dapat dilakukan pada benda kerja yaitu benda yang luas permukaan spesifiknya besar yakni luas permukaan dibagi dengan volume. Beberapa contohnya adalah proses pembuatan kawat tipis (*sheet*) dengan penarikan dingin, proses pembuatan kawat dengan proses penarikan kawat (*wire drawing*), serta seluruh proses pembentukan terhadap kawat.

Keunggulan proses pengerjaan dingin adalah kondisi permukaan benda kerja yang lebih baik dari pada yang diproses dengan pengerjaan panas. Hal ini disebabkan oleh tidak adanya proses pemanasan yang dapat menimbulkan kerak pada permukaan.

Keunggulan lainnya ialah naiknya kekerasan dan kekuatan logam sebagai akibat pengerjaan dingin. Namun hal ini diikuti pula oleh suatu kerugian, yaitu makin getasnya logam yang dideformasi dingin.

Sifat-sifat logam dapat diubah dengan proses perlakuan panas (*heat treatment*). Perubahan sifat menjadi keras dan getas akibat deformasi dapat dilunakkan dan diuletkan kembali dengan proses anil (*annealing*).

Peran logam yang penting pada teknologi modern sangat dominan disebabkan kemudahan pembentukannya menjadi bentuk-bentuk yang berguna misalnya batang dan lembaran.

Logam yang digiling, diesktrusi atau ditarik dibawah suhu rekristalisasi dikatakan telah mengalami pengerjaan dingin. Logam pada umumnya mengalami pengerjaan dingin pada suhu ruang, meskipun perlakuan tersebut mengakibatkan kenaikan suhu. Pengerjaan panas yang dilakukan pada logam dalam keadaan plastis dapat menyebabkan terjadinya penghalusan butiran, sedangkan pengerjaan dingin dapat meningkatkan kekuatan dan menghaluskan permukaan logam. Logam berbentuk kristal dan terdiri dari butir-butir yang tidak beraturan dengan besar berbeda. Hal ini akan tampak jelas dibawah mikroskop setelah logam dipolish dan dietsa.

Ketika logam mengalami pengerjaan dingin, terjadilah perubahan yang menyolok pada struktur butir, terjadi perpecahan butir, pergeseran atom-atom dan distorsi gambar 2.1. diatas.

Untuk pengerjaan dingin diperlukan tekanan yang lebih besar dari pada pengerjaan panas. Logam mengalami deformasi tetap bila tegangan melebihi batas elastis, karena tidak mungkin terjadi rekristalisasi selama pengerjaan dingin, tidak terjadi pemulihan dari butir yang mengalami distorsi atau perpecahan.

Kemampuan pengerjaan dingin yang dapat dialami logam tertentu tergantung pada keuletannya, makin ulet makin besar jumlah pengerjaan dingin

yang dialaminya. Logam murni lebih mudah mengalami deformasi dari pada paduan, karena penambahan unsur paduan cenderung meningkatkan gejala pengerasan regangan akibat pengerjaan dingin. Di dalam logam timbul tegangan yang cukup besar, tegangan ini disebut tegangan sisa.

Tegangan-tegangan ini tidak dikehendaki oleh karena itu untuk menghilangkannya, logam harus dipanaskan dibawah daerah suhu rekristalisasi. Regangan dapat ditiadakan tanpa terjadi perubahan yang berarti pada sifat-sifat fisik atau struktur butir. Pemanasan di daerah suhu rekristalisasi dapat meniadakan pengaruh pengerjaan dingin, dan kembali kekeadaan semula.

Hal-hal tersebut diatas tidak selalu terjadi, sebagai contoh dapat dikemukakan proses seperti penekukan, penarikan dan penekanan pada logam yang akan menyebabkan terjadinya distorsi butir dan perubahan dalam sifat fisik, sedangkan seperti penguntingan atau pemotongan hanya mengubah bentuk dan ukuran belaka. Oleh karena itu secara umum yang dimaksudkan dengan proses pengerjaan dingin adalah penggilingan, penarikan dan ekstrusi.

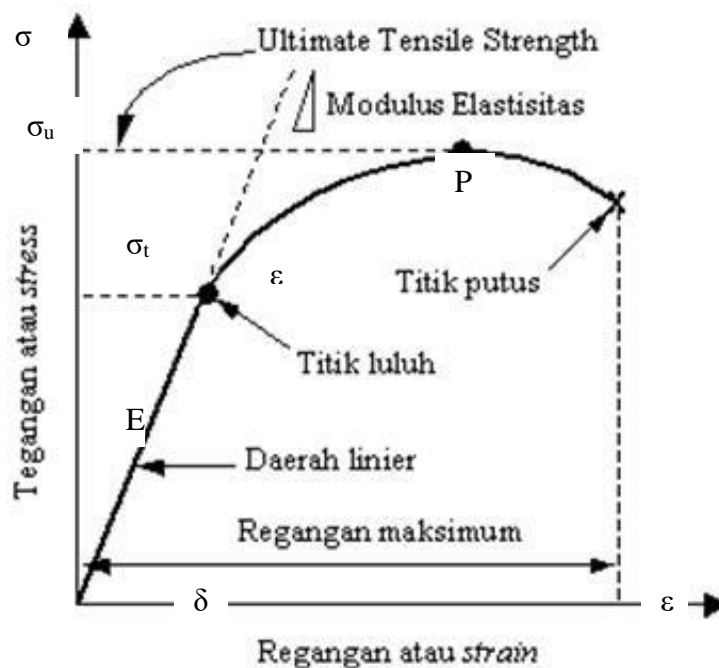
Operasi penarikan meliputi penarikan logam yang melalui cetakan oleh gaya tarik yang bekerja pada bagian keluar cetakan. Aliran plastis terutama disebabkan oleh gaya tekan atau tarik yang timbul sebagai reaksi logam terhadap cetakan.

Pada dasarnya proses perubahan bentuk pada operasi penarikan didasarkan pada luas penampang batang atau kawat direduksi melalui lubang cetakan yang ditarik. Prinsip penarikan untuk proses ini sama dengan ekstrusi, perbedaan proses penarikan melalui cetakan penarikan oleh gaya tarik, sedangkan proses ekstrusi ditentukan oleh gaya tekan pembentukan yang melalui cetakan.

Di sini sifat-sifat fisik yang diharapkan dari proses penarikan kawat adalah

1. Struktur kristalnya ; dimana untuk mengetahui bervariasinya struktur dengan berubahnya temperatur atau komposisi yang dapat memberikan gambaran struktur logam.
2. Kepadatan (densitas) ; dimana sifat ini dapat didefinisikan sebagai berat persatuan volume bahan dan mengalami kenaikan dengan bertambahnya bilangan atom pada setiap sub kelompok.

Untuk melakukan penarikan kawat yang perlu diperhatikan adalah daerah kerja dari proses penarikan tersebut dapat dilaksanakan. Hal ini dapat dilihat pada diagram tegangan regangan. Daerah kerja dari proses penarikan ini terletak pada daerah plastis, yaitu pada tegangan diatas batas elastis kira-kira terletak diantara 85% sampai 95%, dari kekuatan tarik maksimum bahan, dimana diagram tegangan-regangan sebagai berikut :



Gambar. 2.2. Grafik Tegangan-Regangan



Keterangan gambar :

$\sigma_u$  : Tegangan tarik maksimum bahan ( $\text{Kg/mm}^2$ )

$\sigma_t$  : Tegangan tarik bahan ( $\text{Kg/mm}^2$ )

$\delta$  : Daerah tegangan kerja

$\varepsilon$  : Regangan bahan (%)

E : Batas proposional bahan (elastisitas)

P : Batas luluh bahan (Yield Point)

#### **2.3.4. Pengertian Aluminium 5052-O**

Aluminium adalah logam unsur kimia berlimpah yang secara luas digunakan di seluruh dunia untuk berbagai produk. Banyak konsumen berinteraksi dengan beberapa bentuk itu setiap hari, terutama jika mereka aktif di dapur. Unsur ini memiliki nomor atom 13, dan diidentifikasi dengan simbol Al pada tabel periodik unsur. Hal ini diklasifikasikan dalam logam miskin, berbagi milik kelenturan ekstrim dengan logam seperti timah dan timah. Standar ejaan internasional adalah aluminium. Sejarah elemen ini sebenarnya cukup lama. Berbagai bentuk telah digunakan selama berabad-abad; aluminium oksida, misalnya, muncul dalam tembikar dan glasir dari Mesir kuno. Bangsa Romawi juga digunakan, dalam bentuk zat yang mereka sebut tawas. Pada tahun 1800, Hans Christian Oersted terisolasi bentuk tidak murni dari elemen, dan ia diikuti oleh Friedrich Wohler, yang berhasil mengisolasi bentuk murni pada tahun 1827. Pada awalnya, para ilmuwan percaya bahwa aluminium sangat langka dan sulit untuk mengekstrak, dan logam itu pada satu titik yang sangat berharga. Beberapa patung dari tahun

1800-an menggambarkan keyakinan ini sering diadakan. Pada tahun 1886, bagaimanapun, seorang mahasiswa Amerika bernama C.M. Hall dan seorang Prancis bernama Paul Herout mengembangkan proses untuk peleburan bijih untuk mengekstrak aluminium berharga mereka. Metode Hall Heroult sekarang banyak digunakan di seluruh dunia untuk mengisolasi elemen dari bijih seperti bauksit. Jauh dari menjadi langka, aluminium sebenarnya unsur paling umum ketiga dalam kerak bumi, dan itu adalah yang paling umum elemen logam di Bumi. Dalam bentuk murni, aluminium keperakan putih dan sangat ringan. Unsur ini memadukan mudah untuk membuat ringan tapi sangat kuat paduan, dan melakukan kedua panas dan listrik yang sangat baik. Selain itu, itu adalah non-magnetik, yang dapat menjadi properti yang sangat berguna dalam beberapa aplikasi. Menggunakan segudang untuk logam dan senyawanya termasuk pembuatan mobil, konstruksi, cat, kemasan, peralatan masak, antasid, antiperspirant, dan astringent.

#### **2.4. Benda Kerja (Material)**

Material yang digunakan dalam proses *drawing* ini adalah material yang memiliki sifat strain *hardening*, maka material benda kerja yang dipakai dapat dilihat pada ( lampiran 1).

#### **2.5. Penarikan Dingin Kawat ( *Cold Wire Drawing* )**

*Wire drawing* adalah proses pengerjaan penarikan kawat yang akan berakibat terjadi tegangan dalam logam struktur butiran mengalami distorsi atau perpecahan kekerasan dan kekuatan dari logam meningkat suhu

rekristalisasi logam meningkat penyelesaian permukaan logam lebih baik dan dapat diperoleh toleransi dimensi yang lebih baik.

Bila deformasi yang besar, maka benda kerja akan retak akibat sifat getasnya. Hal tersebut diatas tidak selalu terjadi sebagai contoh dapat dikemukakan proses penekukan, penarikan menyebabkan terjadinya distorsi butir dan perubahan dalam sifat fisik. Maka dari semua secara umum proses pengerjaan



Gambar. 2.3. Penarikan Kawat

## 2.6. Proses Pengerjaan Dingin

Dari paparan diatas namun hal-hal tersebut tidak selalu terjadi, sebagai contoh dapat dikemukakan proses seperti penekukan, penarikan dan penekanan logam menyebabkan terjadinya distorsi butir dan perubahan dalam sifat fisik sedang proses seperti pengguntingan atau pemotongan hanya mengubah bentuk dan ukuran benda. Oleh karena itu secara umum, yang dimaksud dengan proses pengerjaan dingin adalah: Penggilingan, penarikan, dan ekstrusi. Operasi pengerjaan dingin secara menyeluruh dapat dilihat pada table. ( lampiran 2 )

## **2.7. Proses Pengerjaan Panas**

Pengerjaan pada logam merupakan proses deformasi yang dilakukan pada kondisi temperature dan laju regangan tertentu sehingga proses deformasi dan proses recovery terjadi secara bersamaan. Proses deformasi dilakukan atas temperature rekristalisasi. Pada temperatur ini, pengerasan regangan dan struktur butir yang deformasi akan segera tergantikan dengan struktur baru bebas regangan. Selama proses deformasi akan terjadi proses rekristalisasi dari butiran-butiran yang terdeformasi, sehingga benda kerja tidak mengalami pengerasan regangan atau selalu dalam keadaan bebas regangan dan lunak. Dengan demikian tingkat deformasi yang dapat dilakukan semakin besar dengan semakin tingginya temperature.

## **2.8. Mekanisme Penarikan Kawat**

Mekanisme proses penarikan kawat ini terbagi atas 2 cara, yaitu cara bertahap dan secara kontiniu.

### **1. Secara bertahap**

Suatu gulungan kawat yang ditarik dengan salah satu ujungnya dimasukkan ke lubang penarik melewati lubang die secara berulang-ulang dengan penggunaan die sampai yang kecil agar mendapat ukuran kawat yang diinginkan.

### **2. Secara kontiniu**

Kawat yang ditarik melalui beberapa die dengan rel penarik kawat mengalami deformasi maksimal sebelum memerlukan pengerjaan dingin. Disamping itu pada proses penarikan secara bertahap mempunyai keuntungan, karena kalau melakukan proses penarikan secara kontiniu dimana kawat pada

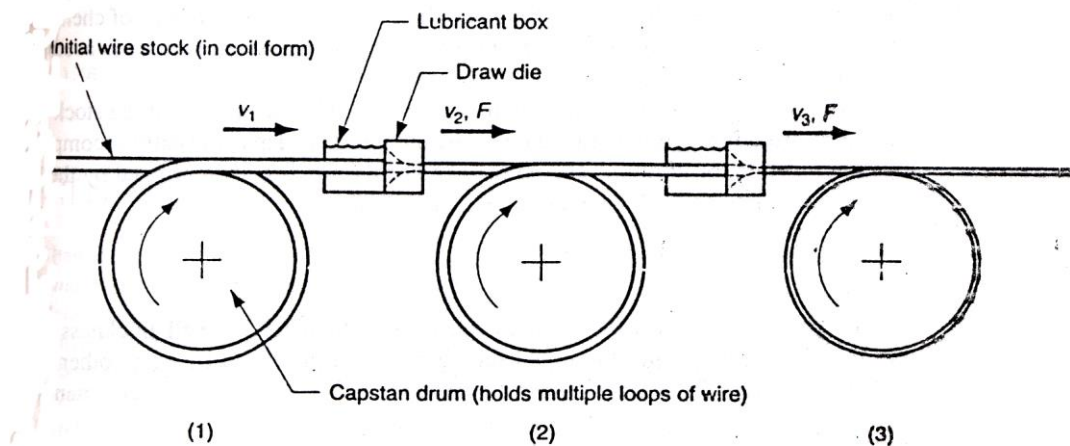
lubang die yang pertama akan tertahan dan seterusnya ditarik kembali secara kontiniu melewati beberapa die berakibat kawat tersebut akan menjadi putus, semua itu terjadi kawat mengalami regangan yang besar akibat tegangan tarik yang berkelanjutan.

## 2.8. Mesin Penarikan Kawat

Pada mesin penarikan kawat ini ada beberapa proses untuk operasi penarikan, diantaranya single draft dan multiple draft. Proses kedua penarikan itu pada prinsipnya sama, tetapi perbedaannya terletak pada mekanisme operasi penarikan.

### 2.8.1. Single Draft Mesin

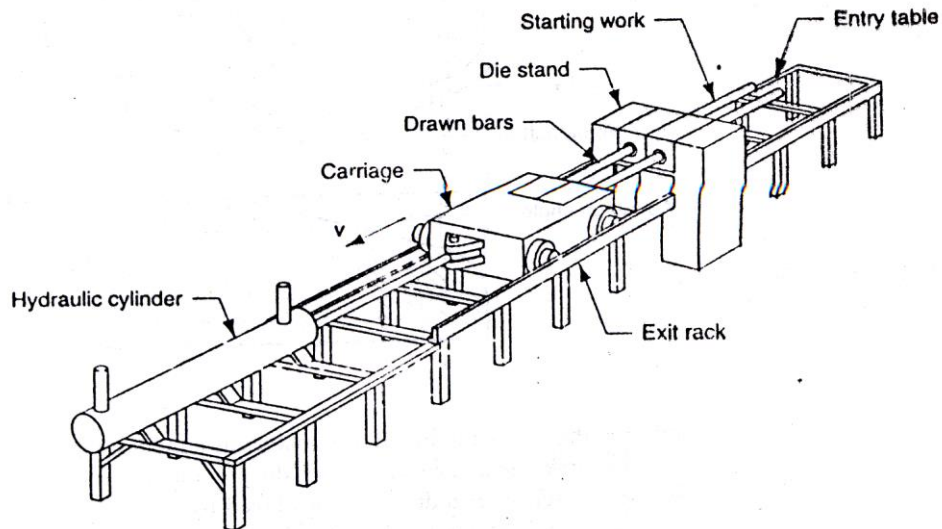
Mesin penarikan kawat ini mempunyai satu dies, untuk operasi penarikan single draft mesin menggunakan motor atau hidrolis sebagai penarik dan kedudukan dies berdiri.



Gambar 2.4. Single Draft Mesin.

### 2.8.2. Multiple Draft Mesin

Pada multiple draft mesin operasi penarikan untuk material akan melalui beberapa dies, sedangkan kedudukan dies berada diantara drum. Mesin multiple draft menggunakan motor dengan gaya tarik material yang besar..



Gambar 2.5. Multiple Draft Mesin.

### 2.8.3. Bagian dan Single Draft Mesin

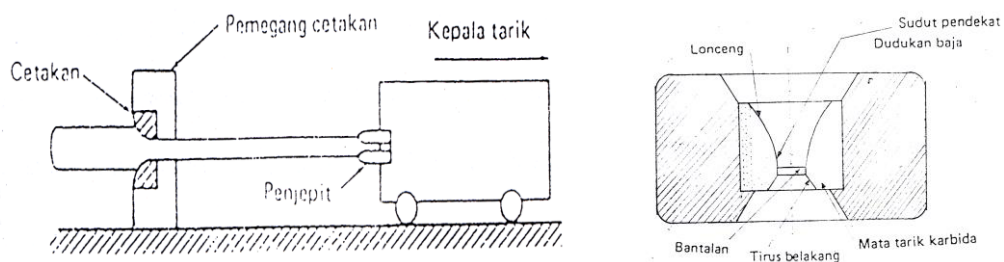
Single draft mesin memiliki kontruksi yang berbeda dengan multi draft mesin. Sedangkan kontruksi single draft memiliki perlengkapan untuk operasi penarikan antara lain :

- Meja tempat dudukan material
- Dudukan die
- Blok penarik
- Jalur rel blok penarik
- Hidrolik (daya penarik)

Pada operasi penarikan single draft mesin, umumnya material yang diameter besar yang ditarik sebab hasil dari penarikan material tidak digulung. Prinsip penarikan batang dan kawat pada dasarnya sama, walaupun peralatan yang digunakan berbeda untuk product yang berlainan.

Batang dan tabung tidak dapat digulung diproduksi pada mesin tarik. Batang yang telah dibentuk salah satu ujungnya sesuai dengan ukuran diameter dalam dies yang diinginkan dimasukkan kedalam cetakan dan dijepit pada kepala tarik. Kepala tarik digerakkan oleh rantai atau digerakkan oleh mekanisme hidrolis.

Penampang melintang suatu cetakan tarik atau mekanisme penarik terdapat pada tempat masuk cetakan berbentuk sedemikian rupa sehingga kawat yang masuk poci akan menarik pelumas sekaligus. Bentuk konis meningkatkan tekanan hidrostatis dan memindahkan aliran pelumas. Sudut datang adalah bagian dari cetakan dimana terjadi reduksi diameter. Sudut cetakan merupakan parameter proses yang penting. Daerah bantalan tidak menghasilkan reduksi tetapi menambah gesekan pada kawat.



Gambar 2.6. Penampang Cetakan Tarik

Fungsi utama daerah-daerah bantalan adalah memungkinkan dibersihkannya daerah konis tanpa perubahan dimensi cetakan keluar. Tirus belakang (back relief) memungkinkan bahan mengembang sedikit sewaktu logam tersebut keluar dari cetakan (*dies*). Gerakan juga akan berkurang andaikan penarikan terhenti atau cetakan tidak sebaris. Pada saat ini sebagian besar die tarik dibuat dari karbida tungsten atau intan industri (untuk kawat halus). Maka mata tarik (*dies nib*) terletak dalam dudukan baja yang tebal.

Tahap berikutnya adalah persiapan batang agar pelumasan efektif. Untuk menghasilkan kawat kekuatan tinggi, diperlukan pelapisan yang lunak. Bahan ini dipergunakan disamping pelumas seperti sabun pada penarikan kering.

Timbulnya panas pada operasi tarik adalah suatu masalah umum. Meskipun penarikan batang dan kawat biasanya dilakukan secara dingin, deformasi plastis dan gesekan akan menaikkan suhu (temperatur) kawat hingga beberapa derajat celcius. Sebagian dari panas tadi dilepaskan pada pendinginan antara pas karena panas yang diserab cetakan sedikit sekali, maka kenaikan suhu bisa besar.

Kawat yang bukan besi dan kawat baja karbon rendah, dihasilkan dari sejumlah temperatur yang bervariasi dari yang sangat lunak hingga yang sangat keras. Kadang-kadang diperlukan proses pelunakan antara, tergantung pada jenis logam dan reduksi yang diinginkan. Kawat baja mengalami perlakuan panas khusus yang disebut patenting. Proses ini terdiri dari pemanasan di atas suhu kritis dan disusul dengan pendinginan yang dikendalikan atau transformasi pada suhu .



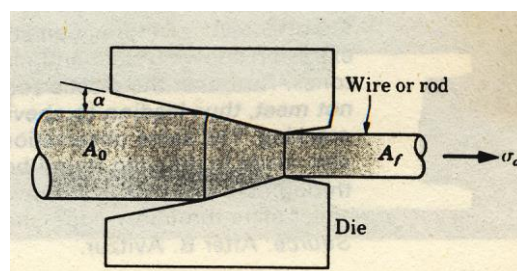
#### 2.8.4. Proses Penarikan

Proses penarikan yang dibahas dibatasi pada perubahan-perubahan bentuk ( deformasi) yang hanya dipengaruhi oleh gaya luar (gaya tarik), material yang homogen, dan material hanya mengalami deformasi plastis ideal. Out put dari penarikan (drawing) ini dapat menghasilkan data-data dengan parameter seperti gaya tarik yang tepat, kekuatan (strength), gaya gesek dengan dimensi reduksi dan sudut dalam dies yang berbeda dan pengaruhnya terhadap perubahan sifat mekanik benda kerja.

Proses penarikan meliputi penarikan logam yang melalui cetakan oleh gaya tarik yang bekerja pada bagian luar cetakan. Aliran plastis terutama disebabkan oleh gaya tekanan yang timbul sebagai reaksi logam terhadap cetakan (*die*).

#### 2.9. Analisa Proses Penarikan Dingin Kawat

Proses pembentukan ini adalah dengan menarik batang kawat melewati cetakan yang disebut juga die dengan bentuk konvergen seperti pada gambar 2.7 dibawah ini.



Gambar 2.7. Dies dengan Variabel Pembentukannya

## 2.10. Gaya –Gaya dan Tegangan Pembentukan

Variabel-variabel utama pada proses pembentukan penarikan dingin kawat adalah tingkat reduksi (pengecilan penampang), sudut die tegangan  $\sigma_d$  dan gesekan. Seperti pada gambar 2.7.

Untuk batang bentuk silindris atau kawat, tegangan penarikan  $\sigma_d$  pada kasus-kasus deformasi sederhana (tanpa memperhitungkan gesekan dan kerja berlebih – *redundant work*) dapat diperoleh dengan pendekatan persamaan harga tegangan tarik dengan metode energi deformasi seragam diberikan oleh persamaan :

$$\sigma = Y_f \cdot L_n \frac{A_o}{A_f} \quad ; \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :  $Y_f$  = Tegangan alir rata-rata bahan

$k$  = Koefisien tegangan ( MPa )

$n$  = ekponen pengerasan regangan

Sedangkan tinjauan dari aspek tingkat reduksi maka pada mesin penarikan kawat dan batang, tegangan dan daya yang menentukan proses. Pada operasi penarikan ini perbedaan ukuran yang menghasilkan reduksi, dengan persamaan berikut :

$$r = \frac{A_o - A_f}{A_o} \times 100\% \quad ; \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :  $r$  = reduksi penarikan

$A_o$  = luas penampang awal (mm )

$A_f$  = luas penampang akhir (mm )

$$\varepsilon = L_n \frac{A_o}{A_f} = L_n \frac{1}{1-r} \times 100\% \quad ; \dots\dots\dots(2.3)$$

Adapun regangan tarik pada penarikan ujung kawat dapat diperoleh dengan persamaan diambil dari sumber : Kalpakjian, S, *Manufacturing proses for engineering and technology., third edition, Addison Wesley Publishing Company.1995*

$$\sigma_d = Y_f \left(1 + \frac{\mu}{\tan \alpha}\right) \phi \ln \frac{A_0}{A_f} \times 100\% \quad ; \quad \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :  $\sigma_d$  = Tegangan tarik (Kg/mm<sup>2</sup>)

$Y_f$  = tegangan alir rata-rata bahan

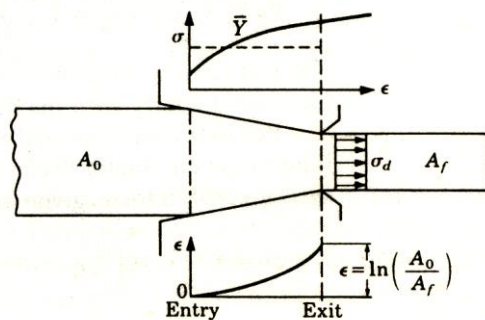
$\mu$  = Koefisien gesek

$\alpha$  = Sudut dies (derajat)

$\phi$  = Faktor kerja deformasi yang tidak homogen  
 = 0.88 sampai 0.12 D/Lc

$A_0$  = luas penampang awal (mm)

$A_f$  = luas penampang akhir (mm)



Gambar 2.8. Distribusi tegangan alir yang terjadi pada die dan benda kerja

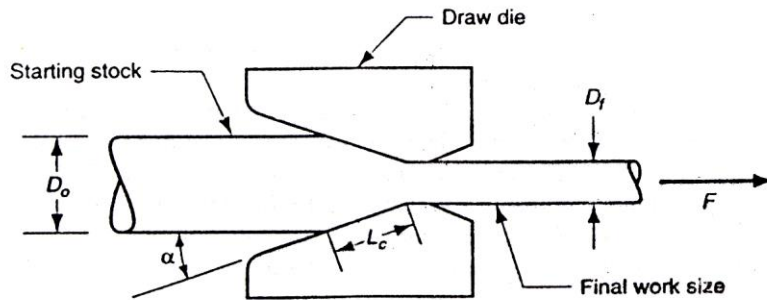
Sedangkan D dan Lc dapat dicari dari persamaan sbb:

$$D = \frac{D_o + D_f}{2} \quad ; \quad \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana : D = Diameter kawat (mm)

$$L_c = \frac{D_o - D_f}{2 \sin \alpha} \quad ; \quad \dots\dots\dots(2.6)$$

Lc = Panjang permukaan kontak dengan die (mm)



Gambar 2.9. Dies dengan rasio panjang permukaan kontak

Maka dari persamaan diatas dapat ditentukan gaya penarikan adalah:

$$F = A_f \cdot \sigma_d = A_f \cdot Y_f \left( 1 + \frac{\mu}{\tan \alpha} \right) \phi \cdot L_n \cdot \frac{A_o}{A_f} \quad ; \quad \dots\dots\dots(2.7)$$

### 2.11. Persamaan Tegangan Alir

Pada Pengerjaan Dingin :

Tegangan alir logam hanya dipengaruhi oleh regangan ( $\epsilon$ ) sehingga  $\sigma_o = f(\epsilon)$ .

Pengaruh regangan dapat didekati dengan fungsi matematis :

$$\sigma_o = K \cdot \epsilon^n$$

Dimana :  $\sigma_o$  = Tegangan alir

K = Tegangan alir pada  $\epsilon = 1,0$

$\epsilon$  = Regangan

n = Koefisien strain-hardening =  $0,10 \div 0,50$

## **BAB 3**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1. Waktu Dan Tempat**

1) Waktu penelitian dimulai dari sejak pengesahan usulan judul tugas sarjana oleh Prodi Teknik Mesin UMSU sampai batas waktu dinyatakan selesai oleh dosen pembimbing yang bersangkutan.

2) Tempat dilaksanakan penelitian tugas sarjana ini adalah laboratorium Teknik Mesin UMSU dan laboratorium komputer Teknik Mesin UMSU.

#### **3.2. Alat Yang Digunakan**

Alat yang diperlukan sebagai berikut :

1 Buah Laptop

Laptop adalah alat yang sangat dibutuhkan untuk membantu menulis laporan dan menghitung hasil perhitungan data yang telah didapat.

Spesifikasi: 1. LCD 14 Inchi

2. Processor Intel ® Core <sup>TM</sup>i3

3. RAM 2 GB

4. O.S. Windows 7 Ultimate Service Pack 1, 64 bit

Software: 1. ANSYS R 15

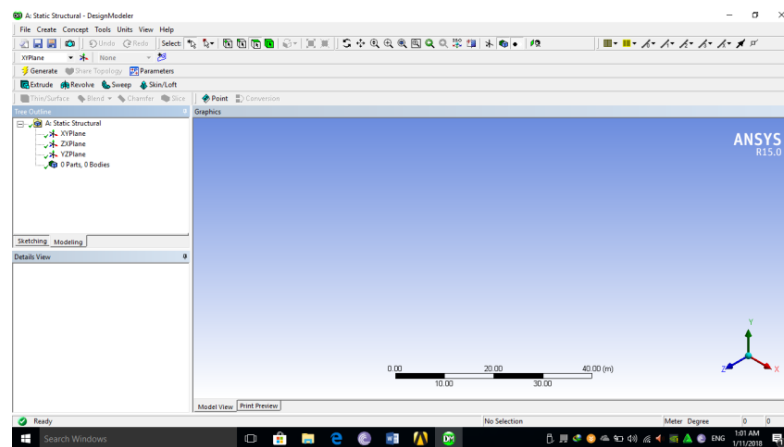
- RAM 2 GB

- O.S. Windows 7, 64 bit + Service Pack 1

### 3.3. Penggambaran Model (ANSYS)

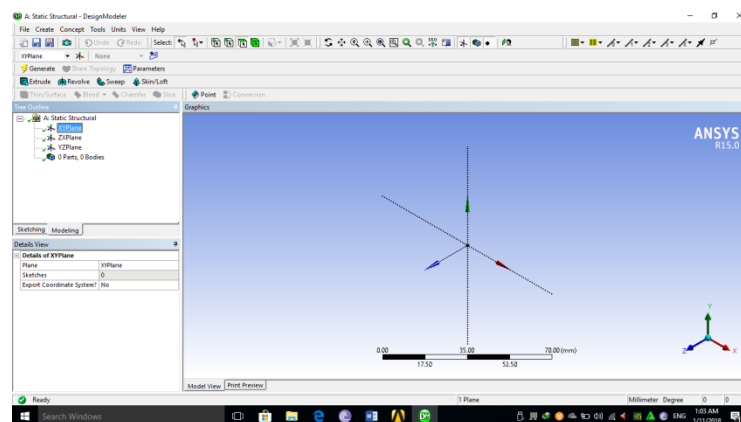
Adapun langkah untuk mengenali benda kerja di ansys, dengan menggunakan material kawat aluminium 5052-O diameter awal 6,5 mm dan diameter akhir 5,24 mm, yang akan dijelaskan di bawah ini

1. Kita jalankan aplikasi ANSYS yang bernama *Workbench*, maka akan terbuka jendela program seperti di bawah ini



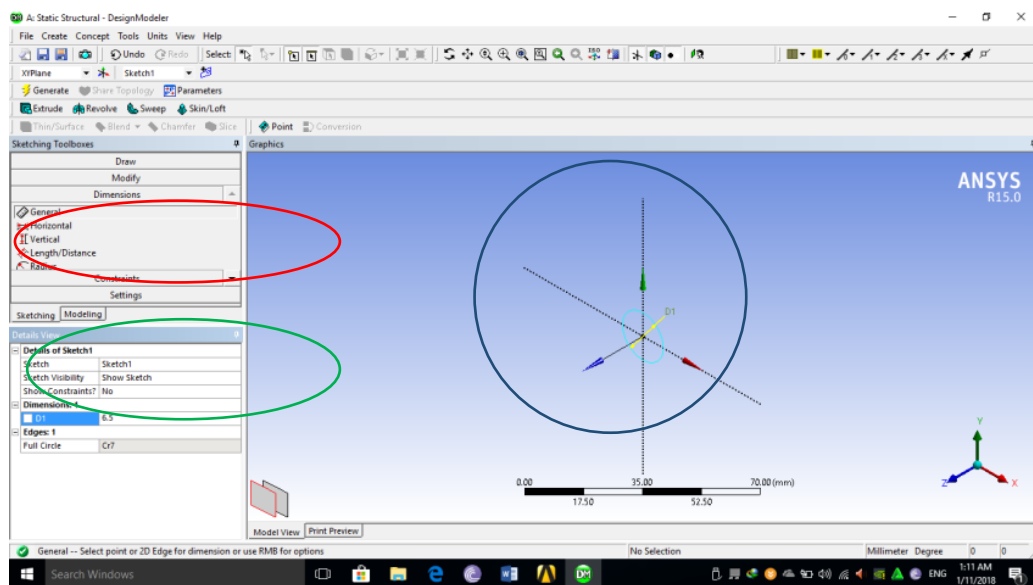
Gambar 3.1. Jendela program untuk mendesain

2. kita akan melakukan langkah mendesain. Pertama kita membuat lingkaran di titik XY Plane



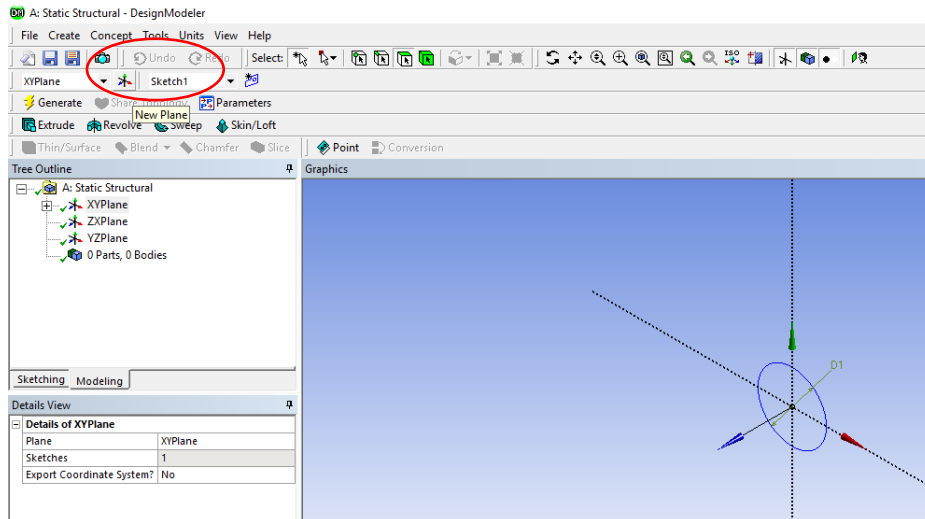
Gambar 3.2. Tahap awal membuat lingkaran

- Setelah itu kita klik sketching, pilih bagian draw, lalu pilih circle. Kita kan menggambar lingkaran. Gambar lingkaran di titik pusat untuk mempermudah mengatur gambar. Untuk diameter lingkaran akan diatur di tahap selanjutnya lalu sekarang kita akan mengatur diameter lingkaran dengan cara klik bagian dimensions lalu klik general. Setelah mengklik tersebut kita klik lingkaran yang telah kita buat sebelumnya lalu seting besaran tersebut menjadi 6.5 milimeter



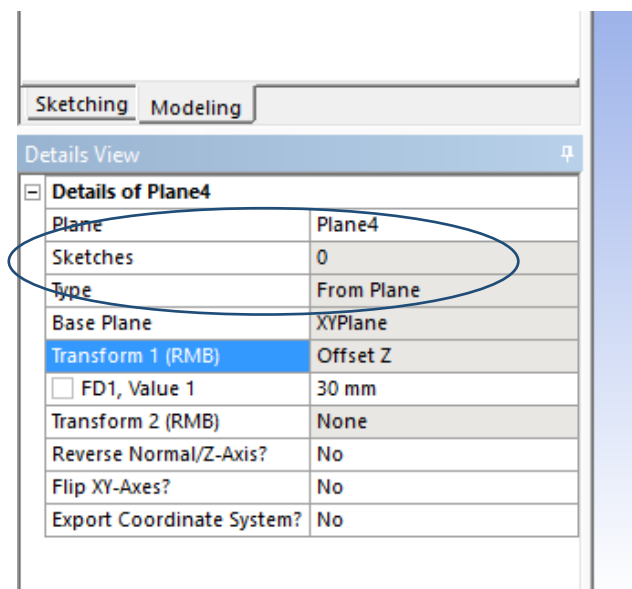
Gambar 3.3. Mengatur diameter lingkaran

- Selanjutnya kita akan membuat lingkaran baru lagi, tapi kita akan membuatnya di plane yang berbeda. Dengan tujuan untuk tahap selanjutnya pada saat melakukan pembentukan 3 dimensi.



Gambar 3.4. Membuat lingkaran baru dengan plane berbeda

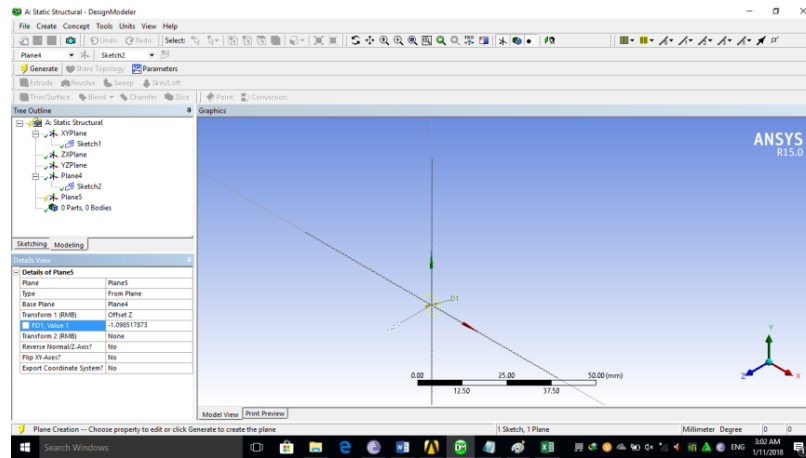
5. Setelah mengkil tersebut akan keluar pengaturan untuk setingan plane baru seperti dibawah ini. Dan seting new plane tersbut seperti dibawah ini. Pada bagan Transform pilih offset z yang berarti bahawa plane baru ini akan berdasarakan XY Plane dan letaknya akan berada di depan Xy plane sebesar 30 mm kedepan. Lalu klik generate



Gambar 3.5. Mengatur plane baru

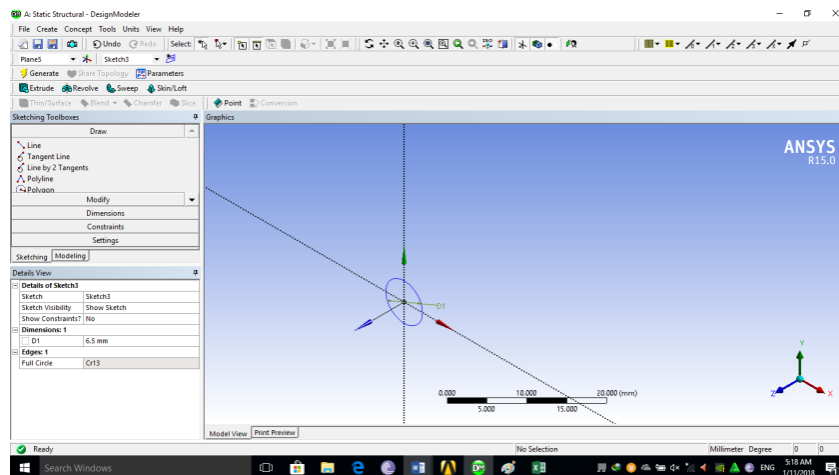


6. Untuk memulai gambar tersebut klik di titik pusat kordinat seperti gambar dibawah ini.



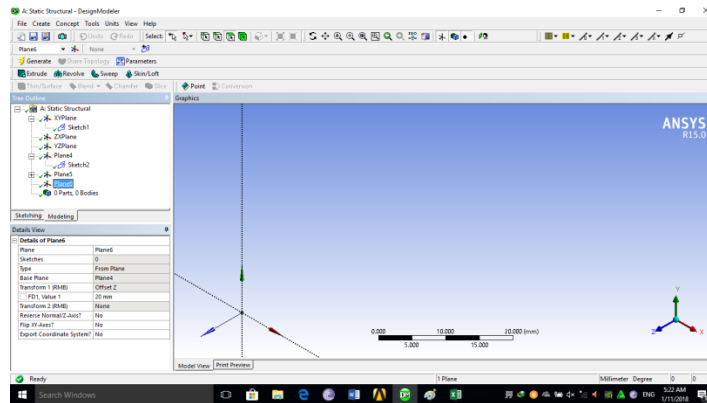
Gambar 3.6. Titik pusat kordinat

7. Lalu kita gambar lingkaran dengan diameter 6.5 tepat di tengah titik koordinat plane 5



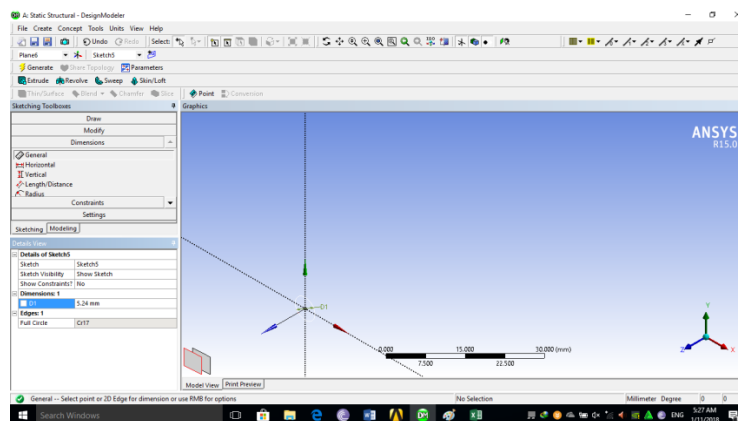
Gambar 3.7. Membuat lingkaran dengan diameter 6.5 mm

8. Tahap selanjutnya kita membuat lagi plane baru dengan plane 4 sebagai dasar pembuatan dan offset Z jaraknya 20 mm.



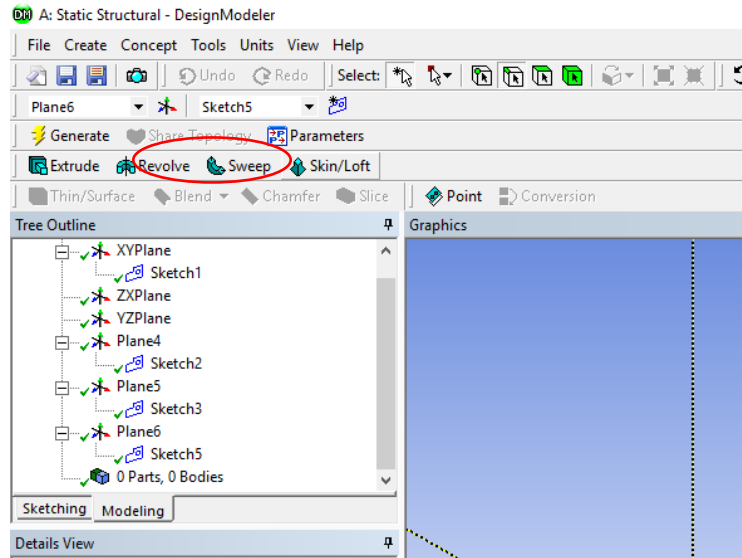
Gambar 3.8. Membuat Plane 4

9. Kita menggambar lingkaran lagi dengan diameter 5.24 dan dimulai gambar tepat di titik tengah koordinat plane 6



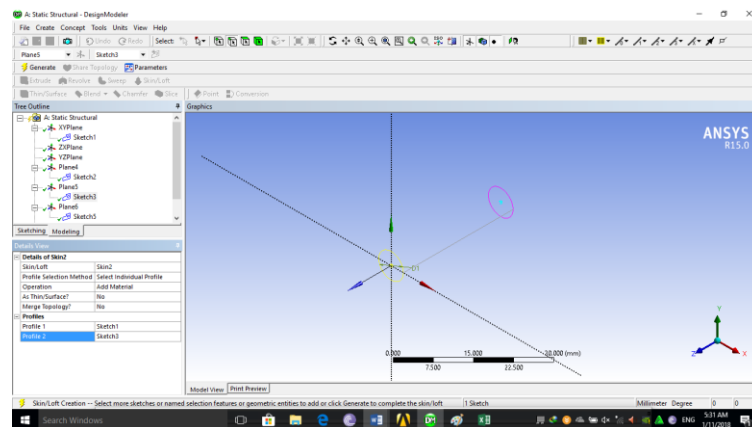
Gambar 3.9. Membuat lingkaran dengan diameter 5.24

10. Sekarang kita akan membuat gambar yang telah kita membuat menjadi 3 dimensi. Pertama kita klik opsi loft atau ikon yang sesuai dengan gambar dibawah ini



