

**TUGAS SARJANA
KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR**

**PERANCANGAN *DIE* EKSTRUSIDINGIN PADA
PEMBENTUKAN BENDA KERJA BERBENTUK SILINDER**

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

Disusun oleh :

MORA KATILI SITOANG
1307230157



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

LEMBAR PENGESAHAN - I
TUGAS SARJANA
KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR
PERANCANGAN DIE EKSTRUSI DINGIN PADA
PEMBENTUKAN BENDA KERJA BERBENTUK
SILINDER

Disusun Oleh :

MORA KATILI SITOANG

1307230157

Diperiksa dan Disetujui Oleh :

Pembimbing - I

Pembimbing - II

(Dr. Eng Rakhmad Arief Siregar)

(Bekti Suroso, S.T., M.Eng)

Diketahui oleh :

Ka. Program Studi Teknik Mesin

(Alfandi, S.T)

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

LEMBAR PENGESAHAN - II
TUGAS SARJANA
KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR
PERANCANGAN DIE EKSTRUSI DINGIN PADA
PEMBENTUKAN BENDA KERJA BERBENTUK
SILINDER

Disusun Oleh :

MORA KATILI SITO HANG

1307230157

Telah Diperiksa dan Diperbaiki
Pada Seminar Tanggal 09 Februari 2018

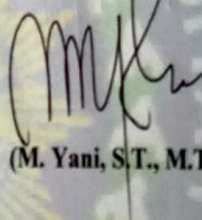
Disetujui Oleh :

Pembanding - I



(Ir. H. Batu Mahadi Siregar, M.T)

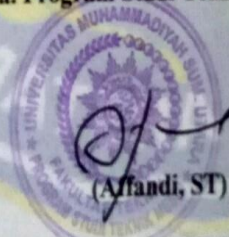
Pembanding - II



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

Diketahui oleh :

Ka. Program Studi Teknik Mesin



(Affandi, ST)

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>

Ura mengenai surat ini agar dibuktikan nomor dan tanggalnya

DAFTAR SPESIFIKASI
TUGAS SARJANA

Nama Mahasiswa : Mora Katili Sitohang
NPM : 1307230157
Semester : IX
SPESIFIKASI : Perancangan Die Ekstrusi Dingin Pada Pembentukan

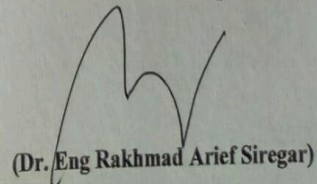
Benda Kerja Berbentuk Silinder

Diberikan Tanggal : 22 Maret 2017
Selesai Tanggal : 08 Januari 2018
Asistensi : Seminggu Sekali
Tempat Asistensi : Kampus Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Diketahui oleh :
Ka. Program Studi Teknik Mesin


(Affandi, S.T.)

Medan, 23 Desember 2017
Dosen Pembimbing – I


(Dr. Eng Rakhmad Arief Siregar)



**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>

Bila menjawab surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

**DAFTAR HADIR ASISTENSI
TUGAS SARJANA**

NAMA : Mora Katili Sitohang PEMBIMBING – I : Rahmat K. Simanjuntak, S.T.,M.T
NPM : 1307230157 PEMBIMBING – II : Dr. Eng, Rakhmad Arief Siregar

NO	Hari / Tanggal	Uraian	Paraf
1	Rabu / 22 Maret 2017	Spesifikasi tugas sarjana	ff
2	Kamis / 6 April 2017	teglipi jurnal rekayasa daya tugas sarjana	ff
3	Jelasa / 5 Mei 2017	Revisi ketetapan masalah tugas BAB 1	ff
4	Jelasa / 18 Juli 2017	BAB 2 : - Perencanaan turbin - Fungsi prototipe	ff
5	Jelasa / 10 Okt 2017	BAB 3 : - Model desain pemecahan diuji - Alat dan bahan yg dirangkai	ff
6	Sabtu / 20 Jan 2018	pernyataan bab 4	/
7	Sabtu / 20 Jan 2018	sel semua	/
	Jelis / 8 Jan 2018	ACC seminar	ff

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

Peserta Seminar
 Nama : Mora Katili Sitohang
 NPM : 1307230157
 Judul Tugas Akhir : Perancangan Die Eksyruasi Dingin Pada Pembentukan Benda Kerja Berbentuk Silinder.

DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing – I : DR.Rakhmad Arief Srg.M.Eng	:
Pembimbing – II : Bakti Suroso.S.T.M.Eng	:
Pembanding – I : Ir.H.Batu Mahadi.Siregar.M.T	:
Pembanding – II : M.Yani.S.T.M.T	:

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1207230055	Rozali Sirogan	
2	1307230136	Fahrozi Rauh	
3	1307230123	Bahari Ramadhani	
4	1307230125	Wahyono Aji	
5	1307230187	ABDUL RAHMAN	
6	1307230803	David Sonudhin Hrb	
7	1307230149	KHARIL PRAYANDI	
8	1307230091	BAMBANG PRANOTO	
9	1307230088	ILHAM KAMALUDDIN	
10	1307230122	VERY IRAWAN	

Medan, 21 Djm.Awal 1439 H
09 Februari 2018 M

Ketua Prodi. T Mesin



Affandi.S.T

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

NAMA : Mora Katili Sitohang
NPM : 1307230157
Judul T.Akhir : Perancangan Die Ekstrusi Dingin Pada Pembentukan Benda Kerja Berbentuk Silinder.

Dosen Pembimbing – I : DR.Rakhmad Arief Siregar.M.Eng
Dosen Pembimbing – II : Bekti Suroso.S.T.M.T
Dosen Pemanding - I : Ir.H.Batu Mahadi.Siregar.M.T
Dosen Pemanding - II : M.Yani.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
- ② Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
Bab 2, Bab 3 Perjan Cogan / Tertulis pada
keputusan juga diripn
.....
.....
.....
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....

Medan 21 Djum.Awal 1439H
09 Februari 2018 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin



Dosen Pemanding- I

Ir.H.Batu Mahadi.Siregar.M.T

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

NAMA : Mora Katili Sitohang
NPM : 1307230157
Judul T.Akhir : Perancangan Die Ekstrusi Dingin Pada Pembentukan Benda Kerja Berbentuk Silinder.

Dosen Pembimbing - I : DR.Rakhmad Arief Siregar.M.Eng
Dosen Pembimbing - II : Bekti Suroso.S.T.M.T
Dosen Pembanding - I : Ir.H.Batu Mahadi.Siregar.M.T
Dosen Pembanding - II : M.Yani.S.T.M.T

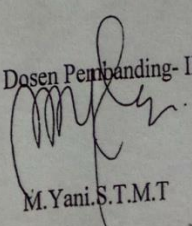
KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
Pada Bab I, latar belakang, rumus ekstrusi.
Pada Bab III, flow chart.
Pada Bab IV, V, penampang merah, pemisahan skripsi
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....
.....

Medan 21 Djum.Awal 1439H
09 Februari 2018 M

Diketahui :
Kema Prodi. T.Mesin

Affandi.S.T

Dosen Pembanding- II

M.Yani.S.T.M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS SARJANA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Mora Katili Sitohang

Tempat/Tgl Lahir : Harian Boho, 03 Desember 1995

NPM : 1307230157

Bidang Keahlian : Konstruksi Dan 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 :

PERANCANGAN DIE EKSTRUSI DINGIN PADA PEMBENTUKAN BENDA KERJA BERBENTUK SILINDER.

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 sesuaian 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.

Medan, Maret 2018
Saya yang menyatakan,



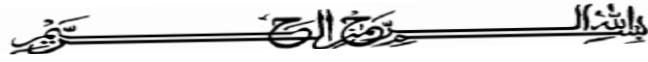
Mora Katili Sitohang
MORA KATILI SITO HANG

ABSTRAK

Proses pembentukan logam bermacam macam, diantaranya yaitu ekstrusi. Ekstrusi adalah proses dimana benda kerja didorong paksa memasuki die sambil ditahan melalui container untuk mencegah terjadinya deformasi yang tidak diinginkan. Untuk itu diperlukan produk die yang mempunyai kualitas produk yang baik. Tujuan dilakukan perancangan die ekstrusi dingin pada pembentukan benda kerja berbentuk silinder ini adalah untuk mendesain die guna mendapatkan desain yang terbaik.pada perancangan ini penulis menggunakan die, container yang berbahan baja karbon ASTM C45 sebagai wadah dalam proses ekstrusi aluminium dan Teflon. Adapun spesimen yang digunakan dalam pengujian yaitu aluminium dan Teflon atau polyurethane dengan diameter 41 mm dan panjang 30 mm. penulis merancang die ekstrusi menggunakan software solidworks, catia dan mensimulasikan hasil rancangan menggunakan software ansys. Tujuan dari mensimulasikan hasil rancangan untuk mengetahui regangan dan tegangan pada benda kerja dan cetakan Hasil yang telah dibuktikan pada saat analisa numerik die ekstrusi menggunakan software ansys menunjukkan bahwa hasil maximum regangan yang terjadi pada benda kerja aluminium sebesar 0,00089578 dan hasil minimum menunjukkan angka 0,00010083. Untuk tegangan benda kerja menunjukkan angka maximum 0,0000009338 N/m² dan hasil minimumnya menunjukkan angka sebesar 0,00000010469 N/m². sedangkan hasil untuk cetakannya pada titik regangannya menunjukkan angka maximum 0,0010679 dan angka minimum menunjukkan angka 0,0001455 serta hasil tegangan maximum adalah 0,000000019217 dan tegangan minimum adalah 0,000000025136.

Kata kunci : Desain die Ekstrusi, Simulasi, Software Catia

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatu

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat ALLAH SWT, atas segala rahmat, hidayah, nikmat, serta karunia-Nya, sehingga dengan izin-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Sarjana yang berjudul “ PERANCANGAN DIE EKSTRUSI DINGIN PADA PEMBENTUKAN BENDA KERJA BERBENTUK SILINDER ”, sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik S-1, pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Adapun Tugas Sarjana ini tidak luput dari bantuan dan bimbingan serta dorongan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung, dengan segenap kerendahan hati penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Kedua Orang Tua Yang Tersayang, Ayahanda Karim Sitohang dan Ibunda Kasmawati Napitupulu S,pd yang selalu memberikan doa, kasih sayang dan dukungan terus menerus baik moril maupun materil.
2. Bapak Dr. Eng Rakhmad Arief Siregar selaku Dosen Pembimbing I, dan Bapak Bakti Suroso, S.T.,M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II.
3. Alm.Bapak Rahmat Kartolo Simanjuntak, S.T.,M.T yang telah memberikan dukungan, semangat dan Mengantarkan saya sampai kegelar Sarjana Teknik
4. Bapak Ir. H. Batu Mahadi Siregar M.T. selaku Dosen Penguji I, dan Bapak M. Yani S.T.,M.T. selaku Dosen Penguji II.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T.,M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Dr. Ade Faisal, S.T.,M.Sc. selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Bapak Khairul Umurani, S.T.,M.T. selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Bapak Affandi, S.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Mesin dan Staf Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

10. Kepada Yang Tersayang Calon Pendamping Hidup Saya Mega Utri Budiarti yang telah memberikan semangat support dan canda tawa sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
11. Kepada Teman – Teman satu group perjuangan skripsi Bambang Pranoto, Ahmad Faika Siregar yang selalu senantiasa memberikan dukungan dan semangat dalam tugas akhir ini.
12. Kepada Sahabat – Sahabat saya Muhammad Rizal Lubis, Ilham Kamaluddin, Jumadi, M.Iqbal Yayang Saraan, Roy Chartin Samosir, Abdul Rahman, Risky Angga Pratama, Hermansyah Hasibuan, Bayu Mandala, yang telah member dukungan dan semangat dan doa yang tulus kepada penulis.
13. Kepada Teman – Teman seperjuangan kelas B1 pagi 2013 yang telah member motivasi dan semangat kepada penulis sampai selesainya skripsi ini.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga Tugas Sarjana ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca serta dapat menjadi referensi untuk selanjutnya.

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatu.

Medan, Januari 2018

MORA KATILI SITO HANG

1307230157

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN – I	
LEMBAR PENGESAHAN – II	
LEMBAR SPESIFIKASI TUGAS SARJANA	
LEMBAR ASISTENSI TUGAS SARJANA	
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS SARJANA	
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR SIMBOL	viii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penulisan	3
1.5 Manfaat Penulisan	3
1.6 Sistematis Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengertian Perancangan	6
2.2 Sejarah Teknologi Ekstrusi	6
2.3 Definisi Ekstrusi Dingin	7
2.3.1 Ekstrusi Langsung	8
2.3.2 Ekstrusi Tidak Langsung	12
2.4 Perancangan Die (<i>die design</i>)	13
2.5 Menentukan <i>Die</i> Ekstrusi	15
2.6 Aspek Keamanan Diameter Dan Tebal Die	16
2.7 Container (Wadah)	16
2.8 Bahan <i>Die</i> Ekstrusi	17
2.9 Bahan Yang Akan Di Ekstrusi Dingin	25
2.9.1 Teflon (<i>polyurethane</i>)	25
2.9.2 Aluminium	26
2.10 Prinsip Ekstrusi Dingin	26
2.11 Beberapa Jenis Cacat Dalam Produk Ekstrusi	26
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan Perancangan	28
3.1.1 Tempat Pelaksanaan Perancangan	28
3.1.2 Waktu Pelaksanaan Perancangan	28
3.2 Alat Penelitian	29
3.2.1 Laptop	29
3.2.2 Software Catia	29
3.2.3 Software Solid Works	29

3.3	Diagram Alir	30
3.4	Tahap Awal Mendisain Die Ekstrusi	31
3.4.1	Dimensi Desain Die Ekstrusi	31
3.4.2	Prosedur Mendesain	31
3.4.3	Menyalakan Computer dan Memilih Software Catia	32
3.4.4	Tampilan Awal Catia V5R19	32
3.4.5	Menentukan Sumbu Benda Kerja	33
3.4.6	Membuat Sketch	33
3.4.7	Membentuk Gambar Terlihat Solid	34
3.4.8	Tampilan Potongan Benda	35
3.4.9	Benda Kerja Tampilan Atas	35
3.4.10	Bahan Ekstrusi Dingin	36
3.5	Tahap Mensimulasi Hasil Rancangan Menggunakan Software Ansys Workbench 15	36
3.5.1	Tampilan awal workbench 15	36
3.5.2	Engineering data	37
3.5.3	Menampilkan geometry	37
3.5.4	Menampilkan Model	38
3.5.5	Connections	39
3.5.6	Menentukan Mesh	39
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1	Rencana Percobaan	43
4.2	Hasil Konsep Simulasi Ekstrusi Dingin	44
4.2.1	<i>Equivalent Elastic Strain</i> (Regangan pada bahan uji)	45
4.2.2	<i>Equivalen (Von-mises) Stress</i> (Tegangan pada bahan uji)	46
4.2.3	<i>Equivalen Elastic Strain</i> (Regangan pada cetakan)	47
4.2.4	<i>Equivalen Stress</i> (Tegangan cetakan)	48
4.3	Desain Perancangan <i>Die</i> Ekstrusi Dingin Pada Pembentukan Benda Kerja Berbentuk Silinder	49
4.4	Hasil Perancangan <i>Die</i> Ekstrusi Dingin pada Pembentukan Benda Kerja Berbentuk Silinder	49
4.5	Spesifikasi <i>Die</i> Ekstrusi Dingin Pada Pembentukan Benda Kerja Berbentuk Silinder	51
4.6	Hasil Pengujian Spesimen <i>Die</i> Ekstrusi Dingin Pada Pembentukan Benda Kerja Berbentuk Silinder	51
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1	Kesimpulan	53
5.2	Saran	54

