

TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN CETAKAN CUP PADA PROSES DEEP DRAWING

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelara Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

ABDE DHONI MIADI
1307230049



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2020**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Abde Dhoni Miadi
Npm : 1307230049
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Rancang Bangun Cetakan Cup Pada Proses *Deep Drawing*
Bidang ilmu : Konstruksi Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, September 2020

Mengetahui Dan Menyetujui:

Dosen Penguji I



Sudirman Lubis, S.T., M.T

Dosen Penguji II



Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T

Dosen Penguji III



Khairul Umurani, S.T., M.T

Dosen Penguji IV



Ahmad Marabdi Siregar S.T., M.Sc

Program Studi Teknik Mesin
Ketua,



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Abde Dhoni Miadi
Tempat /Tanggal Lahir: N. Sira-sira/03 Februari 1996
NPM : 1307230049
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Rancang Bangun Cetakan Cup Pada Proses Deep Drawing...”,

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

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan 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 2020

Saya yang menyatakan,



Abde Dhoni Miadi

ABSTRAK

Cetakan cup berfungsi sebagai penutup botol, yang dimana berfungsi untuk salah satu produk minuman di Indonesia, pembuatan tutup cup ini menggunakan proses deep drawing dimana gaya diberikan pada benda kerja agar terdeformasi plastis mengikuti bentuk dari punch dengan kedalaman 70 mm. Dalam pembuatan cetakan cup menggunakan proses deep drawing Terdapat potensi cacat yang bisa terjadi akibat besarnya gaya yang di timbulkan serta tingkat kedalaman cetakan. Proses rancangan cetakan cup menggunakan software solidworks 2016 yang sudah terinstall di laptop, adapun bahan yang di gunakan untuk membuat cetakan cup tutup botol menggunakan *steel* (besi baja) dengan ketebalan 14,5 mm dan penentuan pembuatan cetakan cup tutup botol menggunakan bahan alumunium dengan ketebalan 0,5 mm dan berdiameter 115 mm. Dari hasil proses pembentukan tutup dengan material alumunium diperoleh informasi bahwa pada bagian atas cup (sisa) tidak terdapat cacat kerutan yang sebelumnya tampak pada hasil eksperimen di ketebelan 0,6 mm. Metode pembuatan cetakan cup adalah metode rancang bangun cetakan cup menggunakan software solidworks 2016

Kata kunci : Rancang Bangun, Deep Drawing, *Solidworks*, Cetakan Cup.

ABSTRACT

The cup mold functions as a bottle cover, which functions for one of the beverage products in Indonesia, the manufacture of this cup cap uses a deep drawing process where a force is applied to the workpiece so that it is plastically deformed to follow the shape of the punch with a depth of 70 mm. In making a cup mold using a deep drawing process, there are potential defects that can occur due to the magnitude of the force generated and the depth of the mold. The process of designing a cup mold uses the SolidWorks 2016 software which is already installed on a laptop, as for the materials used to make a bottle cap cup mold using steel with a thickness of 14.5 mm and the determination of making a bottle cap cup mold using aluminum with a thickness of 0,5 mm and a diameter of 115 mm. From the results of the lid forming process with aluminum material, information is obtained that at the top of the cup (remaining) there are no wrinkle defects that were previously seen in the experimental results at a thickness of 0.6 mm. The cup mold making method is a cup mold design method using SolidWorks 2016 software

Keywords: Design, Deep Drawing, Solidworks, Cup Mold.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Rancang Bangun Cetakan Cup Pada Proses *Deep Drawing*” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Khairul Umurani, S.T, M.T selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ahmad Marabdi, S.T, M.T selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Sudirman Lubis, S.T, M.T selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, M.T. selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Ade Faisal, S.T., M.Sc., Ph.D 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 dan juga membantu penulis selama Tugas Akhir ini.
8. Bapak Affandi, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Bapak Chandra A Siregar, S.T., M.T selaku Sekretaris Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ke teknik mesin kepada penulis.
11. Kedua orang tua penulis, Ayahanda Ngadimin, dan Ibunda Tumiani yang telah banyak memberikan kasih sayang, nasehatnya, doanya, serta pengorbanan yang tidak dapat ternilai dengan apapun itu kepada penulis selaku anak yang di cintai dalam melakukan penulisan Tugas Akhir ini.
12. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
13. Seluruh rekan-rekan seperjuangan mahasiswa Program Studi Teknik Mesin khususnya kelas A-1, B1-Pagi C1-Pagi .
14. Para sahabat tercinta dan keluarga dirumah yang telah banyak membantu dan memberikan semangat kepada penulis dengan memberikan masukan-masukan yang bermanfaat selama proses perkuliahan maupun dalam penulisan Tugas Sarjana ini.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik Mesin.

Medan, September 2020

Abde Dhoni Miadi

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR NOTASI	xiii ..
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Ruang lingkup.....	2
1.4 Tujuan.....	2
1.4.1 Tujuan Umum.....	2
1.4.2 Tujuan Khusus.....	2
1.5 Manfaat Penulisan.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Defenisi Rancang Bangun.....	4
2.2 Pengertian Deep Drawing.....	4
2.2.1 Proses Deep Drawing.....	5
2.2.2 Komponen Utama Di Set.....	7
2.2.3 Klarifikasi Deep Drawing.....	9
2.2.4 Variable Proses Deep Drawing.....	9
2.3 Sheet Meta.....	13
2.3.1 Teori Pembuatan Logam.....	14
2.3.2 Stamping.....	15
2.3.3 Operasi Pemotongan	16
2.3.4 Press Dier	18
2.3.5 Heat Treatment.....	20
BAB 3 METODE PENELITIAN	
3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian.....	23
3.1.1 Tempat Penelitian.....	23
3.1.2 Waktu.....	23
3.2 Alat Penelitian.....	24
3.2.1 Laptop.....	24
3.2.2 Softwere Solidworks.....	24

3.3	Diagram Alir.....	25
3.4	Tahap Mendesain Cetakan Cup.....	26
3.4.1	Menggunakan Software Solidwork.....	26
3.4.2	Klik New Document.....	26
3.4.3	Klik Part Untuk Membuat Spesimen	27
3.4.4	Klik Ok.....	27
3.5	Mendesain Konsep Pembuatan Diameter Dan Extrude Boss	28
3.5.1	Klik Front Plane	28
3.5.2	Klik Sketch Untuk Tahapan Spesimen.....	28
3.5.3	Klik Circle Untuk Membuat Lingkaran	29
3.5.4	Klik Tanda Merah Pada Front Plane	29
3.5.5	Bentuk Circle Ditarik	30
3.5.6	Klik Feature.....	30
3.5.7	Klik Extruded Boss Base.....	31
3.5.8	Klik Untuk Menentukan Ukuran/tebal.....	31
3.5.9	Hasil Dari Extruded Boss Base	32
3.6	Langkah Pembuatan Diameter Keadalaman	32
3.6.1	Klik Pada Tengah Base	32
3.6.2	Klik Circle	33
3.6.3	Klik Lalu Tarik Tanda Tengah Pada Circle	33
3.6.4	Hasil Dari Menarik Circle	34
3.6.5	Klik Features	34
3.6.6	Klik Extruded Cut	35
3.6.7	Menentukan Ukuran.....	35
3.6.8	Hasil Dari Extruded Cut.....	36

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Konsep Rancangan.....	37
4.1.1	Menjalankan Komputer Dan Memilih Software Solidworks	37
4.2	Mendesain Model Cetakan Atas.....	37
4.2.1	Tahapan Pembuatan Cetakan Atas.....	38
4.3	Mendesain Model Cetakan Penekuk Plat.....	43
4.3.1	Tahapan Pembuatan Cetakan Penekuk Plat.....	43
4.4	Mendesain Model Cetakan Bawah.....	49
4.4.1	Tahapan Pembuatan Cetakan Bawah.....	50
4.5	Mendesain Model Cetakan Cup Full/Keseluruhan	52
4.5.1	Tahapan Pembuatan Cetakan Cup Full/Keseluruhan.....	53

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan.....	62
5.2	Saran.....	62

DAFTAR PUSTAKA.....63

LAMPIRAN

LEMBAR ASISTENSI

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 : Jenis Material Dan Kecepatan Maksimal	12
Tabel 3.1 : Tempat Dan Waktu Penelitian	23

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 :	Blank Dan Draw Piece.....	4
Gambar 2.2 :	Proses Deep Drawing.....	5
Gambar 2.3 :	Beberapa Macam Bentuk Draw Piece.....	7
Gambar 2.4 :	Bagian Utama Die Drawing.....	8
Gambar 2.5 :	Proses Pemotongan Lembaran Pelat Antara Dua Mata Pisau.....	16
Gambar 2.6 :	Karakteristik Sisi Pembuatan Koin.....	17
Gambar 3.1 :	Diagram Alir.....	25
Gambar 3.2 :	Menggunakan Software Solidworks.....	26
Gambar 3.3 :	Klik New Document.....	26
Gambar 3.4 :	Klik Part.....	27
Gambar 3.5 :	Klik Ok.....	27
Gambar 3.6 :	Klik Front Plane.....	28
Gambar 3.7 :	Klik Sketch.....	28
Gambar 3.8 :	Klik Circle.....	29
Gambar 3.9 :	Klik Tanda Merah Pada Front Plane.....	29
Gambar 3.10:	Bentuk Circle Ditarik.....	30
Gambar 3.11:	Klik Feature.....	30
Gambar 3.12:	Klik Extruded Boss Base.....	31
Gambar 3.13:	Klik Untuk Menentukan Ukuran / Tebal.....	31
Gambar 3.14:	Hasil Dari Extruded Boss Base.....	32
Gambar 3.15:	Klik Pada Tengah Base.....	32
Gambar 3.16:	Klik Circle.....	33
Gambar 3.17:	Klik Lalu Tarik Tanda Pada Tengah Circle.....	33
Gambar 3.18:	Hasil Dari Menarik Circle.....	34
Gambar 3.19:	Klik Features.....	34
Gambar 3.20:	Klik Extruded Cut.....	35
Gambar 3.21:	Menentukan Ukuran.....	35
Gambar 3.22:	Hasil Dari Extruded Cut.....	36
Gambar 4.1 :	Tampilan Layar Laptop.....	37
Gambar 4.2 :	Diameter 1 = 40 mm Dengan Panjang 28,74 mm.....	38
Gambar 4.3 :	Diameter 2 = 82,63 mm Dengan Panjang 17,40 mm.....	39
Gambar 4.4 :	Diameter 3 = 87,21 mm Dengan Panjang 120,50 mm.....	40
Gambar 4.5 :	Diameter 4 = 48 mm Dengan Panjang Kedalaman 30 mm.....	41
Gambar 4.6 :	Panjang Keseluruhan Cetakan Atas 166,64 mm.....	42
Gambar 4.7 :	Cetakan Sambungan Atas.....	42
Gambar 4.8 :	Membuat Diameter 1 = 19 mm Dengan Panjang 19,60 mm.....	43
Gambar 4.9 :	Diameter 2 = 48 mm Dengan Panjang 30 mm.....	44
Gambar 4.10:	Diameter 3 = 105 mm Dengan Panjang 95,50 mm.....	45
Gambar 4.11:	Diameter 4 = 121,20 mm Dengan Panjang 8,60 mm.....	46

Gambar 4.12 :	Diameter 5 = 105 mm Dengan Panjang 6,70 mm	47
Gambar 4.13 :	Diameter 6 = 90,50 mm Dengan Panjang Kedalaman 70 mm....	48
Gambar 4.14 :	Cetakan Penekuk Plat.....	49
Gambar 4.15 :	Diameter 1 = 35,48 mm Dengan Panjang Kedalaman 20 mm....	50
Gambar 4.16 :	Diameter 2 = 90,50 mm Dengan Panjang 60 mm.....	51
Gambar 4.17 :	Cetakan Bawah Tempat Spesimen Ditekuk.....	52
Gambar 4.18 :	Diameter 1 = 40 mm Dengan Panjang 28,74	53
Gambar 4.19 :	Diameter 2 = 82,63 mm Dengan Panjang 17,40 mm.....	54
Gambar 4.20 :	Diameter 3 = 87,21 mm Dengan Panjang 120,50 mm.....	55
Gambar 4.21 :	Diameter 4 = 105 mm Dengan Panjang 95,50 mm	56
Gambar 4.22 :	Diameter 5 = 121,20 mm Dengan Panjang 8,60 mm.....	57
Gambar 4.23 :	Diameter 6 = 105 mm Dengan Panjang 6,70 mm.....	58
Gambar 4.24 :	Diameter 7 = 90,50 mm Dengan Panjang Kedalaman 70 mm....	59
Gambar 4.25 :	Cetakan Cup Full/Keseluruhan	59
Gambar 4.26 :	Gambar Teknik Cetakan Cup.....	60
Gambar 4.27:	Gambar Asli Cetakan Bawah	60
Gambar 4.28:	Gambar Asli Cetakan Full	61

DAFTAR NOTASI

Notasi		Satuan
D	= Diameter Panjang	(cm)
D	= Diameter tengah	(cm)
D	= Diameter tebal	(cm)
D	= Diameter Kedalaman	(cm)

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Cup Drawing merupakan serangkaian proses plat yang dibentuk menyerupai mangkuk atau topi dengan cara stamping metal atau yang sering kita kenal dengan sebutan deep drawing. Pada proses Cup Drawing, banyak dijumpai beberapa cacat pada proses pengerjaannya, yaitu patahan (fracture), kerutan (wrinkle), peregangan (stretching) dan perbedaan ketebalan (thickness variation). (Ingarao dkk, 2009).

Oleh karena itu untuk menghindari terjadinya cacat pada proses Cup Drawing salah satunya yaitu kerutan (wrinkling) maka harus dilakukan variasi pada dies, kekuatan blank holder atau punch. Kerutan (wrinkling) adalah cacat yang tidak diinginkan yang terjadi pada proses Cup Drawing. Hal ini terjadi pada tepi (flange) serta dinding samping dari Cup yang ditarik kedalam. Alasan utama dari cacat kerutan (wrinkling) adalah ketidak mampuan menahan Blank Holder

Force (BHF). Menurut pengalaman didunia manufaktur, menunjukkan bahwa kerutan (wrinkling) ini dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti sifat mekanik dari lembar alumunium, geometri benda, kondisi kontak termasuk efek pelumasan dan proses kondisi batas. Cara kerja proses ini yaitu material logam berupa pelat atau lembaran diletakkan di atas die dan dijepit oleh blank holder, setelah itu ditekan oleh punch sehingga material dapat mengalir dan mengikuti bentuk rongga die (Tschaetsch, 2005). Hasil akhir produk deep drawing sangat dipengaruhi oleh penentuan spesifikasi proses yang tepat pada tahap perancangan awal. Spesifikasi deep drawing yang ditentukan secara sembarang dapat menyebabkan beberapa jenis cacat seperti retak, kerut, pecah serta penipisan dinding produk. Dimensi dari spesifikasi yang sesuai terhadap tuntutan kebutuhan produk yang ada.

adapun bahan yang di gunakan untuk membuat cetakan cup tutup botol menggunakan *steel* (besi baja) dengan ketebalan 14,5 mm dan penentuan pembuatan cetakan cup tutup botol menggunakan bahan alumunium dengan ketebalan 0,5 mm. Dari hasil proses pembentukan tutup dengan material alumunium diperoleh informasi bahwa pada bagian atas cup (sisir) tidak terdapat

cacat kerutan yang sebelumnya tampak pada hasil eksperimen di ketebalan 0,6 mm. maka dapat disimpulkan untuk mendapatkan hasil cetakan yang baik menggunakan bahan alumunium dengan ketebalan 0,5 mm. pembuatan cetakan cup adalah metode rancang bangun cetakan cup menggunakan software solidworks 2016

Tugas akhir ini di lakukan untuk memberikan suatu fasilitas penunjang Yang dapat di manfaatkan perusahaan dalam merancang cetakan cup tutup botol, dengan menggunakan software solidwork yang pada saat ini solidwork adalah parametric modeling yang permukakan untuk permodelan desain 3-D. Berdasarkan uraian diatas yang melatar belakang penelitian ini berjudul “ RANCANG BANGUN CETAKAN CUP PADA PROSES DEEP DRAWING “

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dapat di tetapkan berdasarkan latar belakang di atas Bagaimana cara merancang cetakan *deep drawing* untuk produk cup tutup botol dengan bahan *steel* (besi baja) dengan software solidwork.

1.3. Ruang Lingkup

Pada penulisan perancangan ini ada beberapa pembatasan masalah agar penelitian ini lebih terarah dan sistematis, antara lain :

1. Hanya membahas tentang rancangan cetakan tutup cup tutup botol pada mesin deep drawing.
2. Menegetahui hasil jadi cetakan cup tutup botol.
3. Tidak membahas perhitungan, biaya dan permesinan.

1.4. Tujuan Penulisan

Adapun tujuan penulisan ini adalah untuk mengetahui dan mempelajari hasil dari perancangan cetakan tutup cup pada mesin die deep drawing :.

Tujuan Umum :

1. Salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata I
2. Mengetahui cara merancang bangun cetakan tutup *cup* pada mesin *deep drawing* dengan software solidwork.

Tujuan Khusus :

1. Mendapatkn konsep rancangan cetakan *deep drawing* untuk membentuk cetakan *cup* tutup botol dengan proses *deep drawing*.
2. Mendapatkan kontruksi cetakan *deep drawing* yang dapat membentuk *cup* tutup botol dengan menggunakan mesin *press* hidrolik beserta komponen perlengkapan yang sudah tersedia.
3. Mempermudah pembuatan cetakan cup tutup botol.

1.5. Manfaat Penulisan

Manfaat yang diperoleh dari penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Mampu memberikan kontribusi dan pengembangan dalam dunia industri.
2. Dalam bidang ilmu pengetahuan dapat dijadikan perencanaan ini sebagai tambahan informasi dalam dunia industri terkhusus tentang rancang bangun sebuah alat .
3. Manfaat bagi mahasiswa adalah sebagai referensi untuk membuat tugas yang berhubungan dengan rancang bangun cetakan tutup cup pada mesin die *deep drawing*.
4. Sebagai bahan perbandingan dan pembelajaran antara teori yang diperoleh dibangku perkuliahan dengan yang ada dilapangan.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

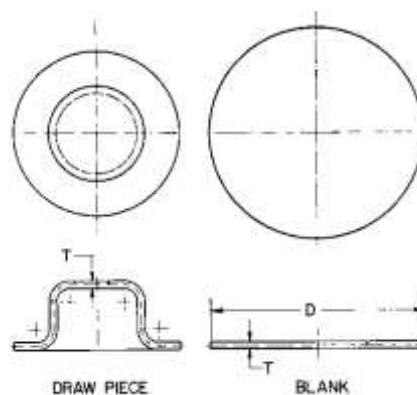
2.1. Definisi Rancang Bangun

Rancang bangun adalah proses perencanaan atau pembuatan alat, dan teknik yang penting untuk meningkatkan efisiensi manufaktur dan produktivitas di bidang perindustrian (Hoffman, 1990). Perancangan alat bantu, metode, dan teknik yang diperlukan untuk memperbaiki efisiensi dan produktivitas suatu proses manufaktur.

2.2. Pengertian Deep Drawing

Deep Drawing atau biasa disebut drawing adalah salah satu jenis proses pembentukan logam, dimana bentuk pada umumnya berupa silinder dan selalu mempunyai kedalaman tertentu, sedangkan definisi menurut P.CO Sharma seorang professor production technology drawing adalah Proses drawing adalah proses pembentukan logam dari lembaran logam ke dalam bentuk tabung (hollow shape) (P.C. Sharma 2001)

Deep drawing dan drawing pada intinya merupakan satu jenis proses produksi namun terdapat beberapa ahli yang membedakan dengan indeks ketinggian, proses deep drawing mempunyai indeks ketinggian yang lebih besar dibandingkan dengan drawing. Bahan dasar dari proses deep drawing adalah lembaran logam (sheetmetal) yang disebut dengan blank, sedangkan produk dari hasil proses deep drawing disebut dengan draw piece, (gambar 2.1)



Gambar 2.1 Blank dan draw piece

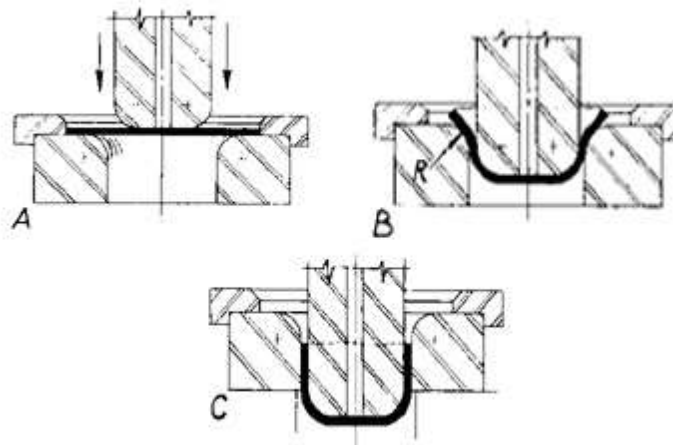
2.2.1 Proses Deep Drawing

Proses deep drawing dilakukan dengan menekan material benda kerja yang berupa lembaran logam yang disebut dengan blank sehingga terjadi peregangannya mengikuti bentuk dies, bentuk akhir ditentukan oleh punch sebagai penekan dan die sebagai penahan benda kerja saat di tekan oleh punch. pengertian dari sheet metal adalah lembaran logam dengan ketebalan maksimal 6 mm, lembaran logam (sheet metal) di pasaran dijual dalam bentuk lembaran dan gulungan.

Terdapat berbagai tipe dari lembaran logam yang digunakan, pemilihan dari jenis lembaran tersebut tergantung dari :

- Strain rate yang diperlukan
- Benda yang akan dibuat
- Material yang diinginkan
- Ketebalan benda yang akan dibuat
- Kedalaman benda

Pada umumnya berbagai jenis material logam dalam bentuk lembaran dapat digunakan untuk proses deep drawing seperti stainless steel, aluminium, tembaga, perak, emas, baja. Maupun titanium. Gambaran lengkap proses drawing dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Proses deep drawing

Berikut adalah macam-macam proses yang terjadi pada proses deep drawing :

a) Kontak Awal

Pada gambar 2.2.A, punch bergerak dari atas ke bawah, blank dipegang oleh blank holder agar tidak bergeser ke samping, kontak awal terjadi ketika bagian-bagian dari die set saling menyentuh lembaran logam (blank) saat kontak awal terjadi belum terjadi gaya-gaya dan gesekan dalam proses drawing.

b) Bending

Selanjutnya lembaran logam mengalami proses bending seperti pada gambar 2.2.B, punch terus menekan ke bawah sehingga posisi punch lebih dalam melebihi jari-jari (R) dari die, sedangkan posisi die tetap tidak bergerak ataupun berpindah tempat, kombinasi gaya tekan dari punch dan gaya penahan dari die menyebabkan material mengalami peregangan sepanjang jari-jari die, sedangkan daerah terluar dari blank mengalami kompresi arah radial. Bending merupakan proses pertama yang terjadi pada rangkaian pembentukan proses deep drawing, keberhasilan proses bending ditentukan oleh aliran material saat proses terjadi.

c) Straightening

Saat punch sudah melewati radius die, gerakan punch ke bawah akan menghasilkan pelurusan sepanjang dinding die (gambar 2.4.C), lembaran logam akan mengalami peregangan sepanjang dinding die. Dari proses pelurusan sepanjang dinding die diharapkan mampu menghasilkan bentuk silinder sesuai dengan bentuk die dan punch.

d) Compression

Proses compression terjadi ketika punch bergerak ke bawah, akibatnya blank tertarik untuk mengikuti gerakan dari punch, daerah blank yang masih berada pada blank holder akan mengalami compression arah radial mengikuti bentuk dari die.

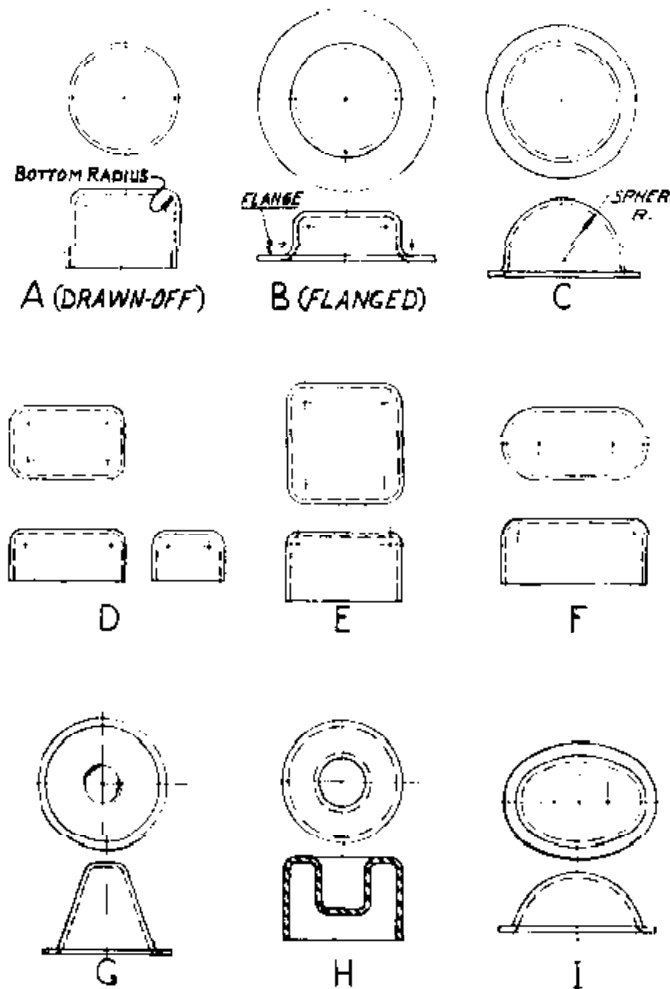
e) Tension

Tegangan tarik terbesar terjadi pada bagian bawah cup produk hasil deep drawing, bagian ini adalah bagian yang paling mudah mengalami cacat sobek

(tore), pembentukan bagian bawah cup merupakan proses terakhir pada proses deep drawing.

2.2.2 Komponen utama die set

Proses deep drawing mempunyai karakteristik khusus dibandingkan dengan proses pembentukan logam lain, yaitu pada umumnya produk yang dihasilkan memiliki bentuk tabung yang mempunyai ketinggian tertentu, sehingga die yang digunakan juga mempunyai bentuk khusus, proses pembentukan berarti adalah proses non cutting logam. Produk yang dihasilkan dari deep drawing bervariasi tergantung dari desain die dan punch, gambar 2.3. menunjukkan beberapa jenis produk (draw piece) hasil deep drawing.



Gambar 2.3 Beberapa macam bentuk draw piece

Dalam satu unit die set terdapat komponen utama yaitu :

a) Punch

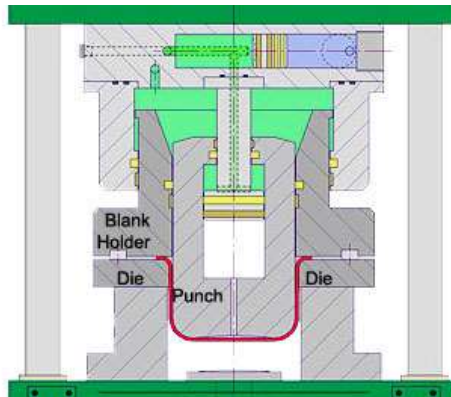
Punch merupakan bagian yang bergerak ke bawah untuk meneruskan gaya dari sumber tenaga sehingga blank tertekan ke bawah, bentuk punch disesuaikan dengan bentuk akhir yang diinginkan dari proses drawing, letak punch pada gambar 2.4. berada di atas blank, posisi dari punch sebenarnya tidak selalu diatas tergantung dari jenis die drawing yang digunakan.

b) Blankholder

Berfungsi memegang blank atau benda kerja berupa lembaran logam, pada gambar diatas blankholder berada diatas benda kerja, walaupun berfungsi untuk memegang benda kerja, benda kerja harus tetap dapat bergerak saat proses drawing dilakukan sebab saat proses drawing berlangsung benda kerja yang dijepit oleh blankholder akan bergerak ke arah pusat sesuai dengan bentuk dari die drawing. Sebagian jenis blankholder diganti dengan nest yang mempunyai fungsi hampir sama, bentuk nest berupa lingkaran yang terdapat lubang didalamnya, lubang tersebut sebagai tempat peletakan dari benda kerja agar tidak bergeser ke samping.

c) Die

Merupakan komponen utama yang berperan dalam menentukan bentuk akhir dari benda kerja drawing (drawpiece), bentuk dan ukuran die bervariasi sesuai dengan bentuk akhir yang diinginkan, konstruksi die harus mampu menahan gerakan, gaya geser serta gaya punch. Pada die terdapat radius tertentu yang berfungsi mempermudah reduksi benda saat proses berlangsung, lebih jauh lagi dengan adanya jari-jari diharapkan tidak terjadi sobek pada material yang akan di drawing. Sedangkan komponen lainnya merupakan komponen tambahan tergantung dari jenis die yang dipakai. Bentuk dan posisi dari komponen utama tersebut dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Bagian Utama Die Drawing

2.2.3 Klasifikasi Deep Drawing

Dalam proses pembentukan logam deep drawing, terdapat dua klasifikasi pembentukan, yaitu konvensional dan non-konvensional.

1. Deep Drawing Konvensional

Deep drawing konvensional adalah proses pembentukan logam dengan bentuk dan cara sederhana, dengan komponen utama punch, blank holder, dan die. Biasanya benda kerja yang dihasilkan berbentuk tabung, mangkok, dan lain-lain seperti panci, rantang dan mug.

2. Deep drawing Non-konvensional

Deep drawing non-konvensional adalah pembentukan yang memiliki tujuan utama untuk memperpanjang batas mampu bentuk dari proses pembentukan deep drawing, sehingga hasil benda kerja yang didapatkan dari proses ini memiliki variasi bentuk yang rumit, seperti intake manifold yang memiliki lekukan-lekukan.

2.2.4. Variabel Proses *Deep Drawing*

Terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam melakukan proses *deep drawing*, variabel yang mempengaruhi proses *deep drawing* antara lain:

a). Gesekan

Saat proses *deep drawing* berlangsung gesekan terjadi antara permukaan *punch*, *dies drawing* dengan *blank*, gesekan akan mempengaruhi hasil dari produk yang dihasilkan sekaligus mempengaruhi besarnya gaya yang dibutuhkan untuk proses pembentukan *drawing*, semakin besar gaya gesek maka gaya untuk proses

deep drawing juga meningkat, beberapa faktor yang mempengaruhi gesekan antara lain:

- Pelumasan

proses pelumasan adalah salah satu cara mengontrol kondisi lapisan tribologi pada proses *drawing*, dengan pelumasan diharapkan mampu menurunkan koefisien gesek permukaan material yang bersinggungan.

- Gaya *Blank Holder*

Gaya *blank holder* yang tinggi akan meningkatkan gesekan yang terjadi, bila gaya *blank holder* terlalu tinggi dapat mengakibatkan aliran material tidak sempurna sehingga produk dapat mengalami cacat.

- Kekasaran Permukaan *Blank*

Kekasaran permukaan *blank* mempengaruhi besarnya gesekan yang terjadi, semakin kasar permukaan *blank* maka gesekan yang terjadi juga semakin besar. Hal ini disebabkan koefisien gesek yang terjadi semakin besar seiring dengan peningkatan kekasaran permukaan.

- Kekasaran Permukaan *punch, die* dan *blank holder*

Seperti halnya permukaan *blank* semakin kasar permukaan *punch, die* dan *blank holder* koefisien gesek yang dihasilkan semakin besar sehingga gesekan yang terjadi juga semakin besar.

b). Bending dan *straightening*

Pada proses *deep drawing* setelah *blank holder* dan *punch* menempel pada permukaan *blank* saat kondisi *blank* masih lurus selanjutnya terjadi proses pembengkokan material (*bending*) dan pelurusan *sheet* sepanjang sisi samping dalam *dies* (*straightening*). Variabel yang mempengaruhi proses ini adalah :

- Radius *Punch*

Radius *punch* disesuaikan dengan besarnya radius *die*, radius *punch* yang tajam akan memperbesar gaya bending yang dibutuhkan untuk proses *deep drawing*.

- Radius *Die*

Radius *die* disesuaikan dengan produk yang pada nantinya akan dihasilkan, radius *die* berpengaruh terhadap gaya pembentukan, bila

besarnya radius *die* mendekati besarnya tebal lembaran logam maka gaya bending yang terjadi semakin kecil sebaliknya apabila besarnya radius *die* semakin meningkat maka gaya bending yang terjadi semakin besar.

c). Penekanan

Proses penekanan terjadi setelah proses *straghtening*, proses ini merupakan proses terakhir yang menentukan bentuk dari bagian bawah produk *drawing*, besarnya gaya tekan yang dilakukan dipengaruhi oleh :

- Keuletan logam

Semakin ulet lembaran logam *blank* semakin besar kemampuan *blank* untuk dibentuk ke dalam bentuk yang beranekaragam dan tidak mudah terjadi sobek pada saat proses penekanan, keuletan logam yang kecil mengakibatkan *blank* mudah sobek

- *Drawability*

Drawability adalah kemampuan bahan untuk dilakukan proses *deep drawing*, sedangkan nilainya ditentukan oleh *Limiting drawing ratio* ($maks \beta$), batas maksimum $maks \beta$ adalah batas dimana bila material mengalami proses penarikan dan melebihi nilai limit akan terjadi cacat sobek (*craking*).

- Ketebalan *Blank*

Ketebalan blank mempengaruhi besar dari gaya penekanan yang dibutuhkan, semakin tebal *blank* akan dibutuhkan gaya penekanan yang besar sebaliknya bila *blank* semakin tipis maka dibutuhkan gaya yang kecil untuk menekan *blank*.

- Keuletan logam

Semakin ulet lembaran logam *blank* semakin besar kemampuan *blank* untuk dibentuk ke dalam bentuk yang beranekaragam dan tidak mudah terjadi sobek pada saat proses penekanan, keuletan logam yang kecil mengakibatkan *blank* mudah sobek

- Tegangan Maksimum material

Material *blank* yang mempunyai tegangan maksimum besar mempunyai kekuatan menahan tegangan yang lebih besar sehingga produk tidak mudah mengalami cacat, material dengan tegangan maksimum kecil mudah cacat seperti sobek dan berkerut.

- Temperatur

Dengan naiknya temperatur akan dibutuhkan gaya penekanan yang kecil ini disebabkan kondisi material yang ikatan butirannya semakin meregang sehingga material mudah untuk dilakukan deformasi.

d). Diameter *blank*

Diameter *blank* tergantung dari bentuk produk yang akan dibuat, apabila material kurang dari kebutuhan dapat menyebabkan bentuk produk tidak sesuai dengan yang diinginkan, namun bila material *blank* terlalu berlebih dari kebutuhan dapat menyebabkan terjadinya cacat pada produk seperti kerutan pada pinggiran serta sobek pada daerah yang mengalami bending.

e). *Clearance*

Clearance atau Kelonggoran adalah celah antara *punch* dan *die* untuk memudahkan gerakan lembaran logam saat proses *deep drawing* berlangsung. Untuk memudahkan gerakan lembaran logam pada waktu proses *drawing*, maka besar *clearance* tersebut 7 % - 20 % lebih besar dari tebal lembaran logam, bila celah *die* terlalu kecil atau kurang dari tebal lembaran logam, lembaran logam dapat mengalami penipisan (*ironing*) dan bila besar *clearance* melebihi toleransi 20 % dapat mengakibatkan terjadinya kerutan. (Donaldson,1986:73)

f). *Strain Ratio*

Strain ratio adalah ketahanan lembaran logam untuk mengalami peregangan, bila lembaran memiliki perbandingan regangan yang tinggi maka kemungkinan terjadinya sobekan akan lebih kecil.

g). Kecepatan *Deep Drawing*

Die drawing jenis *punch* berada diatas dengan *nest* dapat diberi kecepatan yang lebih tinggi dibandingkan jenis *die* yang menggunakan *blank holder*, kecepatan yang tidak sesuai dapat menyebabkan retak bahkan sobek pada material, masing – masing jenis material mempunyai karakteristik berbeda sehingga kecepatan maksimal masing – masing material juga berbeda. Tabel berikut adalah kecepatan maksimal beberapa jenis material yang biasa digunakan untuk *sheet metal drawing*.

Tabel 2.1 : Jenis material dan kecepatan maksimal *draw dies*

Material	kecepatan
Aluminium	0,762 m/s
Brass	1,02 m/s
Coppe	0,762 m/s
Steel	0,279 m/s
Steel,stenlis	0,203 m/s

(*D. Eugene Ostergaard ;1967 : 131*)

2.3. Sheet Metal

Sheet metal pada umumnya berbentuk lembaran dan yang lebih tipis berupa gulungan (coil). Dari komposisi kimianya, sheet metal dapat dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu kelompok ferro dan non-ferro. Contoh sheet metal kelompok ferro adalah baja karbon, baja paduan, baja tahan karat. Yang tersedia dipasaran dengan spesifikasi kualitas dan permukaan (surface finished) bervariasi. Komponen sheet metal yang berada dibagian luar, yang menunjang keindahan produk, harus terbuat dari sheet metal dengan kualitas permukaan yang baik. Contoh sheet metal kelompok non ferro adalah aluminium, paduan aluminium, paduan magnesium, paduan zinc, paduan titanium.

Sifat-sifat yang dimiliki sheet metal antara lain sebagai berikut:

1. Mampu bentuk yaitu sifat dari material sheet metal yang mudah atau sulit dibentuk. Mampu bentuk tidak ada korelasi yang pasti antara sifat-sifat mekanik dari sheet metal;
2. Sheet metal dengan mampu bentuk yang baik dapat dipakai untuk membuat produk sheet metal yang proses utamanya adalah drawing dan deep drawing;
3. pada umumnya sheet metal yang mempunyai yield point rendah dan elongation yang baik memiliki mampu bentuk yang baik pula.

Kemudian sesuai dengan fungsi dan kegunaannya maka terdapat berbagai jenis sheet metal, antara lain sebagai berikut:

1. Rolled Constructional Sheet- plat baja konstruksi, dirancang untuk memenuhi fungsi kekuatan –SS34 dan SS41;
2. Hot Rolled Sheet dan Cold Rolled Sheet- plat baja yang dirancang untuk memenuhi persyaratan untuk dibentuk (formability) dan kehalusan permukaan (Cold Rolled Sheet);

3. Stainless steel Sheet- baja tahan karat, tetapi dapat terjadi work hardening;
4. Electrical Steel Sheet- digunakan untuk membuat core/ inti dari motor listrik dan trafo dengan ketebalan antara 0,35 s.d 0,5 mm;
5. Open Steel Coil yaitu rimmed steel yang sudah mendapat perlakuan panas khusus untuk meningkatkan mampu bentuk. Namun, mampu bentuknya berada diantara killed steel dan rimmed steel (Rony Sudarmawan,2009).

2.3.1. Teori Pembentukan Logam

Teknik pembentukan logam merupakan proses yang dilakukan dengan cara memberikan perubahan bentuk pada benda kerja. Perubahan bentuk ini dapat dilakukan dengan cara memberikan gaya luar sehingga terjadi deformasi plastis. Aplikasi pembentukan logam ini dapat dilihat pada beberapa contohnya seperti pengerolan (*rolling*), pembengkokan (*bending*), tempa (*forging*), ekstrusi (*extruding*), penarikan kawat (*wire drawing*), penarikan dalam (*deep drawing*), dan lain-lain.

Tahapan yang dilakukan dalam proses pembentukan untuk suatu konstruksi ini meliputi:

1. Mendesain alat sesuai dengan fungsi dan kegunaannya
2. Menganalisa konstruksi pelat terhadap dan pembebanan
3. Membuat gambar desain
4. Menentukan jenis bahan pelat
5. Menentukan metode penyambungan dan penguatan
6. Menentukan metode perakitan
7. Membuat gambar kerja konstruksi alat
8. Membuat gambar bentangan
9. Melakukan pemotongan awal (*pre cutting*)
10. Melakukan pemotongan bahan pelat
11. Melakukan proses pembentukan
12. Menentukan alat bantu atau model
13. Metode perakitan

14. Pengukuran dimensi konstruksi
15. Uji coba konstruksi
16. *Finishing*

2.3.2. Stamping

Stamping adalah proses membentuk huruf, simbol, atau lainnya pada permukaan sheet metal, dimana bagian dasarnya tetap rata dan pressing capacity yang diperlukan cukup besar (Rony Sudarmawan,2009).

Urutan proses *stamping press* yang lengkap adalah sebagai berikut:

1. *Blanking*;
2. *Drawing*;
3. *Pierching*;
4. *Trimming*;

Process blanking adalah proses pemotongan material pelat agar didapat ukuran material sesuai dengan yang diharapkan, dan penggunaan material seefisien mungkin, dengan *waste* material sesedikit mungkin. Yang perlu diperhatikan dalam proses *blanking* adalah sebagai berikut :

1. *Design blanking die*;
2. *Design blanking punch*;
3. Pemilihan material dan proses *hardening* untuk *die* dan *punch*;
4. Poleransi antara *die* dan *punch*, harus sesuai dengan perhitungan yang tepat agar tidak timbul *barr* pada produk;
5. Jenis, ketebalan, dimensi material yang akan di*blanking*(Diemold,2010).

Drawing adalah proses pembentukan *sheet metal* yang dalam dan kontur kompleks sehingga memerlukan *blank holder* dan *air cushion/spring* untuk mengontrol aliran dari material serta diperlukan *bead* atau tahanan untuk menahan aliran material yang terlalu cepat. Untuk menghasilkan produk yang baik, maka harus menggunakan *sheet metal* khusus proses *drawing* dan mesin *press hidrolik*.

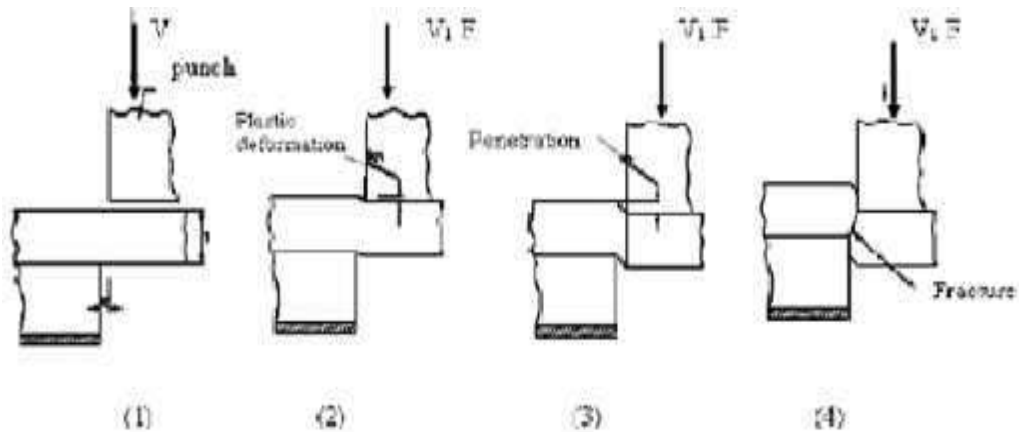
Piercing adalah proses pemotongan *sheet metal* untuk membuat lubang pada permukaan yang rata ataupun kontur. Lubang yang dihasilkan bisa berbentuk

bulat atau bentuk lainnya, tergantung bentuk *punch*. Pada proses *piercing* terdapat *scrap*.

Trimming adalah proses pemotongan bagian yang tidak diperlukan dari proses *drawing* atau *forming* untuk mendapatkan ukuran akhir. Proses *trimming* akan meninggalkan bagian yang tidak berguna atau *scrap* (Rony Sudarmawan, 2009).

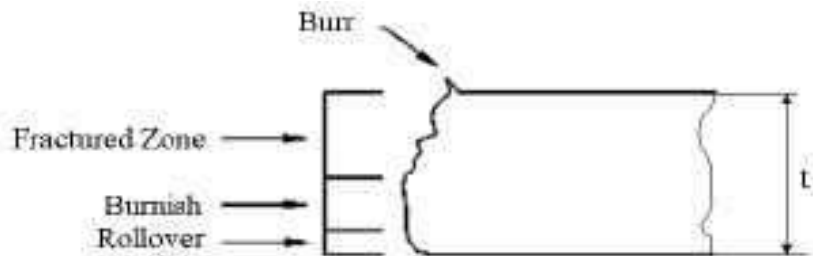
2.3.3 Operasi Pemotongan

Pemotongan lembaran pelat disesuaikan dengan aksi pemotongan antara dua buah mata pisau pemotong. Aksi pemotongan ada empat tahapan seperti terlihat pada Gambar 1 yaitu: (1) Sebelum pons (mata pisau bagian atas) menyentuh lembaran pelat (benda kerja) di mana kecepatan pons bergerak dengan kecepatan $v = 0$ tanpa beban; (2) Pons mulai menyusup masuk ke permukaan lalu bergerak menuju cetakan dengan kecepatan v_1 dan gaya sebesar F . Pisau bagian dalam (*die*) yang diam menahan tekanan pons terhadap benda kerja maka terjadilah deformasi plastis pada benda kerja; (3) Berikutnya Pons terus bergerak menekan dan menyusup ke benda kerja, maka bagian ini akan diperoleh permukaan pemotongan yang lebih halus. Secara umum daerah penyusupan diperkirakan sebesar $1/3$ tebal lembaran benda kerja; (4) Bila penekanan diteruskan terhadap benda kerja maka akan terjadi keretakan (*fracture*) terhadap sisi pemotongan benda kerja. Jika kelonggaran (*clearance*) antara pons dengan cetakan ditentukan secara tepat dan benar maka dua garis keretakan akan bertemu, hasil pemisahan kedua benda relatif lebih bersih, atau hanya sedikit sekali terdapat bagian yang tajam pada hasil pemotongan.



Gambar 2.5 Proses Pemotongan Lembaran Pelat Antara Dua Mata Pisau
(Schey J.A., 1987)

Pada Gambar 2.5 diperlihatkan karakteristik keretakan pada hasil pemotongan pada bagian produk yang terbentuk oleh hasil pemotongan pembuatan koin.



Gambar 2.6 Karakteristik Sisi Hasil Pembuatan Koin (Lange K. 1985)

Pada bagian bawah permukaan benda kerja dari hasil pemotongan akan membentuk radius dan daerah ini disebut dengan *rollover* atau disebut juga dengan *edge draw in*. Hal ini terjadi akibat adanya penekanan awal yang dilakukan terhadap permukaan pelat/benda kerja terhadap cetakan sehingga terjadi perubahan bentuk terhadap permukaan yang disebut dengan deformasi plastis.

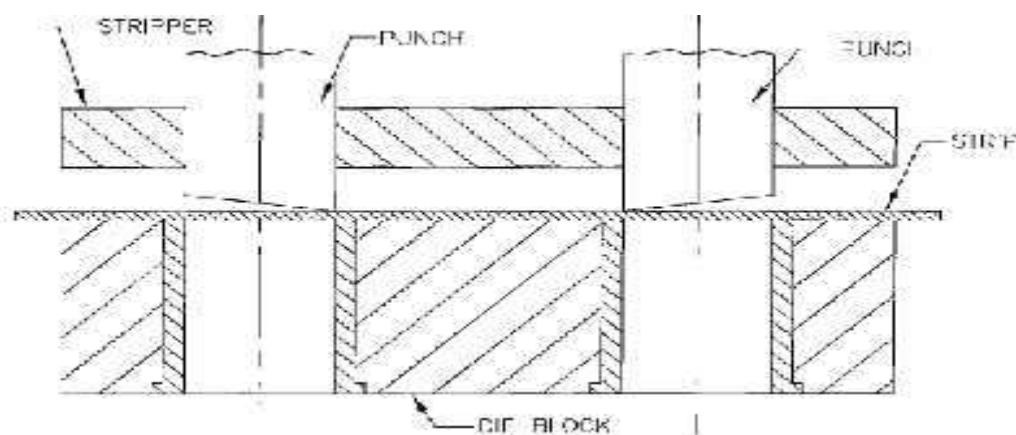
Menurut Lange K, bentuk ini dipengaruhi oleh, (a) jenis material, (b) kelonggaran *blank*, dan (c) ketajaman & bentuk permukaan pons. Bagian atas *rollover* terbentuk hasil pemotongan yang lebih halus, daerah ini disebut *burnish* atau *smooth-sheared*. Ini dihasilkan karena menyusupnya pelat terhadap cetakan

akibat penekanan pons, dan masih mampu ditahan oleh cetakan (pisau bagian bawah) sehingga terjadi penyayatan/pemotongan bukan karena retak atau dengan kata lain pons mampu menyusup ke benda kerja sebelum terjadi keretakan pada benda kerja. Selanjutnya pada bagian atas *burrish* disebut dengan daerah *fractured*, pada daerah ini terdapat bagian sisi pemotongan yang relatif kasar. Bagian ini tidak terdapat hasil pemotongan namun terpisahnya atau lepasnya benda ini adalah akibat adanya pengaruh tekanan sehingga terjadilah pergeseran akibat adanya keretakan. Pada sisi bagian atas koin hasil pemotongan atau permukaan yang menyentuh pons disebut *burr* yang merupakan sisi tajam yang menonjol. *Burr* adalah cacat pada bagian sisi potong dari produk *sheet metal* yang berupa penajaman sehingga mempengaruhi kualitasnya.

Terbentuknya *burr* dan besar ketinggiannya (*burr height*) ditentukan oleh faktor material produk dan ketajaman alat potong (*tools*), dan juga dipengaruhi oleh akibat keausan pada alat potong (*tool edges wear*) dan kelonggaran antara pons dengan cetakan yang tepat (*optimum clearance*).

Pada prinsipnya untuk semua proses *cutting* gaya-gaya yang terlibat pada dua sisi potong (*cutting edges*) yaitu *punch* dan *die* adalah *shear force*, yang sama besarnya dan saling berlawanan dan jarak antara kedua gaya yang berlawanan sama dengan *clearance* antara *punch* dan *die* tersebut. Gaya berlawanan yang berasal dari material sendiri disebut *metal's shear strength*.

Salah satu jenis pemotongan, yaitu:



Gambar 2.6. Edge – Trimming Punch (Ivana Suchy.2006)

2.3.4 Press Dies

Press dies adalah peralatan produksi atau cetakan yang berfungsi untuk memotong dan membentuk material *sheet metal* (plat baja), *aluminum sheet* (plat aluminium), *stainless steel sheet* (plat baja tahan karat), berbagai pipa dan baja pejal sehingga hasil akhirnya menjadi suatu produk yang kita sebut sebagai *sheet metal product*. *Press dies* terdiri dari beberapa bagian yaitu, *upper plate* yaitu bagian penyangga *punch*, *punch retainer*, *guide bush*, dan *stripper plate*. *Lower plate*, bagian yang menyangga *die*, *die retainer*, *guide pin* dan *blank holder*. *Punch*, pisau pemotong atas atau cetakan laki-laki dari *press dies* yang terikat pada *upper plate*. *Die*, pisau pemotong bawah atau cetakan perempuan dari *press dies* (Rony Sudarmawan,2009).

a. *Upper die* atau *punch* dan *lower die* atau *die*

Die merupakan komponen utama dari konstruksi *press dies* yang pada umumnya selalu berpasangan, yakni *piercing punch* dan *bottom die*, *upper die* dan *lower die*. Fungsi dari *punch* dan *die* terbagi atas dua kelompok, yaitu untuk memotong, misalnya *cutting*, *blanking*, *piercing*, *trimming* dan untuk membentuk, misalnya *bending*, *forming*, *curling*, dan *drawing*.

Beberapa hal penting pada konstruksi *punch* dan *die* proses *cutting* dan *trimming* yaitu:

1. kualitas material yang dipakai dari kelompok *cold work steel*;
2. kekerasan dari *punch* dan *die* tergantung pada kualitas material dan ketebalan dari *sheet metal*. Untuk *sheet metal* yang lebih tebal memerlukan material yang lebih ulet, tetapi tingkat kekerasannya diturunkan. Kekerasan normal untuk *punch/die* sekitar 58 s.d 62HRC;
3. konstruksi *punch* dan *die* untuk *sheet metal* yang relatif tipis dan jumlah produksi yang tidak terlalu banyak dapat menggunakan material SS41 dan membuat sisi potongnya dengan *special welding rod*. Konstruksi *punch* dan *die* juga perlu memperkirakan dimensi yang sesuai dengan titik-titik pengikat yang diperlukan.
4. *clearance* antara *punch* dan *die*, untuk material SPCC *clearance* 4% s.d 5% dari tebal *sheet metal*. Bila *clearance* terlalu besar maka akan terjadi *burr* pada hasil potongnya (Rony Sudarmawan,2009).

Beberapa hal penting dari konstruksi *punch* dan *die* proses bending yaitu:

1. Kualitas material *sheet* tergantung pada jenis proses *bending*, jumlah produksi, ketebalan *sheet metal*. Kualitas material steel untuk proses bending pada umumnya dibawah kualitas proses *cutting* dan *blanking*;
2. Kekerasan material akan lebih rendah untuk *sheet metal* yang tipis dan lunak (aluminium);
3. Konstruksi *bending dies* sederhana hanya terdiri dari *punch* dan *die* saja;
4. Bagian terpenting dari *punch* dan *die* proses *bending* adalah pada radiusnya yang berfungsi untuk membentuk dan mengalirnya *sheet metal* yang harus dibuat halus dan baik (Rony Sudarmawan,2009).

2.3.5. *Heat Treatment*

Heat treatment adalah salah satu proses untuk mengubah struktur logam dengan jalan memanaskan spesimen pada elektrik terance (tungku) selama periode waktu tertentu kemudian didinginkan dengan media pendingin seperti udara,air, oli, dan solar yang masing-masing mempunyai kerapatan pendingin yang berbeda-beda.

Perlakuan panas adalah proses kombinasi antara proses pemanasan dan proses pendinginan dari suatu logam atau paduannya dalam keadaan padat untuk mendapatkan sifat-sifat tertentu.Untuk mendapatkan hal ini maka kecepatan pendinginan dan batas temperatur sangat menentukan (Wiryosumarto dan Okumura,2000).

a. Jenis-Jenis *Heat Treatment* :

1. *Hardening* (pengerasan)

Proses *hardening* atau pengerasan adalah suatu proses pemanasan logam sehingga mencapai batas austenit yang homogen. Untuk mendapatkan kehomogenan ini maka austenit perlu waktu pemanasan yang cukup, selanjutnya secara cepat dicelupkan ke dalam media pendingin tergantung pada kecepatan pendinginan yang kita inginkan untuk mencapai kekerasan.

2. *Annealing* (pelunakan)

Proses *annealing* adalah proses pemanasan di atas temperatur kritis selanjutnya dibiarkan beberapa lama sampai temperatur merata disusul dengan pendinginan secara perlahan-lahan sambil dijaga agar temperatur luar dan dalam kira-kira sama hingga diperoleh struktur yang diinginkan dengan menggunakan media pendinginan udara. Tujuan proses *annealing*.

Tujuan proses *annealing* yaitu:

- a. melunakkan material logam
- b. menghilangkan tegangan dalam/sisa
- c. memperbaiki butir-butir logam

3. *Normalizing*

Normalizing adalah proses pemanasan hingga mencapai fase austenit yang kemudian didinginkan secara perlahan-lahan dalam media pendingin udara. Hasil pendinginan ini berupa perlit namun hasilnya jauh lebih mulus dari *annealing*. Prinsip dari proses *normalizing* adalah untuk melunakkan logam.

b. Tujuan Utama *Heat Treatment*

Tujuan utama dari perlakuan panas adalah sebagai berikut:

1. memperlunak (*to soften*)

Yaitu memperbaiki sifat plastisitas dengan cara mengatur ukuran, bentuk dan distribusi mikrokonstituennya (fasa atau butiran), serta keberadaan dislokasi didalam butiran.

2. menghilangkan tegangan sisa (*to stress relieve*)

Yaitu memungkinkan berlangsungnya relaksasi tegangan-tegangan sisa dengan cara meningkatkan temperatur (memanaskan) sehingga diperoleh penurunan kekuatan luluh (*yield strength*) dan meningkatkan *recovery*.

3. melakukan homogenisasi (*to homogenize*)

Yaitu mendapatkan komposisi kimia yang homogen di dalam butiran (*grain*). melalui difusi unsur-unsur yang ada dalam paduan logam pada temperatur tinggi.

4. meningkatkan ketangguhan (*to toughen*)

Yaitu meningkatkan kemampuan paduan logam untuk menyerap energi dari beban impak dalam selang plastisnya tanpa patah, atau dengan kata lain meningkatkan luas di bawah kurva tegangan-regangan.

5. memperkeras (*to harden*)

Yaitu meningkatkan gangguan terhadap slip atau meningkatkan penahanan terhadap pergerakan dislokasi melalui perubahan ukuran, bentuk dan distribusi mikrokonstituen.

6. menambahkan unsur kimia melalui permukaan

Yaitu memperbaiki ketahanan aus (*wear*) dan ketahanan lelah (*fatigue*) pada permukaan melalui pembentukan tegangan sisa kompresif dipermukaan logam yang dihasilkan dari absorpsi atom-atom terlarut intersisi (C, N, dan lain-lain).

7. meningkatkan sifat fisik

Seperti meningkatkan sifat kemagnetan dengan memperbesar butiran melalui pengaturan siklus termal (Wiryosumarto dan Okumura,2000).

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian

3.1.1 Tempat Penelitian

Adapun tempat dilakukannya studi rancang bangun cetakan cup pada proses deep drawing menggunakan *software solidworks 2016* di lakukan di laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.1.2 Waktu

Pengujian dilakukan setelah mendapat persetujuan dari pembimbing hingga selesai.

Tabel 3.1: Tempat Dan Waktu Penelitian

No	Kegiatan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni
1	Study literature	■					
2	Pembuatan spesimen		■				
4	Pengujian Spesimen				■		
5	Evaluasi data penelitian					■	

3.2 Alat Penelitian

3.2.1 Laptop

Spesifikasi laptop yang di gunakan dalam studi numeric ini adalah sebagai berikut :

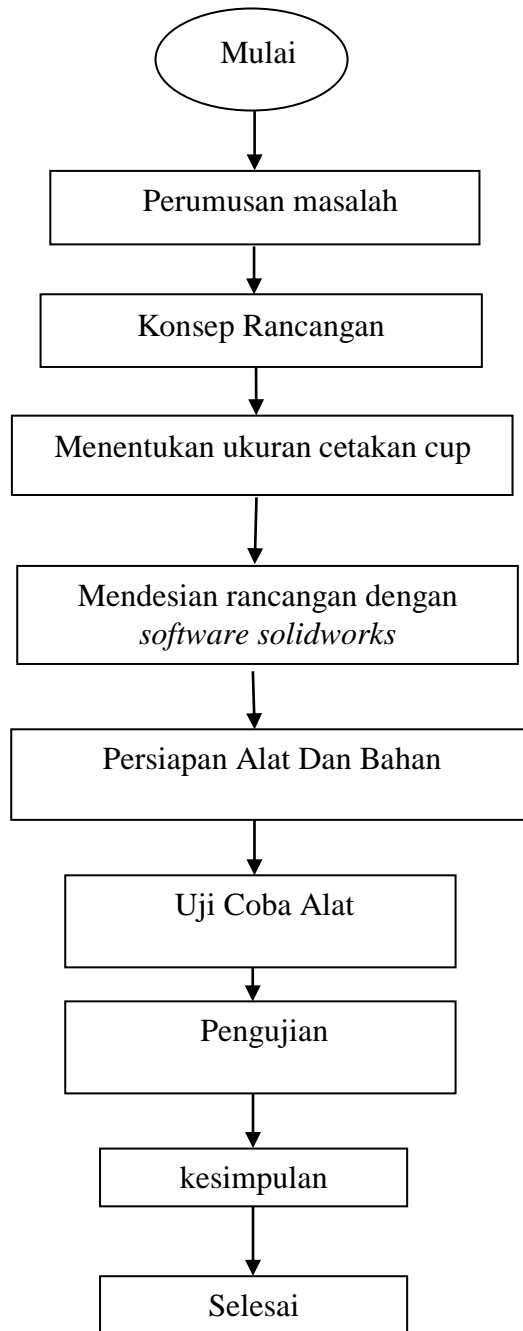
1. Processor : INTEL CORE i5
2. RAM : 4 GB (1.47 GB USTABLE).
3. Operation system : Windows 10 64 bit operation system

3.2.2 Software solidworks

Softwere solidworks yang sudah terinstal pada laptop adalah solidworks 2016 64 bit yang di dalamnya terdapat skech gambar 3D dengan persyaratan system pada computer adalah sebagai berikut :

1. Processor : INTEL COREi5
2. RAM : 4 GB or More.
3. Disk Space: 5 GB or More.

3.3 Diagram Alir



Gambar 3.1 Diagram alir

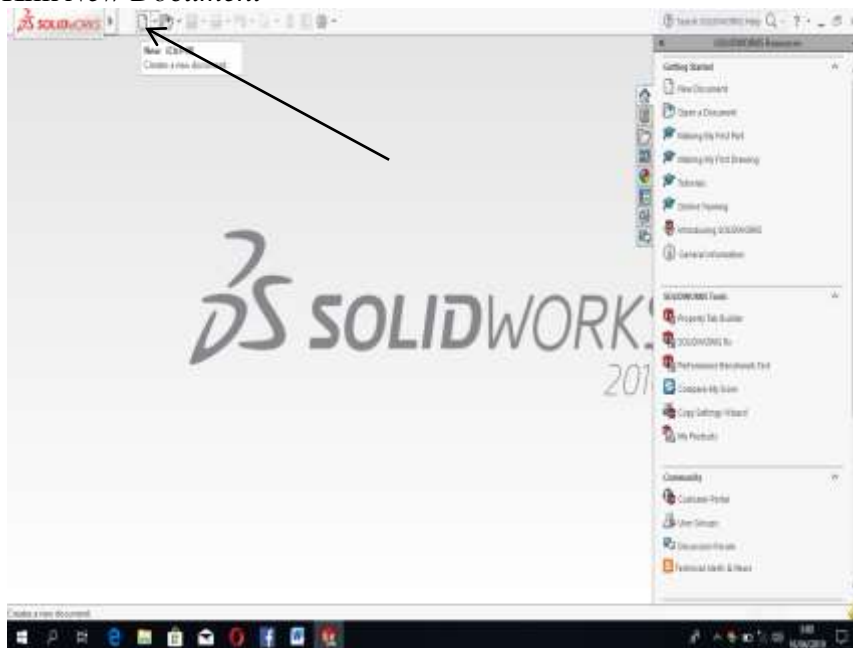
3.4 Langkah-langkah pembuatan rancangan cetakan cup pada *software solidworks*.

3.4.1 Menggunakan *Software Solidworks*



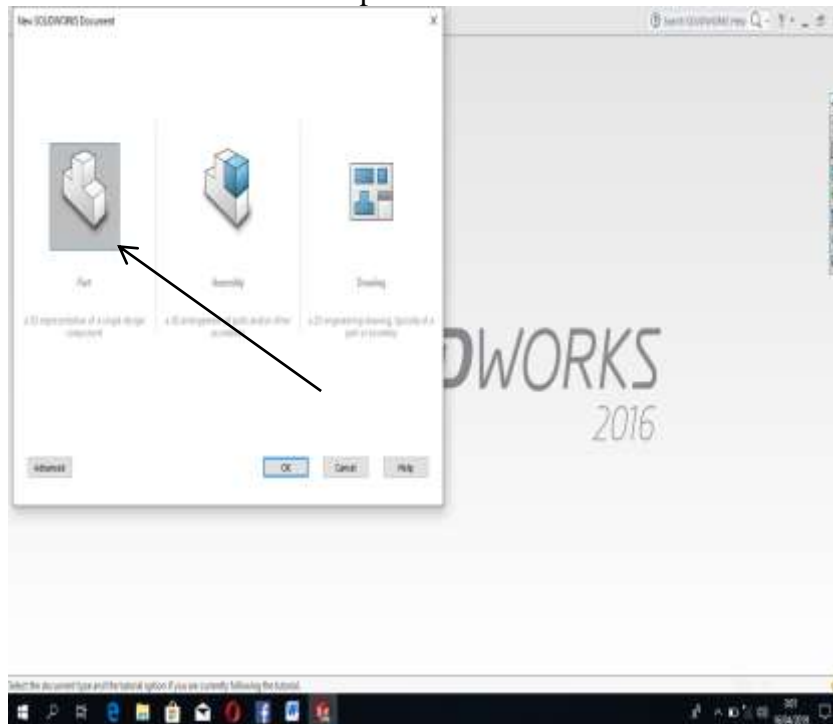
Gambar 3.2 Menggunakan *Software Solidworks*

3.4.2 Klik *New Document*



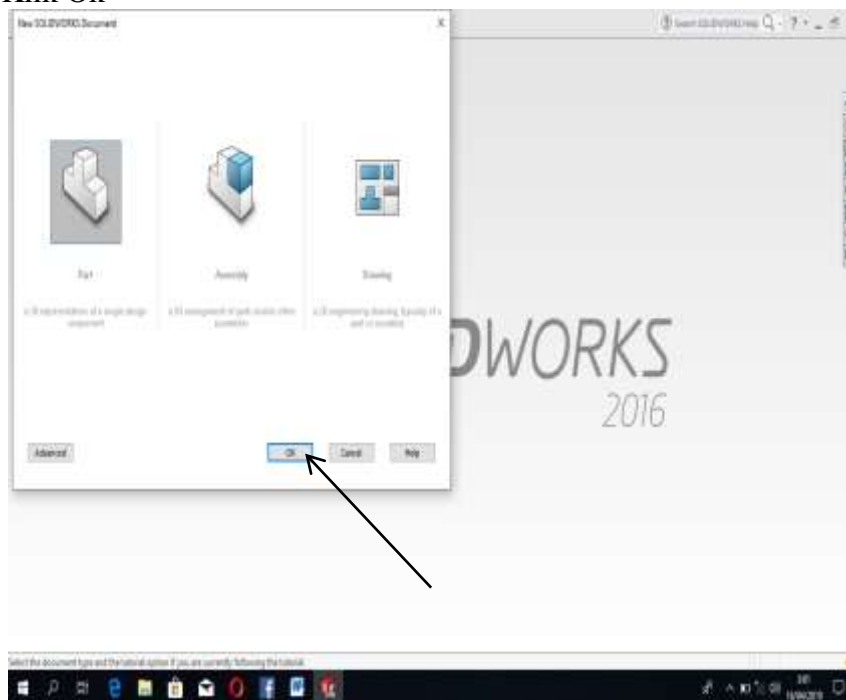
Gambar 3.3 *Klik New Document*

3.4.3 Klik *Part* Untuk Membuat Spesimen



Gambar 3.4 Klik *Part*

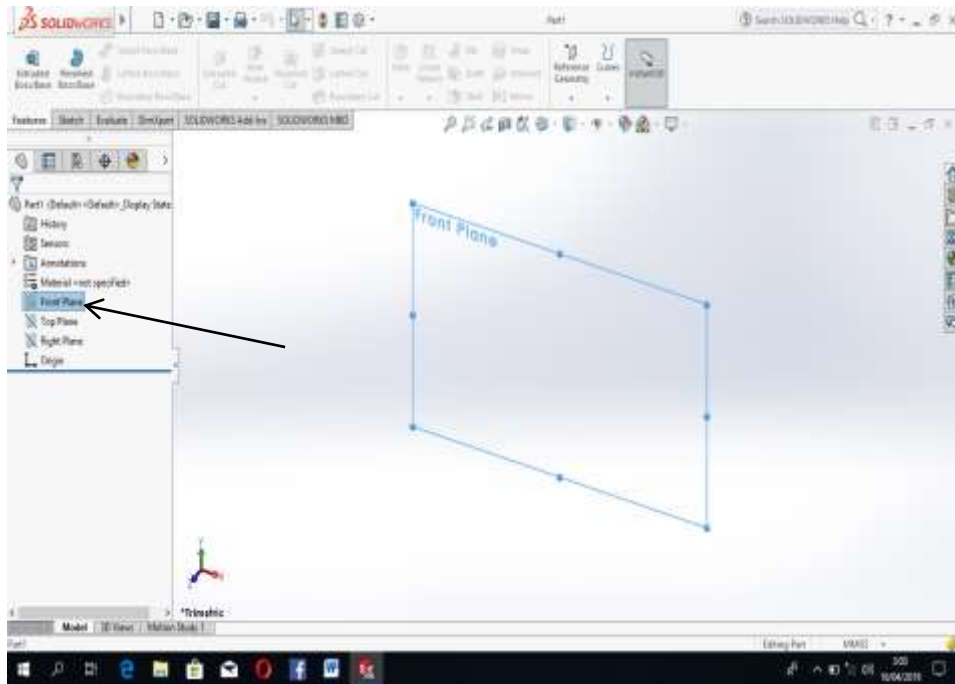
3.4.4 Klik Ok



Gambar 3.5 Klik Ok

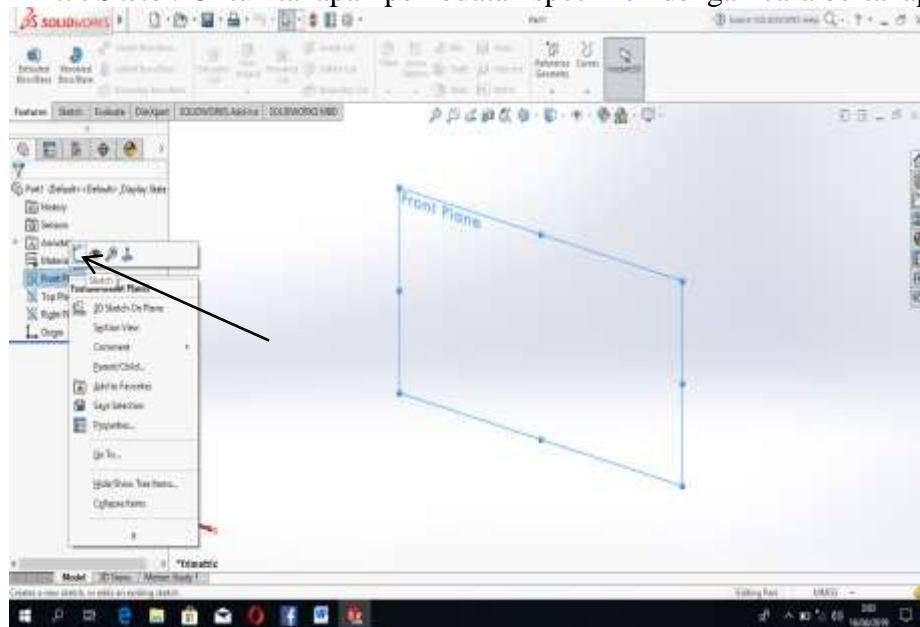
3.5. Tahapan Perencanaan Konsep Pembuatan Diameter Hingga Extruded Boss Base

3.5.1 *Klik Front Plane*



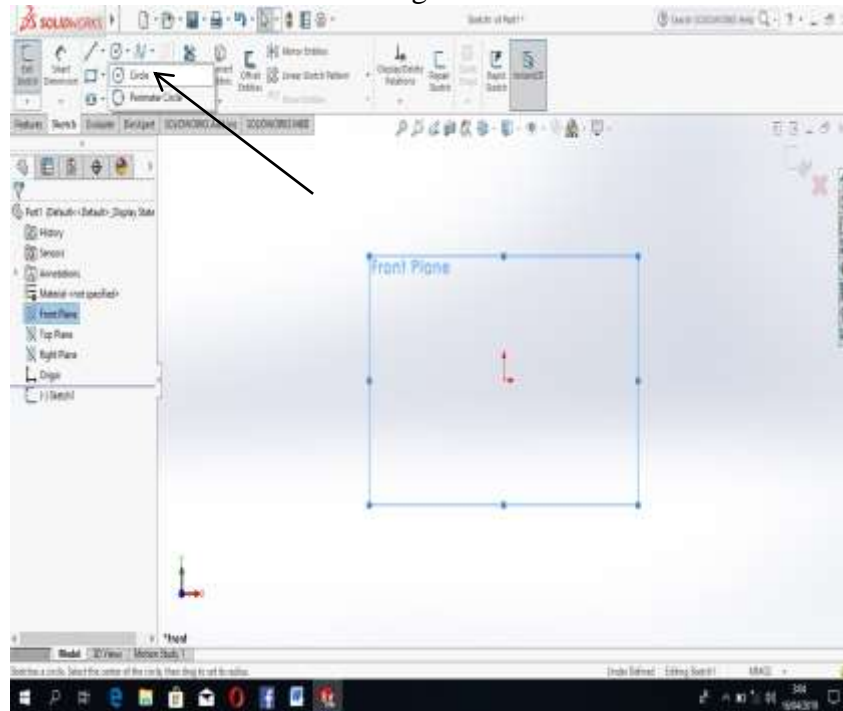
Gambar 3.6 *Klik Front Plane*

3.5.2 *Klik Sketch* Untuk tahapan pembuatan specimen dengan cara bertahap



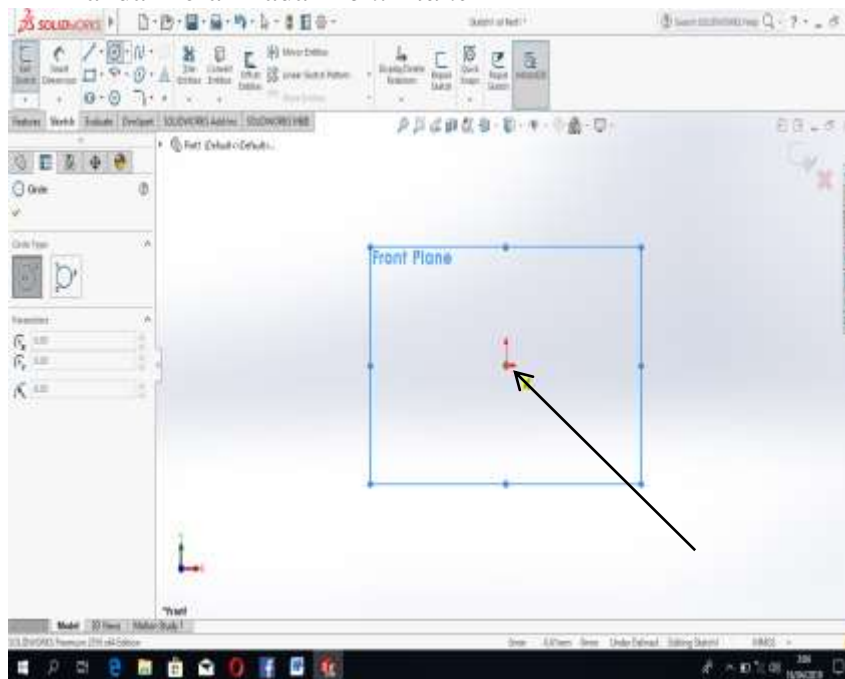
Gambar 3.7 *Klik Sketch*

3.5.3 Klik Circle Untuk Membuat Lingkaran



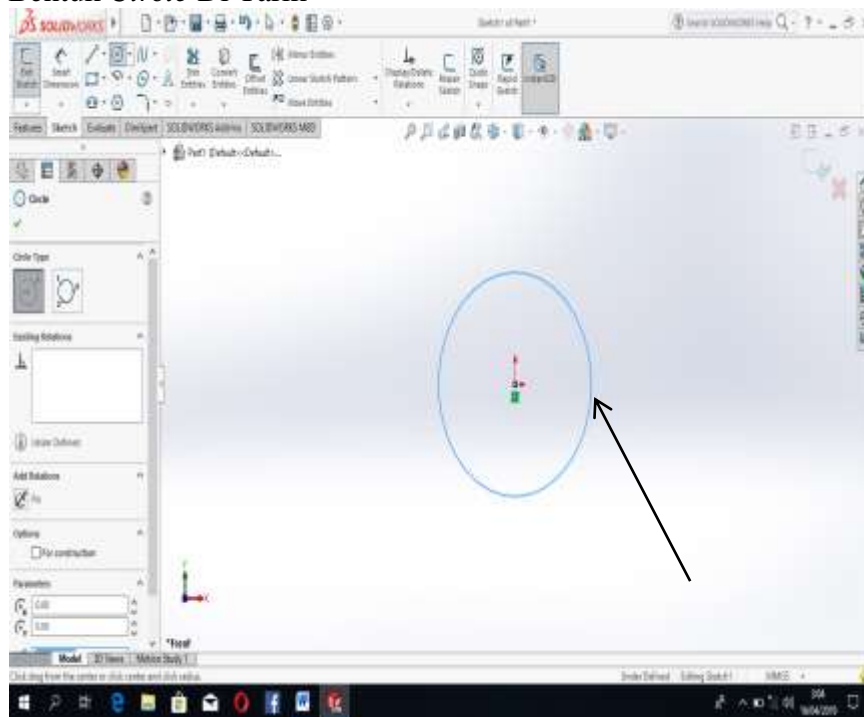
Gambar 3.8 Klik Circle

3.5.4 Klik Tanda Merah Pada Front Plane



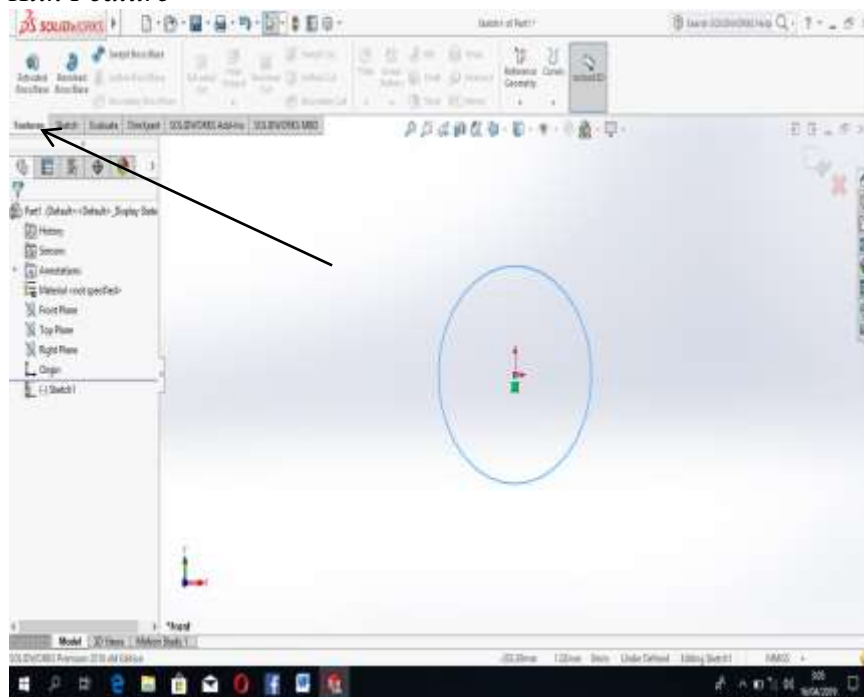
Gambar 3.9 Klik Tanda Merah Pada Front Plane

3.5.5 Bentuk *Circle* Di Tarik



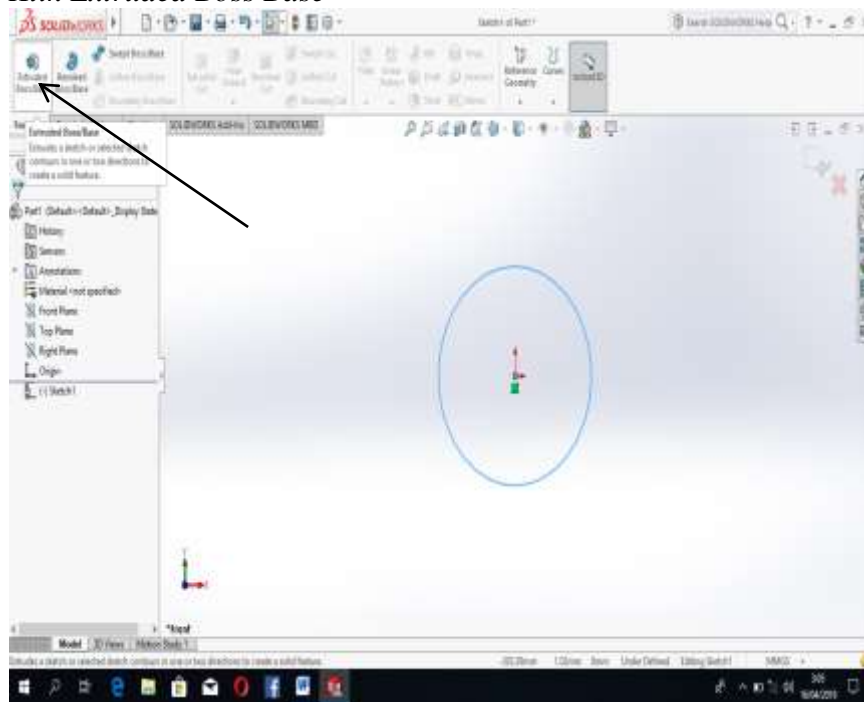
Gambar 3.10 Bentuk *Circle* Di Tarik

3.5.6 *Klik Feature*



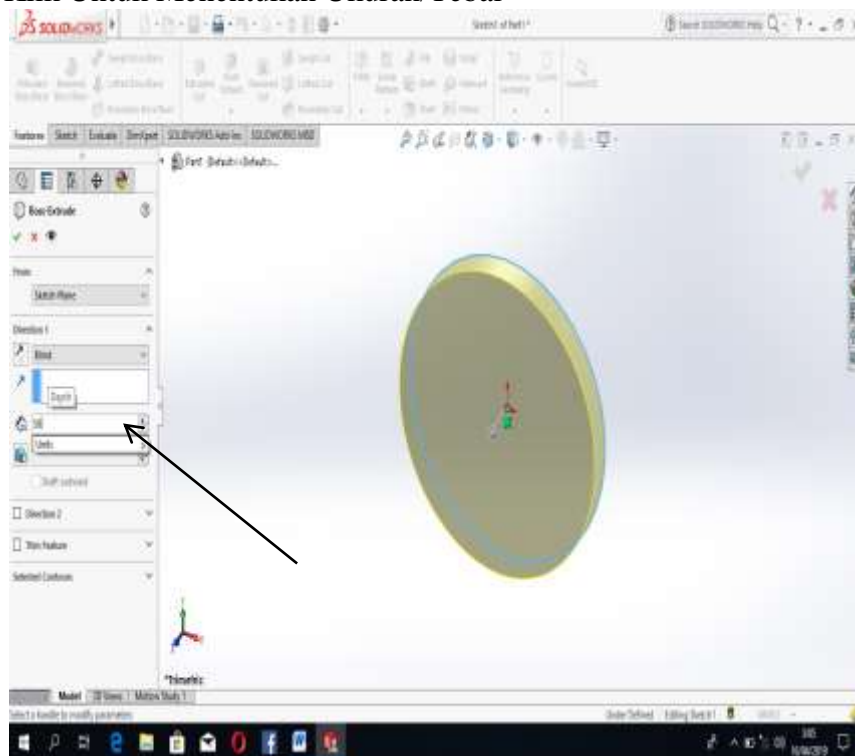
Gambar 3.11 *Klik Feature*

3.5.7 Klik Extruded Boss Base



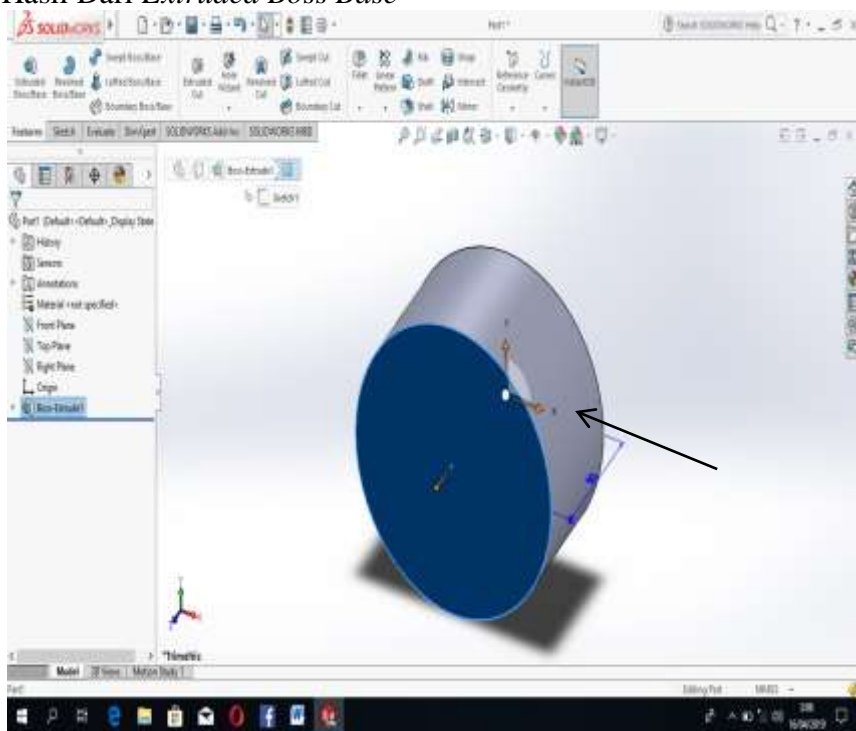
Gambar 3.12 Klik Extruded Boss Base

3.5.8 Klik Untuk Menentukan Ukuran/Tebal



Gambar 3.13 Klik Untuk Menentukan Ukuran/Tebal

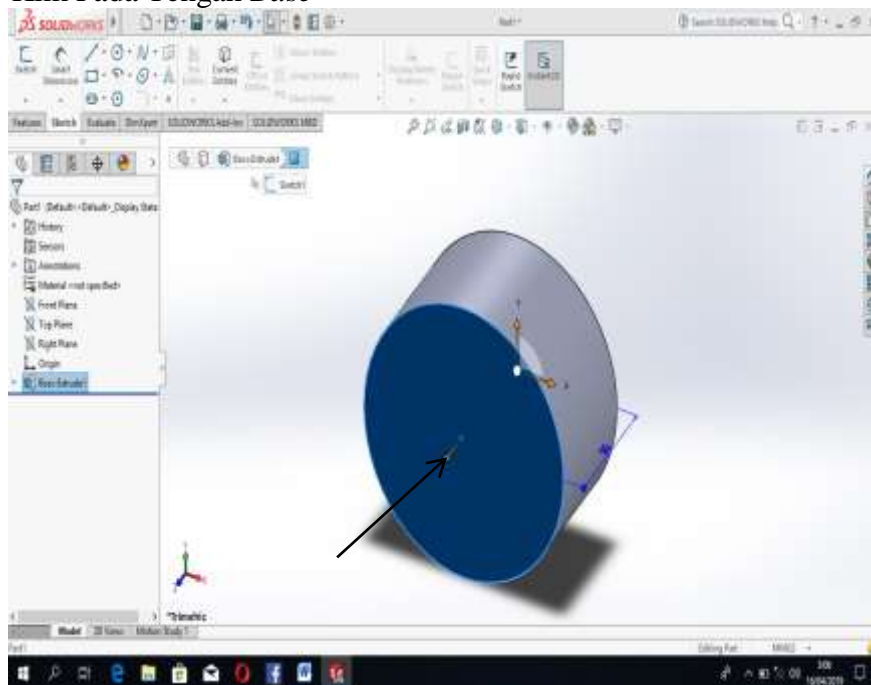
3.5.9 Hasil Dari *Extruded Boss Base*



Gambar 3.14 Hasil Dari *Extruded Boss Base*

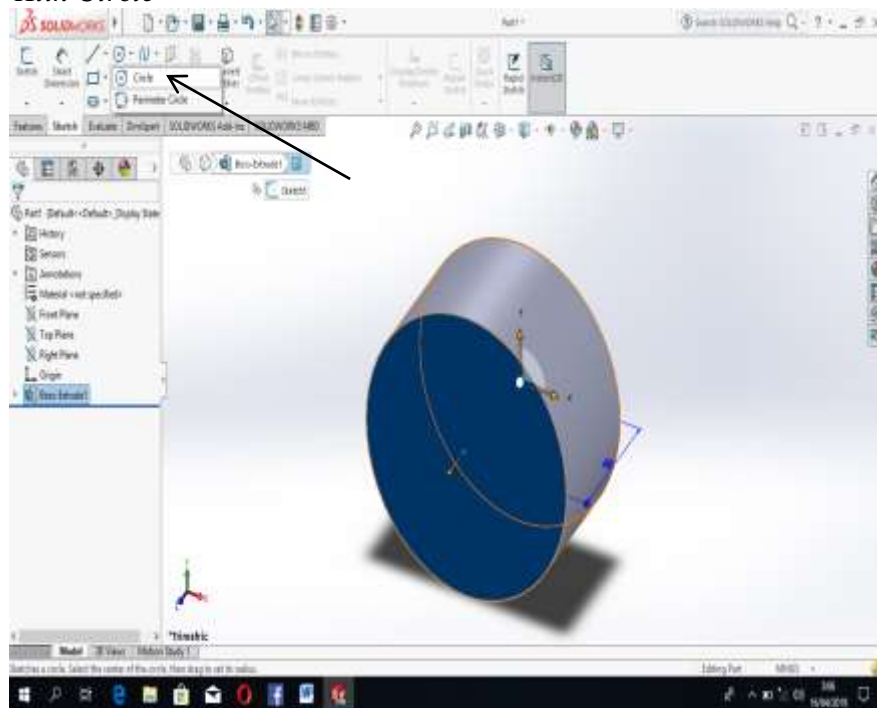
3.6 Langkah Pembuatan Diameter Kedalaman

3.6.1 Klik Pada Tengah *Base*



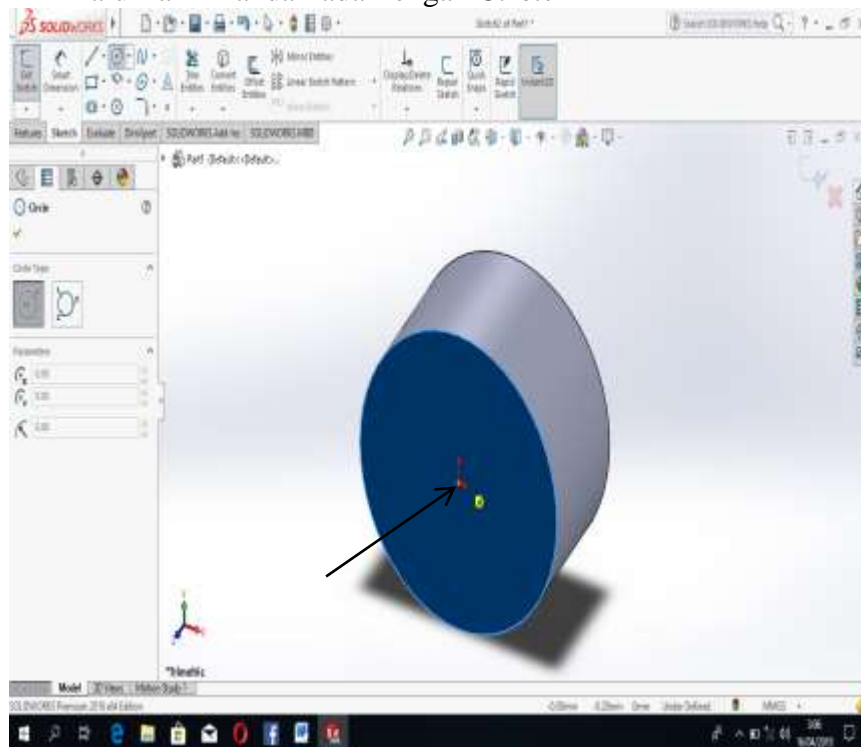
Gambar 3.15 Klik Pada Tengah *Base*

3.6.2 *Klik Circle*



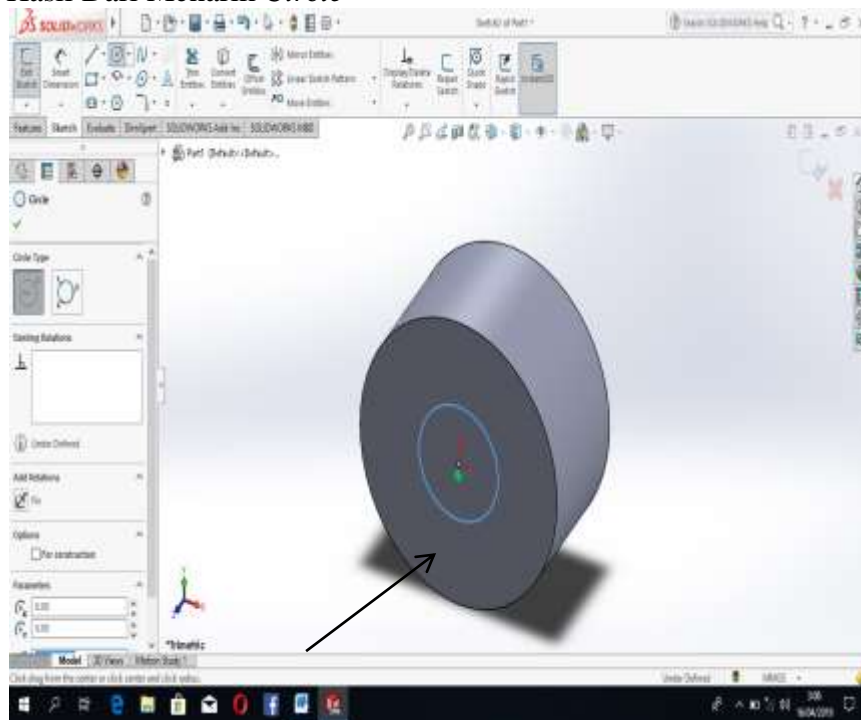
3.16 *Klik Circle*

3.6.3 *Klik Lalu Tarik Tanda Pada Tengah Circle*



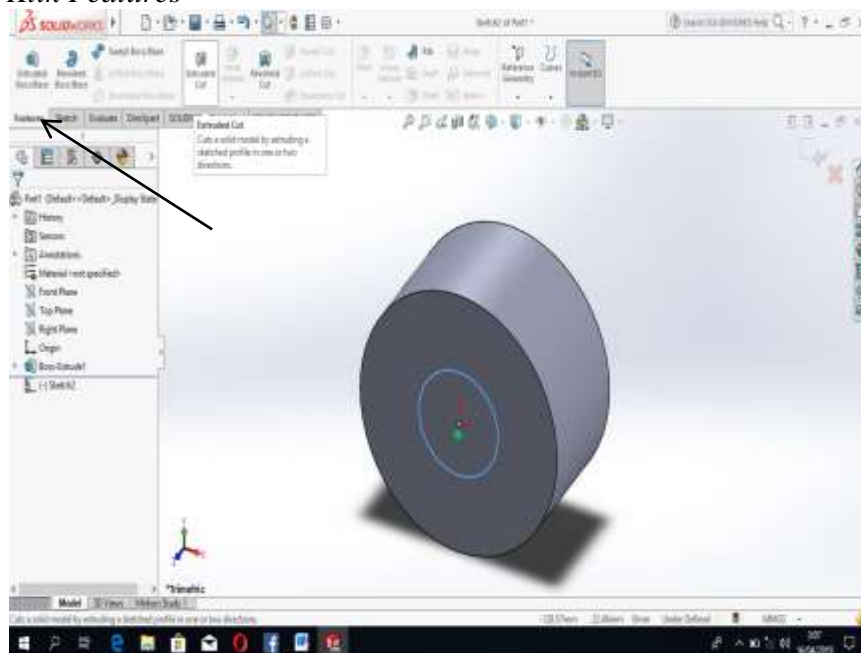
Gambar 3.17 *Klik Lalu Tarik Tanda Pada Tengah Circle*

3.6.4 Hasil Dari Menarik *Circle*



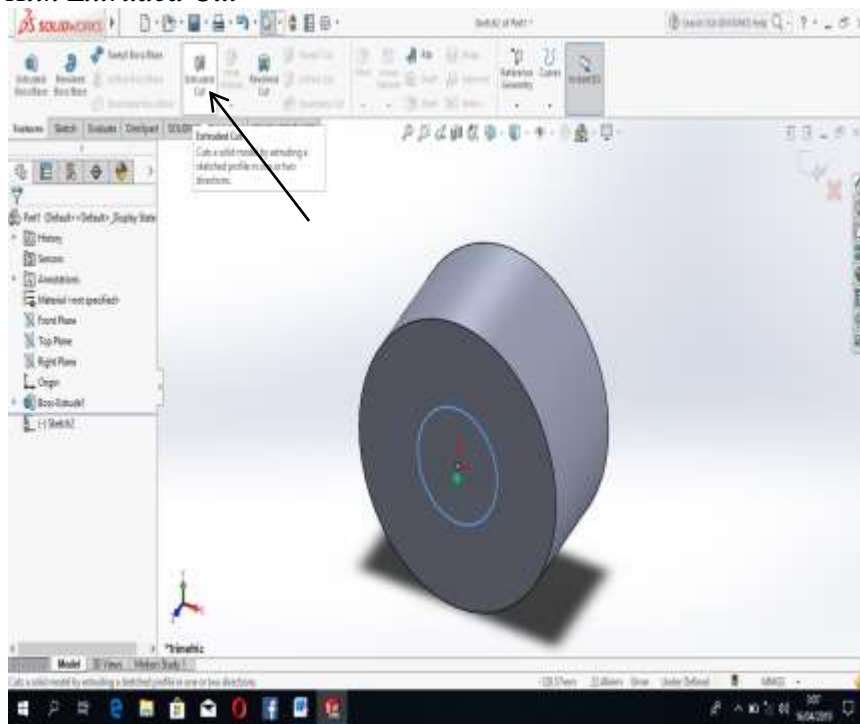
Gambar 3.18 Hasil Dari Menarik *Circle*

3.6.5 *Klik Features*



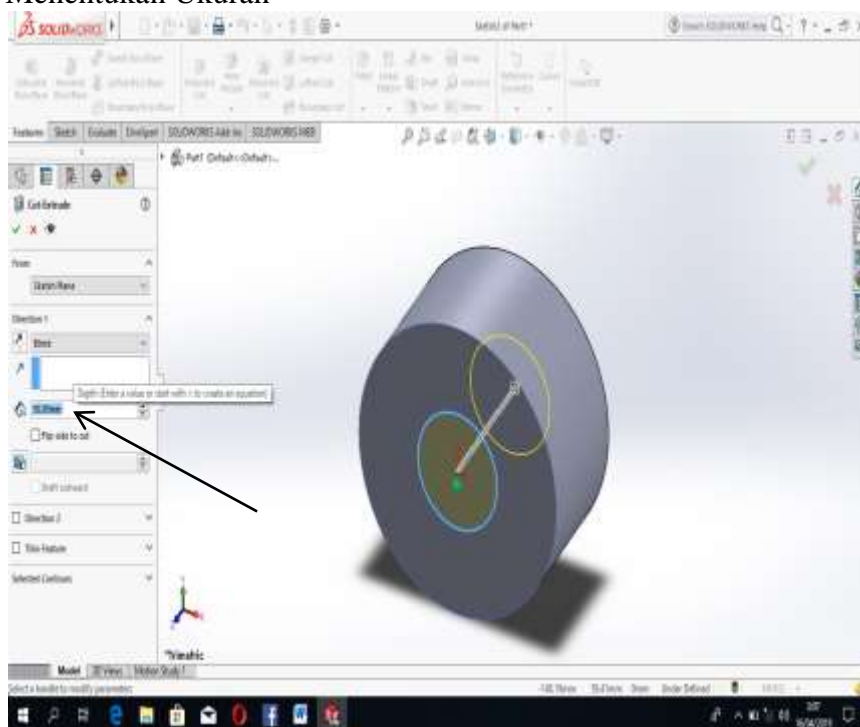
Gambar 3.19 *Klik Features*

3.6.6 Klik Extruded Cut



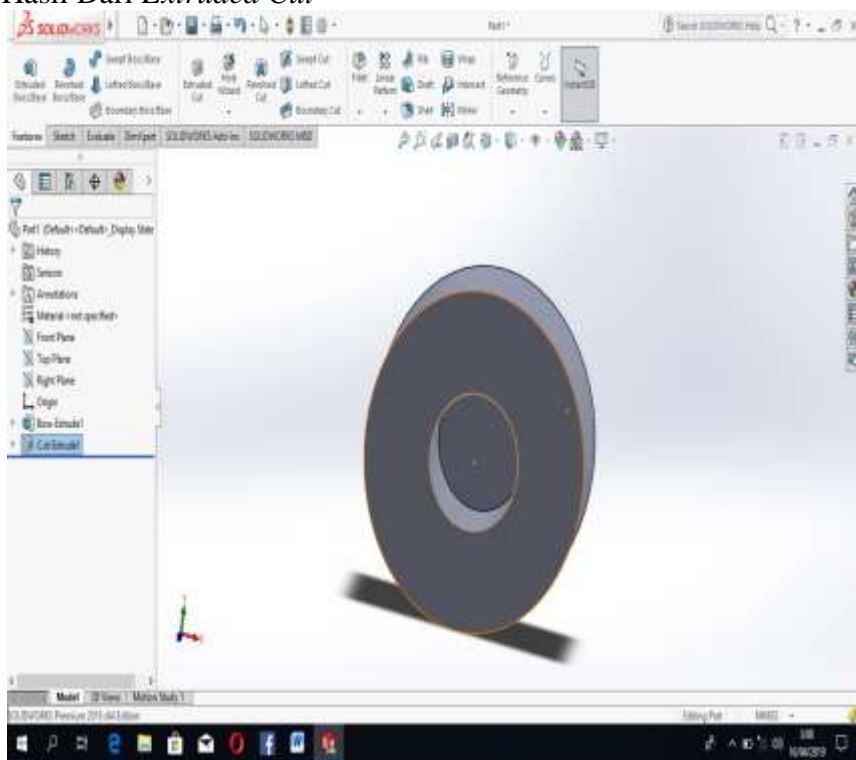
Gambar 3.20 Klik Extruded Cut

3.6.7 Menentukan Ukuran



Gambar 3.21 Menentukan Ukuran

3.6.8 Hasil Dari *Extruded Cut*



Gambar 3.22 Hasil Dari *Extruded Cut*

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Konsep Rancangan

4.1.1 Menyalakan Komputer Dan Memilih *Software Solidworks*

Sebelum memulai proses konsep rancangan menggunakan software solidworks telah terinstal di computer atau laptop siap di gunakan.



Gambar 4.1 Tampilan layar laptop

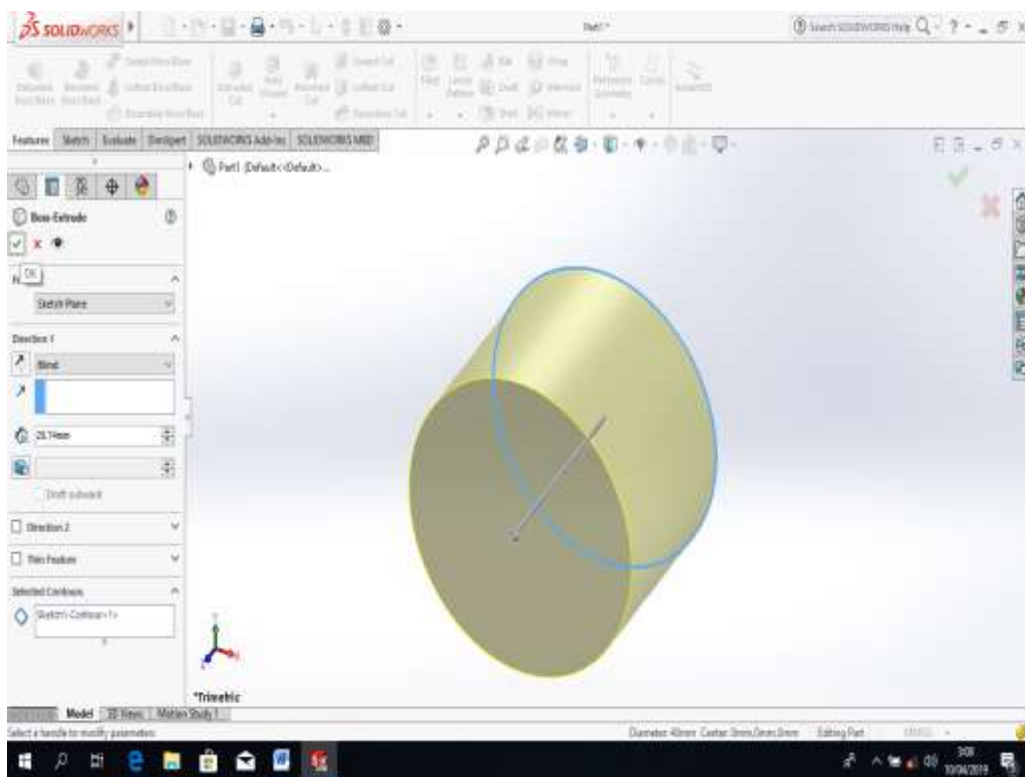
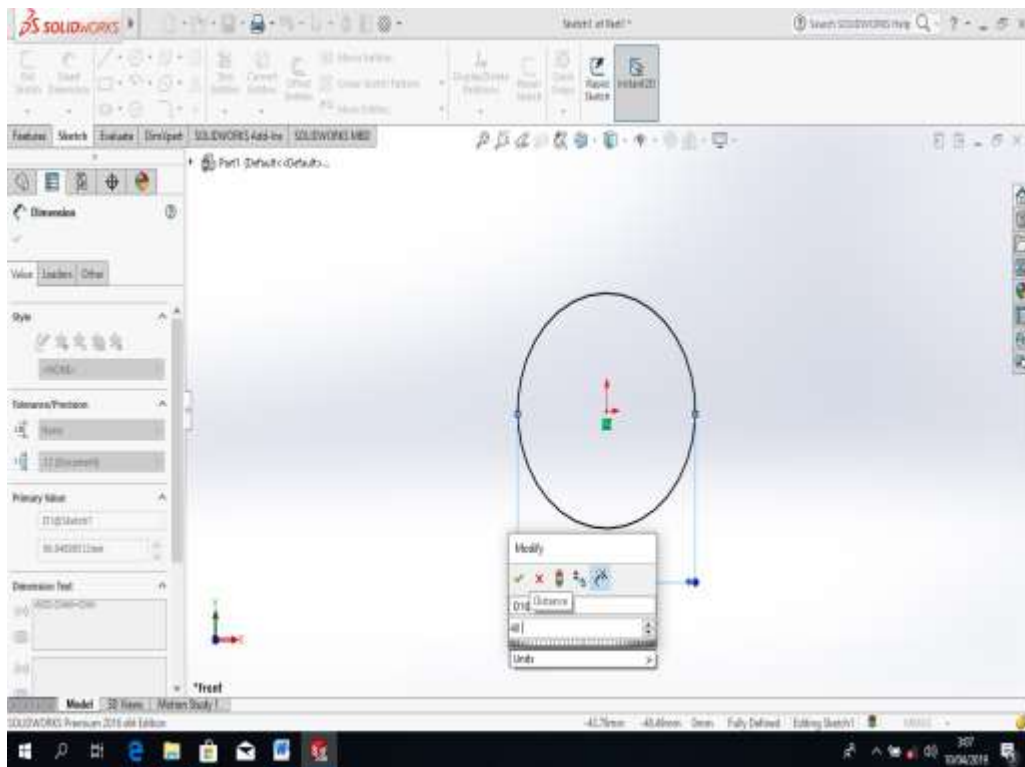
4.2 Mendesain Model Cetakan Atas

Menentukan ukuran diameter dan membuat cetakan atas

1. Diameter 1 = 40 mm dengan panjang 28,74 mm
2. Diameter 2 = 82,63 mm dengan panjang 17,40 mm
3. Diameter 3 = 87,21 mm dengan panjang 120,50 mm
4. Diameter 4 = 48 mm dengan panjang kedalaman 30 mm
5. Panjang keseluruhan cetakan atas 166,64 mm

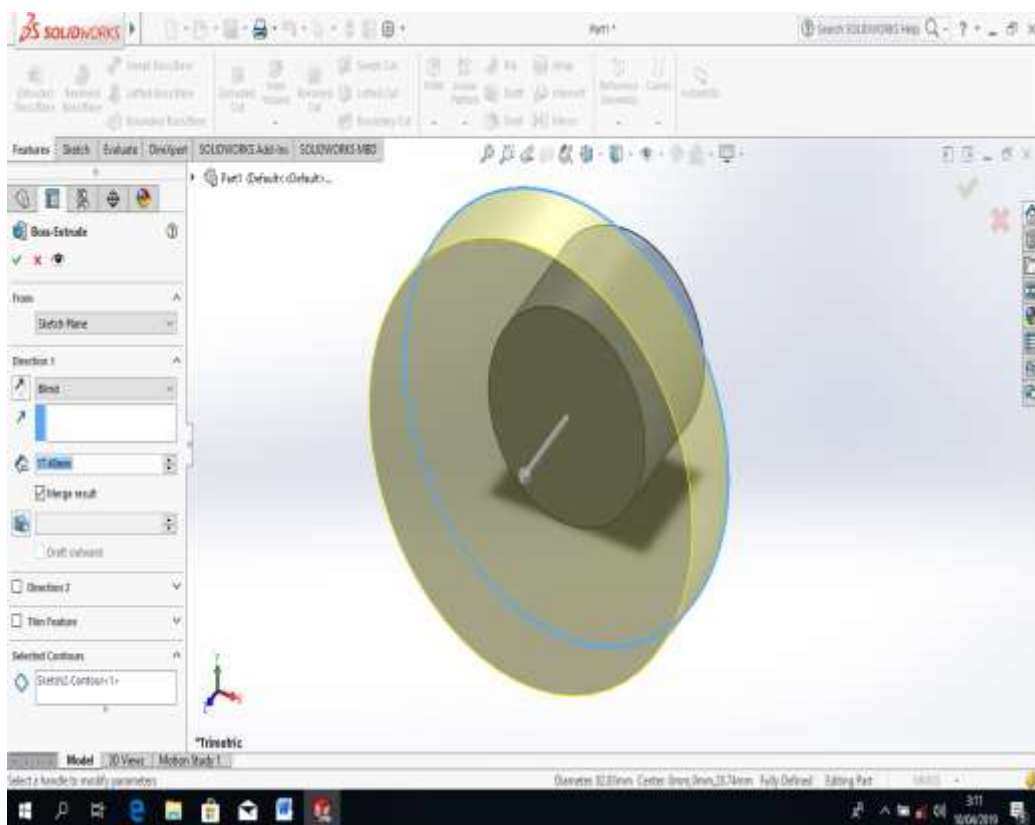
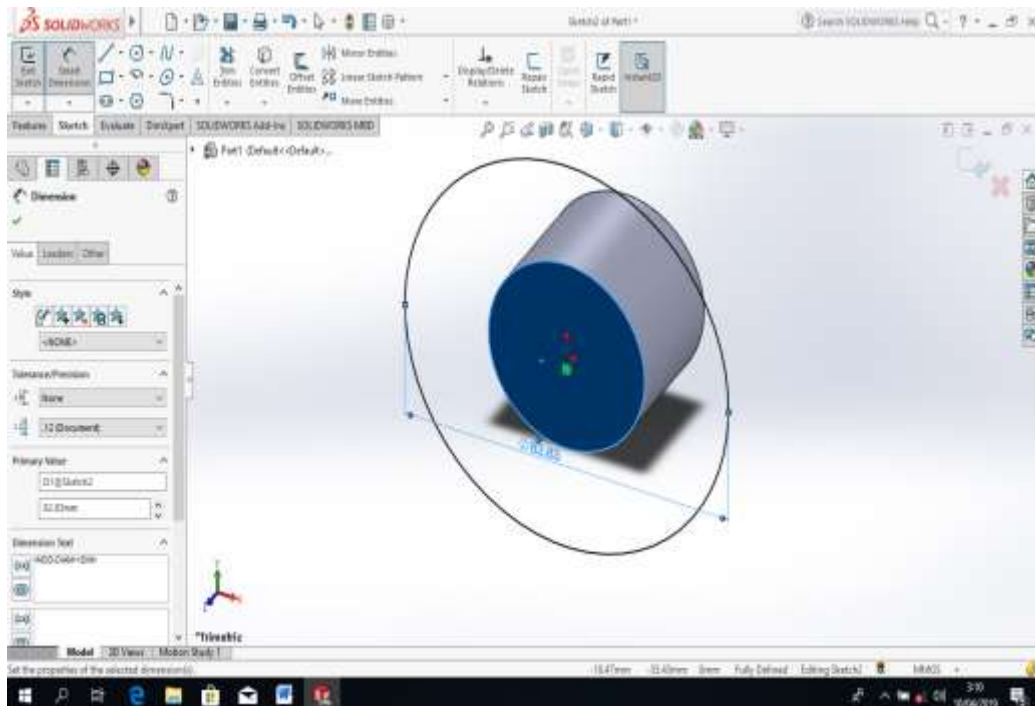
4.2.1 Tahapan Pembuatan Cetakan Atas

1. Membuat Diameter 1 = 40 mm dengan panjang 28,74 mm



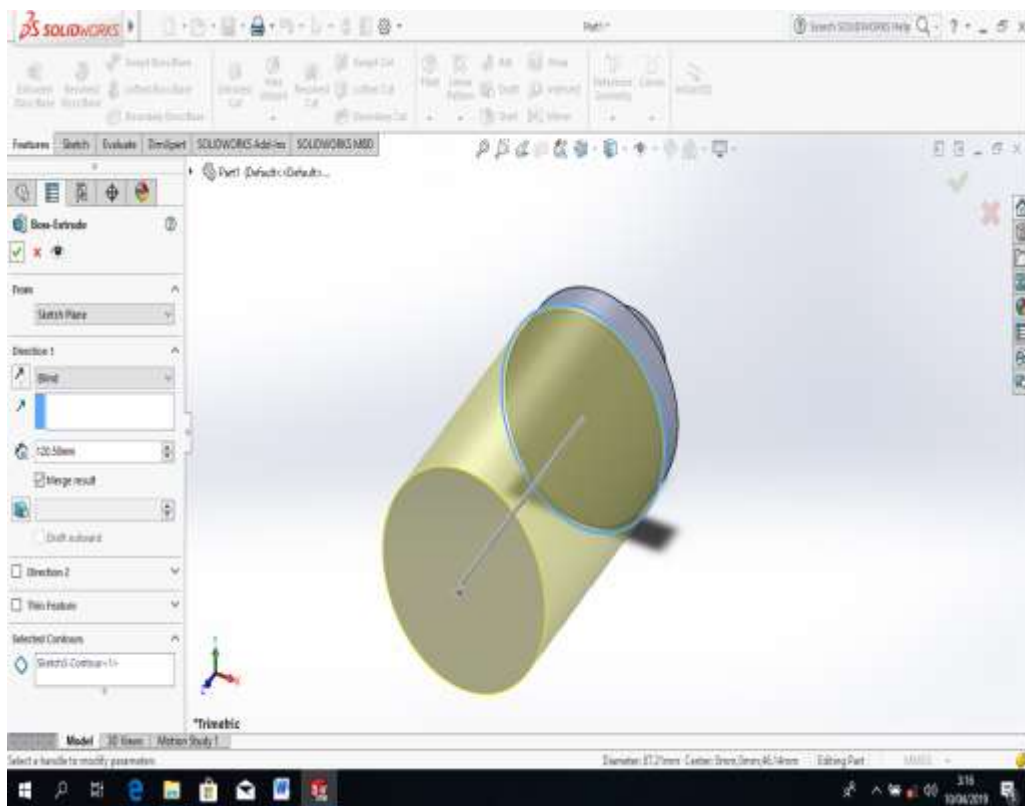
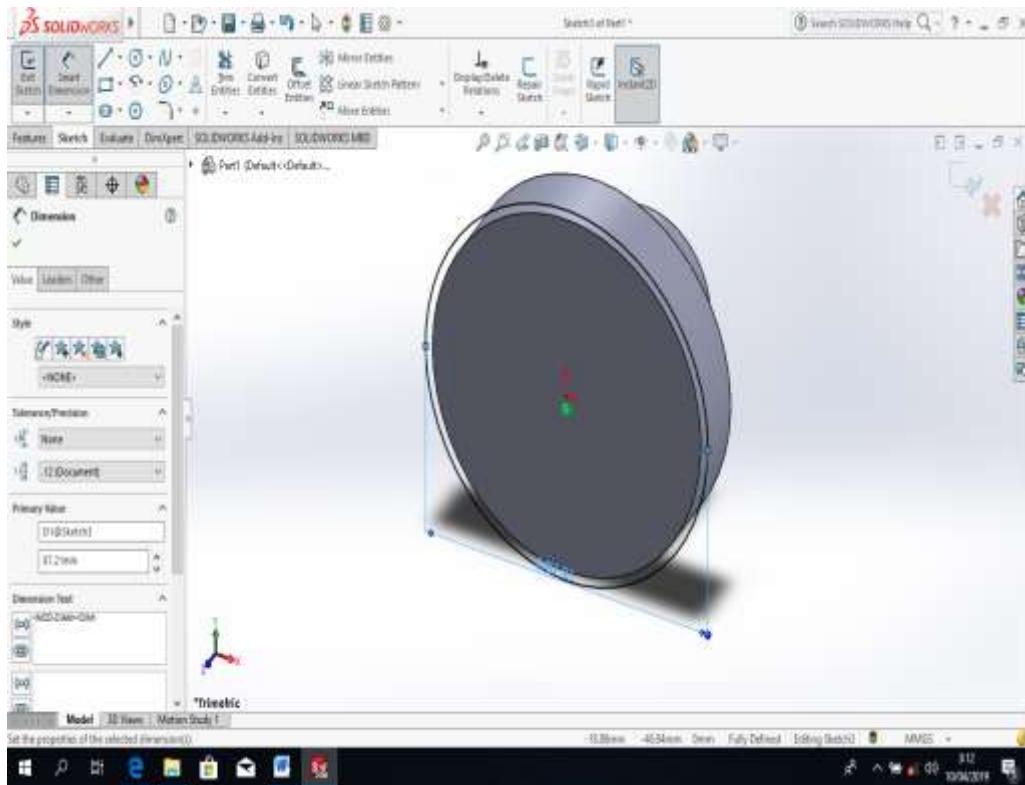
Gambar 4.2 Diameter 1 = 40 mm dengan panjang 28,74 mm

2. Membuat Diameter 2 = 82,63 mm dengan panjang 17,40 mm



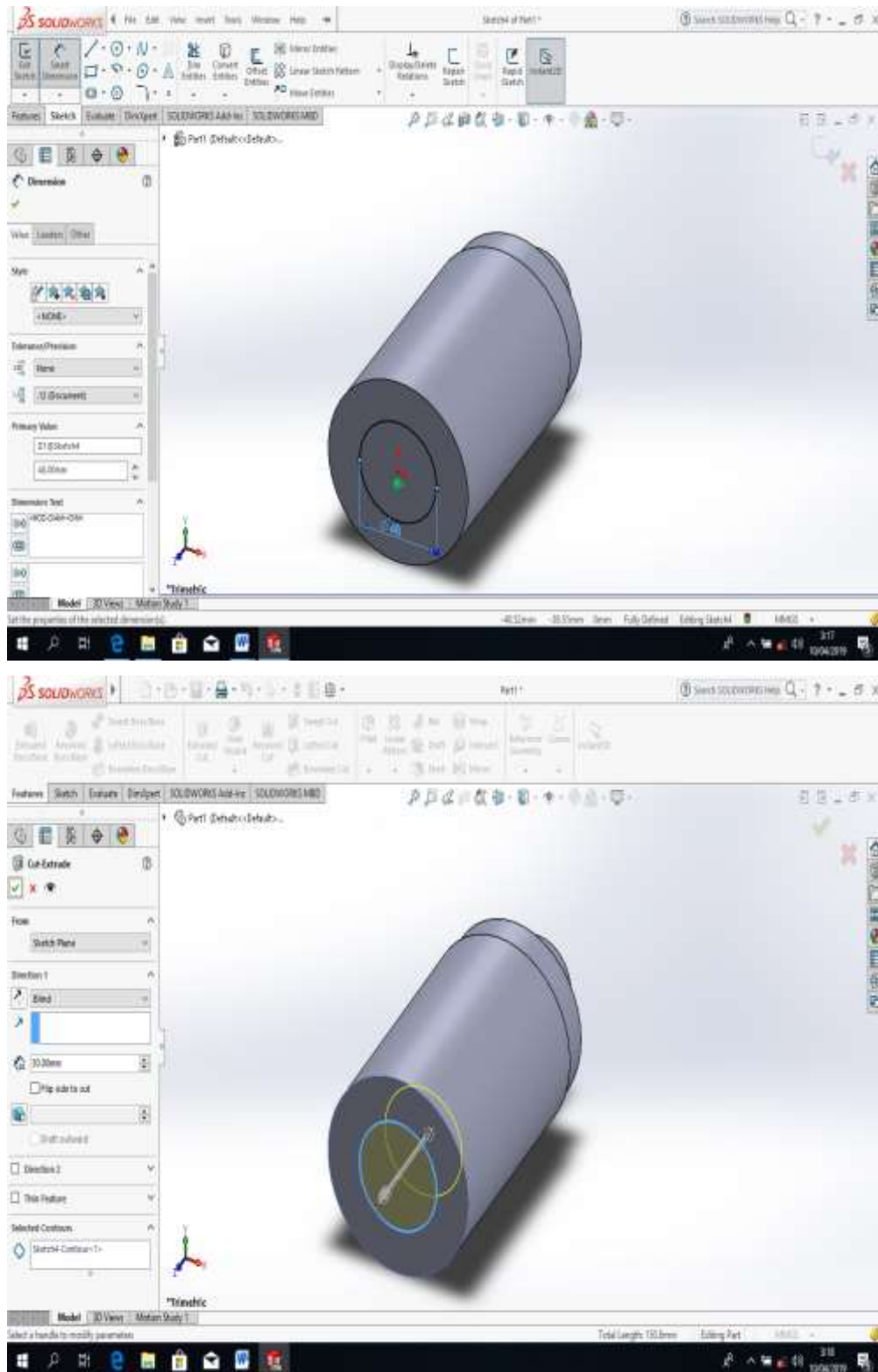
Gambar 4.3 Diameter 2 = 82,63 mm dengan panjang 17,40 mm

3. Membuat Diameter 3 = 87,21 mm dengan panjang 120,50 mm



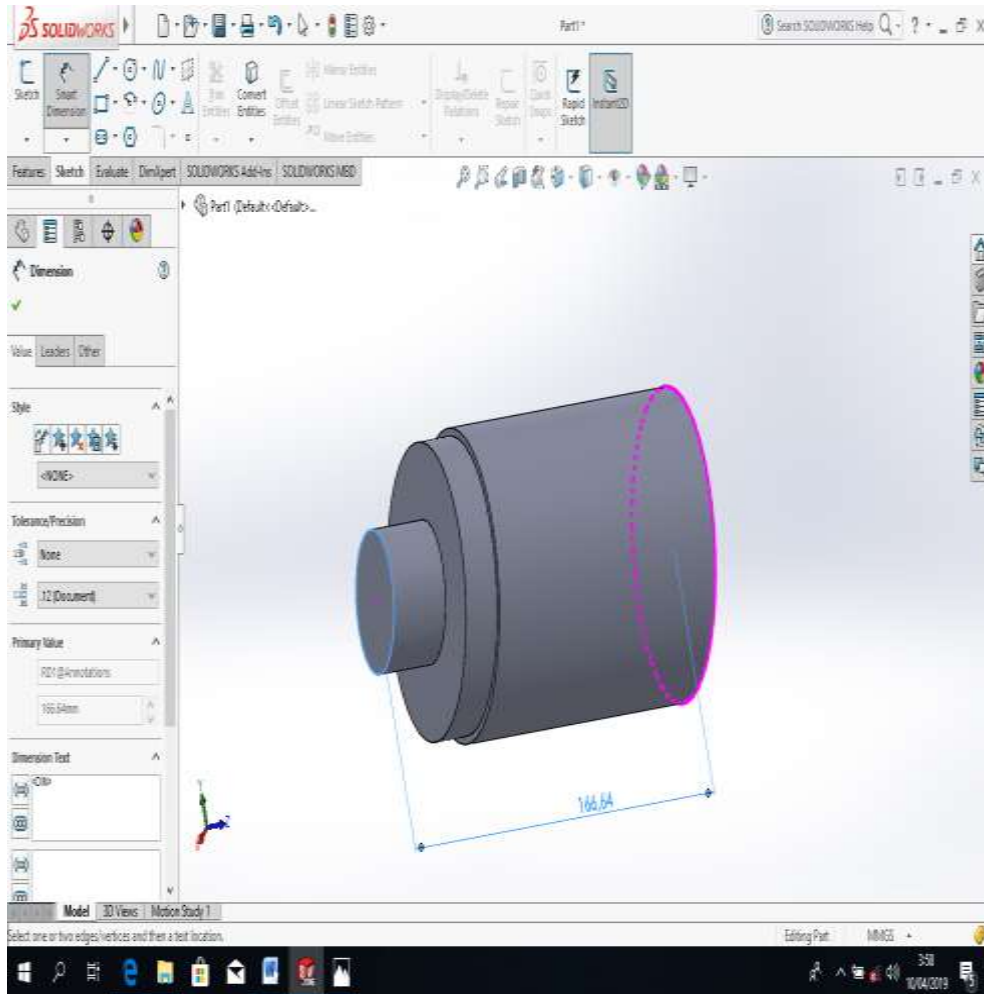
Gambar 4.4 Diameter 3 = 87,21 mm dengan panjang 120,50 mm

4. Membuat Diameter 4 = 48 mm dengan panjang kedalaman 30 mm



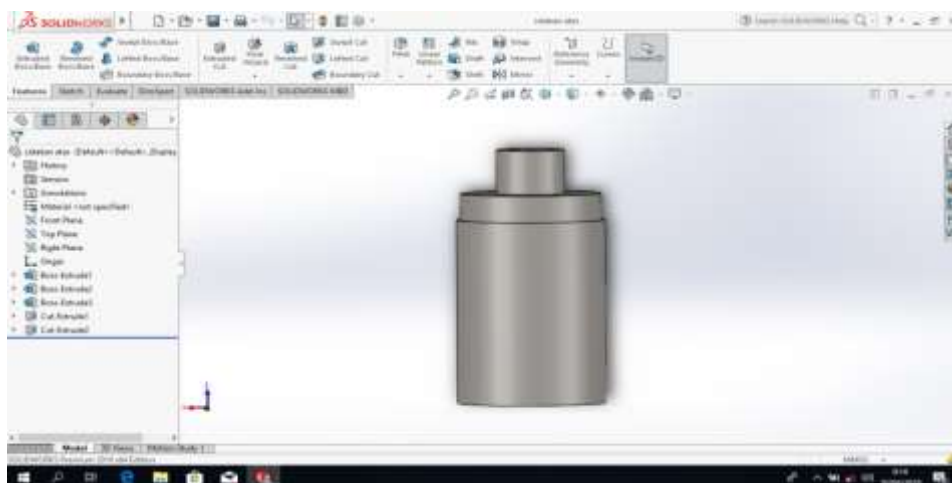
Gambar 4.5 Diameter 4 = 48 mm dengan panjang kedalaman 30 mm

5. Panjang Keseluruhan Cetakan Atas 166,64 mm



Gambar 4.6 Panjang Keseluruhan Cetakan Atas 166,64 mm

Hasil Jadi Cetakan Sambungan Atas



Gambar 4.7 Cetakan sambungan atas

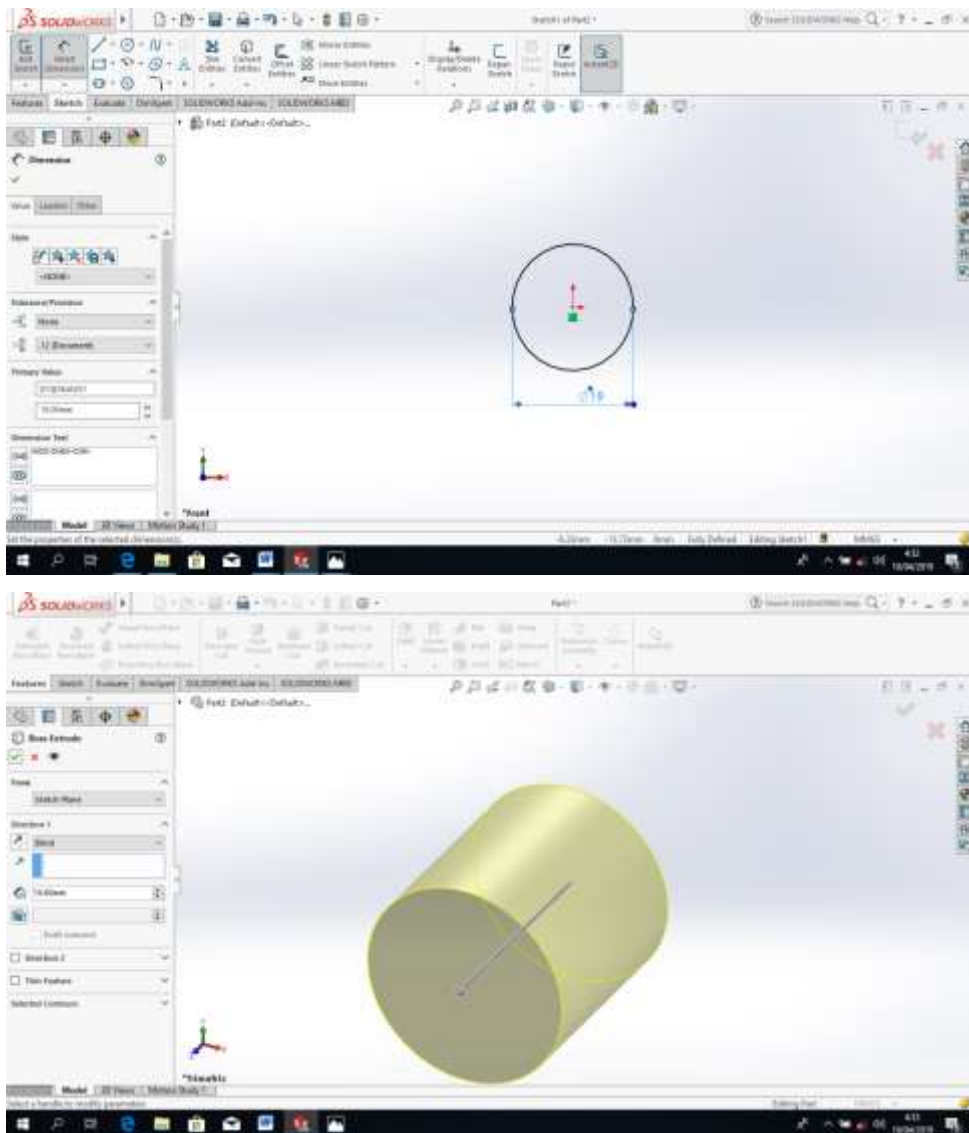
4.3 Mendisain Model Cetakan penekuk cup

Menentukan diameter cetakan penekuk cup dan membuat spesimennya:

1. Diameter 1 = 19 mm dengan panjang 19,60 mm
2. Diameter 2 = 48 mm dengan panjang 30 mm
3. Diameter 3 = 105 mm dengan panjang 95,50 mm
4. Diameter 4 = 121,20 mm dengan panjang 8,60 mm
5. Diameter 5 = 105 mm dengan panjang 6,70 mm
6. Diameter 6 = 90,5 mm dengan panjang kedalaman 70 mm

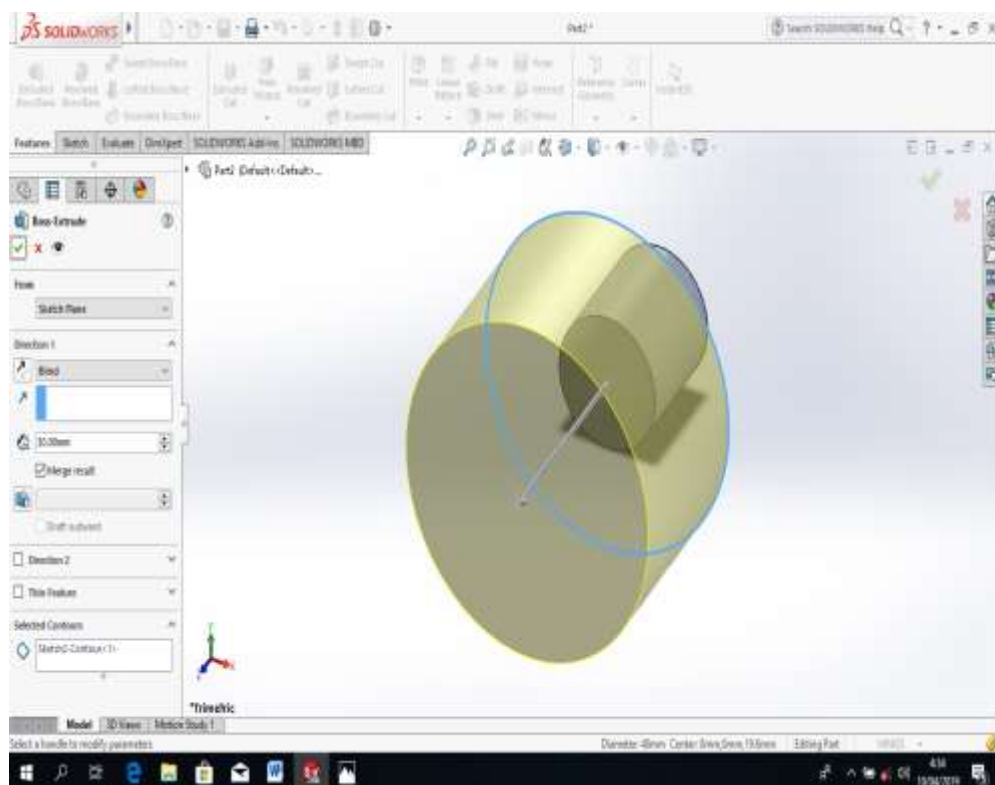
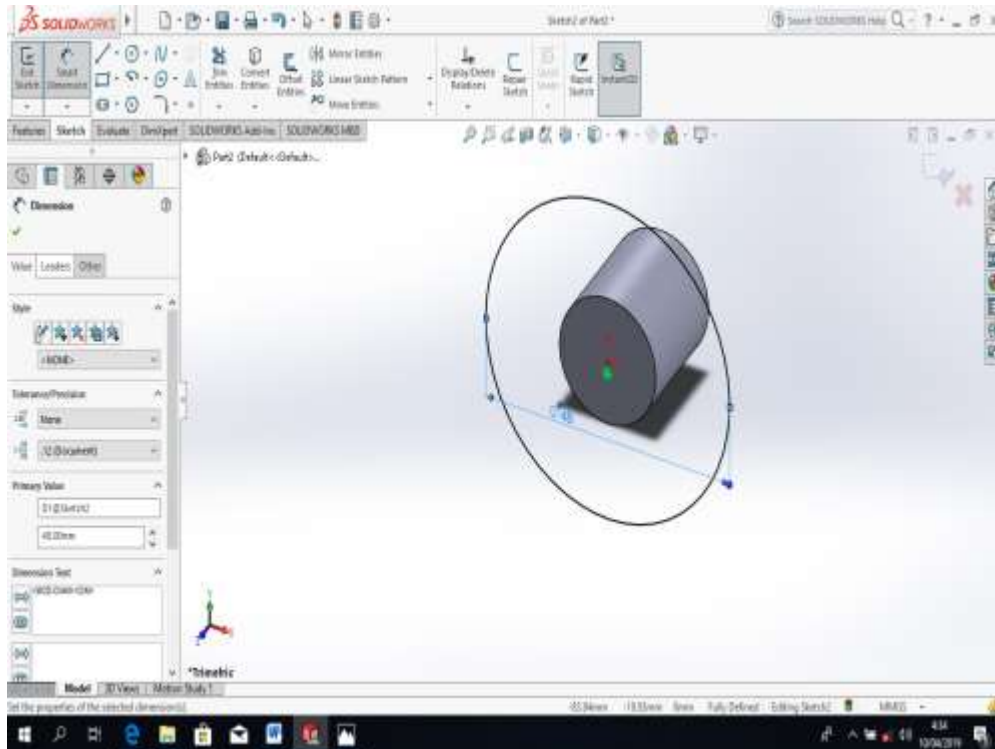
4.3.1 Tahapan Pembuatan Cetakan Penekuk Cup

1. Membuat Diameter 1 = 19 mm dengan panjang 19,60 mm



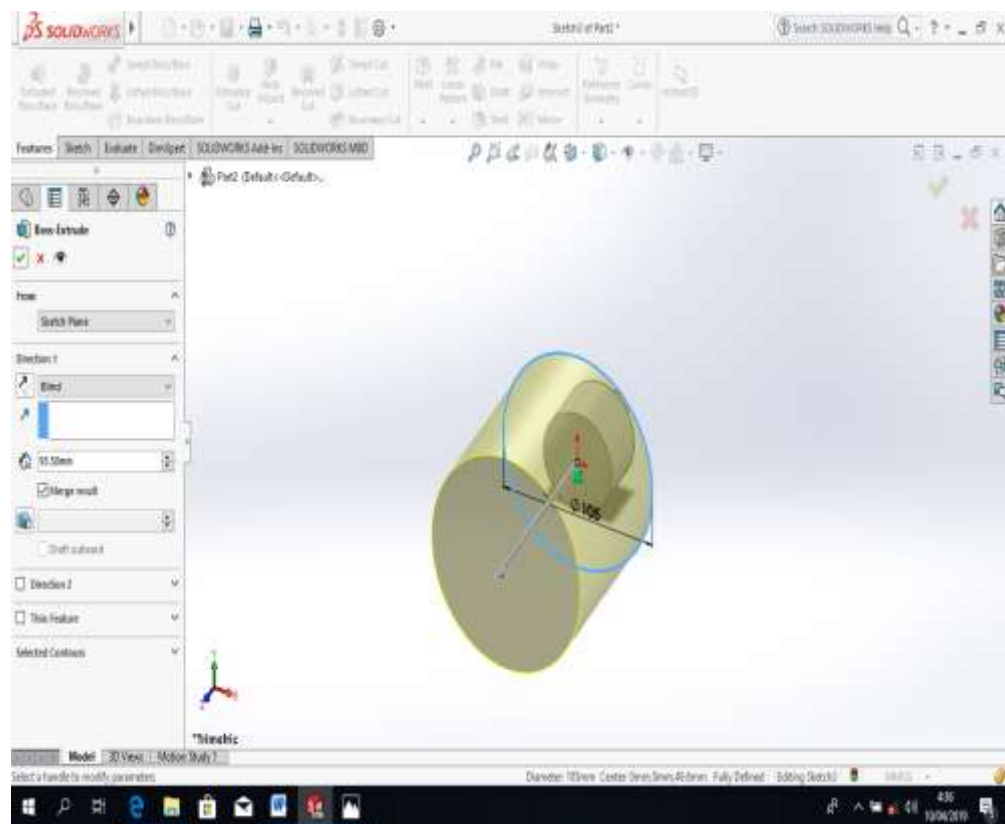
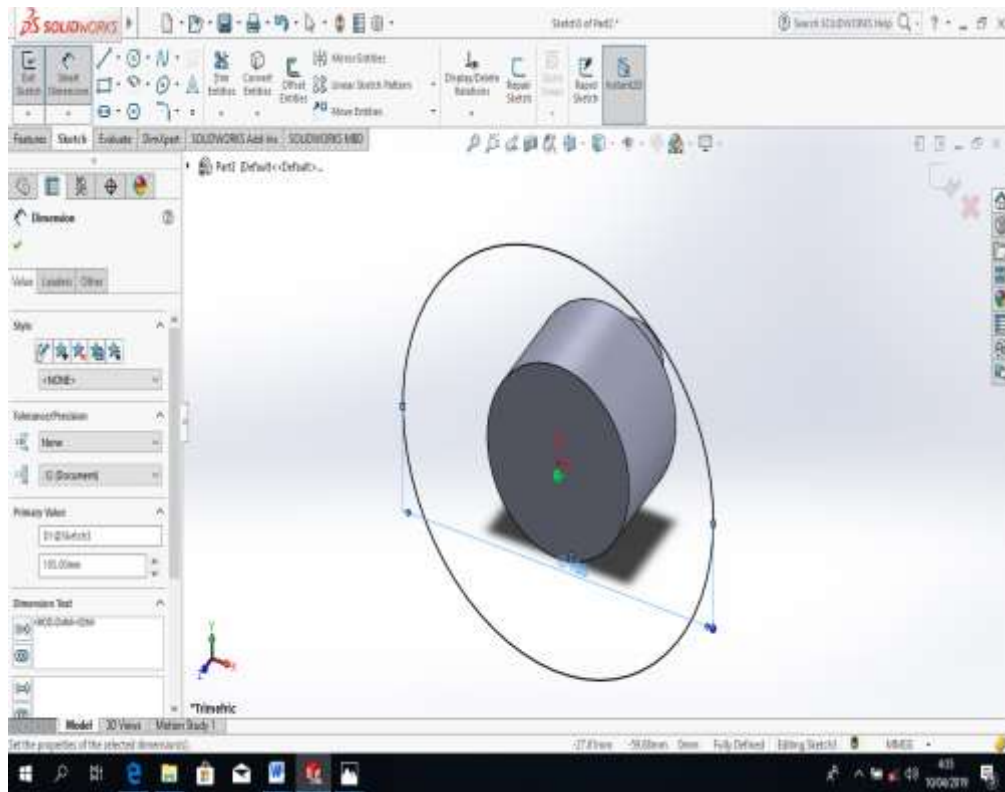
Gambar 4.8 Membuat Diameter 1 = 19 mm dengan panjang 19,60 mm

2. Membuat Diameter 2 = 48 mm dengan panjang 30 mm



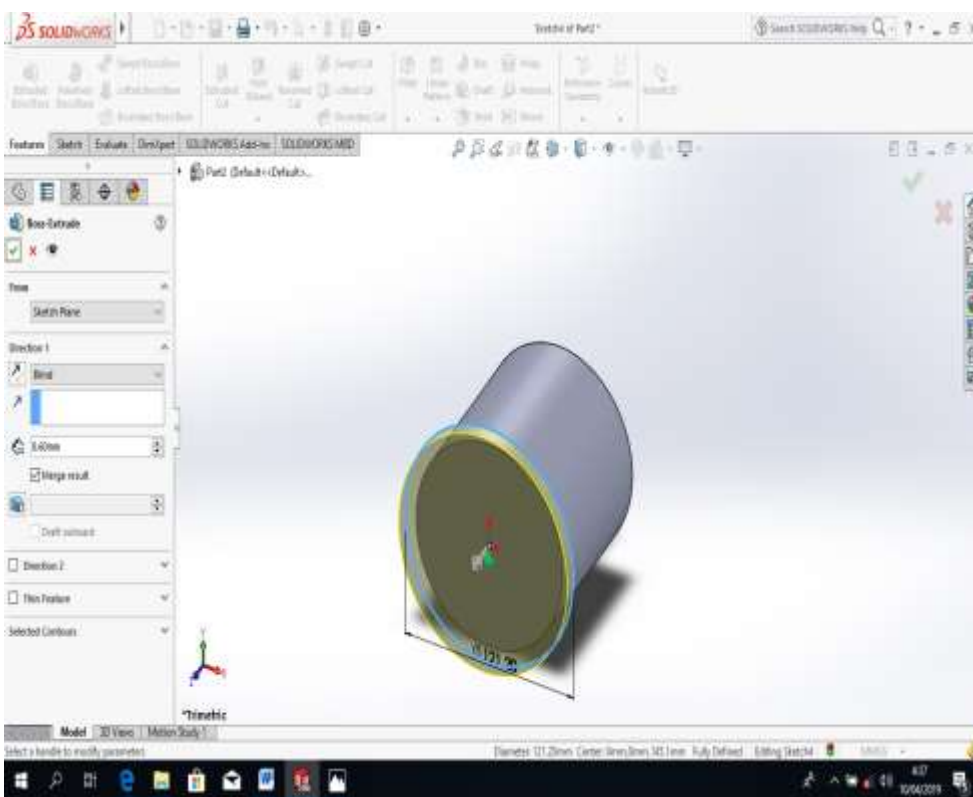
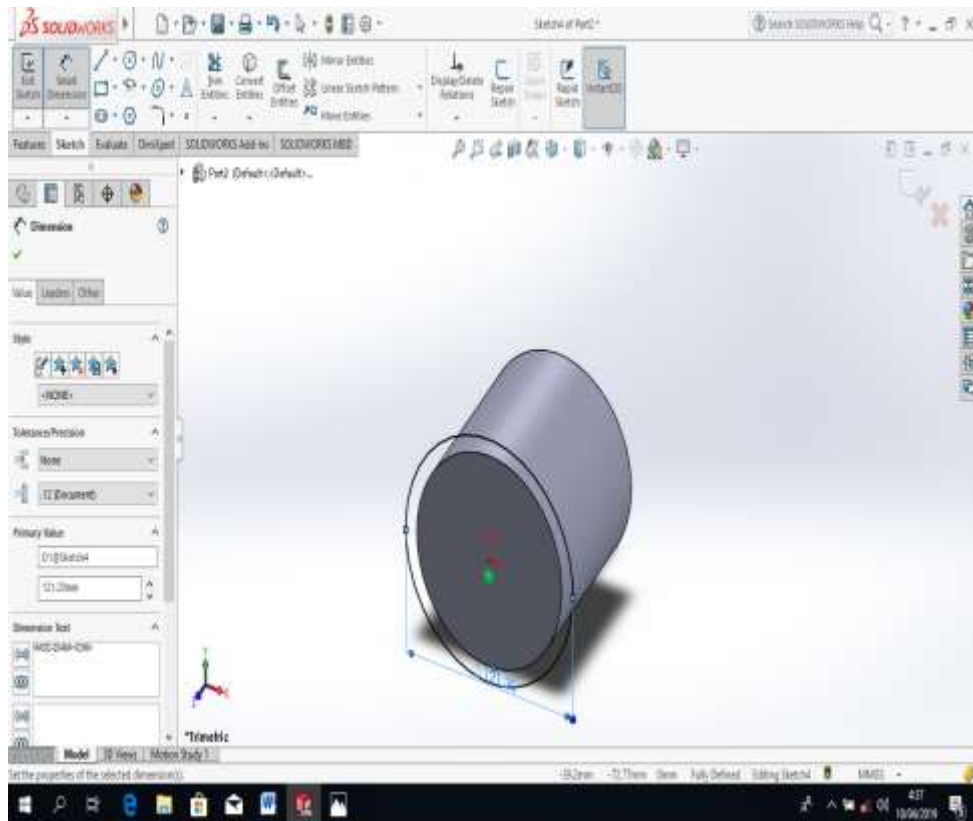
Gambar 4.9 Diameter 2 = 48 mm dengan panjang 30 mm

3. Membuat Diameter 3 = 105 mm dengan panjang 95,50 mm



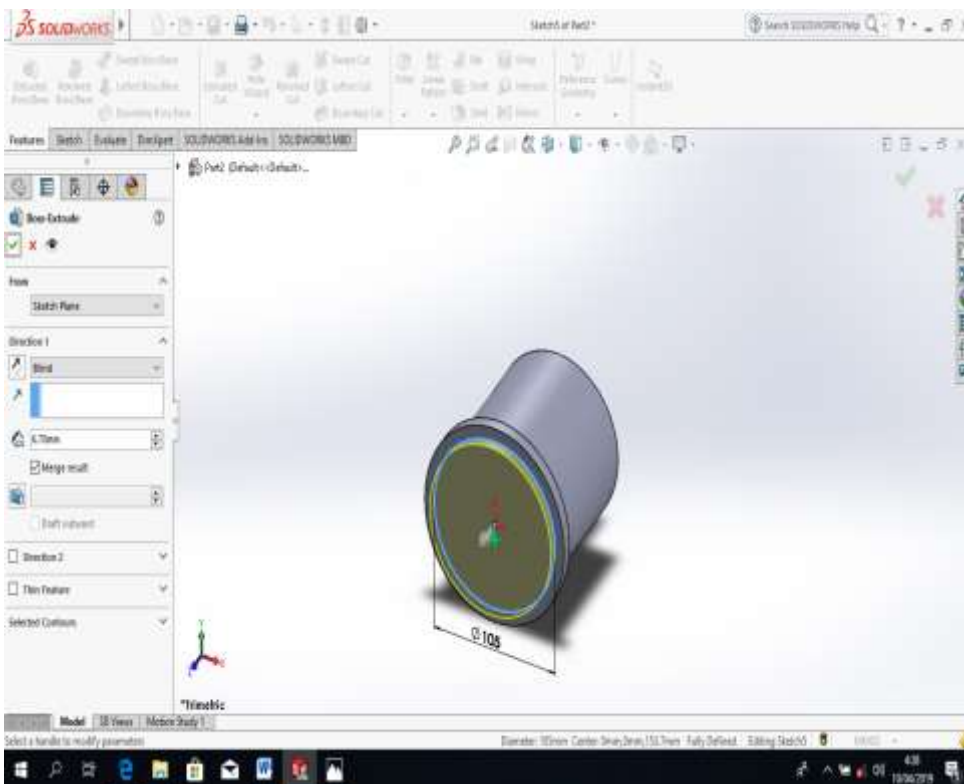
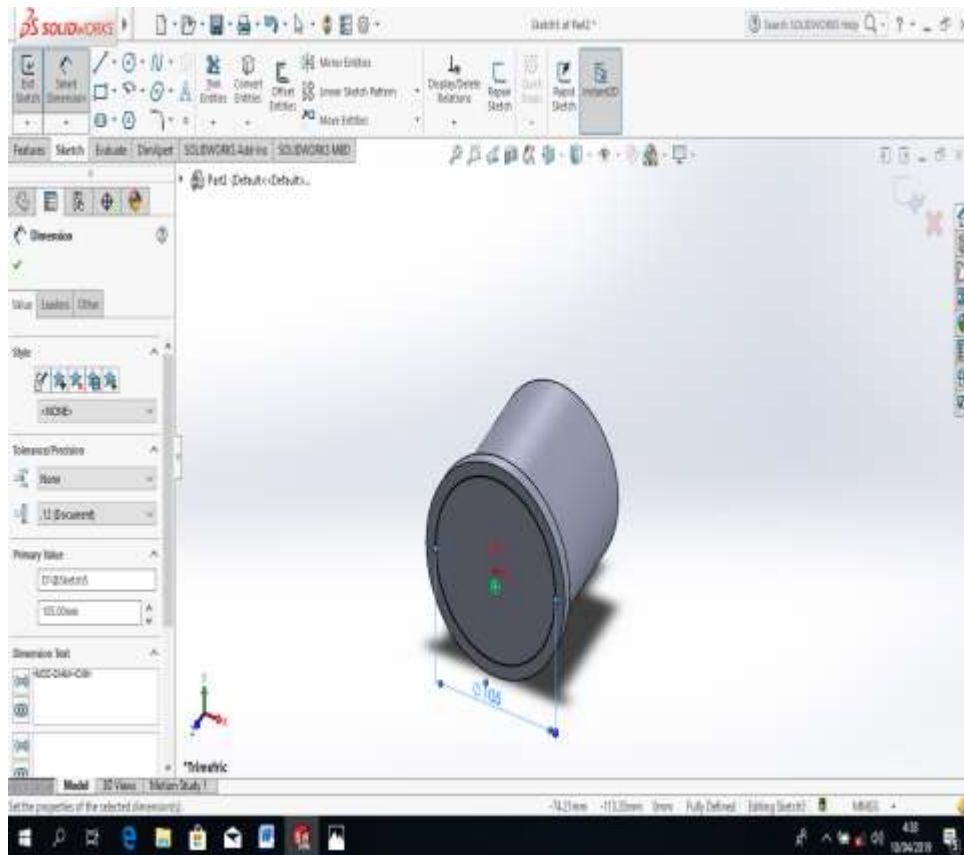
Gambar 4.10 Diameter 3 = 105 mm dengan panjang 95,50 mm

4. Membuat Diameter 4 = 121,20 mm dengan panjang 8,60 mm



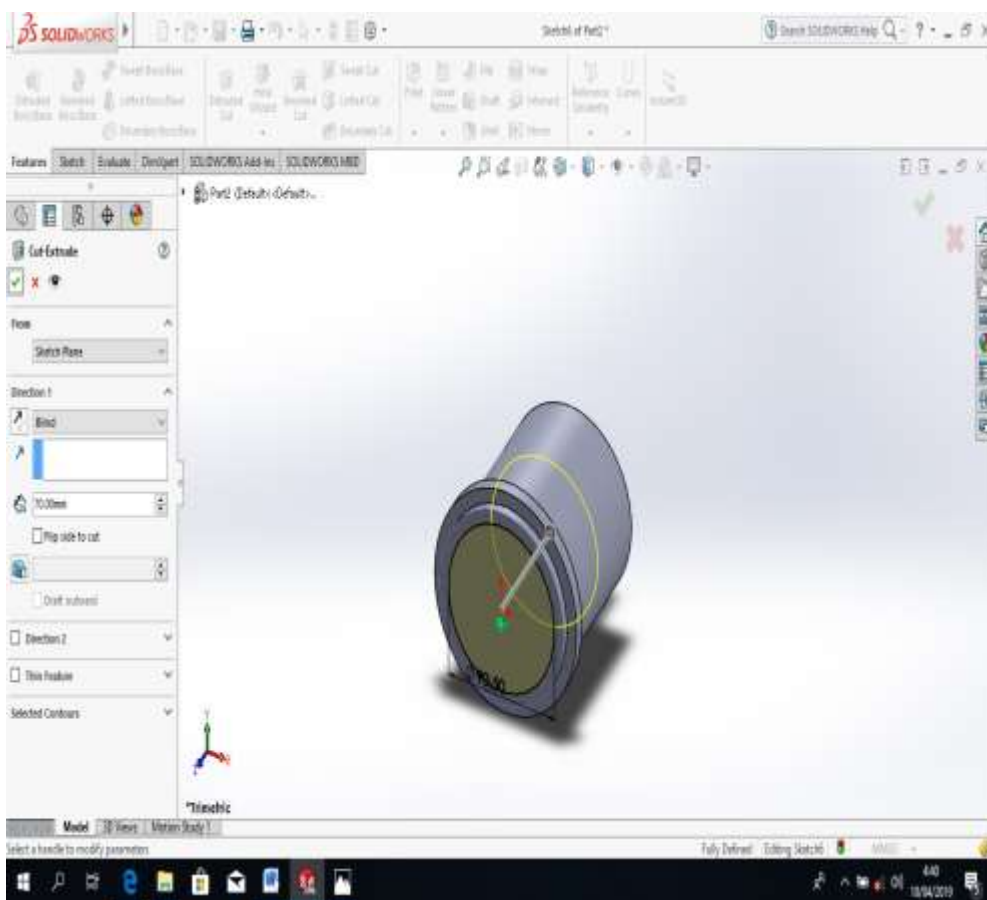
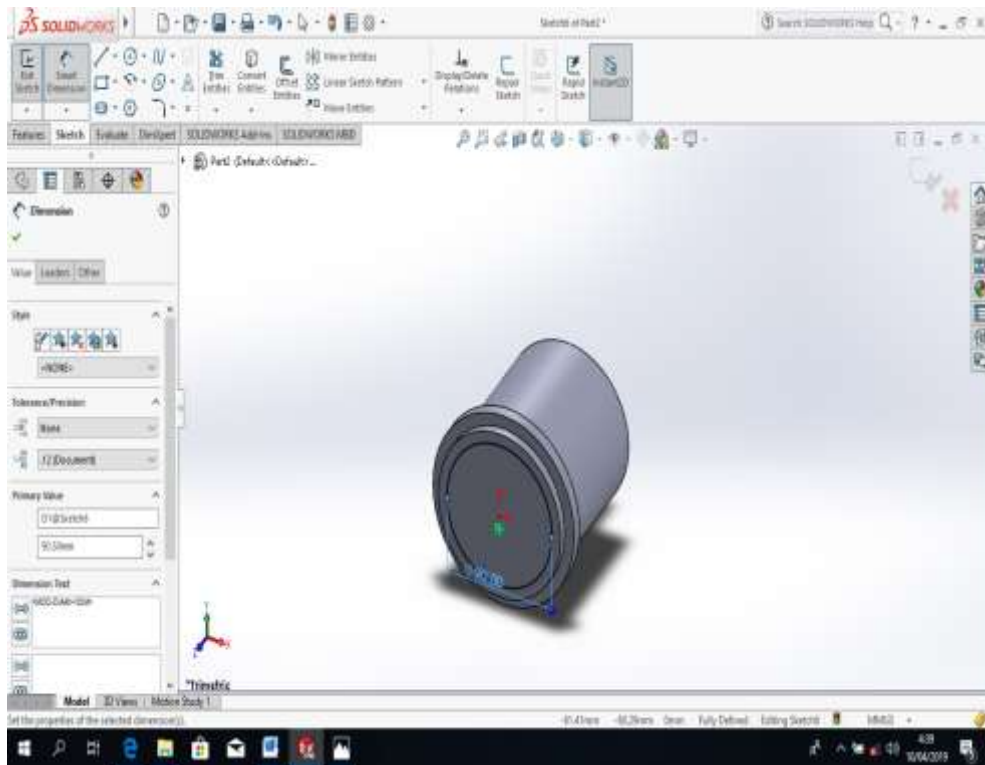
Gambar 4.11 Diameter 4 = 121,20 mm dengan panjang 8,60 mm

5. Membuat Diameter 5 = 105 mm dengan panjang 6,70 mm



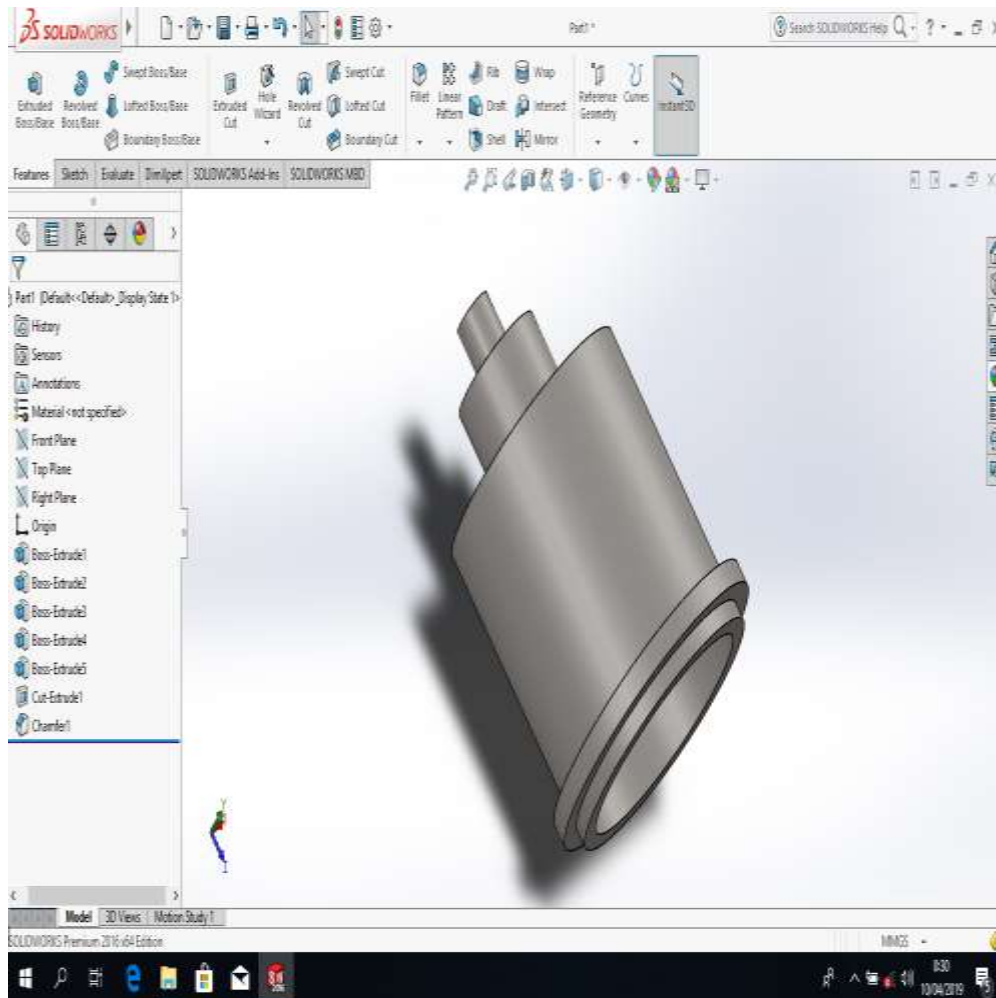
Gambar 4.12 Diameter 5 = 105 mm dengan panjang 6,70 mm

6. Membuat Diameter $\phi = 90,50$ mm dengan panjang kedalaman 70mm



Gambar 4.13 Diameter $\phi = 90,50$ mm dengan panjang kedalaman 70mm

7. Hasil Jadi Cetakan Penekuk Cup



Gambar 4.14 Cetakan penekuk cup

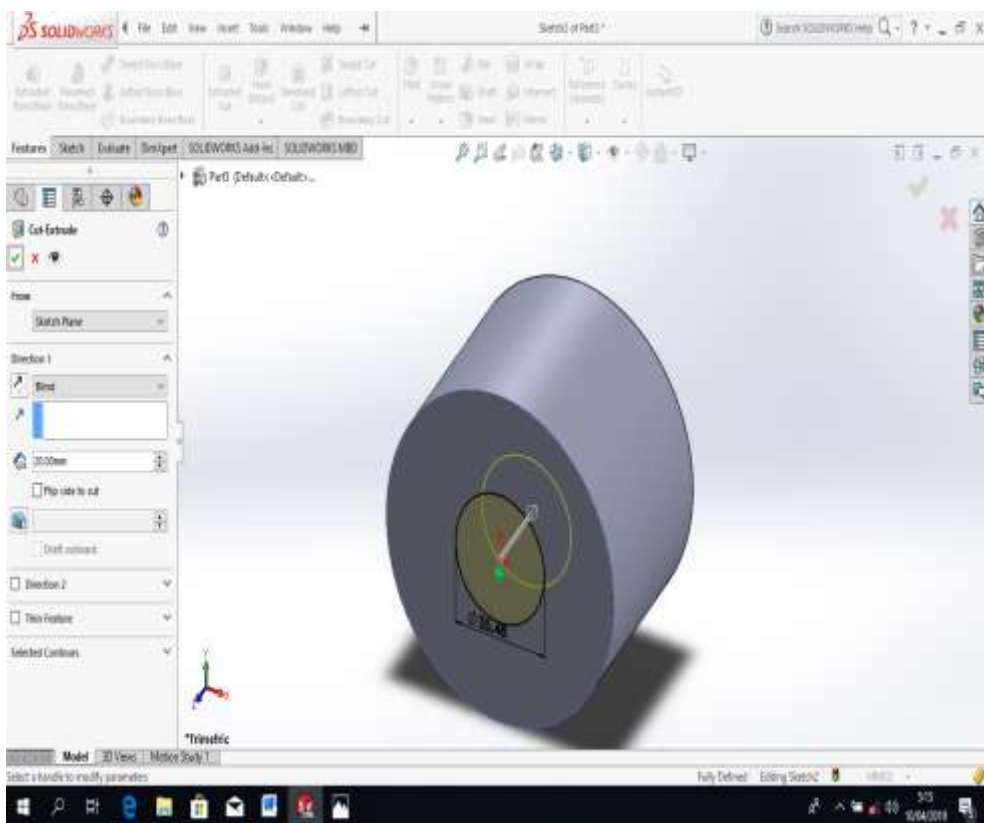
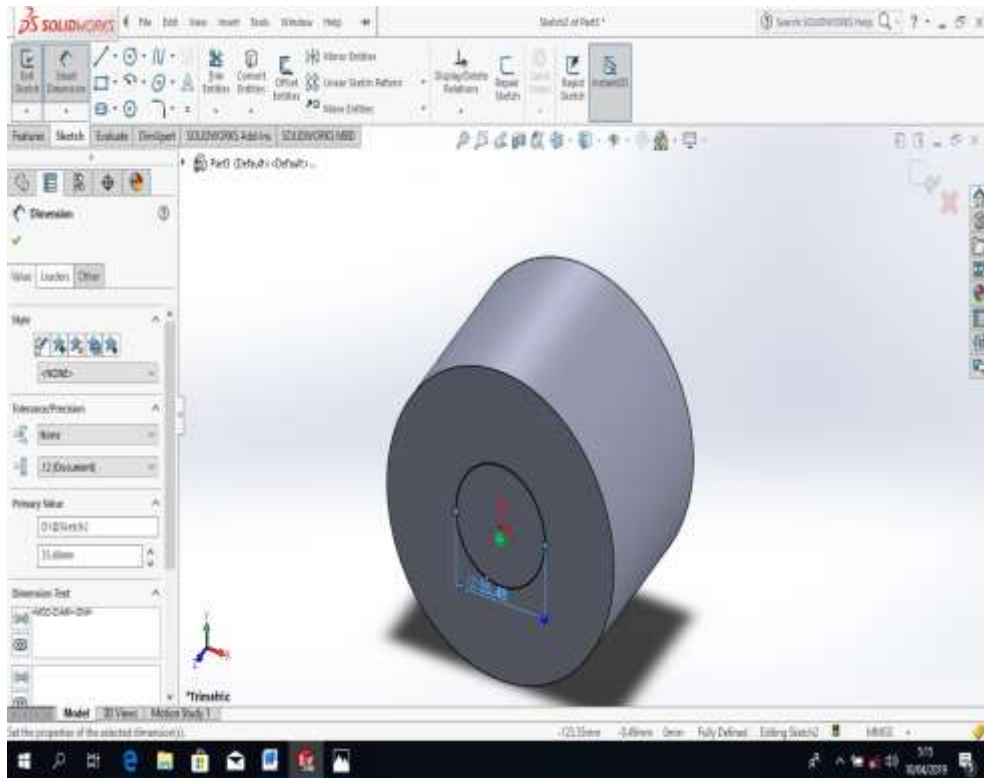
4.4 Mendisain Model Cetakan bawah tempat spesimen di tekuk

Menentukan diameter cetakan penekuk cup dan membuat spesimennya:

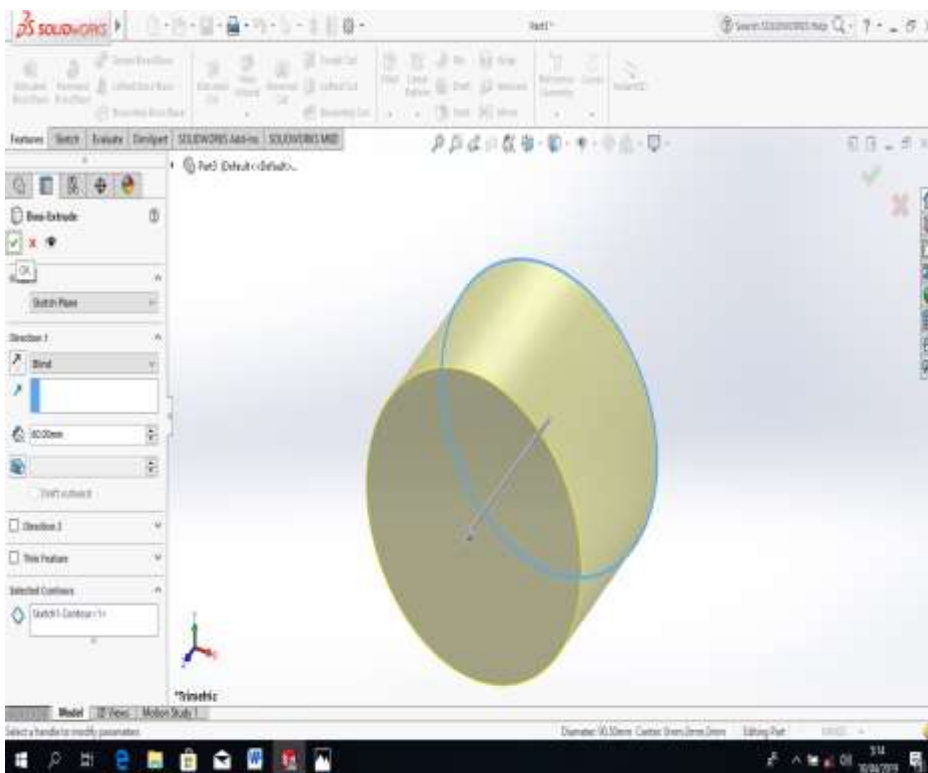
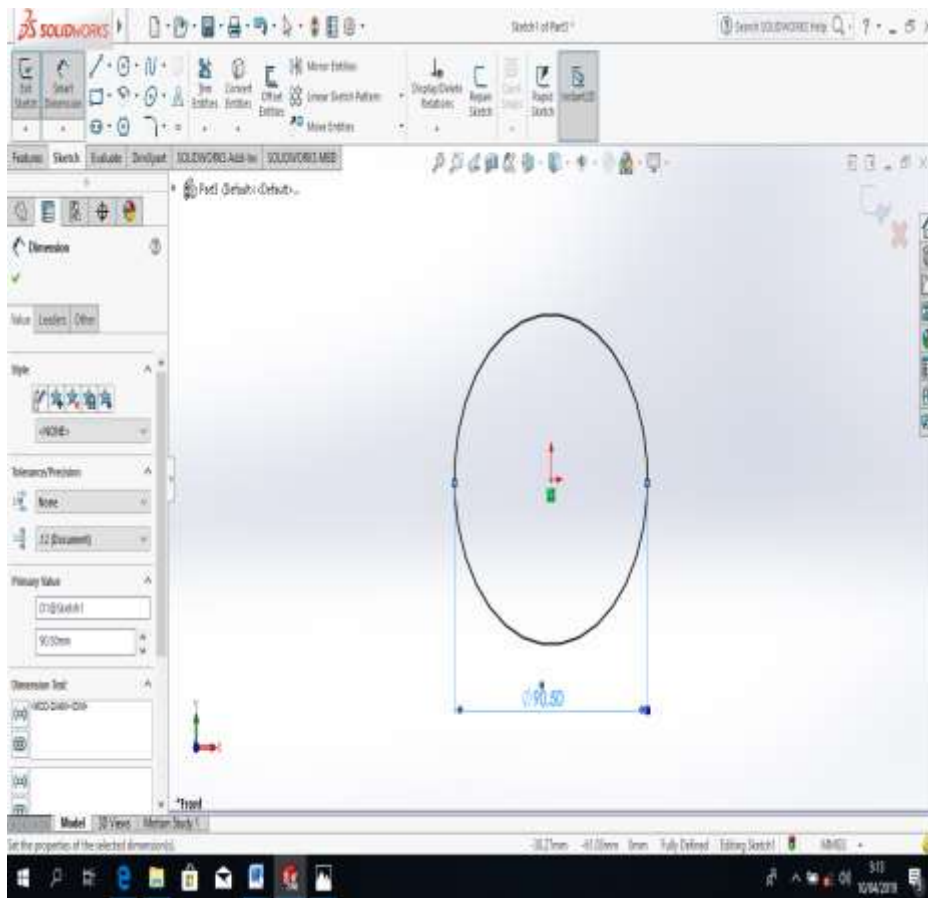
1. Diameter 1 = 35,48 mm dengan panjang kedalaman 20 mm
2. Diameter 2 = 90,50 mm dengan panjang 60 mm

4.4.1 Tahapan Pembuatan Cetakan bawah tempat spesimen di tekuk

1. Membuat Diameter 1 = 35,48 mm dengan panjang kedalaman 20 mm

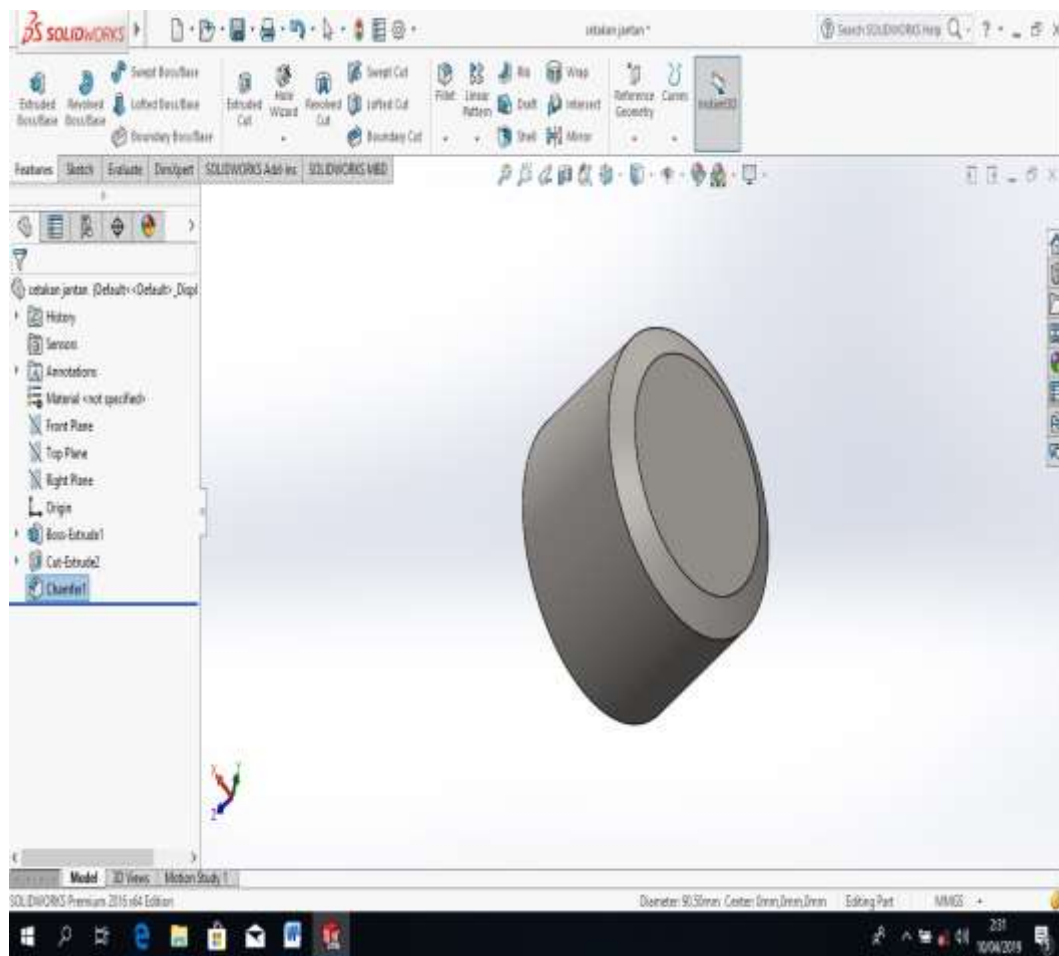


Gambar 4.15 Diameter 1 = 35,48 mm dengan panjang kedalaman 20 mm
2. Membuat Diameter 2 = 90,50 mm dengan panjang 60 mm



Gambar 4.16 Diameter 2 = 90,50 mm dengan panjang 60 mm

Hasil jadi Cetakan bawah tempat spesimen di tekuk



Gambar 4.17 Cetakan bawah tempat spesimen di tekuk

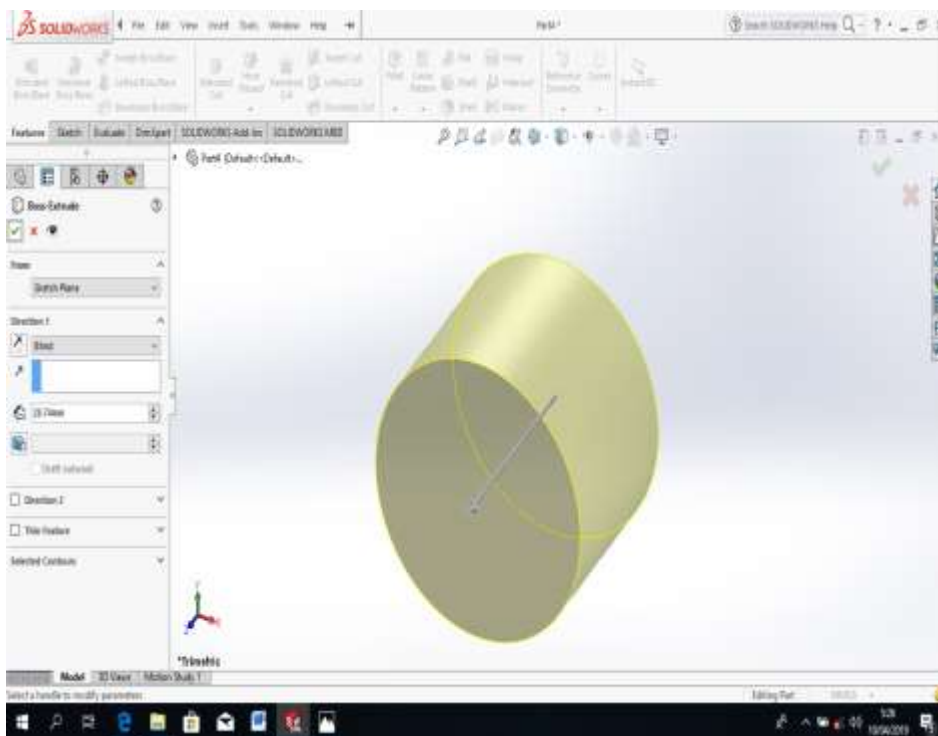
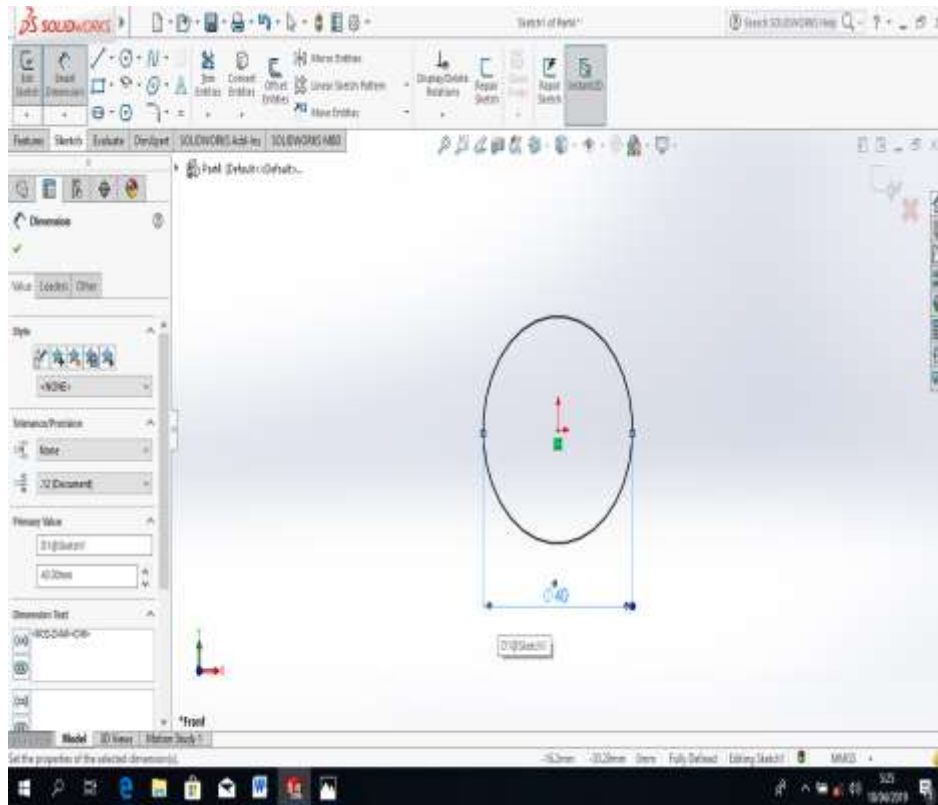
4.5 Mendisain Model Cetakan cup full/keseluruhan

Menentukan diameter Cetakan cup full/keseluruhan dan membuat spesimennya:

1. Diameter 1 = 40 mm dengan panjang 28,74 mm
2. Diameter 2 = 82,63 mm dengan panjang 17,40 mm
3. Diameter 3 = 87,21 mm dengan panjang 120,50 mm
4. Diameter 4 = 105 mm dengan panjang 95,50 mm
5. Diameter 5 = 121,20 mm dengan panjang 8,60 mm
6. Diameter 6 = 105 mm dengan panjang 6,70 mm
7. Diameter 7 = 90,50 mm dengan panjang kedalaman 70 mm

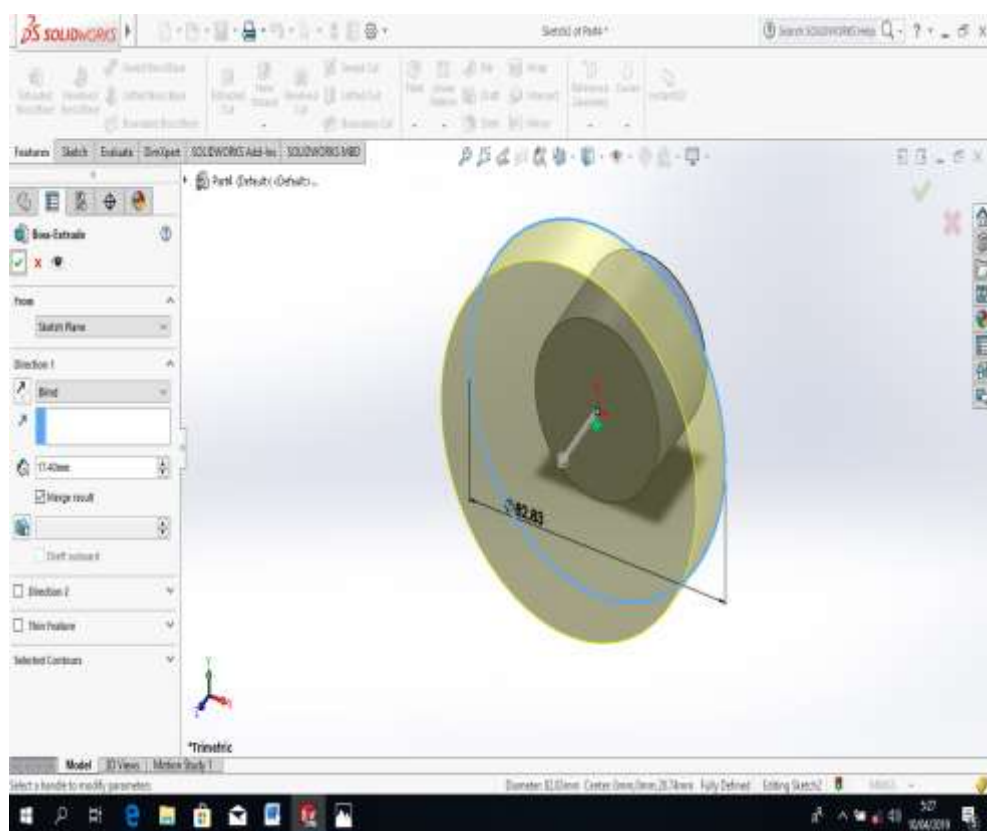
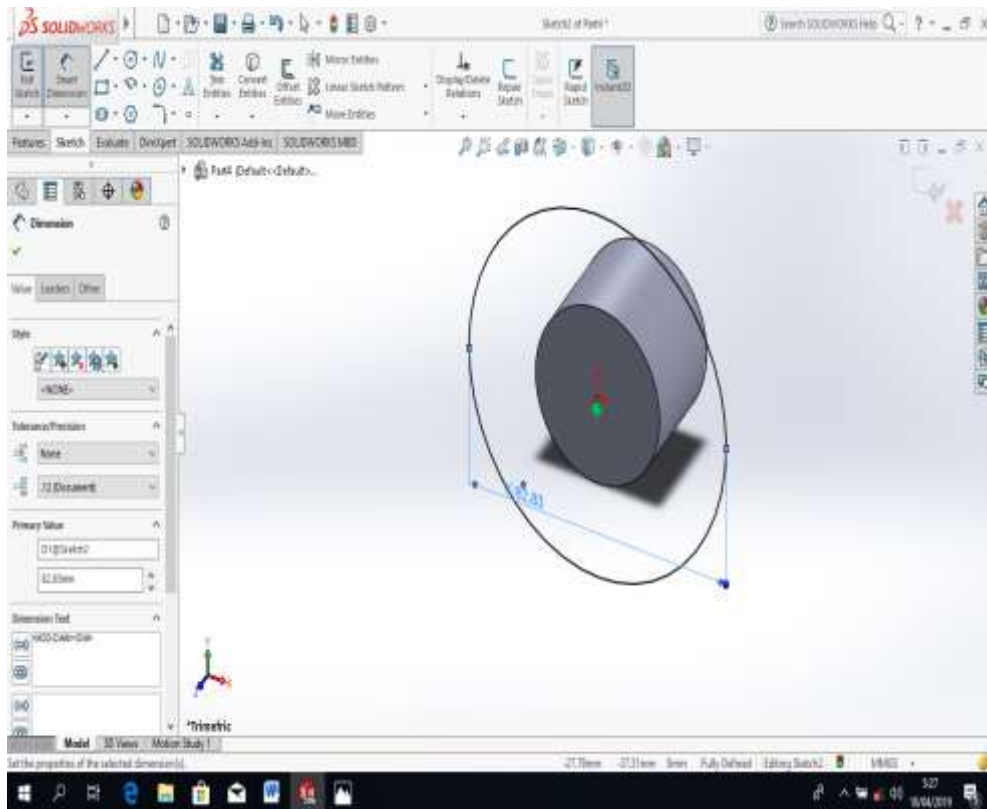
4.5.1 Tahapan Pembuatan Cetakan cup full/keseluruhan

1. Membuat Diameter 1 = 40 mm dengan panjang 28,74 mm



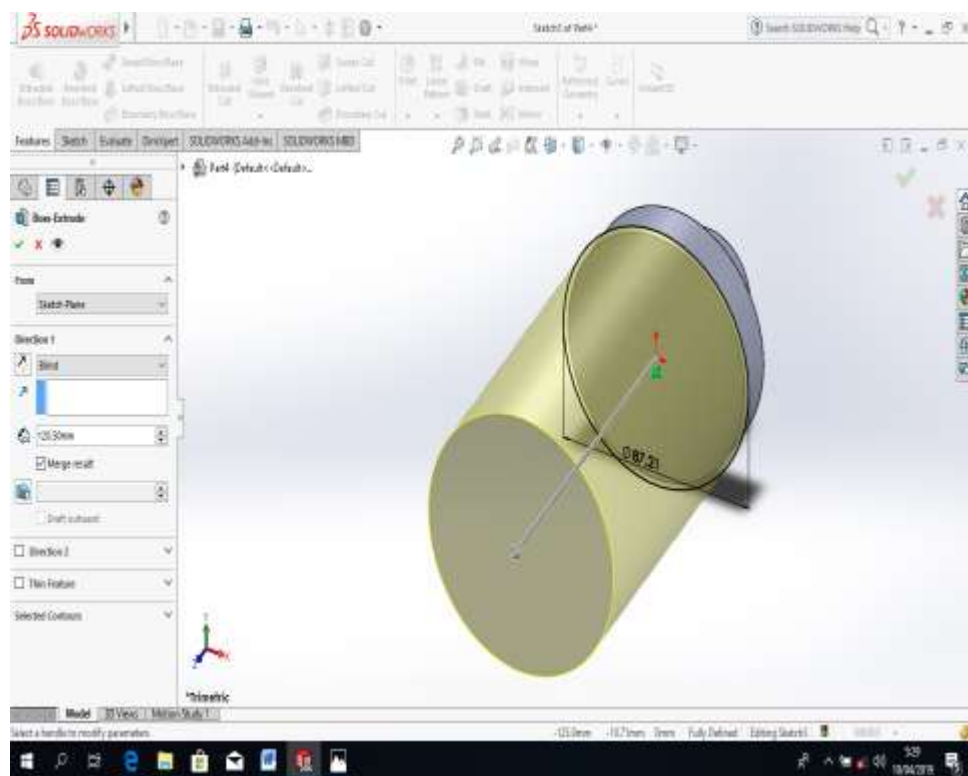
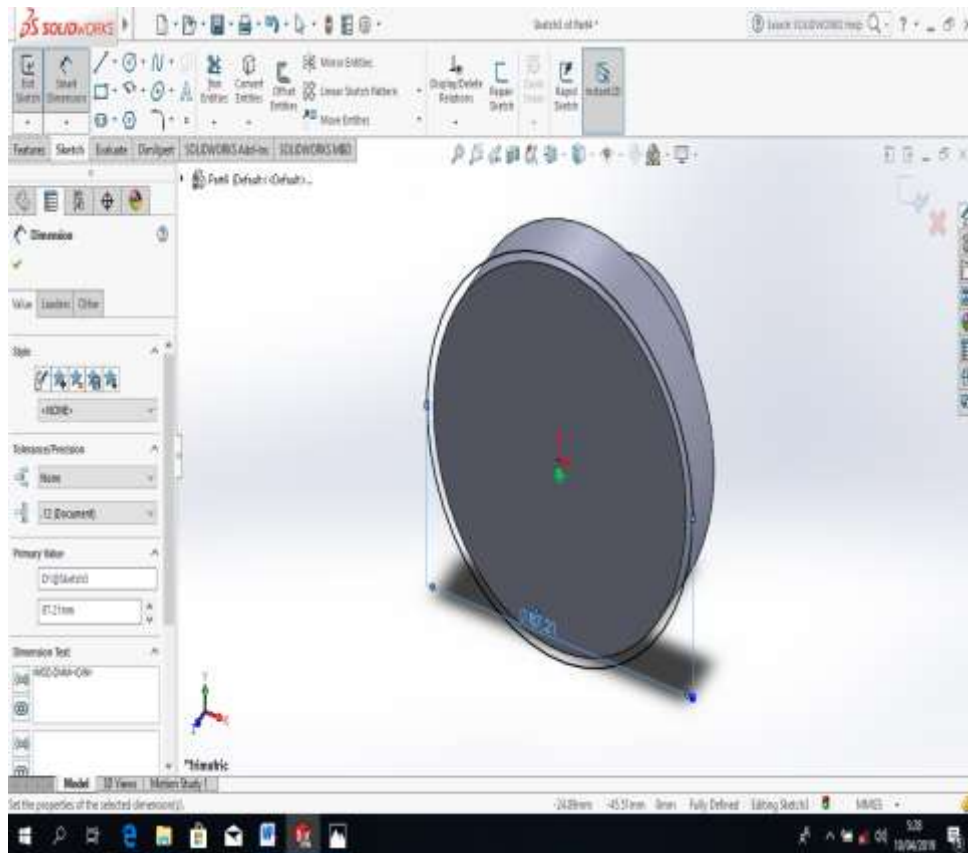
Gambar 4.18 Diameter 1 = 40 mm dengan panjang 28,74 mm

2. Membuat Diameter 2 = 82,63 mm dengan panjang 17,40 mm



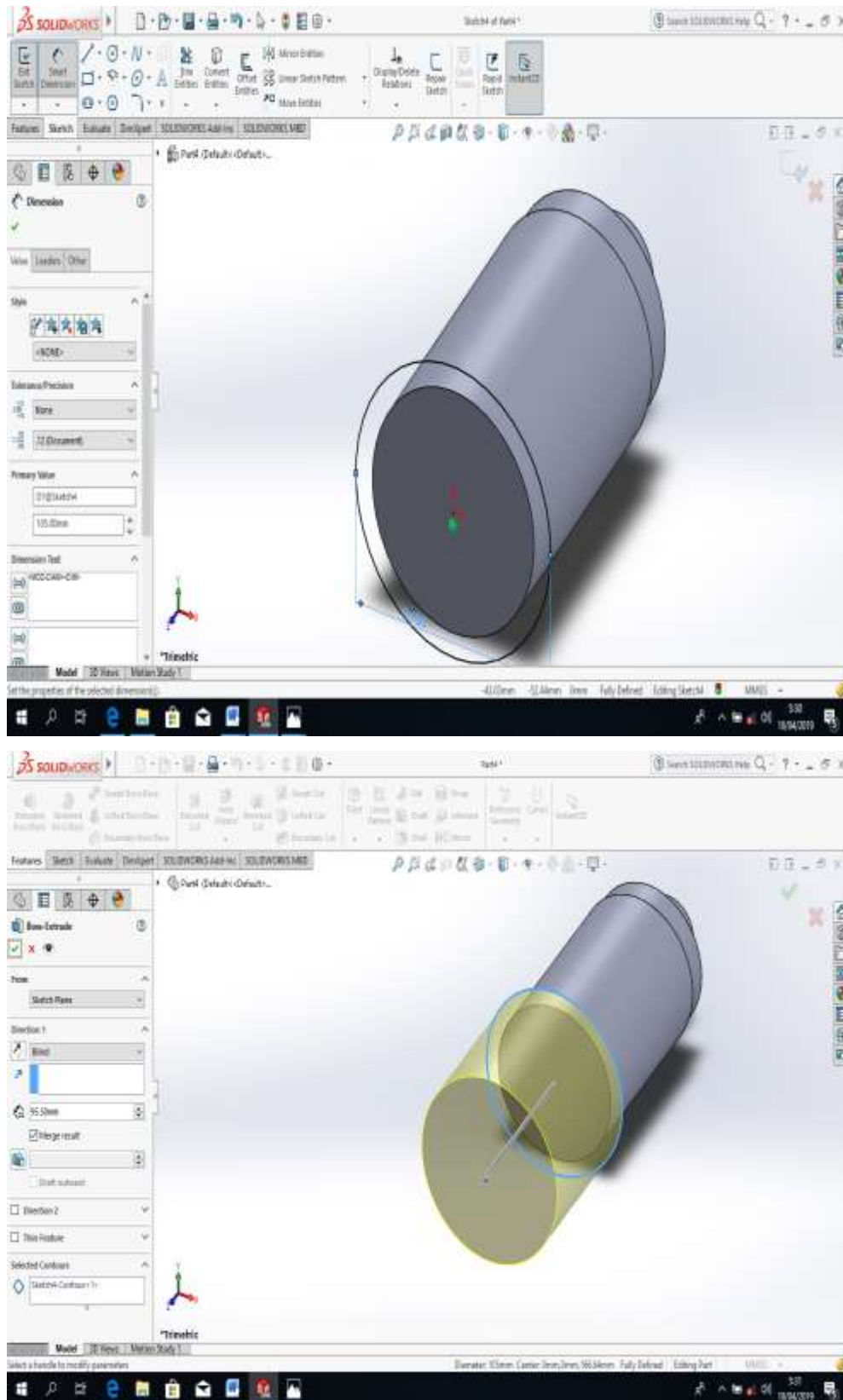
Gambar 4.19 Diameter 2 = 82,63 mm dengan panjang 17,40 mm

3. Membuat Diameter 3 = 87,21 dengan panjang 120,50 mm



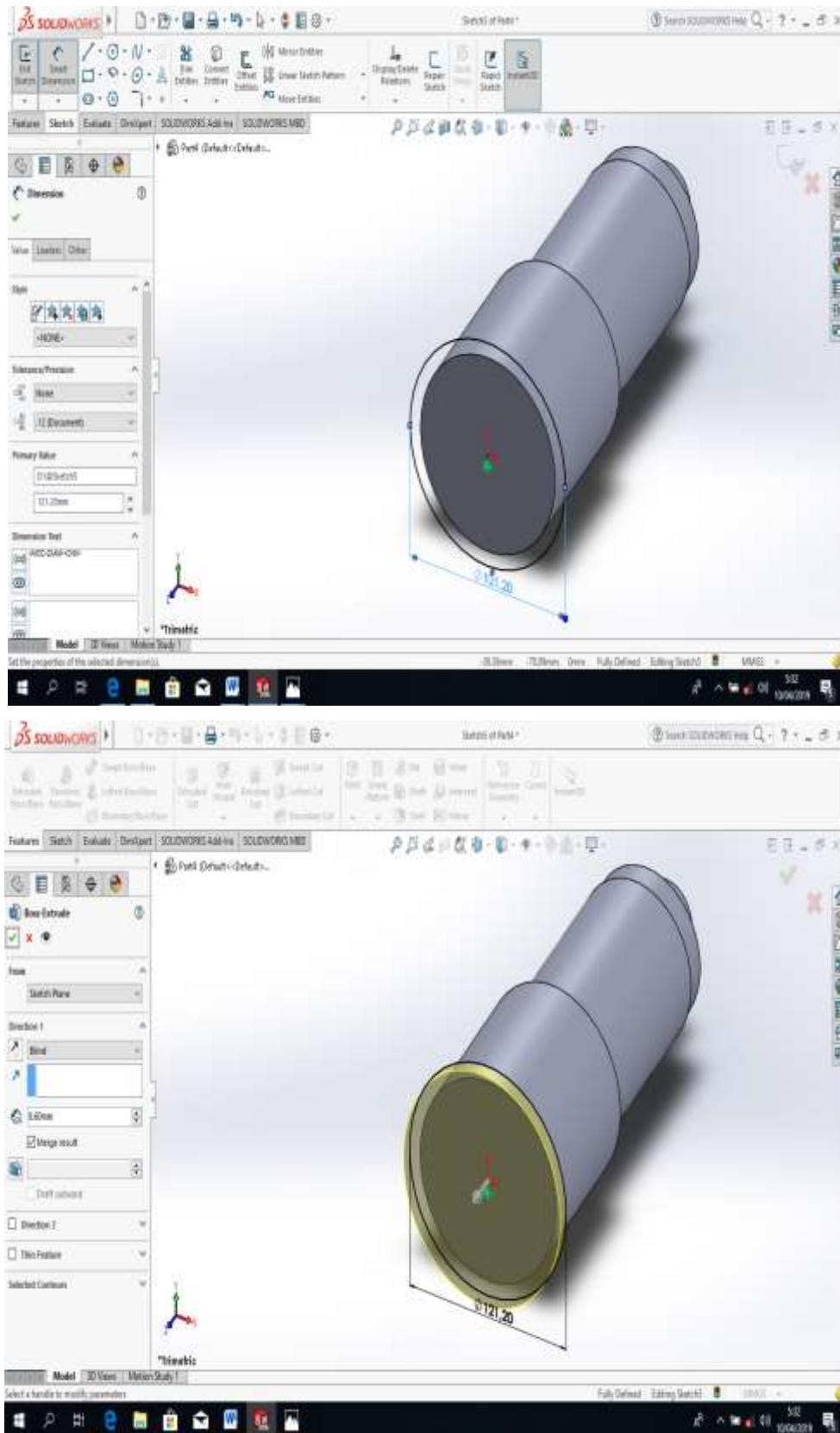
Gambar 4.20 Diameter 3 = 87,21 dengan panjang 120,50 mm

4. Membuat Diameter 4 = 105 mm dengan panjang 95,50 mm



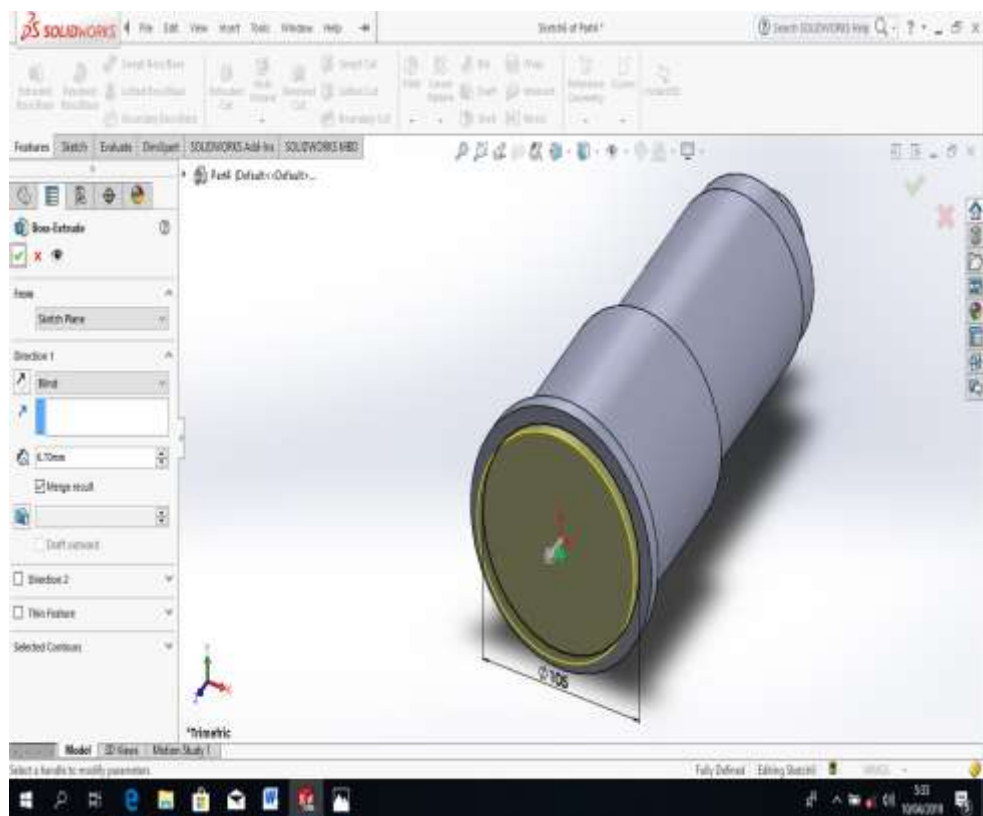
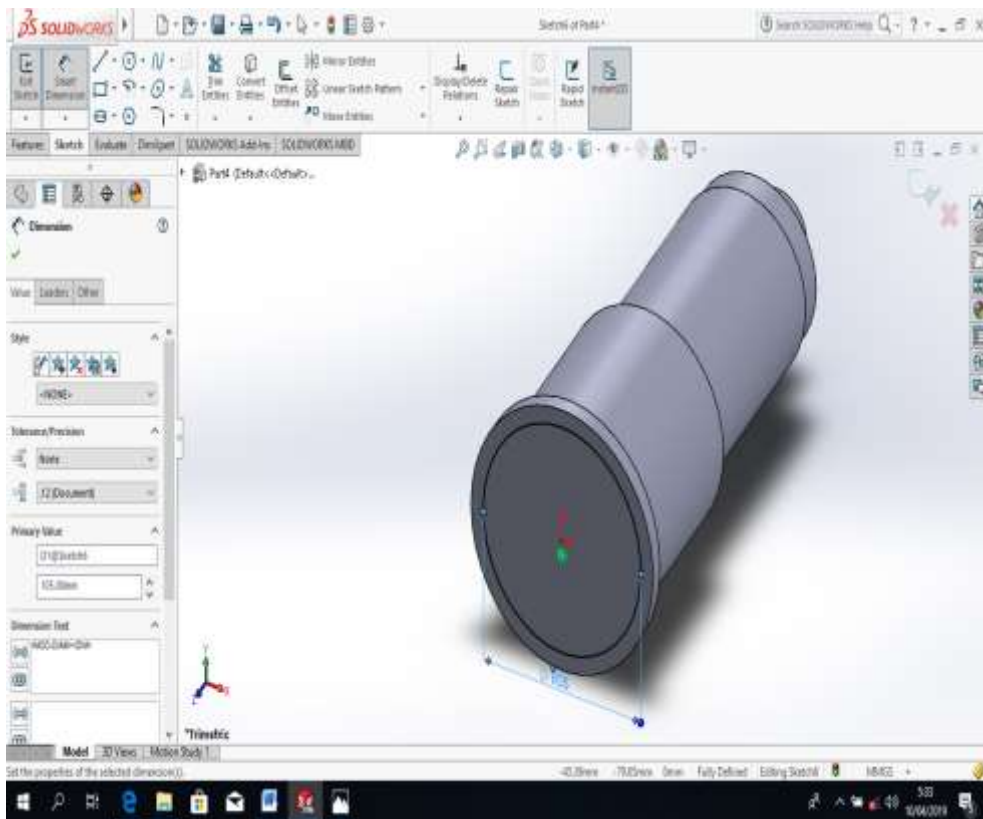
Gambar 4.21 Diameter 4 = 105 mm dengan panjang 95,50 mm

5. Membuat Diameter 5 = 121,20 mm dengan panjang 8,60 mm



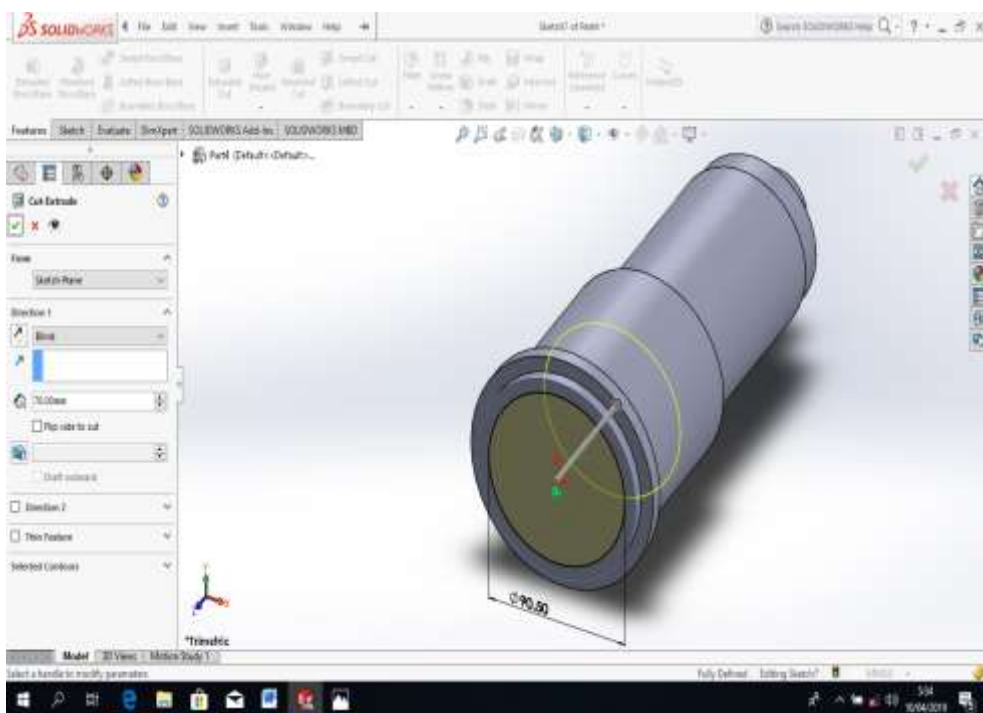
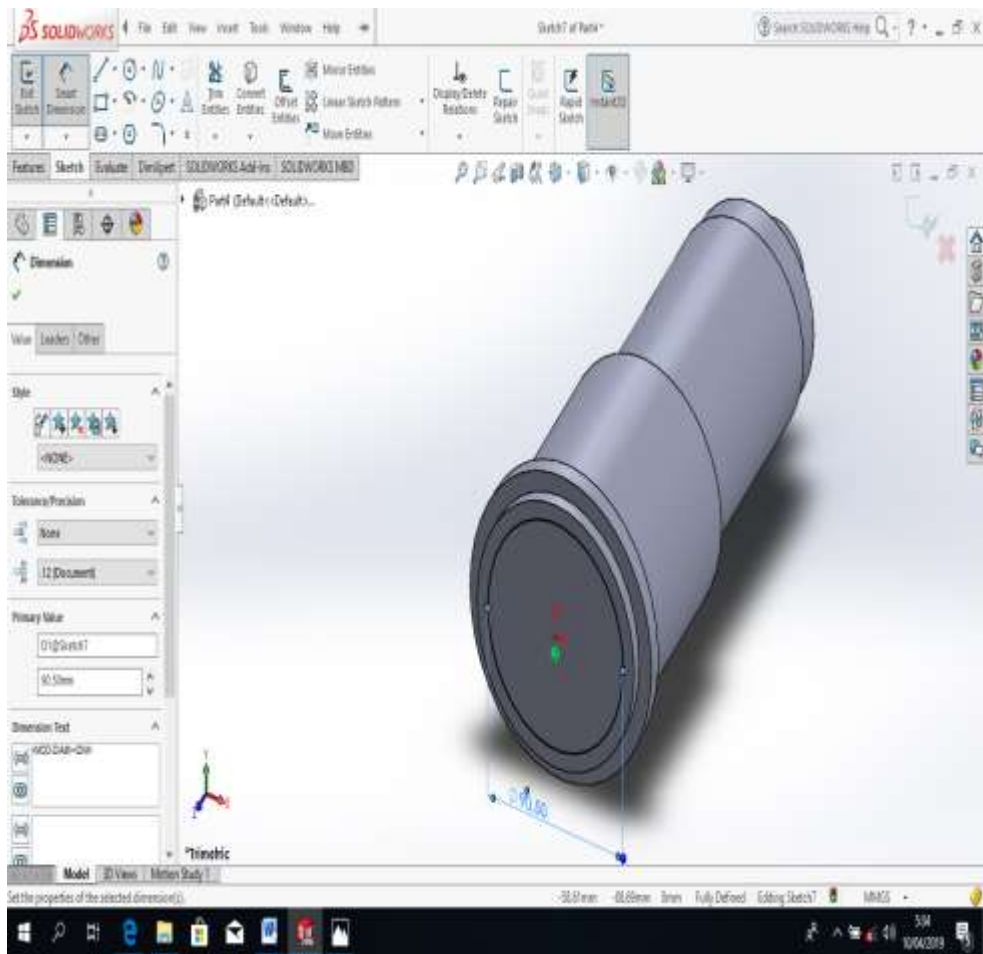
Gambar 4.22 Diameter 5 = 121,20 mm dengan panjang 8,60 mm

6. Membuat Diameter 6 = 105 mm dengan panjang 6,70

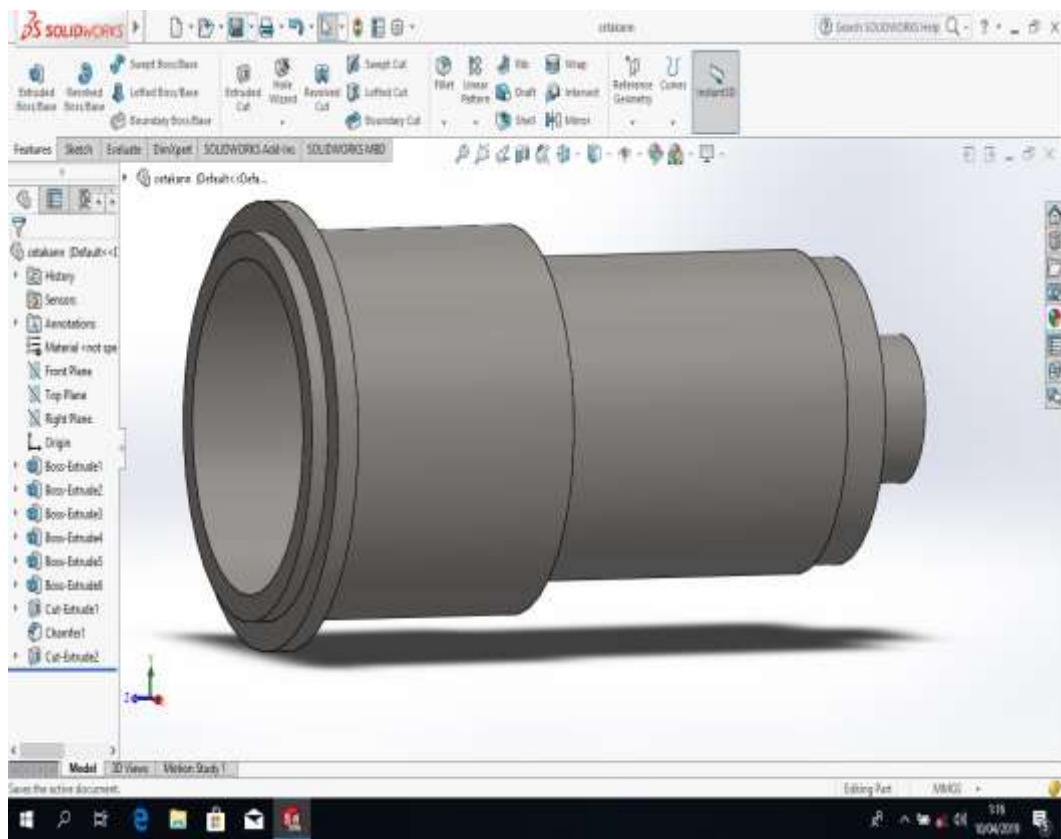


Gambar 4.23 Diameter 6 = 105 mm dengan panjang 6,70

7. Membuat Diameter 7 = 90,50 mm dengan panjang kedalaman 30 mm

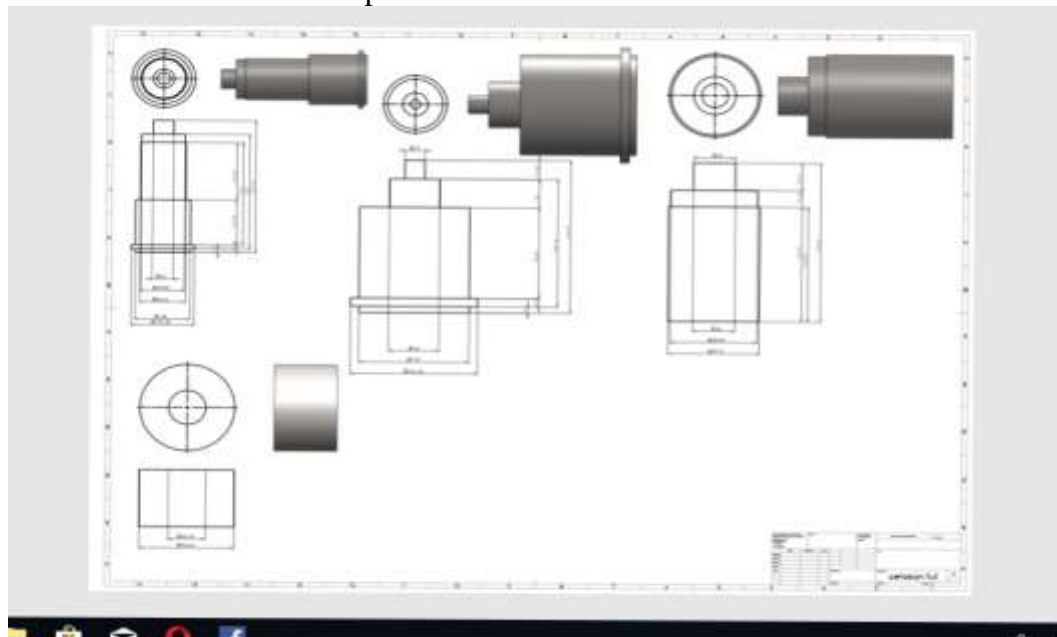


Gambar 4.24 Diameter 7 = 90,50 mm dengan panjang kedalaman 70 mm
Hasil jadi Cetakan cup full/keseluruhan



Gambar 4.25 Cetakan cup full/keseluruhan

Gambar Teknik Cetakan Cup



Gambar 4.26 Gambar Teknik Cetakan Cup

Gambar Asli Cetakan Bawah



Gambar 4.27 gambar asli cetakan bawah

Gambar Asli Cetakan Full



Gambar 4.28 gambar asli cetakan full

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil rancang bangun cetakan cup pada mesin *deep drawing*, dapat disimpulkan beberapa hal yaitu sebagai berikut :

1. Cetakan cup pada *deep drawing* dapat berfungsi membentuk produk tutup botol dari bahan aluminium sesuai dengan bentuk dan dimensi yang diinginkan secara keseluruhan.
2. Produk tutup cup yang di bentuk masih terdapat cacat berupa tekukan yang tidak teratur yang terdapat pada bagian sisi tutup cup
3. Hasil rancang bangun cetakan cup ini menunjukkan bahwa penyebab tekukan di sebabkan kurangnya daya penekanan pada mesin *deep drawing*, karena pada penekanan pada cetakan cup ini semakin besar daya tekannya maka semakin baik hasil yang didapat , dan sebaliknya jika rendah daya tekannya maka kurang baik hasil cup yang didapat.

5.2 Saran

1. Penulis menyarankan untuk lebih mempelajari tentang menggunakan cetakan cup pada mesin *deep drawing* dan daya penekannya.
2. Perlu di kaji ulang dalam rancang bangun pembuatan cetakan cup dengan menggunakan *software solidworks*

DAFTAR PUSTAKA

- Hoffman, 1990, Rancang bangun adalah proses perencanaan atau pembuatan alat, dan teknik yang penting untuk meningkatkan efisiensi manufaktur.
- P.C.Sharma, 2001, Drawing adalah salah satu jenis proses pembentukan logam, dan pada umumnya berupa silinder dan mempunyai kedalaman tertentu.
- Rony Sudarmawan, 2009, Stamping adalah proses pembentukan pada permukaan sheet metal, dimana bagian dasarnya tetap.
- Rony Sudarmawan, 2009, *Prees dies* adalah peralatan produksi atau cetakan yang berfungsi untuk memotong dan membentuk material.
- Wiryo Sumarto Dan Okumura, 2000, Perlakuan panas adalah proses kombinasi antara proses pemanasan dan pendinginan dalam keadaan padat untuk mendapatkan sifat-sifat tertentu.