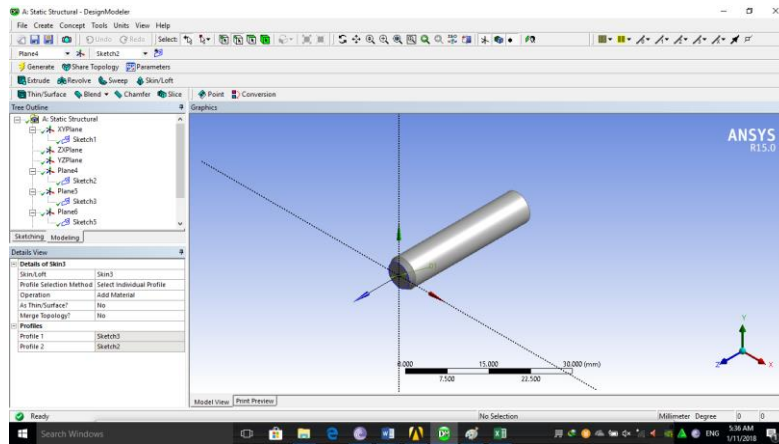
Gambar 3.10. Tampilan opsi loft yang akan dipilih

11. Setelah mengklik tersebut maka akan keluar kotak pengaturan loft. Kotak tersebut akan kita isi sesuai dengan gambar yang ada dibawah ini



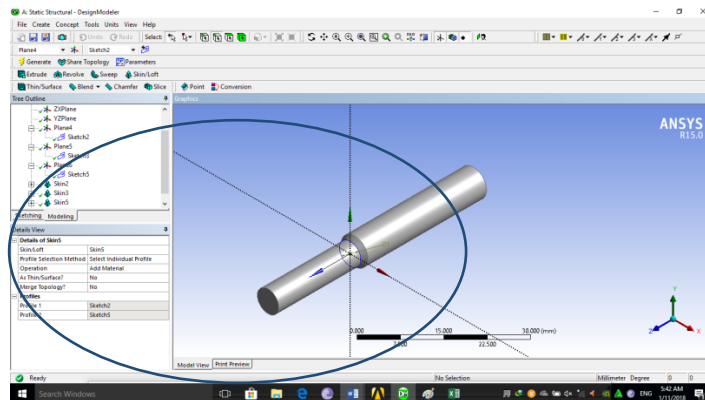
Gambar 3.11. Tampilan kontak settingan loft

12. Kita akan melakukan pembentukan dimensinya dengan loft lagi. Sesuai dengan tahap sebelumnya tekan pilihan loft lalu akan keluar pengaturan untuk membuat loft tersebut. Setelah itu kita klik lagi generate, maka akan keluar hasil seperti di bawah ini



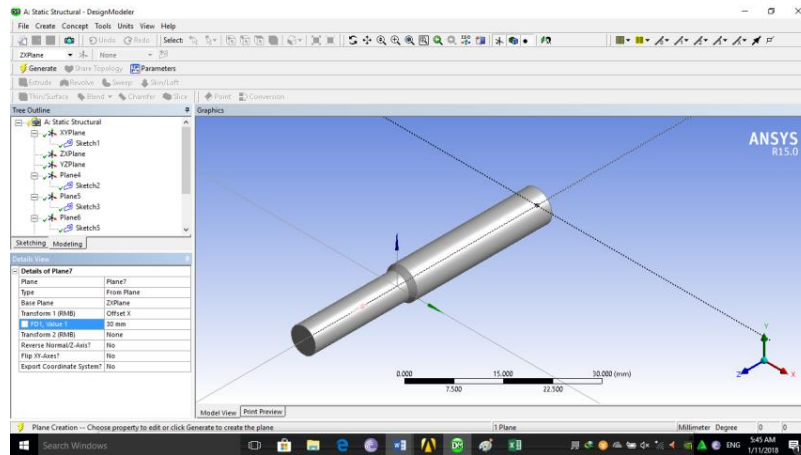
Gambar 3.12. Hasil dari settingan

13. Kita akan melakukan langkah pembuatan 3 dimensi dengan cara mengklik pilihan loft seperti langkah sebelumnya. setelah mengatur hal tersebut maka kita klik *generate* seperti gambar di bawah ini



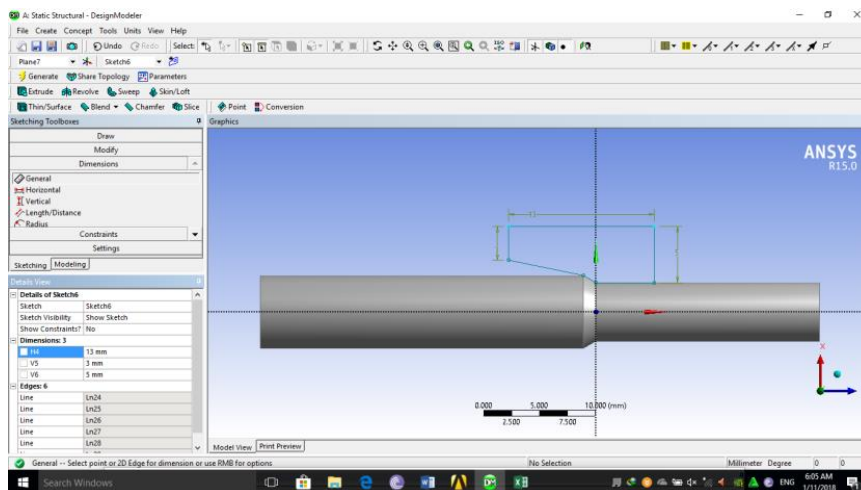
Gambar 3.13. Tampilan 3 dimensi

14. Kita sudah menyelesaikan pembuatan 3 dimensi untuk kabel. Sekarang kita akan lanjut untuk pembuatan cetakan. Kita mulai dengan mengklik ZX Plane. Kita akan membuat plane baru dengan dasar ZX plane dan offset sumbu X sejauh 30mm



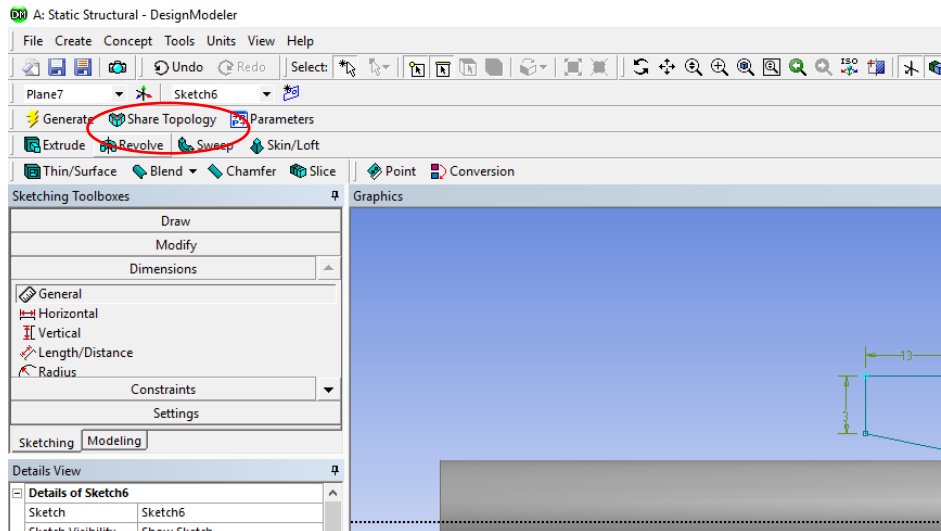
Gambar 3.14. Membuat ZX plane dan offset sumbu X

15. Membuat cetakan dengan cara membuat profil seperti dibawah ini. Semua dimensi profil sesuai dengan profil yang ada dibawah ini



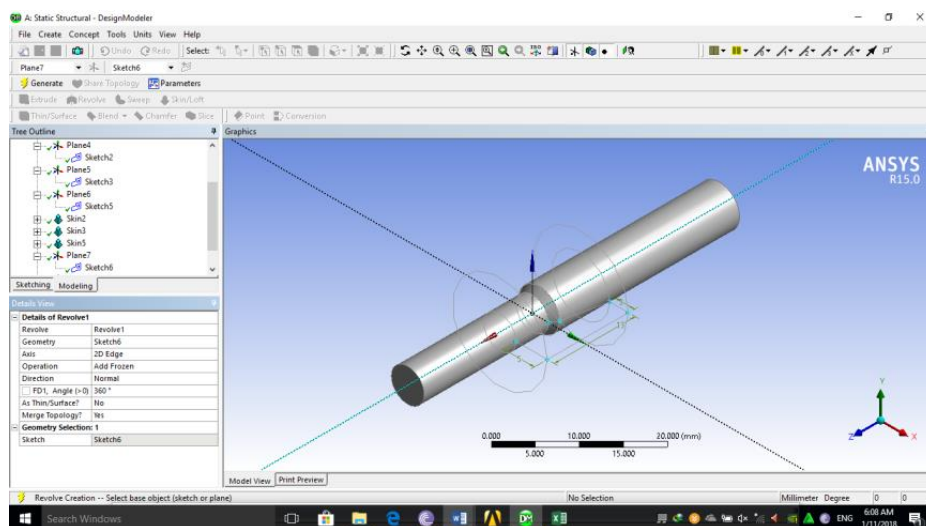
Gambar 3.15. Tampilan profil pada pada cetakan

16. Kita telah membuat profil untuk cetakan. Sekarang kita akan me revolve profil tersebut dengan cara klik revolve



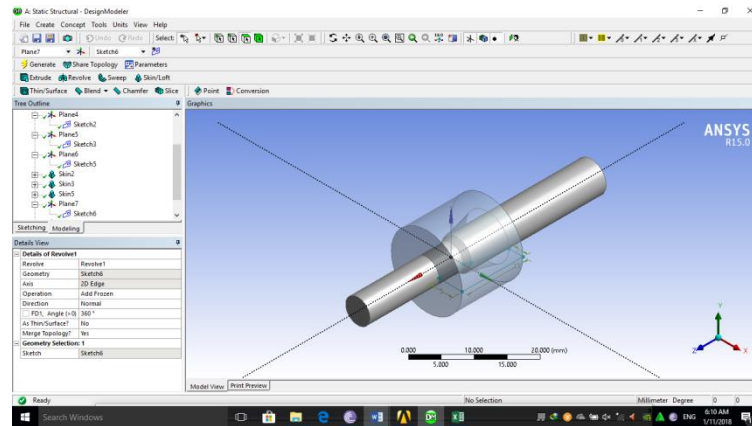
Gambar 3.16. Me revolve profil

17. Lalu akan muncul kotak setingan. Untuk menyeting revolve tersebut sesuaikan dengan gambar di bawah ini. Untuk axis kita pilih sumbu z, dan materialnya kita pilih add frozen, dengan tujuan agar menjadi pembeda dengan komponen material kabel



Gambar 3.17. Menyetting revolve

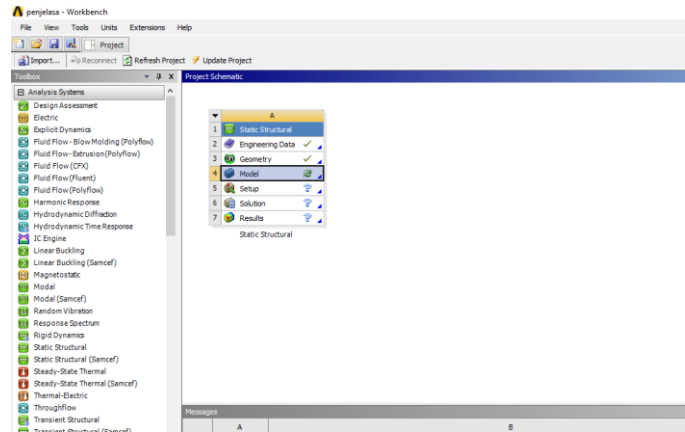
18. Klik generate maka akan muncul gambar seperti dibawah ini.



Gambar 3.18. Tampilan cetakan

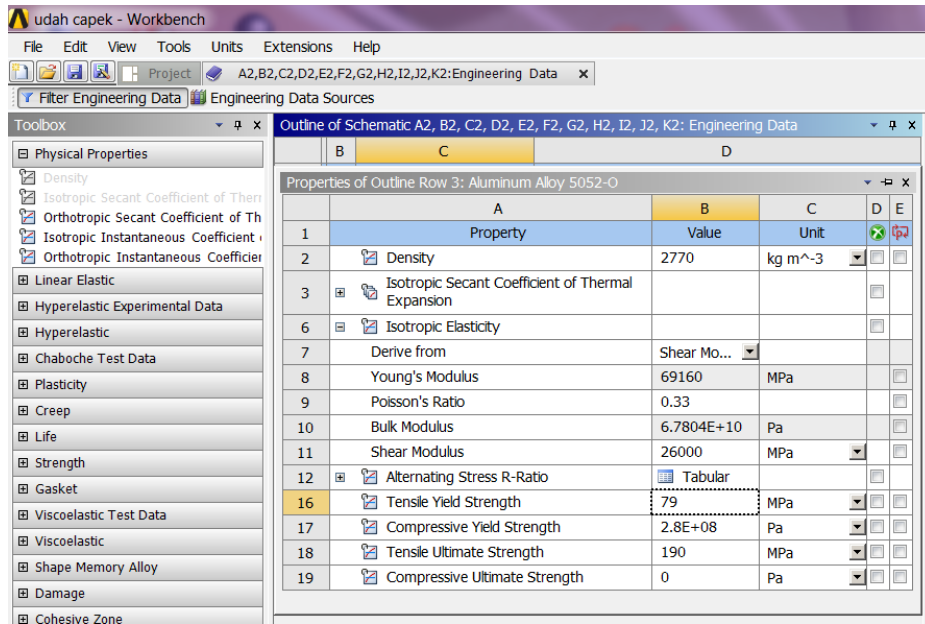
### 3.4. Metode Pengujian

1. Setelah membuat benda kerja, kita tutup jendela program ini lalu kembali ke workbench lalu klik model



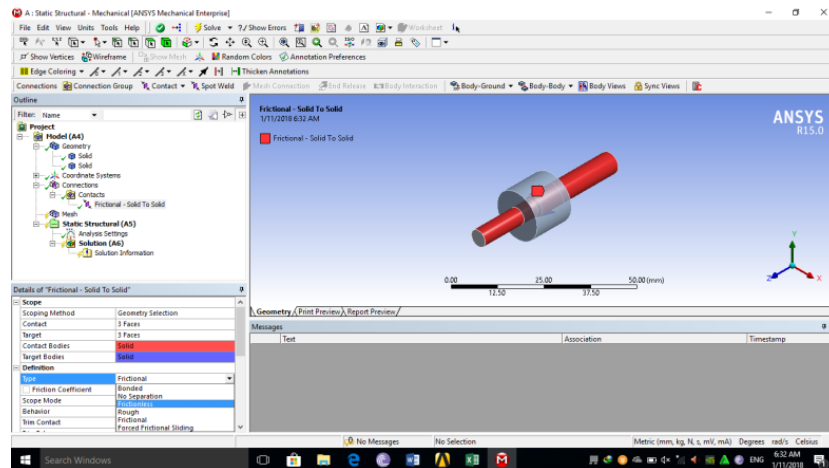
Gambar 3.19. Tampilan Workbench

2. Lalu kita klik *engineering data*. Kita ubah materialnya menjadi aluminum 5052-O yang kita telah buat



Gambar 3.20. Material Properties

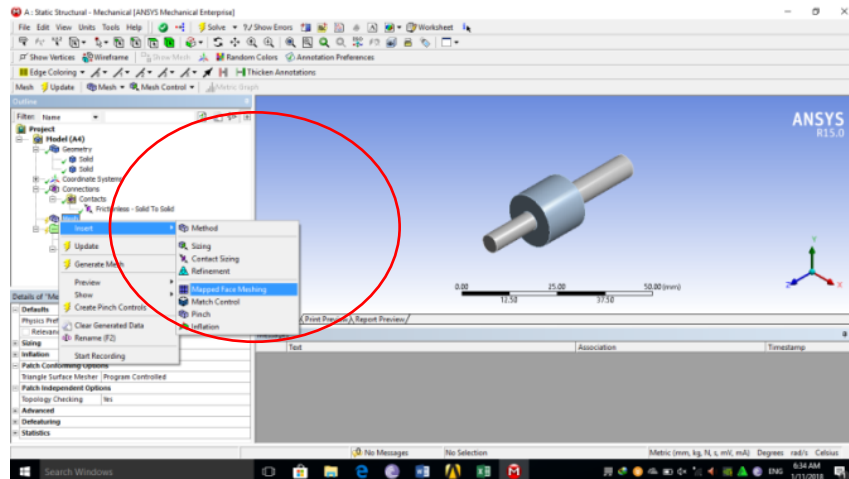
- Kita akan mengatur kontak antar 2 benda yaitu kabel dan cetakan pertama kita ubah tipe kontakannya menjadi frictionless



Gambar 3.21. Mengatur kontak pada kabel dan cetakan

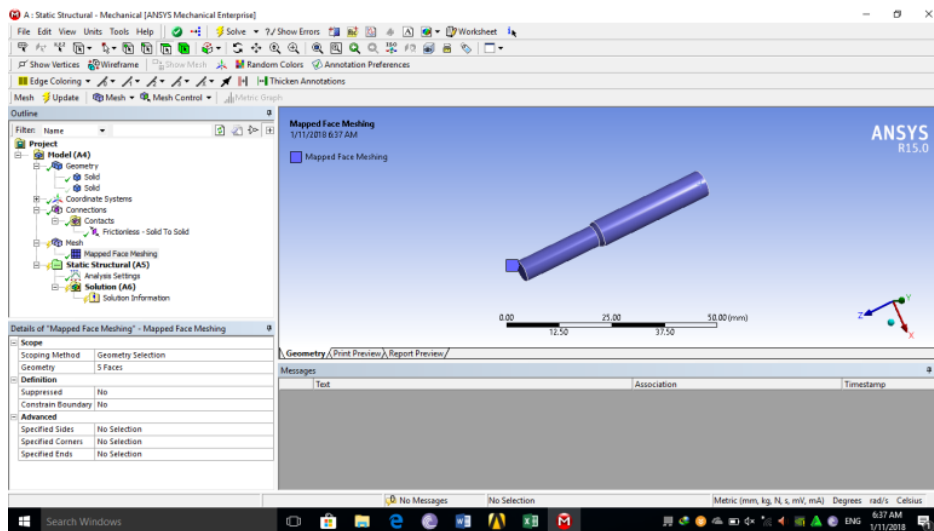
- Kita akan melakukan mengatur meshing. Kita klik kanan bagian meshing lalu klik mapped meshing sesuai dengan gambar di bawah ini





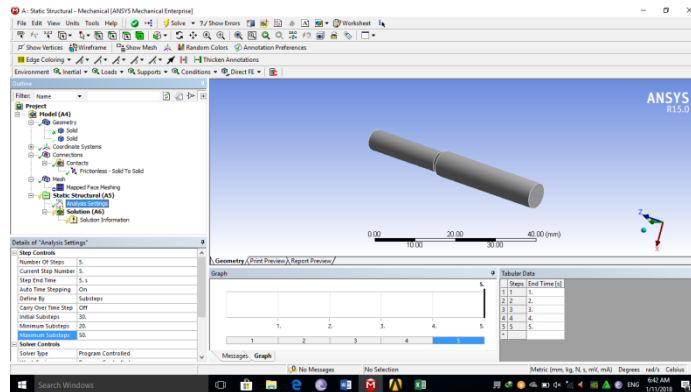
Gambar 3.22. Tampilan mengatur meshing

5. Lalu untuk geometri yang kita akan buat adalah pada bagian kabel sesuai dengan gambar dibawah ini. Dan klik generate



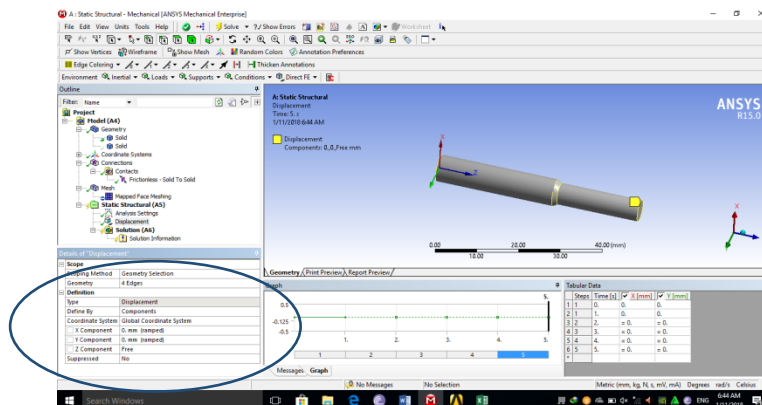
Gambar 3.23. Membuat geometri pada kabel

6. Lalu kita klik analysis seting, tahap ini kita kan melakukan setingan analisa, adapun setingan yang kita buat sesuai dengan di bawah ini



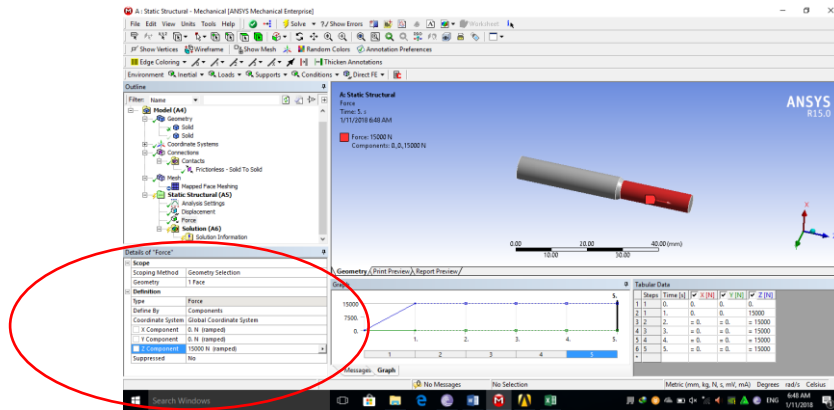
Gambar 3.24. Settingan analisa

7. Pada analysis seting kita klik kanan, lalu klik displacement. Untuk geometry displacement kita pilih bagian tepi setiap yang ada pada kabel, seperti di bawah ini. Tidak lupa juga menyetting displacement sesuai dengan yang di lingkari



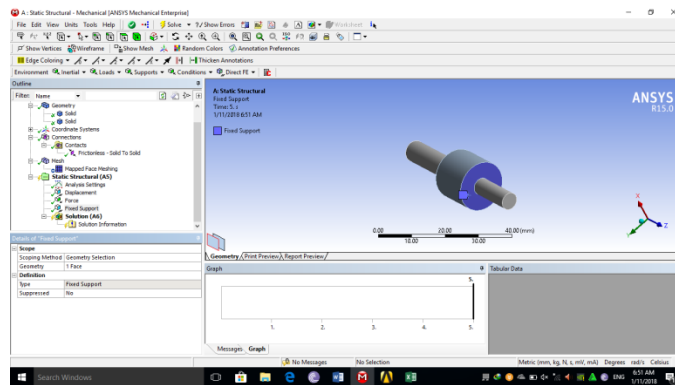
Gambar 3.25. Geometri Displacement

8. Lalu kita akan meletakkan gaya tarik pada kabel. Tahap yang dilakukan adalah dengan mengklik kanan analysis setting dan klik force. Gaya yang kita masukan 15000 N dan diletakkan seperti gambar dibawah ini. Gaya yang di gunakan searah sumbu z oleh sebab itu klik define lalu pilih opsi component



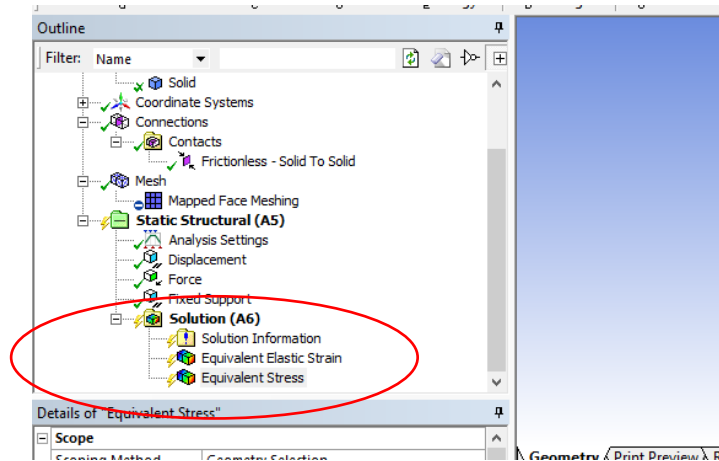
Gambar 3.26. Memasukkan besaran gaya tarik pada kabel

9. Lalu kita klik kanan analysis setting lalu pilih fixed support. Geometry untuk fixed support yang kita gunakan sesuai dengan gambar di bawah ini



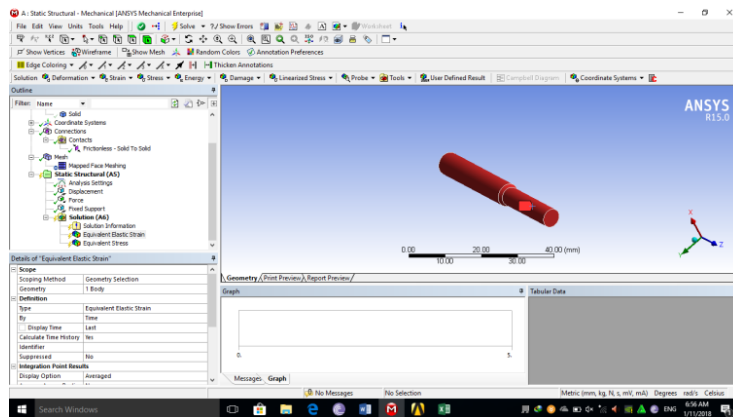
Gambar 3.27. Memilih opsi *fixed support*

10. Lanjut ke tahap solution, kita akan menganalisa regangan dan tegangan. Untuk itu kita akan menambahkannya dengan cara klik kanan solution lalu klik equivalent stress dan equivalent strain sehingga sesuai dengan gambar di bawah ini



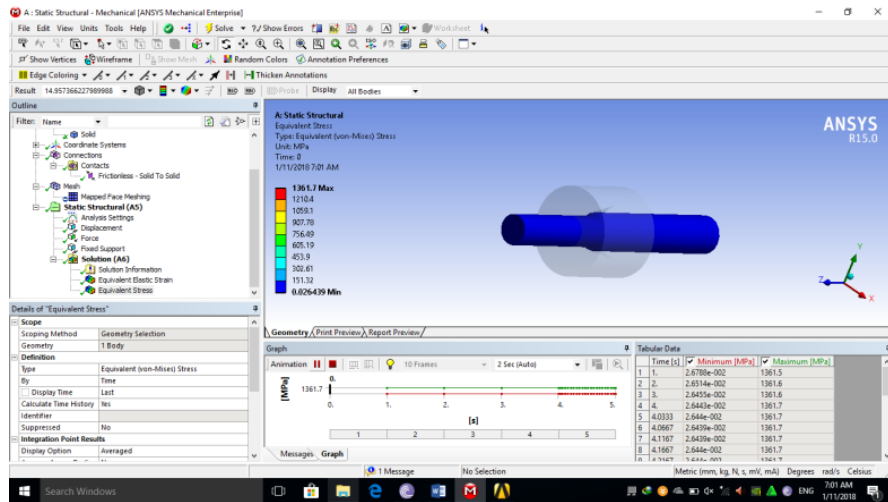
Gambar 3.28. Memilih opsi *solution*

11. Karena kita hanya menganalisa bagian kabel saja maka kita mengatur dengan cara klik *equivalent strain* lalu pada bagian scoper pilih bagian kabel saja seperti di bawah ini , dan terapkan juga di *equivalent stress*



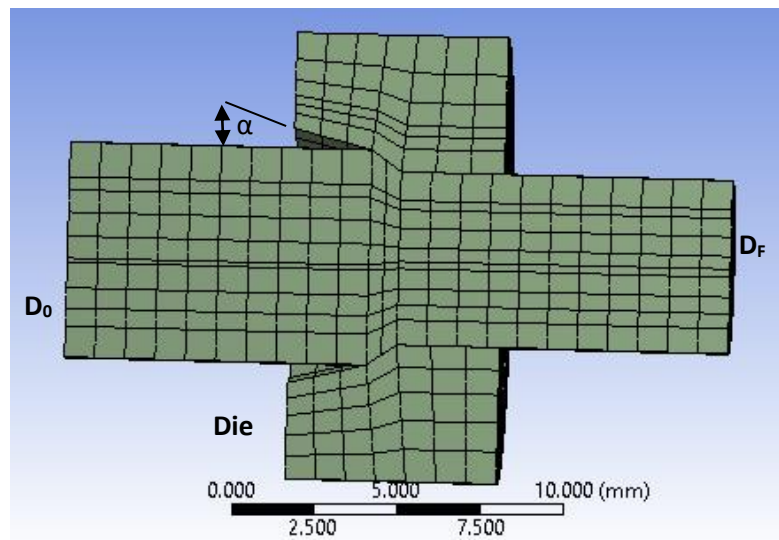
Gambar 3.29. Mengatur bagian kabel

12. Kita sudah tahap melakukan tahap seting sekarang kita kan menghitungnya dengan cara klik kanan pada *solution* lalu klik *solve* lalu tunggu prosesnya
13. Setelah itu kita dapat melihat hasilnya seperti dibawah ini



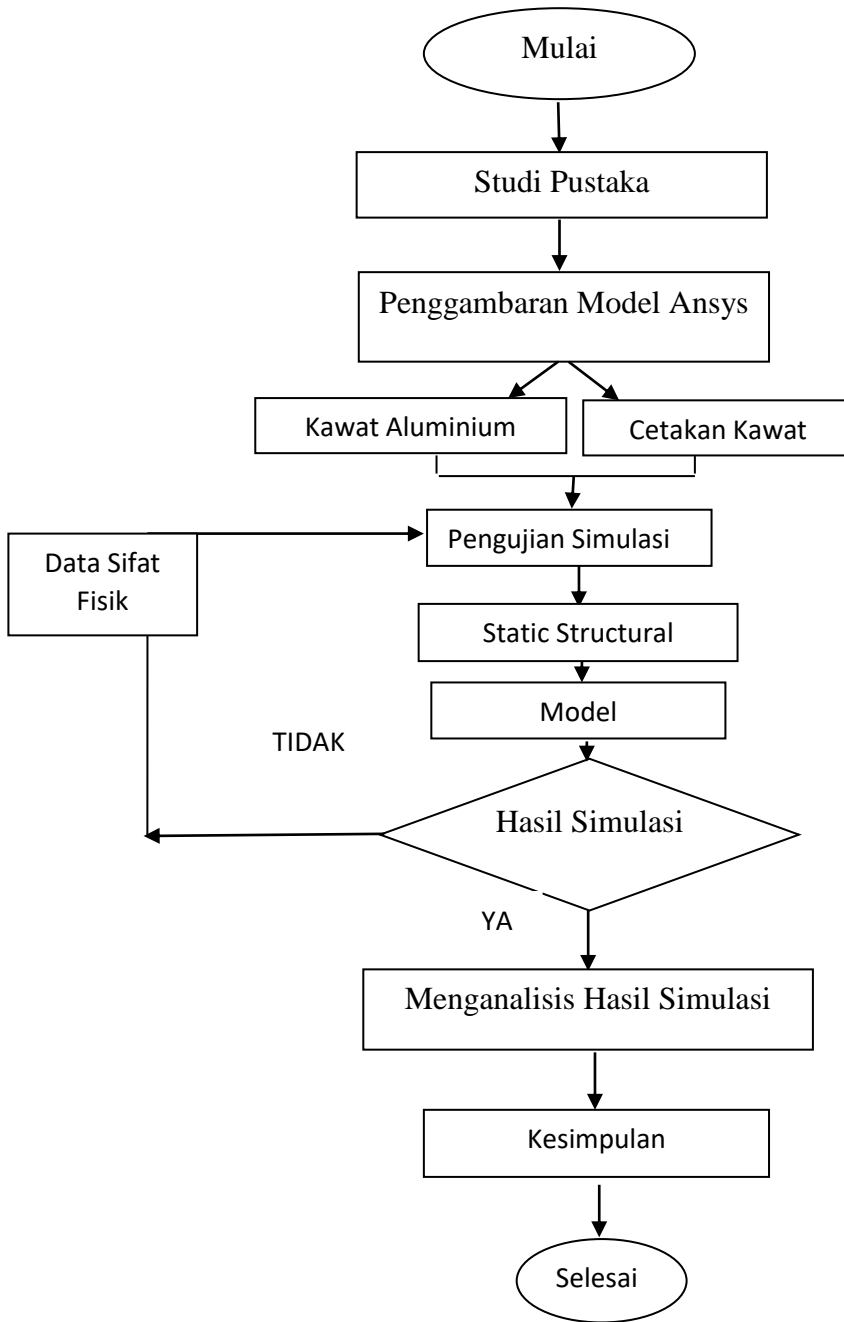
Gambar 3.31. Hasil akhir pengujian

14. Proses perubahan sudut cetakan pada proses penarikan kawat aluminium 5052-O, dimana diameter awal 6,5 mm sebelum terjadi penarikan, kemudian kawat di tarik keluar melalui cetakan dengan variasi sudut sehingga menghasilkan diameter akhir 5,24 mm, seperti gambar dibawah ini.



Gambar 3.32. Die dengan variabel pembentukan

### 3.5. Diagram Alir Proses Penarikan Dingin Kawat



Gambar 3.33. Diagram alir

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Data *Engineering*

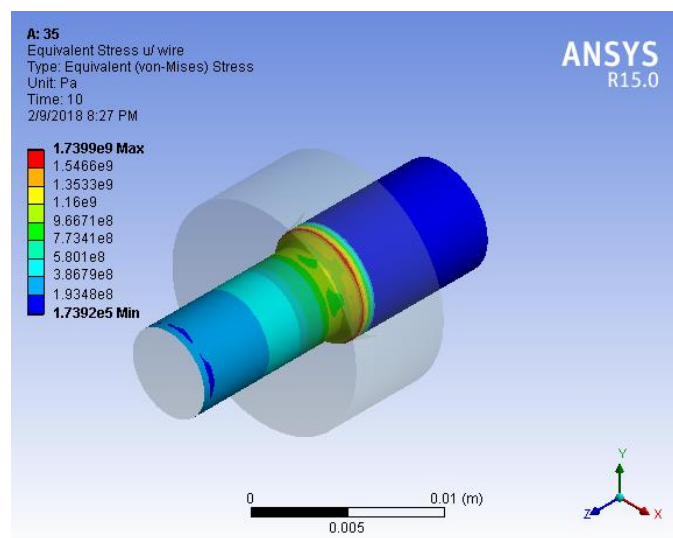
- Bahan Baku Kawat : Aluminium 5052-O
- Bahan Baku *Dies* : *Structural Steel*
- Gaya Penarikan = 15000 N

#### 4.2. Hasil Pengujian Dengan Simulasi

##### 4.2.1. Pengujian Tegangan dan Regangan Kawat Pada Sudut *Dies* 35° s/d 45°

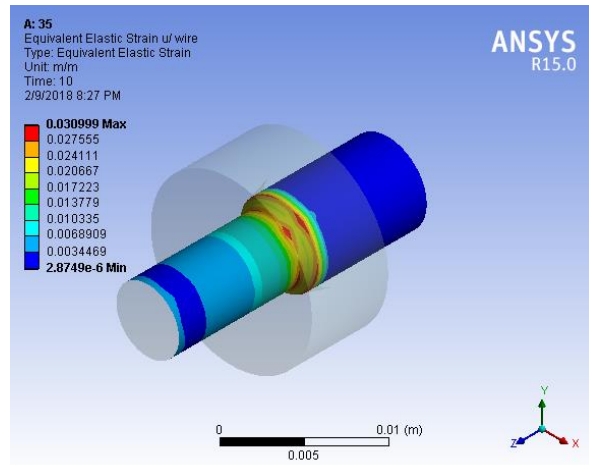
1. Variasi sudut cetakan 35°

Dari gambar 4.1 dapat dilihat bahwa hasil simulasi *equivalen elastic stress* pada sudut cetakan 35° yaitu tegangan maximumnya 1.739e99 Pa dengan gaya penarikan 15997.41 N.



Gambar 4.1. Pengujian *stress* sudut 35°

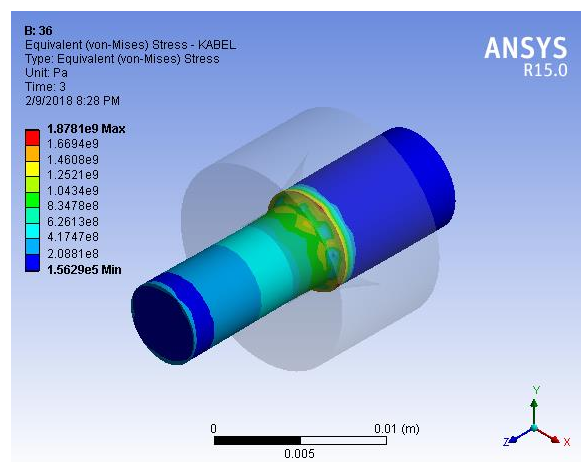
Dari gambar 4.2 dapat dilihat bahwa hasil simulasi *equivalen elastic strain* pada sudut cetakan  $35^0$  yaitu regangan maximumnya 0.030999 m/m dengan gaya penarikan 15997.41N.



Gambar 4.2. Pengujian *strain* sudut  $35^0$

## 2. Variasi sudut cetakan $36^0$

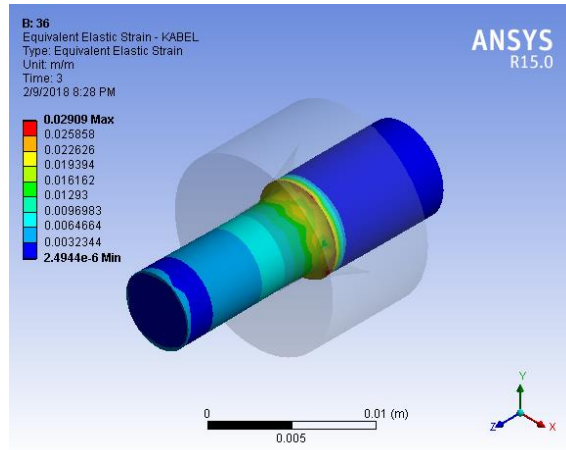
Dari gambar 4.3 dapat dilihat bahwa hasil simulasi *equivalen elastic stress* pada sudut cetakan  $36^0$  yaitu tegangan maximumnya  $1.8781e9$  Pa dengan gaya penarikan 15563.59 N.



Gambar 4.3. Pengujian *stress* sudut  $36^0$



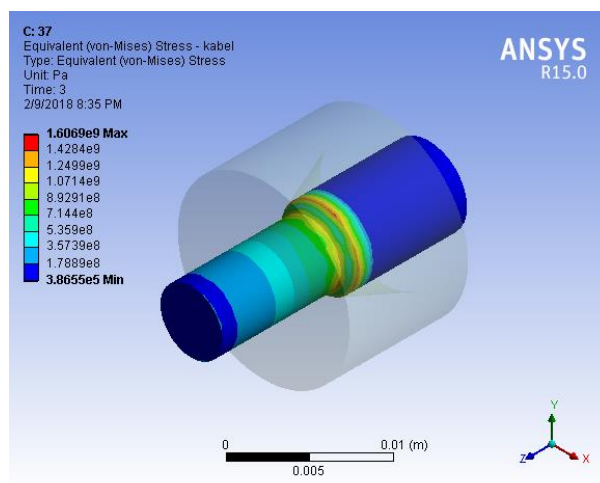
Dari gambar 4.4 dapat dilihat bahwa hasil simulasi *equivalen elastic strain* pada sudut cetakan  $36^0$  yaitu regangan maximumnya 0.02909 m/m dengan gaya penarikan 15563.59 N.



Gambar 4.4. Pengujian *strain* sudut  $36^0$

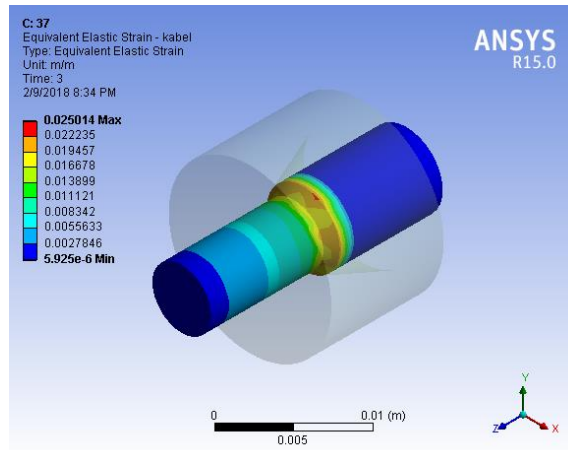
### 3. Variasi sudut cetakan $37^0$

Dari gambar 4.5 dapat dilihat bahwa hasil simulasi *equivalen elastic stress* pada sudut cetakan  $37^0$  yaitu tegangan maximumnya  $1.6069e9$  Pa dengan gaya penarikan 15238.9 N.



Gambar 4.5. Pengujian *stress* sudut  $37^0$

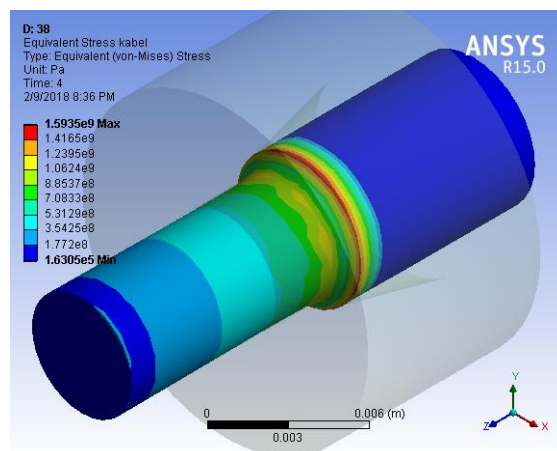
Dari gambar 4.6 dapat dilihat bahwa hasil simulasi *equivalen elastic strain* pada sudut cetakan  $37^0$  yaitu regangan maximumnya 0.025014 m/m dengan gaya penarikan 15238.9 N.



Gambar 4.6. Pengujian *strain* sudut  $37^0$

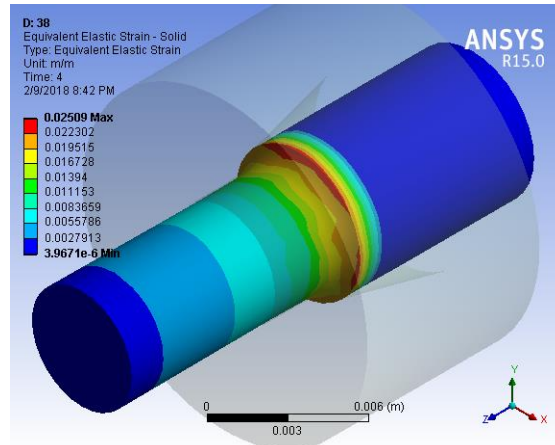
#### 4. Variasi sudut cetakan $38^0$

Dari gambar 4.7 dapat dilihat bahwa hasil simulasi *equivalen elastic stress* pada sudut cetakan  $38^0$  yaitu tegangan maximumnya  $1.5935e9$  Pa dengan gaya penarikan 14845.21 N.



Gambar 4.7. Pengujian *stress* sudut  $38^0$

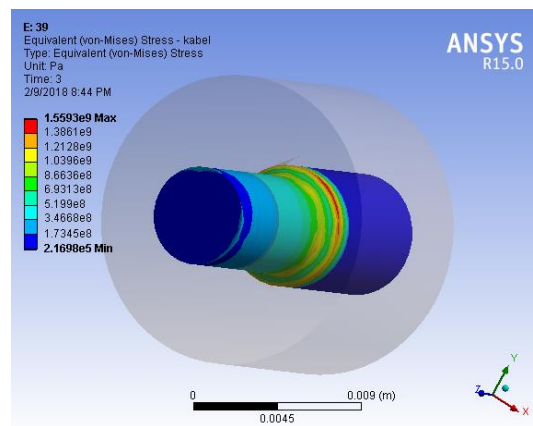
Dari gambar 4.8 dapat dilihat bahwa hasil simulasi *equivalen elastic strain* pada sudut cetakan  $38^0$  yaitu regangan maximumnya 0.02509 m/m dengan gaya penarikan 14845.21 N.



Gambar 4.8. Pengujian *strain* sudut  $38^0$

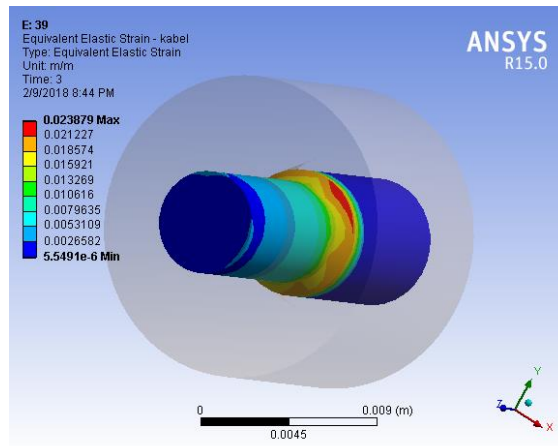
#### 5. Variasi sudut cetakan $39^0$

Dari gambar 4.9 dapat dilihat bahwa hasil simulasi *equivalen elastic stress* pada sudut cetakan  $39^0$  yaitu tegangan maximumnya  $1.5593e9$  Pa dengan gaya penarikan 14488.34 N.