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Standar baja	19
Tabel 3.1	Jadwal proses kegiatan saat melakukan penelitian	28
Tabel 4.1	Spesifikasi pada alat die ekstrusi	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Ekstrusi langsung (<i>Forward extrusion</i>)	9
Gambar 2.2	(a)Ekstrusi langsung untuk menghasilkan penampang berlubang atau semi belubang (b)Penampang berlubang (c)Semi berlubang	11
Gambar 2.3	Ekstrusi tidak langsung (<i>reverse extrusion</i>)	12
Gambar 2.4	Sketsa perancangan <i>die</i>	14
Gambar 2.5	<i>Container</i> (Wadah)	17
Gambar 2.6	Struktur baja ASTM C45	18
Gambar 3.1	Diagram alir	30
Gambar 3.2	Dimensi desain <i>die</i> ekstrusi	31
Gambar 3.3	Tampilan layar computer/laptop	32
Gambar 3.4	Tampilan awal catia V5R19	32
Gambar 3.5	Menentukan sumbu yz	33
Gambar 3.6	Gambar sketch	33
Gambar 3.7	Desain awal die	34
Gambar 3.8	Membentuk gambar terlihat solid	34
Gambar 3.9	Tampilan potongan benda kerja	35
Gambar 3.10	Benda kerja tampilan atas	35
Gambar 3.11	Tampilan solid bahan uji	36
Gambar 3.12	Tampilan awal <i>workbench 15</i>	36
Gambar 3.13	Outline of General Materials	37
Gambar 3.14	Geometry	37
Gambar 3.15	Geometry telah selesai	38
Gambar 3.16	Tampilan jendela kerja model	38
Gambar 3.17	Tampilan benda kerja dan cetakan	39
Gambar 3.18	Hubungan antara benda kerja dan cetakan	39
Gambar 3.19	<i>Body Sizing</i>	40
Gambar 3.20	Hasil <i>Mesh</i>	40
Gambar 3.21	Posisi gaya dorong pada benda uji	41
Gambar 3.22	Displacement benda kerja	41
Gambar 3.23	Proses hasil analisa	42
Gambar 4.1	Konsep ekstrusi dingin berbentuk silinder	43
Gambar 4.2	Gaya dorong pada benda kerja	44
Gambar 4.3	Regangan pada benda uji	45
Gambar 4.4	Tegangan pada benda uji	46
Gambar 4.5	Regangan pada cetakan	47
Gambar 4.6	Tegangan cetakan	48
Gambar 4.7	Desain rancangan	49
Gambar 4.8	Hasil perancangan <i>die</i>	50
Gambar 4.9	Penempatan spesimen ekstrusi	50
Gambar 4.10	Hasil ekstrusi aluminium (a) dan Teflon (b)	52

DAFTAR SIMBOL

F_t	= Jumlah keseluruhan gaya ekstrusi	9
F_{fc}	= Gaya gesekan antara benda kerja dan container	9
F_{fd}	= Gaya gesekan antara benda kerja dan dies	9
F_{dd}	= Gaya deformasi dalam <i>dies</i>	9
τ	= Tegangan geser antara benda kerja dan container	10
L	= Panjang benda kerja dalam kontainer	10
d_0	= Diameter dalam container	10
m	= Factor gesekan	10
k	= <i>Shear flow</i> stresses material	10
$\bar{\sigma}$	= Normal flow stress	10
F_d	= Mencapai nilai maksimum	11
p	= Tekanan ekstrusi	13
k	= Konstanta ekstrusi	13
A_0	= Luas penampang ekstrusi	13
A_f	= Luas penampang lubang die	13
σ	= Tekanan ekstrusi	13
A	= Luas penampang	13
F	= Gaya ekstrusi	13

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Ekstrusi merupakan salah satu proses yang banyak digunakan dalam proses manufaktur. Dimana aplikasinya sangat luas seperti dijumpai pada aplikasi-aplikasi struktur, komponen-komponen mobil, sampai dengan proses pembentukan pada komponen-komponen yang sangat kecil. Ekstrusi merupakan proses manufaktur dengan penekanan pada material sampai terjadi deformasi plastis sehingga terbentuk komponen sesuai dengan bentuk yang telah didesain.

Dalam perkembangannya, proses ekstrusi telah memberikan kemudahan bagi industri manufaktur dalam usaha pembuatan produk hasil industri. Hampir semua industri manufaktur telah menggunakan teknologi *die* yang menggantikan kemampuan keahlian tangan manusia. Penggunaan *die* akan memberikan dampak pada efisiensi waktu, karena dengan adanya *die* memungkinkan untuk memproduksi dalam jumlah yang besar.

Centerburst, piping, surface cracking terjadi pada pertemuan permukaan ujung benda kerja, yang sering memperlihatkan *discontinue* pada batas pertemuan ujung benda kerja. Fenomena ini sering terjadi pada manufaktur aluminium untuk tujuan yang *continue*. Fenomena ini dapat menimbulkan masalah yang serius terutama karena dapat menurunkan kualitas produk, kebutuhan akan membuang lagi sebagian produk menjadi hal yang tidak diinginkan dari sebuah manufaktur.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan yang telah diuraikan sebelumnya, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana merancang *die* ekstrusi dingin pada pembentukan benda kerja berbentuk silinder
2. Bagaimana kondisi pola aliran material benda uji yang mengalami proses ekstrusi dingin.
3. Bagaimana bentuk akhir dari produk yang dihasilkan setelah proses ekstrusi.

1.3. Batasan Masalah

Dalam perencanaan *Die* Ekstrusi ini dibatasi oleh beberapa hal yang berguna untuk menghindari pembahasan yang tidak terarah, agar dalam pemecahan permasalahan dapat dengan mudah dan segera dilaksanakan mengingat keterbatasan waktu, kemampuan dan pengalaman penulis. Adapun batasan masalah dalam penyelesaian tugas sarjana ini adalah :

1. Material uji adalah aluminium dan Teflon berukuran :
Panjang : 65 mm
Diameter : 41 mm
2. *Density* material sebesar 2700 kg/m^3 , *poisson ratio* 0,25 s, dan *yield stress* sebesar 50.000 Pa
3. *Die* (cetakan)
Die yang di rancang dan yang digunakan dalam penelitian berukuran panjang *container* 130 mm, diameter luar 75 mm, diameter dalam 65 mm, panjang tirus 28 mm, diameter *die* 40 mm, panjang *die* 17,5 mm

1.4. Tujuan Penulisan

Adapun tujuan penulis dari perancangan *die* ekstrusi dingin pada pembentukan benda kerja berbentuk silinder adalah sebagai berikut :

1. Membuat rancangan *die* ekstrusi dingin pada pembentukan benda kerja berbentuk silinder.
2. Mengetahui pengaruh diameter *die*, kecepatan penekanan (*punch speed*), dan koefisien gesek terhadap gaya penekanan (*punch force*) pada proses ekstrusi.
3. Mendesain bentuk pola *die* dengan menggunakan *software solidworks*.

1.5. Manfaat Penulisan

Adapun manfaat yang diharapkan dari penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Menambah ilmu pengetahuan mengenai ekstrusi dingin pada proses ekstrusi dingin aluminium dan Teflon.
2. Memberikan gambaran analisis komputasi untuk proses pembentukan komponen ril industri melalui simulasi ekstrusi.
3. Mengetahui lebih jauh tentang pemanfaatan penggunaan program *software solidworks, catia dan ansys*.
4. Sebagai bahan perbandingan dan pembelajaran antara teori yang diperoleh di bangku perkuliahan dengan yang ada di lapangan.
5. Manfaat bagi mahasiswa adalah sebagai referensi untuk membuat tugas yang berhubungan dengan perencanaan dan perancangan.

1.6. Sistematis Penulisan

Untuk lebih terarahnya penulisan ini dan untuk menghindari agar tidak terjadi pembahasan yang berulang serta untuk mempermudah pembaca dalam memahami, maka disusun sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dibahas tentang Latar Belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penulisan, manfaat penulisan, sistematika penulisan dari perencanaan *die* ekstrusi

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menguraikan secara umum tentang teori pendukung dalam perencanaan *die* ekstrusi dingin pada pembentukan benda kerja berbentuk silinder

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dibahas secara terperinci mengenai parameter perencanaan *die* ekstrusi dingin

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas Hasil dan Pembahasan mengenai perancangan *die* dan, Bahan yang digunakan dalam perancangan *die* ekstrusi.

BAB 5 PENUTUP

Pada bab ini berisikan mengenai garis besar Kesimpulan dari perancangan *die* ekstrusi dan berisikan tentang Saran.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Perancangan

Kegiatan merancang sering disamakan dengan kegiatan mendesain (*design*), (Purwiningtyas, 2006), kata *design* berasal dari bahasa latin *designare* yang artinya *to designate* yaitu menunjuk, menandai, atau *marking out*. Kata *design* memiliki beberapa defenisi, salah satu yang paling sesuai adalah *to outline* yang berarti menggambar atau mensketsa, membuat *plot* atau merencanakan, sebagai aksi atau kerja. Sedangkan *engineering design* didefenisikan sebagai pengaplikasian dari beberapa macam prinsip teknik dan *sains*, bertujuan untuk menentukan bentuk suatu alat, suatu proses, atau suatu sistem dengan cara yang cukup detail untuk menjadikannya terwujud menjadi realitas atau direalisasikan.

Menurut *The Accreditation board for Engineering and Technology (ABET)* *engineering design* adalah suatu proses menemukan, memikirkan, merencanakan, dan memenuhi kebutuhan - kebutuhan yang diinginkan. Ini adalah sebuah proses pengambilan keputusan (sering bersifat *iterative*), dimana ilmu pengetahuan dasar, matematika, dan ilmu keteknikan diaplikasikan untuk mengubah sumber daya - sumber daya secara optimal untuk menemui atau mendapatkan satu tujuan yang sudah dinyatakan.

2.2. Sejarah Teknologi Ekstrusi

Teknologi ekstrusi merupakan teknologi yang cukup tua. Pada tahun 1797 di Inggris, Joseph Bramah menciptakan mesin untuk membuat pipa tanpa

sambungan yang diperkirakan sebagai mesin ekstrusi pertama. Tidak lama kemudian produk produk lain seperti sabun, macaroni, dan bahan bahan bangunan di proses menggunakan teknologi ekstrusi. Karena keterbatasan proses yang dilakukan ekstrusi terdahulu maka ekstrusi yang menggunakan ulir (*Screw*) diciptakan untuk kebutuhan industri kabel. Konsep awal yang diketahui mengenai ekstrusi ulir tunggal ditemukan di tahun 1873 pada suatu gambar rancangan milik Phoenix Gummiwerke A.G.

Namun sejak saat itu penggunaan ekstrusi bagi pengolahan semakin meningkat (Janssen,1978), proses ini tidak di kembangkan sampai 1820 ketika Thomas Burr membuat hidrolis powered press pertama. Pada saat ini proses itu disebut penyemprotan. Pada tahun 1894, Alexander Dick memperluas proses ekstrusi dengan paduan tembaga, aluminium.

2.3. Definisi Ekstrusi Dingin

Ekstrusi berasal dari bahasa latin *extrude* yang berarti menekan keluar. Ekstrusi dingin adalah penekanan dingin yang dilakukan pada suhu kamar, keuntungannya jika dibandingkan dengan ekstrusi panas adalah kurangnya oksidasi, kekuatan yang lebih tinggi karena pengerjaan dilakukan pada suhu dingin, permukaan akhir yang dihasilkan baik, dan kecepatan ekstrusi cepat jika bahan dikenakan tekanan panas (*hot shortness*). Bahan yang umumnya digunakan pada ekstrusi dingin meliputi : timbal, plastik, timah, aluminium, tembaga, zirkonium, titanium, vanadium dan baja.

Ekstrusi dingin sendiri mempunyai beberapa keuntungan seperti:

- Meningkatkan hasil mekanik ekstrusi dari pengerjaan kekerasan.

- Kontrol toleransi yang baik, dengan demikian sedikit hal yang dilakukan untuk *finishing*.
- Meningkatkan hasil permukaan akhir.
- Angka produksi dan harga kompetitif dengan menggunakan metode ekstrusi dingin dibandingkan menggunakan metode lain.
- Tingkat *stressing* (tegangan) pada peralatan yang dihasilkan dengan menggunakan metode ini adalah sangat tinggi.

Dalam proses ekstrusi terdapat beberapa jenis ekstrusi yang dapat diklasifikasikan berdasarkan konfigurasi fisik :

2.3.1 Ekstrusi Langsung

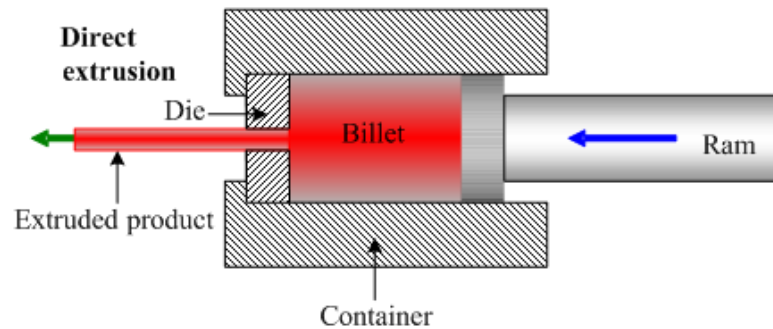
Proses ekstrusi ini merupakan proses ekstrusi yang paling sederhana. Dalam pengerjaannya sebuah material dasar ditempatkan pada *chamber* yang berbentuk silinder kemudian sebuah *dammy blok* ditempatkan di belakangnya. Kemudian gaya dorong diberikan melalui sebuah ram mendorong material melalui cetakan (*die*) pada ujung silinder. *Die* ini dapat didesain sesuai dengan bentuk geometri yang diinginkan misalnya bentuk bulat, persegi, persegi panjang dan bentuk-bentuk lain yang lebih kompleks seperti bentuk Z, bentuk H dan bentuk U.

Kekurangan ekstrusi langsung :

- a. Pada saat *ram* ditekan akan terjadi gesekan antara logam kerja dengan dinding *container*, sehingga gaya yang dibutuhkan menjadi sangat besar.

- b. Bila ekstrusi dilakukan dalam operasi panas, gesekan bertambah besar akibat terbentuknya oksida pada permukaan logam kerja (*billet*).

Ekstrusi langsung disebut juga ekstrusi kedepan (*forward extrusion*), ditunjukkan dalam gambar berikut ini.



Gambar 2.1 Ekstrusi Langsung (*forward extrusion*)

Pada gambar 2.1 menunjukkan sketsa proses ekstrusi (*forward extrusion*), Bakshi dan joyybari (2003) menunjukkan bahwa besar gaya ekstrusi yang dibutuhkan untuk menghasilkan deformasi adalah sebagai berikut :

$$F_t = F_{fc} + F_{fd} + F_{dd} \quad (2.1)$$

Dengan F_t adalah jumlah keseluruhan gaya ekstrusi, F_{fc} gaya gesekan antara benda kerja dan kontainer, F_{fd} gaya gesekan antara benda kerja dan dies, serta F_{dd} gaya deformasi dalam *dies*. Pada persamaan (1), jumlah gaya F_{fd} dan F_{dd} dapat diganti menjadi F_d

$$F_t = F_{fc} + F_d \quad (2.2)$$

Gaya gesekan antara benda kerja dan container dapat didefinisikan menjadi :

$$F_{fc} = \tau \pi d_0 L \quad (2.3)$$

Dengan τ tegangan geser antara benda kerja dan kontainer, L panjang benda kerja dalam kontainer, dan d_0 diameter dalam container.

Dengan substitusi persamaan (3) kedalam persamaan (2), maka jumlah total gaya ekstrusi adalah sebagai berikut :

$$F_t = \tau \pi d_0 L + F_d \quad (2.4)$$

Tegangan geser dalam container τ dapat didefinisikan sebagai fungsi dari factor gesekan (m) dan *shear flow stress* material (k).

$$\tau = mk \quad (2.5)$$

Menurut kriteria luluh Von Mises, k sebanding dengan *normal flow stress*.

$$k = \frac{\sqrt{3}}{3} \bar{\sigma} \quad (2.6)$$

Dengan $\bar{\sigma}$ adalah normal flow stress.

Dengan mengganti persamaan (5) kedalam persamaan (4), dan dengan menggunakan persamaan (6) maka :

$$F_1 = \frac{\sqrt{3}}{3} \pi n \bar{\sigma} d_0 L + F_d \quad (2.7)$$

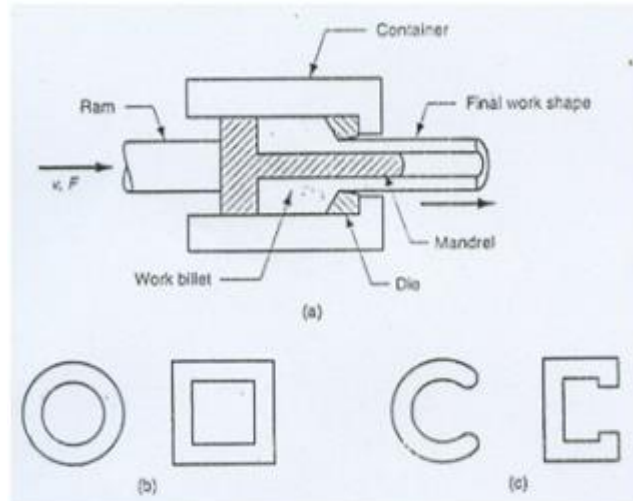
Pada proses *forward extrusion*, gaya maksimum dapat dicapai setelah benda kerja memenuhi isi *container*. Setelah proses berlanjut, gaya F_d akan konstan, dan dengan makin berkurangnya panjang benda kerja dalam *container*, maka gaya gesekan akan makin menurun pula. Dengan demikian persamaan (7) dapat ditulis secara sederhana sebagai berikut :

$$F_t = \alpha \cdot L + F_d \quad (2.8)$$

$$\text{Dengan } \alpha = \frac{\sqrt{3}}{3} \pi n \bar{\sigma} d_0$$

Karena d_0 konstan, dengan menganggap n dan $\bar{\sigma}$ juga konstan, maka α juga akan konstan, dan ketika F_d mencapai nilai maksimumnya, maka persamaan (8) akan merupakan persamaan yang menyatakan bahwa dengan berkurangnya panjang benda kerja L , jumlah total gaya ekstrusi akan menurun secara linier.

Beberapa contoh produk yang dapat dibuat dengan proses ekstrusi langsung adalah produk berlubang atau semi berlubang seperti pada gambar 2.2.

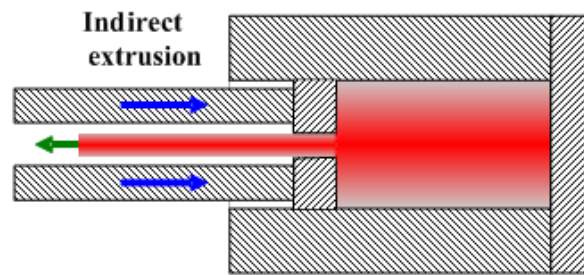


Gambar 2.2. (a) Ekstrusi langsung untuk menghasilkan penampang berlubang atau semi belubang; (b) penampang berlubang; (c) semi berlubang.

2.3.2 Ekstrusi Tidak Langsung

Dalam prosesnya, sebuah *die* digerakkan ke arah material tidak bergerak lagi dalam *chamber*. Teknik ini adalah kebalikan dari proses ekstrusi langsung. Proses ini memerlukan gaya yang lebih kecil dibandingkan dengan ekstrusi langsung karena lebih sedikit gesekan yang terjadi.

Ekstrusi tidak langsung; disebut juga ekstrusi ke belakang (*backward extrusion*) atau ekstrusi mundur (*reverse extrusion*). Cetakan dipasang pada ujung ram yang berlubang. Pada saat ram menekan bendakerja, logam yang ditekan akan mengalir melalui lubang ram dalam arah yang berlawanan dengan arah gerakan *ram*.



Gambar 2.3. Ekstrusi tidak langsung (*reverse extrusion*)

Ekstrusi tidak langsung juga dapat digunakan untuk membuat produk berlubang atau tabular. Cetakan ditempatkan di ujung *ram* dan ditekan ke *billet*, sehingga logam mengalir di sekeliling ram menghasilkan bentuk cawan.

Kekurangan ekstrusi tidak langsung :

- a. Panjang produk ekstrusi yang dapat dibuat sangat terbatas.
- b. Ram kurang kokoh bila bendakerja terlalu panjang.

Kelebihan ekstrusi tidak Langsung :

- a. Billet tidak bergerak relatif terhadap *kontainer*, sehingga tidak terjadi gesekan antara *billet* dengan dinding *kontainer*
- b. Karena tidak terjadi gesekan, maka gaya tekan yang dibutuhkan lebih kecil dibandingkan dengan ekstrusi langsung.

Rasio ekstrusi adalah perbandingan antara luas permukaan logam sebelum dan sesudah diekstrusi. Harga rasio ekstrusi dapat bervariasi dan bergantung pada jenis material yang digunakan, gaya ekstrusi dapat dinyatakan sebagai :

$$P = K A_0 \ln \left(\frac{A_0}{A_f} \right) \quad (2.9)$$

Dimana p merupakan tekanan ekstrusi, k konstanta ekstrusi, A_0 luas penampang ekstrusi, A_f luas penampang lubang die.

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (2.10)$$

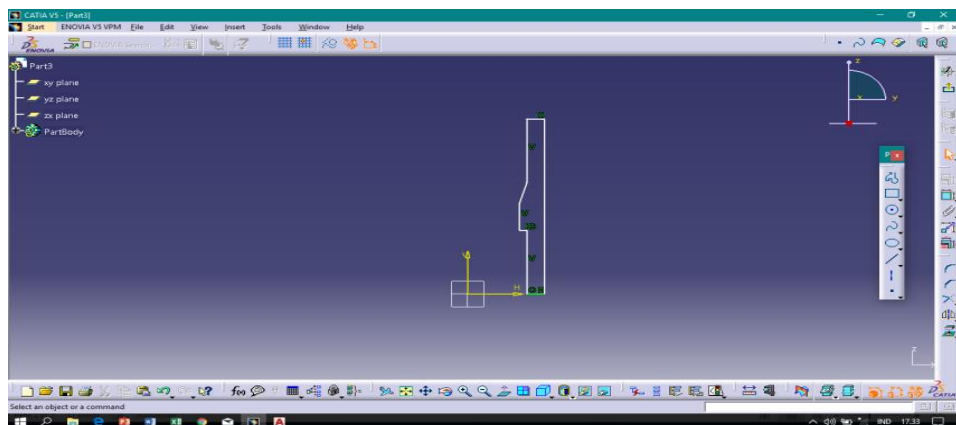
Dimana σ tekanan ekstrusi, F gaya ekstrusi, A luas penampang

2.4. Perancangan Die (*die design*)

Perancangan dan pembuatan *die* sangat penting sekali dan sangat dibutuhkan dalam aspek proses ekstrusi aluminium. Rancangan *die* tersebut dipengaruhi berbagai macam faktor yaitu prosedur serta perawatan pada saat melakukan proses ekstrusi, mengetahui bentuk profil dan toleransinya, serta mengetahui karakteristik komposisi aluminiumnya. Keterampilan serta keahlian yang baik pada seorang perancang dan pembuat *die* sangat vital agar produksinya lebih efisien. Akhir akhir ini rancangan serta pembuatan *die* ekstrusi aluminium mengalami perkembangan yang sangat kompleks pada bentuk, ketebalan dan kualitas permukaan profil.

Dari beberapa pengalaman yang didapat hingga saat ini, maka dibuatlah beberapa persyaratan dalam merancang sebuah *die*, tetapi merancang *die* ekstrusi masih tergantung dari penilaian masing masing orang, pemikiran, dan pengalaman tidak ada dua *die* yang memiliki kesamaan rancangan, material, kekerasan, dan juga hasil ekstrusi yang sama. Sebuah hasil pekerjaan yang saling terkait antara perancang *die*, pembuat *die*, operator mesin ekstrusi serta korektor *die* sangat dibutuhkan untuk memeriksa toleransi dan kinerja ekstrusi.

Ada tiga tujuan utama dari perancangan sebuah *die* untuk semua operasi ekstrusi yaitu menyediakan agar aliran aluminium pada saat dilakukan ekstrusi relatif mudah, dimensinya tetap stabil, serta hasil ekstrusi yang diperoleh sesuai yang diinginkan. Pada prinsipnya proses ekstrusi sangat mudah, tetapi banyak faktor prosesnya, termasuk rancangan *die* dan modifikasinya, penyesuaian peralatan, pemilihan komposisi paduan aluminiumnya, serta temperatur pemanasannya adalah faktor penentu utama agar spesifikasi profil yang diinginkan dapat tercapai dengan baik. Deformasi die akibat tekanan pada saat proses juga harus dipertimbangkan dalam merancang sebuah *die*.



Gambar 2.4. Sketsa Perancangan Die

Pertimbangan merancang *die* adalah sebagai berikut :

1. Jumlah *opening die* berdasarkan bentuk dan ukuran profil
2. Koordinat keluaran yang lurus dengan sumbu *billet*
3. Posisinya harus tepat di titik tengah lingkaran *opening die*

4. Faktor penentu utama dari *opening die* berdasarkan pemanasan billet, pergeseran yang diijinkan, dan *defleksi die* (antara die dan kedalaman *tongue*)

5. Optimasi panjang bearing untuk meningkatkan produktifitas

Informasi dasain yang harus di perhatikan untuk merancang sebuah *die* :

- a. Bentuk geometri profil
- b. Jenis dan komposisi serta ukuran *billet*
- c. Kapasitas mesin (ton)
- d. Ukuran profil yang diinginkan
- e. Komponen komponen pendukung *die* (*backer* atau *volster*) yang dipakai
- f. Berat profil per meter

2.5. Menentukan *Die* Ekstrusi

Die secara luas dikelompokkan sebagai benda padat (atau datar), yang menghasilkan bentuk padat dan berlubang. Kombinasi bentuk padat dan berongga dapat digabungkan menjadi satu *die*.

Die mungkin memiliki satu atau lebih lubang. Beberapa lubang pada *die* tunggal menghasilkan beberapa ekstrusi dengan setiap tekanan.

Ukuran *die* yang akan di ekstrusi dengan aluminium membentuk profil berbentuk silinder dengan ukuran diameter keseluruhan *die* 75 mm, diameter dalam container 65 mm, tebal container 10 mm, diameter *die* 40 mm, tirus 164,02°.

2.6. Aspek Keamanan Diameter Dan Tebal Die

1. Diameter die

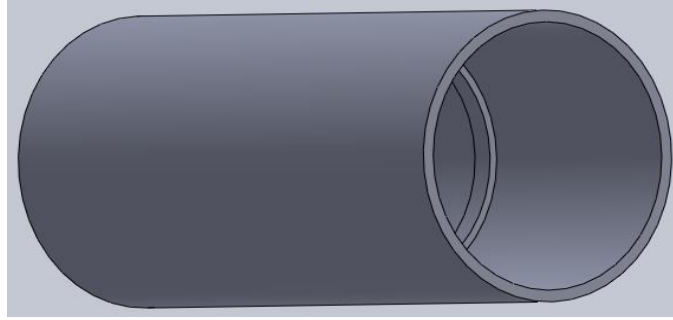
Untuk menentukan diameter *die* pada *hollow die* dan *solid die* yaitu dengan memperhitungkan dari berat profil tiap kilogramnya yang sudah diketahui sebelumnya.

2. Tebal die (*die thickness*)

Untuk menentukan tebal *die*, ada beberapa pilihan yang harus dipertimbangkan sebelum mengambil keputusan. Hal ini dilakukan untuk menghindari pemborosan biaya maupun material karena die terlalu tebal dan juga sebaliknya untuk menghindari die pecah atau melengkung karena terlalu tipis (terutama pada bagian *tongue*).

2.7. Container (Wadah)

Container (Wadah) adalah alat yang berfungsi sebagai dinding penahan pada saat *billet* yang berbentuk *silindris* dimasukkan ke dalam wadah atau bejana ekstrusi. Kemudian ditekan ke arah *die* atau cetakan, cetakan ditahan dengan kuat pada dinding *container* (wadah) ekstrusi gaya tekan melalui batang penekan atau *punch* akan meng-*upset* atau mendorong *billet* untuk memenuhi bagian dalam wadah. Ukuran *container* (wadah) adalah panjang keseluruhan 130 mm, Diameter luar 75 mm, Diameter dalam 65 mm, Tebal dinding container 10 mm.



Gambar 2.5. Container (Wadah)

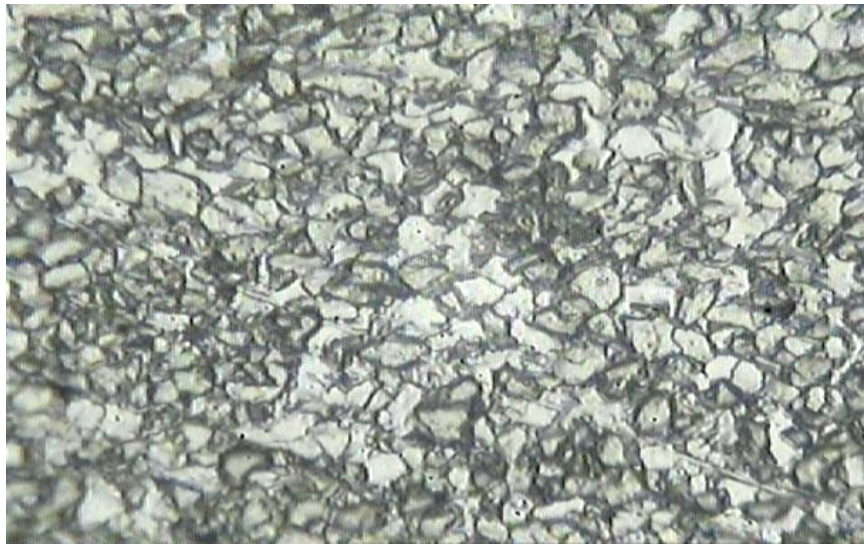
2.8. Bahan *Die* Ekstrusi

Baja adalah logam paduan, logam besi sebagai unsur dasar dengan beberapa elemen lainnya, termasuk karbon. Kandungan unsur karbon dalam baja berkisar antara 0.2% hingga 2.1% berat sesuai grade-nya. Elemen berikut ini selalu ada dalam baja: karbon, mangan, fosfor, sulfur, silikon, dan sebagian kecil oksigen, nitrogen dan aluminium. Selain itu, ada elemen lain yang ditambahkan untuk membedakan karakteristik antara beberapa jenis baja diantaranya: mangan, nikel, krom, molybdenum, boron, titanium, vanadium dan niobium. Dengan memvariasikan kandungan karbon dan unsur paduan lainnya, berbagai jenis kualitas baja bisa didapatkan. Fungsi karbon dalam baja adalah sebagai unsur penguat dengan mencegah dislokasi bergeser pada kisi kristal (*crystal lattice*) atom besi. Baja karbon ini dikenal sebagai baja hitam karena berwarna hitam, banyak digunakan untuk peralatan pertanian misalnya sabit dan cangkul. Penambahan kandungan karbon pada baja dapat meningkatkan kekerasan (*hardness*) dan kekuatan tariknya (*tensile strength*), namun di sisi lain membuatnya menjadi getas (*brittle*) serta menurunkan keuletannya (*ductility*).

Baja yang dipakai untuk ekstrusi dingin adalah berasal dari **ASTM** (*American Society for Testing Materials*), Standar Pengujian Material dari Asosiasi Amerika dengan kode standart Baja C45, karena baja C45 memenuhi persyaratan yang lebih tinggi menyangkut struktur dan kecocokan untuk perlakuan dingin maupun panas dengan struktur baja yang tingkat kemurniannya lebih tinggi.

Struktur Baja

Baja adalah seluruh macam besi yang dengan tidak dikerjakan terlebih dahulu lagi, sudah dapat di tempa. Baja adalah bahan yang serba kesamaannya tinggi, terdiri terutama dari Fe dalam bentuk kristal dan C. Pembuatannya dilakukan sebagai pembersihan dalam temperature yang tinggi dari besi mentah yang di dapat dari proses dapur tinggi. Baja adalah besi mentah tidak dapat ditempa. Pada gambar 2.6. memperlihatkan struktur mikro baja.



Gambar 2.6. Struktur Baja ASTM C45

Tabel 2.1 Standar Baja

Nama	Standar Jepang (JIS)	Standar Amerika (AISI), Inggris (BS) dan Jerman (DIN)
Baja Karbon Konstruksi Mesin	S25C	AISI 1025, BS060A25
	S30C	AISI 1030, BS060A30
	S35C	AISI 1035, BS060A35, DIN C35
	S40C	AISI 1040, BS060A40
	S45C	AISI 1045, BS060A45, DIN C45,CK45
	S50C	AISI 1050, BS060A50, DIN St 50,11
	S55C	AISI 1055, BS060A55
Baja Tempa	SF 40, 45, 50, 55	ASTM A 105-73
Baja Nikel Khrom	SNC SNC 22	BS 653M31 BSEn36

1. Terdapat 3 macam besi mentah:

- a. Besi mentah putih
- b. Besi mentah kelabu
- c. Besi mentah bentuk antar

2. Proses pembuatan baja:

- a. Proses Bessemer
- b. Proses Thomas
- c. Proses martin
- d. Proses dengan dapur elektro
- e. Proses dengan mempergunakan kui
- f. Proses aduk (*proses puddle*).

3. Sifat-sifat umum dari baja :

sifat-sifat dari baja yaitu teristimewa kelakuannya dalam berbagai macam keadaan pembebanan atau muatan terutama tergantung cara meleburnya

- a. Macam dan banyaknya logam campuran

- b. Cara (proses) yang di gunakan waktu pembuatannya
- c. Dalam proses pembuatan baja maka logam campuran baja sebagian sudah ada dalam bahan mentah itu namun masih perlu di tambahkan pada waktu pembuatan baja seperti : C, Mn, Si termasuk bahan utama S dan P.

4. Sifat-sifat utama baja untuk dapat dipergunakan sebagai bahan bangunan
- a. Keteguhan (*solidity*) artinya mempunyai ketahanan terhadap tarikan, tekanan atau lentur.
 - b. Elastisitas (*elasticity*) artinya kemampuan atau kesanggupan untuk dalam batas – batas pembenan tertentu, sesudah. Sesudahnya pembebanan ditiadakan kembali ke bentuk semula.
 - c. Kekenyalan atau keliatan (*tenacity*) artinya kemampuan atau kesanggupan untuk dapat menerima perubahan bentuk yang besar tanpa menderita kerugian – kerugian berupa cacat atau kerusakan yang terlihat dari luar dan dalam jangka waktu yang pendek.
 - d. Kemungkinan ditempa (*malleability*) sifat dalam keadaan merah pijar menjadi lembek dan plastis sehingga dapat dirubah bentuknya.
 - e. Kemungkinan dilas (*weldability*) artinya sifat dalam keadaan panas dapat digabungkan satu sama lain dengan memakai atau tidak memakai bahan tambahan, tanpa merugikan sifat–sifat ketangguhannya.
 - f. kekerasan (*hardness*) kekuatan melawan terhadap masuknya benda.

Klasifikasi Baja

- 1) Menurut kekuatannya terdapat beberapa jenis baja, diantaranya: ST 37, ST 42, ST 50, dst. Standaard DIN (Jerman) St XX kekuatan dalam Kg/mm² *steel* (baja). Contoh: ST 37: baja dengan kekuatan 37 Kg/mm².
- 2) Menurut komposisinya,
 - a. Baja karbon rendah (*low carbon steel*): C~0,25 %
 - b. Baja karbon menengah (*medium carbon steel*): C=0,25% - 0,55%.
 - c. Baja karbon tinggi (*high carbon steel*): C>0,55%
 - d. Baja paduan rendah (*low alloy steel*): unsur paduan <10%
 - e. Baja paduan tinggi (*high alloy steel*): unsur paduan >10%
- 3) Menurut mikrostrukturnya:
 - a. Baja hipoeutektoid: ferit dan ferlit
 - b. Baja eutektoid: perlit
 - c. Baja bainit
 - d. Baja martensit
- 4) Menurut cara pembuatannya
 - a. Baja basemer
 - b. Baja siemen- martin
 - c. Baja listrik dan lain-lain
- 5) Menurut penggunaannya:
 - a. Baja konstruksi
 - b. Baja mesin
 - c. Baja pegas
 - d. Baja ketel

6) Menurut bentuknya

- a. Baja pelat
- b. Baja strip
- c. Baja sheet
- d. Baja pipa
- e. Baja batang fropil

Jenis – jenis Baja

Baja secara umum dapat dikelompokkan atas 2 jenis yaitu:

- Baja karbon (*Carbon steel*)
- Baja paduan (*Alloy steel*)

a. Baja karbon (*carbon steel*)

Baja karbon dapat terdiri atas:

b. Baja karbon rendah (*low carbon steel*)

Machine, machinery dan *mild steel* (0,05% - 0,30% C). Sifatnya

mudah ditempa dan mudah di mesin. Penggunaannya:

0,05% - 0,20% C : automobile bodies, buildings, pipes, chains,

rivets, screws, nails.. 0,20% - 0,30% C : gear shaft, bolts,

forgings, bridges, buildings

c. Baja karbon manengah (*medium carbon steel*)

Kekuatan lebih tinggi dari pada baja karbon rendah. Sifatnya sulit untuk dibengkokkan, dilas, dipotong.

Penggunaan:

. *0,30 % - 0,40 % C : connecting rods, crank pins, axles.*

. *0,40 % - 0,50 % C : car axles, crank shafts, rails, boilers, auger*

bits, screw drivers.

. *0,50 % - 0,60 % C :hammers dan sledges*

d. Baja karbon tinggi (*high carbon steel*)

Sifatnya sulit dibengkokkan, dilas dan dipotong. Kandungan 0,60 % - 1,50 % C.

e. Baja paduan (*Alloy steel*)

Tujuan dilakukan penambahan unsur yaitu:

- Untuk menaikkan sifat mekanik baja (kekerasan, ketahanan, kekuatan tarik dan sebagainya).
- Untuk menaikkan sifat mekanik pada temperatur rendah.
- Untuk meningkatkan daya tahan terhadap reaksi kimia (oksidasi dan reduksi).
- Untuk membuat sifat – sifat spesial.

Baja paduan yang diklasifikasikan menurut kadar karbonnya dibagi menjadi:

. *Low alloy steel*, jika elemen paduannya $\leq 2,5\%$.

. *Medium alloy steel*, jika elemen paduannya 2,5%.

. *high alloy steel*, jika elemen paduannya $> 10\%$.

Baja paduan juga dibagi menjadi dua golongan yaitu baja campuran khusus (*special alloy steel*) & *high speed steel*

f. Baja paduan khusus (*special alloy steel*)

Baja jenis ini mengandung satu atau lebih logam – logam seperti *nikel, chromium, magnesium, molybdenum, tungsten* dan *vadium*.

Dengan menambahkan logam tersebut ke dalam baja, maka baja

paduan tersebut akan merubah sifat – sifat mekanik dan kimianya seperti lebih keras, kuat dan ulet bila dibandingkan terhadap baja karbon (*carbon steel*).

g. *High Speed Steel (HSS) Self Hardening Steel*

Kandungan karbon : 0,70 % - 1,50 %. Penggunaan membuat alat – alat potong seperti *drills, reamers, countersinks, lathe tool bits* dan *milling cutters*. Disebut *High Speed Steel* karena alat potong yang dibuat dengan material tersebut dapat dioperasikan dua kali lebih cepat dibanding dengan *carbon steel*. Sedangkan harga dari HSS besarnya dua sampai empat kali dari pada *carbon steel*. Jenis lainnya:

Baja dengan sifat fisik dan kimia khusus:

- Baja tahan garam (*acid-resisting steel*)
- Baja tahan panas (*heat resistant steel*)
- Baja tanpa sisik (*non scaling steel*)
- *Electric steel*
- *Magnetic steel*
- *Non magnetic steel*
- Baja tahan pakai (*wear resisting steel*)
- Baja tahan karat/korosi

Dengan mengkombinasikan dua klasifikasi baja menurut kegunaan dan komposisi kimia maka diperoleh lima kelompok baja yaitu:

- Baja karbon kontruksi (*carbon structural steel*)
- Baja karbon perkakas (*carbon tool steel*)

- Baja konstruksi (*Alloyed structural steel*)
- Baja paduan perkakas (*Alloyed tool steel*)
- Baja konstruksi paduan tinggi (*High alloy structural steel*)

2.9. Bahan Yang Akan Di Ekstrusi Dingin

Adapun spesimen yang akan di ekstrusi dingin pada pembentukan benda kerja berbentuk silinder adalah :

2.9.1. Teflon (*polyurethane*)

Teflon adalah nama dagang dari sebuah senyawa polimer yang diciptakan oleh Roy J. Plunkett (1910–1994) di DuPont pada tahun 1938 dan diperkenalkan sebagai produk yang dikomersialkan pada tahun 1946. Senyawa ini merupakan fluoropolimer termoplastik. Teflon disebut juga Politetrafluoroetilena (PTFE) atau polimer etilena fluorin. "Teflon" juga digunakan sebagai merek dagang polimer yang memiliki sifat serupa yaitu resin polimer perfluoroalkoksi (PFA). PTFE memiliki koefisien gesek terendah dari berbagai bahan padat yang biasa digunakan. PTFE digunakan sebagai pelapis antilengket untuk panci, wajan, dan peralatan memasak lainnya. PTFE sangat tidak reaktif, dan sering digunakan sebagai bahan wadah dan pipa untuk bahan kimia yang reaktif. Titik lelehnya bervariasi antara 260 °C (FEP) dan 327 °C (PTFE), tergantung dari polimer Teflon tertentu. Saat ini kita akan menguji kekuatan *die* melalui ekstrusi dingin dengan temperatur ruangan normal. (<http://digilib.mercubuana.ac.id/>)

2.9.2. Aluminium

Aluminium berasal nama kuno untuk alum (tawas atau kalium aluminium sulfat). Aluminium adalah logam lunak dan ringan dan memiliki warna keperakan kusam karena lapisan tipis oksidasi yang terbentuk saat unsur ini terkena udara, aluminium adalah logam yang tidak beracun dan non magnetik, unsur ini hanya memiliki satu isotop alami. Aluminium merupakan elemen berlimpah dalam kerak bumi dengan persentase sekitar 7,5% hingga 8,1%.

Aluminium adalah bahan yang paling umum diekstrusi, ekstrusi bisa menjadi ekstrusi panas atau ekstrusi dingin, jika ekstrusi panas dipanaskan sampai 575-1100°F (300 sampai 600°C). Sedangkan ekstrusi dingin dilakukan pada suhu kamar, keuntungannya jika di bandingkan dengan ekstrusi panas adalah kurangnya oksidasi.

2.10. Prinsip Ekstrusi Dingin

Ekstrusi dingin disini tidak menggunakan metode pemanasan seperti halnya ekstrusi panas, tetapi hanya menggunakan temperatur ruang untuk membentuk material menjadi bentuk yang diinginkan, Biasanya ekstrusi dengan ini digunakan untuk membuat peralatan atau komponen utama mobil, sepeda motor, dan juga untuk kebutuhan alat alat pertanian.

2.11. Beberapa Jenis Cacat Dalam Produk Ekstrusi

Cacat dalam produk ekstrusi dapat diklasifikasikan kedalam beberapa katagori seperti dibawah ini :

a. *Centerburst*

Retak yang terjadi pada bagian dalam produk ekstrusi yang terbentuk akibat adanya tegangan tarik sepanjang garis tengah (*center line*) benda kerja selama proses ekstrusi.

b. *piping*

Cacat yang terjadi pada proses ekstrusi langsung , dimana pada ujung akhir *billet* terdapat lubang . untuk menghindari terbentuknya cacat ini dapat dilakukan dengan menggunakan blok *dummy* dengan diameter sedikit lebih kecil dari pada diameter *billet* , nama lain dari cacat ini adalah *tailpipe* dan *fishtailing*.

c. Retak Permukaan (*Surface Cracking*)

Cacat yang terjadi pada permukaan hasil ekstrusi , hal ini terjadi karena sebagai berikut :

- Gerakan ram terlalu cepat
- Gesekan antara billet dengan dinding container
- Adanya efek Cil pada billet panas

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Pelaksanaan Perancangan

3.1.1. Tempat Pelaksanaan Perancangan

Tempat pelaksanaan perancangan *die* ekstrusi dingin pada pembentukan benda kerja berbentuk silinder dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jalan Kapten Muchtar Basri, No. 3 Medan.

3.1.2 Waktu Pelaksanaan Perancangan

Adapun waktu pelaksanaan perancangan *die* ekstrusi dingin pada pembentukan benda kerja berbentuk silinder ini dapat dilihat pada tabel 3.1 dan langkah – langkah pelaksanaan perancangan *die* ekstrusi dingin pada pembentukan benda kerja berbentuk silinder dapat dilakukan pada gambar 3.1

Tabel 3.1. Jadwal proses kegiatan saat melakukan penelitian

No	KEGIATAN	MEI	JUNI	JULI	AGUSTUS	SEPTEMBER	OKTOBER	NOVEMBER
1	STUDI LITERATUR							
2	MENENTUKAN DIE EKSTRUSI							
3	DESAIN DIE							
4	PEMBUATAN DIE							
5	MENENTUKAN MATERIAL UJI							
6	PENGUJIAN EKSTRUSI							
7	PENYIMPULAN HASIL EKSTRUSI							
8	PENYELESAIAN SKRIPSI							

3.2. Alat Penelitian

Adapun peralatan yang digunakan dalam proses perancangan ini adalah :

3.2.1 Laptop

Spesifikasi laptop yang digunakan dalam studi numeric ini adalah sebagai berikut :

1. Processor : AMD A6-3400M APU with Radeon HD 1.40 GHz
2. RAM : 2.00 GB (1.47 GB Usable)
3. Operation system : windows 7 pro 64 bit operation system

3.2.2 Software Catia

Software catia yang sudah terinstal pada laptop adalah Catia V5R19 64 bit yang didalamnya terdapat sketch gambar 3D adalah sebagai berikut :

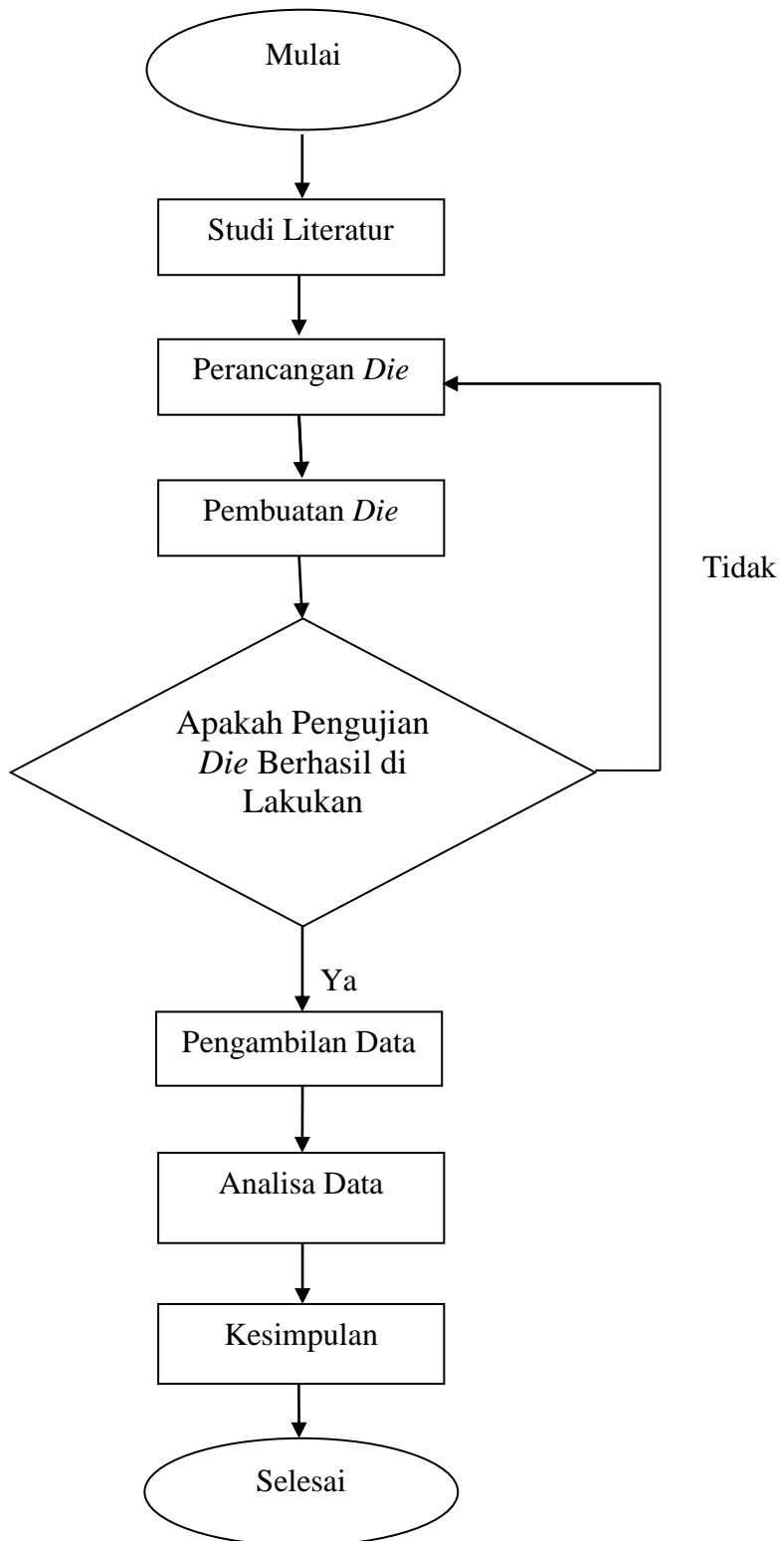
1. Processor : AMD with Radeon Support 64 bit Operation System
2. RAM : 2 GB or more
3. Disk Space : 5 GB or more

3.2.3 Software Solidworks

Software solidworks yang sudah terinstal pada laptop adalah Solidworks 2012 yang didalamnya terdapat solidworks simulasi. Dengan persyaratan system pada computer adalah sebagai berikut :

1. Processor : AMD with Radeon Support 64 bit Operation System
2. RAM : 2 GB or more
3. Disk Space : 5 GB or more

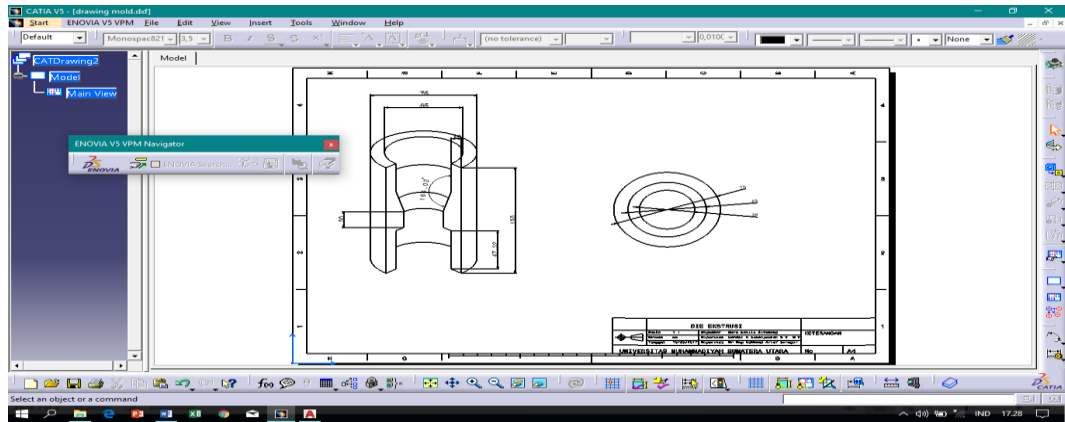
3.3 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.4 Tahap Awal Mendisain Die Ekstrusi

3.4.1 Dimensi Desain Die Ekstrusi



Gambar 3.2 . Dimensi desain die ekstrusi

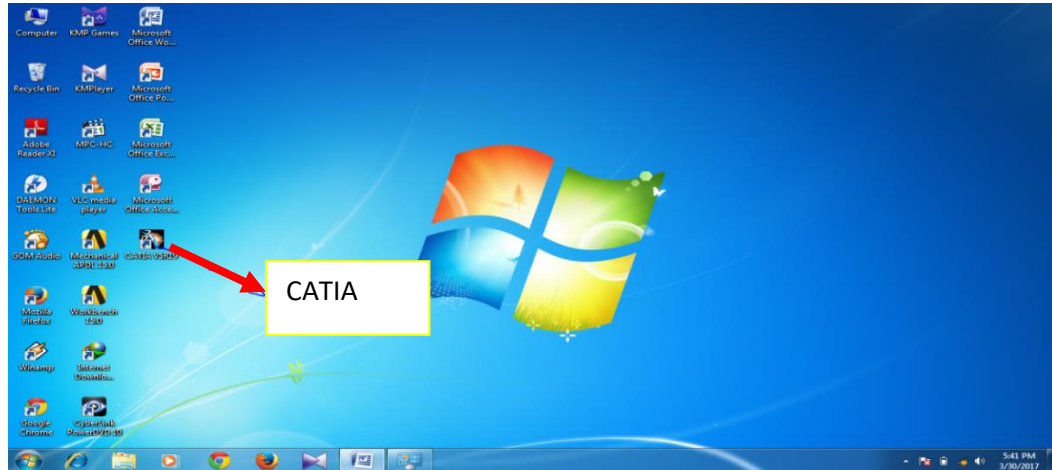
Dimensi die ekstrusi bahan yang digunakan adalah baja ASTM C45, pada umumnya bahan *die* menggunakan baja karbon ASTM C45, dikarenakan baja karbon ini memiliki karakteristik yang baik, dan bahan seperti ini mudah didapat dan dicari dipasaran.

3.4.2 Prosedur Mendesain

1. Menyalakan computer dan memilih *software catia V5R19*
2. Memilih model awal dengan memilih model *part*
3. Memilih *layer front*
4. Membuat *desain* awal *die* ekstrusi
5. Membuat ukuran ketebalan *die* yaitu 10 mm
6. Membuat diameter *die* ekstrusi
7. Membuat ukuran diameter untuk lubang *die* pada cetakan 40 mm
8. Menampilkan bentuk dari hasil ketebalan dan pemakanan pada masing masing komponen *die* ekstrusi

3.4.3 Menyalakan computer dan memilih software catia

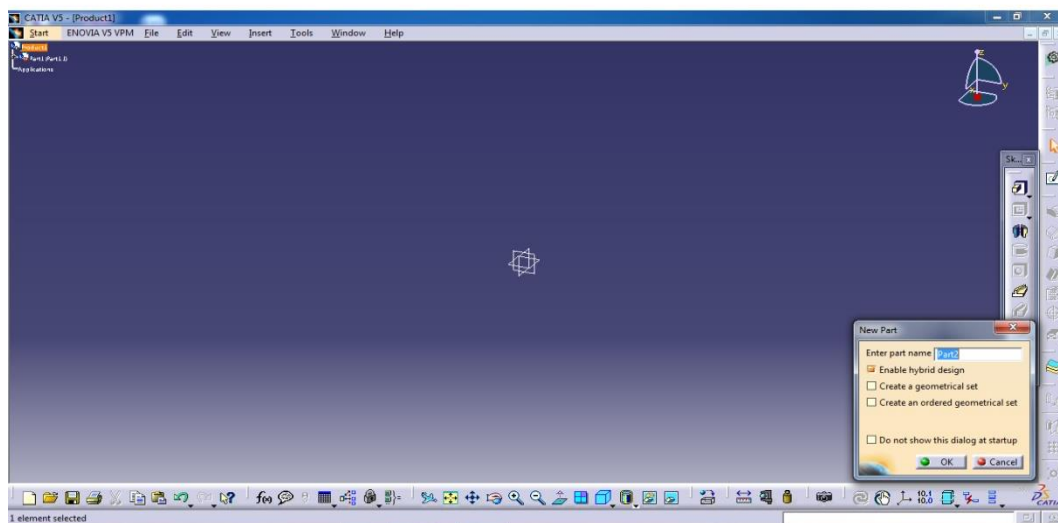
Sebelum memulai proses menggambar bahwasanya Software Catia V5R19 telah terinstal dikomputer atau laptop dan siap digunakan.



Gambar 3.3 Tampilan layar computer/laptop

3.4.4 Tampilan awal Catia V5R19

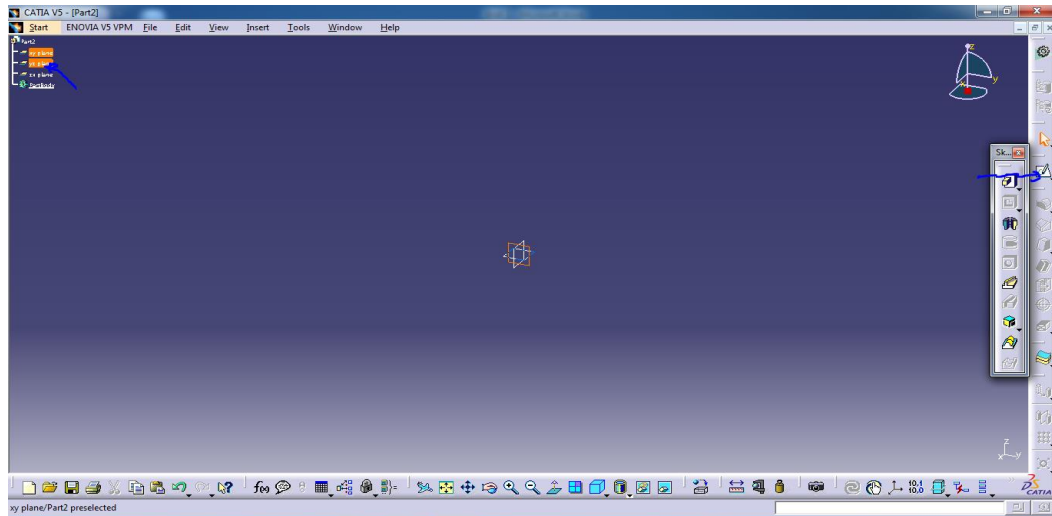
Pada tampilan ini kita pilih tool bar start – mechanical design – part design maka akan muncul gambar new part lalu tekan OK.



Gambar 3.4 Tampilan awal catia V5R19

3.4.5 Menentukan Sumbu Benda Kerja

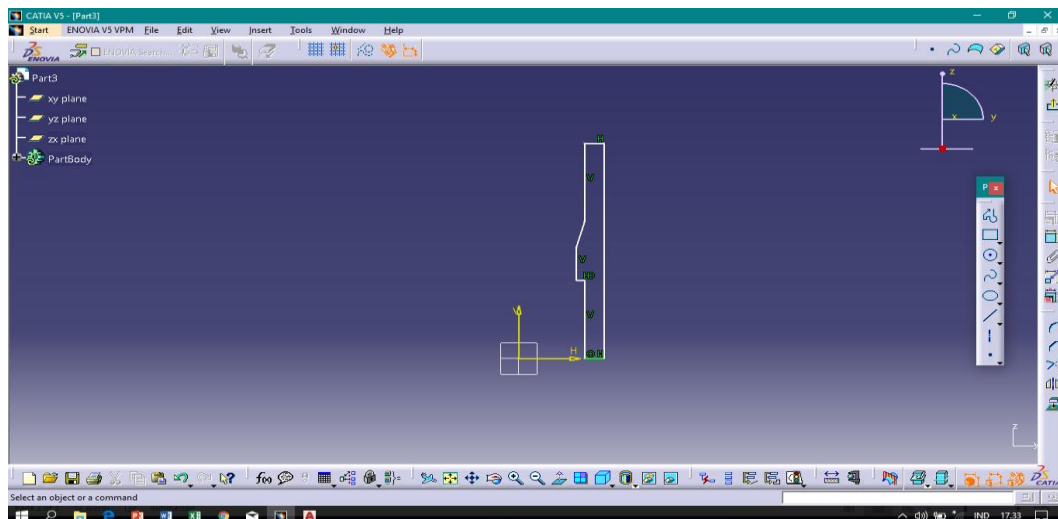
Sumbu yang digunakan adalah sumbu yz lalu klik stecth dan tekan OK.



Gambar 3.5 Menentukan sumbu yz

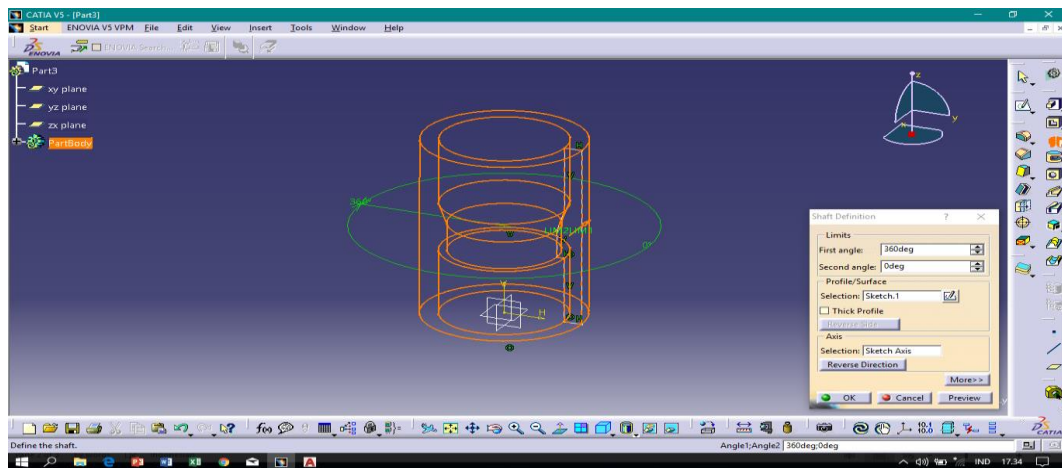
3.4.6 Membuat Sketch

Kemudian pilih toolbar Sketch dan pilih menu Sketch dan tentukan lembar kerjanya dengan ukuran yang sudah di tentukan.



Gambar 3.6 Gamabar Sketch

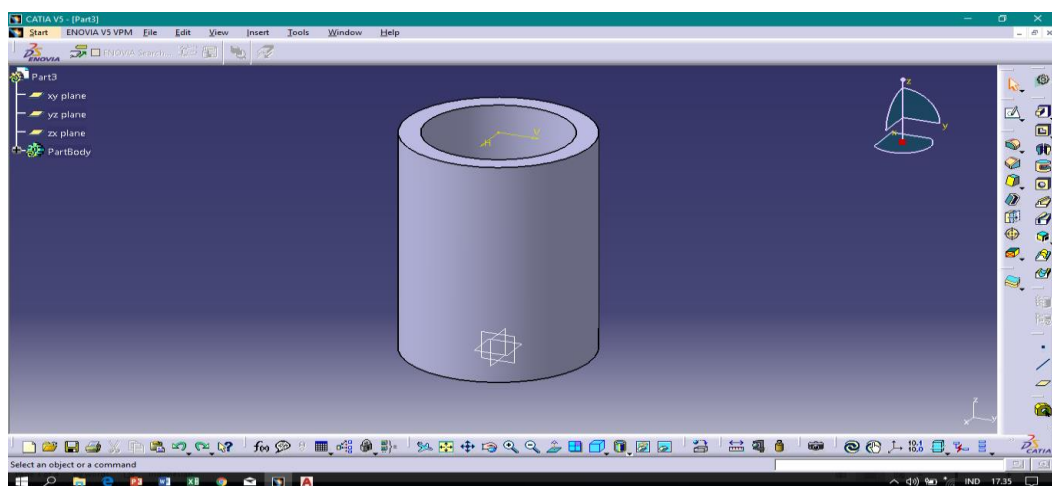
Setelah menentukan layer, gunakan *sketch* membuat dua lingkaran terlebih dahulu selanjutnya, buat kotak digaris lingkaran dalam, kemudian potong bagian yang tidak perlu. Kemudian masukkan ukuran yang sesuai dengan rancangan, lalu klik toolbar exit workbench, kemudian pilih toolbar shaft lalu klik ok.



Gambar 3.7 Desain Awal *Die*

3.4.7 Membentuk Gambar Terlihat Solid

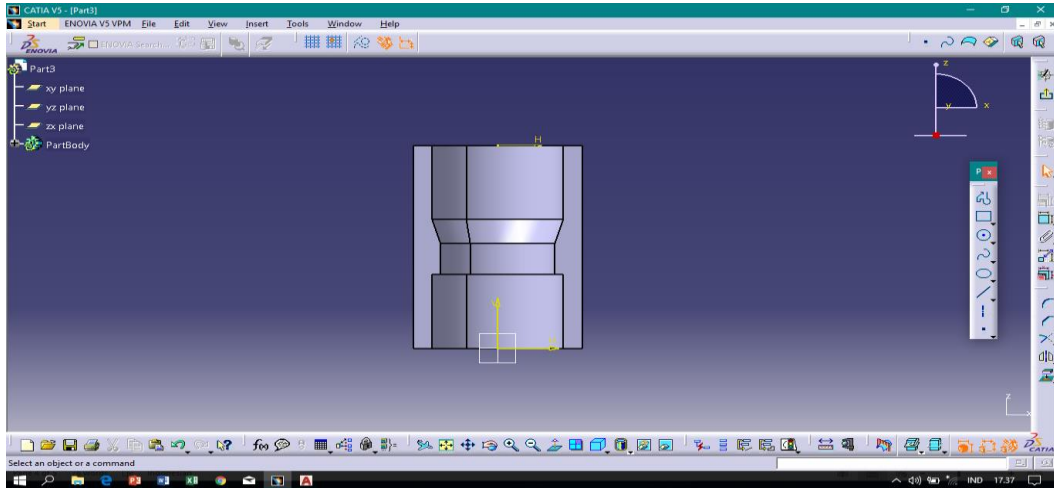
Setelah selesai membentuk lingkaran bentuk *die* dengan mengklik sketch – pad ,selanjutnya membentuk gambar solid dengan ukuran ketebalan yg sudah di tentukan seperti pada gambar di bawah ini :



Gambar 3.8 Membentuk Gambar Terlihat Solid

3.4.8 Tampilan Potongan Benda

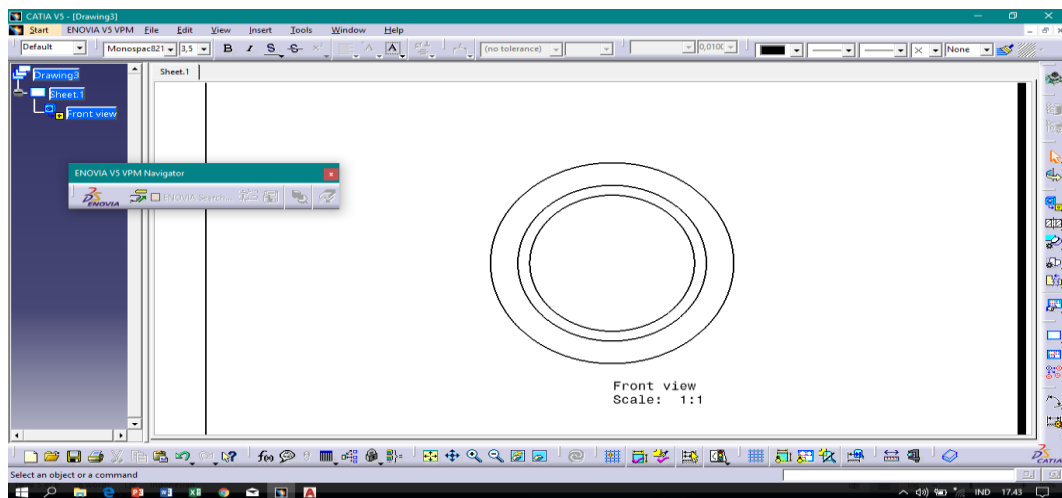
Selanjutnya klik *extruded boss/base* lalu tekan ok. *Extruded boss* berfungsi untuk memotong sketsa menjadi bentuk gambar potongan.



Gambar 3.9 Tampilan Potongan Benda Kerja

3.4.9 Benda Kerja Tampilan Atas

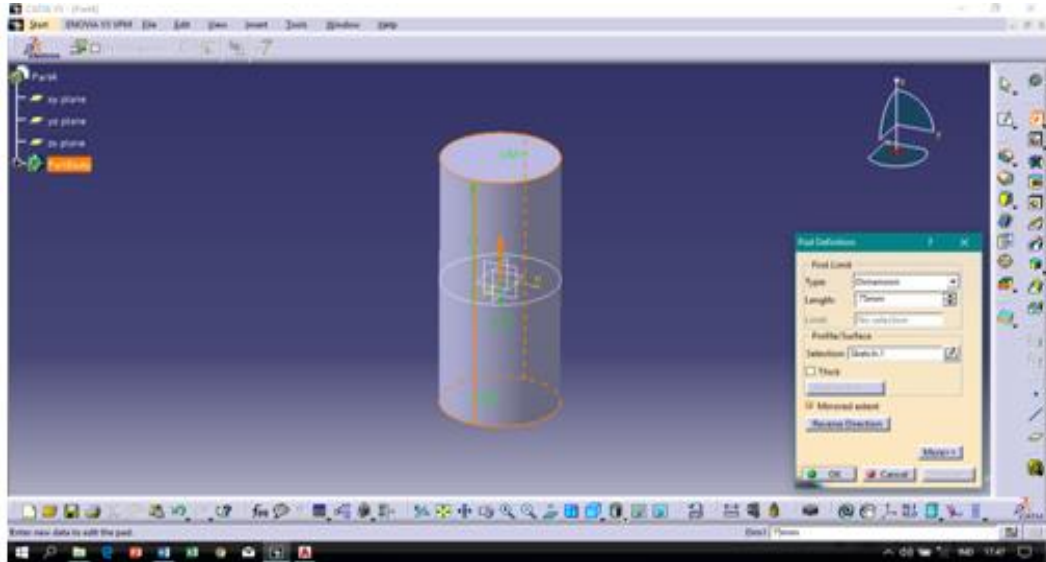
Setelah selesai tahap pemotongan kemudian lanjut ke tahap berikutnya membentuk lingkaran dengan radius dengan mengklik *line – corner – mirror* seperti pada gambar di bawah ini :



Gambar 3.10 Benda Kerja Tampilan Atas

3.4.10 Bahan Ekstrusi Dingin

Mendesain dan memperlihatkan tampilan solid bahan sebagai bahan uji ekstrusi dingin pada *container die*.

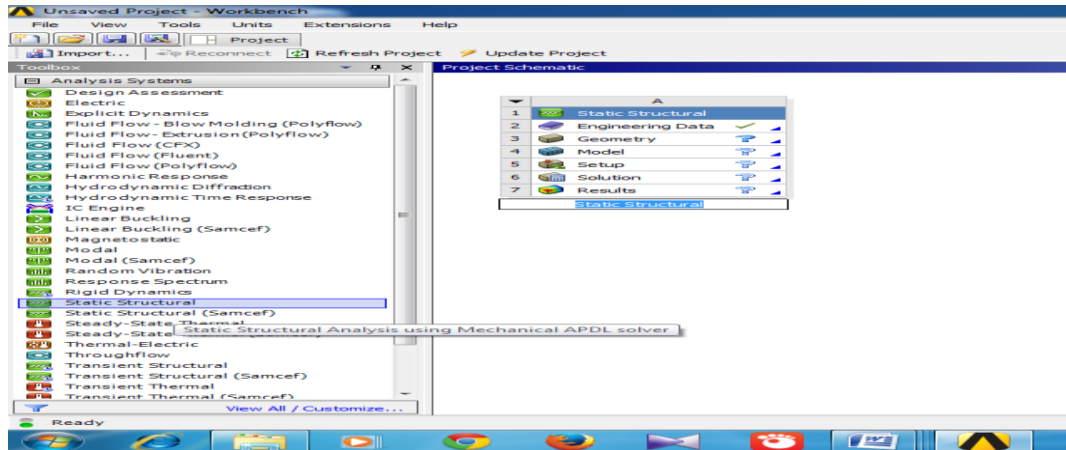


Gambar 3.11 Tampilan Solid Bahan Uji

3.5 Tahap Mensimulasi Hasil Rancangan Menggunakan Software Ansys Workbench 15

3.5.1. Tampilan awal workbench 15

Pada tampilan ini pilih static structural – klik kanan geometry – import geometry – file igs - klik model. Maka tampilan awal workbench 15 akan muncul dan tahap mensimulasikan hasil rancangan *die* bisa segera di mulai.



Gambar 3.12 Tampilan awal *workbench* 15

3.5.2. Engineering Data

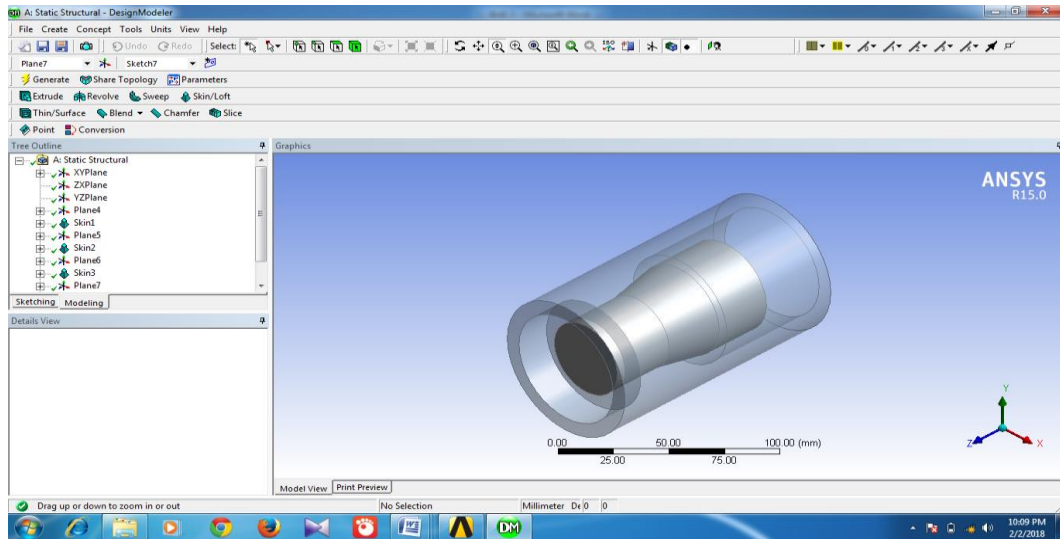
Langkah yang dilakukan pada tahap ini adalah dengan mengklik dua kali pada *Engineering Data* → *Structural Steel* → *Return to Project*. Maka akan muncul *outline*.

Outline of General Materials					
	A	B	C	D	E
1	Contents of General Materials	Add	source		Description
2	Material				
3	Structural Steel	+	+	+	Fatigue Data at zero mean stress comes from 1998 ASME BPV Code, Section 8, Div 2, Table 5 -110.1
4	Air	+		+	General properties for air.
5	Aluminum Alloy	+		+	General aluminum alloy. Fatigue properties come from MIL-HDBK -5H, page 3-277.
6	Concrete	+		+	
7	Copper Alloy	+		+	
8	Gray Cast Iron	+		+	

Gambar 3.13 *Outline of General Materials*

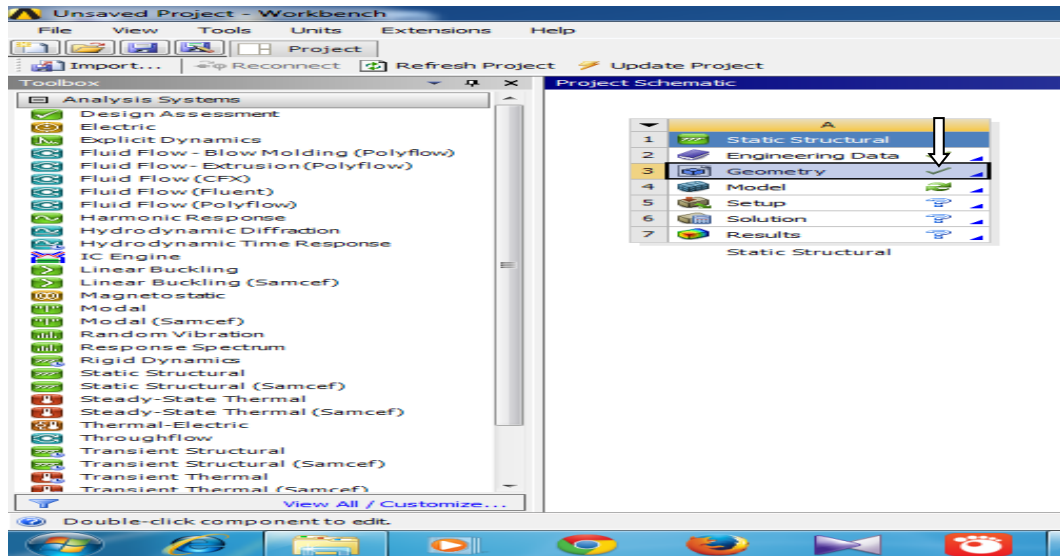
3.5.3. Menampilkan Geometry

Fitur *geometry* adalah fasilitas yang diberikan *Ansys Workbench* yang bertujuan untuk mendesain sebuah model yang akan dianalisa.



Gambar 3.14 Geometry

Setelah selesai mendesain, maka pada *geometry* akan muncul tanda ceklis (✓) . seperti pada gambar dibawah ini :

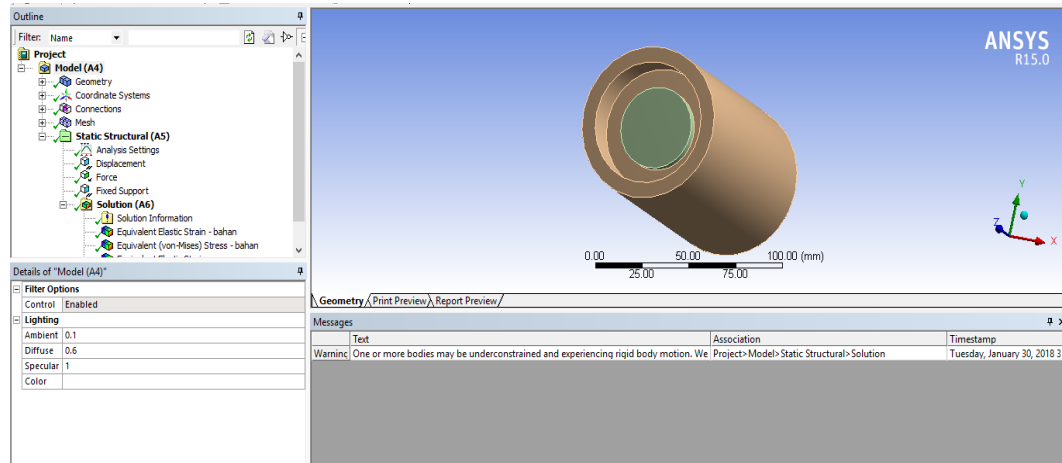


Gambar 3.15 Geometry telah selesai

3.5.4. Menampilkan Model

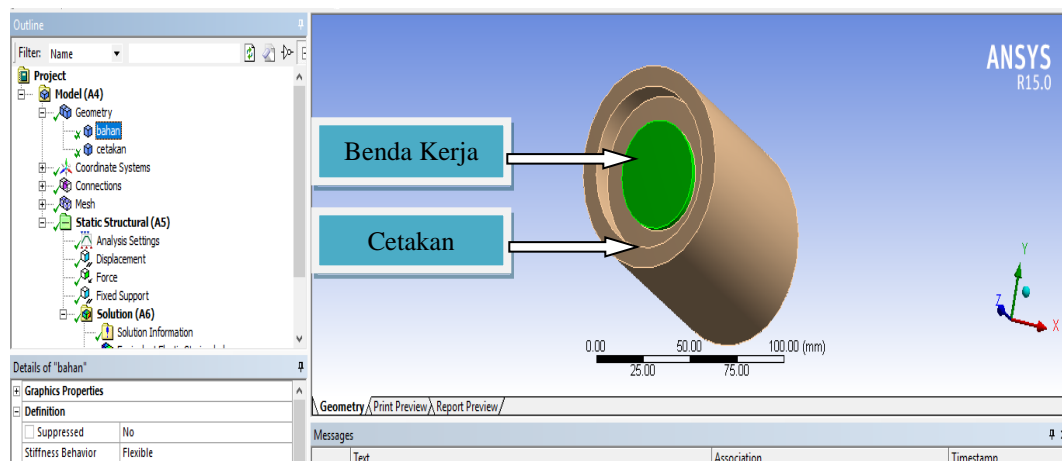
Selanjutnya menampilkan benda kerja ke model, proses menganalisa benda kerja yang telah di desain ialah setelah geometry selesai – minimize – lalu klik

model. Setelah mengklik model tersebut maka akan keluar jendela kerja seperti dibawah ini :



Gambar 3.16 Tampilan jendela kerja model

Untuk mempermudah pemahaman model, bahan analisa dibagi menjadi dua bagian, yaitu benda kerja dan cetakan, dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 3.17 Tampilan benda kerja dan cetakan

3.5.5. Connections

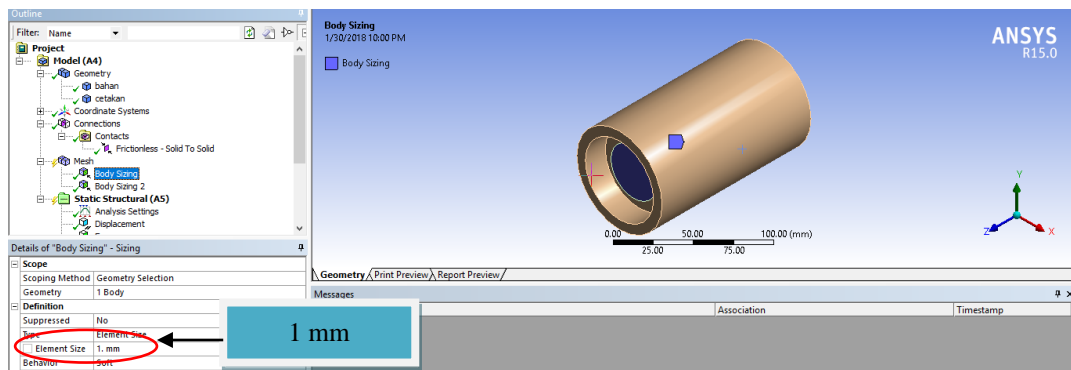
Connections adalah langkah selanjutnya untuk menentukan hubungan benda kerja dengan cetakan, hubungan antara dua benda tersebut disebut *Frictionless*.



Gambar 3.18 Hubungan antara benda kerja dan cetakan

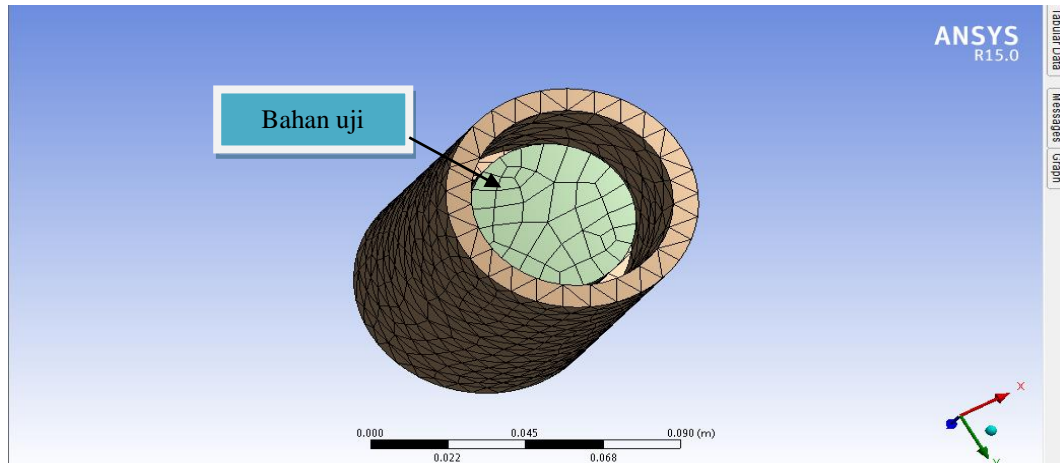
3.5.6. Menentukan Mesh

Meshing merupakan bagian dari simulasi rekayasa dibantu proses komputer. *Meshing* mempengaruhi akurasi dan kecepatan konvergensi dari solusi. Ukuran mesh yang digunakan saat ini iyalah 1 mm. Untuk lebih jelasnya *meshing* dapat dilihat pada gambar 3.15 dan gambar 3.16.



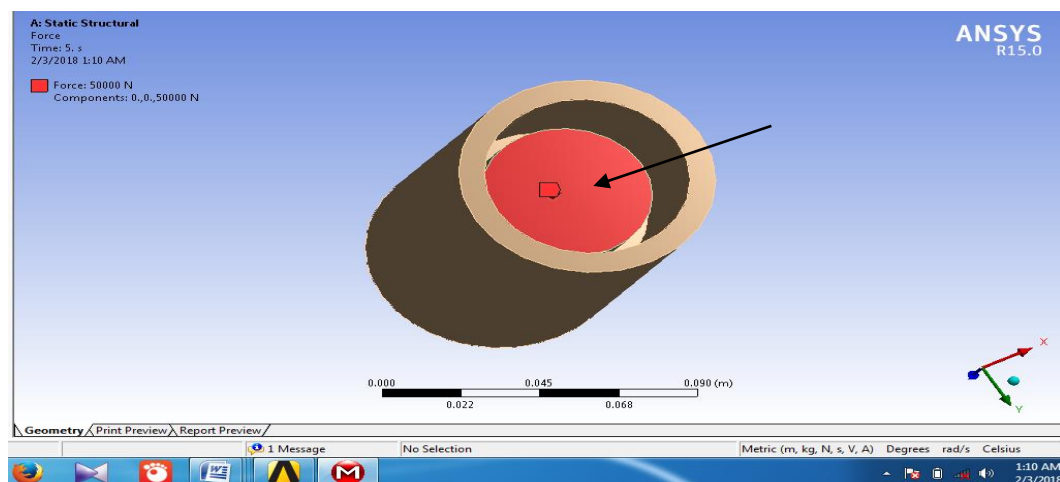
Gambar 3.19 *Body Sizing*

Setelah melakukan *body sizing* atau menentukan ukuran mesh, dapat dilihat hasil mesh pada gambar dibawah ini dengan cara klik mesh – *generate meshing*



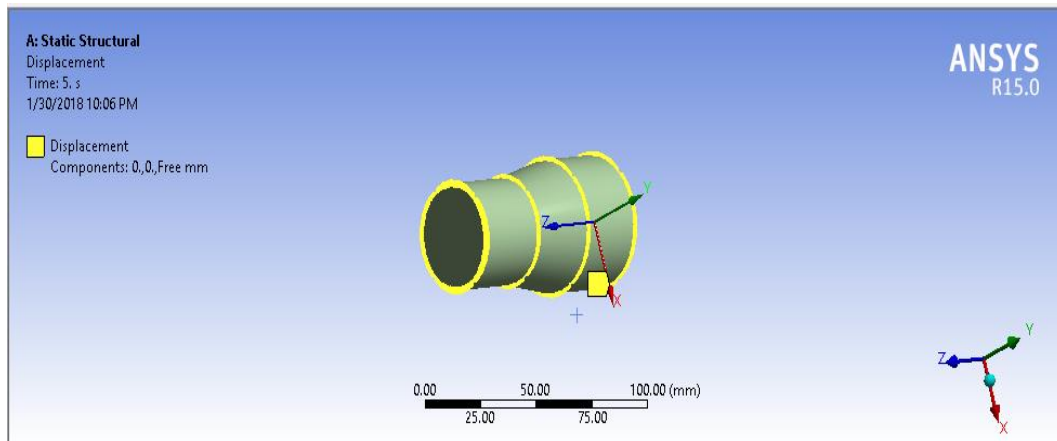
Gambar 3.20 Hasil Mesh

Untuk mengetahui apa saja yang terjadi pada benda ini adalah menerapkan gaya yang terjadi pada benda kerja sesuai dengan kejadian bahwa gaya yang di terapkan ialah 50000 N, dilakukan dengan cara di dorong pada benda kerja ataupun bahan uji dengan arah sumbu – z, seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini :



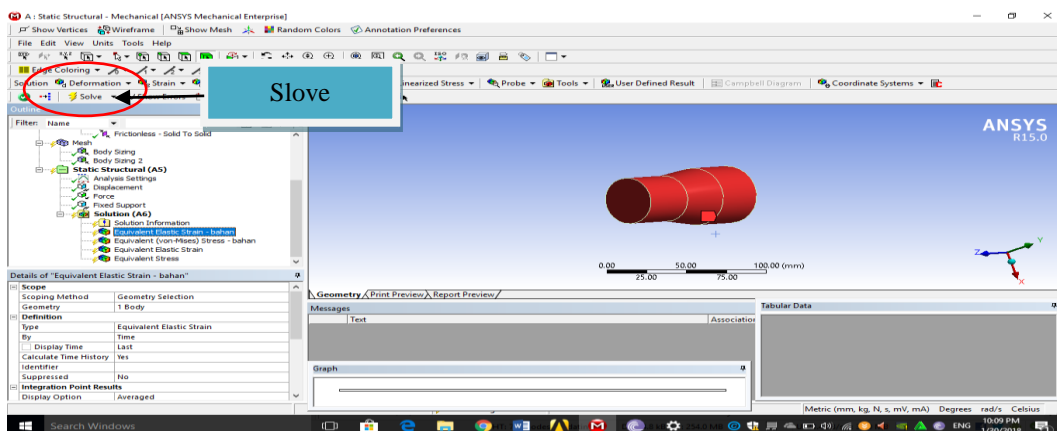
Gambar 3.21 Posisi gaya dorong pada benda uji

Pada saat gaya dorong diberikan pada benda kerja, saat itu juga benda kerja perlahan bergerak ke dalam cetakan atau *die*. Karena benda kerja ini mengalami perpindahan maka kita akan menentukan displacement. Displacement diterapkan di setiap sudut yang ada pada benda kerja sesuai dengan gambar di bawah ini :



Gambar 3.22 Displacement Benda Kerja

Setelah menentukan hasil gambar diatas, selanjutnya akan menentukan hasil apa yang akan di tentukan dalam simulasi ini. Sesuai yang telah di jelaskan pada batasan masalah, bahwa hasil ini membutuhkan regangan dan tegangan untuk di setiap benda kerja dan cetakan. Untuk melihat hasil dapat di klik *slove* :



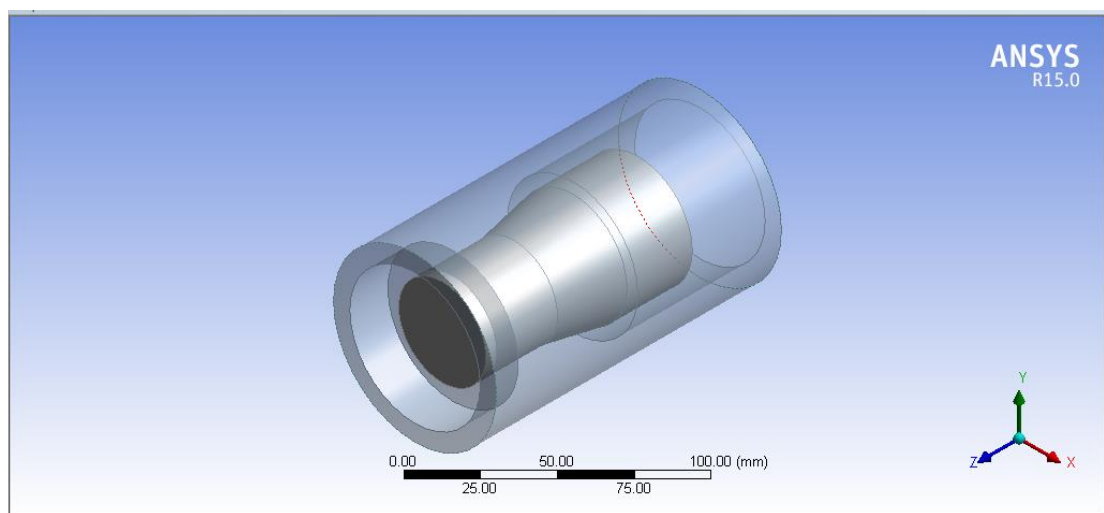
Gambar 3.23 Proses Hasil Analisa

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Rencana Percobaan

Konsep desain ini terlebih dahulu sebagai salah satu bahan uji analisa numerik *die* ekstrusi dingin yang berbentuk silinder. Seperti yang terlihat pada gambar 4.1 dibawah ini.



Gambar 4.1 Konsep Ekstrusi Dingin Berbentuk Silinder

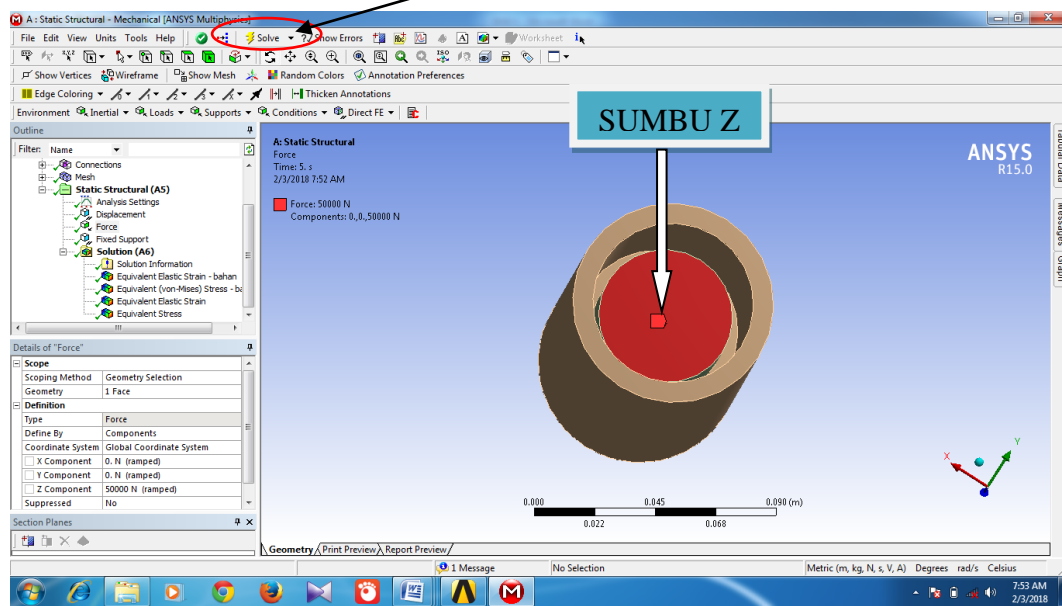
Keterangan

Panjang seluruh	:130	mm
Diameter luar	: 75	mm
Diameter dalam	: 65	mm
Panjang tirus	: 28	mm
Diameter die	: 40	mm
Panjang die	: 17,5	mm

4.2 Hasil Konsep Simulasi Ekstrusi Dingin

Dalam tekanan ekstrusi dingin pada benda kerja berbentuk silinder, gaya tekanan yang di beri pada benda kerja sebesar 50000 N. Pada benda kerja berbentuk silinder pengerjaannya dilakukan dengan cara ditekan atau di dorong. Dengan di terapkannya pada gaya 50000 N dari arah sumbu – z.

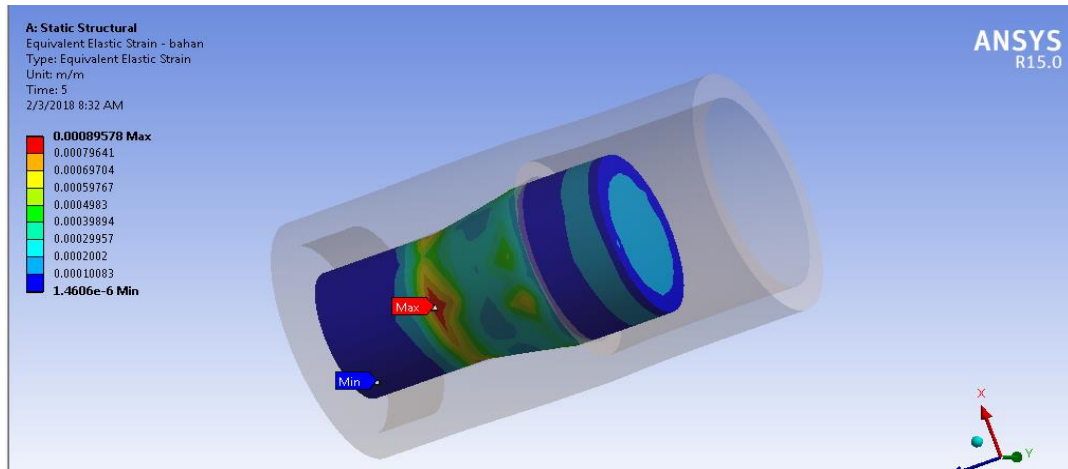
Untuk melihat hasil analisa dapat mengklik slove :



Gambar 4.2 Gaya dorong pada benda kerja

Pada gaya dorong ini, hasil yang akan dianalisa dengan gaya beban 50000 N ialah untuk mencari *equivalent elastic strain* (regangan pada bahan uji), *equivalent (von-mises) stress* (tegangan pada bahan uji), *equivalent elastic strain* (regangan pada cetakan) dan *equivalent stress* (tegangan pada cetakan). Masing – masing analisa diberi gaya dorong sebesar 50000 N dari titik sumbu – z yang di tunjukkan pada gambar di atas.

4.2.1 Equivalent Elastic Strain (Regangan pada bahan uji)

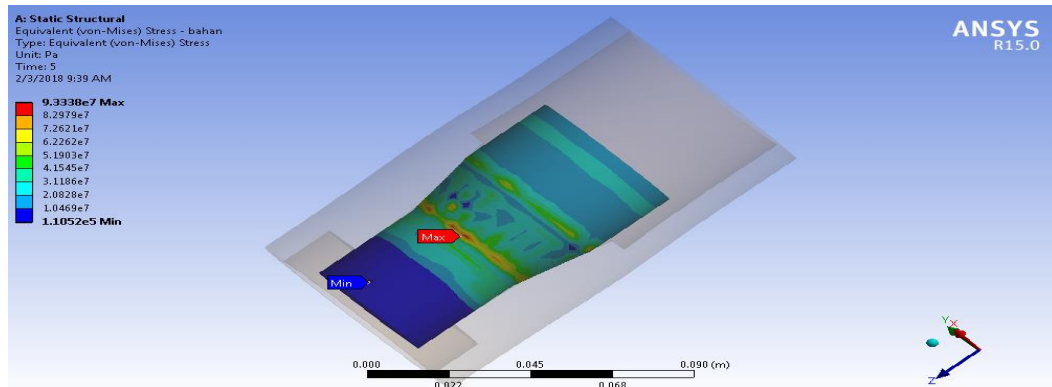


Gambar 4.3 Regangan Pada Bahan Uji

Terlihat pada gambar diatas bahwa terjadi suatu regangan pada bahan uji ekstrusi dingin yang telah di berikan gaya dorong 50000 N. Hasil maximum pada regangan bahan uji ekstrusi dingin terjadi pada saat awal menyentuh *die*. Hasil tersebut dapat dilihat pada penjelasan gambar dibawah ini :

1. Pada warna biru bentuk bahan uji menunjukkan masih dalam gaya dorong normal dengan angka 0,00010083.
2. Pada saat bahan uji bergerak yang di dihasilkan dari gaya dorong 50000 N, menunjukkan bahwa warna hijau pada bahan mengalami pergerakan dengan angka 0,0004983 akibat adanya dorongan pada bahan.
3. Pada saat bahan uji mulai mendekati titik maximum ditunjukkan pada warna orange dengan angka 0,00079641.
4. Saat bahan uji diatas mengalami titik maximum pada saat diberikan dorongan 50000 N ditunjukkan pada warna merah dengan angka maximum 0,00089578.

4.2.2 *Equivalen (von-mises) Stress (Tegangan pada bahan uji)*

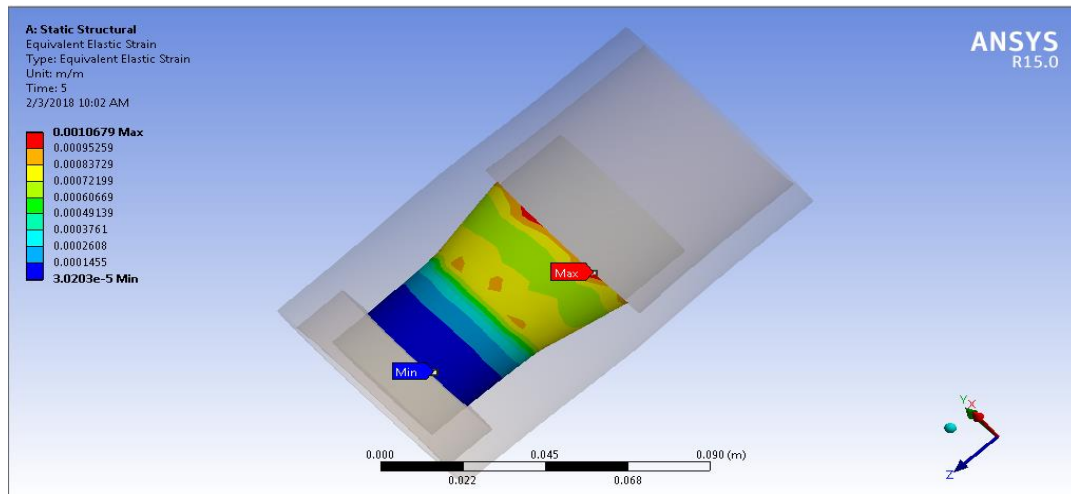


Gambar 4.4 Tegangan Pada Bahan Uji

Pada analisa tegangan bahan ini terlihat beda dengan analisa sebelumnya yang mencari regangan pada bahan tersebut, analisa tegangan saat ini menunjukkan titik maximum tidak terlalu tinggi atau tidak terlalu besar saat diberikan gaya dorong 50000 N. Terlihat pada titik maximum yang terlihat pada warna merah menunjukkan angka $9,3338e7 = 0,00000093338 \text{ N/m}^2$. Penjelasan dari warna – warna diatas dapat dilihat dibawah ini :

1. Bahwa warna biru menunjukkan masih di titik normal pada saat diberi gaya dorong sebesar 50000 N.
2. Dari warna biru, beralih ke warna hijau yang menunjukkan bahwa warna hijau ialah proses dari gaya dorong mengalami perubahan pada bahan.
3. Sedangkan warna kuning menunjukkan bahwa bahan yang diberi gaya dorong mulai berubah bentuk terjadi pemakanan pada bahan.
4. Pada warna orange adalah tanda gaya dorong pemakanan yang mendekati titik maximum, dan warna merah adalah titik maximum yang terjadi pada gaya dorong bahan uji.

4.2.3 Equivalent Elastic Strain (Regangan pada cetakan)

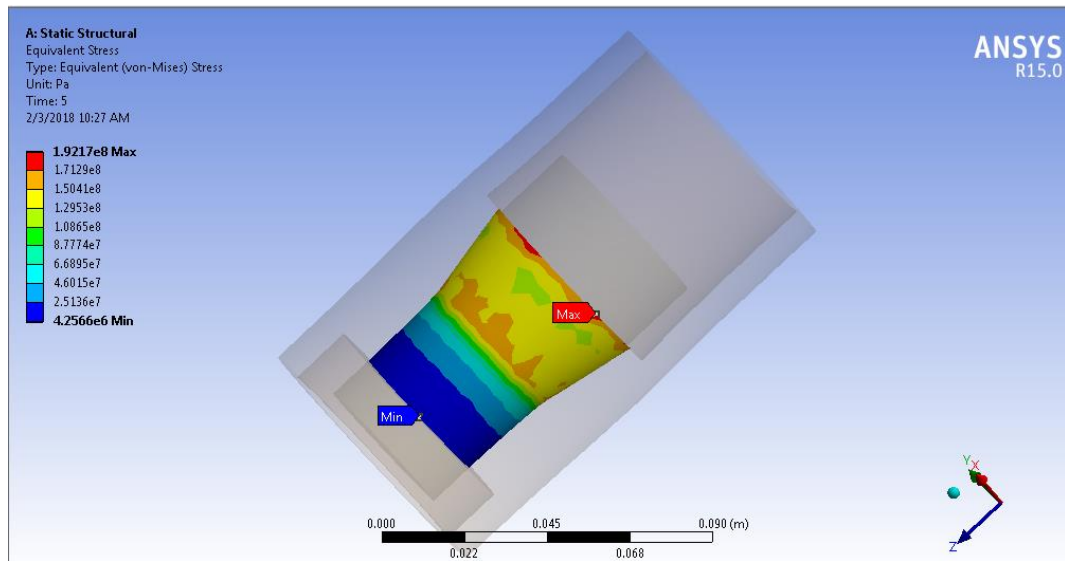


Gambar 4.5 Regangan Pada Cetakan

Pada analisa ekstrusi dingin yang dibahas saat ini, tidak hanya mengetahui regangan dan tegangan pada bahan uji, melainkan juga mengetahui hasil regangan dan tegangan pada cetakan. Hasil diatas menunjukkan titik maximum terjadi pada saat awal gaya dorong mulai. Angka yang di dapat pada saat gaya dorong dilakukan dapat dilihat dibawah ini :

1. Warna merah menunjukkan awal gaya dorong diberikan sudah mencapai titik maximum dengan angka 0,0010679.
2. Warna orange disebut tanda gaya dorong mulai bergerak dengan angka 0,00095259.
3. Warna kuning menunjukkan bahwa pemakanan pada cetakan telah terjadi dengan angka 0,00072199.
4. Warna hijau menunjukkan pemakanan yang terjadi pada cetakan mulai menurun dengan angka 0,00049139, serta warna biru pada tekanan normal.

4.2.4 Equivalent Stress (Tegangan cetakan)



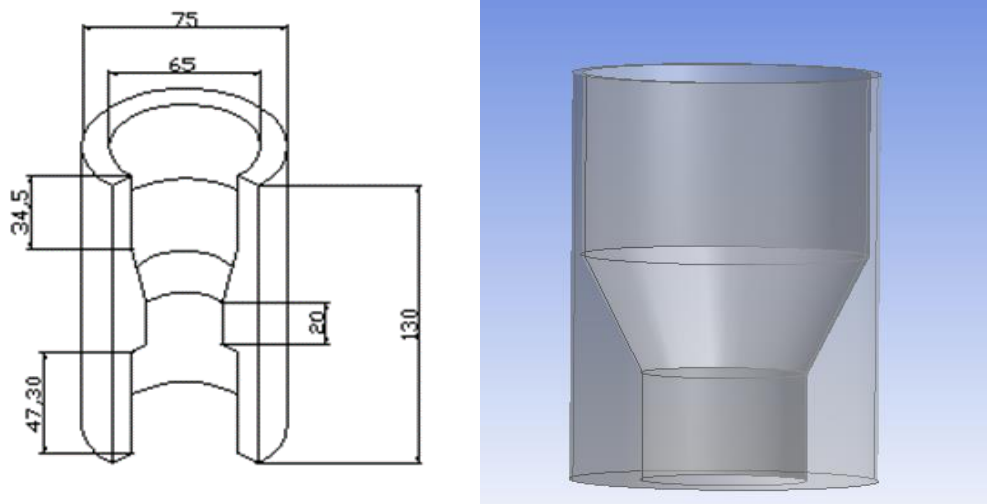
Gambar 4.6 Tegangan Cetakan

Sama halnya dengan regangan cetakan yang terjadi sebelumnya. Tegangan cetakan juga harus diketahui titik – titik maximum dan minimum. Titik – titik tersebut dapat dilihat dengan gambar diatas, tidak jauh beda dengan regangan sebelumnya, dimana titik maximum terjadi pada awal tekanan yang di beri gaya dorong 50000 N.

1. Pada angka 0,000000019217 N/m² menunjukkan titik maximum yang tertera pada gambar warna merah.
2. Pada angka 0,000000015041 N/m² menunjukkan pada warna orange yang terjadi awal pemakanan benda kerja.
3. Pada angka 0,000000012951 N/m² menunjukkan pada warna kuning yang disebut pemakanan total telah terjadi.
4. Pada angka 0,000000087774 N/m² menunjukkan pada warna hijau yang terjadi pemakanan mulai menurun.

4.3. Desain Perancangan *Die* Ekstrusi Dingin Pada Pembentukan Benda Kerja Berbentuk Silinder

Desain alat uji *die* ekstrusi dingin pada pembentukan benda kerja berbentuk silinder ini menggunakan baja karbon ASTM C45 sebagai *die* sekaligus *container*, dengan ukuran panjang *container* 130 mm, diameter luar 75 mm, diameter dalam 65 mm, panjang tirus 28 mm, diameter *die* 40 mm, panjang *die* 17,5 mm.



Gambar 4.7 Desain Rancangan

4.4. Hasil Perancangan *Die* Ekstrusi Dingin Pada Pembentukan Benda Kerja Berbentuk Silinder

Perancangan *die* ekstrusi dingin pada pembentukan benda kerja berbentuk silinder ini dapat digunakan dalam melakukan pengujian ekstrusi dingin, hangat maupun panas. Bahan yang dapat di ekstrusi pada *die* (cetakan) ini adalah aluminium, tembaga, timbal dan timah, magnesium, seng, baja, plastik dan teflon. Pengujian ekstrusi ini menggunakan alat *Servopulser Testing Machine* yang memberikan tekanan dinamik, pembebanan yang menggunakan tekanan hidrolik

yang dimanfaatkan pada tabung hidrolik sebelum di buka secara perlahan dengan *control valve* yang dihubungkan pada *hose* hidrolik menuju *billet* (tuas penekan).

Pada pengujian ekstrusi, spesimen uji diletakkan di ujung *die* (cetakan) kemudian *billet* (tuas penekan) diberi tekanan dinamik melalui alat *Servopulser Testing Machine* dan spesimen akan keluar melalui cetakan sesuai dengan ukuran.



Gambar 4.8 Hasil Perancangan *Die*



Gambar 4.9 Penempatan Spesimen Ekstrusi

4.5. Spesifikasi *Die* Ekstrusi Dingin Pada Pembentukan Benda Kerja Berbentuk Silinder

Pada perancangan *die* ekstrusi dingin pada pembentukan benda kerja berbentuk silinder yang telah dilakukan, ada beberapa spesifikasi untuk alat uji *die* ekstrusi dingin pada pembentukan benda kerja berbentuk silinder. Spesifikasi alat ini dapat di lihat pada tabel 4.1. Spesifikasi Pada Alat *Die* Ekstrusi

NO	Komponen	Bahan	Keterangan
1	Die (Cetakan)	Baja karbon ASTM C45	Panjang Die 17,5 mm, diameter die 40 mm
2	Container		Panjang 130 mm, diameter luar 75 mm, diameter dalm 65 mm
3	Striker Bar	Baja Karbon AISI 4340	Panjang 160 mm, diameter 40 mm

4.6. Hasil Pengujian Spesimen *Die* Ekstrusi Dingin Pada Pembentukan Benda Kerja Berbentuk Silinder

Pengujian pada spesimen aluminium yang dilakukan dengan alat *Servopulser Testing Machine*, dikarenakan ketidak sesuaian pada sistem hidrolik maka pengujian dilakukan dengan menggunakan menambah spesimen yaitu teflon.

Hasil ekstrusi pada *container die* menggunakan aluminium dan teflon dapat di lihat pada gambar dibawah ini, yang menunjukkan bahwa diameter awal sebelum di ekstrusi pada aluminium adalah 41 mm dan perubahan diameter setelah di ekstrusi adalah 40 mm, dapat di lihat pada gambar dibawah ini. Sementara untuk ekstrusi pada bahan teflon tidak ada perubahan diameter seperti aluminium, dikarenakan sifat teflon sama halnya dengan sifat plastik yang elastis.



(a)



(b)

Gambar 4.10 Hasil Ekstrusi Aluminium (a) dan teflon (b)

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan pembahasan tentang perancangan *die* ekstrusi dingin pada pembentukan benda kerja berbentuk silinder, maka hasil yang dapat diterima sesuai dengan yang direncanakan adalah sebagai berikut :

1. Proses perancangan dilakukan untuk merancang *die*, dan mengetahui *Equivalen (von-mises) Stress* (Tegangan pada bahan uji), *Equivalen Elastic Strain* (Regangan pada cetakan).
2. Pada pengujian ekstrusi dingin ini menggunakan mesin *servopulser testing machine* kapasitas 10 ton
3. Perancangan *die* ekstrusi dingin pada pembentukan benda kerja berbentuk silinder ini menggunakan bahan baja karbon ASTM C45 berdiameter 75 mm
4. Dari hasil penelitian analisa numerik *die* ekstrusi dingin ini didapatkan beberapa kesimpulan yaitu :
 - Dari hasil analisa numeric *die* ekstrusi dingin yang mencari regangan pada benda kerja dengan gaya dorong 50000 N menunjukkan angka maximum: 0,00089578 dan angka minimum: 0,00010083

- Dari hasil analisa numeric *die* ekstrusi dingin yang mencari tegangan pada bahan uji dengan gaya dorong 50000 N menunjukkan angka maximum 0,00000093338 N/m²
- ekstrusi dingin yang mencari regangan pada Dari hasil analisa numeric *die* cetakan dengan gaya dorong 50000 N menunjukkan angka maximum: 0,0010679 dan angka minimum adalah 0,0001455
- Dari hasil analisa numeric die ekstrusi dingin yang mencari tegangan pada cetakan dengan gaya dorong 50000 N menunjukkan angka maximum: 0,00000019217 N/m² dan angka minimum adalah 0,00000025136 N/m²

5.2. Saran

1. Untuk masalah kekuatan material dan spesimen agar dapat disimulasikan untuk mencari tahu seberapa jauh ketahanan dari *die* yang akan digunakan.
2. Agar selanjutnya simulasi-simulasi sejenis ini lebih dikembangkan dalam proses pembelajaran karena hal ini sangat berguna dalam hal penelitian.
3. Modifikasi pada *die* perlu ditingkatkan agar mendapat hasil yang lebih sempurna pada saat melakukan proses ekstrusi dingin.

DAFTAR PUSTAKA

ANSYS, (2012). *User's Manual (Version 15.0).*, Canonsburg, PA, USA.

Bayu Marvianto.blog spot.com

http://library.gunadarma.ac.id/repository/view/3755411/ekstrusi_panas-dan-dingin-paduan_aluminium-.system.html=1. Diakses pada tanggal 18 Juli 2017

Ekstrusi (manufaktur) Wikipedia.com

[https://id.m.wikipedia.org/wiki/Ekstrusi_\(manufaktur\)](https://id.m.wikipedia.org/wiki/Ekstrusi_(manufaktur)). Diakses pada tanggal 10 Oktober 2017.

M.S joun, S.M, Hwang, *optimal process desain in steady alumuminium.II. Aplication to die profil design in extrusion* ,Int, j .Mach. Tolls Manuf.33(1993) 63-70

RinoAditya nugraha.blogspot.co.id/2012/04/ teknik- pembentukan – proses ekstrusi.Html.,.http://rinoadityanugraha.blogspot.co.id/2012/04/teknik-pembentukan-proses-ekstrusi.html?m=1 Diakses pada tanggal 10 Oktober 2017

Sularso dan suga, Kiyokatsu 1991. *Dasar Perencanaan dan Pemeliharaan Elemen Mesin*. Erlangga. Jakarta.,

Surdia , Tata dan Shinroku Satio.(2005). *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: pradya Paramita

W.Z. Gu, *The Process of steel cold extrusion and design of extrusion die, educational press, 1986* .

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Mora Katili Sitohang
NPM : 1307230157
Tempat/ Tanggal Lahir : Harian Boho 03 Desember 1995
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
Alamat : Dusun IV Desa Limau Manis T.Morawa
 Kel/Desa : Desa Limau Manis
 Kecamatan : Tanjung Morawa
 Kabupaten : Deli Serdang
 Provinsi : Sumatera Utara
Nomor HP/WA : 0821 6400 7065
Email : morakatili@yahoo.com
Nama Orang Tua
 Ayah : Karim Sitohang
 Ibu : Kasmawati Napitupulu S.pd

PENDIDIKAN FORMAL

2001-2007 : SD Negeri 101884 Tanjung Morawa
2007-2010 : SMP NEGERI 2 Tanjung Morawa
2010-2013 : SMK Swasta Multi Karya Medan
2013-2018 : Mengikuti Pendidikan S1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas
Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara