

SKRIPSI

PERANCANGAN DESAIN MESIN PENYEGEL TUTUP GELAS PLASTIK UNTUK MINUM SECARA SEMI OTOMATIS



Disusun oleh :

Nama : Henry Vian Ivanda

NIM : 181020200044

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SIDOARJO**

2022

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Henry Vian Ivanda

Nim : 181020200044

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Sains Dan Teknologi

Judul : “PERANCANGAN DESAIN MESIN PENYEGEL
TUTUP GLAS PLASTIK UNTUK MINUM SECARA
SEMI OTOMATIS”

Dosen Pembimbing : Dr. Prantasi Harmi Tjahjanti, S.Si., M.T.

Dengan ini menyatakan sebagaimana sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambilan karya dari orang lain atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai tulisan atau hasil pemikiran saya sendiri terkecuali adanya kutipan-kutipan atau pernyataan yang telah disebutkan dan saya bertanggung jawab secara akademis atas apa saja yang saya tulis. Pernyataan ini dibuat sebagai salah satu syarat menempuh ujian skripsi.

Sidoarjo, 24 April 2022

Penulis

(Henry Vian Ivanda)

HALAMAN PERSETUJUAN

**PERANCANGAN DESAIN MESIN PENYEGEL TUTUP GELAS PLASTIK
UNTUK MINUM SECARA SEMI OTOMATIS**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Mencapai Gelar Sarjana Strata Satu (S-1)
Program Studi Teknik Mesin

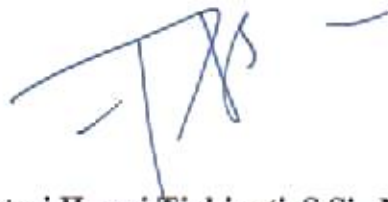
Disusun Oleh :

Henry Vian Ivanda

NIM. 181020200044

Tekah disetujui oleh :

Dosen Pembimbing



Dr. Prantasi Harmi Tjahjanti, S.Si., M.T.

NIP: 196811151994022003

Kepala Program Studi Teknik Mesin



Dr. A'rasy Fahrudin, S.T., M.T.

NIK.212476

HALAMAN PENGESAHAN

PERANCANGAN DESAIN MESIN PENYEGEL TUTUP GELAS PLASTIK UNTUK MINUM SECARA SEMI OTOMATIS

Disusun sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata
Satu (S-1) Program Studi Teknik Mesin di Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

Oleh :

Henry Vian Ivanda

NIM. 181020200044

Tanggal Ujian: Tanggal.....Bulan.....Tahun 2022 :

Disetujui oleh:

Penguji

1. Pembimbing

Dr. Prantasi Harmi Tjahjanti, S.Si., M.T.

NIP. 196811151994022003

(.....)

2. Penguji 1

Ali Akbar, S.T., M.T.

NIP. 197302012005011001

(.....)

3. Penguji 2

Nama Lengkap

NIK

(.....)

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Dr. Hindarto, S. Kom., MT.

NIK. 201198

PERANCANGAN DESAIN MESIN PENYEGEL TUTUP GELAS PLASTIK UNTUK MINUM SECARA SEMI OTOMATIS

Nama Mahasiswa : Henry Vian Ivanda

Nim : 181020200044

Dosen Pembimbing : Dr. Prantasi Harmi Tjahjanti, S.Si., M.T.

ABSTRAK

Mesin *Cup Sealer* atau mesin penyegel gelas plastik merupakan mesin yang berfungsi untuk menutup gelas plastik yang gunanya untuk menjaga tumpahnya isi yang ada di dalam gelas. Selain itu juga berfungsi menjaga minuman dan produk didalamnya tetap higienis. Mesin ini sering dijumpai masih menggunakan tenaga manusia (manual) untuk mengoperasikannya. Penelitian ini merupakan kelanjutan kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat di desa Sumbergedang Pasuruan. Desain mesin ini akan diterapkan di desa tersebut karena di desa itu memiliki air jernih/bening yang melimpah yang berasal dari gunung Penanggungan yang telah diolah menjadi air siap minum. Sehingga tujuan penelitian ini adalah membuat desain mesin pengemasan gelas plastik yang berisi dari air gunung Penanggungan di desa Sumbergedang Pasuruan, dan lebih lanjut akan dibuat mesinnya. Desain menggunakan *software SolidWork* dengan input data yang dimasukan adalah komponen *body* mesin *cup sealer*, komponen motor untuk proses *sealing*, komponen *cutter press* (pemotong plastik saat di segel), komponen ring untuk cup gelas, dan komponen tambahan lainnya. Hasil *running* komputasinya menghasilkan bahwa desain memenuhi standar untuk dilanjutkan ke proses manufaktur.

Kata Kunci: Desain, mesin *cup sealer*, semi otomatis, *software SolidWork*, air bersih desa Sumbergedang

DESIGN FOR SEMI-AUTOMATIC PLASTIC CUP SEALING MACHINE FOR DRINKING

Nama Mahasiswa : Henry Vian Ivanda

Nim : 181020200044

Dosen Pembimbing : Dr. Prantasi Harmi Tjahjanti, S.Si., M.T.

ABSTRACT

The Cup Sealer machine, also known as a plastic cup sealing machine, is a device that seals plastic cups, preventing the contents from pouring into the glass. It also serves to keep liquids and things contained within them sanitary. This machine is frequently encountered operating on human power (manual). This study is a continuation of Community Service activities in the village of Sumbergedang Pasuruan. This machine design will be implemented in the village because the village has abundant clear/clear water that comes from Mount Penanggungan which has been processed into ready-to-drink water. The goal of this study is to create a plastic cup packaging machine that uses water from Mount Penanggungan in the village of Sumbergedang, Pasuruan, and then to improve the machine. The design uses SolidWork software with the input data being the cup sealer machine body component, the motor component for the sealing process, the cutter press component (plastic cutter when sealed), the ring component for the glass cup, and various extra components are used in the design. The results of the computation show that the design fits the requirements for moving forward with the production process.

Keyword: *Design, cup sealer machine, semi-automatic, SolidWork software, Sumbergedang village clean water*

KATA PENGANTAR

Puji syukur Puji syukur penulis panjatkan pada Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “PERANCANGAN DESAIN MESIN PENYEGEL TUTUP GELAS PLASTIK UNTUK MINUM SECARA SEMI OTOMATIS” Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program Sarjana Strata Satu (S1) pada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo dengan baik.

Dalam proses penulisan skripsi ini, penulis banyak mendapat dukungan, bantuan, dan masukan dari berbagai pihak baik langsung maupun tidak langsung. Pada kesempatan ini penulis hendak mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Hidayatullah, M.SI, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
2. Bapak Dr. Hindarto, S.Kom., M.T, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
3. Bapak Dr. A’rasy Fahrudin, S.T., M.T, Selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
4. Ibu Dr. Prantasi Harmi Tjahjanti, S.Si., M.T., Selaku dosen pembimbing yang telah memberi bimbingan, arahan serta dukungan sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.
5. Kedua orang tua yang senantiasa mendoakan dan memberi dukungan untuk segera menyelesaikan penulisan skripsi ini.
6. Bapak / Ibu Dosen serta staf di lingkungan Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yang telah banyak membantu penulis selama mengikuti perkuliahan dan penulisan skripsi ini.
7. Para anggota grup *Whatsapp* “Team Kelelawar” yang sering memberi masukan, hiburan, dan saran dikala proses pelaksanaan penelitian.
8. Rekan-rekan Teknik Mesin yang telah memberikan dukungan dan bantuan kepada penulis.
9. Semua pihak yang membantu penyusunan skripsi secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat ketidaksempurnaan, oleh sebab itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi sempurnanya penyusunan skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan pihak yang membutuhkan. Terima kasih.

Sidoarjo, 24 April 2022

Henry Vian Ivanda

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
SURAT PERNYATAAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Kajian Pustaka	6
2.1.1 Penelitian Terdahulu	7
2.2 Pengertian Mesin <i>Cup Sealer</i>	9
2.3 Motor AC	10
2.3.1 Jenis-Jenis Motor AC	11
2.4 Pengemasan	13
2.4.1 Fungsi dan Kegunaan Kemasan	13
2.4.2 Bahan Kemasan	14
2.5 Bahan Pengemas Plastik	15
2.5.1 Penggolongan Jenis Plastik	16
2.6 Pengertian Desain	19
2.6.1 Tipe Desain	19
2.6.2 Proses Desain dengan Model Komprehensif	20
2.7 Pengembangan dan Pemilihan Konsep	22

2.7.1	Pengembangan Konsep	22
2.7.2	Pemilihan Konsep	26
2.8	Bahan Teknik	27
2.8.1	Kriteria Umum Pemilihan Material	28
2.8.2	Tinjauan Umum Pemilihan Material	29
2.8.3	Klasifikasi Material	29
2.8.4	Sifat Mekanik Material	30
2.9	Tegangan dan Regangan	32
2.9.1	Konsep Tegangan (<i>Stress</i>)	32
2.9.2	Konsep Regangan	32
2.9.3	Analisa <i>Von Mises</i>	33
2.9.4	<i>Displacement</i>	34
2.9.5	Faktor Keamanan (<i>Safety Factor</i>)	34
2.10	<i>Solidworks</i>	35
2.10.1	Tampilan Dasar <i>Solidworks</i>	36
2.10.2	Menggambar 2D dengan <i>Basic Sketch</i>	36
2.10.3	Pembuatan Gambar Komponen 3D dengan <i>Part Modelling</i>	39
2.10.4	Proses <i>Solidworks Simulation</i>	39
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		41
3.1	<i>Flowchart</i> Penelitian	41
3.2	Studi Literatur	42
3.3	Observasi Lingkungan	42
3.4	Menentukan dan Memilih Konsep Desain	42
3.4.1	Referensi	42
3.4.2	Penentuan Konsep	43
3.4.3	Pemilihan Konsep	45
3.5	Perancangan Komponen	45
3.6	Simulasi Pembebanan Statik pada Body	45
3.7	<i>Detail Design</i>	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		47
4.1	Pembahasan Konsep Desain	47
4.2	Analisa Statik Kekuatan Material Pada Body	50

4.2.1	Analisa Statik Kekuatan Material Body 1	52
4.2.2	Analisa Statik Kekuatan Material Body 2	56
4.3	Data Analisa Hasil Simulasi pada Body	60
4.4	Grafik Hasil Analisa Simulasi pada Body	61
4.4.1	Grafik Simulasi Tegangan <i>Von Mises</i>	61
4.4.2	Grafik Simulasi Perpindahan (<i>Displacement</i>)	62
4.4.3	Grafik Simulasi Regangan (<i>Strain</i>)	62
BAB V	PENUTUP	64
5.1	Kesimpulan	64
5.2	Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	66
LAMPIRAN	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bak Tabung Penyaring	7
Gambar 2.2 Skema Susunan Mterial/Bahan Penyaring	8
Gambar 2.3 Peralatan UV Sterilisasi Disambungkan Dengan Bak Tabung	8
Gambar 2.4 Pipa <i>Stainless Steel</i> Untuk Mengalirkan Air Bersih	9
Gambar 2.5 Air Bersih Yang Dialirkan Dapat Dikonsumsi	9
Gambar 2.6 Mesin Pengepress Plastik (<i>Cup Sealer</i>) Manual	10
Gambar 2.7 Motor AC	11
Gambar 2.8 Komponen Motor Listik Sinkron	12
Gambar 2.9 Motor Induksi	12
Gambar 2.10 Contoh Kemasan	13
Gambar 2.11 Logo PET/PETE	16
Gambar 2.12 Logo PE-HD/HDPE	17
Gambar 2.13 Logo PVC	17
Gambar 2.14 Logo PE-LD/LDPE	17
Gambar 2.15 Logo PP	18
Gambar 2.16 Logo PS	18
Gambar 2.17 Logo PC/ABS	19
Gambar 2.18 Metode Perancangan Menurut <i>Pahl dan Beitz</i>	22
Gambar 2.19 Diagram Morfologi Meja <i>Portable</i>	25
Gambar 2.20 Diagram Morfologi Mesin Pengiris Singkong	25
Gambar 2.21 Skema Proses Desain Untuk Pemilihan Bahan	28
Gambar 2.22 Material Yang Umumnya Diaplikasikan Pada Struktur	30
Gambar 2.23 Tampilan Jendela Awal <i>Solidworks</i>	36
Gambar 2.24 Tampilan Perintah Menu <i>Sketch</i>	36
Gambar 2.25 Perintah Menu <i>Solidworks Simulation</i>	40
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	41
Gambar 3.2 Mesin Penyegel Tutup Gelas Manual	42
Gambar 3.3 Konsep Rangka	43
Gambar 4.1 Diagram Alir Pemilihan Konsep 1	48
Gambar 4.2 Desain Konsep A	49

Gambar 4.3 Diagram Alir Pemilihan Konsep 2	49
Gambar 4.4 Desain Konsep B	50
Gambar 4.5 Diagram Alir Analisa Statik dengan <i>Solidworks</i> 2016	51
Gambar 4.6 Tegangan <i>Von Misses</i> Pada <i>Body</i> 1	53
Gambar 4.7 Tegangan Maksimal <i>Body</i> 1	53
Gambar 4.8 Tegangan Minimal <i>Body</i> 1	53
Gambar 4.9 Hasil Analisa Regangan dengan <i>Software</i> pada <i>Body</i> 1	54
Gambar 4.10 Hasil Analisa Perpindahan (<i>Displacement</i>) pada <i>Body</i> 1	55
Gambar 4.11 Faktor Keamanan (<i>Safety Factor</i>) pada <i>Body</i> 1	56
Gambar 4.12 Tegangan <i>Von Misses</i> Pada <i>Body</i> 2	57
Gambar 4.13 Tegangan Maksimal <i>Body</i> 2	57
Gambar 4.14 Tegangan Minimal <i>Body</i> 2	57
Gambar 4.15 Hasil Analisa Regangan dengan <i>Software</i> pada <i>Body</i> 2	58
Gambar 4.16 Hasil Analisa Perpindahan (<i>Displacement</i>) pada <i>Body</i> 2	59
Gambar 4.17 Faktor Keamanan (<i>Safety Factor</i>) pada <i>Body</i> 2	60
Gambar 4.18 Grafik Hasil Simulasi Tegangan <i>Von Mises</i>	61
Gambar 4.19 Grafik Hasil Simulasi <i>Displacement</i>	62
Gambar 4.20 Grafik Hasil Simulasi Regangan (<i>Strain</i>)	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pengembangan Konsep Produk dengan Diagram Morfologi	23
Tabel 2.2 Matrik Penyaringan Konsep (Sketsa)	26
Tabel 2.3 Matrik Penilaian Konsep	27
Tabel 2.4 Tabel Perintah Pokok Pada Menu <i>Command Draw</i>	37
Tabel 2.5 Perintah Pokok Pada Menu <i>Command Modify</i>	38
Tabel 2.6 Beberapa <i>Command Menu Features</i>	39
Tabel 3.1 Tabel Morfologi Konsep Desain	44
Tabel 3.2 Material Properties	46
Tabel 4.1 Diagram Morfologi	47
Tabel 4.2 Beban Maksimal yang Diberikan Pada Simulasi	51
Tabel 4.3 Data Hasil Simulasi pada <i>Body</i>	61

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi pada masa kini mengalami kemajuan yang sangat pesat dan cepat, dimana ide-ide dan berbagai gagasan pikiran juga merupakan salah satu faktor pendorong perkembangan teknologi. Beberapa ide-ide yang dikembangkan menghasilkan sebuah alat yang diharapkan dapat mempermudah pekerjaan manusia kedepannya. Pengemasan merupakan salah satu hal kemudahannya. Pengemasan atau biasa disebut pengepakan merupakan salah satu kegiatan yang dilakukan untuk memberikan wadah pada suatu produk yang bertujuan untuk melindungi dan mengawetkan bahan yang ada didalamnya. Tidak hanya itu, pengemasan juga dilakukan untuk menjaga produk dari kerusakan serta mencegah agar tidak terkontaminasi zat berbahaya. Selain itu, pengemasan juga menjadi daya tarik dari produk itu sendiri (Rahman & Sakti, 2014). Sebelum manusia membuat teknologi mengenai pengemasan, alam sudah menyediakan kemasan bagi bahan pangannya. Seperti halnya buah dengan kulitnya, jagung dengan klobotnya, madu dengan sarangnya, dan lain – lain.

Di masa modern seperti saat ini, masalah kemasan menjadi hal yang penting dalam kehidupan masyarakat setiap hari. Karena setiap produk pasti memiliki kemasan, khususnya pada produk pangan yang sangat membutuhkan kemasan untuk menjaga kualitasnya. Seiring dengan kebutuhan tersebut, pengemasan juga telah mengalami perkembangan pesat serta menjadi ilmu pengetahuan yang merambah ke bidang teknologi yang semakin kompleks. seperti salah satu contohnya ialah teknologi pengemasan pada minuman gelas.

Di Indonesia khususnya di daerah perkotaan yang berada di Jawa Timur banyak sekali pedagang kaki lima (PKL) yang berjualan minuman ringan. Dari kebanyakan pedagang kaki lima (PKL) menggunakan gelas plastik sebagai kemasan minuman tersebut, yang dimana kemasan tersebut ditutup dengan plastik. Mengingat hal itu, maka pedagang kaki lima (PKL) membutuhkan alat atau peralatan untuk mengemas produk yang dijualnya (Anhar, A. M. 2014). Alat yang

digunakan ialah merupakan sebuah mesin yang cukup canggih dan biasa dikenal dengan mesin *Cup Sealer* atau mesin penyegel.

Mesin *Cup Sealer* atau mesin penyegel gelas plastik merupakan mesin yang berfungsi untuk menutup gelas plastik yang gunanya untuk menjaga tumpahnya isi yang ada di dalam gelas. Namun disisi lain, fungsi lainnya ialah juga agar menjaga minuman dan produk didalamnya tetap higienis. Penggunaan mesin *cup sealer* juga terbilang cukup efektif, karena pengoperasiannya cukup mudah bagi setiap kalangan masyarakat serta mesin yang cukup *portable* (mudah dibawa/dipindahkan). Secara tidak langsung penggunaan mesin *cup sealer* menjadi kebutuhan primer dalam pengembangan usaha seperti kedai jus, *café*, dan lain-lainnya.

Mesin *cup sealer* atau mesin penyegel gelas plastik yang dijumpai kerap masih menggunakan tenaga manusia (*manual*) untuk mengoperasikannya. Hal ini sedikit kurang sesuai dengan perkembangan teknologi yang ada saat ini, sehingga diperlukan beberapa inovasi dan pengembangan lebih lanjut. Pengembangan itu juga berupa perubahan sistem kendali yang awalnya *manual* kemudian dikembangkan menjadi sistem *otomatis*. Adapun pengembangan lainnya berupa pengembangan yang dilakukan pada beberapa model/bentuk manufaktur, contohnya pada kecepatan dan kuantitas produk yang dihasilkan pada mesin *cup sealer*. Kemudian dapat disimpulkan bahwa beberapa pengembangan tersebut memerlukan sebuah konsep yang salah satunya berupa desain (*design*).

Desain (*design*) merupakan metode yang digunakan sebagai alat bantu dalam proses menciptakan sebuah objek baru. Selain itu, juga sebagai sarana untuk memberikan gambaran berupa tamilan dari suatu objek tertentu kepada subjek dengan gambaran atau sebuah keadaan yang sebenarnya (Hidayatullah, 2020). Desain merupakan sarana yang sangat dibutuhkan dalam sebuah konsep atau rencana, karena desain memberikan sebuah gambaran pada suatu objek yang dibahas. Berdasarkan latar belakang diatas, penulis melakukan suatu penelitian untuk membuat mesin *cup sealer* gelas plastik dengan sistem kendali *Semi-Otomatis* guna meningkatkan efisiensi dan kepraktisan dari mesin tersebut. Penelitian ini berjudul “PERANCANGAN DESAIN MESIN PENYEGEL TUTUP GELAS PLASTIK UNTUK MINUM SECARA SEMI OTOMATIS”.

Penelitian ini bermaksud untuk menindaklanjuti penelitian yang dilakukan oleh (Tjahjanti & Ernanda, 2021a) Sebelumnya, dimana penelitian tersebut membahas tentang pembuatan Teknologi Tepat Guna (TTG) sederhana untuk memanfaatkan dan mengolah sumber air jernih yang berlokasi di desa Sumbergedang, Pasuruan. Hasil dari penelitian tersebut ialah berupa sebuah tangki tabung yang diisi dengan sumber air jernih dari desa Sumbergedang, tabung tersebut berisikan material penyaring dan kemudian air yang telah disaring dialirkan ke peralatan sterilisasi yang menggunakan sinar *Ultra Violet* (UV). Setelah proses sterilisasi, air jernih yang berasal dari tangki tabung menjadi bersih dan siap untuk dikonsumsi.

Berdasarkan latar belakang kondisi diatas timbul permasalahan baru yang dihadapi oleh mitra BUMDES khususnya Pokdarwis desa Sumbergedang, yaitu dimana air jernih tersebut dapat didistribusi dan diperjualbelikan kepada masyarakat sekitar desa, bahkan sampai keluar daerah. Untuk proses distribusi atau penjualan air jernih dan siap minum tersebut diperlukan proses pengemasan yang memadai sehingga membutuhkan mesin pengemas untuk prosesnya. Maka dari itu, penelitian tentang “PERANCANGAN DESAIN MESIN PENYEGEL TUTUP GELAS PLASTIK UNTUK MINUM SECARA SEMI OTOMATIS” ini ditujukan sebagai tahapan awal yang nantinya dapat direalisasikan dalam bentuk nyata atau barang jadi yaitu mesin cup sealer (tutup gelas) semi otomatis.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pembahasan dari latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana membuat rancangan desain (*design*) mesin *cup sealer* gelas plastik secara semi otomatis?
2. Input data apa saja untuk membuat rancangan desain (*design*) mesin *cup sealer* gelas plastik secara semi otomatis?
3. Pengujian apa saja yang diberikan untuk membuat rancangan desain (*design*) mesin *cup sealer* gelas plastik secara semi otomatis?
4. Bagaimana hasil akhir rancangan desain (*design*) mesin *cup sealer* gelas plastik secara semi otomatis?

1.3 Batasan Masalah

Untuk mempermudah dalam mengkaji dan observasi masalah penelitian ini, maka diperlukan batasan masalah yang ditekankan pada hal-hal berikut :

1. Pembuatan rancangan desain (*design*) mesin *cup sealer* gelas plastik secara otomatis dikerjakan menggunakan *software SolidWork*.
2. Rancangan desain (*design*) mesin *cup sealer* gelas plastik secara semi otomatis nantinya menggunakan penggerak motor AC yang dipicu dengan saklar/ *push-button*.
3. Rancangan desain (*design*) mesin *cup sealer* gelas plastik secara semi otomatis nantinya tidak dilakukan dengan tenaga manual, tetapi sudah secara semi otomatis.
4. Rancangan desain (*design*) mesin *cup sealer* gelas plastik secara semi otomatis hanya digunakan untuk satu ukuran tutup gelas plastik.
5. Tutup gelas plastiknya sudah ditetapkan dengan logo/merk: Sumbergedang Qu-Clink's

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian sebagai berikut :

1. Membuat rancangan desain (*design*) mesin *cup sealer* gelas plastik secara semi otomatis.
2. Mengetahui iInput data apa saja untuk membuat rancangan desain (*design*) mesin *cup sealer* gelas plastik secara semi otomatis.
3. Mengetahui pengujian apa saja yang diberikan untuk membuat rancangan desain (*design*) mesin *cup sealer* gelas plastik secara semi otomatis.
4. Menganalisa hasil akhir rancangan desain (*design*) mesin *cup sealer* gelas plastik secara semi otomatis.

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan melakukan sebuah penelitian ini diharapkan memberi manfaat sebagai berikut :

1. Dengan adanya pembuatan desain mesin *press* gelas plastik semi otomatis ini membantu dan memudahkan para penjual minuman *cup* dalam melakukan

pengepressan tutup gelas (*cup*) plastik tanpa menguras tenaga seperti menekan tuas pada mesin (*manual*).

2. Dapat dijadikan sebuah wawasan dan pengetahuan untuk para mahasiswa mengembangkan ide-ide kreatifitasnya.
3. Dapat dijadikan sumber referensi untuk pengembangan dan penelitian selanjutnya.

1.6 Sistematika Penulisan

Pada penulisan tugas akhir (skripsi) ini, sistematika penulisan tugas akhir terdiri dari bab-bab yang berkaitan dan dimana pada setiap babnya terdapat uraian serta gambaran yang mencakup pembahasan tugas akhir (skripsi) ini secara menyeluruh. Berikut ini merupakan beberapa bab-bab yang tercantum meliputi :

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini memuat dan memaparkan mengenai latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menjelaskan tentang kajian teori dan pustaka yang melandasi pembahasan skripsi dan data yang akan mendukung suatu penelitian berdasarkan literatur, selain itu juga terdapat beberapa kutipan dari penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini membahas tentang metode yang digunakan pada penelitian yang berbentuk diagram alir penelitian, studi literatur, alat dan bahan yang digunakan, serta proses lanjutan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menjelaskan hasil dan pembahasan perancangan mesin penyegel gelas plastik semi otomatis.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini memuat tentang kesimpulan secara keseluruhan serta saran yang mendukung yang merupakan rangkuman dari hasil penelitian yang dilakukan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Mesin pengemasan merupakan mesin yang digunakan untuk melakukan suatu perlakuan terhadap dua permukaan lapisan ataupun bahan kemasan yang terbuat dari plastik/bahan pengemas yang direkatkan dengan cara memberi perlakuan panas diantara bahan kemasan agar bahan tersebut menyatu. Bahan kemas yang menyatu tersebut berguna untuk menutup secara rapat sehingga dapat melindungi produk yang terdapat dalam ruang antara bahan kemas yang telah direkatkan menjadi kedap udara sehingga produk yang dikemas tidak rusak maupun terkontaminasi dengan bahan lain yang dapat merusak produk tersebut. (S. P. & E. Pardede, 2020)

Mesin pengemasan memiliki banyak jenis dan tipe yang berbeda antara satu dengan lainnya. Jenis dan tipe dari mesin pengemasan ditentukan oleh bentuk dan produk yang dikemas. Suatu mesin pengemasan dengan untuk produk berupa benda padat seperti biskuit akan berbeda dengan mesin pengemas produk dengan bahan produk tersebut berbahan dasar cairan seperti minuman. Selain berdasarkan dari produk yang akan dikemas, mesin pengemas dapat dibedakan berdasarkan bahan kemasan yang dipakai. Misalnya, suatu mesin pengemas yang digunakan untuk bahan kemasan yang terbuat dari plastik tentu saja akan berbeda dengan mesin pengemas yang bahan kemasannya terbuat dari kertas, aluminium foil bahkan besi. Mesin pengemasan juga dapat dibedakan menurut cara dan prinsip kerjanya. Mesin pengemas tentu memiliki perbedaan yang cukup signifikan antara cara kerjanya secara otomatis yaitu tanpa memerlukan tenaga/tangan manusia untuk pengoperasiannya, secara semi otomatis yakni memerlukan tenaga/tangan manusia pada beberapa pengoperasiannya (misalkan tombol/saklar) , dan secara manual yaitu proses pengoperasiannya menggunakan tenaga/tangan manusia secara keseluruhan.

2.1.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang membahas tentang perancangan mesin pengemas antara lain ialah (Rahman & Sakti, 2014) dalam penelitian yang berjudul “RANCANG BANGUN MESIN CUP SEALER SEMI OTOMATIS” ini membahas tentang perancangan desain mesin cup sealer semi otomatis yang menggunakan motor sebagai tenaga untuk proses press atau penyegelan gelas plastik.

Kemudian penelitian terdahulu lainnya yaitu mengenai tentang teknologi tepat guna yang dilakukan oleh (Tjahjanti & Ernanda, 2021b) yang membahas tentang "TEKNOLOGI TEPAT GUNA SEDERHANA PENGELOLAAN AIR JERNIH DI DESA WISATA SUMBERGEDANG PASURUAN” dimana penelitian tersebut dilaksanakan di desa Sumbergedang, Pasuruan. Berlatar belakang Sumbergedang merupakan desa wisata yang terletak di kecamatan Pandaan, Kabupaten Pasuruan, Jawa timur ini memiliki potensi yang positif. Hal ini dapat dilihat dari letak geografis yang berada dikaki pegunungan, sehingga keadaan alam didesa terasa segar, sejuk dan hijau. Satu hal yang menjadi perhatian ialah dimana terdapat sumber air jernih yang melimpah yang berasal dari air pegunungan, sungai dan air tanah.

Hasil dari penelitian tersebut ialah berupa bak tabung yang berisikan material-material penyaring untuk menyaring sumber air jernih yang berada di desa Sumbergedang. Berikut ini merupakan gambar hasil bak tabung penyaring serta susunan material-material penyaringnya yang ditujukan pada gambar 2.1 dan 2.2.



Gambar 2.1 Bak Tabung Penyaring



Gambar 2.2 Skema Susunan Mterial/Bahan Penyaring

Air bersih yang telah di saring kemudian dialirkan ke peralatan *UltraViolet (UV) Sterilizer Kill Bacteria*, dimana peralatan tersebut berfungsi untuk membunuh bakteri sehingga mengubah air jernih menjadi air bersih. Peralatan Ultra Violet (UV) Sterilizer Kill Bacteria diletakan di atas dan dialirkan dengan pipa *stainless steel* utuk ditampung ke wadah/tempat minum.



Gambar 2.3 Peralatan UV Sterilisasi Disambungkan Dengan Bak Tabung



Gambar 2.4 Pipa *Stainless Steel* Untuk Mengalirkan Air Bersih



Gambar 2.5 Air Bersih Yang Dialirkan Dapat Dikonsumsi

2.2 Pengertian Mesin *Cup Sealer*

Mesin *cup sealer* atau mesin penyegel gelas plastik merupakan alat yang berfungsi sebagai penutup *cup* plastik agar isi yang ada didalamnya tidak mudah tumpah. Tak hanya itu, fungsi lainnya juga membuat minuman atau produk yang ada didalamnya lebih aman dan higienis. Selain membuat produk yang ada didalamnya lebih aman dan higienis, fungsi lainnya ialah menjadikan produk atau minuman tersebut lebih menarik sehingga menarik perhatian konsumen yang ingin membelinya.



Gambar 2.6 Mesin Pengepress Plastik (*Cup Sealer*) Manual

Prinsip kerja dari mesin cup sealer ini melengketkan tutup (plastik) pada gelas. Dan adapun mekanisne kerja dari mesin cup sealer ini ialah gelas (cup) dan tutup (plastik) dipanaskan oleh mesin sehingga gelas (cup) dan tutup (plastik) menjadi lengket. Dalam pemanasan cup sealer manual suhu yang digunakan ialah 60° - 150° $^{\circ}\text{C}$. Untuk melakukan satu kali pengemasan diperlukan waktu rata- rata 2 sampai 4 detik dalam mesn cup sealer. Apabila cup sealer digunakan pada suhu dibawah 60° - 150° $^{\circ}\text{C}$ maka hasil pengemasan kurang maksimal.

2.3 Motor AC

Motor AC merupakan motor listrik yang digerakkan oleh *Alternating Current* atau biasa disebut dengan arus bolak balik (AC). Pada umumnya, sebuah motor AC terdiri dari dua komponen utama yaitu stator dan rotor (Cendana, 2018). Stator merupakan bagian yang diam dan berada di luar. Stator sendiri memiliki *coil* yang nantinya di aliri oleh arus listrik bolak balik dan kemudian menghasilkan medan magnet yang berputar. Kemudian bagian rotor, rotor merupakan bagian yang berputar dan berada didalam stator. Rotor dapat bergerak dikarenakan adanya torsi yang bekerja pada poros, yang dimana torsi tersebut dihasilkan oleh medan magnet yang timbul akibat putaran.



Gambar 2.7 Motor AC

2.3.1 Jenis-Jenis Motor AC

Berdasarkan karakteristik dari arus listrik yang mengalir, motor AC (Alternating Current atau arus bolak balik) terdiri dari 2 jenis, yaitu :

1. Motor Listrik Sinkron

Motor listrik sinkron merupakan motor listrik AC yang bekerja pada kecepatan tetap pada frekuensi tertentu. Motor ini memerlukan aliran listrik searah (DC) untuk membangkitkan daya dan memiliki torsi awal yang rendah. Oleh karena itu, penggunaan motor sinkron ini sangat cocok untuk penggunaan awal dengan beban yang rendah, seperti kompressor udara, generator motor dan lainnya. Menurut penggunaannya, motor sinkron dapat didefinisikan sebagai motor yang memperoleh masukan energy/tenaga listrik untuk menghasilkan putaran atau memperbaiki faktor daya.

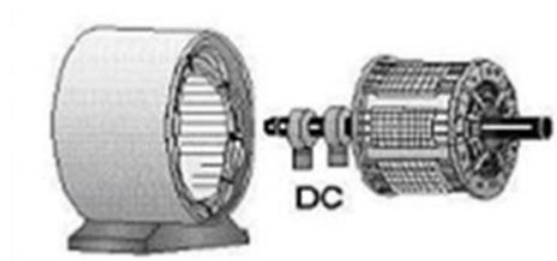
a. Prinsip Kerja Motor Sinkron

Pada motor sinkron terdapat kumparan jangkat pada bagian stator dan kumparan medan pada bagian rotor. Bentuk dari kumparan jangkarnya sama dengan kumparan pada motor induksi, sedangkan kumparan medan motor sinkron berbentuk kutup sepatu (*salient pole*) atau kutup dengan celah udara yang sama rata (*rotor silinder*). Arus DC yang masuk ke motor sinkron digunakan untuk menghasilkan fluks pada kumparan medan dan dialirkan ke rotor melalui cincin dan sikat. Apabila kumparan jangkar dihubungkan

dengan sumber tegangan 3 fasa, maka akan menimbulkan medan putar pada stator. Kutub medan rotor yang diberi penguat arus mendapat tarikan dari kutub medan stator sehingga turut berputar dengan kecepatan yang sama dan sinkron

b. **Komponen Utama Motor Sinkron**

- Rangka Stator (Housing), rumah dari bagian-bagian motor lainnya.
- Stator, bagian yang diam yang terdiri dari kumparan stator.
- Rotor, bagian yang berputar yang terdiri dari kumparan rotor.



Gambar 2.8 Komponen Motor Listik Sinkron

2. Motor Listrik Induksi

Motor induksi adalah motor listrik arus bolak balik (AC) yang penggunaannya paling banyak. Motor ini dapat bekerja berdasarkan induksi medan magnet stator ke statronya, yang dimana arus rotor merupakan arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan relatif antara putaran rotor dengan medan putar (*rotaring magneticfield*) yang dimana dihasilkan oleh arus stator. Motor induksi yang umum digunakan ialah motor induksi 3-fase dan motor induksi 1-fase.



Gambar 2.9 Motor Induksi

2.4 Pengemasan

Pengemasan atau kemasan merupakan sebuah sistem yang terkoordinasi untuk membuat barang/produk menjadi siap untuk didistribusikan, ditransportasikan, disimpan, diperjual-belikan, bahkan langsung dipakai (Indraswati, 2017a). Dengan adanya kemasan dapat meningkatkan pencegahan dan pengurangan kerusakan terhadap produk, melindungi produk yang dikemas didalamnya, dan menjaga dari gangguan dari luar kemasan. Dalam pengemasan bahan pangan terdapat 2 macam wadah, yaitu :

1. Wadah utama atau wadah yang langsung berhubungan dengan bahan pangan atau produk
2. Wadah kedua atau wadah yang tidak langsung berhubungan dengan produk atau bahan pangan.

Wadah utama harus bersifat *non toxic* dan *inert* sehingga tidak terjadi reaksi kimia yang dapat menyebabkan perubahan warna, rasa, bau dan lainnya pada produk. Namun, bahan kemasan untuk wadah utama pada umumnya dirancang dengan memenuhi syarat-syarat tertentu dari suatu produk yang akan dikemas, misalnya menjaga produk dari kontaminasi dari zat yang ada diluar kemasan, menjaga kadar air, dan lain-lain.



Gambar 2.10 Contoh Kemasan

2.4.1 Fungsi dan Kegunaan Kemasan

Dilihat dari segi fungsi dan kegunaan, kemasan merupakan faktor penting bagi sebuah bidang usaha terutama bidang usaha pengolahan makanan. Pada umumnya fungsi dari kemasan ialah sebagai alat pelindung atau pengaman dari produk dari pengaruh dari luar kemasan dapat

menyebabkan kerusakan (Indraswati, 2017). Berikut ini merupakan fungsi serta peran dari kemasan :

1. Sebagai tempat sekaligus wadah dari produk selama pendistribusian.
2. Sebagai pelindung, kemasan diharapkan mampu untuk menjaga kualitas dari produk yang ada didalamnya.
3. Memudahkan proses pendistribusian.
4. Memudahkan dalam penyimpanan.
5. Memudahkan proses penghitungan stok dan total produk
6. Sarana informasi dan promosi.

2.4.2 Bahan Kemasan

Proses pengemasan bertujuan untuk melindungi produk yang ada didalamnya, maka pengemasan tersebut juga memerlukan tahapan pemilihan untuk bahan pengemasnya. Bahan kemasan yang sering kali dipakai umumnya terbuat dari :

1. Gelas, merupakan bahan pengemas cukup aman, transparan namun juga beresiko pecah.
2. Metal, biasanya terbuat dari aluminium dan memiliki kekuatan yang tinggi, bahan yang biasa dipakai untuk pengemas metal ialah aluminium, *steinless steeli*, kaleng terbuat dari besi dan lainnya..
3. Kertas, merupakan bahan pengemas yang rentan terhadap air dan biasanya kemasan tidak bertahan lama apabila tidak memiliki beberapa lapisan penguat.
4. Plastik, kemasan yang dapat berbentuk kantong, botol, stoples, kotak, gelas dan sebagainya. Penggunaan plastik sebagai bahan kemasan sangat diminati karena biaya murah, mudah dibentuk dan dimodifikasi serta banyak pilihan varian yang ada di pasaran. Dari segala jenis plastik yang digunakan untuk mengemas makanan beberapa jenis plastik bahkan berbahaya untuk tubuh manusia apabila dipergunakan secara berlebihan. Namun bahan plastik yang relatif aman digunakan untuk makanan ialah *Polyethylene* dan *polypropylen*.

5. *Styrofoam*, atau secara umum dikenal sebagai gabus ini merupakan bahan kemasan yang kerap digunakan untuk mengemas makanan instan, atau makanan siap saji. Wadah ini lebih sering digunakan karena ringan, tahan terhadap kebocoran dan tahan panas sampai kurun waktu tertentu. *Styrofoam* ini tersusun dari foamed *polistirene* *polistirene*, yang dimana bahan tersebut merupakan suatu jenis plastic yang mempunyai ciri ringan, kaku, rapuh, dan tembus cahaya yang kemudian dicampur dengan karet sintetis (*butadiene*) sehingga warnanya menjadi memutih. Untuk menjaga keawetan lebih lama dan lentur, ditambahkan zat plastixer seperti *dioktiplatat* (DOP) dan *butyl hidroksi toluene* (BHT).

2.5 Bahan Pengemas Plastik

Plastik merupakan suatu bahan yang tersusun dari minyak dan gas dengan cara kopolimersasi, laminasi dan ekstruksi ntuk memperoleh sifat plastik yang diinginkan (Indraswati, 2017). Komponen utama pembentuk plastik sebelum membentuk polimer ialah monomer, yaitu rantai yang paling pendek. Apabila beberapa monomer digabungkan akan membentuk rantai yang sangat panjang, dan gabungan ini biasa disebut dengan polimer.

Bahan kemasan plastik dibuat dan disusun melalui proses polimerisasi dengan menggunakan bahan mentah monomer, yang dimana monomer tersebut sambung-menyambung menjadi kesatuan yang panjang dalam bentuk polimer. Keunggulan kemasan plastik dapat dilihat dari sifatnya yaitu, kuat tapi ringan, inert, tidak mudah berkarat dan bersifat termoplastis (*heat seal*) serta dapat diberi warna. Akan tetapi, kelemahan bahan ini timbul disebabkan bahan-bahan penyusunnya yaitu zat-zat monomer dan molekul kecil lain dalam plastik dapat mengontaminasi ke dalam bahan makanan yang dikemas. Plastik dapat dikelompokkan atas 2 tipe yang berdasarkan sifat-sifat terhadap perubahan suhu, yaitu :

1. Thermoplastik, merupakan plastik yang meleleh pada suhu tertentu, melekat mengikuti perubahan suhu serta dapat kembali mengeras bila didinginkan (*reversible*). Plastik tersebut antara lain, polietilen, polipropilen, polistiren, dan polivinilklorida.

2. Thermoset, apabila terjadi perubahan suhu plastik ini tidak dapat mengikuti perubahan suhu (irreversible). Bila terjadi pengerasan yang disebabkan perubahan suhu maka bahan tidak dapat dilunakkan kembali. Plastik tersebut antara lain, phenol formaldehid dan urea formaldehid.

2.5.1 Penggolongan Jenis Plastik

Penggolongan jenis plastik dapat dibedakan pada logo yang tertera pada plastik kemasannya, antara lain :

1. Jenis ke-1 (*Polyethylene Terephthalate* atau PETE), sering ditemui sebagai botol plastik minuman. Plastik ini memiliki warna yang bening atau transparan, dan perlu diketahui bahwa plastik ini direkomendasikan penggunaannya hanya sekali pakai. Plastik ini akan semakin kusam apabila sering dipakai dan beresiko untuk jangka panjang yaitu dapat menyebabkan kanker karena sifat polimer yang *karsinogenik* (menyebabkan kanker). Simbol jenis ke-1 atau PETE dapat dilihat pada gambar 2.11 dibawah ini.



Gambar 2.11 Logo PET/PETE

2. Jenis plastik ke-2 dikenal HDPE (*High Density Polythylene*), dimana plastik jenis ini memiliki sifat yang lebih keras, kuat, buram, namun lebih tahan terhadap suhu tinggi. HDPE mempunyai kemampuan untuk mencegah reaksi kimia antara bahan pangan yang dikemasnya, sering kali digunakan pada gallon air minum, botol susu bayi dan lainnya. Namun, harus cukup diwaspadai apabila intensitas penggunaan yang terlalu sering dapat meningkatkan terjadinya pelepasan senyawa antimony trioksida. Simbol jenis ke-2 atau HDPE / PE-HD dapat dilihat pada gambar 2.12 dibawah ini.



High Density
Polietilen

Gambar 2.12 Logo PE-HD/HDPE

3. Jenis ke-3 atau *Polyvinyl Chloride* (PVC), jenis plastik yang sangat sulit didaur ulang, reaksi yang ditimbulkan dengan makanan yang dikemas dapat menyebabkan bahaya pada ginjal, hati dan mengganggu berat badan. Oleh karena itu sebisa mungkin untuk dihindari penggunaannya. Simbol jenis ke-3 atau PVC dapat dilihat pada gambar 2.13 dibawah ini.



Polivinil Klorida
(PVC)

Gambar 2.13 Logo PVC

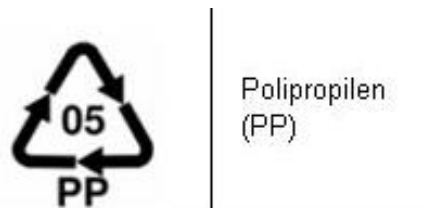
4. Jenis ke-4 disebut *Low Density Polyethylene* (LDPE) atau sering dikenal dengan *Thermoplastic* karena terbuat dari minyak bumi. Dilihat dari sifatnya yang kuat, fleksibel, proteksi tinggi terhadap air dan resistan terhadap senyawa kimia, plastik ini cukup baik digunakan untuk pengemasan makanan karena tidak mudah terjadi reaksi secara kimiawi. Simbol jenis ke-4 atau LDPE / PE-LD dapat dilihat pada gambar 2.14 dibawah ini.



Low Density
Polietilen
(LDPE)

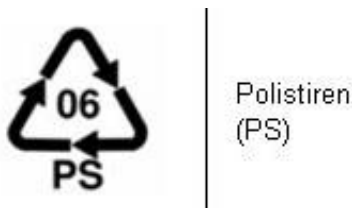
Gambar 2.14 Logo PE-LD/LDPE

5. Jenis ke-5 ini berlogo PP (*Polypropylene*), merupakan jenis plastik yang terbaik untuk digunakan sebagai pengemas makanan atau minuman digunakan sebagai pengemas makanan atau minuman. Dapat dilihat dari karakteristiknya yaitu lebih kuat, daya tembus yang rendah, resistan terhadap lemak dan stabil terhadap suhu tinggi. Simbol jenis ke-5 atau PP dapat dilihat pada gambar 2.15.



Gambar 2.15 Logo PP

6. Jenis ke-6 yang berlogo PS (*Polystyrene*) merupakan salah satu polimer aromatik, dan penggunaannya sangat dihindari karena dapat mengganggu kerja otak akibat senyawa *styrene* yang dikeluarkan, dapat mengganggu kinerja hormon esterogen pada wanita. Simbol jenis ke-6 atau PS dapat dilihat pada gambar 2.16 dibawah ini.



Gambar 2.16 Logo PS

7. Kode angka 7 terdapat 4 jenis bahan yaitu : *Styrene acrylonitrile* (SAN), *Acrilonitrile butadine styrene* (ABS), *Polycarbonate* (PC) dan *Nylon*. Dimana bahan tersebut seringkali dijumpai pada botol minuman, suku cadang mobil, alat rumah tangga, plastik kemasan dan lain-lain. Simbol jenis ke-7 atau ABS / PC dapat dilihat pada gambar 2.17.



Gambar 2.17 Logo PC/ABS

2.6 Pengertian Desain

Desain merupakan sebuah kata yang memiliki banyak bidang dan konteks, seperti desain grafis, desain fashion desain arsitektur, desain rekayasa, desain produk dan sebagainya (Hidayatullah, 2020). Layaknya sebuah konsep, kata desain memperoleh makna dan nilai spesifikasinya bukan hanya lantaran apa yang dirujuknya, melainkan juga istilah-istilah yang memiliki kedekatan secara diferensial, yakni melalui perbedaannya dengan kata yang lain, seperti seni, kriya, rekayasa, dan media massa.

Secara etimologis kata desain bisa berasal dari berbagai bahasa, misalnya saja dalam bahasa Inggris terdapat kata ‘design’, dalam bahasa Italia ‘designo’ atau bahasa Latin, ‘designare’, yang kesemuanya mempunyai arti yang sama yaitu membuat suatu rancangan berupa gambar atau sketsa yang melibatkan unsur-unsur visual seperti garis, bentuk, barik, warna dan nilai.

2.6.1 Tipe Desain

Beberapa desain rekayasa dapat dilakukan untuk berbagai macam alasan, yang dimana alasan tersebut dijadikan beberapa tipe, yaitu :

1. Desain asli, juga disebut desain inovatif. Bentuk desain ini berada di puncak hierarki. Ini menggunakan konsep orisinal dan inovatif untuk mencapai suatu kebutuhan. Terkadang, kebutuhan itu sendiri mungkin asli. Sebuah desain yang asli atau original melibatkan penemuan. Desain orisinal yang sukses jarang terjadi, tetapi ketika itu terjadi, mereka biasanya mengganggu pasar yang ada karena di dalamnya terdapat benih teknologi baru yang memiliki konsekuensi luas. Desain mikroprosesor adalah salah satu desain aslinya.

2. Desain adaptif. Desain ini terjadi ketika tim desain mengadaptasi solusi yang telah diketahui untuk memenuhi kebutuhan yang berbeda untuk menghasilkan aplikasi baru. Misalnya, mengadaptasi konsep pencetakan *ink-jet* ke *spray binder* untuk menahan partikel di tempatnya dalam mesin prototipe cepat. Desain adaptif melibatkan sintesis dan relatif umum dalam desain.
3. Desain ulang. Jauh lebih sering, desain teknik digunakan untuk meningkatkan desain yang sudah ada. Tugasnya mungkin mendesain ulang beberapa komponen dalam produk yang gagal dalam layanan, atau mendesain ulang komponen untuk mengurangi biaya pembuatannya. Seringkali desain ulang dilakukan tanpa mengubah prinsip kerja atau konsep desain aslinya. Misalnya, bentuknya dapat diubah untuk mengurangi konsentrasi tegangan, atau bahan baru diganti untuk mengurangi berat atau biaya.
4. Desain pilihan. Sebagian besar desain menggunakan komponen standar seperti bantalan, motor kecil, atau pompa yang dipasok oleh vendor yang mengkhususkan diri dalam pembuatan dan penjualannya. Oleh karena itu, dalam hal ini tugas desain terdiri dari pemilihan komponen dengan kinerja, kualitas, dan biaya yang dibutuhkan dari katalog vendor potensial.
5. Desain industri. Bentuk desain ini berkaitan dengan peningkatan daya tarik suatu produk terhadap indera manusia, terutama daya tarik visualnya. Meskipun jenis desain ini lebih artistik daripada teknik, ini merupakan aspek penting dari banyak jenis desain. Juga dicakup oleh desain industri adalah pertimbangan tentang bagaimana pengguna manusia dapat berinteraksi dengan produk dengan baik.

2.6.2 Proses Desain dengan Model Komprehensif

Metode Pahl dan Beitz

Perancangan merupakan suatu kegiatan awal dari serangkaian kegiatan dalam proses pembuatan produk. Dalam proses perancangan produk sangat diperlukan suatu gambaran dan konsep yang nantinya digunakan untuk dasar-

dasar dalam melangkah atau bekerja (Vinet & Zhedanov, 2011). *Pahl* dan *Beitz* mengembangkan proses perancangan produk sebagaimana dijelaskan dalam bukunya ; *Engineering Design : A Systematic Approach*, dan metode tersebut akan digunakan dalam proses desain mesin cup sealer otomatis. Tahapan proses desain menurut Pahl dan Beitz terdiri dari 4 tahap yaitu :

a. Perencanaan dan penjelasan tugas

Pada tahap ini meliputi pengumpulan informasi permasalahan serta kendala yang dihadapi, yang kemudian dilanjutkan dengan persyaratan mengenai spesifikasi untuk mendapatkan solusi.

b. Perancangan konsep produk

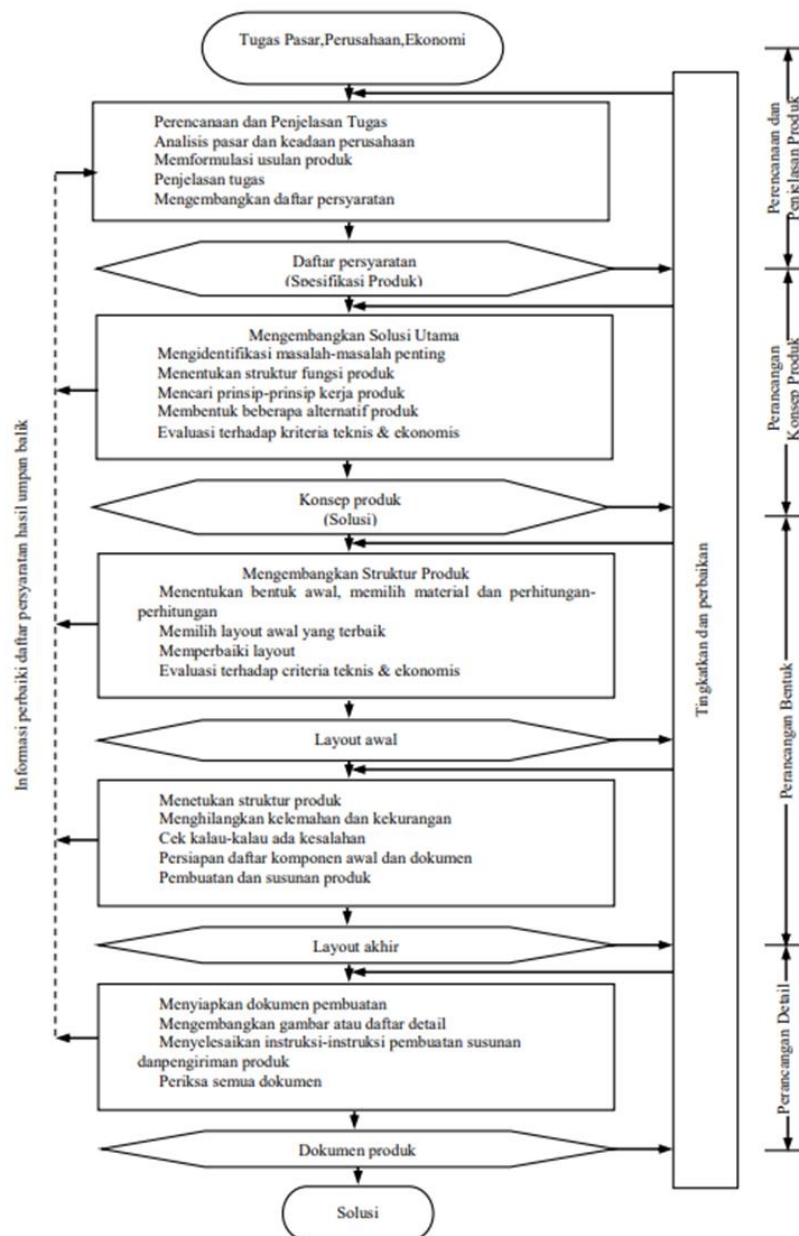
Perancangan konsep memiliki tujuan untuk memberikan beberapa solusi alternatif terhadap konsep produk. Kemudian selanjutnya berdasarkan persyaratan teknis, ekonomis dan lain-lain. Tahapan ini diawali dengan mengenal dan menganalisa spesifikasi produk yang sudah ada. Kemudian hasil analisa spesifikasi produk dilanjutkan dengan memetakan struktur fungsi komponen sehingga dapat disimpulkan beberapa varian solusi pemecahan masalah.

c. Perancangan bentuk produk

Rancangan bentuk membutuhkan beberapa pertimbangan untuk menentukan keputusan atau solusi pada setiap proses perencanaan. Pendekatan konsep yang digunakan ialah pendekatan konsep produk yang memiliki konsep elemen utama yaitu : fungsi, bentuk, dan material.

d. Perancangan detail produk

Perancangan detail produk merupakan hasil keputusan perencanaan berdasarkan tahapan sebelumnya. Luaran atau hasil akhir ini ialah gambaran rancangan lengkap dan spesifikasi produk untuk pembuatan produk. Sebagai konsep utama perancangan metode tersebut, bahwa setiap hasil tahapan berubah setiap saat berdasarkan umpan balik yang diterima dari hasil tahapan-tahapan berikutnya. Berikut ini ialah tahapan proses desain menurut *Pahl* dan *Beitz* dapat dilihat pada gambar 2.18 dibawah ini.



Gambar 2.18 Metode Perancangan Menurut *Pahl* dan *Beitz*

2.7 Pengembangan dan Pemilihan Konsep

2.7.1 Pengembangan Konsep

1. Faktor-faktor yang berpengaruh dalam pengembangan konsep

Secara mendasar terdapat 2 faktor dasar yang mempengaruhi pengembangan sebuah konsep, yakni : faktor dalam (*internal*) dan faktor luar (*eksternal*). Faktor internal merupakan faktor yang dating dari keinginan, hasrat, ide atau gagasan, kemauan dan keinginan dari desainer

(pembuat desain) bersama dengan tim, baik dari bidang produksi serta kontrol kualitas hingga bidang pemasaran. Sedangkan faktor *external* merupakan hal-hal atau faktor yang mempengaruhi keberadaan sebuah produk yang datang dari luar desainer atau tim, seperti tingkat konsumen, keadaan pasar, dan lain sebagainya.

2. Model Pengembangan Konsep

Penggabungan dua faktor yang mempengaruhi pengembangan konsep dari pemakai produk (konsumen) sudah banyak dilakukan pengembangan metodenya atau metode pengembangan konsep, seperti pengembangan konsep model pohon, model kualitatif sesuai dengan kebutuhan, model kombinasi dan model diagram morfologi. Model pengembangan konsep desain yang digunakan pada tugas akhir ini ialah model diagram morfologi

a. Model Diagram Morfologi

Pengembangan konsep dengan model morfologi adalah sebuah model pengembangan dengan memberikan beberapa solusi alternative untuk memenuhi beberapa dari fungsi sub bagian. Solusi yang dimaksudkan ialah sebuah konsep yang disusun secara masing-masing bagian dari produk yang harus dikembangkan secara sistematis menggunakan model morfologi memakai metric seperti pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Pengembangan Konsep Produk dengan Diagram Morfologi

Sub-bagian dengan fungsi	Opsi			
	1	2	m
Sub-f _j	Sub-f _{j1}	Sub-f _{j2}		Sub-f _{jm}
Sub-f _(j+1)	Sub-f _{(j+1)1}	Sub-f _{(j+1)2}		Sub-f _{(j+1)m}
.....
Sub-f _n	Sub-f _{n1}	Sub-f _{n2}	Sub-f _{nm}

Keterangan :

Sub-fj : Sub-bagian dengan fungsi tertentu ($j=1$ hingga $j=n$)

Sub-fnm : Solusi untuk memenuhi fungsi n pada opsi ke m

b. Tahapan Dalam Membuat Diagram Morfologi

Dalam melakukan pembuatan diagram morfologi, ada beberapa tahapan yang harus dilakukan, antara lain :



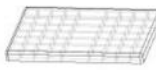








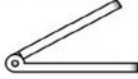


- Menentukan fungsi-fungsi yang ada harus ada disetiap produk
- Membuat daftar fungsi-fungsi, per baris dalam satu chart
- Untuk setiap fungsi , buat daftar yang lebih besar untuk subsolusi.
- Memilih sekumpulan sub solusi yang dapat diterima, satu untuk masing-masing setiap fungsi

c. Hal-hal yang harus diperhatikan dalam pembuatan diagram morfologi







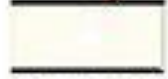


Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam pembuatan diagram morfologi, sebagai berikut :

- Daftar tidak boleh terlalu panjang, akan tetapi harus mencakup fungsi keseluruhan dari produk.
- Ciptakan ide baru, begitupun juga pada solusi yang dimana dapat diekspresikan dengan visual maupun kalimat.
- Jumlah keseluruhan kombinasi bisa jadi sangat banyak, maka buat beberapa batasan yang paling layak dan menarik.
- Beri nama pada setiap kombinasi yang ada sebagai solusi.

Asumsi yang digunakan dalam pengembangan konsep dengan diagram morfologi melalui sebuah pernyataan, bahwasannya produk tersusun oleh sub-bagian dengan fungsi tertentu. Pemenuhan fungsi dirancang solusi dalam beberapa opsi, dimana solusi masing-masing dari sub-bagian diidentifikasi dan kemudian ditentukan kombinasi solusi. Contoh dan metode pengembangan konsep desain dengan diagram morfologi dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

Menumpu/ Menahan	 multipleks	 kayu solid	 papan plastik	
Menyangga	 logam (aluminium/besi)	 kayu solid	 kayu solid	 plastik
Memegang	 penahan kayu	 penahan logam	 penahan plastik	
Memutar	 engsel lebar	 engsel sisi	 snap fit hinge	
Mewadahi	 laci kayu	 laci plastik		

Gambar 2.19 Diagram Morfologi Meja *Portable*

No	Sub komponen	Komponen yang digunakan		
		1	2	3
1	Profil rangka mesin	 Profil L	 Profil Kotak	 Pipa
2	Penggerak	 Motor bensin	 Motor listrik	
3	Sistem transmisi	 Rantai	 Pulley & V-Belt	
4	Pisau	 Pisau Alur tengah	 Pisau kotak	
5	Sistem putaran Pisau	 Putaran vertikal	 Putaran Horizontal	

Gambar 2.20 Diagram Morfologi Mesin Pengiris Singkong

2.7.2 Pemilihan Konsep

Pemilihan konsep berdasarkan matrik keputusan sangat populer dalam perancangan dan pengembangan produk. Konsep ini terbagi atas dua bagian, yakni : penyaringan konsep dan pemilihan konsep. Penyaringan konsep bertujuan untuk meruncingkan atau mengeliminasi jumlah konsep secara cepat dan mengembangkan konsep yang lebih baik untuk di evaluasi pada tahap penilaian konsep. Penilaian konsep bertujuan untuk memilih sebuah konsep menjadi konsep akhir.

a. Penyaringan Konsep

Ada 6 (enam) tahapan untuk menyaring konsep dari sebuah produk yang akan dirancang.

- Persiapan matrik seleksi
- Membuat rata-rata konsep
- Membuat ranking konsep
- Membuat kombinasi dan pengembangan konsep
- Pemilihan satu atau lebih konsep
- Penerimaan hasil dan proses selanjutnya.

Tabel 2.2 Matrik Penyaringan Konsep (Sketsa)

Kriteria Seleksi	Konsep Produk				
	A	B	Referensi	X
1. Fungsi					
2. Geometri					
.....					
.....					
Jumlah + Jumlah – Jumlah 0					
Ranking Dilanjutkan?					

b. Penilaian Konsep

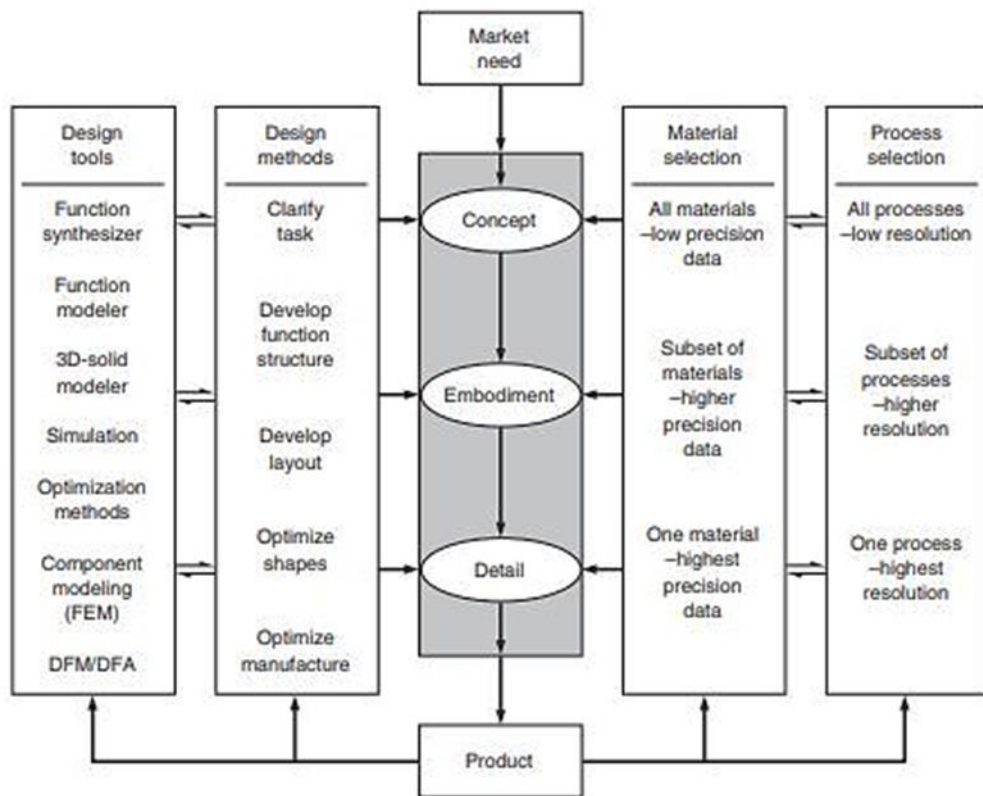
Penilaian konsep merupakan kelanjutan dari langkah penyaringan konsep dalam tahapan seleksi konsep. Bentuk matrik penilaian konsep hampir sama dengan penyaringan konsep, akan tetapi kriteria harus diberi bobot sesuai dengan besarnya kepentingan dan kebutuhan masing-masing kriteria. Langkah penilaian konsep sama dengan penyaringan konsep. Contoh model matrik penilaian konsep ditunjukkan pada tabel 2.3 dibawah ini.

Tabel 2.3 Matrik Penilaian Konsep

Krtieria Seleksi	Bobot (%)	Konsep Produk (A, B, ...) & referensi			
		Rate	Skor bobot	Rate	Skor bobot
Bobot Total Nilai Absolut	100%				

2.8 Bahan Teknik

Bahan atau material merupakan sebuah kebutuhan bagi manusia mulai dari zaman dahulu hingga sekarang. Kehidupan manusia tak luput dari kebutuhan bahan yang digunakan untuk beberapa bidang seperti transportasi, rumah, pakaian, komunikasi dan lain sebagainya. Seperti halnya pada desain produk, pemilihan bahan merupakan hal yang sangat penting dan apabila pemilihan bahan dilakukan secara tidak benar maka tak hanya kegagalan yang terjadi bahkan anggaran biaya yang dibutuhkan juga ikut meningkat. Oleh karenanya pemilihan bahan teknik dipilih sesuai sifat yang dibutuhkan dalam pemrosesan dan hal yang diberikan terhadap sebuah konsep desain. Pada tingkat konsep desain, pada dasarnya semua bahan dan proses dipertimbangkan secara luas. Berikut ini ialah gambar 2.21 jika pemilihan material yang inovatif.



Gambar 2.21 Skema Proses Desain Untuk Pemilihan Bahan

2.8.1 Kriteria Umum Pemilihan Material

Beberapa bahan dipilih sesuai kebutuhan proses maupun pemenuhan sebuah konsep desain (George E. Dieter, 2009), dan berikut ini bahan dipilih berdasarkan empat kriteria umum :

- Karakteristik kinerja (properti)
- Pemrosesan (manufaktur)
- karakteristik Profil lingkungan
- Pertimbangan bisnis

Pemilihan berdasarkan karakteristik kinerja adalah proses pencocokan nilai sifat material dengan persyaratan dan kendala yang dikenakan oleh desain. Pemilihan berdasarkan karakteristik pemrosesan berarti menemukan proses yang akan membentuk bahan menjadi bentuk yang diinginkan dengan cacat minimum dengan biaya paling rendah. Seleksi berdasarkan profil lingkungan difokuskan pada prediksi dampak material sepanjang siklus hidupnya terhadap lingkungan.

2.8.2 Tinjauan Umum Pemilihan Bahan

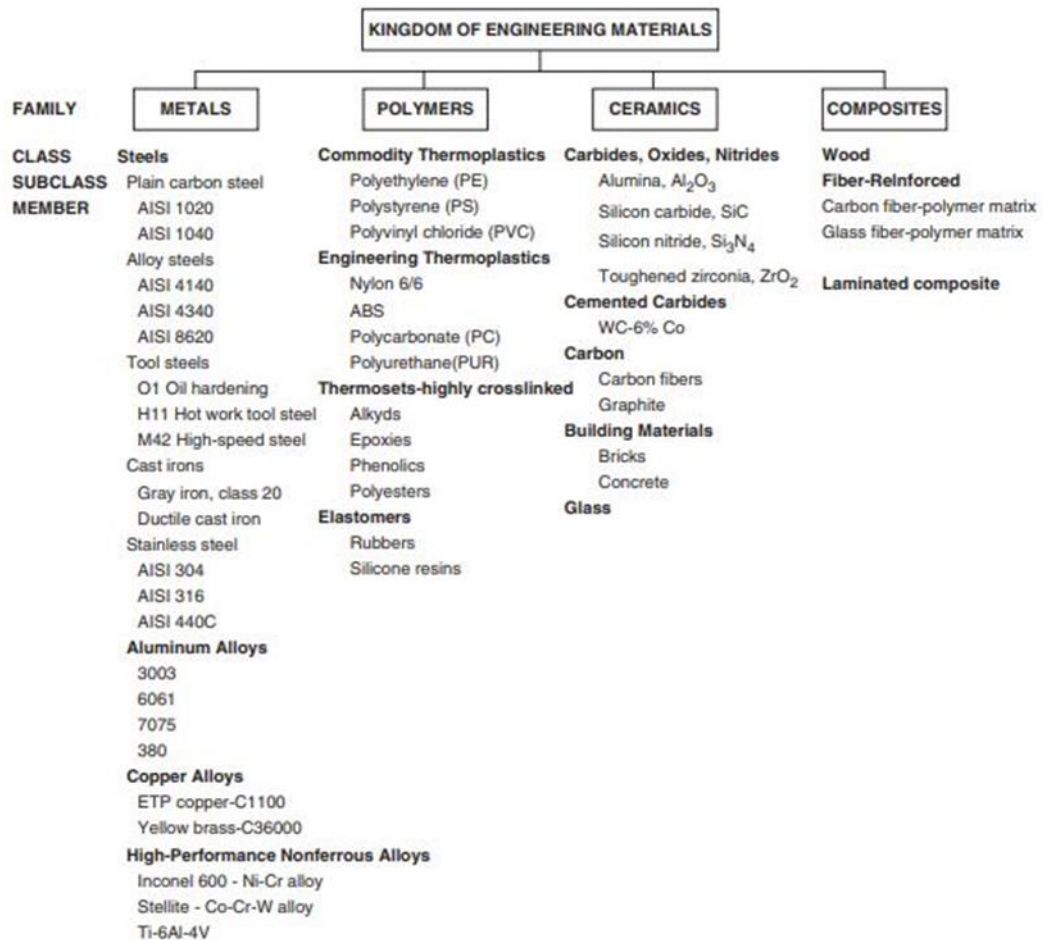
Pemilihan bahan, seperti aspek lain dari desain teknik, adalah proses pengambilan keputusan. Langkah-langkah dalam prosesnya adalah sebagai berikut :

1. Analisis kebutuhan bahan. Tentukan kondisi layanan dan lingkungan yang harus dihadapi produk dengan pemahaman sifat material tersebut.
2. Penyaringan untuk calon bahan. Bandingkan properti yang diperlukan dengan database dari material secara luas untuk pemilihan material yang cocok untuk diaplikasikan. Biasanya, langkah 1 dan 2 dilakukan dalam fase konseptual desain.
3. Analisis bahan calon dalam hal trade-off kinerja produk, biaya, manufakturabilitas, dan ketersediaan untuk memilih bahan terbaik untuk aplikasi. Ini dilakukan dalam fase perwujudan desain.
4. Pengembangan data desain untuk sistem atau komponen penting. Tentukan secara eksperimental sifat-sifat material utama untuk material yang dipilih sehingga memperoleh ukuran kinerja yang baik secara statistik dibawah kondisi spesifik. Tidak selalu diperlukan untuk melakukan langkah ini, tetapi jika memang demikian, biasanya merupakan bagian dari fase desain detail.

2.8.3 Klasifikasi Material

Pembagian material dapat dikategorikan menjadi logam, keramik, dan polimer. Kemudian pembagian lebih lanjut mengarah ke kategori elastomer, gelas, dan komposit. Akhirnya, ada kelas penting secara teknologi dari bahan optik, magnetik, dan semikonduktor. Bahan rekayasa merupakan bahan yang digunakan untuk memenuhi beberapa persyaratan fungsional teknis. Bahan biasanya digunakan untuk menahan gaya atau deformasi dalam struktur teknik disebut bahan struktural. Bahan ini biasanya tidak terdiri dari satu elemen atau satu jenis molekul saja, biasanya banyak elemen ditambahkan bersama dalam logam hingga terbentuk sebuah panduan dengan sifat yang dirancang secara khusus. Sebagai contoh, besi murni (Fe) jarang digunakan dalam bentuk unsur dikarenakan sifatnya, namun apabila dicampurkan dengan

sedikit karbon maka terbentuk baja yang kekuatannya meningkat secara nyata. Pada gambar 2.22 ini merupakan klasifikasi material yang digunakan secara umum.



Gambar 2.22 Material Yang Umumnya Diaplikasikan Pada Struktur

2.8.4 Sifat Mekanik Material

Sifat mekanik menyatakan kemampuan dari suatu material atau komponen yang tersusun dari bahan tersebut untuk menerima beban, gaya, bahkan energi tanpa menimbulkan kerusakan pada bahan/material tersebut (Suarsana, 2017). Seringkali sifat mekanik diartikan sebagai kekuatan dari sebuah material untuk mempertahankan sifatnya. Biasanya pada suatu bahan mempunyai sifat mekanik yang cukup baik, akan tetapi kurang baik dalam sifat lainnya sehingga dilakukan proses secara mekanis maupun kimiawi

untuk menutup kekurangan material tersebut. Seperti contoh pada baja, baja mempunyai sifat mekanik yang baik (apabila sesuai syarat untuk suatu pemakaian) akan tetapi tidak terlalu tahan pada korosi, sehingga biasanya dilakukan pengecatan dan sebagainya untuk meminimalisir korosi pada baja dan mencegah penggantian bahan. Berikut ini beberapa sifat mekanik yang sangat penting pada suatu bahan :

1. Kekuatan (*Strength*) merupakan kemampuan bahan untuk menerima tegangan tanpa menyebabkan kepatahan pada bahan tersebut.
2. Kekerasan (*Hardness*) didefinisikan kemampuan bahan untuk menahan perlakuan fisik dari luar berupa goresan, pengikisan (abrasi), indentasi atau penetrasi.
3. Kekenyalan (*Elasticity*) merupakan kemampuan bahan untuk menerima beban atau tegangan tanpa mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk secara permanen apabila tegangan tersebut ditiadakan.
4. Kekakuan (*Stiffness*) ialah kemampuan bahan menerima tegangan atau beban tanpa terjadinya perubahan bentuk (deformasi) atau defleksi.
5. Plastisitas (*Plasticity*) menyatakan kemampuan bahan untuk mengalami deformasi plastis (permanen) tanpa mengakibatkan kepatahan pada bahan. sifat ini seringkali disebut sebagai keuletan (*ductility*).
6. Ketangguhan (*Toughness*) merupakan kemampuan bahan untuk menyerap energy tanpa menyebabkan kerusakan pada bahan tersebut.
7. Kelelahan (*fatigue*) ialah kecenderungan pada logam untuk patah apabila menerima tegangan secara berulang (*cyclic stress*) yang besarnya masih jauh di bawah batas kekuatan elastiknya.
8. Merangkak (*Creep*) ialah kecenderungan suatu logam untuk mengalami deformasi plastik yang besarnya merupakan fungsi waktu, pada saat bahan tadi menerima beban yang besarnya relative tetap.

Beberapa sifat mekanik diatas juga dapat dibedakan menurut cara pemberian beban terhadap bahannya, yaitu sifat mekanik statis dan sifat mekanik dinamis. Dimana sifat mekanik statis merupakan sifat terhadap beban yang relative tetap atau berubah dengan lambat. Sedangkan sifat

mekanik dinamis merupakan sifat mekanik terhadap beban yang berubah-ubah atau bersifat kejutan.

2.9 Tegangan dan Regangan

2.9.1 Konsep Tegangan (*Stress*)

Tegangan (*Stress*) merupakan besaran pengukuran intensitas gaya atau reaksi dalam yang timbul tiap satuan luas dari permukaan suatu benda (Atmojo, 2012). Satuan dari tegangan dinyatakan dalam *Pound/inch²* (Psi) atau juga dalam satuan internasional *N/mm²* (MPa). Tegangan yang bekerja terhadap permukaan benda dibedakan menjadi 2 yaitu :

1. Tegangan Normal (*Normal Stress*)

Tegangan normal yaitu tegangan yang bekerja secara tegak lurus terhadap permukaan benda. Berikut ini adalah persamaan dari tegangan normal :

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (2.1)$$

σ = Tegangan Normal (N/mm²)

F = Gaya normal yang berkerja (N)

A = Luas penampang/permukaan (mm²)

2. Tegangan Geser (*Shear Stress*)

Tegangan geser adalah tegangan yang bekerja secara sejajar terhadap permukaan benda. Berikut ini adalah persamaan dari tegangan geser :

$$\tau = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (2.2)$$

τ = Tegangan Geser (N/mm²)

F = Gaya yang sejajar terhadap permukaan (N)

A = Luas penampang/permukaan (mm²)

2.9.2 Konsep Regangan

Regangan (*strain*) dinyatakan sebagai perubahan panjang material dibagi dengan panjang awal/semula akibat gaya tarik maupun gaya tekan yang diberikan kepada material (Rozik, 2019). Regangan dapat didefinisikan sebagai tingkat deformasi yang dapat memanjang, memendek, membesar bahkan mengecil. Berikut ini merupakan persamaan dari regangan.

$$\varepsilon = \frac{\delta}{l} \dots \dots \dots (2.3)$$

ε = Regangan normal

δ = Perubahan panjang total

l = Panjang awal/semula (m)

Dalam kasus tertentu, untuk menentukan nilai regangan dari sebuah material tertentu dapat menggunakan persamaan dari *Modulus Elastisitas*. *Modulus Elastisitas* merupakan perbandingan dari nilai tegangan dan regangan yang terjadi pada suatu material. Berikut ini merupakan persamaan dari *Modulus Elastisitas*.

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \dots \dots \dots (2.4)$$

Sehingga,

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E} \dots \dots \dots (2.5)$$

ε = Regangan

σ = Tegangan (Mpa atau N/mm²)

E = *Modulus Elastisitas* (N/m²)

2.9.3 Analisa Von Mises

Von Mises menyatakan bahwa akan terjadi keluluhan apabila *invariant* kedua *deviator* tegangan j_2 melampaui harga kritis tertentu. Dengan kata lain luluh akan terjadi pada energi distorsi ataupun energi regangan geser dari material mencapai suatu nilai kritis tertentu (Atmojo, 2012). Secara sederhana dapat dikatakan bahwa energi distorsi merupakan bagian dari energi regangan total setiap satuan unit volume yang terlibat kedalam perubahan bentuk.

$$J_2 = K^2 \dots \dots \dots (2.6)$$

Dalam ilmu material dan teknik, kriteria luluh *Von Mises* dapat juga didefinisikan sebagai *Von Mises Stress* atau *Equivalent Tensile Stress*, σ_v , nilai tegangan scalar dapat dihitung dari tensor tegangan. Dalam kasus ini, material dinyatakan mulai luluh ketika tegangan *Von Mises* mencapai nilai kritis yang diketahui sebagai *yield strength*. Tegangan *von mises* digunakan

untuk memprediksi tingkat keluluhan suatu material terhadap kondisi pembebanan dari hasil pengujian tarik simple uniaksial.

2.9.4 Displacement

Displacement (Perpindahan) merupakan pergerakan akibat beban yang terdapat pada suatu material/komponen tertentu. Tinggi dan rendahnya nilai pergerakan tergantung pada sejauh mana beban yang diberikan kepada material/komponen tersebut, selain itu kekuatan dari material tersebut akan sangat berpengaruh pada tingkat *displacement* yang terjadi pada material. Jika diberi pembebanan, dan semaik kuat jenis material yang diberi beban maka tingkat *displacement* yang terjadi akan semakin kecil (Rozik, 2019).

2.9.5 Faktor Keamanan (*Safety Factor*)

Faktor keamanan (*Safety Factor*) merupakan faktor yang digunakan memprediksi serta mengevaluasi keamanan dari suatu bagian mesin. Untuk menghindari terjadinya kegagalan struktur (*Structure-failure*) maka kekuatan sebenarnya dari suatu material haruslah melebihi kekuatan yang dibutuhkan (Diinil Mustaqiem, 2020). Berikut ini beberapa persamaan yang dijadikan patokan untuk menentukan faktor keamanan.

1. Jika patokan adalah nilai dari *yield strength* digunakan,

$$SF = \frac{\text{yield strength}}{\text{maximum von mises stress}} \dots \dots \dots (2.7)$$

2. Jika patokan adalah nilai dari *Ultimate tensile strength* digunakan

$$SF = \frac{\text{ultimate tensile strength}}{\text{maximum principal stress}} \dots \dots \dots (2.8)$$

Untuk menentukan nilai faktor keamanan yang digunakan pada suatu struktur yang akan dirancang dapat menggunakan beberapa aturan berikut ini untuk menentukan rentang faktor keamanan.

1. Bahan – bahan ulet

- A. η (nilai faktor keamanan) = 1,25 – 2,0 digunakan untuk perancangan sebuah struktur yang menerima beban statis dengan tingkat kepercayaan yang tinggi untuk semua data perancangan.

- B. η (nilai faktor keamanan) = 2,0 – 2,5 digunakan untuk perancangan elemen atau komponen mesin atau struktur yang menerima beban secara dinamis (tidak stabil) dengan tingkat kepercayaan rata-rata untuk semua data perancangan.
 - C. η (nilai faktor keamanan) = 2,5 – 4,0 digunakan untuk perancangan struktur statis atau elemen-elemen mesin/struktur yang menerima pembebanan secara dinamis dengan ketidakpastian mengenai beban, sifat-sifat material, analisa tegangan bahkan lingkungan.
 - D. η (nilai faktor keamanan) = 4,0 atau lebih, digunakan untuk perancangan struktur statis atau elemen-elemen atau komponen mesin yang menerima pembebanan secara dinamis dengan ketidakpastian mengenai beberapa kombinasi beban, sifat-sifat material, analisa tegangan dan lingkungan.
2. Bahan – bahan getas
- A. η (nilai faktor keamanan) = 3,0 – 4,0, digunakan untuk perancangan struktur yang menerima beban statis dengan tingkat kepercayaan tinggi untuk semua data perancangan.
 - B. η (nilai faktor keamanan) = 4,0 – 8,0, digunakan untuk perancangan struktur statis atau elemen-elemen dan komponen mesin yang menerima pembebanan dinamis dengan ketidakpastian mengenai beban, sifat-sifat material, analisa tegangan ataupun lingkungan.

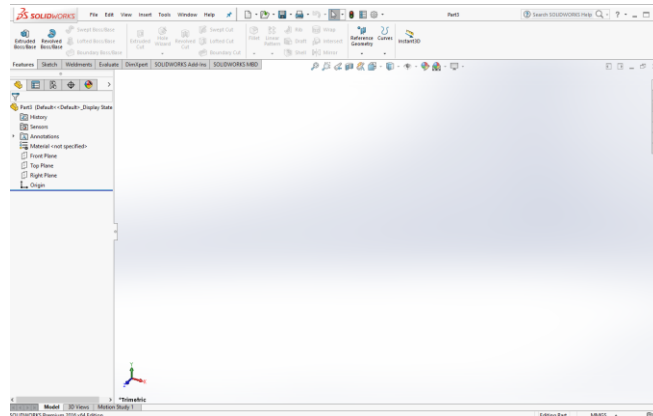
2.10 Software Solidworks

Solidworks merupakan salah satu aplikasi CAD *Software* yang dibuat oleh *Dassault Systemes*. Dimana *Software Solidworks* digunakan untuk merancang desain 2D (tampilan *drawing*) yang merupakan desain sebelum part asli dibuat, bahkan untuk merancang bagian dan susunan part permesinan yang berupa tampilan 3D yang merupakan hasil presentasi dari tampilan 2D.

Solidworks pada saat ini sudah digunakan oleh lebih dari 4 juta insinyur dan desainer lebih dari 80.000 perusahaan yang ada di seluruh dunia. Dahulu di Indonesia para insinyur atau desainer bahkan pihak individu lebih nyaman dengan *Autocad* untuk membuat desain perancangan sebuah gambar teknik, namun sejak

saat *solidworks* dikenal, *Autocad* sudah jarang digunakan untuk menggambar bentuk 3D (Sinaga, 2019).

2.10.1 Tampilan Dasar *Solidworks*

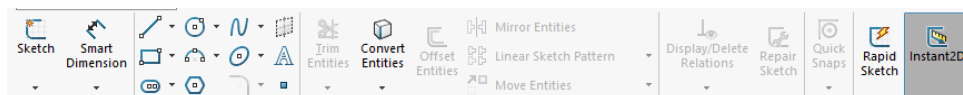


Gambar 2.23 Tampilan Jendela Awal *Solidworks*

Gambar diatas merupakan gambaran dari tampilan dasar jendela *Solidworks software* sebelum dijalankan. Selain itu, terdapat banyak fitur-fitur yang disediakan untuk memberikan kesan pengalaman serta penunjang untuk proses desain yang lebih luas dan mendalam.

2.10.2 Menggambar 2D dengan *Basic Sketch*

Sketch merupakan fitur yang paling mendasar dalam pembuatan sebuah benda/objek pada *software solidworks*. Pada menu *sketch* tercantum berbagai macam dan sunksi perintah dasar dalam proses pembuatan *sketch*. Perintah dasar tersebut meliputi *line*, *centerline*, *arc*, *rectangle*, *polygon* dan masih banyak lainnya. Pada baris perintah (*command*) yang terdapat pada menu *sketch* dikategorikan menjadi 2 bagian utama yakni *command draw* dan *command modify*. Berikut ini merupakan tampilan perintah yang terdapat pada menu *sketch* yang ditunjukkan pada gambar 2.23.

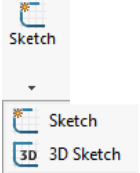
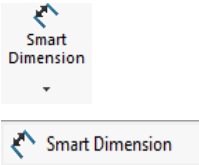
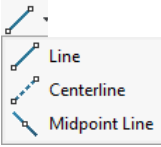
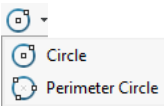


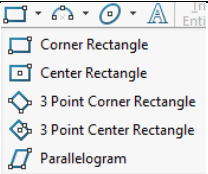
Gambar 2.24 Tampilan Perintah Menu *Sketch*

1. Command Draw

Command draw merupakan perintah dasar yang digunakan untuk membuat dan menggambar sebuah benda/objek gambar pada *sketch*. Beberapa perintah utama pada menu *command draw* dapat dilihat pada tabel 2.4.

Tabel 2.4 Tabel Perintah Utama Pada Menu *Command Draw*



No.	Toolbar	Commad	Fungsi
1		<i>Sketch</i>	Untuk membuat 2D <i>sketch</i> .
		<i>3D Sketch</i>	Untuk membuat 3D <i>sketch</i> .
2		<i>Smart Dimension</i>	Untuk membarikanatau menentukan ukuran dasar pada suatu <i>skecth</i> .
3		<i>Line</i>	Untuk membuat garis lurus.
		<i>Centerline</i>	Untuk membuat garis putus-putus atau garis tengah.
		<i>Midpoint Line</i>	Untuk membuat garis lurus yang bersumbu pada titik tengah garis yang dibuat.
4		<i>Circle</i>	Untuk membuat lingkaran dengan titik tengah sebagai acuan.
		<i>Parameter Circle</i>	Untuk membuat bentuk lingkaran dengan titik acuan pada <i>skecth</i> tertentu.
5	<i>Rectangle</i>	<i>Corner Rectangle</i>	Untuk membuat bentuk segi empat dengan menentukan 2 titik diagonal.

	<i>Center Rectangle</i>	Untuk membuat bentuk segi empat berdasarkan titik pusat sebagai acuan.
	<i>3 Point Corner Rectangle</i>	Untuk membuat bentuk segi empat berdasarkan diagonal dengan 3 acuan titik.
	<i>3 Point Center Rectangle</i>	Untuk membuat bentuk segi empat berdasarkan pusat bangun dan 2 titik acuan diagonal dan jarak garis terhadap titik tengah.
	<i>Parallelogram</i>	Untuk membuat bentuk jajar genjang yang berdasarkan 3 titik acuannya.

2. Command Modify

Command modify merupakan menu perintah yang berfungsi untuk membuat benda/objek dengan cara memodifikasi atau memanipulasi *sketch* yang sudah ada. Berikut ini beberapa perintah yang dikategorikan dalam *command modify* dapat dilihat pada tabel 2.5.

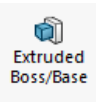
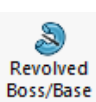
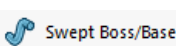
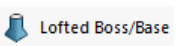
Tabel 2.5 Perintah Pada Menu *Command Modify*

No.	Toolbar	Command	Fungsi
1	 Mirror Entities	<i>Mirror Entities</i>	Untuk membuat bentuk geometri yang dicerminkan dari bentuk <i>sketch</i> yang dipilih dengan menentukan garis pencerminan.
2	 Offset Entities	<i>Offset Entities</i>	Untuk membuat bentuk geometri yang sebangun dan sejajar dengan objek yang dipilih dengan menentukan jarak tertentu dari objek aslinya.

2.10.3 Pembuatan Desain 3D dengan *Part Modeling*

Part merupakan ruang gambar untuk pemodelan 3D komponen suatu objek gambar. Dasar dari pembuatan sebuah *part* ialah gambar *sketch*. Setelah proses pembuatan *sketch* selesai, selanjutnya menu *sketch* secara otomatis akan beralir ke menu *features*. Menu *features* merupakan menu dengan barisan perintah untuk memberikan/menjadikan *sketch* ke bentuk 3D. berikut ini beberapa *command* yang terdapat pada menu *features* dapat dilihat pada tabel 2.6.

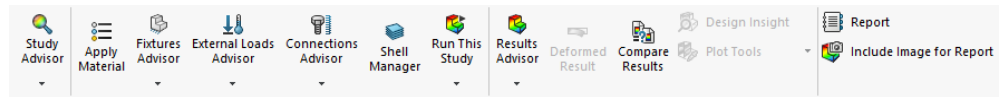
Tabel 2.6 Beberapa *Command* Menu *Features*

No.	Toolbar	Command	Fungsi
1	<i>Extrude</i> 	<i>Extruded Boss/Base</i>	Untuk memberikan tinggi, tebal, atau kedalaman dari sebuah profil tertutup dengan ukuran tertentu
2	<i>Revolve</i> 	<i>Revolved Boss/Base</i>	Untuk membuat bentuk silindris dengan cara memutar suatu bentuk profil terhadap sumbu yang ditentukan
3	<i>Swept</i> 	<i>Swept Boss/Base</i>	Untuk membuat objek yang terbentuk dari <i>sketch</i> atau profil terhadap garis edar yang ditentukan
4	<i>Loft</i> 	<i>Lofted Boss/Base</i>	Untuk membuat objek dengan perpaduan beberapa bentuk atau potongan yang berbeda

2.10.4 Proses *Solidworks Simulation*

Solidworks simulation merupakan salah satu *toolbar solidworks* yang berfungsi untuk meragakan dan memberikan simulasi benda kerja yang telah dirancang (digambar) dalam *solidworks* yang bertujuan untuk mengetahui sifat mekanik benda kerja. sifat mekanik benda kerja yang di simulasikan seperti kekuatan, tegangan, ketangguhan, kekuatan lulus, kekerasan dan faktor keamanan (*Safety factor*) dari benda kerja. *Solidworks simulation* selain dapat untuk mengetahui sifat mekanik benda kerja, *solidworks simulation*

juga dapat meragakan/memberikan simulasi aliran fluida (*flow effect*) dan perpindahan panas (*thermal effect*) dari benda kerja. Perintah *solidworks simulation* ditunjukkan pada gambar 2.24.



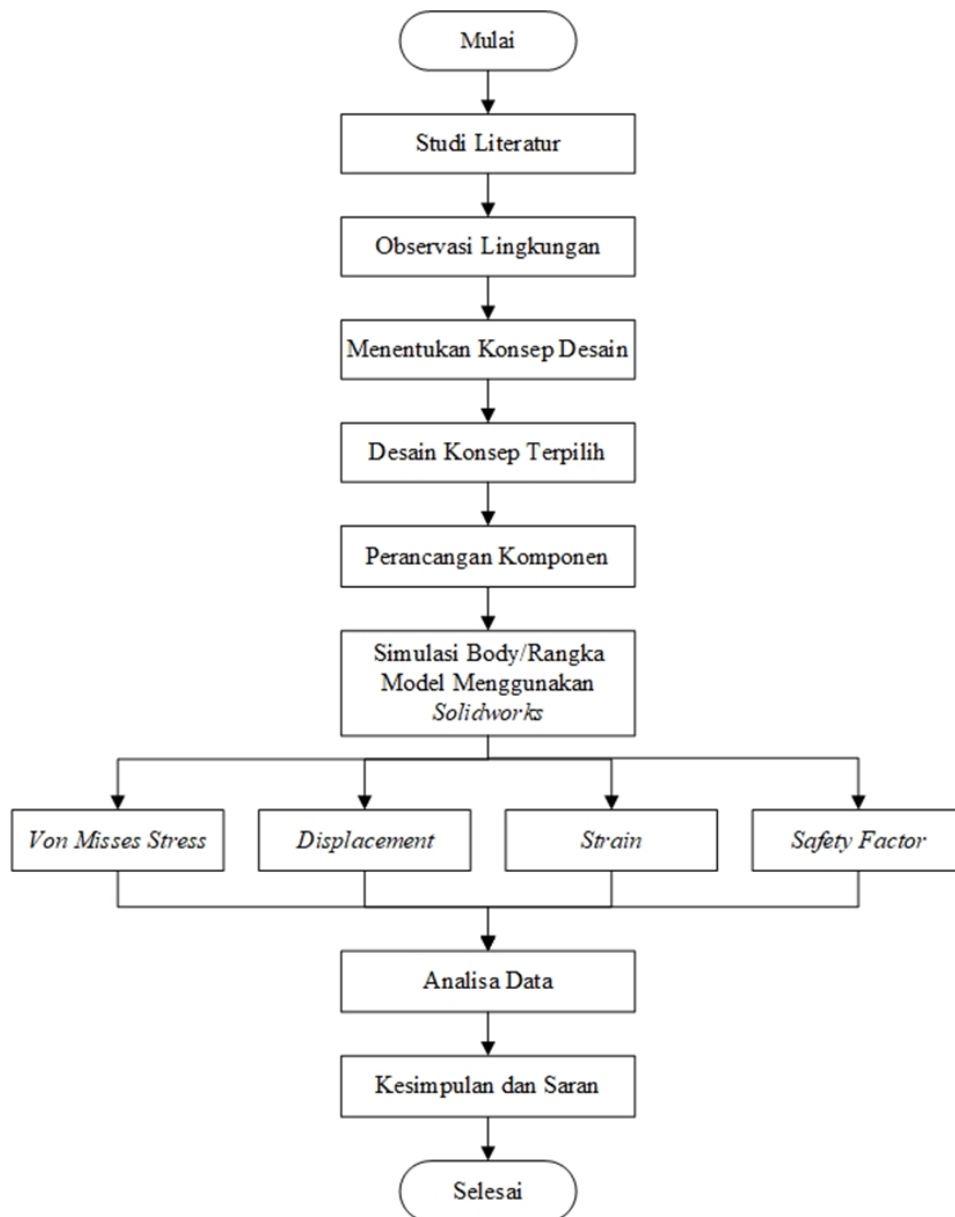
Gambar 2.25 Perintah Menu *Solidworks Simulation*

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Metodologi yang digunakan pada proses menyusun serta proses urutan pada saat penelitian ini digambarkan dalam diagram alir (*flowchart*). Berikut ini merupakan diagram alir penelitian yang dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut :



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Studi Literatur

Studi literatur menjelaskan tentang proses pengumpulan data serta mengenai pengembangan penelitian terkait desain mesin *cup sealer* gelas plastik atau mesin press gelas plastik. Studi literatur ini diperoleh dari berbagai sumber, seperti jurnal referensi, buku, karya tulis, tugas akhir yang berkaitan, serta jejaring internet dan observasi terhadap lingkungan mengenai komponen-komponen pendukung yang berkaitan pada proses pengembangan desain mesin *cup sealer* semi otomatis.

3.3 Observasi Lingkungan

Observasi lingkungan ini meliputi tinjauan serta pengamatan pada kondisi lingkungan yang berkaitan dengan proses desain mesin *cup sealer* semi otomatis. Beberapa hal yang meliputi observasi lingkungan untuk proses desain ialah pengamatan pada mesin *cup sealer* manual, jenis dan macam gelas plastik yang digunakan, ketersediaan bahan baku berupa komponen atau material benda yang akan dirancang dan sebagainya.

3.4 Menentukan dan Memilih Konsep desain

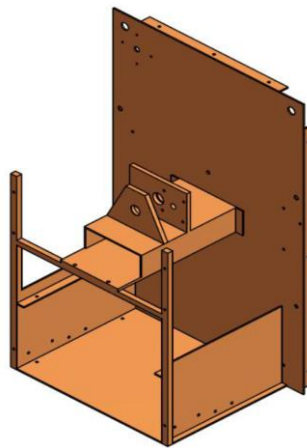
3.5.1 Referensi

Pengembangan konsep mesin penyegel tutup gelas (*cup sealer*) semi otomatis ini berdasarkan konsep referensi, yaitu mesin penyegel tutup gelas (*cup sealer*) manual yang seringkali dijumpai disekitar kita. Konsep tersebut merupakan referensi utama untuk melakukan rancangan pengembangan sehingga menjadi konsep yang baru. Pada gambar 3.2 dibawah merupakan model atau konsep mesin penyegel tutup gelas manual yang sering dijumpai disekitar.



Gambar 3.2 Mesin Penyegel Tutup Gelas Manual

Referensi selanjutnya merupakan hasil penelitian yang dilakukan oleh (Rahman & Sakti, 2014), dimana didalam penelitian tersebut membahas tentang “RANCANG BANGUN MESIN CUP SEALER OTOMATIS”. Konsep referensi yang diambil ialah model rangka mesin cup sealer seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.3. Selain itu nantinya juga ada sedikit penambahan yaitu berupa penambahan pipa aliran untuk mengisi air kedalam gelas sebelum di segel/tutup serta perbuahan sedikit pada mekanisme noken (penerus putaran motor untuk melakukan proses pengepressan). Penambahan beberapa komponen pada konsep ialah digunakan untuk menindaklanjuti penelitian dari (Tjahjanti & Ernanda, 2021b) dimana air bersih siap minum nantinya siap didistribusikan.

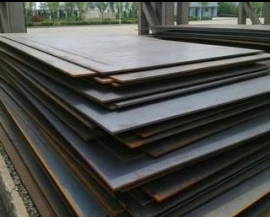
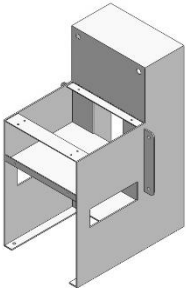
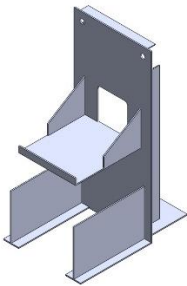
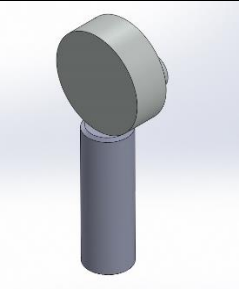
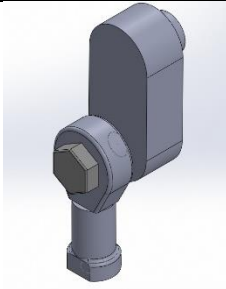
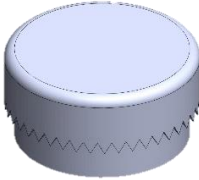
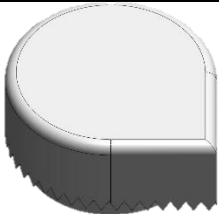
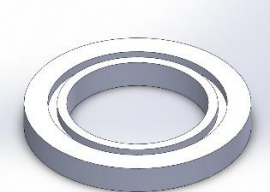
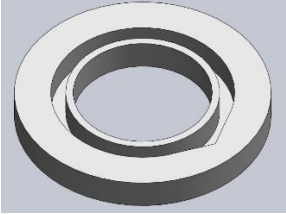


Gambar 3.3 Konsep Rangka
(Rahman & Sakti, 2014)

3.5.2 Penentuan Konsep

Berdasarkan hasil dari pengumpulan informasi terhadap studi literatur serta pelaksanaan observasi lapangan, maka akan disusun konsep desain menjadi dasar pengembangan dan perancangan, sehingga mendapatkan desain yang sesuai dengan harapan atau tujuan penelitian. Adapun tabel morfologi (*morphological chart*) yang digunakan sebagai pemaparan ruang pencarian untuk solusi desain ataupun kombinasi ide dari desain yang akan ditunjukkan pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Tabel Morfologi Konsep Desain

Option Topic	1	2
A. Material untuk <i>Body</i>	 <p>ASTM A36</p>	
B. Model <i>Body</i>		
C. Mekanisme Noken untuk Penyegelan		
D. <i>Cutter</i> <i>press</i> untuk Pemotong <i>Lid</i>		
E. <i>Ring Press</i> untuk Dudukan Gelas		

3.5.3 Pemilihan Konsep

Berdasarkan hasil dari observasi yang sudah dilakukan serta menyaring dan memaparkan beberapa pilihan konsep yang dimana akan dilakukan kombinasi untuk mendapatkan sebuah solusi. Oleh karenanya beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam proses desain pengembangan mesin *cup sealer* semi otomatis, yaitu :

1. Proses perancangan dapat dilakukan dengan lebih mudah.
2. Desain disesuaikan dengan komponen tambahan serta kekuatan rangka yang terpilih.
3. Pemilihan bahan disesuaikan kebutuhan.
4. Komponen dan material mudah didapatkan

3.5 Perancangan Komponen

Setelah dilakukan pemilihan konsep desain, berikutnya dilakukan proses perancangan komponen yang ditampilkan dalam bentuk sebuah konsep desain. Dimana komponen yang dirancang ialah :

1. Komponen *Body* mesin *cup sealer*.
2. Komponen motor untuk proses *sealing*
3. Komponen *cutter press* (pemotong plastik saat di segel)
4. Komponen *ring* untuk cup gelas.
5. Komponen tambahan lainnya

3.6 Simulasi Pembebanan Statik pada *Body*

Dari konsep desain yang terpilih pada gambar diatas nantinya akan dilakukan simulasi dengan menggunakan *Solidworks Simulation*. Simulasi pembebanan statik nantinya akan menunjukkan hasil *Von Misses Stress*, *Displacement*, *Strain*, dan *Factor of Safety (FOS)*. Selain itu, *body* tersebut sudah menjadi kesatuan dengan rangka dan material atau bahan yang dipilih ialah ASTM A36. Pemilihan material ini juga didasari dengan beberapa pertimbangan dan melihat dari material properties (properti bahan) dari bahan tersebut yang ditunjukkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 3.2 Material Properties

Nama Material	<i>Shear Modulus</i>	<i>Yield Strength</i>	<i>Tensile Strength</i>	<i>Mass Density</i>
ASTM A36	79300 MPa	250 MPa	400 MPa	7850 kg/m ³

Prinsip-prinsip dasar yang digunakan adalah sebagai berikut :

➤ Tegangan (*Stress*) :

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (2.1)$$

σ : Tegangan

F : Gaya yang bekerja

A : Luas area penampang

➤ Regangan (*Strain*) :

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E} \dots \dots \dots (2.5)$$

ε : Regangan

σ : Tegangan

E : Modulus Elastisitas

➤ *Safety Factor / Factor of Safety(FOS):*

$$(n) = \frac{S}{\sigma} \dots \dots \dots (3.1)$$

n : Nilai *Safety Factor*

S : Kekuatan bahan

σ : Tegangan

3.7 Detail Design

Detail Design (desain lengkap) merupakan hasil dari proses perancangan dari komponen hingga *body* mesin *cup sealer* yang nantinya akan dikerjakan dan dikembangkan menggunakan aplikasi *Solidworks*.

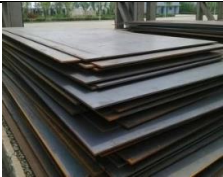
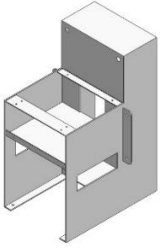
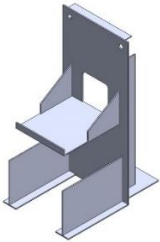
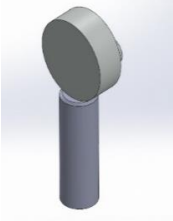
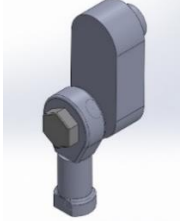
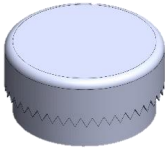
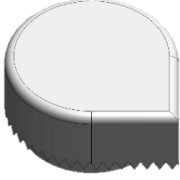
BAB IV


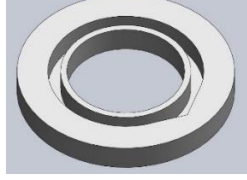
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pembahasan Konsep Desain

Pemilihan konsep dilakukan setelah mempertimbangkan kebutuhan yang sebelumnya ditentukan. Untuk menentukan banyaknya konsep yang dapat dihasilkan dari tabel morfologi yang ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.1 Diagram Morfologi

<i>No</i>	<i>Option</i>	1	2
1.	Material untuk <i>Body</i>	 <p style="text-align: center;">ASTM A36</p>	
2.	Model <i>Body</i>		
3.	Mekanisme Noken untuk Penyegekan		
4.	<i>Cutter press</i> untuk Pemotong <i>Lid</i>		

5.	Ring Press untuk Dudukan Gelas		
----	--------------------------------	---	---

Dari pemaparan tabel/diagram morfologi diatas, telah ditentukan jumlah konsep desain yang terpilih sebanyak 2 konsep desain, yaitu konsep desain A dan konsep Desain B. Pada kedua konsep memiliki perbedaan dan keunggulan masing-masing.

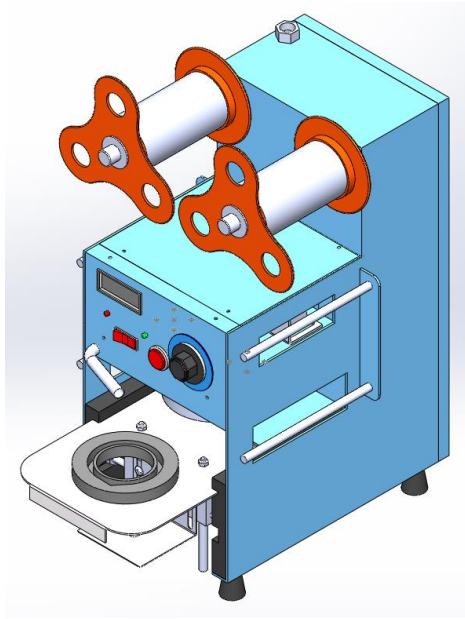
A. Konsep Desain A

Pada konsep desain A dipilih beberapa opsi yang ditunjukkan pada gambar 4.1 dibawah ini.



Gambar 4.1 Diagram Alir Pemilihan Konsep 1

Setelah beberapa model konsep terpilih, konsep pertama (Konsep A) pada bagian *body* digunakan model 1 dengan material utama yaitu plat ASTM A36. Kemudian untuk mekanisme noken untuk memindahkan tenaga motor menjadi tenaga penyeselan dipilih model 2. Kemudian bentuk pemotong plastik *lid* (plastik segel) dipilih bentuk model ke 2, dan tentunya pada model dudukan untuk gelas plastik sendiri dipilih model ke 2 juga. Bentuk ini dipilih untuk memberikan kesan berbeda dengan mesin penyesel gelas lainnya. Berikut ini merupakan desain konsep A mesin penyesel semi otomatis yang ditunjukkan pada gambar 4.2 dibawah ini.



Gambar 4.2 Desain Konsep A

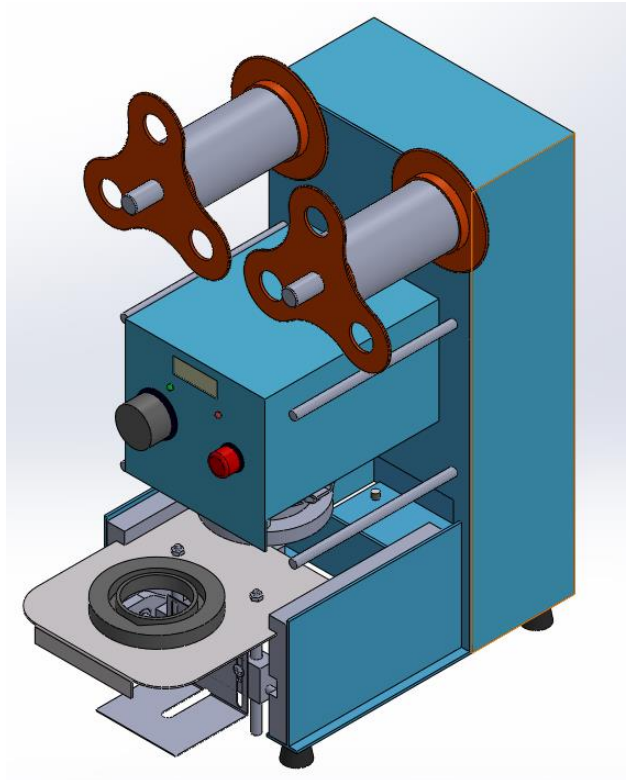
B. Konsep Desain B

Pada konsep desain B dipilih beberapa opsi yang ditunjukkan pada gambar 4.3 dan juga sekaligus desain dari konsep pada gambar 4.4 dibawah ini.



Gambar 4.3 Diagram Alir Pemilihan Konsep 2

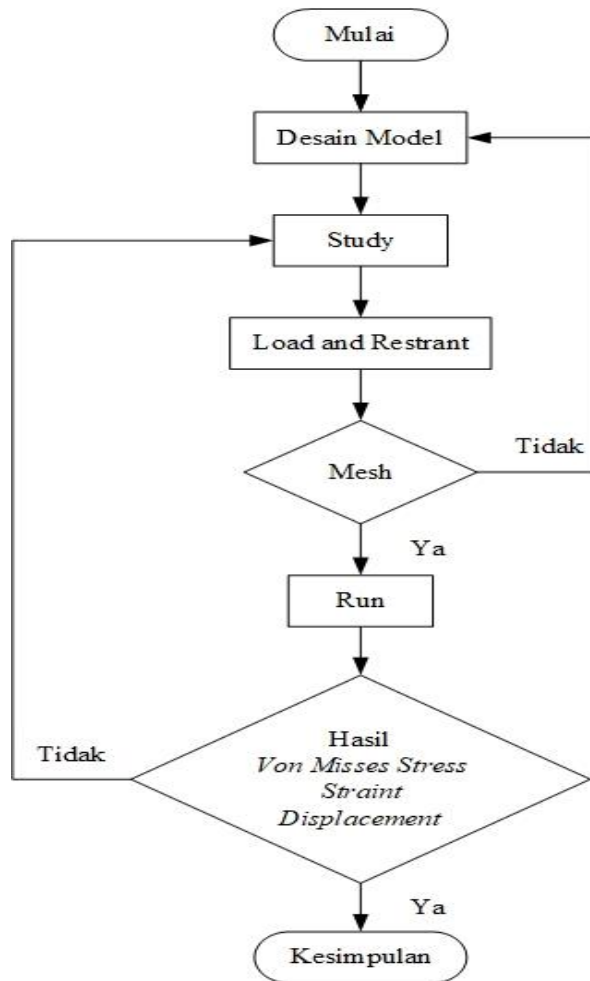
Setelah beberapa model konsep terpilih, konsep pertama (Konsep B) pada bagian *body* digunakan model 2 yang memiliki desain sedikit lebih ramping pada bagian dudukan motor dengan material utama yaitu plat ASTM A36. Kemudian untuk mekanisme noken untuk memindahkan tenaga motor menjadi tenaga penyegelan dipilih model 1. Kemudian bentuk pemotong plastik *lid* (plastik segel) dipilih bentuk model ke 2, namun pada model dudukan untuk gelas plastik sendiri dipilih model ke 1. Bentuk ini dipilih untuk memberikan sedikit kesan berbeda dengan mesin penyegel gelas lainnya. Berikut ini merupakan desain konsep B mesin penyegel semi otomatis yang ditunjukkan pada gambar 4.4 dibawah ini.



Gambar 4.4 Desain Konsep B

4.2 Analisa Statik Kekuatan Material Pada *Body*

Hasil dari analisa statik pada desain *body* mesin *cup sealer* semi otomatis meliputi tegangan *von mises*, regangan, perpindahan (*displacement*) dan *safety factor* dari suatu stuktur dengan menggunakan *software Solidworks Simulation 2016*. Dimana hasil analisa berupa nilai maksimum dan minimum yang dapat dilihat langsung pada tampilan *Solidworks Simulation 2016*. Berikut ini ialah langkah – langkah analisa/simulasi statik yang ditunjukkan pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Diagram Alir Analisa Statik dengan *Solidworks* 2016

Pengujian *body* mesin *cup sealer* semi otomatis menggunakan *software Solidworks Simulations* 2016 dengan pemberian beban statik pada tempat dudukan motor AC, besar beban maksimal yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.2 Beban Maksimal yang Diberikan Pada Simulasi

No	Jenis Beban	Berat Beban
1.	Motor AC (diasumsikan)	1,5 Kg
2.	Komponen pendukung	0,5 Kg
	Total	2 Kg

Berdasarkan tabel diatas diketahui tabel beban statik sebesar 2 Kg, jika dikonversikan menjadi satuan *Newton* maka diperoleh total dari beban statik sebesar 19,6 *Newton*.

Langkah – langkah analisis statik *body* mesin *cup sealer* semi otomatis dengan *Software Solidworks Simulation* 2016 adalah sebagai berikut :

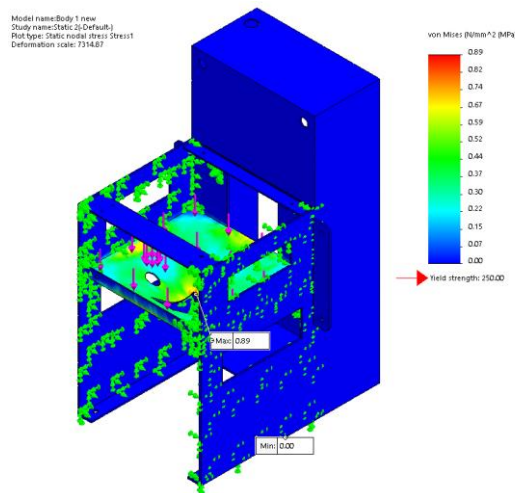
1. Aktifkan fitur simulasi pada program *Solidworks* 2016 dengan klik *Options* dan pilih *Add-ins* centang bagian *Solidworks Simulations* dan klik *OK*.
2. Pada *Command Manager* pilih tab *Simulation _ Study Advisor _ New Study*.
3. Kemudian ganti nama *Study 1* dengan nama *Analisa Statik Body Mesin Cup Sealer Semi Otomatis* lalu klik centang warna hijau.
4. Klik kanan pada menu *Fixtures _ Fixed Geometry* kemudian tentukan lokasi tumpuan (*Restrain*) pada bidang vertikal permukaan *body* dengan cara mengklik permukaan tersebut kemudian klik centang warna hijau.
5. Klik kanan pada *External Load* klik *Force*. Kemudian klik pada *Force/Torque* setelah itu klik bagian/permukaan yang akan menerima beban, kemudian masukkan nilai gaya beban statik sebesar 19,6 N kemudian klik *OK*.
6. *Meshing* merupakan proses membagi-bagi model atau benda menjadi beberapa elemen yang dibatasi oleh suatu *boundary*. Tipe mesh yang digunakan adalah *Solid Mesh*. Klik kanan pada menu *Mesh _ Create Mesh* centang warna hijau kemudian biarkan proses *meshing* selesai.
7. Setelah proses *Meshing* selesai Klik menu *Run* pada *Command Manager* untuk menjalankan proses simulasi analisa statik guna memperoleh tegangan *von mises*, regangan, dan perpindahan dari *body* mesin *cup sealer* semi otomatis.

4.2.1 Analisa Statik Kekuatan Material *Body 1*

A. Tegangan *Von Misses* (*Von Misses Stress*)

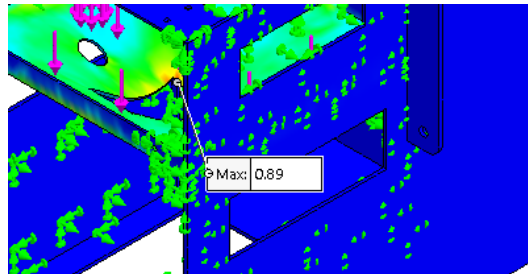
Metode *Von Misses* memiliki keakuratan prediksi yang lebih besar dibandingkan dengan metode lain, karena melibatkan tegangan tiga dimensi. Tegangan *von mises* itu sendiri merupakan kriteria kegagalan untuk material ulet. Untuk menentukan konstruksi dari material tersebut dinyatakan aman atau tidak dapat menggunakan analisis ini dimana jika tegangan *von mises*

lebih kecil dari *Yield Strenght* material yang digunakan maka kekuatan struktur tersebut aman, seperti di tunjukkan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Tegangan *Von Misses* Pada *Body 1*

Dari analisa tersebut dapat diketahui bahwa *Body 1* untuk Mesin *cup sealer* semi otomatis mengalami tegangan maksimal sebesar $0,89 \text{ N/mm}^2$. Untuk letak tegangan maksimal ditunjukkan pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Tegangan Maksimal *Body 1*

Sedangkan tegangan minimal sebesar 0.01 N/mm^2 yang letaknya ditunjukkan pada gambar dibawah 4.8 Dibawah ini.



Gambar 4.8 Tegangan Minimal *Body 1*

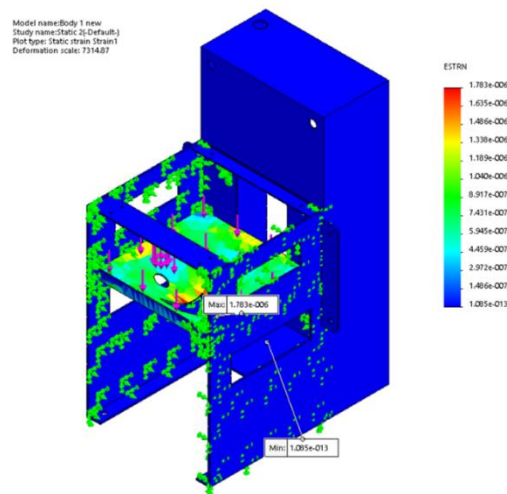
B. Regangan (*Strain*)

Analisa regangan yang terjadi pada model desain *body 1* merupakan tegangan dan regangan yang digunakan sebagai pembanding atas regangan dan defleksi yang terjadi. Dari hasil perhitungan untuk nilai regangan dan defleksi maksimal diijinkan :

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E}$$

$$\varepsilon = \frac{0,89}{200 \times 10^3}$$

$$\varepsilon = 4,45 \times 10^{-6}$$

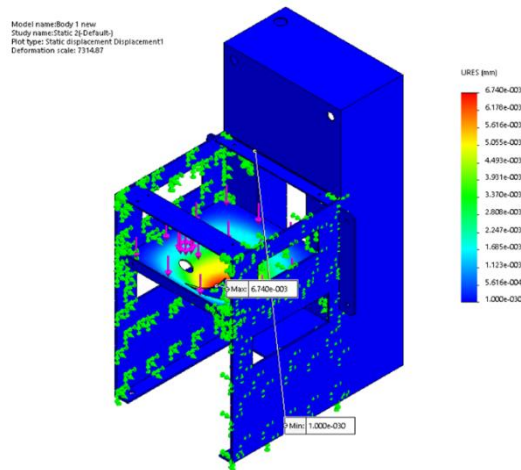


Gambar 4.9 Hasil Analisa Regangan dengan *Software* pada *Body 1*

Dari hasil analisa *software* pada gambar 4.9 didapat nilai regangan maksimal sebesar $1,783 \times 10^{-6}$. Dari hasil perhitungan nilai regangan maksimal yang diijinkan adalah $4,45 \times 10^{-6}$. Sehingga nilai maksimal dari hasil analisa/simulasi lebih kecil daripada regangan ijin yang diberikan berarti bahwa komponen aman.

C. Perpindahan (*Displacement*)

Perpindahan atau defleksi maksimum yang terjadi sebesar $6,74 \times 10^{-3}$ mm dan perpindahan minimum terjadi sebesar $1,000 \times 10^{-30}$ mm. untuk lebih jelasnya ditunjukkan pada gambar 4.10 dibawah ini.



Gambar 4.10 Hasil Analisa Perpindahan (*Displacement*) pada *Body 1*

D. Faktor Keamanan (*Safety Factor*)

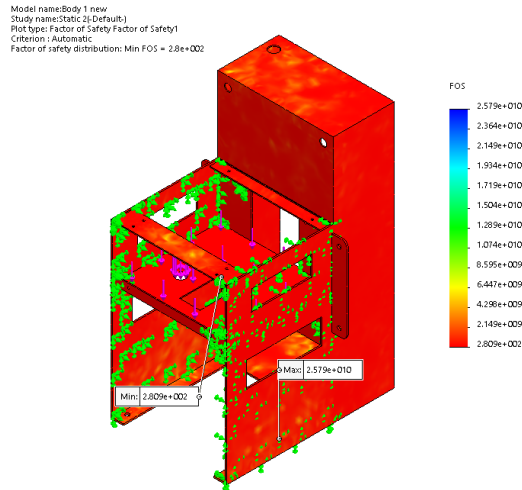
Dari analisa yang telah dilakukan pada *body 1* mesin *cup sealer* semi otomatis, diketahui tegangan-tegangan antara daerah yang mempunyai tegangan terendah sampai tegangan tertinggi guna menentukan faktor keamanan (*safety factor*) agar suatu desain dikatakan aman apabila nilainya lebih dari 1 atau tidak aman jika nilainya kurang dari 1, yaitu :

$$\text{Safety Factor} = \frac{\sigma \text{ yield strenght material}}{\sigma \text{ von misses hasil analisa software}}$$

$$\text{Safety Factor} = \frac{250 \text{ N/mm}^2}{0,89 \text{ N/mm}^2}$$

$$\text{Safety Factor} = 2.80 \times 10^2 > 1$$

Setelah perhitungan faktor keamanan secara manual diketahui maka nilainya dimasukkan kedalam simulasi *Factor of Safety* pada *Solidworks Simulation 2016*, seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.11.



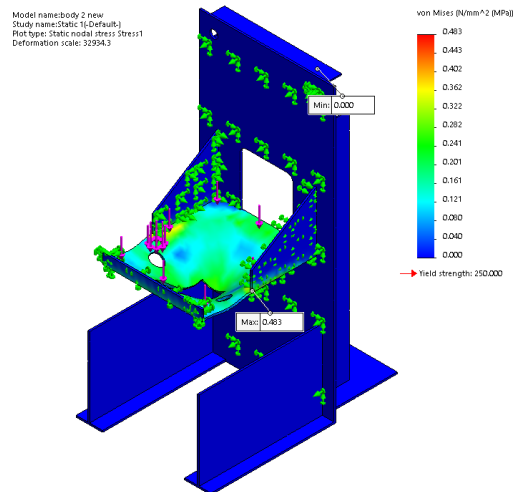
Gambar 4.11 Faktor Keamanan (*Safety Factor*) pada *Body 1*

Faktor keamanan maksimum yang terjadi sekitar sebesar $2,579 \times 10^{10}$ terdapat pada bagian yang berwarna biru. Sedangkan faktor keamanan minimum terdapat pada bagian yang berwarna merah sebesar $2,80 \times 10^2$. Hal yang terjadi karena pada daerah yang berwarna merah terdapat tegangan paling besar sehingga faktor keamanannya kecil, sedangkan pada bagian yang berwarna biru tegangan yang terjadi lebih kecil sehingga memiliki faktor keamanan yang besar.

4.2.2 Analisa Statik Kekuatan Material *Body 2*

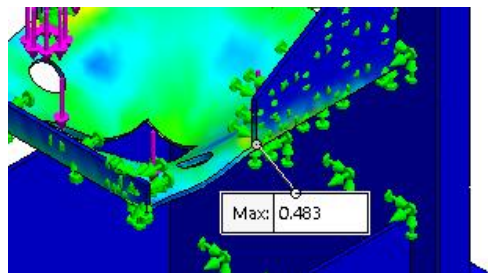
A. Tegangan *Von Misses* (*Von Misses Stress*)

Metode *Von Misses* memiliki keakuratan prediksi yang lebih besar dibandingkan dengan metode lain, karena melibatkan tegangan tiga dimensi. Tegangan *von misses* itu sendiri merupakan kriteria kegagalan untuk material ulet. Untuk menentukan konstruksi dari material tersebut dinyatakan aman atau tidak dapat menggunakan analisis ini dimana jika tegangan *von misses* lebih kecil dari *Yield Strenght* material yang digunakan maka kekuatan struktur tersebut aman, seperti di tunjukkan pada Gambar 4.12.



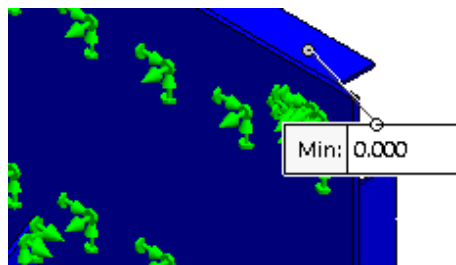
Gambar 4.12 Tegangan *Von Misses* Pada *Body 2*

Dari analisa tersebut dapat diketahui bahwa *Body 2* untuk Mesin *cup sealer* semi otomatis mengalami tegangan maksimal sebesar $0,843 \text{ N/mm}^2$. Untuk letak tegangan maksimal ditunjukkan pada gambar 4.13.



Gambar 4.13 Tegangan Maksimal *Body 2*

Sedangkan tegangan minimal sebesar 0.000 N/mm^2 yang letaknya ditunjukkan pada gambar dibawah 4.14 Dibawah ini.



Gambar 4.14 Tegangan Minimal *Body 2*

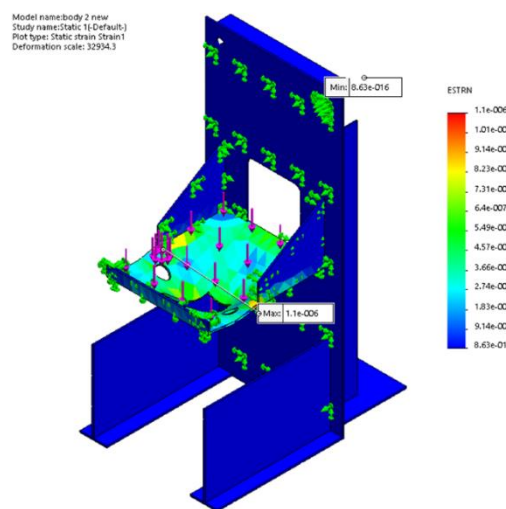
B. Regangan (*Strain*)

Analisa regangan yang terjadi pada model desain *body 2* merupakan tegangan dan regangan yang digunakan sebagai pembanding atas regangan dan defleksi yang terjadi. Dari hasil perhitungan untuk nilai regangan dan defleksi maksimal diijinkan :

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E}$$

$$\varepsilon = \frac{0,483}{200 \times 10^3}$$

$$\varepsilon = 2,41 \times 10^{-6}$$

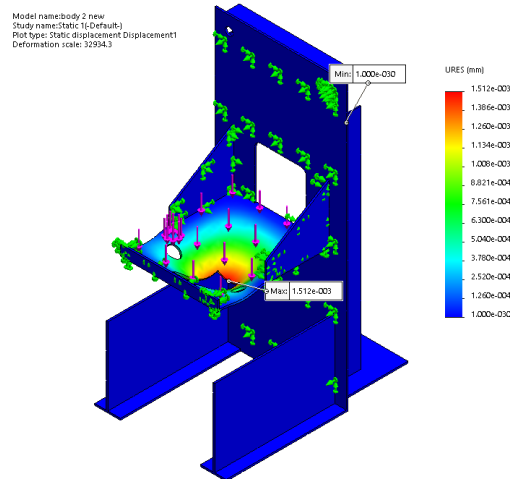


Gambar 4.15 Hasil Analisa Regangan dengan *Software* pada *Body 2*

Dari hasil analisa *software* pada gambar 4.15 didapat nilai regangan maksimal sebesar $1,1 \times 10^{-6}$. Dari hasil perhitungan nilai regangan maksimal yang diijinkan adalah $2,41 \times 10^{-6}$. Sehingga nilai maksimal dari hasil analisa/simulasi lebih kecil daripada regangan ijin yang diberikan berarti bahwa komponen aman.

C. Perpindahan (*Displacement*)

Perpindahan atau defleksi maksimum yang terjadi sebesar 1.512×10^{-3} mm dan perpindahan minimum terjadi sebesar $1,000 \times 10^{-30}$ mm. untuk lebih jelasnya ditunjukkan pada gambar 4.16 dibawah ini.



Gambar 4.16 Hasil Analisa Perpindahan (*Displacement*) pada *Body 2*

D. Faktor Keamanan (*Safety Factor*)

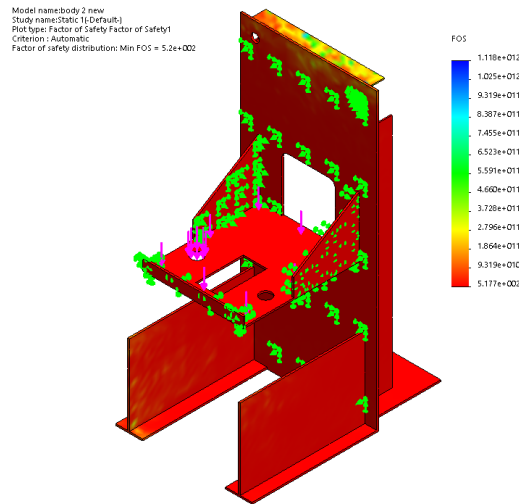
Dari analisa yang telah dilakukan pada *body 2* mesin *cup sealer* semi otomatis, diketahui tegangan-tegangan antara daerah yang mempunyai tegangan terendah sampai tegangan tertinggi guna menentukan faktor keamanan (*safety factor*) agar suatu desain dikatakan aman apabila nilainya lebih dari 1 atau tidak aman jika nilainya kurang dari 1, yaitu :

$$Safety Factor = \frac{\sigma \text{ yield strenght material}}{\sigma \text{ von misses hasil analisa software}}$$

$$Safety Factor = \frac{250 \text{ N/mm}^2}{0,483 \text{ N/mm}^2}$$

$$Safety Factor = 5.175 \times 10^2 > 1$$

Setelah perhitungan faktor keamanan secara manual diketahui maka nilainya dimasukkan kedalam simulasi *Factor of Safety* pada *Solidworks Simulation 2016*, seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.17.



Gambar 4.17 Faktor Keamanan (*Safety Factor*) pada *Body 2*

Faktor keamanan maksimum yang terjadi sekitar sebesar $1,118 \times 10^{12}$ terdapat pada bagian yang berwarna biru. Sedangkan faktor keamanan minimum terdapat pada bagian yang berwarna merah sebesar $5,117 \times 10^2$. Hal yang terjadi karena pada daerah yang berwarna merah terdapat tegangan paling besar sehingga faktor keamanannya kecil, sedangkan pada bagian yang berwarna biru tegangan yang terjadi lebih kecil sehingga memiliki faktor keamanan yang besar.

4.3 Data Analisa Hasil Simulasi pada *Body*

Dari hasil simulasi yang dilakukan pada model *body 1* dan *body 2* terdapat nilai maksimum dan minimum dari setiap data yang muncul seperti tegangan *von mises*, regangan, *displacement*, dan faktor keamanan (*Safety factor*). Dari data dan nilai yang muncul nantinya akan diinputkan kedalam bentuk tabel. Berikut ini tabel 4.4 yang berisikan data nilai maksimum dan minimum dari hasil simulasi menggunakan *software Solidworks 2016*.

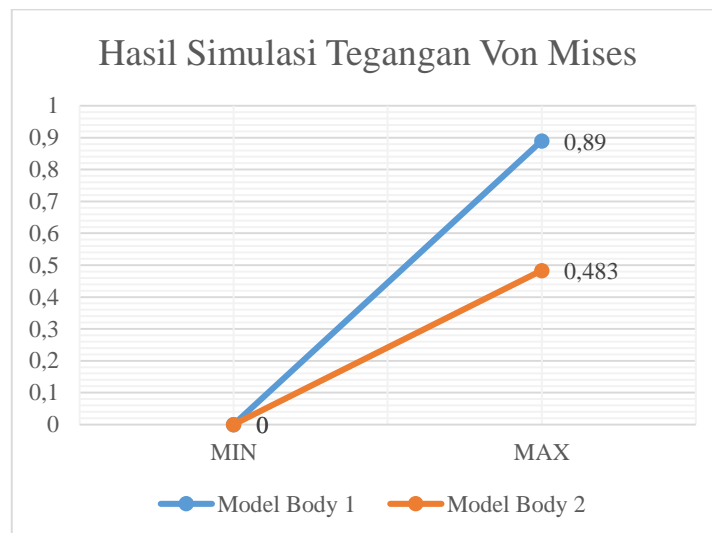
Tabel 4.3 Data Hasil Simulasi pada *Body*

Variabel Model <i>Body</i>	Nilai Maksimal			Nilai Minimum			<i>Safety Factor</i>
	<i>Von Mises Stress</i> (N/mm ²)	<i>Displacement</i> (mm)	<i>Strain</i>	<i>Von Mises Stress</i> (N/mm ²)	<i>Displacement</i> (mm)	<i>Strain</i>	
Model <i>Body</i> 1	0,89	6,740e-003	1,783e-006	0,00	1,000e-030	1,085e-013	2,80e+02
Model <i>Body</i> 2	0,483	1,512e-003	1,1e-006	0,000	1,000e-030	8,63e-016	5,175e+02

4.4 Grafik Hasil Analisa Simulasi pada *Body*

Dari data hasil analisa simulasi pada *Body* yang tercantum pada tabel 4.4 sebelumnya akan diperlihatkan dalam bentuk grafik, agar lebih mudah dalam pemahaman dan lebih mempermudah proses analisa.

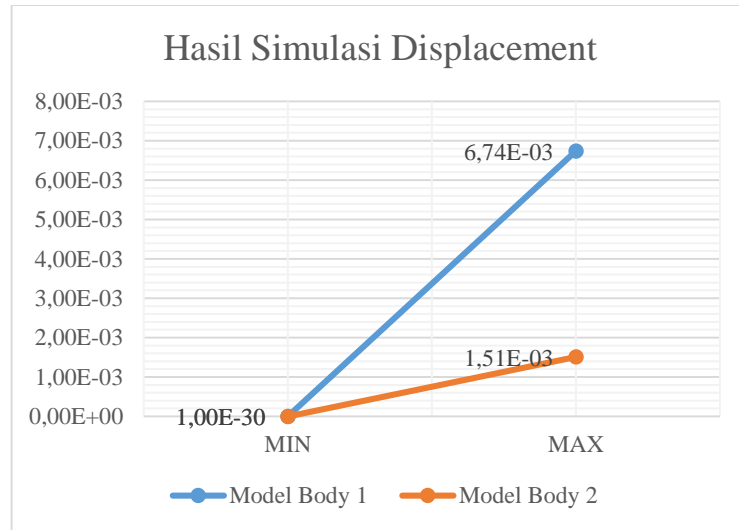
4.4.1 Grafik Simulasi Tegangan *Von Mises*



Gambar 4.18 Grafik Hasil Simulasi Tegangan *Von Mises*

Pada grafik diatas nilai tegangan *von mises* maksimum dari model *body*1 sebesar 0,89 N/mm² (Mpa) dan model *body* 2 sebesar 0,483 N/mm² (Mpa). Kemudian nilai tegangan *von mises* minimum dari model *body* 1 dan *body* 2 sebesar 0 N/mm² (Mpa). Dari data menunjukkan bahwa tegangan *von mises* maksimum terbesar terjadi pada model *body* 1 dengan nilai 0,89 N/mm² (Mpa).

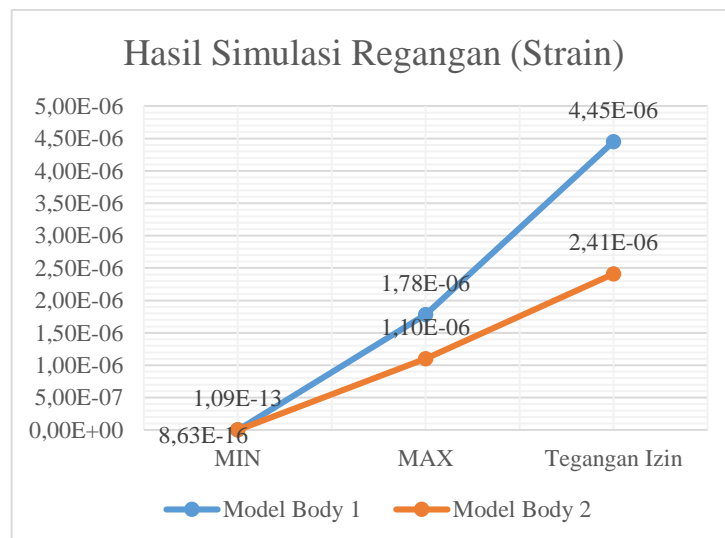
4.4.2 Grafik Simulasi Perpindahan (*Displacement*)



Gambar 4.19 Grafik Hasil Simulasi *Displacement*

Pada grafik diatas nilai *displacement* maksimum dari model *body1* sebesar $6,74 \times 10^{-3}$ dan model *body 2* sebesar $1,51 \times 10^{-3}$. Kemudian nilai *displacement* minimum dari model *body 1* dan model *body 2* sebesar $1,00 \times 10^{-30}$ atau hampir setara dengan 0. Dari data menunjukkan bahwa *displacement* maksimum terbesar terjadi pada model *body 1* dengan nilai $6,74 \times 10^{-3}$, hal ini terjadi karena pada model *body 1* terjadi tingkat tegangan yang lebih besar daripada model *body 2*.

4.4.3 Grafik Simulasi Regangan (*Strain*)



Gambar 4.20 Grafik Hasil Simulasi Regangan (*Strain*)

Pada grafik diatas nilai regangan (*strain*) maksimum dari model *body*1 sebesar $1,78 \times 10^{-6}$ dan model *body* 2 sebesar $1,10 \times 10^{-6}$. Kemudian nilai regangan (*strain*) minimum dari model *body* 1 sebesar $1,09 \times 10^{-13}$ dan model *body* 2 sebesar $8,63 \times 10^{-16}$. Dari data menunjukkan bahwa regangan (*strain*) maksimum terbesar terjadi pada model *body* 1 dengan nilai $1,78 \times 10^{-6}$, hal ini terjadi karena pada model *body* 1 terjadi tingkat tegangan yang lebih besar daripada model *body* 2. Namun, dilihat dari grafik diatas bahwa hasil simulasi regangan pada model *body* 1 dan *body* 2 memiliki nilai lebih yang lebih kecil dari regangan izin dari hasil perhitungan sebelumnya. Jadi dapat disimpulkan pada kedua model *body* aman.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa dari “Perencanaan desain mesin penyegel gelas plastik untuk minum secara semi otomatis” dengan menggunakan *software Solidworks* 2016 maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada hasil desain mesin penyegel gelas plastik untuk minum secara semi otomatis dengan menggunakan *software CAD Solidworks* 2016, menghasilkan 2 model konsep desain yaitu Konsep A dan Konsep B. namun, Konsep A memiliki sedikit kelebihan yaitu terdapat komponen tambahan berupa selang *stainless* untuk mengalirkan air sebelum proses penyegelan dan konsep ini memenuhi kebutuhan daripada latar belakang penelitian ini.
2. Pada hasil analisa/simulasi pada model *body* 1 dan *body* 2 menggunakan *software Solidworks Simulation* 2016, menghasilkan data berupa nilai maksimum dan minimum dari tegangan *von mises*, regangan, *displacement* dan faktor keamanan (*Safety factor*).
3. Dari hasil simulasi Tegangan *von mises* maksimum terdapat pada model *body* 1 dengan nilai 0,89 Mpa (N/mm^2), dan *Displacement* tertinggi terdapat pada hasil simulasi model *body* 1 yaitu senilai 6,74e-003 ($6,74 \times 10^{-3}$).
4. Hasil nilai maksimum regangan (*strain*) dari simulasi model *body* 1 dan *body* 2 masing-masing yaitu : $1,78 \times 10^{-6}$ (1,78e-006) dan $1,10 \times 10^{-6}$ (1,10e-006). Nilai maksimum dari kedua model *body* lebih kecil dari nilai regangan yang diizinkan dari masing-masing model *body*.
5. Nilai *safety factor* (faktor keamanan) dari masing-masing model *body* 1 dan *body* 2 yaitu sebesar 2,80e+02 ($2,8 \times 10^2$) dan 5,175e+02 ($5,175 \times 10^2$) dan keduanya memiliki faktor keamanan yang baik.

5.2 Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan oleh penulis dari hasil penelitian ini antara lain :

1. Dalam proses analisa *body* desain mesin penyegel gelas plastik semi otomatis harus lebih ditingkatkan lagi, untuk meningkatkan kualitas dari desain itu sendiri.
2. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat memberikan inovasi serta modifikasi yang lebih baik dan terbaharukan. Hal ini bertujuan agar penelitian ini tidak berhenti dan terus berlanjut pada penelitian lain kedepannya.

DAFTAR PUSTAKA

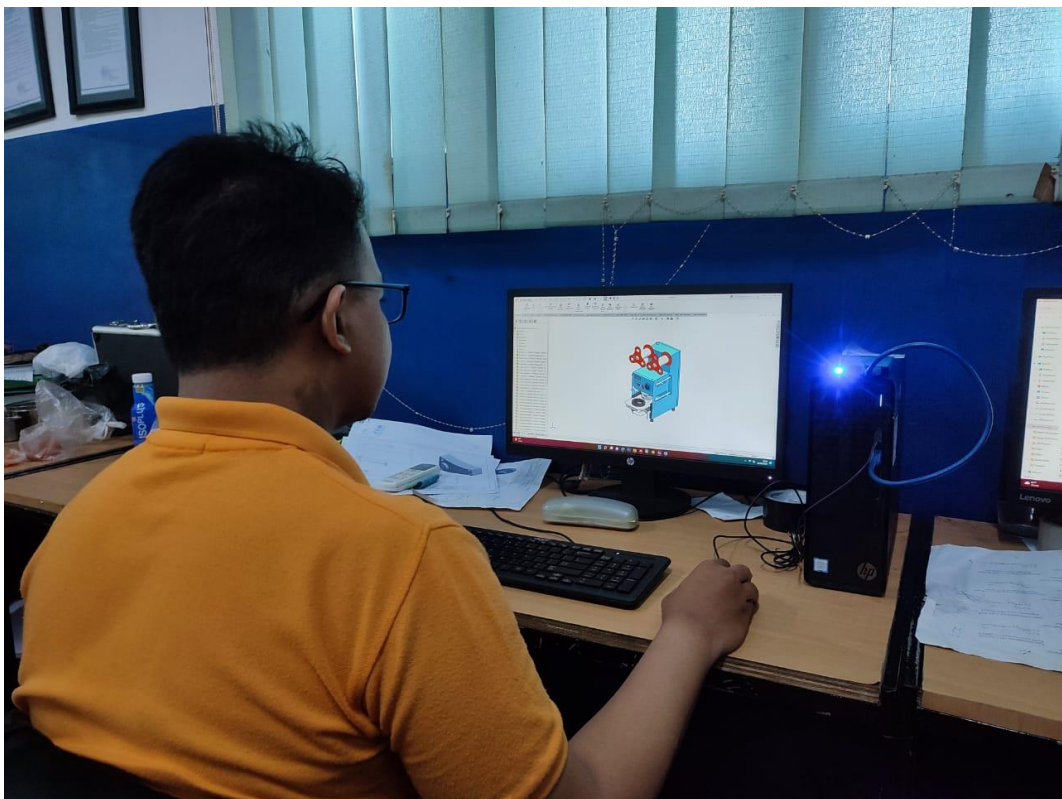
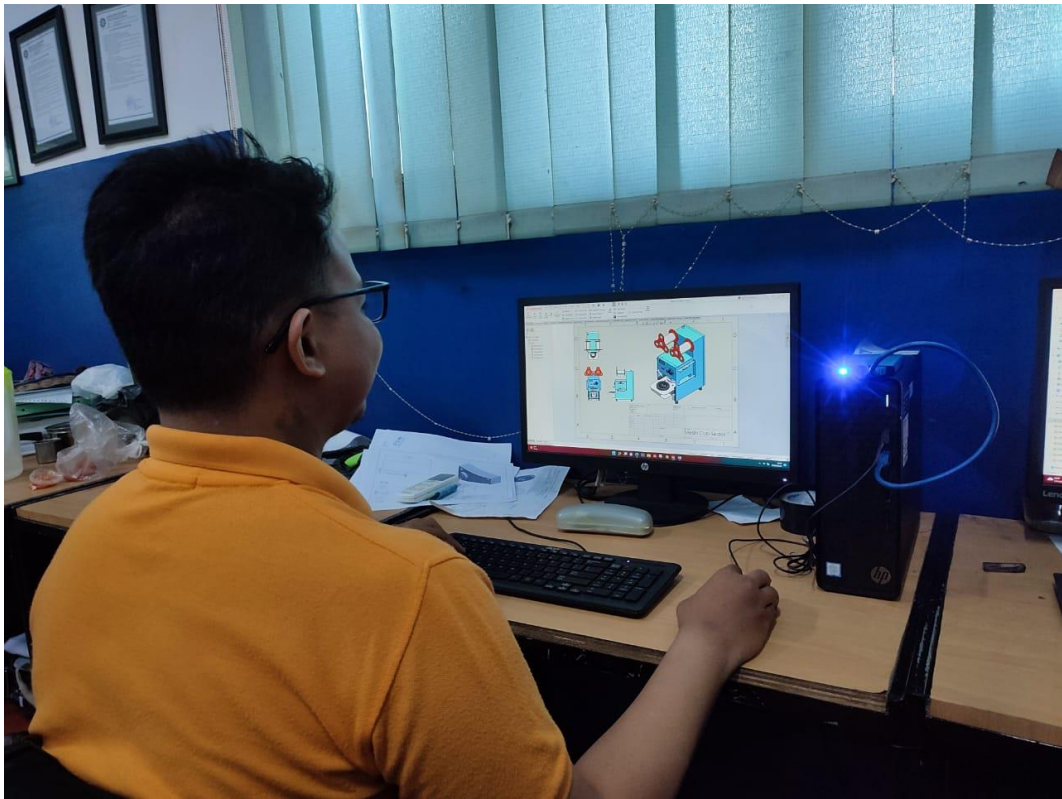
- (Achmad, 2017; Anhar, 2014; Cendana, 2018; Clarkson & Huhtala, 2005; George E. Dieter, 2009; Hidayatullah, 2020; Indraswati, 2017a; Kamrani & Salhieh, 2002; J. Pardede et al., 2021; Rahman & Sakti, 2014; Stones, 1984; Suarsana, 2017)(S. P. & E. Pardede, 2020; Tjahjanti & Ernanda, 2021b; Tjahjanti & Luliafan, 2021)(Asep Muhammad Nurpalah et al., 2017; Sinaga, 2019)(Ari et al., 2019; Atmojo, 2012; Budiman et al., 2021; Diinil Mustaqiem, 2020; Gustomo, Gigih;. Anis, 2020; Jamaludin, 2019; Jamari & Yolanda, 2014; Mulyanto & Sapto, 2017; Pratama et al., 2017; Rozik, 2019; Tjahjanti & Luliafan, 2021)
- Achmad, Z. (2017). Elemen mesin I. *Bandung, Refika Aditama*, 2(January 2016), 130.
- Anhar, A. M. (2014). *Analisa Hasil Pengujian Mesin Cup Sealer Semi Otomatis*. 35–39.
- Ari, L., Wibawa, N., & Diharjo, K. (2019). *Desain , Pemilihan Material , Dan Faktor Keamanan*. 11(2), 97–102.
- Asep Muhammad Nurpalah, 123030083, Rachmad Hartono, D., & Sugiharto, D. (2017). Rancang Bangun Konstruksi Atap Yang Dapat Dibuka Tutup Secara Otomatis. *Institutional Repositories & Scientific Journals*, 16–17.
<http://repository.unpas.ac.id/29790/>
- Atmojo, K. (2012). Analisa Tegangan Von Mises. *Ktri Atmojo*, 25–38.
- Budiman, F. A., Septiyanto, A., Dwi, A., Indriawan, N., & Setiadi, R. (2021). *Analisis Tegangan von Mises dan Safety Factor pada Chassis Kendaraan Listrik Febrian Arif Budiman dkk / Jurnal Rekayasa Mesin*. 16(1), 100–108.
- Cendana, U. N. (2018). *MOTOR-MOTOR LISTRIK*. March.
- Clarkson, J., & Huhtala, M. (2005). *(B) Engineering Design: Theory and Practice*. <https://www-edc.eng.cam.ac.uk/downloads/symposium.pdf>
- Diinil Mustaqiem, A. (2020). Analisis Perbandingan Faktor Keamanan Rangka Scooter Menggunakan Perangkat Lunak Solidwork 2015. *Jurnal Teknik Mesin*, 9(3), 164. <https://doi.org/10.22441/jtm.v9i3.9567>
- George E. Dieter. (2009). *Roadmap to Engineering Design*.

www.mhhe.com/dieter

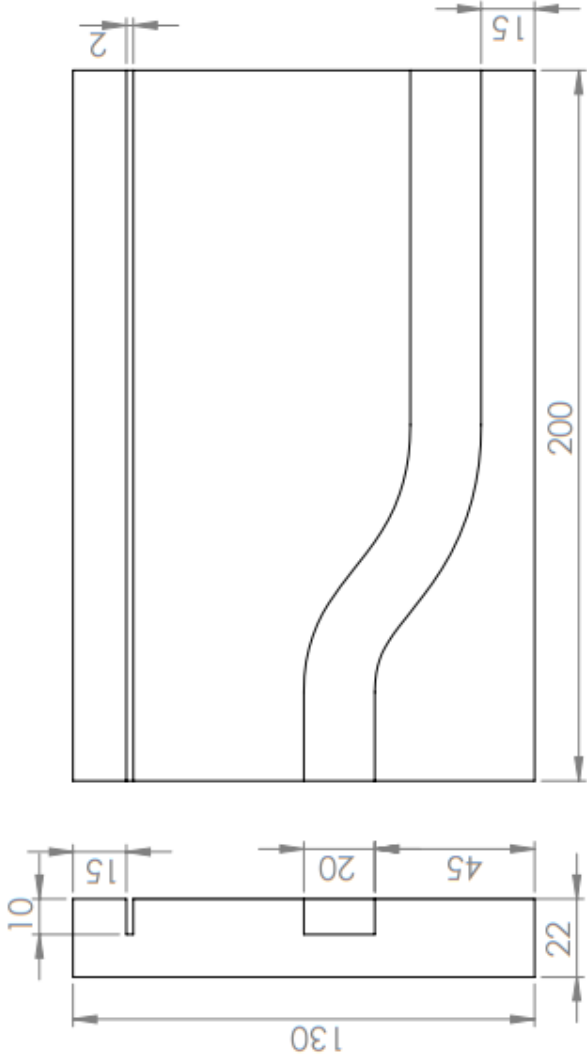
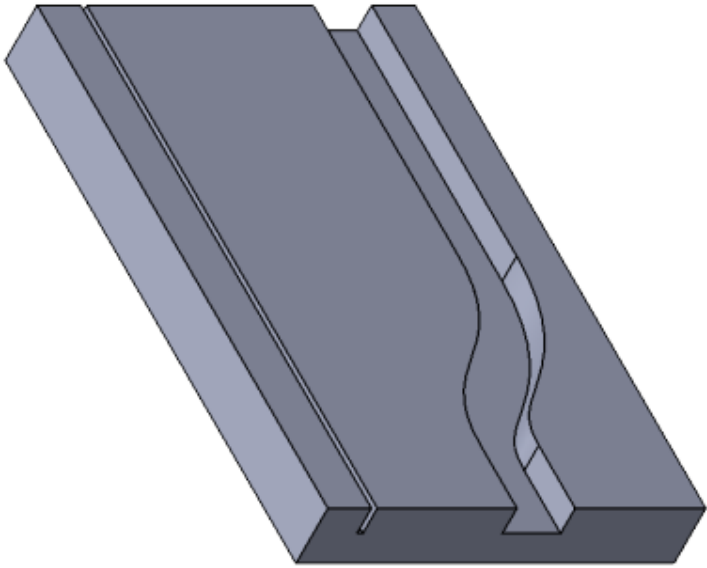
- Gustomo, Gigih; Anis, S. (2020). Analisis Kekuatan Rangka Bodi Bus Listrik Md12E Perseroan Terbatas Mobil Anak Bangsa Dengan Metode Elemen Hingga. *Journal of Mechanical Engineering*, 54(3), 1–5.
- Hidayatullah, T. (2020). *Pengantar Sejarah Desain*.
[https://repository.unikom.ac.id/64282/1/PENGANTAR SEJARAH DESAIN.pdf](https://repository.unikom.ac.id/64282/1/PENGANTAR_SEJARAH_DESAIN.pdf)
- Indraswati, D. (2017a). Pengemasan makanan. In *Forum Ilmiah Kesehatan: Jakarta*.
<https://scholar.archive.org/work/5myngam7xvffljmttqvawybnnq/access/wayback/http://forikes-ejournal.com/index.php/baf/article/viewFile/240/114>
- Indraswati, D. (2017b). Pengemasan makanan. In *Forum Ilmiah Kesehatan: Jakarta*.
- Jamaludin. (2019). Perencanaan Pembebanan Statis Rangka Sepeda Listrik Menggunakan Software Solid Work 2016. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Jamari, J., & Yolanda, A. V. (2014). Perancangan Dan Pembuatan Alat Keramas Portable Untuk Pasien Rumah Sakit Dengan Metode Morfologi. *J@Ti Undip : Jurnal Teknik Industri*, 9(2). <https://doi.org/10.12777/jati.9.2.105-108>
- Kamrani, A. K., & Salhie, S. M. (2002). Design for Manufacture and Assembly. *Product Design for Modularity, September*, 143–187.
https://doi.org/10.1007/978-1-4757-3581-9_5
- Mulyanto, T., & Sapto, A. D. (2017). Analisis Tegangan Von Mises Poros Mesin Pemotong Umbi-Umbian Dengan Software Solidworks. *Jurnal PRESISI*, 18(2), 24–29. <https://ejournal.istn.ac.id/presisi/article/view/122>
- Pardede, J., Napitupulu, R., & Krisnaningsih, S. D. (2021). Analisis Pengaruh Suhu dan Waktu Proses Pengepresan Cup Sambal Menggunakan Aluminium Foil Lid. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan*, 16(2), 49–54.
- Pardede, S. P. & E. (2020). Perencanaan Mesin Pengemasan Jenis Continuous Band Sealer Type Horizontal. *Jurnal Teknologi Mesin Uda*, 1(1), 40–46.

- Pratama, G. A., Tjahjanti, P. H., Factor, S., & Flux, H. (2017). Analisa pemodelan cetakan cor untuk paduan aluminium. *Seminar Nasional Dan Gelar Produk / SENASPRO 2017*, 249–255.
- Rahman, M. A. A., & Sakti, A. M. (2014). Rancang Bangun Mesin Cup Sealer Semi Otomatis. *Rekayasa Mesin*, 1(3), 29–34.
- Rozik, M. A. (2019). *Mesin Pengayak Pasir Menggunakan Autodesk Inventor 2019*.
- Sinaga, J. H. (2019). *Pembuatan Desain Core dan Cavity Mangkuk Plastik Menggunakan Software Solidworks*.
- Stones, D. S. (1984). *Design Process*. 1–6.
<https://doi.org/10.11606/gtp.v14i2.137709>
- Suarsana. (2017). Ilmu Material Teknik. *Universitas Udayana*, 47–56.
- Tjahjanti, P. H., & Ernanda, R. R. (2021a). Teknologi Tepat Guna Sederhana Pengelolaan Air Jernih Di Desa Wisata Sumbergedang Pasuruan. *Jurnal Abdimas ADPI ...*, 2(1), 14–19. <http://ejournal.adpi-indonesia.id/index.php/saintek/article/view/170>
- Tjahjanti, P. H., & Ernanda, R. R. (2021b). Teknologi Tepat Guna Sederhana Pengelolaan Air Jernih Di Desa Wisata Sumbergedang Pasuruan. *Jurnal Abdimas ADPI ...*, 2(1), 14–19.
- Tjahjanti, P. H., & Luliafan, M. F. (2021). Pkm C-19: Ttg Air Bersih Desa Wisata Sumbergedang Pasuruan Jawa Timur. ... *Seminar Nasional Hasil ...*, Gambar 2, 63–72. <https://jurnal.ustjogja.ac.id/index.php/ppm-ust/article/view/11193>
- Vinet, L., & Zhedanov, A. (2011). A “missing” family of classical orthogonal polynomials. *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical*, 44(8), 20–28. <https://doi.org/10.1088/1751-8113/44/8/085201>

LAMPIRAN



654321



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
SURFACE FINISH:		TOLERANCES:		NAME		SIGNATURE		DATE	
LINEAR:		ANGULAR:		DRAWN		CHKD			
				APPVD		MFG			
				Q.A.					
				MATERIAL:		TITLE:			
				DWG NO.		jalan meja kanan		A4	
				SCALE:1:5		SHEET 1 OF 1			

654321

654321

D

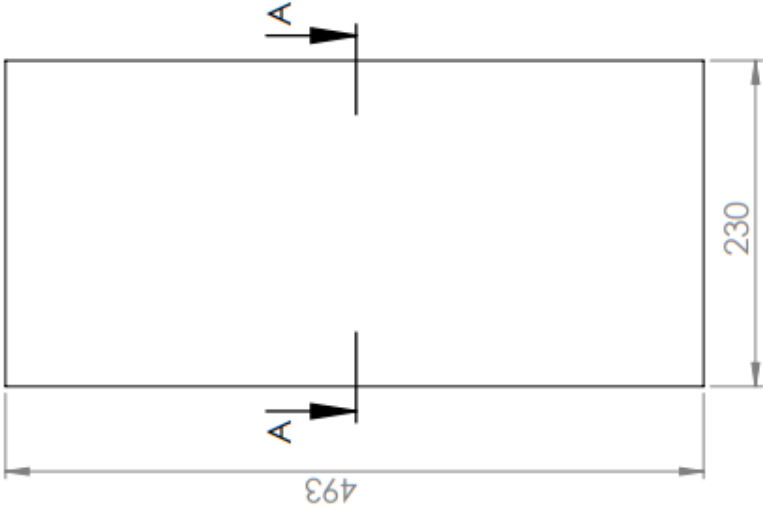
C

B

A



SECTION A-A



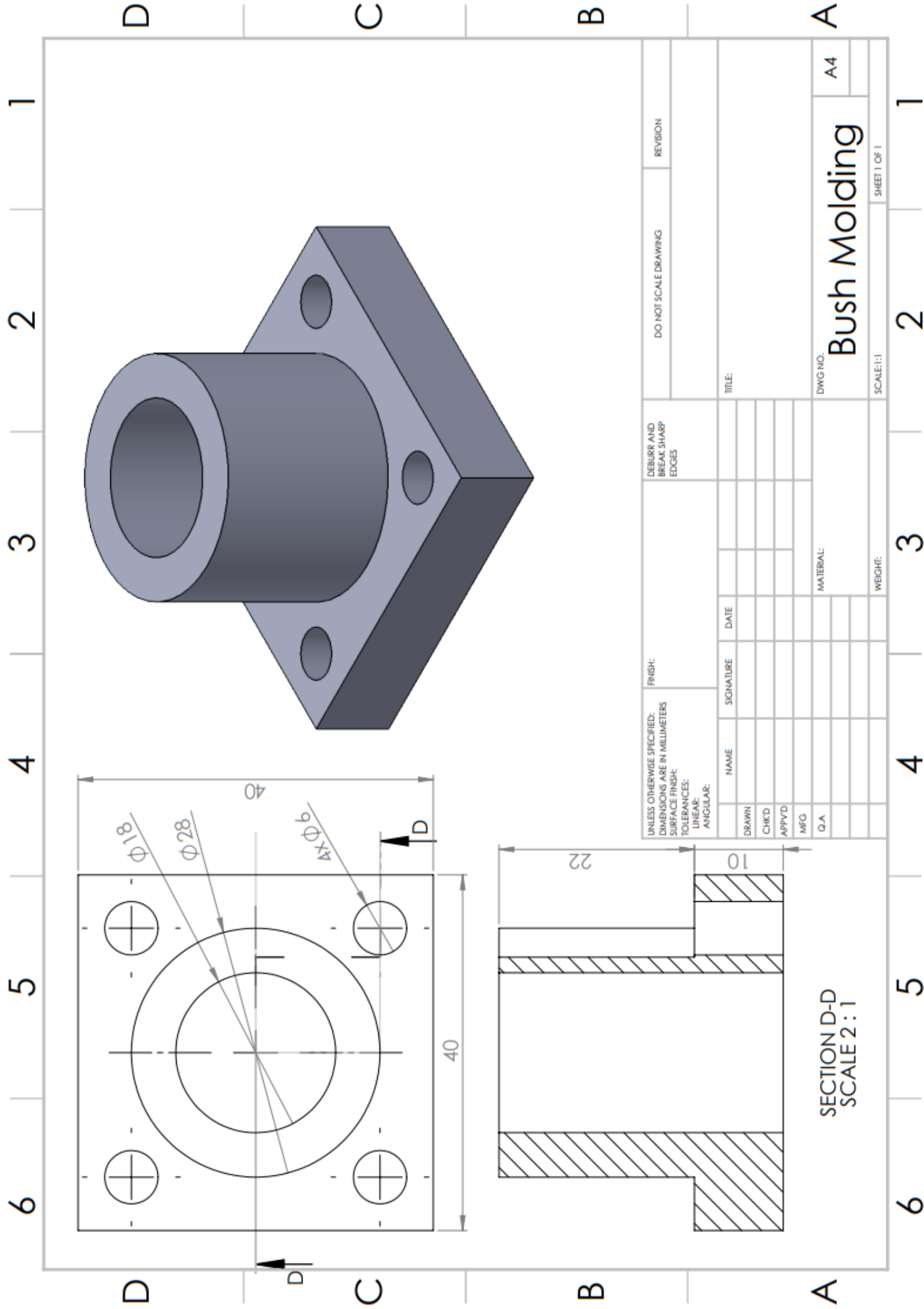
D

C

B

A

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:			FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
DRAWN			NAME		SIGNATURE		DATE		TITLE:	
CHK'D										
APP'VD										
MFG										
Q.A										
									DWG NO.	
									Back Cover	
									A4	



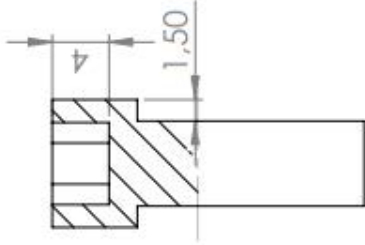
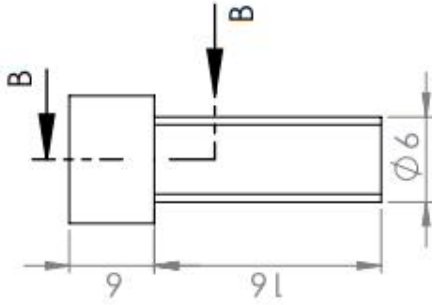
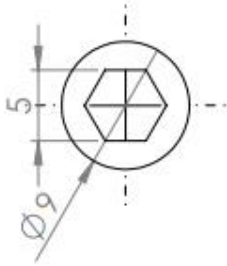
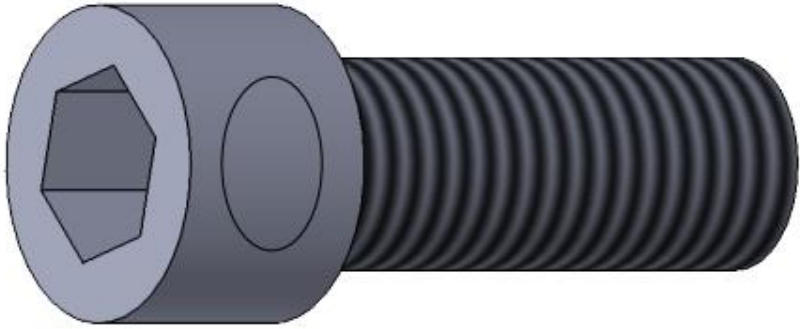
6 5 4 3 2 1

D

C

B

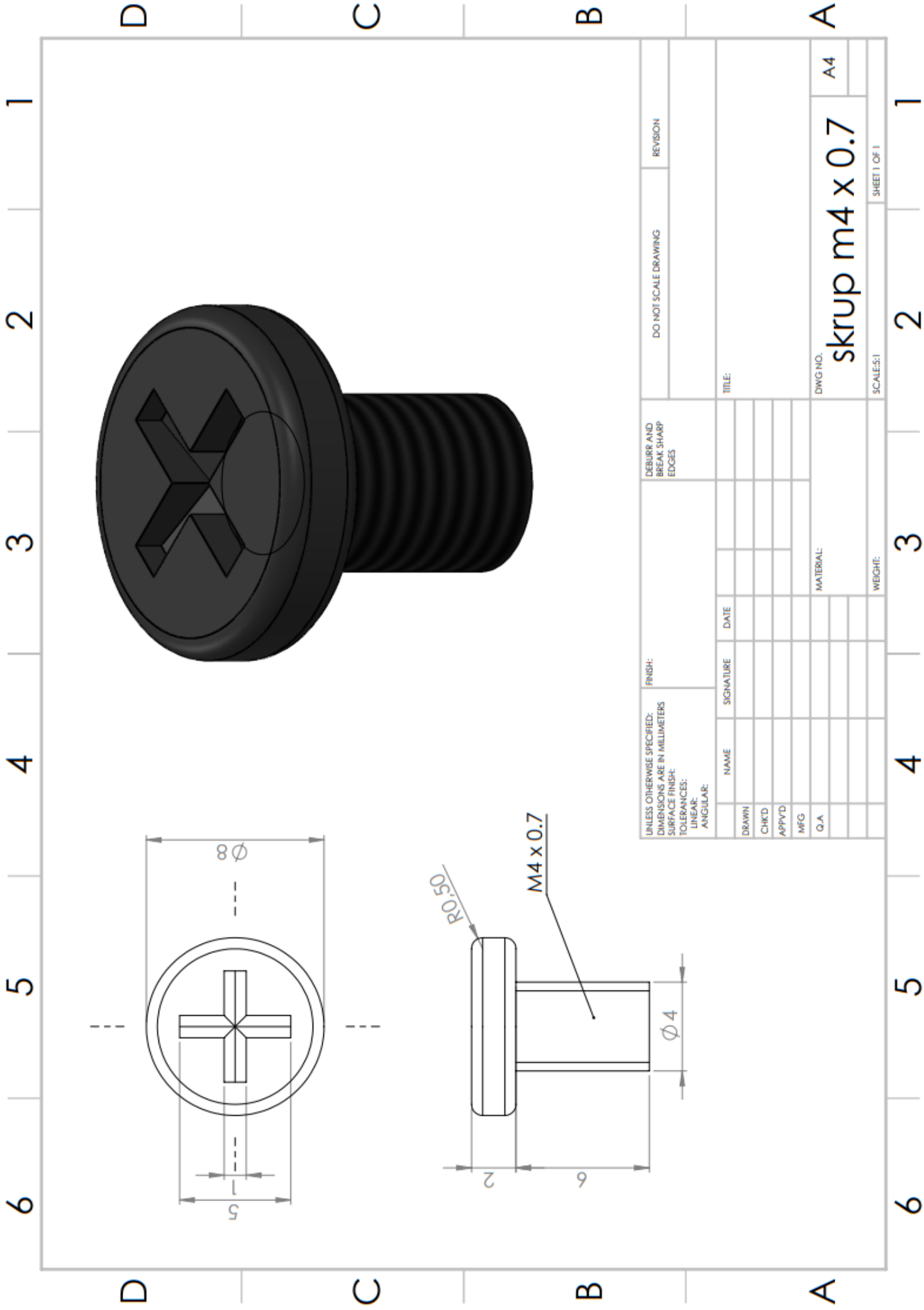
A

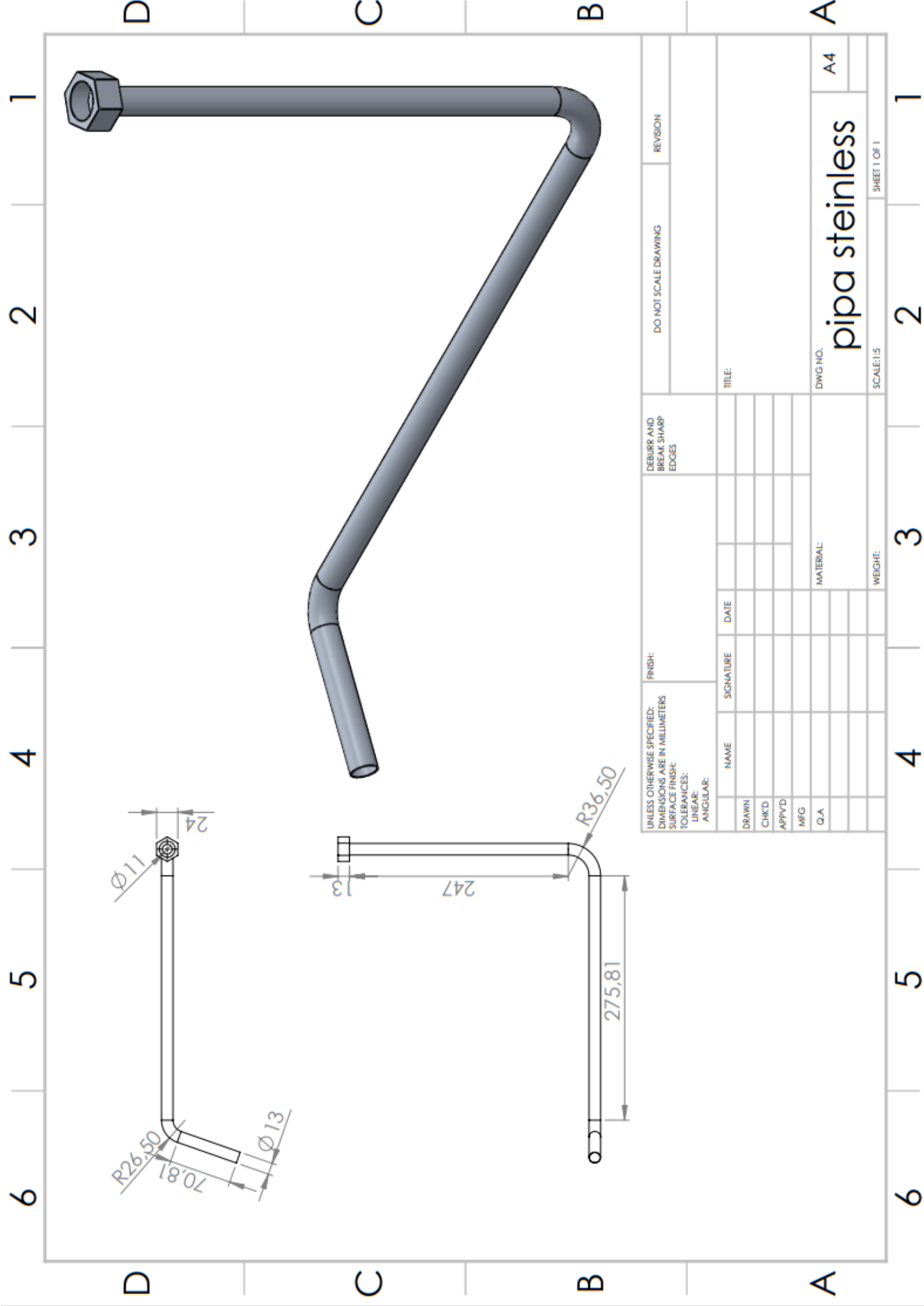


SECTION B-B

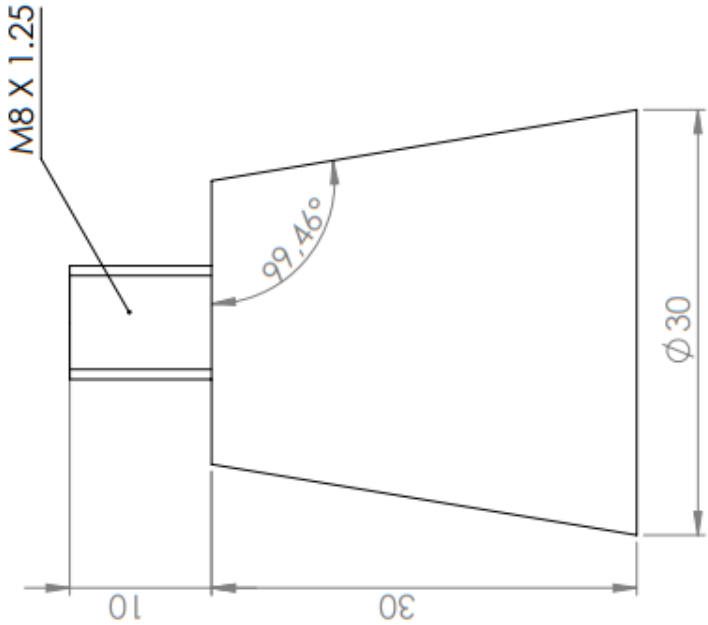
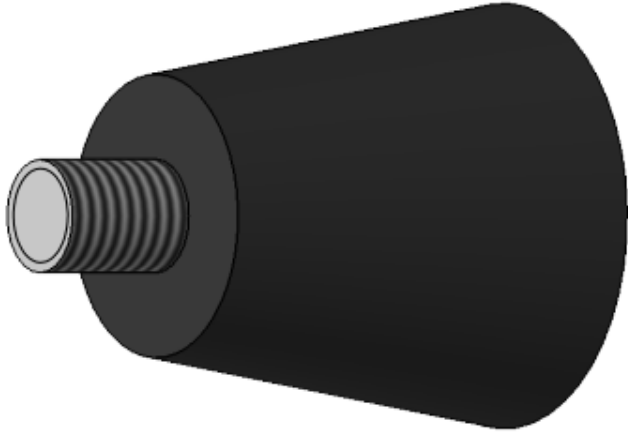
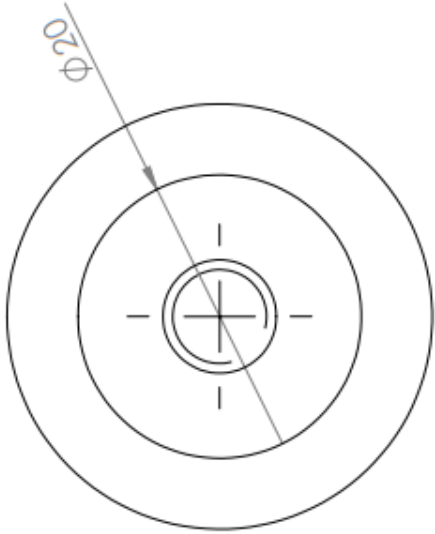
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
SURFACE FINISH:									
TOLERANCES:									
LINEAR:									
ANGULAR:									
NAME	SIGNATURE	DATE	TITLE:						
DRAWN									
CHK'D									
APP'D									
MFG									
Q.A									
MATERIAL:			DWG NO.		baut bushing				
			A4						
WEIGHT:			SCALE:2:1		SHEET 1 OF 1				

6 5 4 3 2 1





654321



D

C

B

A

6

5

4

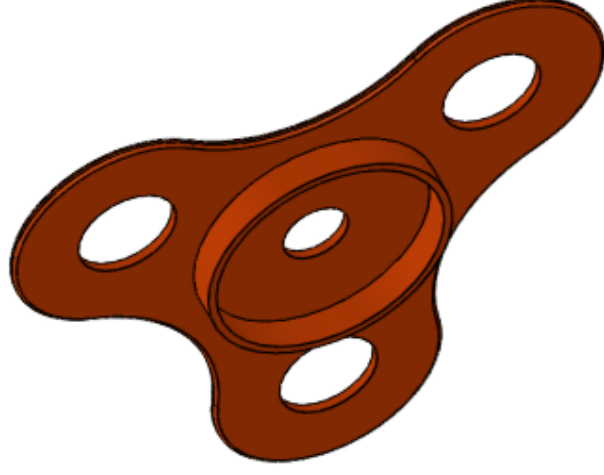
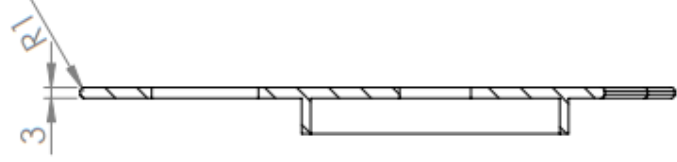
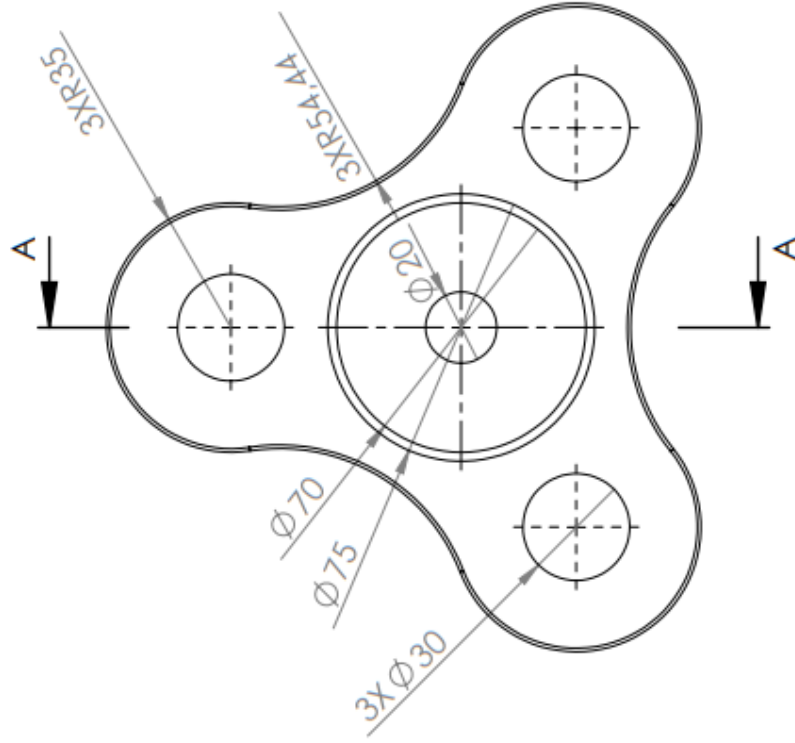
3

2

1

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
SURFACE FINISH:		TOLERANCES:							
LINEAR:		ANGULAR:							
NAME		SIGNATURE		DATE		TITLE:			
DRAWN									
CHK'D									
APP'VD									
MFG									
Q.A									
MATERIAL:						DWG NO.		A4	
WEIGHT:						SCALE:1:1		SHEET 1 OF 1	

6 5 4 3 2 1



SECTION A-A

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
SURFACE FINISH:									
TOLERANCES:									
LINEAR:									
ANGULAR:									
NAME	SIGNATURE	DATE	TITLE:						
DRAWN									
CHKD									
APPVD									
MFG									
Q.A									
MATERIAL:			DWG NO. A4						
			handle plastiklid						
WEIGHT:			SCALE:1:2						
			SHEET 1 OF 1						

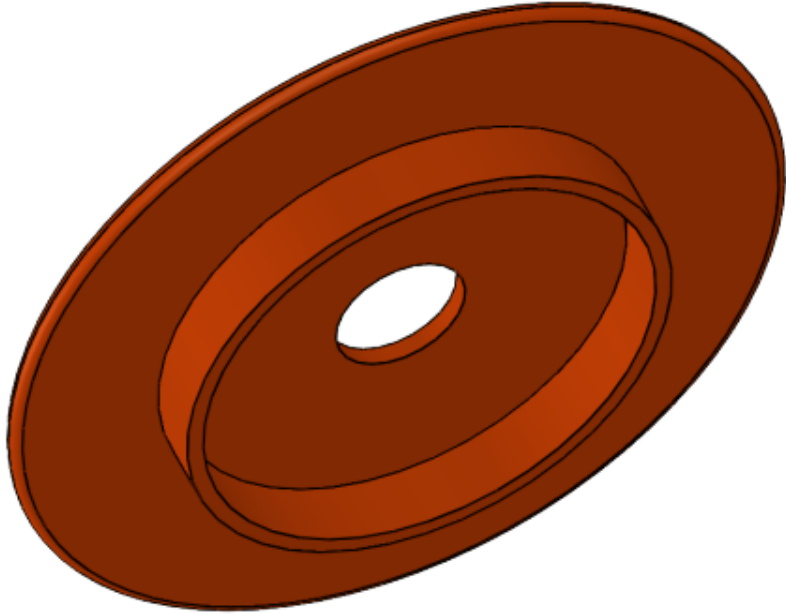
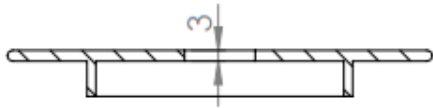
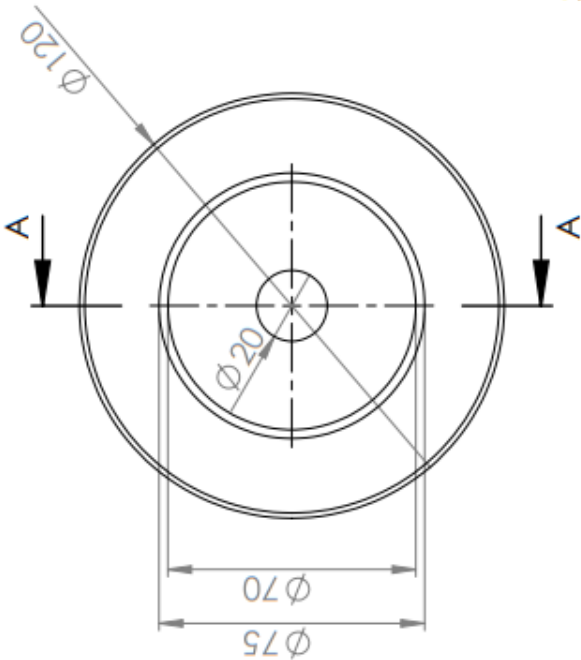
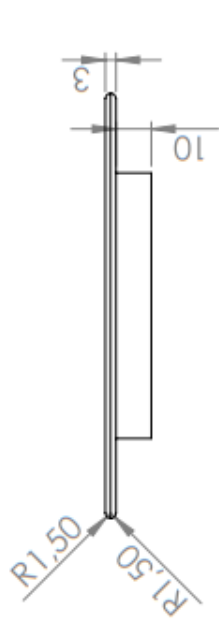
A 6 5 4 3 2 1

D

C

B

6 5 4 3 2 1



SECTION A-A

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
SURFACE FINISH:									
TOLERANCES:									
LINEAR:									
ANGULAR:									
DRAWN	NAME	SIGNATURE	DATE	TITLE:					
CHKD									
APPVD									
MFG									
Q.A									
				MATERIAL:		DWG NO. ^{A4}			
						handle plastiklid b			
				WEIGHT:		SCALE: 1:2		SHEET 1 OF 1	

D

C

B

A

D

C

B

A

6

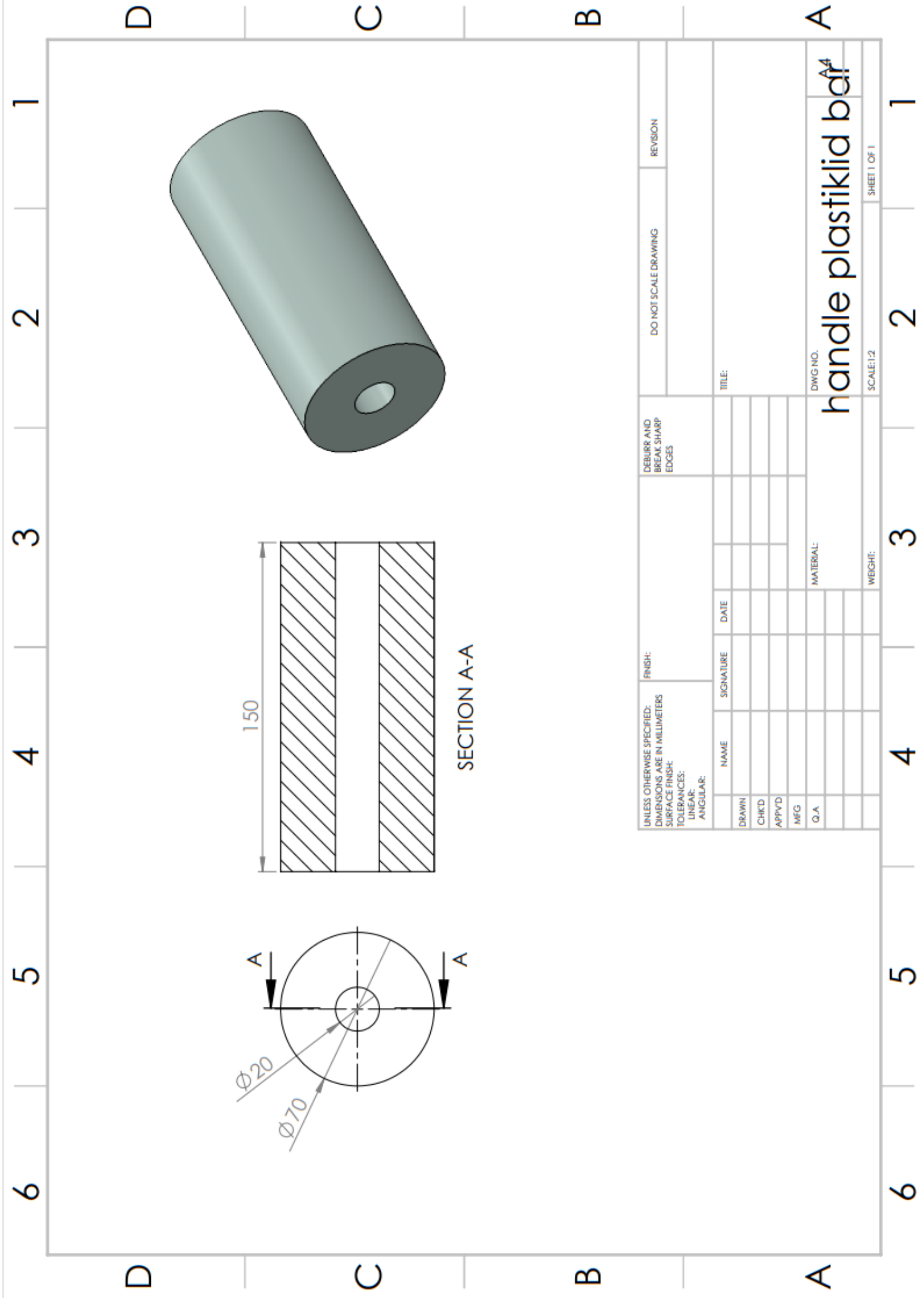
5

4

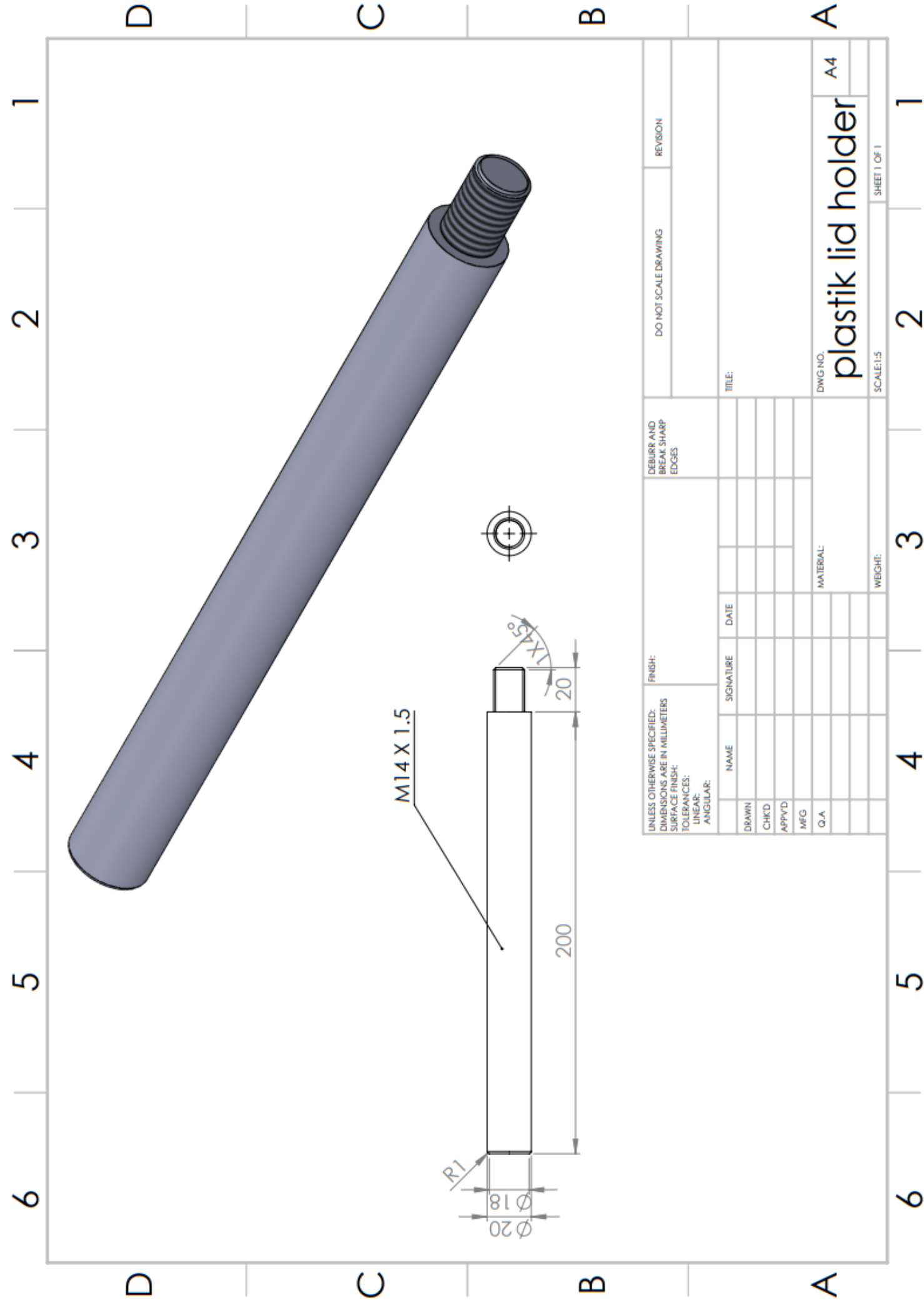
3

2

1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS			FINISH:			DEBURR AND BREAK SHARP EDGES			DO NOT SCALE DRAWING			REVISION		
SURFACE FINISH:			TOLERANCES:											
LINEAR:			ANGULAR:											
												TITLE:		
DRAWN			NAME			SIGNATURE			DATE					
CHK'D														
APP'VD														
MFG														
Q.A.												MATERIAL:		
												DWG NO.		
												handle plastiklid bar ^{A4}		
												SCALE:1:2		
												SHEET 1 OF 1		
												WEIGHT:		



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS				FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
SURFACE FINISH:				TOLERANCES:							
LINEAR:				ANGULAR:							
NAME		SIGNATURE		DATE				TITLE:		DWG NO. plastik lid holder A4	
DRAWN											
CHK'D											
APP'VD											
MFG											
Q.A.						MATERIAL:					
										SCALE:1:5	
										SHEET 1 OF 1	

DWG NO. A4

plastic lid holder

SCALE:1:5

WEIGHT:

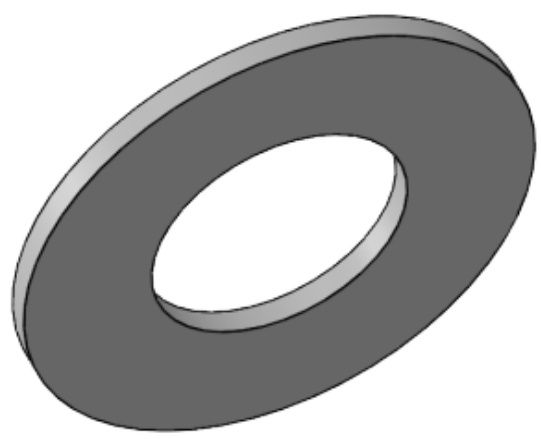
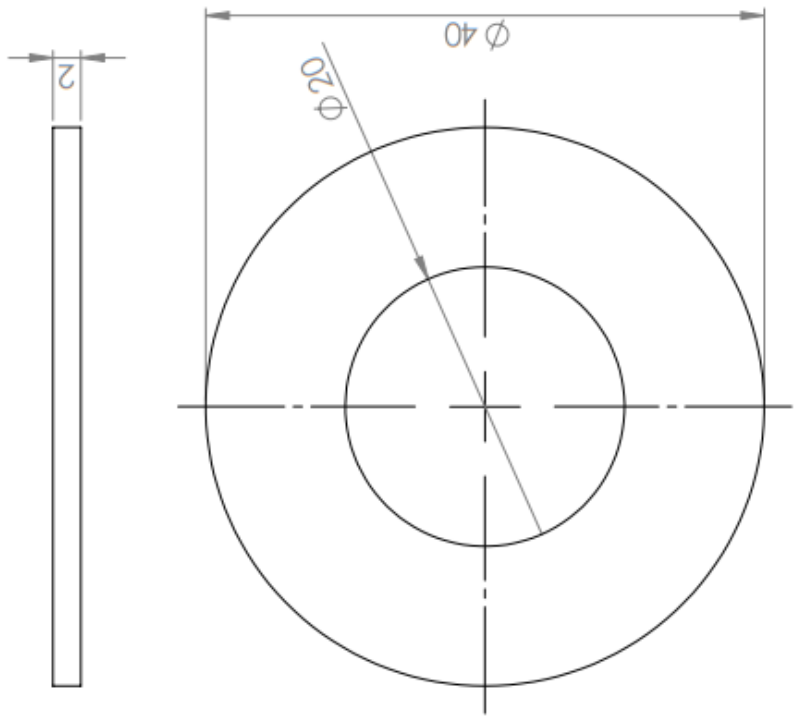
6 5 4 3 2 1

D

C

B

A



D

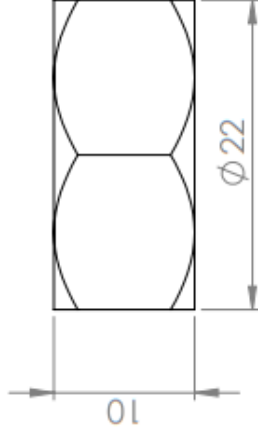
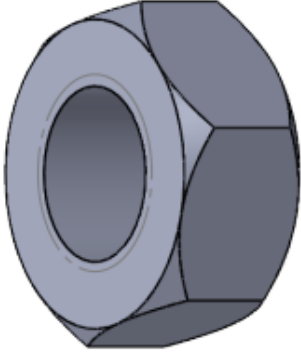
C

B

A

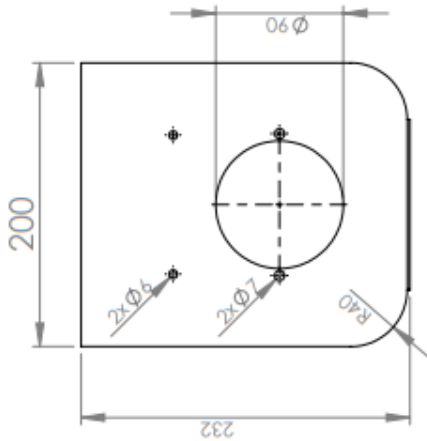
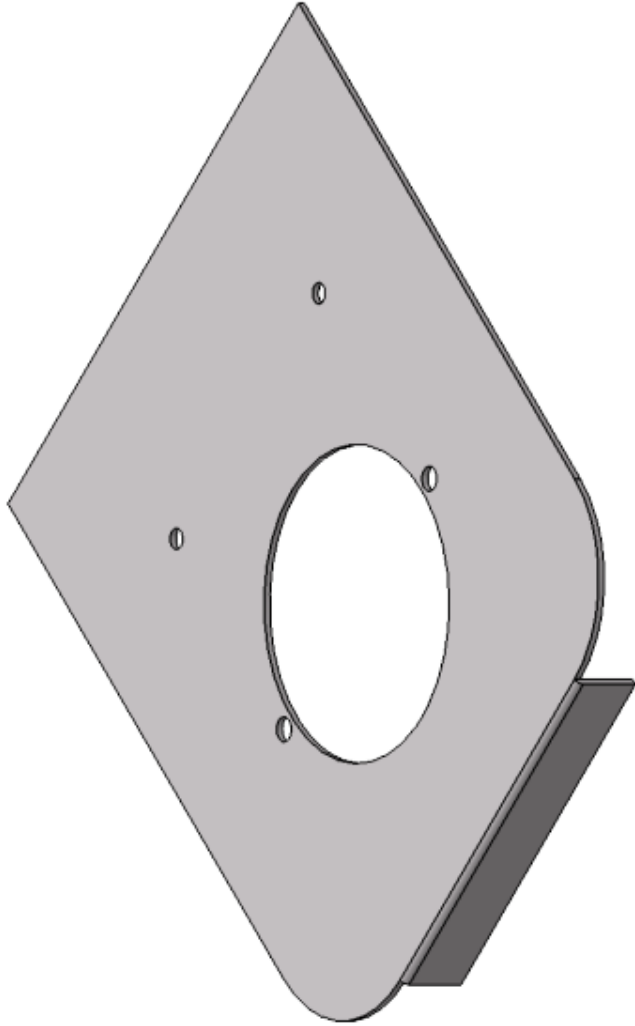
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
SURFACE FINISH:									
TOLERANCES:									
LINEAR:									
ANGULAR:									
NAME	SIGNATURE	DATE	TITLE:						
DRAWN									
CHK'D									
APP'VD									
MFG									
Q.A									
			MATERIAL:			DWG NO. ^{A4}			
						ring plastik holder			
			WEIGHT:			SCALE:2:1			
						SHEET 1 OF 1			

6 5 4 3 2 1



DWG NO.	mur m14 x 1.5	A4
---------	---------------	----

654321



D C B A

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS			FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
SURFACE FINISH:			TOLERANCES:							
LINEAR:			ANGULAR:							
DRAWN			NAME		SIGNATURE		DATE		TITLE:	
CHK'D										
APP'D										
MFG										
Q.A										
									DWG NO.	
									Meja	
									A4	
									SCALE:1:5	
									SHEET 1 OF 1	

654321

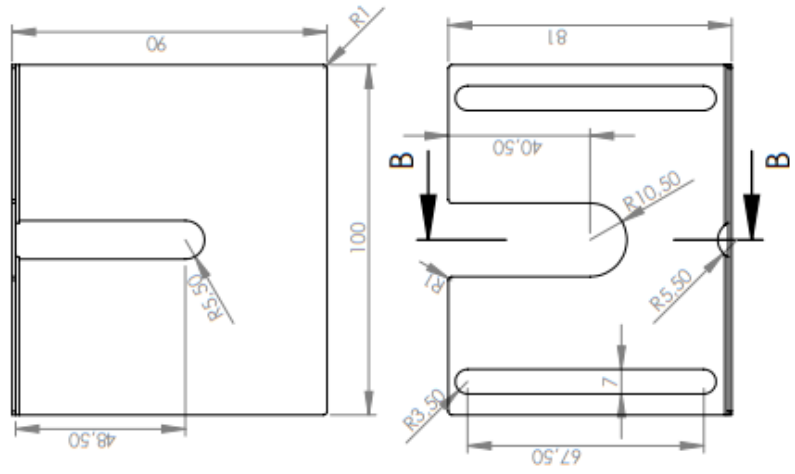
6 5 4 3 2 1

D

C

B

A



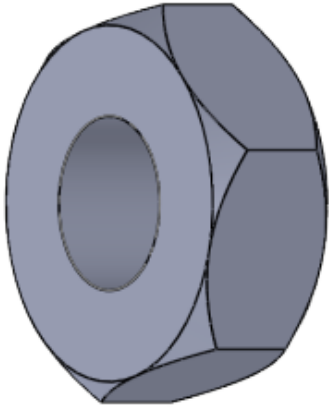
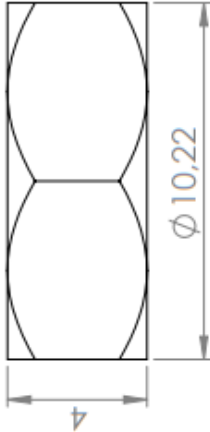
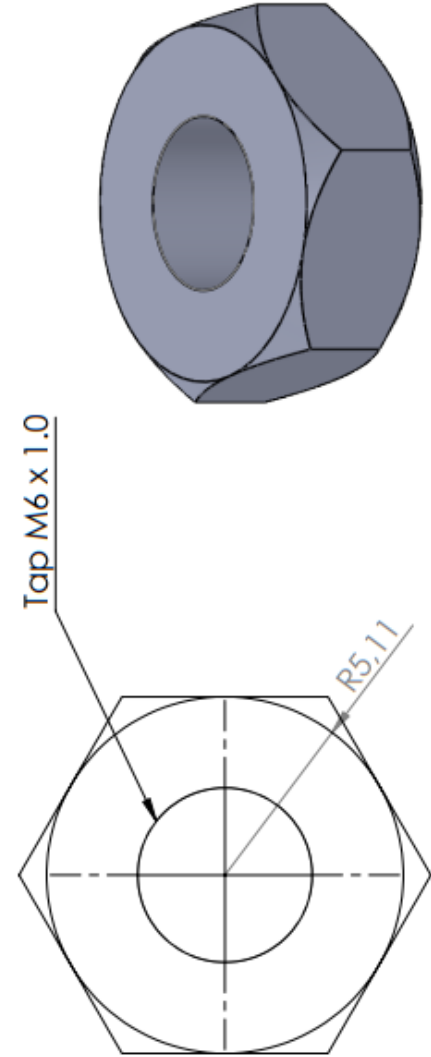
DETAIL C
SCALE 1:1

SECTION B-B

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
SURFACE FINISH:		TOLERANCES:							
LINEAR:		ANGULAR:							
NAME	SIGNATURE	DATE	TITLE:						
DRAWN									
CHKD									
APPVD									
MFG									
Q.A									
			MATERIAL:			DWG NO.			
						A4			
						cup stand			
						SCALE: 1:2			
						SHEET 1 OF 1			

6 5 4 3 2 1

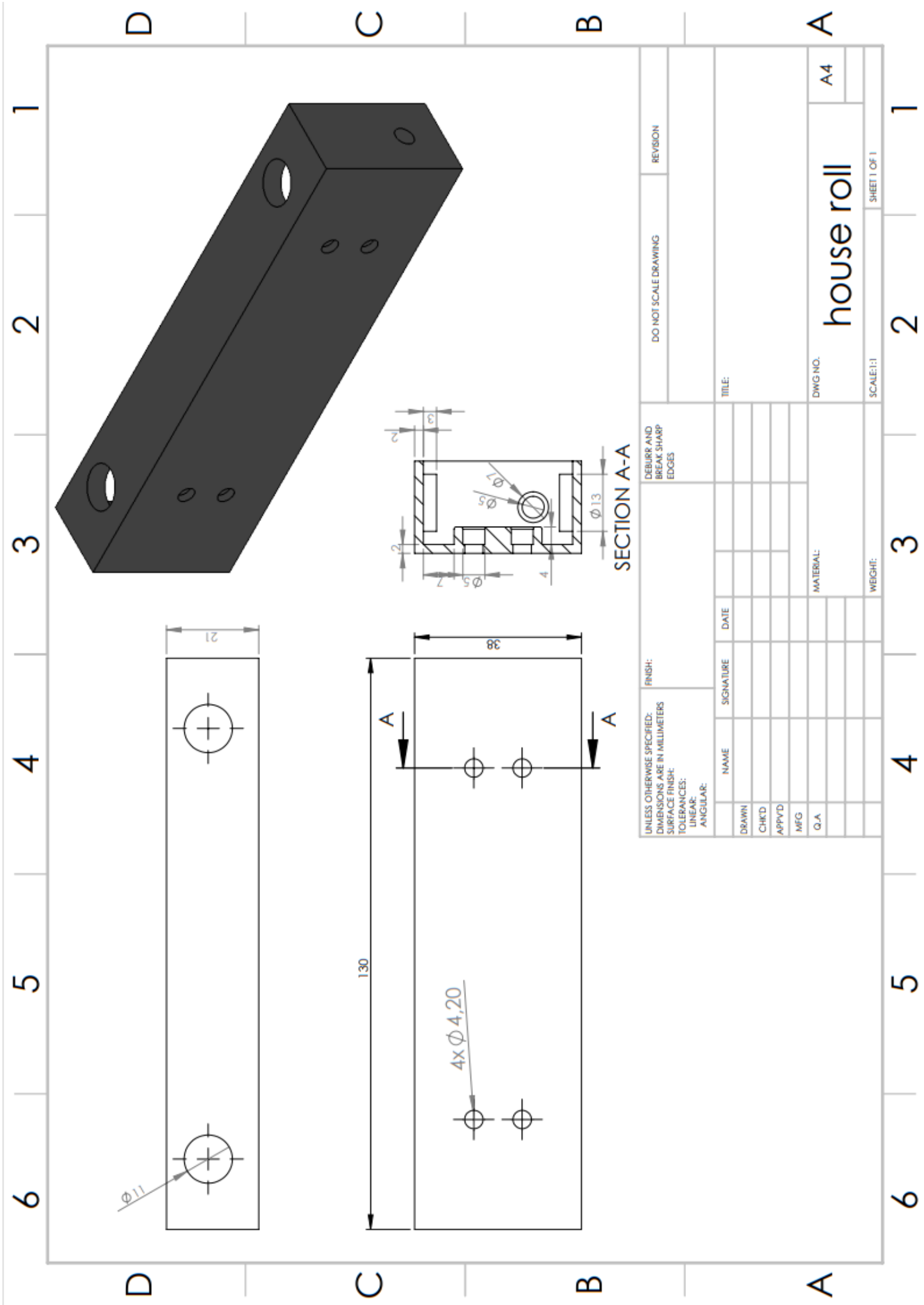
654321



D C B A

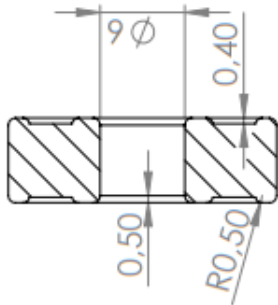
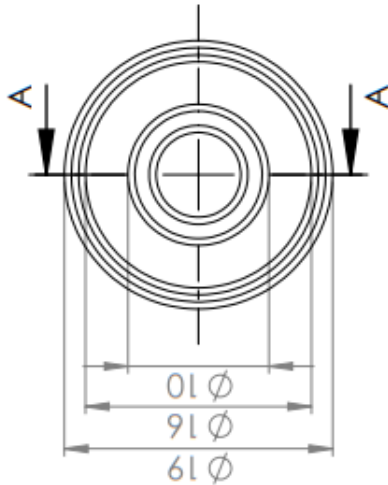
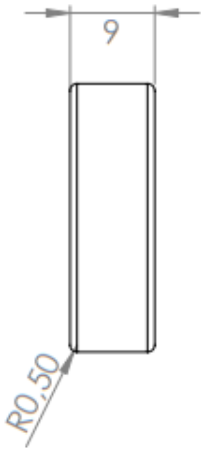
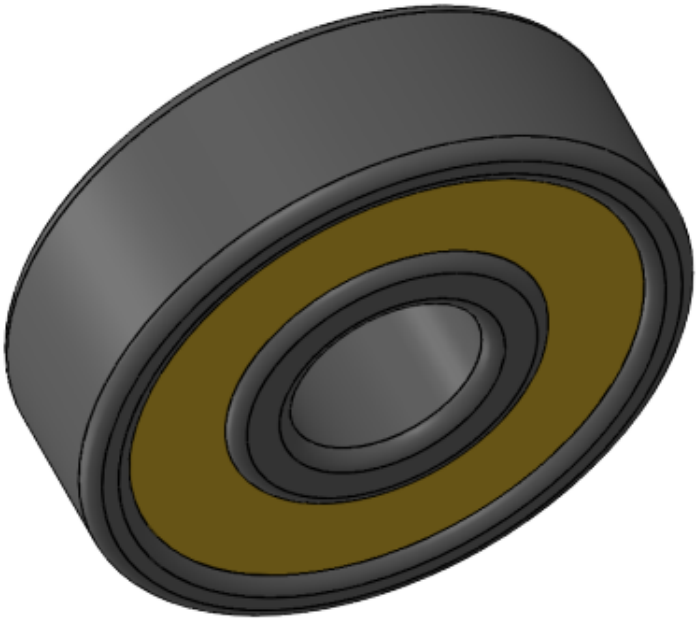
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
SURFACE FINISH:		TOLERANCES:							
LINEAR:		ANGULAR:							
NAME	SIGNATURE	DATE	TITLE:						
DRAWN									
CHKD									
APPVD									
MFG									
Q.A									
MATERIAL:			DWG NO.			A4			
			m6 x 1.0						
WEIGHT:			SCALE:1:1			SHEET 1 OF 1			

654321



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
SURFACE FINISH:		TOLERANCES:		TITLE:					
LINEAR:		ANGULAR:							
DRAWN	NAME	SIGNATURE	DATE						
CHK'D									
APP'D									
MFG									
Q.A.									
				MATERIAL:		DWG NO.		A4	
						house roll			
				WEIGHT:		SCALE:1:1		SHEET 1 OF 1	

654321



SECTION A-A

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:		FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING	REVISION
DRAWN	NAME	SIGNATURE	DATE	TITLE:		
CHK'D						
APP'D						
MFG						
Q.A				MATERIAL:		
				DWG NO.		
				bearing		
				A4		
				SCALE:2:1		
				SHEET 1 OF 1		

654321

6 5 4 3 2 1

D

C

B

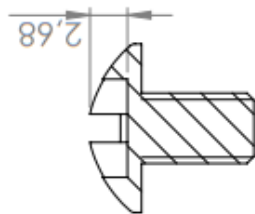
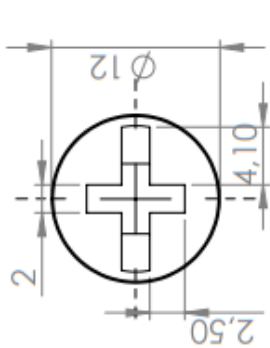
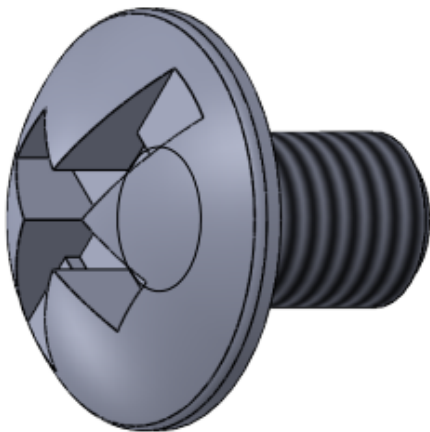
A

D

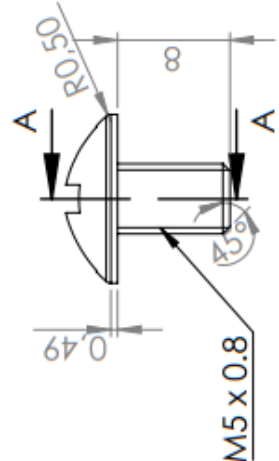
C

B

A

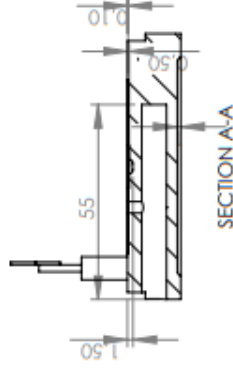
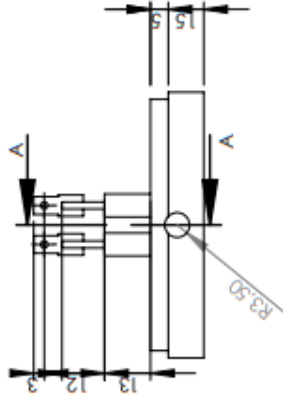
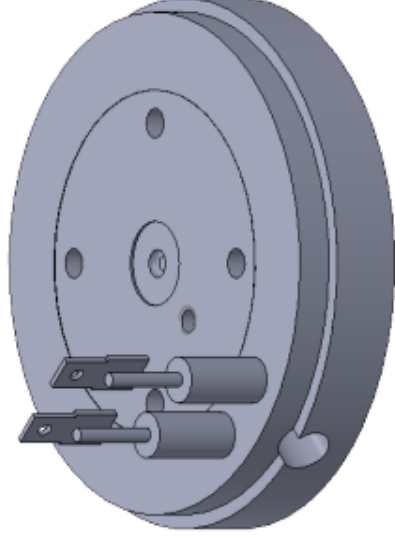
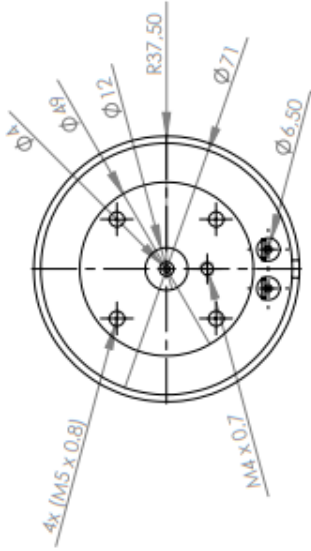


SECTION A-A



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
SURFACE FINISH:									
TOLERANCES:									
LINEAR:									
ANGULAR:									
NAME	SIGNATURE	DATE	TITLE:						
DRAWN									
CHK'D									
APP'VD									
MFG									
Q.A.									
			MATERIAL:			DWG NO.			
						skrup			
						A4			
			WEIGHT:			SCALE:2:1			
						SHEET 1 OF 1			

6 5 4 3 2 1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
SURFACE FINISH:		TOLERANCES:							
LINEAR:		ANGULAR:							
NAME	SIGNATURE	DATE	TITLE:			DWG NO.			A4
DRAWN									
CHKD									
APPVD									
MFG									
Q.A									
MATERIAL:			SCALE:1:2			SHEET 1 OF 1			
WEIGHT:									

Hot Press

654321

D

C

B

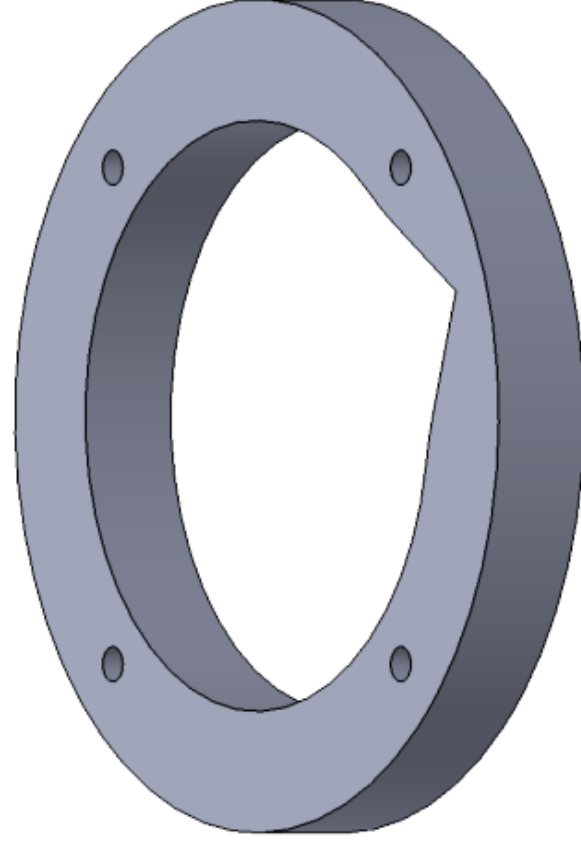
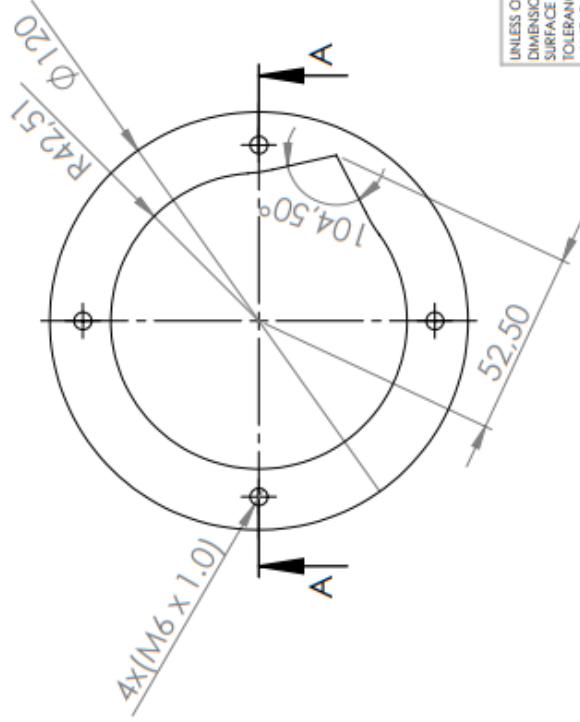
A

D

C

B

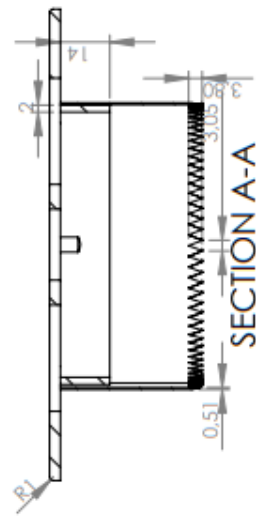
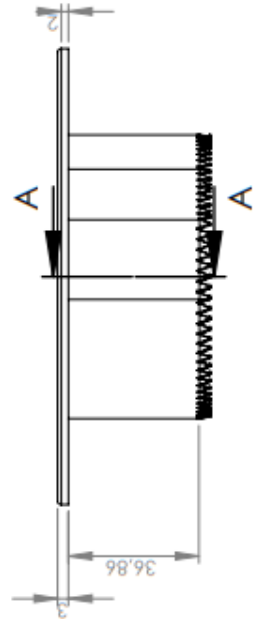
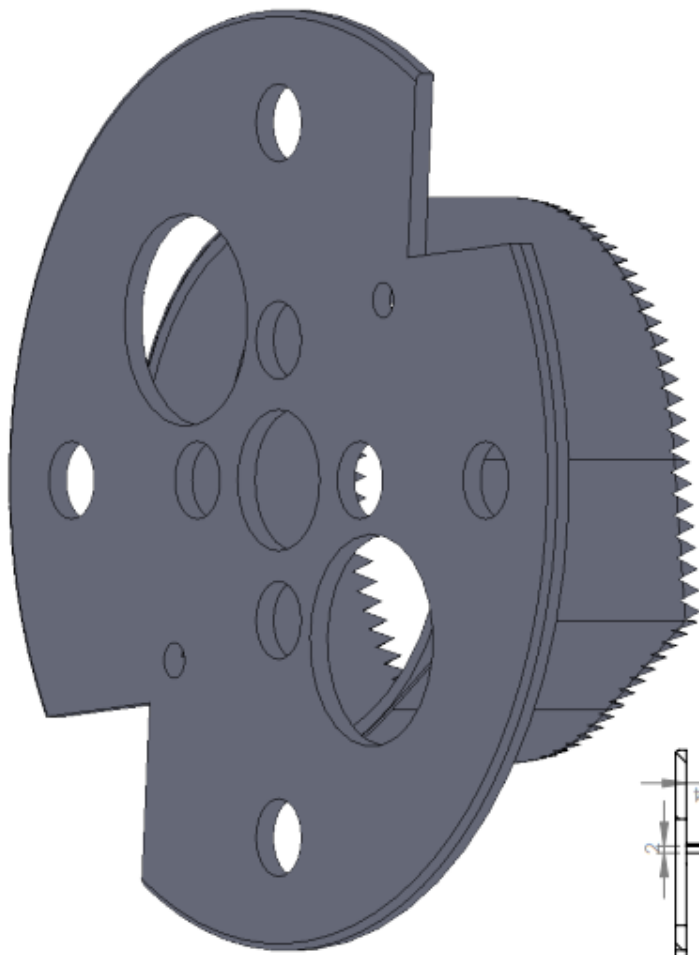
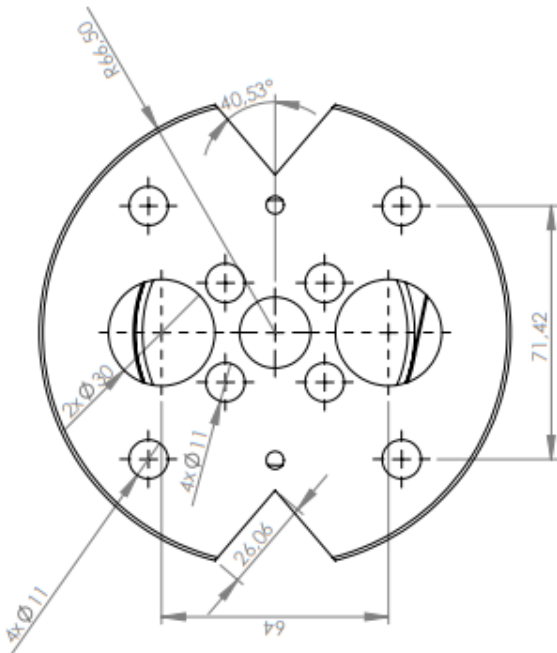
A



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
SURFACE FINISH:		TOLERANCES:		LINEAR:		ANGULAR:		TITLE:	
DRAWN		NAME		SIGNATURE		DATE		DWG NO.	
CHK'D								mold	
APP'D								A4	
MFG								SCALE:1:2	
Q.A								SHEET 1 OF 1	

654321

6 5 4 3 2 1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:				FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES				DO NOT SCALE DRAWING		REVISION					
DRAWN		NAME		SIGNATURE		DATE				TITLE:		DWG NO.		molding cutter		A4	
CHK'D																	
APPV'D																	
MFG										MATERIAL:							
Q.A																	

654321

D

C

B

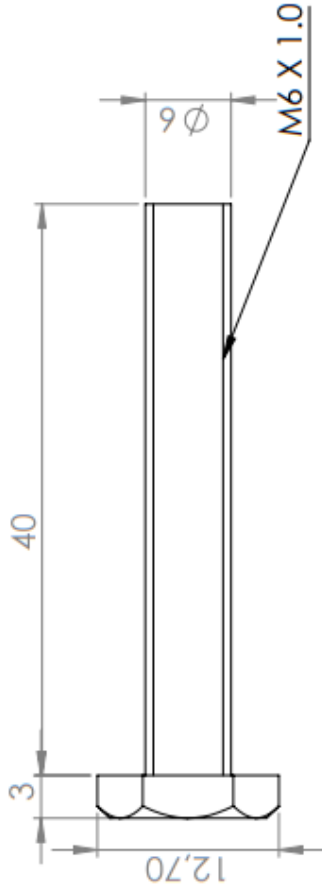
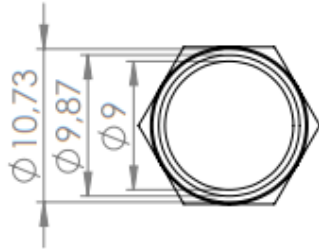
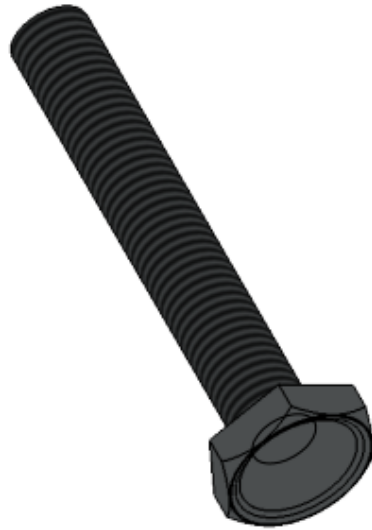
A

D

C

B

A



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:		FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING	REVISION
DRAWN	NAME	SIGNATURE	DATE	TITLE:		
CHKD						
APPVD						
MFG						
Q.A						
MATERIAL:				DWG NO.		
				A4		
				baut m6 x10 molding		
				SCALE:2:1		
				SHEET 1 OF 1		

654321

6 5 4 3 2 1

6 5 4 3 2 1

D

C

B

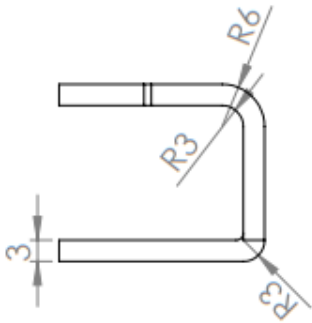
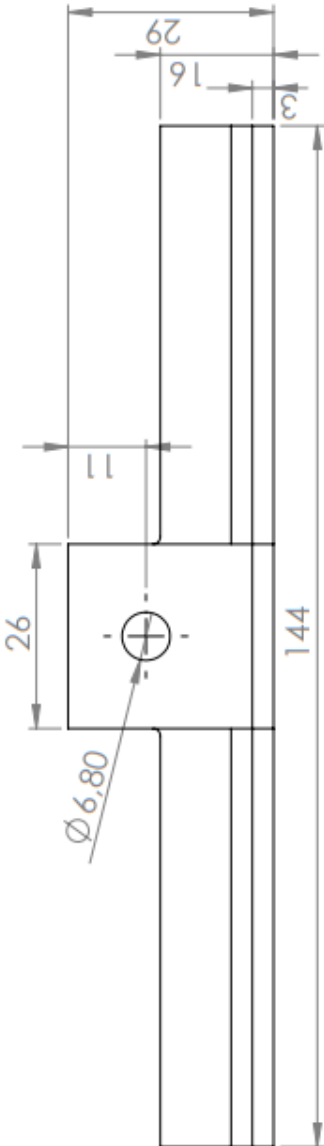
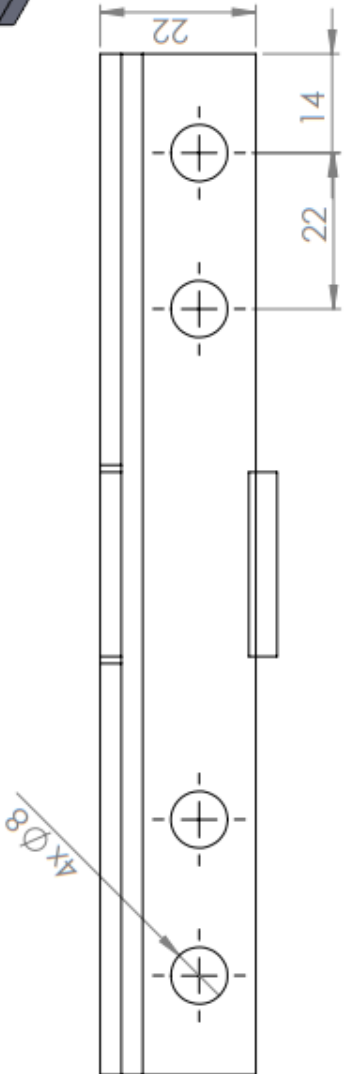
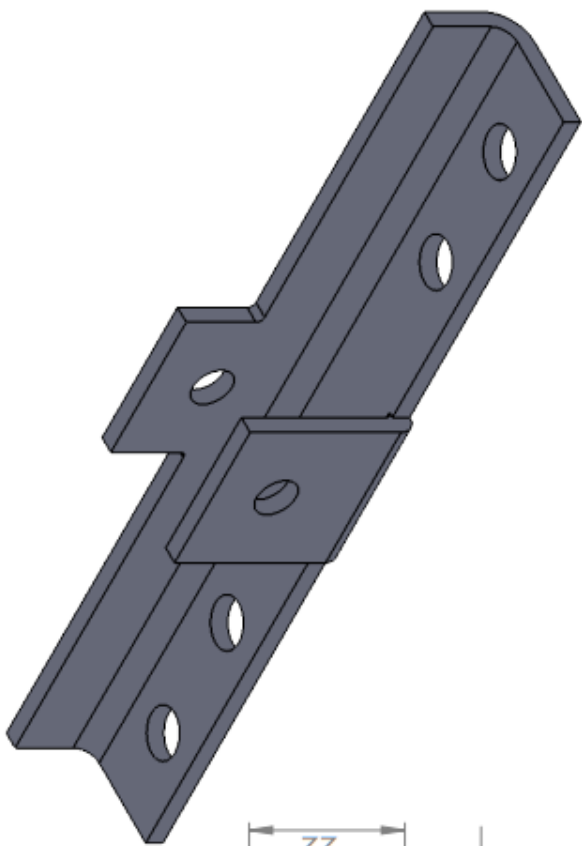
A

D

C

B

A

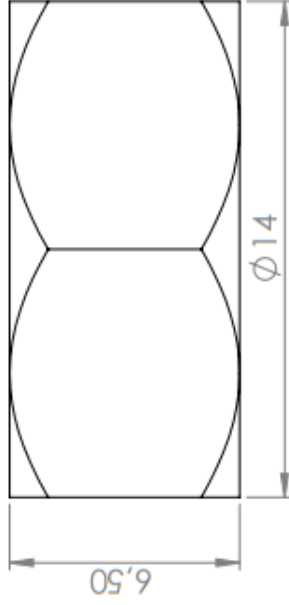
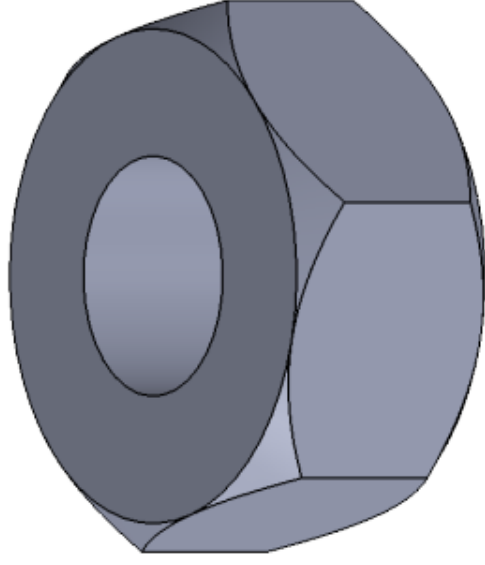
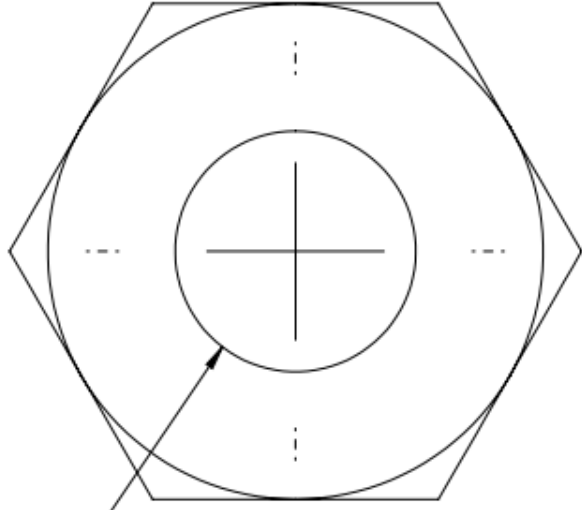


UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:		FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
DRAWN	NAME	SIGNATURE	DATE	TITLE:					
CHKD									
APPVD									
MFG									
Q.A.									
				MATERIAL:		DWG NO.		A4	
				WEIGHT:		SCALE:1:2		SHEET 1 OF 1	

hold bar

6 5 4 3 2 1

Tap M8X1.25



B

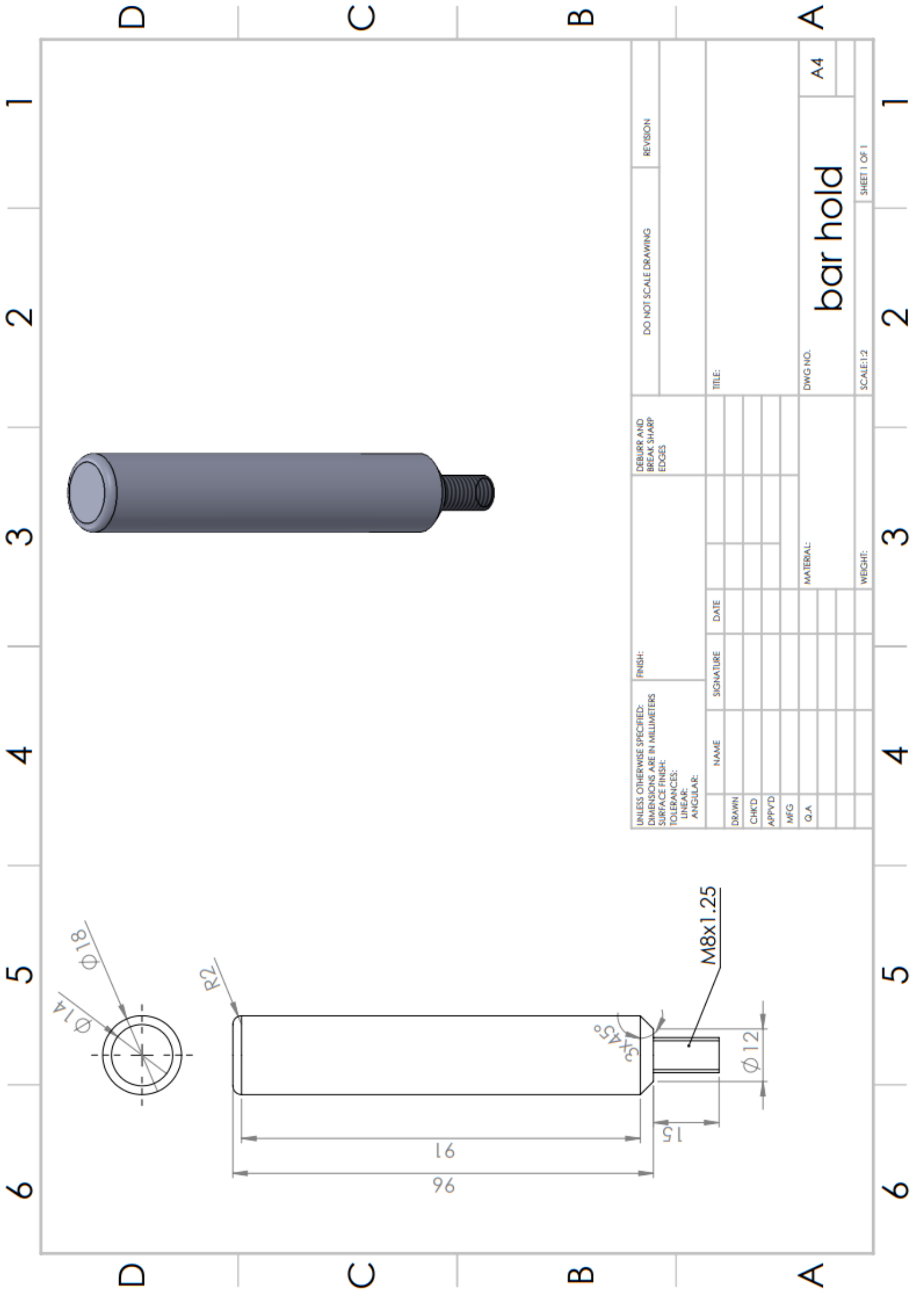
B

A

A

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS				FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
SURFACE FINISH:											
TOLERANCES:											
LINEAR:											
ANGULAR:											
NAME		SIGNATURE		DATE		TITLE:					
DRAWN											
CHK'D											
APPV'D											
MFG											
Q.A.											
						MATERIAL:				DWG NO.	
										mur m8x1.25 bar	
										A4	
										SCALE:2:1	
										SHEET 1 OF 1	

6 5 4 3 2 1



123456

D

C

B

A

6

5

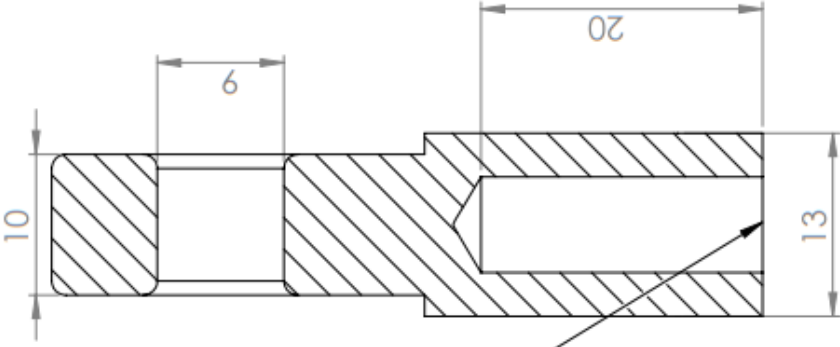
4

3

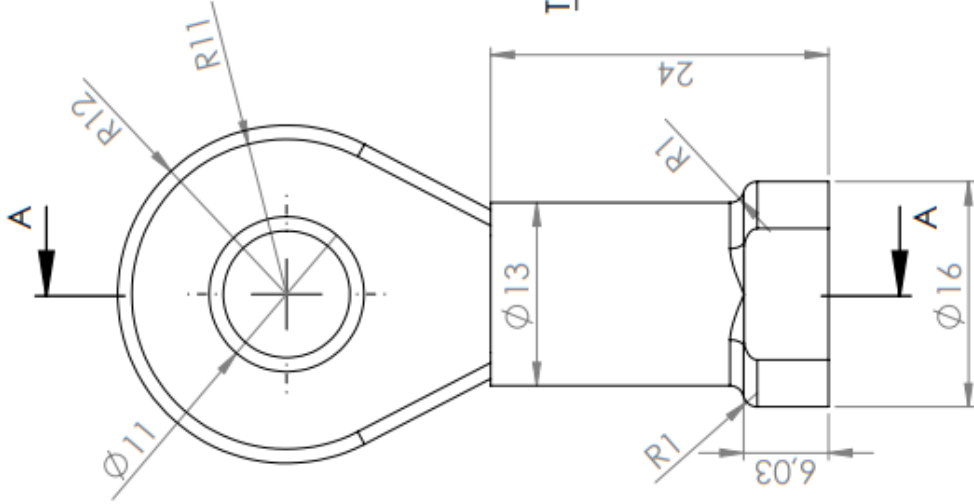
2

1

SECTION A-A
SCALE 2:1



Tap M8x1.25

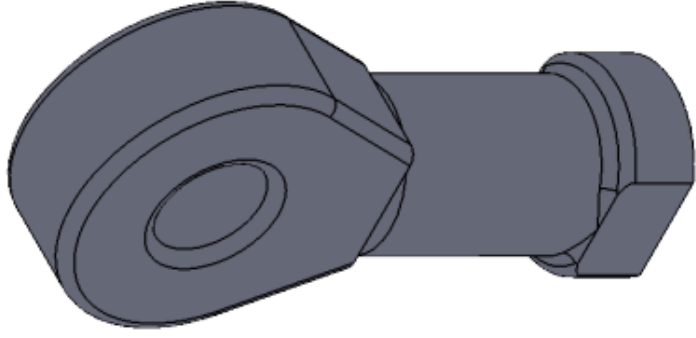


D

C

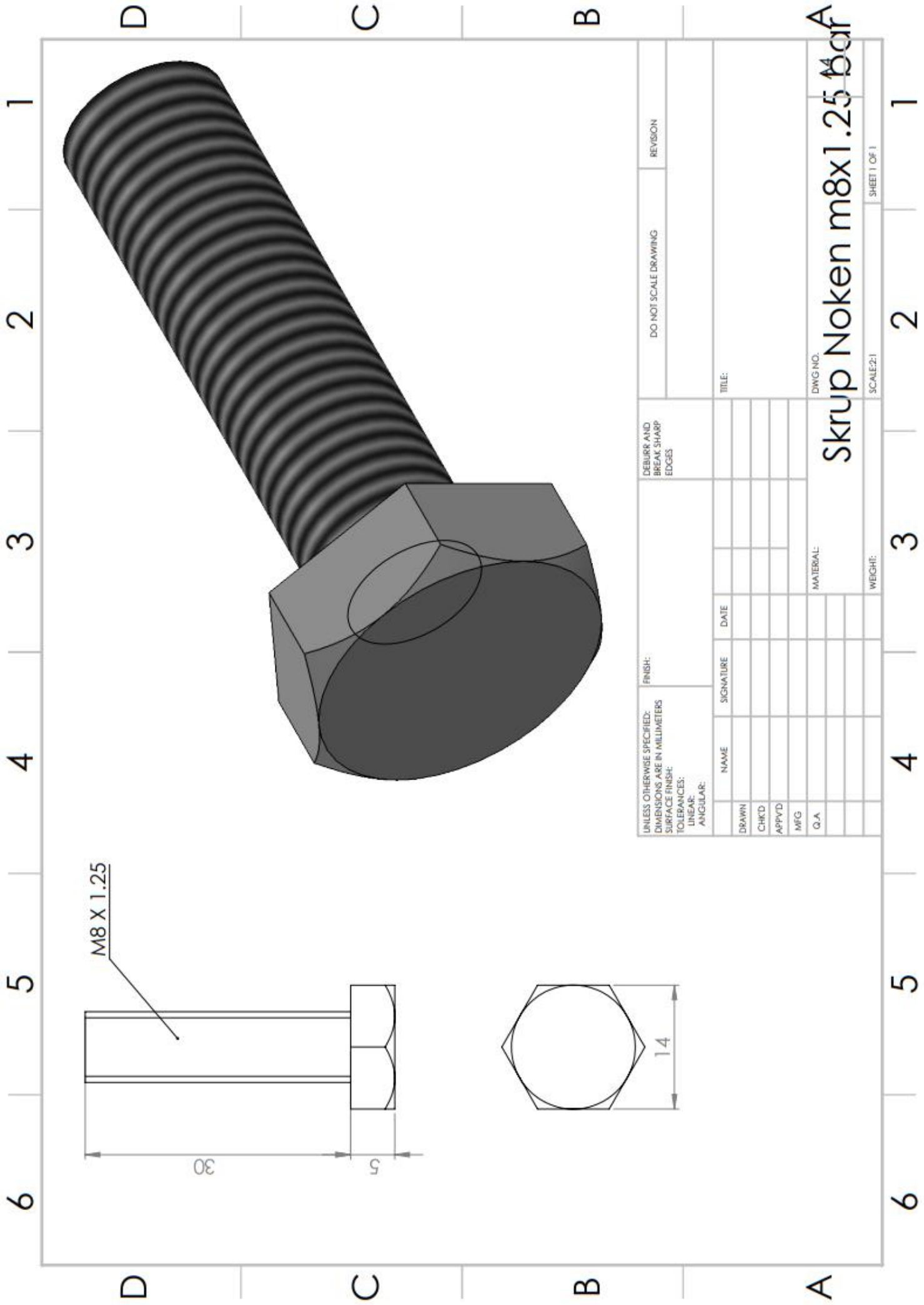
B

A



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
SURFACE FINISH:									
TOLERANCES:									
LINEAR:									
ANGULAR:									
NAME	SIGNATURE	DATE	TITLE:						
DRAWN									
CHK'D									
APP'VD									
MFG									
Q.A.									
MATERIAL:			DWG NO.			A4			
WEIGHT:			SCALE:1:1			SHEET 1 OF 1			

Lengan



M8 X 1.25

30

5

14

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS				FINISH:		DEBURK AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION			
SURFACE FINISH:				TOLERANCES:		TITLE:							
LINEAR:				ANGULAR:				DWG NO. Skrup Noken m8x1.25 14					
DRAWN		NAME		SIGNATURE								DATE	
CHK'D													
APP'VD													
MFG													
Q.A													
				MATERIAL:									
				WEIGHT:				SCALE:2:1		SHEET 1 OF 1			

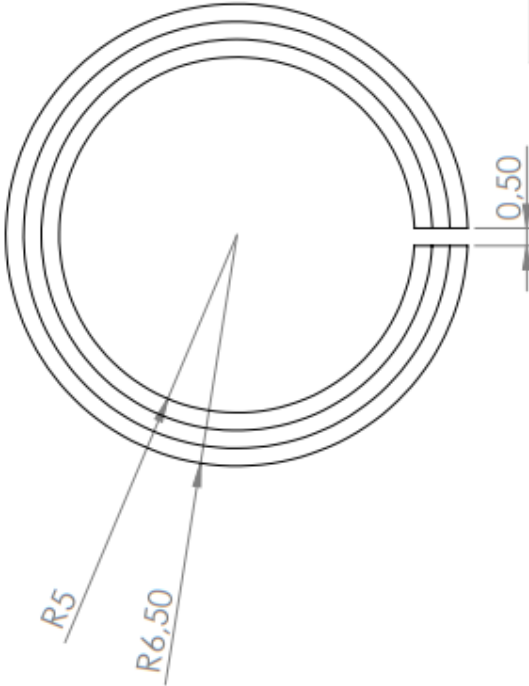
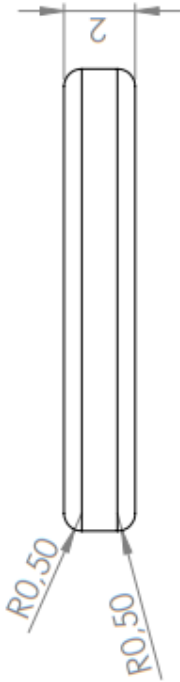
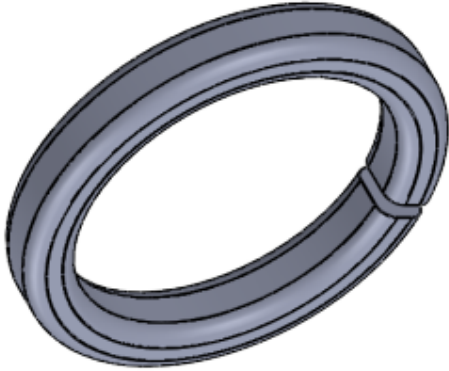
6 5 4 3 2 1

D

C

B

A



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
SURFACE FINISH:		TOLERANCES:		MATERIAL:		DWG NO.		A4	
LINEAR:		ANGULAR:		WEIGHT:		SHEET 1 OF 1			
DRAWN		NAME		SIGNATURE		DATE		TITLE:	
CHK'D									
APP'VD									
MFG									
Q.A									

6 5 4 3 2 1

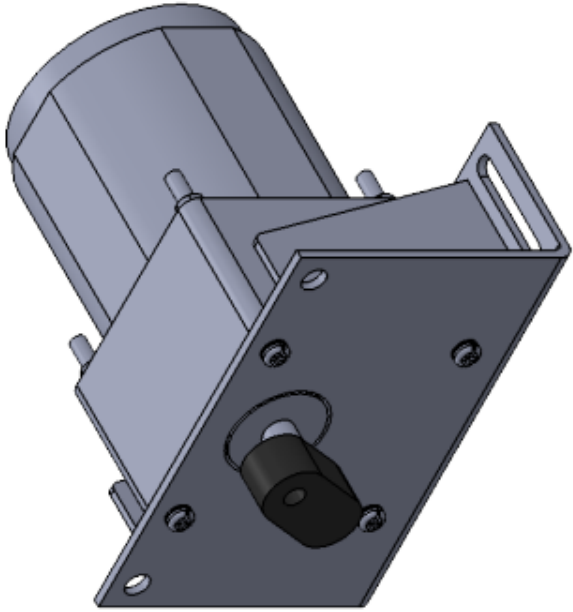
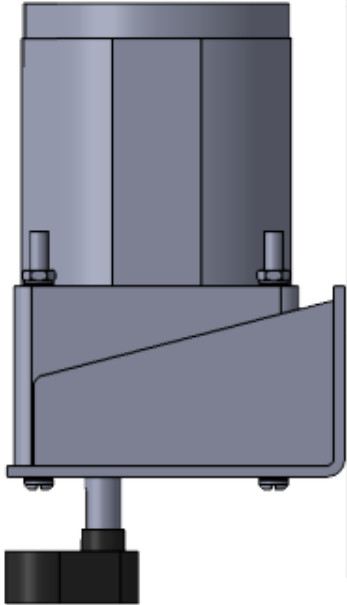
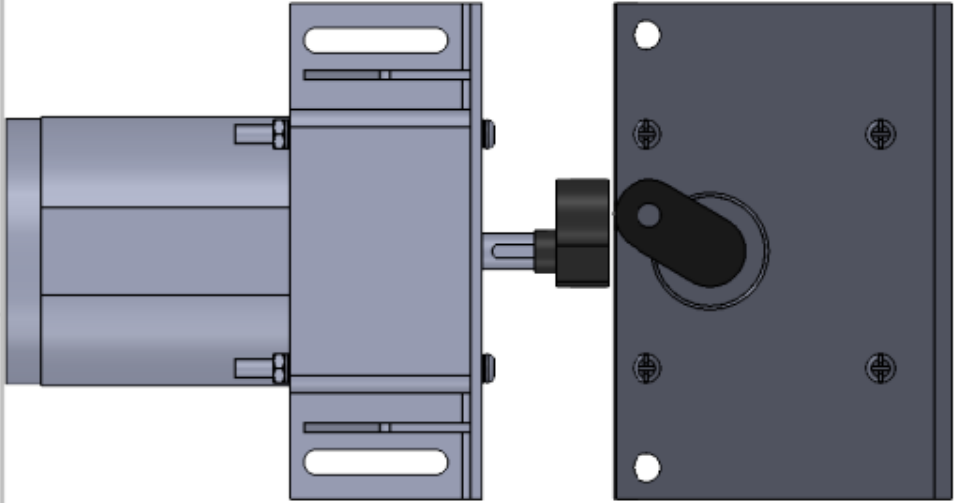
654321

D

C

B

A



D

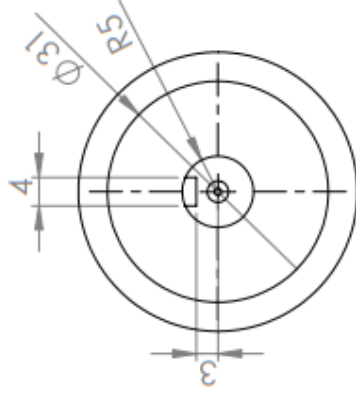
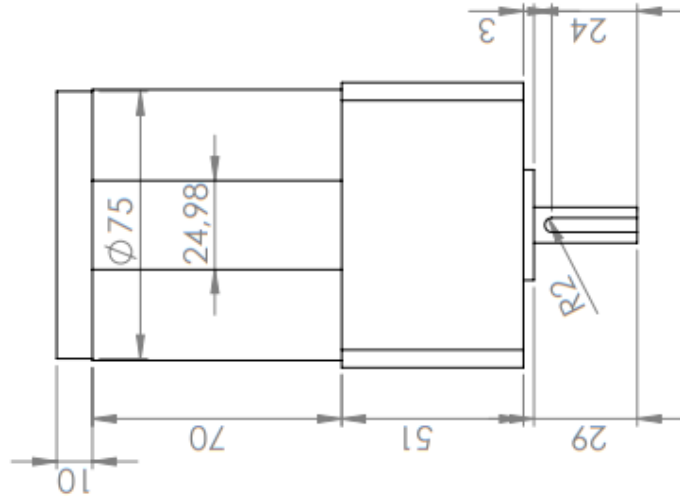
C

B

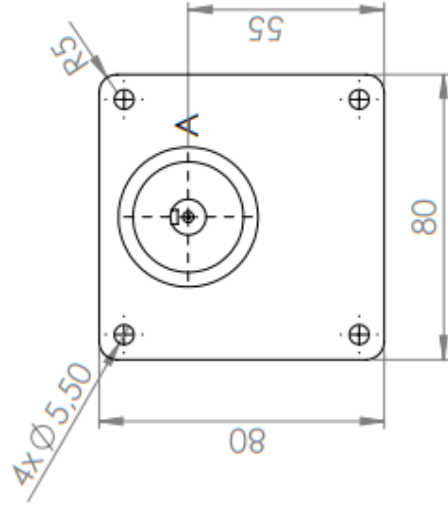
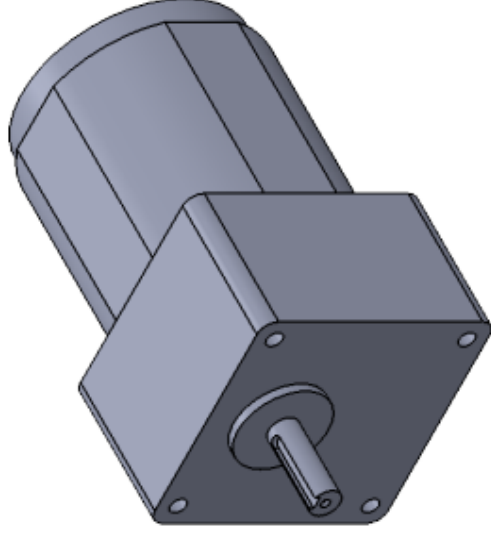
A

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
SURFACE FINISH:		TOLERANCES:		LINEAR:		ANGULAR:		TITLE:	
DRAWN	NAME	SIGNATURE	DATE	MATERIAL:		DWG NO.		A4	
CHKD									
APPVD									
MFG									
Q.A.									
				WEIGHT:		SCALE:1:5		SHEET 1 OF 1	

654321

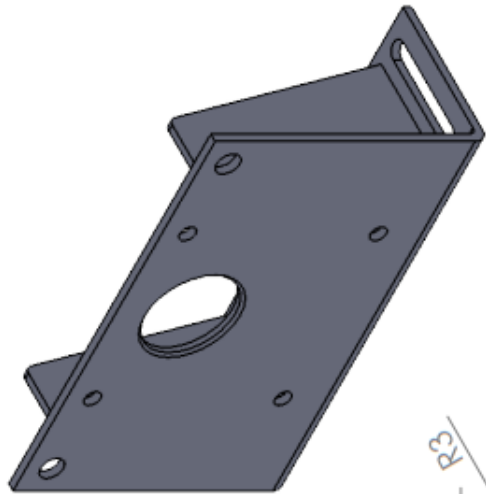
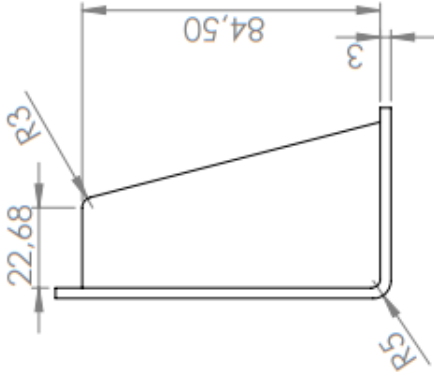
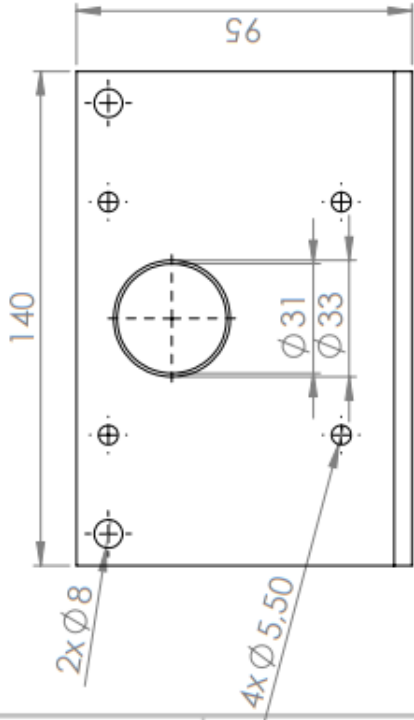
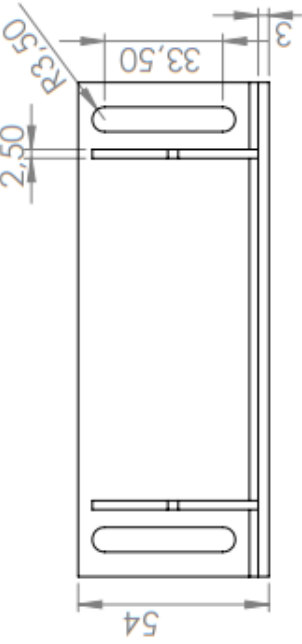


DETAIL A
SCALE 1:1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS										FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES										DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:																									
		NAME		SIGNATURE		DATE												TITLE:							
DRAWN																									
CHK'D																									
APP'VD																									
MFG																									
Q.A.																									
										MATERIAL:						DWG NO.		A4							
																				SCALE:1:5		SHEET 1 OF 1			

654321

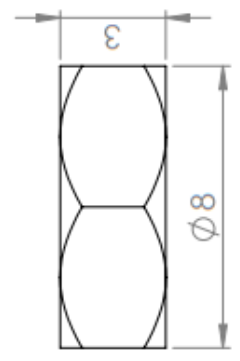
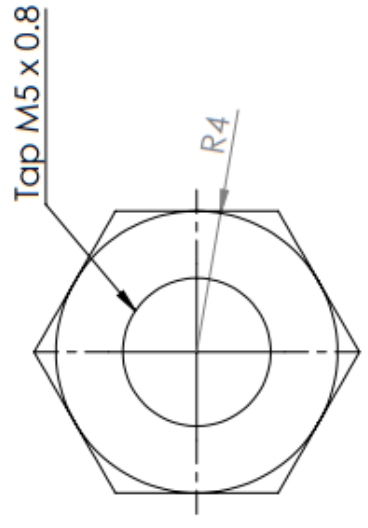
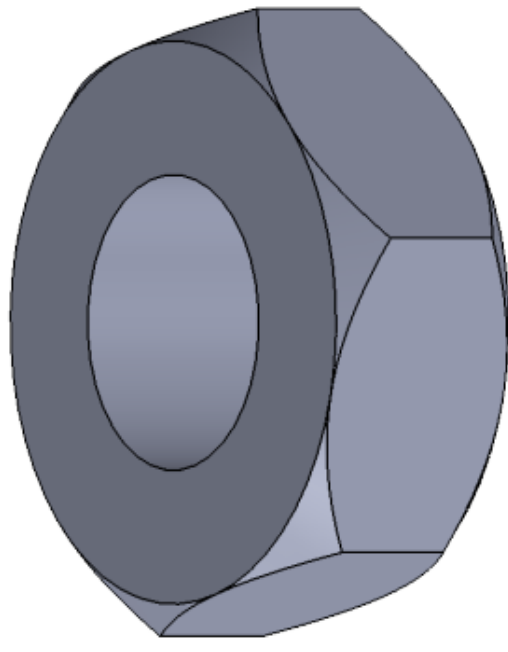


UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
SURFACE FINISH:		TOLERANCES:		NAME		SIGNATURE		DATE	
LINEAR:		ANGULAR:		DRAWN					
				CHK'D					
				APP'VD					
				MFG					
				Q.A					
				MATERIAL:					
				WEIGHE:					
				SCALE:1:2					
				SHEET 1 OF 1					
				holder motor					
				A4					

654321

6 5 4 3 2 1

D C B A



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
SURFACE FINISH:		TOLERANCES:		LINEAR:		ANGULAR:		TITLE:	
DRAWN	NAME	SIGNATURE	DATE						
CHKD									
APPVD									
MFG									
Q.A									
				MATERIAL:		DWG NO.		A4	
								mur holder	
								SHEET 1 OF 1	
				WEIGHT:		SCALE: 5:1			

6 5 4 3 2 1