Gambar 4.9. Pengujian *stress* sudut  $39^0$

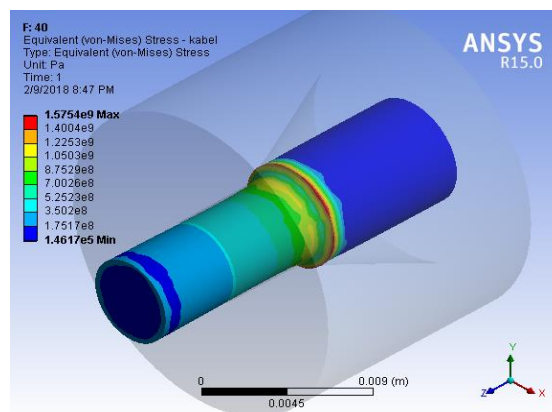
Dari gambar 4.10 dapat dilihat bahwa hasil simulasi *equivalen elastic strain* pada sudut cetakan  $39^0$  yaitu regangan maximumnya 0.023879 m/m dengan gaya penarikan 14488.34 N.



Gambar 4.10. Pengujian *strain* sudut  $39^0$

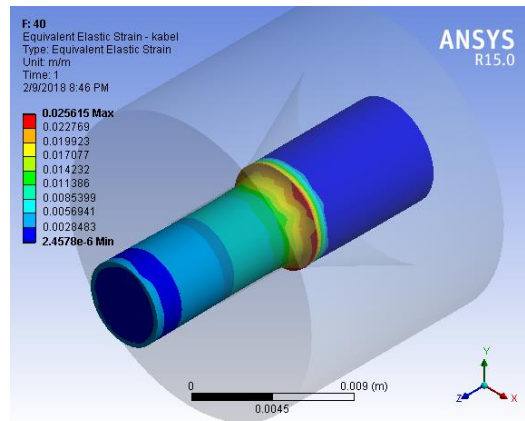
#### 6. Variasi sudut cetakan $40^0$

Dari gambar 4.11 dapat dilihat bahwa hasil simulasi *equivalen elastic stress* pada sudut cetakan  $40^0$  yaitu tegangan maximumnya  $1.5754e9$  Pa dengan gaya penarikan 14130.48 N.



Gambar 4.11. Pengujian *stress* sudut  $40^0$

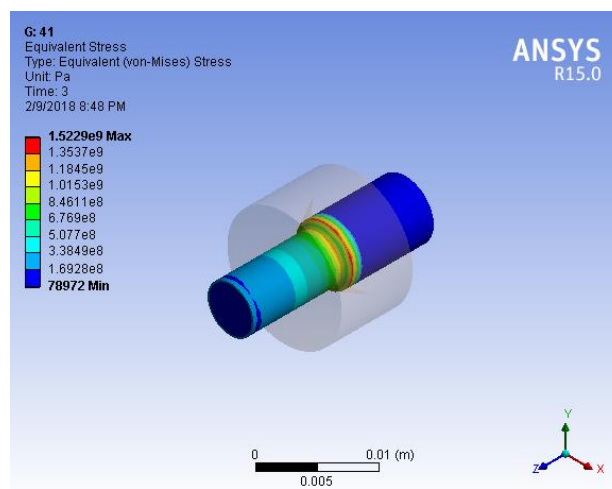
Dari gambar 4.12 dapat dilihat bahwa hasil simulasi *equivalen elastic strain* pada sudut cetakan  $40^0$  yaitu regangan maximumnya 0.025615 m/m dengan gaya penarikan 14130.48 N.



Gambar 4.12. Pengujian *strain* sudut  $40^0$

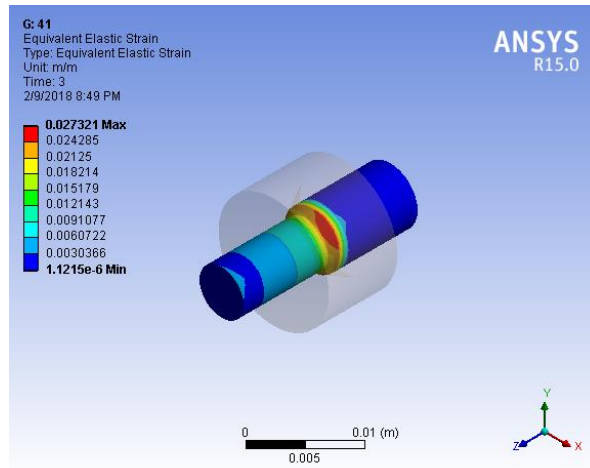
#### 7. Variasi sudut cetakan $41^0$

Dari gambar 4.13 dapat dilihat bahwa hasil simulasi *equivalen elastic stress* pada sudut cetakan  $41^0$  yaitu tegangan maximumnya  $1.5229e9$  Pa dengan gaya penarikan 13789.2 N.



Gambar 4.13. Pengujian *stress* sudut  $41^0$

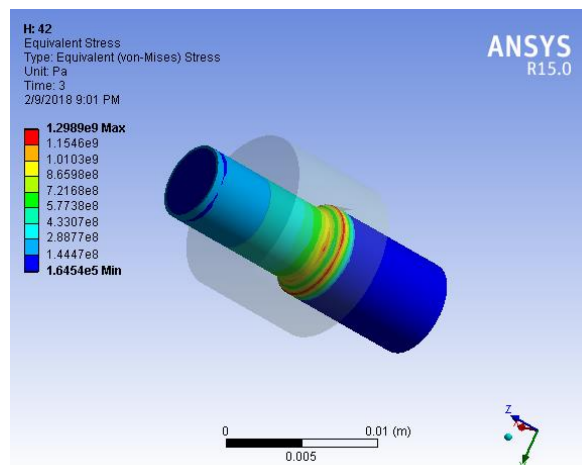
Dari gambar 4.14 dapat dilihat bahwa hasil simulasi *equivalen elastic strain* pada sudut cetakan  $41^0$  yaitu regangan maximumnya 0.027321 m/m dengan gaya penarikan 13789.2N.



Gambar 4.14. Pengujian *strain* sudut  $41^0$

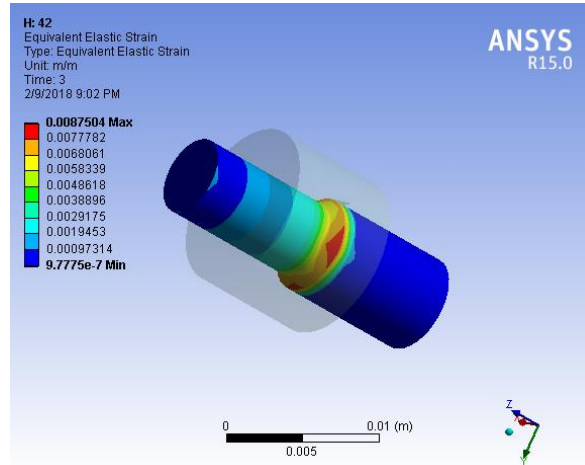
#### 8. Variasi sudut cetakan $42^0$

Dari gambar 4.15 dapat dilihat bahwa hasil simulasi *equivalen elastic stress* pada sudut cetakan  $42^0$  yaitu tegangan maximumnya  $1.2989e9$  Pa dengan gaya penarikan 11892.42 N.



Gambar 4.15. Pengujian *stress* sudut  $42^0$

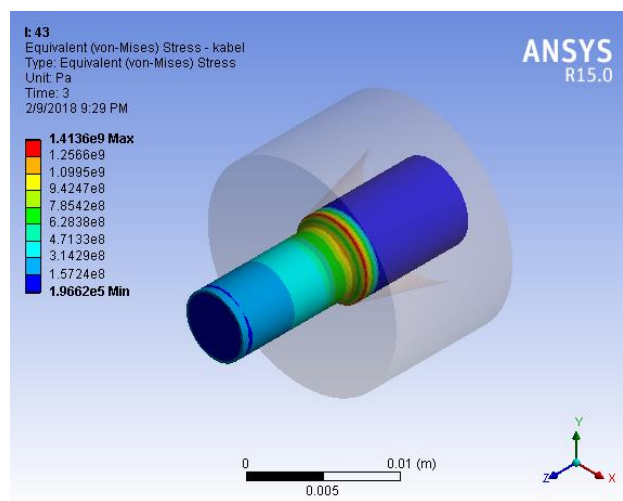
Dari gambar 4.16 dapat dilihat bahwa hasil simulasi *equivalen elastic strain* pada sudut cetakan  $42^0$  yaitu regangan maximumnya 0.0087504 m/m dengan gaya penarikan 11892.42 N.



Gambar 4.16. Pengujian *strain* sudut  $42^0$

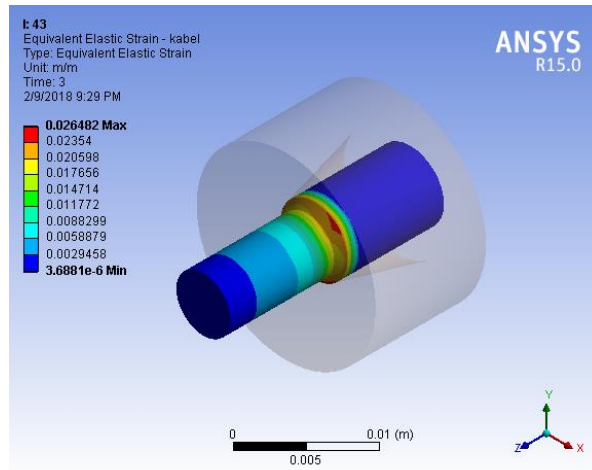
#### 9. Variasi sudut cetakan $43^0$

Dari gambar 4.17 dapat dilihat bahwa hasil simulasi *equivalen elastic stress* pada sudut cetakan  $43^0$  yaitu tegangan maximumnya 1.4136e9 Pa dengan gaya penarikan 13274.3 N.



Gambar 4.17. Pengujian *stress* sudut  $43^0$

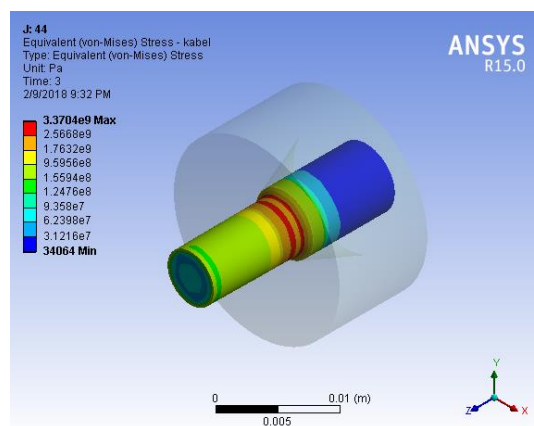
Dari gambar 4.18 dapat dilihat bahwa hasil simulasi *equivalen elastic strain* pada sudut cetakan  $43^0$  yaitu regangan maximumnya 0.026482 m/m dengan gaya penarikan 13274.3 N.



Gambar 4.18. Pengujian *strain* sudut  $43^0$

#### 10. Variasi sudut cetakan $44^0$

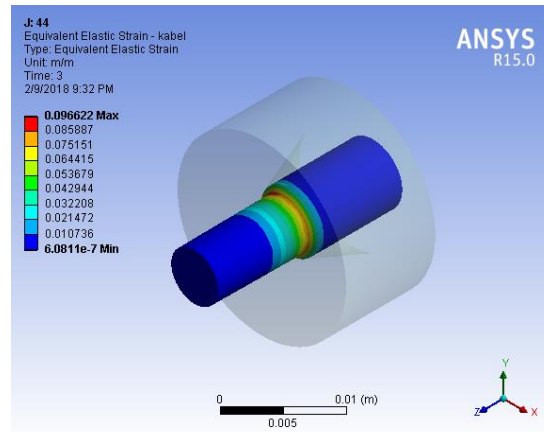
Dari gambar 4.19 dapat dilihat bahwa hasil simulasi *equivalen elastic stress* pada sudut cetakan  $44^0$  yaitu tegangan maximumnya  $3.3704e9$  Pa dengan gaya penarikan 12846.95 N.



Gambar 4.19. Pengujian *stress* sudut  $44^0$



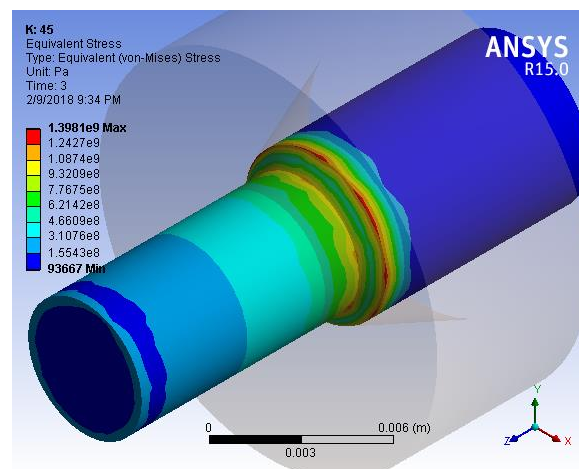
Dari gambar 4.20 dapat dilihat bahwa hasil simulasi *equivalen elastic strain* pada sudut cetakan  $44^0$  yaitu regangan maximumnya 0.096622 dengan gaya penarikan 12846.95 N.



Gambar 4.20. Pengujian *strain* sudut  $44^0$

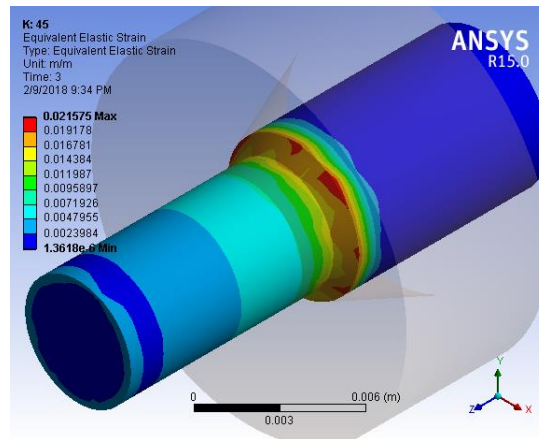
#### 11. Variasi sudut cetakan $45^0$

Dari gambar 4.21 dapat dilihat bahwa hasil simulasi *equivalen elastic stress* pada sudut cetakan  $45^0$  yaitu tegangan maximumnya  $1.3981e9$  Pa dengan gaya penarikan 12518.6 N.



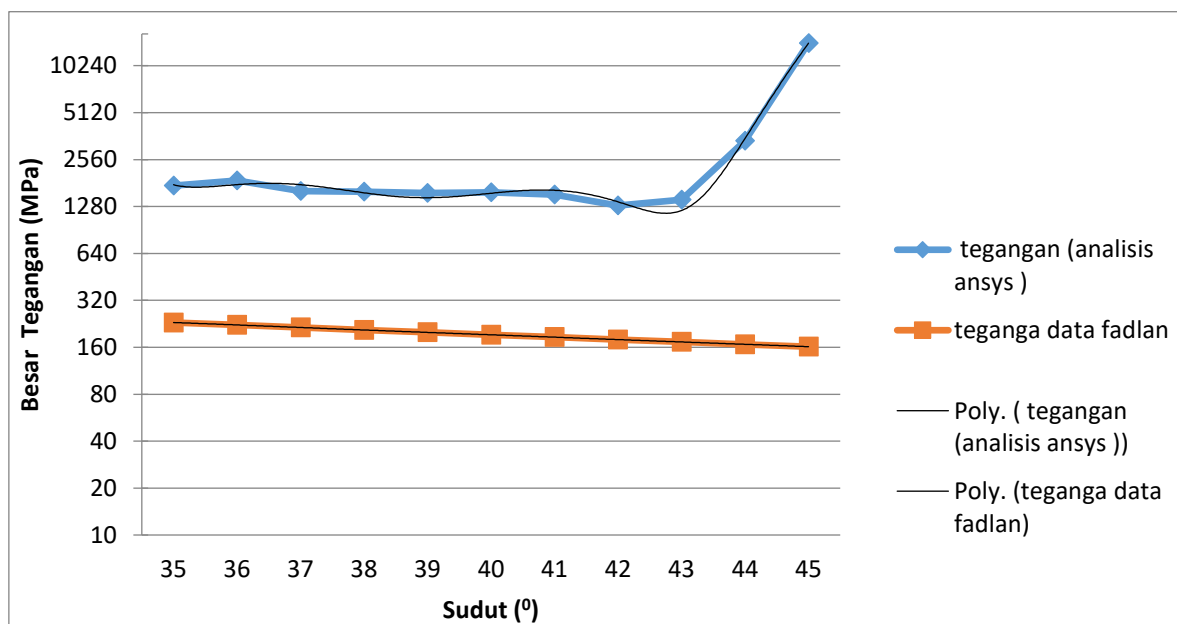
Gambar 4.21. Pengujian *stress* sudut  $45^0$

Dari gambar 4.22 dapat dilihat bahwa hasil simulasi *equivalen elastic strain* pada sudut cetakan  $45^{\circ}$  yaitu regangan maximumnya 0.021575 m/m dengan gaya penarikan 12518.6 N.



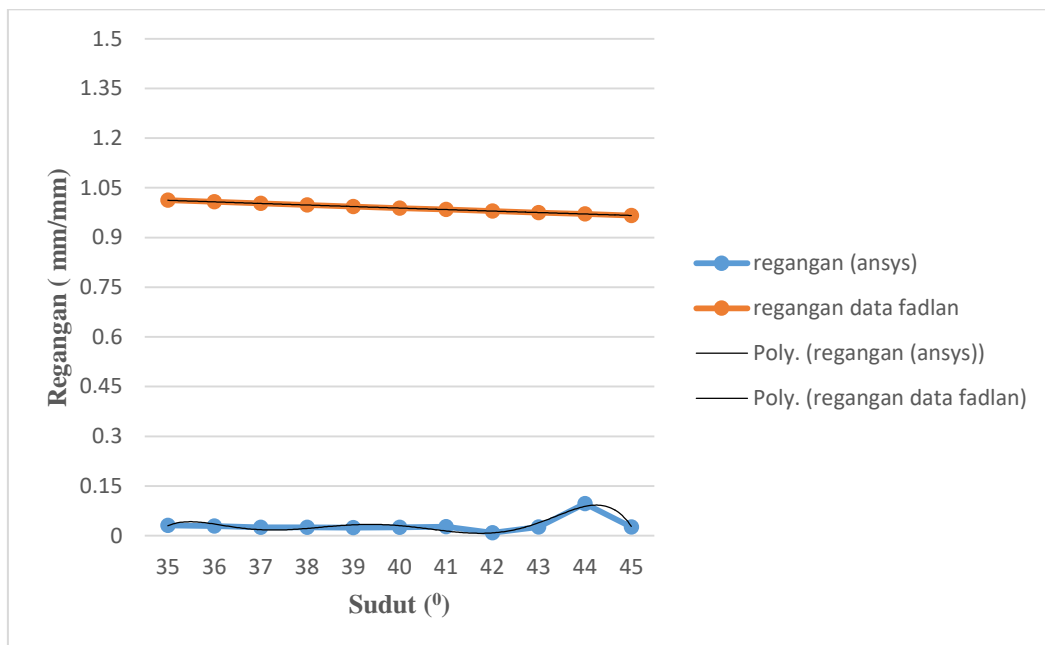
Gambar 4.22. Pengujian *strain* sudut  $45^{\circ}$

#### 4.2.2. Grafik Hubungan Tegangan, Regangan Dan Gaya Pada Variasi Sudut Cetakan



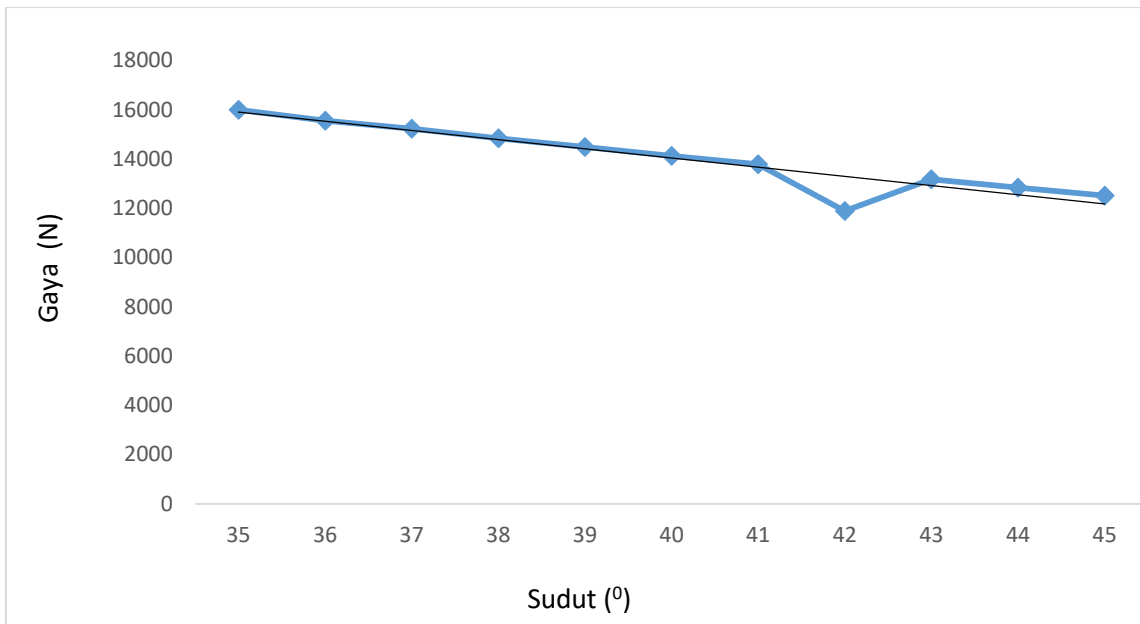
Gambar 4.23. Grafik hubungan tegangan dan sudut cetakan

Dari perbandingan tegangan hasil simulasi dan perhitungan manual dapat dilihat semakin besar sudut cetakan maka tegangan yang terjadi cenderung menurun. Pada perhitungan manual penurunan tegangan pada variasi sudut cetakan diakibatkan semakin turunnya ketebalan kawat yang diakibatkan kenaikan sudut cetakan. Sedangkan dalam perhitungan secara simulasi tegangan yang terjadi dan dihasilkan cenderung bervariasi tetapi tetap cenderung turun.



Gambar 4.24. Grafik hubungan regangan dan sudut cetakan

Dari perbandingan regangan hasil simulasi dan perhitungan manual dapat dilihat semakin besar sudut cetakan maka tegangan yang terjadi cenderung menurun. Pada perhitungan manual penurunan tegangan pada variasi sudut cetakan diakibatkan semakin turunnya ketebalan kawat yang diakibatkan kenaikan sudut cetakan. Sedangkan dalam perhitungan secara simulasi regangan yang terjadi dan dihasilkan cenderung bervariasi tetapi tetap cenderung turun.



Gambar 4.25. Grafik hubungan penarikan gaya dan sudut cetakan

Dengan sudut cetakan yang bervariasi di dapat gaya penarikan pada sudut  $42^{\circ}$  lebih kecil gaya yang di peroleh 11892.42 N, maka dianggap sangat baik atau aman terhadap benda kerja.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. KESIMPULAN

Dari analisa data pembahasan penarikan dingin kawat aluminium 5052-O dengan 10 variasi sudut  $35^\circ$  s/d  $45^\circ$  terhadap *die* ( cetakan ), gaya tarik (f) ,tegangan ( $\sigma$ ) dan regangan ( $\epsilon$ ). Manfaat dari pengujian simulasi ini adalah untuk mengetahui hasil nilai perubahan–perubahan yang terjadi terhadap proses hubungan anantara tegangan dan regangan pada kawat dengan dimensi awal adalah 6,5 mm dan setelah melakukan proses penarikan dingin kawat diameter akhir berubah menjadi 5,24 mm dengan bahan kawat aluminium 5052-O. Berdasarkan hasil perhitungan simulasi dari sudut cetakan antara  $35^\circ$  s/d  $45^\circ$ .

1. Tegangan ( $\sigma$ ) = 13981000 MPa dengan sudut cetakan  $45^\circ$  mendapatkan nilai terbesar terhadap cacat pada benda kerja, sedangkan sudut cetakan  $42^\circ$  mendapatkan nilai yang baik pada benda kerja.
2. Regangan ( $\epsilon$ ) = 0,021575 mm/mm dengan sudut  $45^\circ$  mendapatkan nilai terbesar terhadap cacat pada benda kerja, sedangkan sudut  $42^\circ$  mendapatkan nilai yang baik pada benda kerja
3. Gaya penarikan ( f ) = 11892.42 N, terhadap benda kerja

## 5.2. SARAN

1. Dari hasil simulasi perlu adanya kajian tentang benda kerja, yang digunakan sebaiknya benda kerja lebih dari satu dan variasi sudut yang berbeda dari yang sebelumnya dilakukan agar mengetahui nilai yang baik terhadap cacat pada benda kerja.
2. Setelah melakukan pengujian simulasi, hendaknya dilakukan *experiment* yang disesuaikan pada keadaan sifat mekanik dari material yang dipilih saat simulasi.

## LAMPIRAN 1

Tabel 1.1 Perbandingan Hasil Analisa Tegangan

Sudut $\alpha$	Tegangan (Max) Mpa	Tegangan (Min) MPa	Tegangan (Data Awal ) kg/mm <sup>2</sup>
35	1739.9	0.17392	231
36	1878.1	0.15629	2.223
37	1606.9	0.38655	214.3039
38	1593.5	0.16305	207
39	1559.3	0.21698	199
40	1575.4	0.14617	192
41	1522.9	0.078972	186
42	1298.9	0.16454	179
43	1413.6	0.19662	173
44	3370.4	0.03406	167
45	1398.1	0.093667	161

Tabel 1.2 Perbandingan Hasil Analisa Regangan

Sudut $\alpha$	Regangan (Max) mm/mm	Regangan (Min) mm/mm	Regangan (Data Awal ) kg/mm <sup>2</sup>
35	3.10e-02	2.87e-06	1
36	2.91e-02	2.49e-06	1
37	2.50e-02	5.93e-06	1
38	2.51e-02	3.97e-06	0.997946
39	2.39e-02	5.55e-06	0.993308
40	2.56e-02	2.46e-06	0.988729
41	2.73e-02	1.22e-06	0.984194
42	8.75e-03	9.78e-07	0.979692
43	2.65e-02	6.08e-07	0.975241
44	9.66e-02	6.08e-07	1
45	2.65e-02	3.69e-06	1

## LAMPIRAN 2

Tabel 1.3 Kandungan kimia aluminium 5052-O

Material components properties	Metric Dan English
Aluminium,AL	95.7 -97.7 %
Chromium ,Cr	0.15 -0.35 %
Copper ,Cu	Max 0.1
Iron ,Fe	Max 0.4
Magnesium ,Mg	2.2 – 2.8 %
Manganesse,Mn	Max 0.1
Other ,each	Max 0.05 %
Other ,total	Max 0,15 %
Silicon ,Si	Max 0.025 %
Zlinc ,Zn	Max 0.10 %

(sumber :[http://www.matweb.com/search/datasheet\\_print.aspx?matguid](http://www.matweb.com/search/datasheet_print.aspx?matguid))

Tabel 1.4 Jenis-jenis material

No	Nama Material	Modulus (E) (GPa)	Tensile Yield Strenght (MPa)	Ultimate Tensile Strenght (MPa)
1.	Aluminium 5052-0	2e+005	250	460
2.	Steel 303	193	415	690
3.	Brass C36000	97	310	469
4.	Carbon Steel	200	415	540

<https://www.ezlok.com/brass-properties>



### LAMPIRAN 3

Tabel 1.5 Operasi pengerjaan dingin.

1	Penarikan	2	Penekanan
	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. bahan tebuk (blanks)</li> <li>b. tabung</li> <li>c. cetak - timbul</li> <li>d. kawat</li> <li>e. putar – tekan</li> <li>f. putar – tekan – gunting</li> <li>g. pembentukan – tarik</li> <li>h. pembentukan – tarik – tekan</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>a. koin</li> <li>b. pengerolan dingin</li> <li>c. membuat ukuran dengan cepat</li> <li>d. pemukulan atau tempah dingin</li> <li>e. pembentukan intra</li> <li>f. pembentukuan ulir dan alur</li> <li>g. pengelingan</li> <li>h. staking</li> </ul>
3	Perlengkungan	4	Pengguntingan
	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. perlengkapan sudut</li> <li>b. pengerolan</li> <li>c. pelengkungan plat</li> <li>d. “curling”</li> <li>e. Kampuh</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>a. bahan tebuk</li> <li>b. pons</li> <li>c. pemotong</li> <li>d. pemangkasan</li> <li>e. peleburan</li> <li>f. tekik</li> <li>g. belah</li> <li>h. tusuk</li> <li>i. serut</li> </ul>
5	Berenergi tinggi	6	Hobb
	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. lendakan</li> <li>b. hidroelektrik</li> <li>c. magnet</li> </ul>		
7	Ekstrusi	8	Penumbukan peluru
	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. dingin</li> <li>b. impak</li> </ul>		

(Sumber : Kalpakjian S, *Manufacturing Process for Engineering Materials*,  
dan Website: <http://www.matweb.com>)

## DAFTAR PUSTAKA

Fadlan Batubara dkk. *Kajian Proses Penarikan Dingin Kawat Aluminium 5052O*. Institut Teknologi Medan, 2016.

Jhon Noel Harris. *Mechanical Working of Metal ,Teory And Praktice*, Pergamon press,Oxford, 1983.

Kalpakjian, S. *Manufacturing proses for engineering and technology,third edition*,Addision Wesley Publishing Compan,1995.

Kalpakjian, S. *Manufacturing process for Engineering Material.4<sup>th</sup>ed*.Prentice Hall, 2002.

Kalpakjian,S,(2008).*Manufacturing process for Engineering Material. 5<sup>th</sup>.ed*.schmid. person education ISBN No.0-13-227271-7.

Mikell. P. Groover. *Fundamentals off Modern Manufacture, Metarial,Processes, and System*, Prentice Hall ,New York, 1996.

Pros –Man – H05-Pros Ekstursi dan *drawing-wordPress.com*

Surya Murni Yunus. *Metal forming,overview of metal formin*, 2004.

William F. Hoaford And Robert M. Caddel,*Metal Forming, Mechanical and Metallurgy*,Prentice Hall,New jersey, 1993.

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### DATA PRIBADI

Nama : IMAM MUNAWIR HARAHAP  
NPM : 1307230005  
Tempat/ Tanggal Lahir : Sibolga, 21 Januari 1995  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Agama : Islam  
Status : Belum Menikah  
Kel/Desa : Aek Habil  
Kecamatan : Sibolga Selatan  
Kota : Sibolga  
Nomor HP : 08126962661  
Nama Orang Tua  
Ayah : Alm. Amrin Harahap  
Ibu : Warmasita Batu Bara

### PENDIDIKAN FORMAL

2000-2006 : SD Negeri 084082 Aek Parombunan  
2006-2009 : MTS Swasta Muhammadiyah 04 Sibolga  
2009-2012 : SMK Swasta Muhammadiyah 11 Sibuluan Tapanuli Tengah  
2013-2018 : Mengikuti Pendidikan S1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara