

**Perancangan dan Pembuatan Meja Makan *Extendable* dengan
Metode *Design Thinking***

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin**



Disusun Oleh :

Nama : Ma'ruf Kurniawan

No. Mahasiswa : 17525016

NIRM : 2017023581

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2021

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa karya ini benar-benar karya hasil kerja saya sendiri yang sepanjang sepengetahuan saya tidak terdapat karya maupun tulisan yang diterbitkan oleh orang lain, kecuali kutipan yang secara tertulis saya jelaskan setiap sumbernya. Apabila dikemudian hari pernyataan saya tidak benar dan melanggar hak kekayaan intelektual, saya sanggup menerima hukuman atau sanksi sesuai hukum yang berlaku.

Yogyakarta, 18 Januari 2022



Penulis

Ma'rif Kurniawan

NIM: 17525016

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

Perancangan dan Pembuatan Meja Makan *Extendable* dengan Metode *Design Thinking*

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

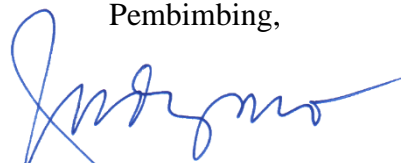
Nama : Ma'ruf Kurniawan

No. Mahasiswa : 17525016

NIRM : 2017023581

Yogyakarta, 21 Desember 2021

Pembimbing,



Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng.

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

Perancangan dan Pembuatan Meja Makan *Extendable* dengan Metode *Design Thinking*

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Ma'ruf Kurniawan

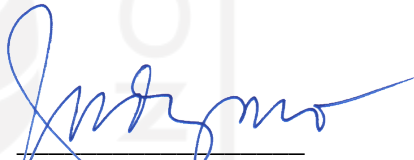
No. Mahasiswa : 17525016

NIRM : 2017023581

Tim Penguji


Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng.

Ketua


Tanggal : 18 Januari 2022

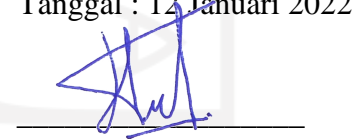
Agung Nugroho Adi, S.T., M.T.

Anggota I


Tanggal : 12 Januari 2022

Donny Suryawan, S.T., M.Eng.

Anggota II


Tanggal : 12 Januari 2022

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin




Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Laporan Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada kedua orang tua saya, Bapak Sunhaji dan Ibu Sudadah yang telah membimbing dan mendoakan saya sehingga saya dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir sebagai syarat mendapatkan gelar sarjana dengan sebaik-baiknya.

-Ma'ruf Kurniawan

HALAMAN MOTTO

*“Barangsiapa mengerjakan kebaikan seberat zarah pun,
niscaya dia akan melihat balasannya.”*

(QS. Al-Zalzalah :7)

*“Sebaik-baik manusia adalah yang paling bermanfaat bagi
manusia lainnya.”*

(HR. Ahmad)

*“Dunia itu hanya tiga hari. Kemarin, yang tak kan terulang.
Besok, yang belum tentu menemuinya. Hari ini, tempat
menabung amalan kita.”*

(Hasan Al-Bashri)

المعهد الإسلامي
الاستدرا الأندلسي

KATA PENGANTAR ATAU UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyusun Laporan Tugas Akhir dengan judul “Perancangan dan Pembuatan Meja Makan *Extendable* Menggunakan Metode *Design Thinking*” dalam rangka mendapatkan gelar Strata-1 Program Studi Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.

Dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya terhadap semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini dari awal hingga selesainya penulisan laporan tugas akhir ini.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan rizki-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua penulis, Bapak Sunhaji dan Ibu Sudadah yang telah mendukung dan mendoakan penulis setiap saat.
3. Bapak Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan jalannya tugas akhir ini dengan baik.
4. Teman-teman yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan pembuatan prototipe maupun penyusunan laporan.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir yang telah disusun terdapat banyak kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun sehingga penulis dapat mengoreksi diri supaya lebih baik. Terima kasih

Yogyakarta, 21 Desember 2021



Ma'ruf Kurniawan

ABSTRAK

Meja makan adalah perabotan yang banyak diperlukan manusia mulai dari kegiatan di dalam rumah hingga restoran. Namun dewasa ini keterbatasan ruangan menjadi permasalahan yang sering dijumpai. Produsen *furniture* seperti IKEA, Heim Studio, dan Expand Furniture telah memproduksi meja makan *extendable* yang dapat menjadi solusi permasalahan keterbatasan ruangan untuk meja makan, namun penggunaannya masih menggunakan sistem manual. Pada penelitian ini dilakukan perancangan dan pembuatan purwarupa meja makan *extendable* dengan sistem otomatis yang menggantikan kerja manusia dalam memperpanjang meja makan pada sistem manual. Perancangan purwarupa dilakukan dengan metode *design thinking* yang berorientasi pada pengguna dengan tujuan mengetahui kebutuhan pengguna. Proses perancangan dimulai dari tahapan kajian literatur, identifikasi masalah, konsep desain, pembuatan purwarupa, dan pengujian purwarupa.

Perancangan ini menghasilkan sebuah produk meja makan *extendable* otomatis yang dapat mengakomodasi 4 pengguna. Purwarupa ini menggunakan mekanisme *slider crank* dan *cylindrical cam* yang telah disinkronisasi sehingga dapat memperpanjang ukuran meja secara otomatis. Mekanisme tersebut merupakan hasil pengembangan dari beberapa mekanisme meja makan *extendable* manual. Purwarupa meja makan diuji dengan memperagakan penggunaan meja. Umpan balik berupa penilaian pada aspek ergonomi, kepraktisan, dan estetika dengan nilai yang sangat baik didapatkan setelah melakukan peragaan.

Kata kunci : Meja makan, *Extendable*, *Transformable*, *Furniture*, *Design thinking*.

ABSTRACT

The dining table is a piece of furniture needed by humans, from activities in the home to restaurants. However, nowadays limited space is a common problem. Furniture manufacturers such as IKEA, Heim Studio, and Expand Furniture have produced an extendable dining table that can be a solution to the problem of limited space for a dining table, but its use still uses a manual system. In this research, the design and manufacture of an extendable dining table prototype with an automatic system that replaces human work in extending the dining table on a manual system is carried out. The prototype design is carried out using a user-oriented design thinking method with the aim of knowing the user's needs. The design process starts from the stages of literature review, problem identification, design concept, making prototypes, and testing prototypes.

This design process produces an automatic extendable dining table product that can accommodate 4 users. This prototype uses a synchronized crank slider and cylindrical cam mechanism to automatically extend the table size. This mechanism is the result of the development of several manual extendable dining table mechanisms. The dining table prototype was tested by demonstrating the use of the table. Feedback in the form of an assessment on the aspects of ergonomics, practicality, and aesthetics with a very good value was obtained after doing the demonstration.

Keywords: *Dining table, Extendable, Transformable, Furniture, Design thinking.*

Daftar Isi	
Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing	ii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji	iii
Halaman Persembahan	iv
Halaman Motto	v
Kata Pengantar atau Ucapan Terima Kasih	vi
Abstrak	vii
ABSTRACT	viii
Daftar Tabel	xi
Daftar Gambar	xii
Daftar Notasi	xvi
Bab 1 Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Perancangan	4
1.5 Manfaat Perancangan	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
Bab 2 Tinjauan Pustaka	6
2.1 Kajian Pustaka	6
2.1.1 IKEA Ekedalen	9
2.1.2 Heim Studio SETSU Extendable Dining Table	10
2.1.3 Expand Furniture Baobab Oval Extendable Kitchen Table	11
2.2 Dasar Teori	12
2.2.1 <i>Furniture</i>	12
2.2.2 <i>Transformable furniture</i>	13
2.2.3 <i>Design Thinking</i>	13
2.2.4 Ergonomi	14
2.2.5 Pemodelan CAD	15
2.2.6 Perangkat Lunak SolidWorks	16
Bab 3 Metode Penelitian	17

3.1	Alur Penelitian	17
3.1.1	Kajian Literatur.....	17
3.1.2	Identifikasi Masalah	18
3.1.3	Konsep Desain.....	18
3.1.4	Membuat Purwarupa	18
3.1.5	Menguji Purwarupa	19
3.2	Peralatan dan Bahan.....	19
3.2.1	Alat	19
3.2.2	Bahan	22
Bab 4	Hasil dan Pembahasan	29
4.1	Hasil Observasi	29
4.2	Identifikasi Masalah.....	30
4.3	Konsep Desain	32
4.3.1	Pengembangan Desain.....	35
4.4	Pembuatan Purwarupa	47
4.4.1	Pengolahan Kayu dan Multipleks.....	47
4.4.2	Proses Pembuatan Komponen 3D <i>print</i>	49
4.4.3	Pembuatan Komponen Menggunakan <i>Laser cutting</i>	50
4.4.4	Perakitan Komponen Mekanik	50
4.5	Peragaan Purwarupa	58
4.6	Analisis dan Pembahasan.....	60
4.6.1	Desain Meja Makan <i>Extendable</i>	60
4.6.2	Mekanisme Meja Makan <i>Extendable</i>	60
4.6.3	Dimensi Perpanjangan Meja Makan <i>Extendable</i>	64
4.6.4	Biaya Produksi Purwarupa Meja Makan <i>Extendable</i>	64
Bab 5	Penutup.....	67
5.1	Kesimpulan	67
5.2	Saran atau Penelitian Selanjutnya.....	67
Daftar Pustaka	69

DAFTAR TABEL

Tabel 3-1 Daftar alat.....	19
Tabel 3-2 Daftar bahan	22
Tabel 4-1 Analisis perbandingan mekanisme meja makan <i>extendable</i> manual ...	32
Tabel 4-2 Penilaian pengguna terhadap purwarupa	59
Tabel 4-3 Perbandingan mekanisme purwarupa dan mekanisme produk yang telah dijual	61
Tabel 4-4 Rincian biaya produksi meja makan <i>extendable</i>	65



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1-1 Jenis <i>furniture</i> meja yang dibutuhkan penghuni perumahan tipe sederhana	2
Gambar 1-2 Hasil survei terkait mekanisme meja makan extendable.....	3
Gambar 2-1 Mebel multifungsi untuk apartemen mahasiswa desain.....	7
Gambar 2-2 Mekanisme " <i>Butterfly Leaf</i> " pada meja maket makan <i>extendable</i>	8
Gambar 2-3 Hasil akhir meja makan	8
Gambar 2-4 Meja kopi <i>extendable</i> , (kiri) Kondisi normal, (kanan) Kondisi diperpanjang	9
Gambar 2-5 IKEA Ekedalen.....	9
Gambar 2-6 Proses memperpanjang IKEA Ekedalen	10
Gambar 2-7 Heim Studio SETSU Extendable Dining Table	10
Gambar 2-8 Mekanisme memperpanjang ukuran Heim Studio SETSU Extendable Dining Table	11
Gambar 2-9 Expand Furniture Baobab Oval Extendable Kitchen Table	11
Gambar 2-10 Mekanisme memperpanjang ukuran Expand Furniture Baobab Oval Extendable Kitchen Table	12
Gambar 2-11 Pengaturan jarak tempat duduk pada meja makan	15
Gambar 3-1 Diagram alur penelitian	17
Gambar 3-2 Laptop.....	19
Gambar 3-3 Logo SolidWorks	20
Gambar 3-4 Logo KeyShot	20
Gambar 3-5 Obeng	20
Gambar 3-6 Mesin bor.....	20
Gambar 3-7 Kunci pas	20
Gambar 3-8 Kunci pas	21
Gambar 3-9 Kuas cat	21
Gambar 3-10 Ampelas.....	21
Gambar 3-11 Solder	21
Gambar 3-12 Multipleks.....	22
Gambar 3-13 Multipleks.....	22

Gambar 3-14 Akrilik tebal 5 mm	22
Gambar 3-15 Kayu mahoni	22
Gambar 3-16 Pelat <i>stainless steel</i> 2 mm.....	23
Gambar 3-17 Motor DC <i>gearbox</i> JGY370 12 V 18 rpm.....	23
Gambar 3-18 Adaptor 12 V 2 A	23
Gambar 3-19 <i>Thrust bearing</i> AXK 5070 ASB.....	24
Gambar 3-20 <i>Washer thrust bearing</i> AXK 5070 ASB	24
Gambar 3-21 <i>Shaft</i> SK10 10 mm	24
Gambar 3-22 <i>Shaft</i> SHF10 10 mm	24
Gambar 3-23 <i>Bearing insert</i> KP08 8 mm.....	25
Gambar 3-24 <i>Pillow block bearing</i> KFL08 8 mm.....	25
Gambar 3-25 <i>Linear bearing</i> LM10UU 10 mm.....	25
Gambar 3-26 <i>Linear bearing</i> LMH10LUU 10 mm	26
Gambar 3-27 <i>Deep groove ball bearing</i> 628zz	26
Gambar 3-28 Batang <i>stainless steel</i>	26
Gambar 3-29 Batang <i>stainless steel</i>	26
Gambar 3-30 Batang <i>stainless steel</i>	27
Gambar 3-31 Saklar DPDT	27
Gambar 3-32 Saklar batas.....	27
Gambar 3-33 Kabel	27
Gambar 3-34 <i>Filament 3D print</i> PETG.....	28
Gambar 3-35 Dempul	28
Gambar 3-36 Cat	28
Gambar 4-1 Hasil survei terkait mekanisme meja makan extendable.....	30
Gambar 4-2 Hasil survei terkait tempat tinggal responden	34
Gambar 4-3 Hasil survei terkait ketertarikan responden terhadap meja makan extendable.....	34
Gambar 4-4 Hasil survei terkait kapasitas meja makan	34
Gambar 4-5 Hasil survei terkait warna meja makan	35
Gambar 4-6 Alternatif desain pertama	36
Gambar 4-7 Alternatif desain kedua.....	36
Gambar 4-8 Alternatif desain ketiga	37

Gambar 4-9 Hasil survei pemilihan alternatif desain	38
Gambar 4-10 Ilustrasi pergerakan panel meja.....	39
Gambar 4-11 Sketsa desain mekanisme	39
Gambar 4-12 Dimensi panel meja.....	41
Gambar 4-13 Desain <i>cylindrical cam</i> tampak atas.....	42
Gambar 4-14 Desain <i>cylindrical cam</i> tampak bawah.....	42
Gambar 4-15 Desain komponen batang penghubung.....	43
Gambar 4-16 Desain rel horizontal	43
Gambar 4-17 Desain rel vertikal	44
Gambar 4-18 Desain dudukan motor DC dan roda gigi.....	45
Gambar 4-19 Komponen mekanik pada meja makan <i>extendable</i>	45
Gambar 4-20 Mekanisme gerak meja.....	46
Gambar 4-21 <i>Render</i> meja makan <i>extendable</i> kondisi normal di dalam ruangan	46
Gambar 4-22 <i>Render</i> meja makan <i>extendable</i> kondisi diperpanjang di dalam ruangan	47
Gambar 4-23 Komponen kayu setelah dipotong	48
Gambar 4-24 Multipleks setelah didempul	48
Gambar 4-25 Pengecatan komponen kayu dan multipleks	49
Gambar 4-26 Hasil 3D <i>print</i> komponen <i>cylindrical cam</i> dan bantalan <i>cylindrical cam</i>	49
Gambar 4-27 Komponen roda gigi setelah proses <i>laser cutting</i>	50
Gambar 4-28 Bantalan <i>cylindrical cam</i>	51
Gambar 4-29 Rel horizontal	51
Gambar 4-30 Rel vertikal	52
Gambar 4-31 Komponen panel tepi meja.....	52
Gambar 4-32 Komponen <i>linear bearing</i> pada panel tepi meja	53
Gambar 4-33 Pemasangan <i>lock nut</i> M5 pada sambungan batang penghubung ...	53
Gambar 4-34 Komponen panel tengah meja	54
Gambar 4-35 Pemasangan <i>bearing</i> 6088 zz pada penopang batang <i>stainless steel</i>	54
Gambar 4-36 Pemasangan batang penghubung dan roda gigi pada <i>cylindrical cam</i>	54

Gambar 4-37 Pemasangan batang <i>stainless steel</i> pada <i>cylindrical cam</i>	55
Gambar 4-38 Pemasangan <i>linear bearing</i> LMH 10 LUU pada rangka tengah....	55
Gambar 4-39 Pemasangan motor DC padaudukan motor	56
Gambar 4-40 Rangkaian kelistrikan saklar batas menggunakan saklar DPDT....	56
Gambar 4-41 Rangkaian komponen kelistrikan pada purwarupa	56
Gambar 4-42 Pemasangan saklar DPDT dan lubang adaptor 12 V	57
Gambar 4-43 Pemasangan panel meja.....	57
Gambar 4-44 Hasil perakitan meja makan <i>extendable</i> kondisi normal.....	57
Gambar 4-45 Hasil perakitan meja makan <i>extendable</i> kondisi diperpanjang	58
Gambar 4-46 Peragaan meja kondisi normal	58
Gambar 4-47 Peragaan meja kondisi diperpanjang.....	59
Gambar 4-48 Purwarupa meja makan <i>extendable</i> otomatis	61
Gambar 4-49 Expand Furniture Baobab.....	61
Gambar 4-50 Heim Studio SETSU	61
Gambar 4-51 IKEA Ekedalen	62
Gambar 4-52 <i>Datasheet</i> motor DC <i>gearbox</i> JGY370	62
Gambar 4-53 Parameter pengujian <i>motion analysis</i>	63
Gambar 4-54 Hasil kebutuhan torsi meja makan <i>extendable</i>	63
Gambar 4-55 Sketsa perpanjangan ukuran meja	64
Gambar 4-56 Hasil kuisisioner terkait pilihan furniture meja makan <i>extendable</i> ...	66

DAFTAR NOTASI

mm = milimeter

cm = centimeter

m = meter

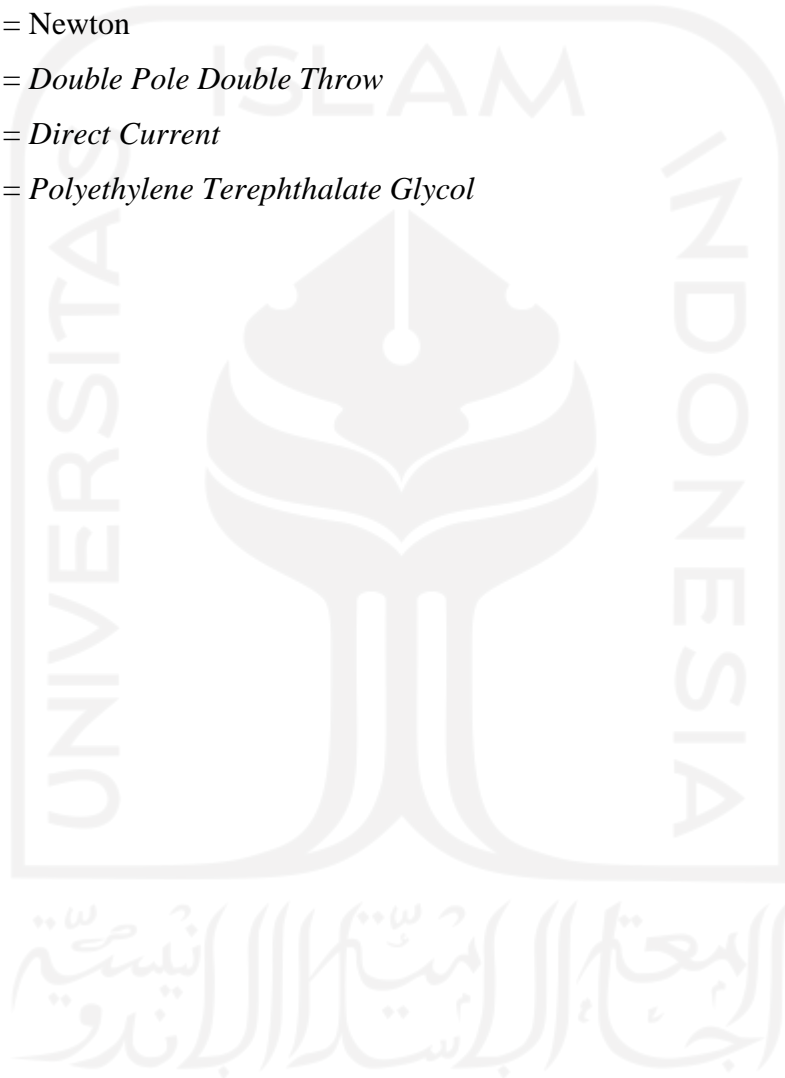
kg = kilogram

N = Newton

DPDT = *Double Pole Double Throw*

DC = *Direct Current*

PETG = *Polyethylene Terephthalate Glycol*



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Urbanisasi dan densifikasi pemukiman terjadi di berbagai tempat. Hal ini terjadi seiring naiknya jumlah penduduk. Densifikasi pemukiman menyebabkan terbatasnya lahan kosong dan menyebabkan naiknya harga tanah dan bangunan. Dari hal tersebut muncul beberapa pilihan dengan membangun rumah – rumah berukuran kecil, hunian vertikal seperti apartemen, rumah susun, maupun indekos (Gentili, 2017).

Menurut laporan yang dirilis oleh PBB pada tahun 2019, populasi manusia yang tinggal di daerah perkotaan per tahun 2018 adalah 55% dari seluruh jumlah penduduk dunia. Pada tahun 1950 jumlah manusia yang tinggal di perkotaan adalah 30 % dari seluruh penduduk dunia. Perkiraan jumlah penduduk yang tinggal di area perkotaan pada tahun 2050 naik menjadi 68% dari seluruh jumlah penduduk dunia (United Nations dkk., 2019).

Hunian vertikal seperti apartemen, rumah susun, dan indekos pada umumnya menyediakan puluhan hingga ratusan ruangan – ruangan untuk dihuni dengan ukuran yang tidak luas. Maka dari itu penghuni harus memanfaatkan ruangan yang tidak luas secara efisien. Berdasarkan masalah tersebut, muncul ide rancangan *transformable furniture* yang merupakan furnitur multifungsi yang dapat meningkatkan efisiensi dari penggunaan ruang yang tidak luas. *Transformable furniture* dapat dioperasikan secara manual maupun dioperasikan secara otomatis dengan bantuan komponen elektrik.

Perkembangan teknologi semakin berkembang di berbagai bidang. Perkembangan tersebut menyebabkan peralihan sistem produk dari sistem manual menjadi sistem otomatis. Proses otomatisasi produk memerlukan komponen-komponen tambahan yang digunakan untuk menggerakkan mekanisme produk. Proses otomatisasi sebuah produk memerlukan riset dan perancangan yang memperhatikan sisi pengguna (*user-oriented*). Hal tersebut bertujuan agar produk yang dibuat sesuai dengan keinginan dan kebutuhan pengguna. Perancangan suatu

produk dengan pendekatan pengguna juga berfungsi agar produk yang dirancang dapat digunakan secara ergonomis oleh pengguna. (Ardian & Werdhaningsih, 2019).

Salah satu *furniture* yang sering dijumpai di dalam hunian adalah meja makan. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh (Auliannisa dkk., 2017), jenis *furniture* meja yang paling dibutuhkan penghuni perumahan tipe sederhana adalah jenis meja makan ukuran sedang dengan persentase 32%.



Gambar 1-1 Jenis *furniture* meja yang dibutuhkan penghuni perumahan tipe sederhana

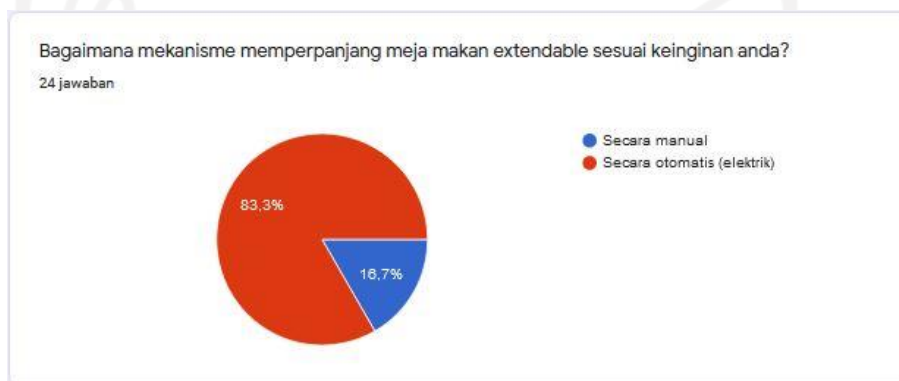
Sumber: (Auliannisa dkk., 2017)

Berikut ini adalah urutan kriteria jenis meja yang potensial untuk dibeli oleh konsumen dari perumahan tipe sederhana:

1. Meja makan/keluarga ukuran sedang ($90-140 \times \pm 80$ cm) sebesar 32%.
2. Meja belajar/kerja kecil ($<120 \times \pm 60$ cm) dan sedang ($120-140 \times \pm 60$ cm) sebesar 23 %
3. Meja makan/keluarga besar ($140-160 \times \pm 80$ cm) sebesar 20%.
4. Meja makan/keluarga kecil ($<90 \times \pm 80$ cm) sebesar 2%.
5. Meja makan/keluarga sangat besar ($>160 \times \pm 80$ cm) dan meja belajar/kerja besar ($>140 \times \pm 60$ cm) sebesar 0%.

Meja makan yang digunakan pada umumnya memiliki ukuran yang terbatas. Hal ini akan menjadi masalah jika suatu saat penggunaan meja melebihi kapasitas meja. Oleh karena itu dapat digunakan meja makan yang dapat bertambah panjang untuk menyesuaikan kapasitas penggunaan meja makan.

Beberapa produsen *furniture* besar telah memproduksi meja makan *extendable* dan telah dijual di pasaran. Meja makan *extendable* yang dijual menggunakan sistem manual yang kurang praktis dan membutuhkan tenaga manusia untuk memperpanjang meja. Berdasarkan hasil survei terkait ketertarikan konsumen terhadap penggunaan meja makan *extendable* otomatis, sebanyak 83,3% responden menginginkan penggunaan meja makan *extendable* yang dioperasikan secara otomatis. Maka dari itu diperlukan sebuah rancangan meja makan *extendable* yang dapat dioperasikan secara otomatis yang dirancang sesuai kebutuhan pengguna.



Gambar 1-2 Hasil survei terkait mekanisme meja makan *extendable*

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, didapat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana desain meja makan *extendable* sesuai keinginan konsumen menggunakan pendekatan *design thinking*?
2. Bagaimana mekanisme kerja otomatis dari meja makan *extendable*?
3. Seberapa luas ukuran meja makan pada saat diperpanjang?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka ditentukan Batasan masalah supaya tidak menimbulkan permasalahan di luar penelitian. Batasan masalah antara lain :

1. Pembuatan dan *render* desain dilakukan menggunakan perangkat lunak SolidWorks 2020 dan KeyShot 10.

2. Metode penelitian yang digunakan adalah metode *design thinking*
3. Tidak membahas analisis kekuatan pada purwarupa.
4. Proses pembuatan dan atau pengolahan komponen meja berupa kayu, multipleks, *stainless steel*, dan *3D print* dilakukan di *workshop* masing – masing.

1.4 Tujuan Perancangan

Tujuan yang akan dicapai dari perancangan ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat rancangan meja makan *extendable* sesuai dengan keinginan konsumen menggunakan pendekatan *design thinking*.
2. Membuat mekanisme kerja otomatis dari meja makan *extendable*.
3. Mengetahui penambahan luas meja makan *extendable* dari mekanisme otomatis yang dibuat.

1.5 Manfaat Perancangan

Perancangan ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat, antara lain:

1. Memberikan inovasi rancangan desain meja makan *extendable* sesuai dengan kebutuhan konsumen menggunakan metode *design thinking*.
2. Dapat menjadi referensi desain dan referensi penelitian *transformable furniture* yang akan dilakukan selanjutnya.

1.6 Sistematika Penulisan

Laporan ini disusun dengan menggunakan sistematika penulisan sebagai berikut :

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab I merupakan bab yang berisi tentang hal – hal yang melatarbelakangi dilakukannya penelitian dan perancangan prototipe. Pada bab ini juga memuat rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab II merupakan bab yang berisi teori – teori yang digunakan dalam perancangan prototipe.

3. BAB III METODE PENELITIAN

Bab III merupakan bab yang berisi proses – proses yang menjelaskan metode yang digunakan dalam pembuatan desain prototipe.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab IV merupakan bab yang berisi tentang hasil dari perancangan prototipe dan analisis fungsi dari prototipe.

5. BAB V PENUTUP

Bab V membahas kesimpulan dan saran – saran dari penelitian dan perancangan yang telah dilakukan.



BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Meja makan adalah salah satu *furniture* yang sering dijumpai di dalam sebuah hunian. Pada umumnya meja makan memiliki dimensi yang dapat menyita ruang, terutama pada hunian dengan luas ruangan yang sempit seperti pada apartemen, rumah susun, dan indekos. Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka muncul rancangan meja makan *extendable* yang dapat mengatasi keterbatasan tempat pada ruangan sempit (Roni, 2016).

Saat ini banyak produsen *furniture* yang memproduksi meja makan *extendable*. Kebanyakan produk meja makan *extendable* yang ada di pasaran saat ini dapat dioperasikan secara manual. Meja makan *extendable* yang dioperasikan secara manual cenderung kurang praktis dalam proses memperpanjang meja. Terdapat banyak variasi meja makan *extendable* dalam segi bentuk, ukuran maupun mekanisme dalam proses memperpanjang ukuran meja.

Penelitian yang telah dilakukan oleh (Pintono dkk., 2018), membahas tentang perancangan sebuah mebel multifungsi yang dirancang untuk digunakan di apartemen mahasiswa desain. Konsep yang dibuat adalah “Maximini” yang memiliki tujuan agar mebel multifungsi yang dirancang dapat digunakan menjadi sarana menunjang kegiatan mahasiswa desain. Mebel dirancang untuk diletakkan di kamar dengan ruangan terbatas sehingga bersifat multifungsi dan menghemat ruang.

Perancangan dilakukan dengan menggunakan pendekatan *design thinking*. Perancangan dilakukan dengan mengadakan survei, mengumpulkan data literatur tentang apartemen, mebel multifungsi, dan kegiatan mahasiswa desain sebagai pengguna. Berdasarkan data yang telah diperoleh, diperlukan konsep mebel multifungsi hemat ruang untuk menunjang kegiatan menggambar, menggunakan laptop, dan membuat prakarya. Desain akhir terdiri dari sebuah rak yang menempel di dinding, dengan meja yang dapat dilipat dan menempel pada rak yang menggunakan pengunci agar meja tidak jatuh. Mekanisme yang digunakan adalah

mekanisme *folding* yang efektif untuk menghemat ruang yang dioperasikan secara manual.



Gambar 2-1 Mebel multifungsi untuk apartemen mahasiswa desain

Sumber: (Pintono dkk., 2018)

Penelitian yang telah dilakukan oleh (Hao & Selimin, 2021) membahas tentang pembuatan dan perancangan meja makan extendable yang terinspirasi dari bentuk meja hoki. Penelitian dilakukan dengan menggunakan pendekatan dari sisi pengguna dengan tahapan mengkaji literatur, melakukan riset dengan bantuan kuisisioner, dan membuat purwarupa. Perancangan meja makan ini dilatarbelakangi dari permasalahan akomodasi yang terbatas pada meja makan biasa. Rancangan meja makan ini dapat mengakomodasi 4 orang pada kondisi normal dan dapat mengakomodasi 8 orang pada saat kondisi diperpanjang.

Penentuan desain akhir dilakukan berdasarkan pertimbangan data hasil dari kuisisioner. Kriteria desain yang dihasilkan adalah meja makan extendable dengan akomodasi 4 hingga 8 orang dengan material kayu. Mekanisme yang digunakan adalah mekanisme "*butterfly leaf*" untuk memperpanjang ukuran meja secara manual. Mekanisme "*butterfly leaf*" adalah rancangan mekanisme dengan menggeser sisi samping meja yang terpasang dengan rel dan mengeluarkan papan meja yang terlipat di tengah meja. Bentuk meja hoki diimplementasikan kedalam rancangan desain meja makan extendable pada pengembangan ide. Permukaan atas meja pada kondisi normal memiliki panjang 150 cm, lebar 87 cm, tinggi 76 cm, dengan bagian ujung yang melengkung dengan radius 8 cm. Pada saat kondisi diperpanjang, ukuran panjang meja bertambah menjadi 183 cm.



Gambar 2-2 Mekanisme "*Butterfly Leaf*" pada meja maket makan *extendable*

Sumber: (Hao & Selimin, 2021)



Gambar 2-3 Hasil akhir meja makan

Sumber: (Hao & Selimin, 2021)

Penelitian yang dilakukan oleh (Kasirin & Halip, 2021) membahas terkait perancangan dan pembuatan meja kopi *extendable* yang terinspirasi dari Menara CCTV Beijing. Meja kopi dipilih karena *furniture* tersebut dapat diletakkan di ruang keluarga yang berfungsi sebagai tempat berinteraksi antar manusia. Mekanisme *extendable* digunakan untuk mengatasi masalah keterbatasan ruang.

Pembuatan purwarupa *furniture* ini dilakukan menggunakan pendekatan pengguna. Tahapan yang dilakukan adalah melakukan kajian literatur, membuat kuisisioner, membuat sketsa produk, membuat maket produk, dan pembuat purwarupa. Kriteria produk ditentukan berdasarkan hasil survei, kriteria tersebut adalah berbentuk persegi, memiliki roda, bergaya minimalis, memiliki penyimpanan terbuka dan tertutup, dan diwarnai dengan warna *natural*. Mekanisme yang digunakan untuk memperpanjang ukuran meja adalah mekanisme geser menggunakan rel secara manual.



Gambar 2-4 Meja kopi *extendable*, (kiri) Kondisi normal, (kanan) Kondisi diperpanjang

Sumber: (Kasirin & Halip, 2021)

2.1.1 IKEA Ekedalen

Produsen *furniture* IKEA memproduksi beberapa model meja *extendable*, salah satunya adalah Meja Ekedalen. Harga produk meja makan Ekedalen yang tertera pada situs web www.ikea.co.id adalah Rp4.299.000. Meja ini memiliki panjang 120 cm dalam kondisi normal, lebar 80 cm, dan tinggi 65 cm. pada kondisi diperpanjang, meja ini bertambah panjang menjadi 180 cm.



Gambar 2-5 IKEA Ekedalen

Sumber: www.ikea.co.id

Produk IKEA Ekedalen menggunakan mekanisme *sliding* dengan memanfaatkan rel yang terpasang di sisi panjang meja. Untuk memperpanjang ukuran dari meja ini dilakukan secara manual dengan cara menarik sisi meja yang

diperpanjang dan memasang papan meja yang akan diperpanjang yang disimpan di partisi yang tersembunyi di bawah meja secara manual.



Gambar 2-6 Proses memperpanjang IKEA Ekedalen

Sumber: <https://www.ppflatpack.co.uk/>

2.1.2 Heim Studio SETSU Extendable Dining Table

Meja yang diproduksi oleh Heim Studio ini memiliki dimensi panjang 160 cm, lebar 90 cm, dan tinggi 74,7 cm. meja ini dapat bertambah panjang hingga 190 cm. Meja makan ini dijual dengan harga Rp2.899.000 menurut harga yang tertera di situs web www.dekoruma.com.



Gambar 2-7 Heim Studio SETSU Extendable Dining Table

Sumber: www.dekoruma.com

Mekanisme memperpanjang ukuran meja produk Heim Studio ini dilakukan menggunakan prinsip *sliding* dan *folding*. Untuk memperpanjang meja ini dapat dilakukan dengan cara menarik kedua sisi atas meja ke arah tepi, lalu melipat sisi tengah meja dari dalam penyimpanan secara manual.



Gambar 2-8 Mekanisme memperpanjang ukuran Heim Studio SETSU
Extendable Dining Table

Sumber: www.dekoruma.com

2.1.3 Expand Furniture Baobab Oval Extendable Kitchen Table

Meja makan ini memiliki ukuran panjang terluar 51,2 inci, lebar terluar 41,3 inci, dan tinggi 30 inci dalam keadaan normal. Panjang meja ini dapat bertambah dari 51,2 inci menjadi 74,8 inci. Menurut situs web Expand Furniture, meja ini dijual dengan harga \$2,995.00 atau jika dikonversi menjadi mata uang Rupiah pada tanggal 11 Januari 2022 adalah Rp42.806.000.



Gambar 2-9 Expand Furniture Baobab Oval Extendable Kitchen Table

Sumber: www.expandfurniture.com

Prinsip mekanisme yang digunakan pada produk ini adalah prinsip rotasi yang dihubungkan dengan prinsip slider-crank. Putaran meja pada bagian tengah menyebabkan batang penghubung yang menempel pada panel tepi meja bergeser. Mekanisme ini dilakukan secara manual. Proses untuk menambah panjang meja ini adalah dengan cara memutar meja 180 derajat secara manual, lalu kedua sisi tambahan meja akan bergeser seiring dengan perputaran meja. Meja ini dapat menampung maksimal 6 orang dalam kondisi diperpanjang.



Gambar 2-10 Mekanisme memperpanjang ukuran Expand Furniture Baobab Oval
Extendable Kitchen Table

Sumber: www.expandfurniture.com

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Furniture

Furniture berasal dari Bahasa Perancis, *fourniture*, yang memiliki arti perabot rumah. *furniture* memiliki fungsi untuk menyimpan barang, makan, tidur, dan aktivitas manusia lainnya. *Furniture* dapat berbentuk meja, kursi, lemari, dll. Selain memiliki fungsi untuk membantu aktivitas manusia, *furniture* memiliki fungsi sebagai karya seni yang dapat menunjukkan kepribadian dan status pemiliknya (Gentili, 2017).

Berdasarkan fungsinya, *furniture* dapat dibagi menjadi beberapa kelompok, antara lain:

1. *Furniture* sebagai tempat duduk dan bersantai.
2. *Furniture* sebagai tempat berbaring.
3. *Furniture* sebagai tempat bekerja dan makan.

4. *Furniture* sebagai tempat penyimpanan.
5. *Furniture* multifungsi.
6. *Furniture* pelengkap (Smardzewski, 2015).

2.2.2 Transformable furniture

Transformable furniture adalah *furniture* yang memiliki fungsi lebih dari satu. *Furniture* ini memiliki konsep sebuah *furniture* harus dapat berubah setidaknya 2 bentuk tampilan dan fungsi, yaitu kondisi *furniture* normal dan kondisi saat *furniture* bertransformasi. Penggunaan *transformable furniture* dapat mengurangi penggunaan ruang dengan menggabungkan beberapa fungsi *furniture* yang disatukan menjadi sebuah *furniture*. Contoh dari *transformable furniture* adalah *sofa bed* yang memiliki fungsi sebagai tempat duduk dan dapat ditransformasikan menjadi tempat tidur (Wang, 2013).

2.2.3 Design Thinking

Design thinking adalah sebuah metode pemecahan masalah dengan pola pikir yang berorientasi pada pengguna untuk menciptakan produk inovatif yang berkelanjutan. *Design thinking* menekankan interaksi yang berorientasi pada manusia melalui proses berempati, berpikir integratif, optimisme, eksperimentalisme, dan kolaborasi. Proses tersebut dipetakan menjadi 3 pilar penting yaitu *inspiration*, *ideation*, dan *implementation* (Brown & Katz, 2019).

Design thinking terdiri dari 5 tahapan yang bertujuan untuk menghasilkan produk yang inovatif yang dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. *Emphaty*

Tahapan pertama dalam pembuatan suatu produk yang inovatif adalah pemahaman terhadap suatu perspektif, perasaan, atau pengalaman pengguna suatu produk.

2. *Define*

Setelah memahami permasalahan pada tahap pertama, dilanjutkan dengan mendefinisikan masalah. Pendefinisian masalah dapat dilakukan secara lebih rinci tentang permasalahan yang ada dan mengapa permasalahan tersebut perlu ditangani.

3. *Ideate*

Setelah masalah telah terdefinisi maka selanjutnya adalah mengembangkan solusi untuk mengatasi masalah yang ada. Dalam tahap ini akan muncul banyak gagasan ide kreatif yang dapat dijadikan solusi dalam mengatasi masalah.

4. *Prototype*

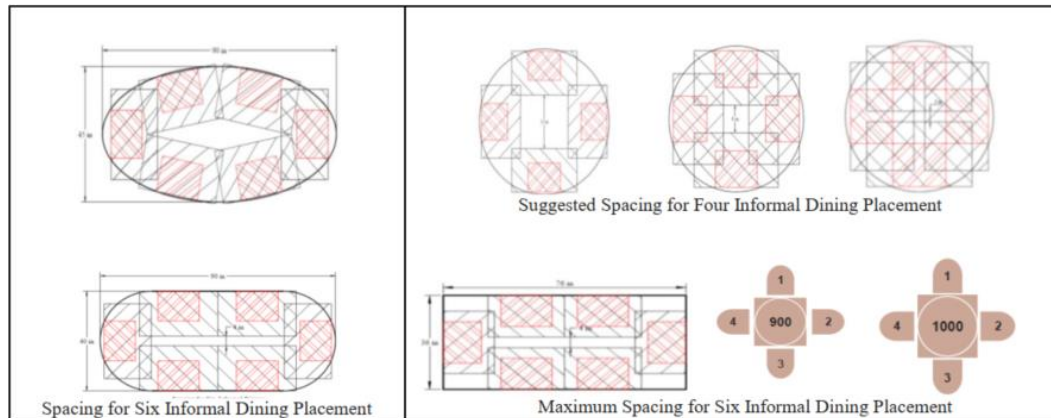
Hal yang dilakukan pada tahap ini adalah memilih ide terpilih untuk dipurwarupakan. Purwarupa tidak selalu berwujud suatu barang, namun juga dapat berupa pelayanan, proses, pengalaman, atau hal tidak berwujud lainnya.

5. *Test*

Tahap *test* adalah pengujian terhadap purwarupa yang telah dibuat. Purwarupa yang telah dibuat diuji dengan cara digunakan oleh pengguna. Pengguna dapat memberikan umpan balik setelah mendapatkan pengalaman dalam menggunakan purwarupa. Umpan balik berguna untuk menyempurnakan purwarupa sehingga dapat sesuai dengan kebutuhan pengguna (Ingle, 2013).

2.2.4 Ergonomi

Ergonomi adalah ilmu penerapan teknologi untuk meningkatkan kualitas hidup manusia dengan cara menyeimbangkan fasilitas yang digunakan dalam beraktivitas maupun beristirahat. Ergonomi bertujuan untuk mengurangi risiko cedera, mengurangi beban fisik dan mental, dan mengupayakan kepuasan dalam bekerja. Ketidaknyamanan dalam beraktivitas dan penurunan efisiensi dalam bekerja dapat disebabkan karena aktivitas yang dilakukan secara tidak ergonomis (Tarwaka & Sudiajeng, 2004).



Gambar 2-11 Pengaturan jarak tempat duduk pada meja makan

Sumber: (Almandrawy, 2016)

Berikut ini beberapa jenis bentuk permukaan atas meja yang umum digunakan:

1. Permukaan meja bundar
Meja makan dengan permukaan berbentuk bundar pada umumnya terdiri dari empat kursi dan enam kursi.
2. Permukaan meja oval
Bentuk permukaan meja oval lebih unik secara visual dibandingkan bentuk permukaan persegi panjang, namun permukaan meja elips lebih sulit untuk menentukan posisi tempat duduk secara ergonomis dan lebih sulit untuk didesain.
3. Permukaan meja persegi
Meja persegi cenderung lebih fleksibel, lebih mudah dipindahkan dan diatur ulang.
4. Permukaan meja persegi panjang
Meja persegi panjang memiliki kelebihan dapat menciptakan ruang yang menarik secara estetika yang juga dapat menampung hidangan lebih banyak (Almandrawy, 2016).

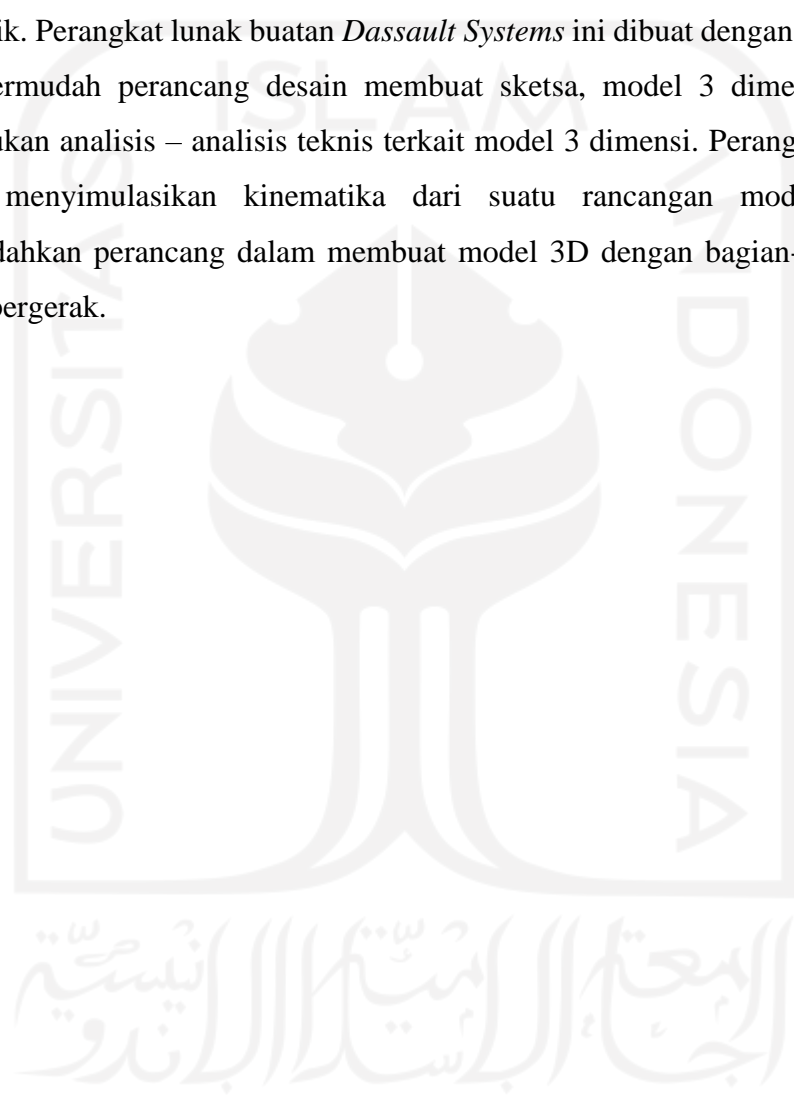
2.2.5 Pemodelan CAD

Pemodelan dengan *computer aided design* (CAD) adalah perwujudan dari otomatisasi dalam pembuatan komponen model produk yang menggunakan bantuan komputer yang menampilkan grafik dan perhitungan dari perangkat lunak komputer. Penggunaan CAD sangat luas, dapat berupa desain produk, arsitektur,

dan elektronika. Penggunaan CAD pada dapat mempercepat proses berpikir dalam perancangan desain 3 dimensi *furniture* yang dapat menampilkan visualisasi yang lebih baik dibandingkan proses menggambar manual (Döngel dkk., 2009).

2.2.6 Perangkat Lunak SolidWorks

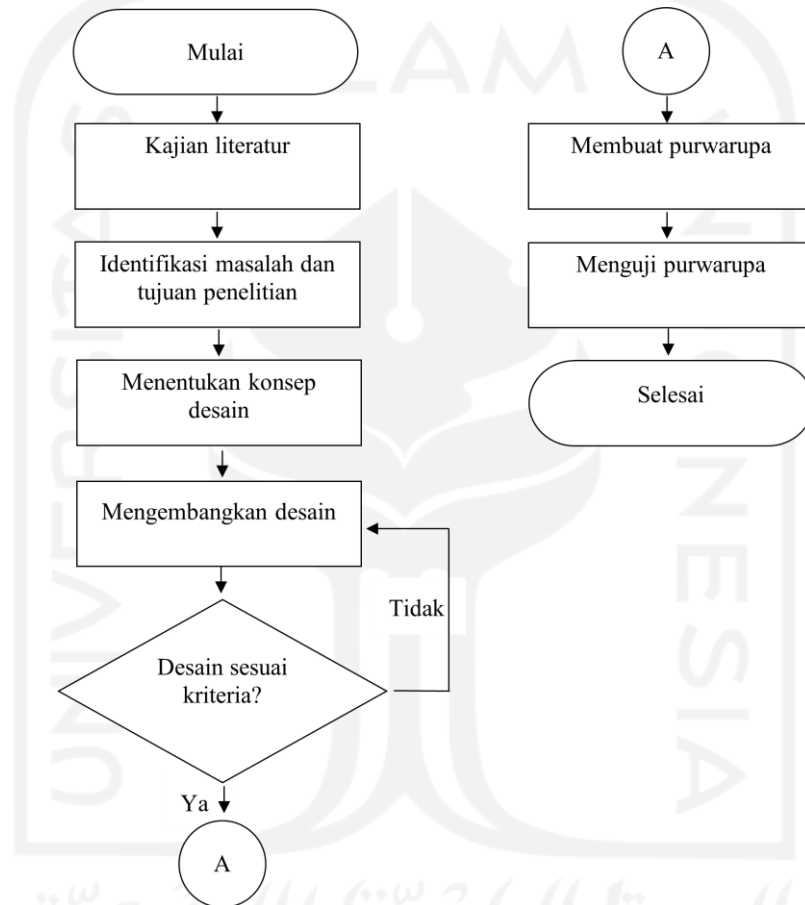
SolidWorks adalah perangkat lunak yang digunakan untuk membuat desain mekanik. Perangkat lunak buatan *Dassault Systems* ini dibuat dengan tujuan untuk mempermudah perancang desain membuat sketsa, model 3 dimensi, maupun melakukan analisis – analisis teknis terkait model 3 dimensi. Perangkat lunak ini dapat mensimulasikan kinematika dari suatu rancangan model sehingga memudahkan perancang dalam membuat model 3D dengan bagian-bagian yang dapat bergerak.



BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Penelitian ini dilakukan sesuai dengan alur penelitian yang telah dibuat. Alur penelitian dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 3-1 Diagram alur penelitian

3.1.1 Kajian Literatur

Tahapan yang pertama kali dilakukan dalam merancang suatu purwarupa menggunakan *design thinking* adalah melakukan *emphatize* atau mengumpulkan informasi terkait permasalahan yang ada. Pada tahap ini dilakukan pengamatan terhadap kebutuhan *furniture* meja makan melalui literatur maupun pengamatan

terhadap pengguna. Setelah melakukan pengamatan, dilakukan identifikasi terkait permasalahan yang ada dan didapatkan rumusan permasalahan yang akan diselesaikan pada penelitian ini.

3.1.2 Identifikasi Masalah

Setelah melakukan tahapan *emphatize* yang merupakan pengumpulan informasi terkait permasalahan yang ada, tahapan selanjutnya adalah *define*, yang merupakan proses analisis lanjutan dari tahap *emphatize*. Tujuan dari tahapan ini adalah untuk menentukan masalah inti yang telah ditelusuri dari tahapan sebelumnya.

3.1.3 Konsep Desain

Tahapan selanjutnya setelah melalui tahapan *define* adalah tahap *ideate*. Tahap *ideate* adalah tahapan untuk menuangkan ide yang ada untuk mengatasi permasalahan yang telah ditentukan pada tahap sebelumnya. Ide untuk mengatasi masalah dapat dikembangkan dari kajian literatur ataupun dari hasil survei. Ide dikembangkan melalui visualisasi desain 3 dimensi menggunakan perangkat lunak SolidWorks 2020.

3.1.3.1 Mengembangkan Desain

Setelah data survei didapatkan, maka selanjutnya adalah membuat alternatif desain. Desain alternatif terdiri dari 3 macam desain yang memiliki bentuk berbeda-beda namun sesuai dengan kriteria konsumen yang didapatkan dari survei sebelumnya. Dari alternatif desain ini dipilih 1 desain yang terbaik.

3.1.4 Membuat Purwarupa

Tahapan setelah mengetahui kriteria desain adalah membuat purwarupa dari desain terpilih yang sesuai dengan kriteria konsumen. Tahapan purwarupa adalah tahapan untuk membuat model berdasarkan desain yang telah ditentukan. Pada tahap ini dilakukan pembelian alat, bahan yang akan digunakan dalam perakitan purwarupa. Hasil dari tahapan ini adalah model meja makan *extendable* berskala 1:1.

Proses pembuatan purwarupa ini terdiri dari proses pembelian alat dan bahan, proses fabrikasi bahan, dan proses perakitan. Alat dan bahan yang diperlukan dibeli dengan mempertimbangkan harga untuk mengurangi biaya keseluruhan. Bahan yang telah dibeli selanjutnya diproses di *workshop* masing-masing untuk dihasilkan komponen meja yang sesuai dengan desain. Perakitan dilakukan secara mandiri untuk menekan biaya.

3.1.5 Menguji Purwarupa


Setelah purwarupa dibuat, selanjutnya adalah tahapan untuk menguji purwarupa. Pengujian dilakukan dengan cara mengoperasikan meja makan *extendable* dari kondisi normal maupun kondisi diperpanjang. Pengujian dilakukan dengan melibatkan 4 orang untuk menggunakan meja secara bersamaan. Tahapan ini dilakukan untuk mengetahui apakah purwarupa meja makan *extendable* dapat digunakan dengan baik.






3.2 Peralatan dan Bahan

Dalam melakukan perancangan dan pembuatan meja makan *extendable*, penulis menggunakan peralatan dan bahan sebagai berikut:

3.2.1 Alat

Tabel 3-1 Daftar alat



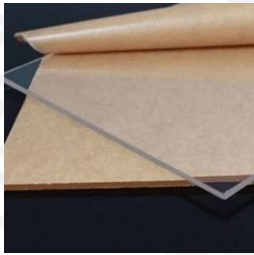

No.	Alat	Keterangan
1.	Laptop  Gambar 3-2 Laptop	Digunakan untuk menjalankan perangkat lunak untuk pemodelan purwarupa.

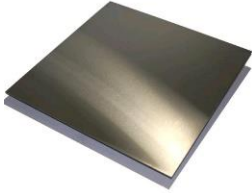


2.	<p>Perangkat lunak SolidWorks 2020</p>  <p>Gambar 3-3 Logo SolidWorks Sumber : www.solidworks.com</p>	<p>Digunakan untuk membuat model 3 dimensi purwarupa.</p>
3.	<p>Perangkat lunak KeyShot 10</p>  <p>Gambar 3-4 Logo KeyShot Sumber ; www.keyshot.com</p>	<p>Digunakan untuk memvisualisasikan model 3 dimensi purwarupa.</p>
4.	<p>Obeng</p>  <p>Gambar 3-5 Obeng</p>	<p>Digunakan untuk memasang dan melepas sekrup pada meja.</p>
5.	<p>Mesin bor</p>  <p>Gambar 3-6 Mesin bor</p>	<p>Digunakan untuk memberi lubang pada meja.</p>
6.	<p>Kunci pas</p>  <p>Gambar 3-7 Kunci pas</p>	<p>Digunakan untuk mengencangkan baut dan mur pada meja.</p>





7.	<p>Jangka sorong</p>  <p>Gambar 3-8 Kunci pas</p>	<p>Digunakan untuk mengukur dan menentukan posisi komponen – komponen pada meja.</p>
8.	<p>Kuas cat</p>  <p>Gambar 3-9 Kuas cat</p>	<p>Digunakan untuk memberi cat pada meja.</p>
9.	<p>Ampelas</p>  <p>Gambar 3-10 Ampelas</p>	<p>Digunakan untuk menghaluskan permukaan meja sebelum proses pengecatan.</p>
10.	<p>Solder</p>  <p>Gambar 3-11 Solder</p>	<p>Digunakan untuk merakit komponen kelistrikan.</p>

3.2.2 Bahan

Tabel 3-2 Daftar bahan

No.	Bahan	Jumlah	Keterangan
1.	<p>Multipleks tebal 12 mm</p>  <p>Gambar 3-12 Multipleks Sumber : www.courtina.id</p>	1 lembar (1,22 m × 2,44 m)	Digunakan sebagai bahan untuk membuat meja.
2.	<p>Multipleks tebal 9 mm</p>  <p>Gambar 3-13 Multipleks Sumber : www.courtina.id</p>	1 lembar (1,22 m × 2,44 m)	Digunakan sebagai bahan untuk membuat meja.
3.	<p>Akrilik tebal 5 mm</p>  <p>Gambar 3-14 Akrilik tebal 5 mm Sumber : www.centralab.com</p>	30 cm ²	Digunakan untuk membuat komponen roda gigi dan <i>bracket</i> motor DC.
4.	<p>Kayu mahoni tebal 10 cm</p>  <p>Gambar 3-15 Kayu mahoni Sumber : www.courtina.id</p>	3 m × 0,2 m	Digunakan untuk membuat rangka meja.

5.	<p>Pelat <i>stainless steel</i> 2 mm</p>  <p>Gambar 3-16 Pelat <i>stainless steel</i> 2 mm Sumber : www.wiramas.com</p>		<p>Digunakan untuk membuat komponen penghubung meja.</p>
6.	<p>Motor DC <i>gearbox</i> JGY370 12 V 18 rpm</p>  <p>Gambar 3-17 Motor DC <i>gearbox</i> JGY370 12 V 18 rpm</p>	1 buah	<p>Digunakan sebagai penggerak meja.</p>
7.	<p>Adaptor 12 V 2 A</p>  <p>Gambar 3-18 Adaptor 12 V 2 A Sumber : www.centralab.com</p>	1 buah	<p>Digunakan untuk mengubah listrik menjadi sesuai dengan kebutuhan motor DC.</p>

8.	<p><i>Thrust bearing AXK 5070 ASB</i></p>  <p>Gambar 3-19 <i>Thrust bearing AXK 5070 ASB</i> Sumber : www.centralab.com</p>	1 buah	Digunakan untuk mengurangi gesekan komponen yang berputar.
9.	<p><i>Washer thrust bearing AXK 5070 ASB</i></p>  <p>Gambar 3-20 <i>Washer thrust bearing AXK 5070 ASB</i> Sumber : www.centralab.com</p>	2 buah	Digunakan sebagai bantalan pada <i>thrust bearing</i> .
10.	<p><i>Shaft SK10 10 mm</i></p>  <p>Gambar 3-21 <i>Shaft SK10 10 mm</i> Sumber : www.centralab.com</p>	8 buah	Digunakan sebagai penyangga batang <i>stainless steel</i> .
11.	<p><i>Shaft SHF10 10 mm</i></p>  <p>Gambar 3-22 <i>Shaft SHF10 10 mm</i> Sumber : www.centralab.com</p>	2 buah	Digunakan sebagai pengikat batang <i>stainless steel</i> .

12.	<p><i>Bearing insert</i> KP08 8 mm</p>  <p>Gambar 3-23 <i>Bearing insert</i> KP08 8 mm Sumber : www.centralab.com</p>	4 buah	Digunakan sebagai penyangga dan pengikat batang <i>stainless steel</i> .
13.	<p><i>Pillow block bearing</i> KFL08 8 mm</p>  <p>Gambar 3-24 <i>Pillow block bearing</i> KFL08 8 mm Sumber : www.centralab.com</p>	1 buah	Digunakan sebagai pengikat batang <i>stainless steel</i> .
14.	<p><i>Linear bearing</i> LM10UU 10 mm</p>  <p>Gambar 3-25 <i>Linear bearing</i> LM10UU 10 mm</p>	8 buah	Digunakan untuk menggeser komponen meja melalui batang <i>stainless steel</i> .

15.	<p><i>Linear bearing LMH10LUU 10 mm</i></p>  <p>Gambar 3-26 <i>Linear bearing LMH10LUU 10 mm</i></p>	2 buah	Digunakan untuk menggeser komponen meja melalui batang <i>stainless steel</i> .
16.	<p><i>Deep grove ball bearing 628zz</i></p>  <p>Gambar 3-27 <i>Deep grove ball bearing 628zz</i></p>	4 buah	Digunakan untuk mengurangi friksi pada komponen batang yang berputar.
17.	<p><i>Batang stainless steel 10 mm</i></p>  <p>Gambar 3-28 <i>Batang stainless steel</i> Sumber : www.centralab.com</p>	150 cm	Digunakan sebagai rel untuk mengarahkan pergerakan komponen pada meja.
18.	<p><i>Batang stainless steel 8 mm</i></p>  <p>Gambar 3-29 <i>Batang stainless steel</i> Sumber : www.centralab.com</p>	50 cm	Digunakan sebagai rel untuk mengarahkan pergerakan komponen pada meja.

19.	<p>Batang <i>stainless steel</i> 3 mm</p>  <p>Gambar 3-30 Batang <i>stainless steel</i></p> <p>Sumber : www.centralab.com</p>	20 cm	Digunakan pada saat merapatkan posisi meja.
20.	<p>Saklar DPDT</p>  <p>Gambar 3-31 Saklar DPDT</p>	1 buah	Digunakan untuk memutus dan membalikkan arus listrik.
21.	<p>Saklar batas</p>  <p>Gambar 3-32 Saklar batas</p>	2 buah	Digunakan untuk memutus arus listrik saat pergerakan komponen mencapai posisi batas.
22.	<p>Kabel</p>  <p>Gambar 3-33 Kabel</p> <p>Sumber : id.aliexpress.com</p>	2 meter	Digunakan untuk menyambungkan arus listrik.

23.	<p><i>Filament 3D print PETG</i></p>  <p>Gambar 3-34 <i>Filament 3D print</i> PETG Sumber : www.ubuy.co.id</p>	400 gram	Digunakan untuk membuat komponen meja menggunakan 3D printer.
24.	<p>Dempul</p>  <p>Gambar 3-35 Dempul Sumber : www.mathrica.com</p>	1 kg	Digunakan untuk menghaluskan permukaan meja sebelum dilakukan proses pengecatan.
25.	<p>Cat</p>  <p>Gambar 3-36 Cat Sumber : www.mathrica.com</p>	1 kg	Digunakan untuk memberi warna pada meja.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Observasi

Meja makan adalah salah satu *furniture* yang sering digunakan untuk membantu aktivitas primer manusia yaitu makan dan minum. Pada umumnya meja makan memiliki ukuran yang cukup besar dan membutuhkan ruangan yang tidak sempit. Dengan ruangan yang berukuran sempit, maka meja makan menjadi *furniture* yang dapat menyita banyak ruang. Meja yang digunakan untuk aktivitas makan di dalam hunian dengan ukuran ruangan sempit dapat menggunakan meja dengan ukuran cukup kecil agar tidak memakan banyak ruang.

Berbagai produsen *furniture* telah memproduksi meja makan *extendable* dengan berbagai bentuk dan ukuran. Produsen IKEA telah memproduksi beberapa produk meja makan *extendable*, salah satu contohnya adalah meja makan Ekedalen. Meja makan *extendable* tersebut menggunakan mekanisme geser secara manual untuk memperpanjang ukuran meja. *furniture* tersebut dijual dengan harga Rp4.299.000.

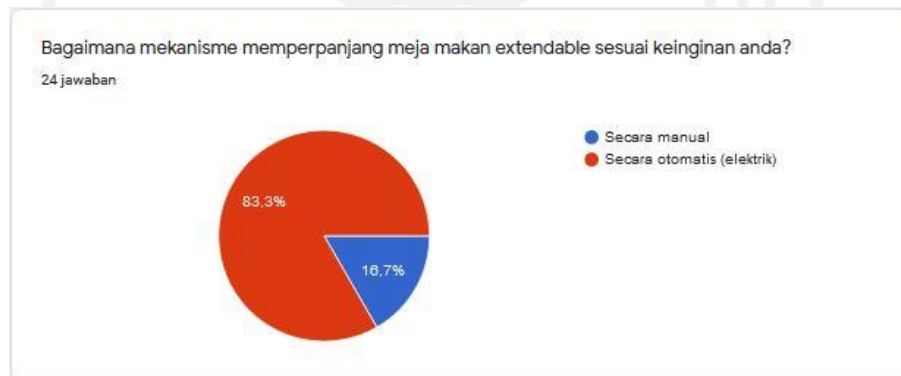
Contoh lain produsen meja makan *extendable* Heim Studio yang memproduksi dan menjual meja makan *extendable* dengan nama SETSU extendable dining table. Meja tersebut menggunakan mekanisme yang mirip dengan produk IKEA Ekedalen, namun mekanisme geser pada produk Heim Studio terdapat pada dua sisi meja, sehingga panel meja pada saat diperpanjang menggeser saling menjauh. Kedua produk tersebut menggunakan panel tambahan yang disimpan dibawah panel meja dan dipasang pada saat meja diperpanjang secara manual. Produk Heim Studio SETSU ini dijual dengan harga Rp2.899.000.

Produsen lain yang memproduksi meja makan *extendable* adalah Expand Furniture yang diberi nama Baobab Oval Extendable Kitchen Table. Produk tersebut menggunakan mekanisme yang berbeda dari produk IKEA dan Heim Studio. Meja makan Baobab Oval Extendable Kitchen Table menggunakan mekanisme *slider crank* yang lebih mudah digunakan oleh pengguna. Untuk memperpanjang ukuran meja, pengguna hanya cukup memutar panel meja

sebanyak 180° maka panel tambahan meja akan bergeser dan hasilnya meja bertambah panjang. Meja makan ini dijual dengan harga Rp42.806.000 berdasarkan konversi kurs mata uang Dollar Amerika pada tanggal 11 Januari 2022.

Beberapa penelitian telah dilakukan dalam rangka membuat furniture meja yang dapat diperpanjang. Penelitian yang telah dilakukan oleh (Hao & Selimin, 2021) membahas tentang perancangan meja makan *extendable* dengan konsep mekanisme “*butterfly leaf*”, yaitu mekanisme *sliding* yang mirip dengan mekanisme produk Heim Studio SETSU. Perbedaannya adalah gerakan melipat panel meja yang tersimpan pada bagian tengah dengan gerakan menyerupai sayap kupu-kupu.

Pada tahapan ini, kuisisioner digunakan untuk membantu mengetahui ketertarikan pengguna terhadap suatu fitur meja. Berdasarkan data produk meja makan *extendable* yang dijual di pasaran, mekanisme memperpanjang meja dilakukan secara manual. Survei bertujuan untuk mengetahui minat masyarakat apabila mekanisme meja makan *extendable* diganti menggunakan mekanisme otomatis.



Gambar 4-1 Hasil survei terkait mekanisme meja makan *extendable*

4.2 Identifikasi Masalah

Penggunaan *furniture* di dalam hunian dengan luas ruangan yang sempit dapat diatasi dengan memilih *furniture* dengan ukuran yang ringkas. Meja makan dengan ukuran yang kecil dapat diletakkan di dalam ruangan dengan ukuran yang terbatas. Namun hal ini akan menjadi masalah jika sewaktu-waktu terdapat banyak makanan ataupun benda lain yang diletakkan di atas meja melebihi kapasitas meja.

Meja makan *extendable* dapat menjadi solusi dari permasalahan yang telah disebutkan. Meja makan *extendable* dapat diubah ukurannya sesuai dengan kebutuhan penggunanya.

Berdasarkan observasi yang telah dilakukan pada tahapan sebelumnya, diketahui bahwa produsen yang telah memproduksi meja makan *extendable* yang memiliki mekanisme manual. Sedangkan hasil survei yang telah dilakukan menghasilkan data bahwa 83,3% konsumen menginginkan mekanisme meja makan *extendable* yang dioperasikan secara otomatis. Hal ini dapat diatasi dengan membuat rancangan mekanisme meja makan *extendable* yang dioperasikan secara otomatis.

Mekanisme produk meja makan *extendable* yang dioperasikan secara manual dapat menjadi acuan dalam perancangan mekanisme meja makan *extendable* otomatis. Hal tersebut memerlukan pertimbangan agar rancangan mekanisme otomatis dapat digunakan dengan baik. Mekanisme meja makan *extendable* otomatis memerlukan beberapa komponen aktuator dan komponen tambahan lainnya yang membutuhkan ruangan tambahan pada rancangan meja untuk menyimpannya.

Berdasarkan hasil observasi pada tahapan sebelumnya, harga sebuah produk meja makan *extendable* tergolong cukup mahal jika dibandingkan dengan produk meja makan biasa. Produsen *furniture* yang telah diobservasi menjual produk meja makan *extendable* manual dengan rentang harga Rp2.899.000 hingga Rp42.806.000. Perancangan mekanisme meja makan *extendable* otomatis membutuhkan komponen tambahan dengan tambahan harga komponen yang bervariasi. Hal ini perlu diperhatikan agar biaya produksi meja makan *extendable* otomatis dapat diminimalkan.

Pada umumnya meja makan *extendable* dioperasikan dengan cara manual, namun cara mengoperasikannya kurang praktis. Meja makan *extendable* diperpanjang dengan cara menarik salah satu sisi meja hingga panel atas meja tergeser, lalu ruang akibat pergeseran panel meja tersebut ditutup dengan meletakkan panel meja tambahan yang biasanya disimpan di partisi meja. Hal tersebut kurang praktis dan menyita waktu, oleh karena itu diperlukan otomatisasi dalam hal memperpanjang ukuran meja makan *extendable*.

4.3 Konsep Desain

Pembuatan konsep desain dilakukan berdasarkan data dan jawaban dari permasalahan yang telah didapatkan dari tahapan sebelumnya. Produk meja makan *extendable* yang telah dijual di pasaran menggunakan mekanisme manual, sedangkan dari hasil kuisisioner didapatkan bahwa 83,3% responden lebih memilih penggunaan mekanisme otomatis. Oleh karena itu rancangan mekanisme meja makan *extendable* menggunakan mekanisme otomatis.

Rancangan meja makan *extendable* ini memiliki tujuan untuk memperluas luas penampang meja dengan efisien. Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh (Almandrawy, 2016), bentuk meja persegi cenderung lebih fleksibel, lebih mudah dipindahkan dan diatur ulang. Meja persegi panjang memiliki kelebihan dapat menciptakan ruang yang menarik secara estetika yang juga dapat menampung hidangan lebih banyak. Hal tersebut dapat menjadi pertimbangan kriteria desain meja yang akan dibuat.

Perancangan kriteria mekanisme meja makan otomatis dapat dikembangkan dari mekanisme manual. Berikut ini adalah analisis perbandingan mekanisme meja *extendable* manual yang telah dibahas sebelumnya:

Tabel 4-1 Analisis perbandingan mekanisme meja makan *extendable* manual

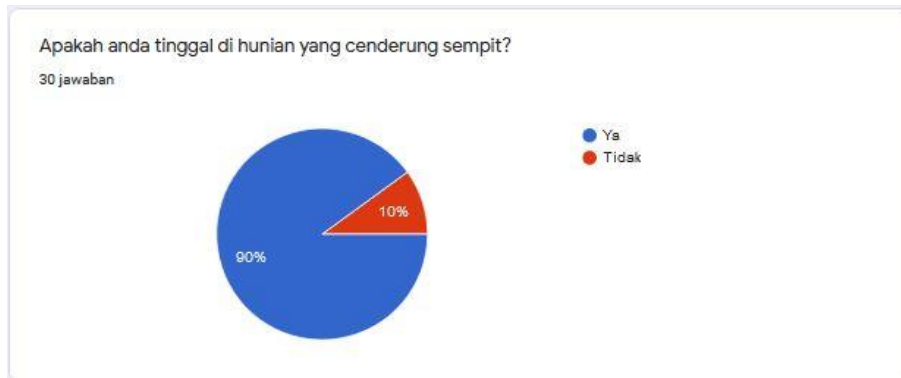
No.	Nama Produk	Jenis Mekanisme	Kelebihan	Kekurangan
1.	IKEA Ekedalen	Sliding pada salah satu tepi meja	Mekanisme mudah diaplikasikan.	Mekanisme sliding hanya digunakan untuk bagian tertentu saja.
2.	Heim Studio SETSU	Sliding pada dua sisi meja dan Folding pada tengah meja	Mekanisme folding mempermudah pengguna dalam memasang panel tengah meja	Mekanisme sliding pada kedua sisi meja lebih tidak praktis dibanding sliding pada satu sisi.

3.	Expand Furniture Bobab	Slider crank	Penggunaan mekanisme sangat mudah, cukup memutar panel meja.	Pembuatan mekanisme lebih rumit, panel meja tengah yang berukuran besar berputar saat proses memperpanjang meja.
----	------------------------	--------------	--	--

Berdasarkan analisis mekanisme meja makan *extendable* manual yang telah dibahas pada Tabel 4-1, mekanisme *slider crank* seperti pada produk Expand Furniture Baobab lebih mudah untuk diaplikasikan dengan sistem otomatis. Mekanisme *slider crank* mengubah gerakan rotasi menjadi translasi. Gerakan rotasi tersebut dapat berasal dari sebuah aktuator motor yang diletakkan di titik tengah meja. Mekanisme tersebut dapat digunakan untuk menggerakkan panel tepi meja agar bergerak secara translasi horizontal saling menjauhi titik tengah meja. Setelah kedua panel tepi meja bergerak saling menjauh, maka bagian tengah meja terbuka. Hal tersebut dapat dimanfaatkan dengan menggerakkan panel tengah meja secara translasi vertikal. Untuk melakukan proses translasi panel tengah meja dapat dengan memanfaatkan aktuator motor yang tersedia. Aktuator motor dapat dihubungkan dengan profil cam yang dapat mengubah gerakan rotasi menjadi gerakan translasi secara vertikal.

Meja makan *extendable* memiliki ukuran dan warna berbeda – beda. Untuk menyesuaikan ukuran dan pewarnaan sesuai dengan keinginan konsumen, maka dilakukan survei yang ditujukan kepada masyarakat terkait kapasitas dan warna meja makan *extendable* yang diinginkan. Survei dilakukan dengan memberikan 3 tahapan pertanyaan yang bertujuan untuk menyaring responden agar responden yang berpartisipasi memiliki latar belakang yang sesuai dengan tujuan survei. Pada tahapan pertama, responden diberi pertanyaan terkait ruang tempat tinggal yang dihuni, jika responden menjawab “ya”, maka responden tersebut dapat menjawab pertanyaan tahap selanjutnya. Pertanyaan yang diajukan responden pada

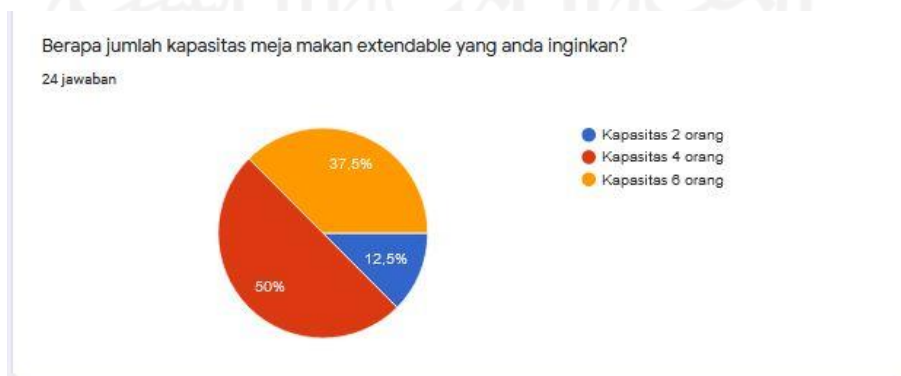
tahap kedua adalah pertanyaan terkait ketertarikan responden terhadap penggunaan meja makan *extendable*, jika responden menjawab “ya”, maka responden dapat melanjutkan menjawab pertanyaan kuisioner pada tahap ke 3 yang berisi pertanyaan terkait kriteria meja makan *extendable*. Berikut adalah hasil survei terkait kriteria meja makan *extendable* yang telah dilakukan:



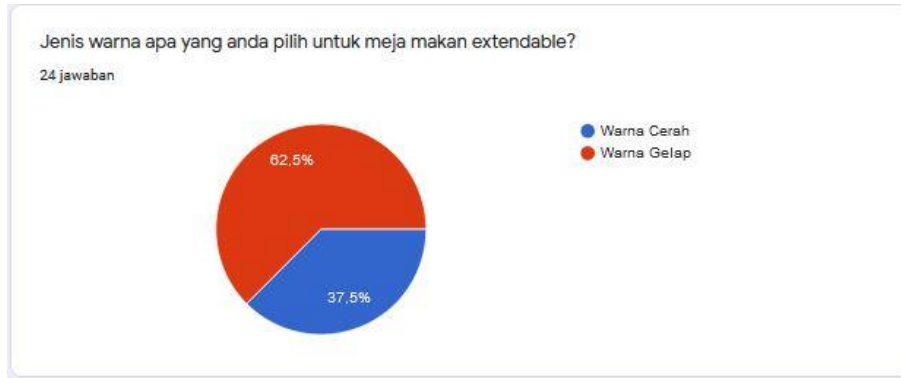
Gambar 4-2 Hasil survei terkait tempat tinggal responden



Gambar 4-3 Hasil survei terkait ketertarikan responden terhadap meja makan extendable



Gambar 4-4 Hasil survei terkait kapasitas meja makan



Gambar 4-5 Hasil survei terkait warna meja makan

Berdasarkan hasil survei yang telah dilakukan dan pertimbangan lain, dapat dihasilkan sebuah kriteria desain meja makan *extendable* yang akan dibuat:

1. Meja makan *extendable* dapat mengakomodir 4 pengguna secara bersamaan.
2. Meja makan *extendable* berwarna gelap.
3. Meja makan dapat diperpanjang secara elektrik.
4. Mekanisme yang digunakan adalah *slider crank* untuk gerakan horizontal dan profil cam untuk gerakan vertikal
5. Bentuk penampang meja berbentuk persegi atau persegi panjang.

4.3.1 Pengembangan Desain

4.3.1.1 Alternatif Desain

Berdasarkan kriteria desain yang telah dijelaskan, maka dibuat alternatif desain sebagai pilihan untuk menentukan desain terpilih yang selanjutnya akan dibuat purwarupa. Alternatif desain dirancang dengan mempertimbangkan aspek ergonomi. Ukuran meja makan ergonomis berkapasitas 4 orang memiliki dimensi panjang 91 cm hingga 182 cm dengan tinggi meja antara 71 cm hingga 76 cm (Almandrawy, 2016).

1. Alternatif desain pertama



Gambar 4-6 Alternatif desain pertama

Desain pertama yang dibuat adalah meja makan dengan bentuk penampang meja membulat pada bagian ujungnya dengan ukuran panjang dan lebar 1 meter dalam kondisi meja normal. Desain meja makan ini terlihat sederhana dengan penggunaan kaki meja yang minimalis. Kaki meja yang digunakan berbentuk silindris, terdiri dari 4 buah kaki yang menyangga penampang atas meja secara tegak lurus.

2. Alternatif desain kedua



Gambar 4-7 Alternatif desain kedua

Desain kedua yang dibuat adalah meja makan dengan bentuk penampang meja membulat pada bagian ujungnya dengan ukuran panjang dan lebar 1 meter dalam kondisi meja normal. Bagian sudut meja yang membulat membuat kesan desain meja tidak kaku dan tidak tajam, sehingga tidak membahayakan pengguna. Kaki meja yang digunakan pada desain ini berbentuk *pedestal*, yaitu terdiri dari sebuah pilar di tengah yang menjadi penopang beban meja yang diseimbangkan dengan bagian kaki yang melintang secara horizontal.

3. Alternatif desain ketiga

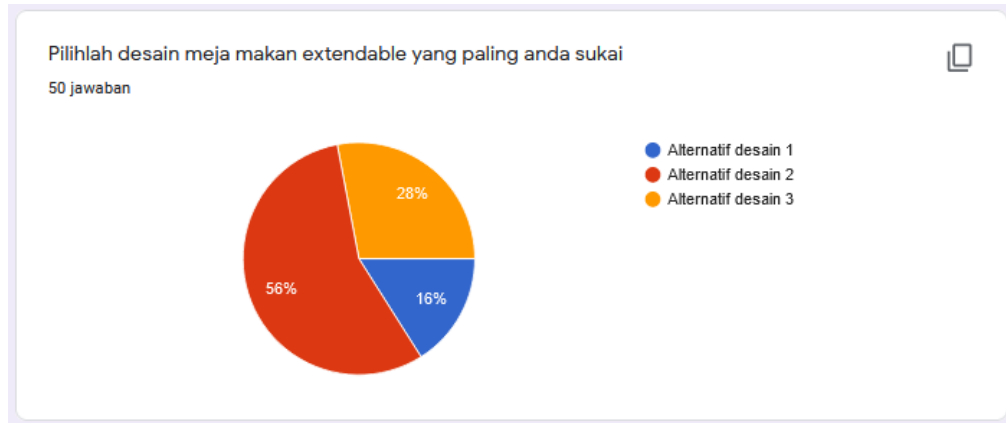


Gambar 4-8 Alternatif desain ketiga

Desain ketiga yang dibuat adalah meja makan dengan penampang berbentuk persegi dengan panjang awal dan lebar 1 meter. Desain penampang pada meja ini terlihat kaku dengan sudut siku-siku yang terlihat di setiap ujung penampang meja. Kaki meja ini menggunakan model kaki *trestle* yang memiliki 2 kaki meja dengan tambahan penguat kaki meja yang melintang secara horizontal.

4.3.1.2 Desain terpilih

Dari ketiga alternatif desain yang telah dibuat, dilakukan survei untuk menentukan desain dengan pilihan responden terbanyak. Berdasarkan hasil survei yang telah dilakukan, sebanyak 16% responden memilih alternatif desain 1, sebanyak 56% responden memilih alternatif desain 2, dan sebanyak 28% responden memilih alternatif desain 3. Berdasarkan hasil pilihan responden terbanyak, maka alternatif desain 2 dipilih untuk dilanjutkan ke tahap pembuatan purwarupa.



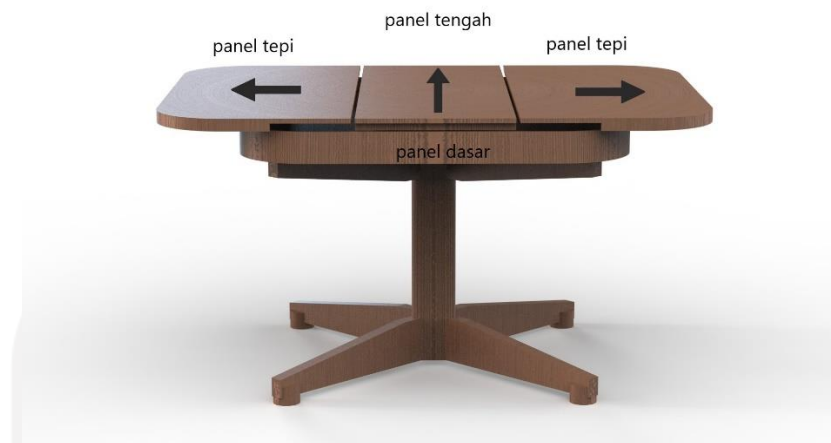
Gambar 4-9 Hasil survei pemilihan alternatif desain

4.3.1.3 Mekanisme Gerak

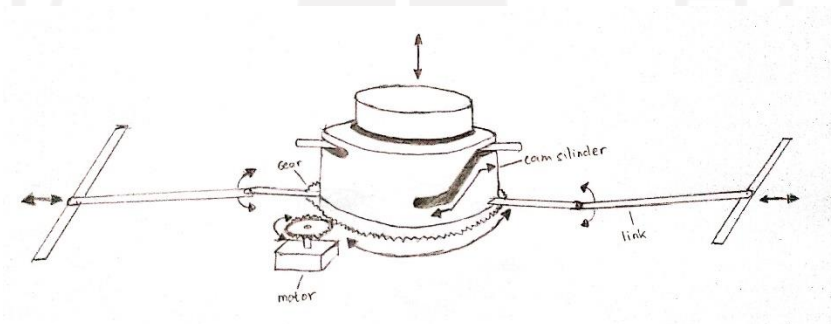
Rancangan meja makan *extendable* digerakkan secara otomatis dengan menggunakan bantuan komponen elektrik untuk mempermudah pengguna dalam menggunakan meja makan sesuai dengan kebutuhannya. Mekanisme gerak meja makan mengadopsi mekanisme meja makan *extendable* manual yang dibuat secara otomatis dengan penambahan komponen pendukung. Untuk menggerakkan komponen meja makan agar dapat bertambah panjang dapat dilakukan dengan menggunakan jenis komponen yang berbeda-beda namun menggunakan satu jenis aktuator, yaitu motor listrik. Penggunaan motor listrik didasarkan karena purwarupa yang akan dibuat memiliki ukuran dan ruang untuk meletakkan aktuator secara terbatas. Motor listrik memiliki banyak varian dari ukuran hingga kecepatan putar motor yang berbeda-beda sehingga lebih mudah untuk dihubungkan dengan komponen-komponen lainnya.

Terdapat 3 bagian meja pada desain meja makan *extendable* yang bergerak pada saat proses memperpanjang meja, komponen tersebut adalah 2 buah panel pinggir meja yang bergerak secara horizontal saling berlawanan arah menjauhi titik tengah meja dan 1 buah panel tambahan di tengah meja yang bergerak secara vertikal ke atas. Pada saat proses memperpanjang meja, kedua panel meja yang bergerak secara horizontal perlu memberikan jarak bagi panel tengah meja yang bergerak secara vertikal sehingga pergerakan panel tengah meja saat proses memperpanjang meja tidak bergesekkan dengan kedua panel yang bergerak secara horizontal. Setelah panel tengah meja berada pada posisi sejajar dengan kedua

panel pinggir meja, maka kedua panel pinggir meja bergerak merapat menuju panel tengah meja.



Gambar 4-10 Ilustrasi pergerakan panel meja



Gambar 4-11 Sketsa desain mekanisme

Rancangan mekanisme menggunakan komponen motor listrik, batang penghubung, dan *cylindrical cam*. Mekanisme yang digunakan adalah mekanisme *slider crank* pada gerakan horizontal, dan mekanisme *cylindrical cam* pada penggerak vertikal. Mekanisme gerak dari sketsa adalah:

1. Motor listrik berputar searah atau berlawanan arah jarum jam.
2. Putaran motor listrik menggerakkan roda gigi yang terpasang pada motor listrik dan *cylindrical cam*, sehingga *cylindrical cam* berputar.
3. Saat *cylindrical cam* berputar, kedua batang penghubung yang terpasang komponen panel meja akan bergerak menjauhi atau mendekati titik tengah meja.
4. Putaran *cylindrical cam* menyebabkan komponen panel meja pada bagian tengah bergerak secara vertikal.

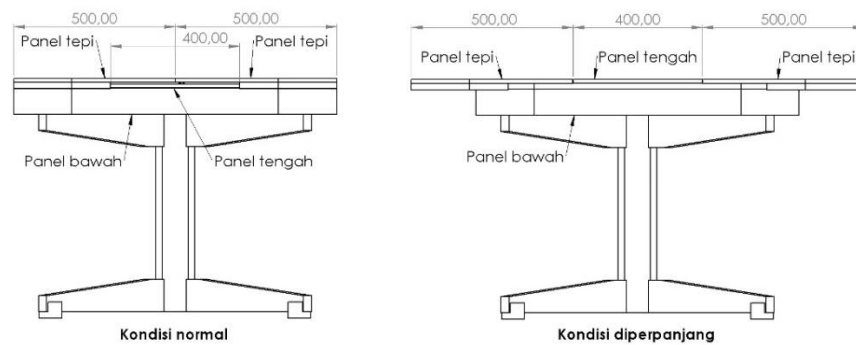
4.3.1.4 Desain Mekanisme Gerak

Desain meja yang telah dipilih digabungkan dengan desain mekanisme gerak. Komponen mekanisme gerak perlu disesuaikan dengan dimensi rancangan meja. Desain purwarupa meja makan *extendable* memiliki ukuran ruangan untuk meletakkan komponen penggerak sebesar 1×1 meter. Desain mekanisme menggunakan motor DC sebagai aktuator, *cylindrical cam* sebagai penghubung panel tengah meja, dan batang penghubung sebagai penghubung kedua panel pinggir meja.

1. Dimensi Panel Meja

Terdapat 4 panel meja dalam purwarupa meja makan *extendable* seperti yang terlihat pada Gambar 4-10. Panel meja yang bergerak adalah panel meja bagian atas yang terdiri dari 2 buah panel tepi meja dan 1 buah panel tengah meja. panel meja bagian bawah berfungsi untuk tempat menyimpan panel meja bagian tengah dan meletakkan komponen-komponen penggerak meja. Pada saat meja dalam kondisi normal, panel meja bagian tengah tersimpan di bawah panel tepi meja. beberapa pertimbangan dalam menentukan dimensi panel meja antara lain:

- a. Dimensi meja pada kondisi normal adalah 100 cm × 100 cm, dan dibagi menjadi 2 buah panel tepi yang dapat bergerak saling menjauh secara horizontal, sehingga ukuran masing-masing panel tepi meja adalah 50 cm × 100 cm.
- b. Dimensi panel tengah meja adalah 40 cm × 100 cm dikarenakan keterbatasan ruang penyimpanan pada bawah panel tepi meja pada saat meja dalam kondisi normal. Panel tepi meja menempel pada rangka yang dipasang pada tengah bagian bawah panel meja dan dapat bergerak secara horizontal. Pada saat kondisi meja normal, rangka panel tepi meja bergerak saling mendekat dan menyisakan ruang yang terbatas untuk menyimpan panel tengah meja.



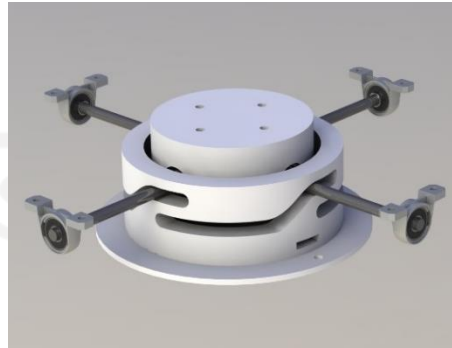
Gambar 4-12 Dimensi panel meja

2. Desain *cylindrical cam*

Cylindrical cam adalah komponen yang dapat mengubah gerakan rotasi menjadi translasi. Terdapat komponen profil yang bergerak secara rotasi dan komponen *follower* yang dapat bergerak secara translasi mengikuti alur profil *cam*. Faktor yang mendasari desain *cylindrical cam* adalah:

- Cylindrical cam* digunakan untuk menggerakkan panel meja bagian tengah secara vertikal. Agar komponen panel tengah meja dapat ditopang dengan seimbang, maka distribusi beban disalurkan ke dalam 4 sisi dengan bantuan batang *stainless* berdiameter 8 mm yang dipasangkan dengan *bearing* 628zz dan *bearing insert* KP08 untuk mengurangi gesekan yang terhubung dengan rangka panel tengah meja.
- Profil *cylindrical cam* didesain dapat naik dan turun sebesar 18 mm untuk memberikan jarak aman untuk menyimpan panel tengah yang memiliki ketebalan 12 mm di bawah panel tepi yang memiliki ketebalan 12 mm.
- Bagian bawah *cylindrical cam* dirancang berbentuk pipih dan terdapat 2 lubang agar dapat menempelkan roda gigi dan *link* 1 batang penghubung dengan mengencangkan baut dan mur di lubang yang tersedia.
- Pada bagian bawah *cylindrical cam* terdapat bantalan yang di antara kedua komponen tersebut terdapat *thrust bearing* AXK 5070 ASB dan *washer bearing* AXK 5070 ASB untuk memperkecil gesekan pada saat *cylindrical cam* berputar.

- e. Pada tengah komponen bantalan *cylindrical cam* terdapat batang *stainless steel* berdiameter 8 mm yang dipasangkan dengan *pillow block* KFL08. Penggunaan batang *stainless steel* bertujuan sebagai poros putaran *cylindrical cam*.



Gambar 4-13 Desain *cylindrical cam* tampak atas



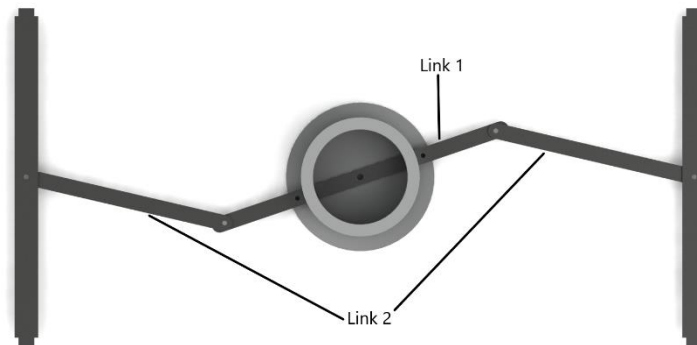
Gambar 4-14 Desain *cylindrical cam* tampak bawah

3. Desain batang penghubung

Batang penghubung digunakan untuk menggerakkan komponen panel meja secara translasi horizontal. Komponen batang penghubung dihubungkan dengan komponen motor DC dengan perantara komponen profil *cylindrical cam*. Terdapat 3 *link* yang digunakan untuk mengubah gerakan rotasi menjadi gerakan translasi. *Link* 1 memiliki panjang 366 mm dan *link* 2 memiliki panjang 260 mm. faktor yang mendasari desain batang penghubung antara lain:

- a. Panjang meja saat kondisi normal adalah 1 meter dan dapat diperpanjang sepanjang 40 cm. Panel meja yang bergerak secara horizontal berjumlah 2 buah panel, sehingga tiap panel bergerak secara translasi sejauh lebih dari 20 cm agar dapat memberikan ruang gerak untuk panel tengah yang bergerak ke atas.

- b. Proses sinkronisasi gerakan antara komponen batang penghubung dengan gerakan komponen *cylindrical cam* dilakukan secara *trial* dan *error* menggunakan perangkat lunak SolidWorks 2020 dengan menyesuaikan panjang *link* dan panjang profil *cylindrical cam*.
- c. Komponen batang penghubung diproduksi dengan metode *laser cutting* menggunakan material *stainless steel* dengan tebal 2 mm.



Gambar 4-15 Desain komponen batang penghubung

4. Desain rel horizontal

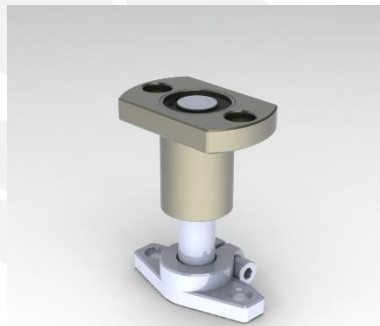
Rel ini digunakan untuk mengatur gerakan batang penghubung agar dapat bergerak dengan lurus. Rel ini memiliki fungsi lain untuk menopang komponen lain yang terhubung dengan komponen panel meja. rel yang digunakan adalah batang *stainless steel* berdiameter 10 mm. rel dipasang di panel bawah meja dengan menggunakan komponen SK10 *shaft*. *Linear bearing* LM10 UU digunakan untuk memperlancar gerakan penopang kayu yang bergerak secara translasi.



Gambar 4-16 Desain rel horizontal

5. Desain rel vertikal

Rel ini digunakan untuk mengatur gerakan komponen panel tengah meja yang terhubung dengan *cylindrical cam* untuk mencegah gerakan berputar. *cylindrical cam* berputar pada saat meja diperpanjang yang dapat menyebabkan komponen panel tengah meja yang terhubung dengan komponen *cylindrical cam* ikut berputar. dengan bantuan rel vertikal maka komponen panel tengah meja dapat bergerak secara vertikal tanpa ada gerakan berputar. komponen batang *stainless* berdiameter 10 mm digunakan sebagai rel yang dipasang di panel bawah meja dengan komponen SHF 10 sebagai penguncinya. Komponen *linear bearing* LMH10 LUU dipasangkan pada rangka panel tengah meja yang dapat bergerak secara vertikal.



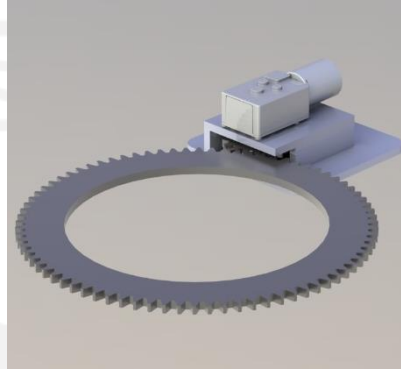
Gambar 4-17 Desain rel vertikal

6. Desainudukan motor DC dan roda gigi.

Dudukan motor DC berfungsi sebagai tempat menempelnya motor DC yang terhubung dengan roda gigi. Dudukan motor DC juga dirancang untuk menyesuaikan posisi ketinggian roda gigi yang terhubung dengan komponen *cylindrical cam*. Dudukan motor DC dibuat dengan proses *laser cutting* material akrilik dengan tebal 5 mm. Rasio roda gigi yang dibuat adalah 16:3. Beberapa hal yang menjadi pertimbangan dalam pembuatan desain komponen dudukan motor DC dan roda gigi adalah:

- a. Komponen roda gigi terhubung dengan komponen *cylindrical cam* dan komponen batang penghubung. Kedua komponen tersebut bergerak dengan putaran yang terbatas sehingga memerlukan reduksi roda gigi yang cukup besar.

- b. Motor yang digunakan adalah motor DC *gearbox* JGY370 12 V 18 rpm. Pemilihan motor dilakukan dengan mempertimbangkan ketersediaan stok di toko dan kecepatan putaran motor yang rendah, dikarenakan komponen *cylindrical cam* dan batang penghubung membutuhkan putaran yang sedikit. Sehingga untuk menghindari rasio roda gigi yang terlalu besar dipilih motor dengan kecepatan putar yang rendah.



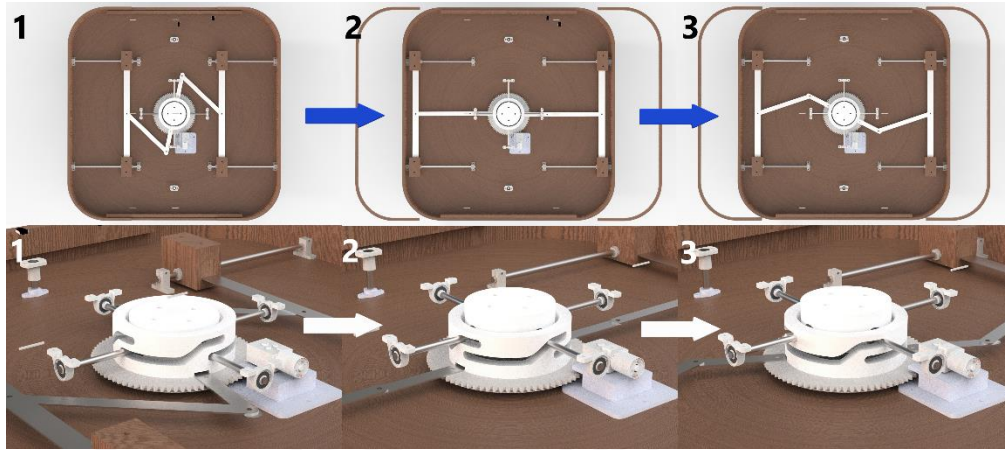
Gambar 4-18 Desainudukan motor DC dan roda gigi

Semua komponen mekanik pada meja telah dilakukan *assembly* menggunakan perangkat lunak SolidWorks 2020 sebelum dilakukan tahapan selanjutnya. Keseluruhan komponen mekanisme gerak dapat dilihat pada gambar Gambar 4-19.



Gambar 4-19 Komponen mekanik pada meja makan *extendable*

Mekanisme gerak meja dapat dilihat pada Gambar 4-20. Gerakan meja diawali dengan perputaran motor yang menggerakkan komponen batang penghubung dan memutar komponen *cylindrical cam*. Kedua komponen tersebut bergerak menghasilkan perubahan kondisi meja dari kondisi normal menjadi kondisi meja berukuran lebih panjang 40 cm.



Gambar 4-20 Mekanisme gerak meja

4.3.1.5 *Render Desain Meja Makan Extendable*

Render desain meja makan *extendable* dilakukan untuk memvisualisasikan rancangan meja makan *extendable* dengan tampilan yang realistis. Proses *render* dilakukan dengan memperhatikan aspek – aspek yang mempengaruhi tampilan objek seperti pencahayaan, sudut pandang, dan tekstur dari objek yang akan diproses *render*. Proses *render* meja makan *extendable* dilakukan menggunakan perangkat lunak KeyShot 10.



Gambar 4-21 *Render* meja makan *extendable* kondisi normal di dalam ruangan



Gambar 4-22 *Render* meja makan *extendable* kondisi diperpanjang di dalam ruangan

4.4 Pembuatan Purwarupa

4.4.1 Pengolahan Kayu dan Multipleks

Proses pembuatan purwarupa dimulai dari proses pemotongan komponen kayu dan multipleks. Komponen tersebut dipotong sesuai dengan bentuk dan ukuran yang sama dengan desain yang telah dibuat. komponen kaki meja terbuat dari bahan kayu mahoni, sedangkan komponen penampang meja terbuat dari multipleks. Multipleks yang digunakan adalah multipleks dengan tebal 12 mm pada bagian penampang meja, dan multipleks dengan tebal 9 mm pada bagian samping penampang meja. Penggunaan multipleks dengan tebal 9 mm dikarenakan pada bagian sudut meja terdapat bagian yang melengkung, multipleks dengan tebal 9 mm lebih mudah untuk dilengkungkan dibandingkan dengan multipleks dengan tebal 12 mm. Pemotongan komponen kayu dan multipleks dilakukan menggunakan jasa tukang kayu.



Gambar 4-23 Komponen kayu setelah dipotong

Setelah kayu dan multipleks dipotong, langkah selanjutnya dilakukan proses pendempulan pada multipleks. Pendempulan pada multipleks bertujuan untuk menghaluskan permukaan multipleks. Pendempulan juga bertujuan untuk memberikan lapisan pelindung untuk multipleks.



Gambar 4-24 Multipleks setelah didempul

Setelah proses pendempulan, langkah selanjutnya adalah proses penghalusan permukaan yang telah didempul. Permukaan multipleks dihaluskan dengan menggunakan ampelas. setelah proses penghalusan selesai, dilakukan proses pengecatan. Warna cat yang dipilih adalah warna *walnut* karena memiliki jenis warna yang gelap. Proses ini dilakukan dengan menggunakan kuas kecil

untuk bagian yang sulit dijangkau dan *roll* untuk bagian permukaan yang luas. Pengecatan dilakukan di ruang terbuka untuk mempercepat proses pengeringan cat.

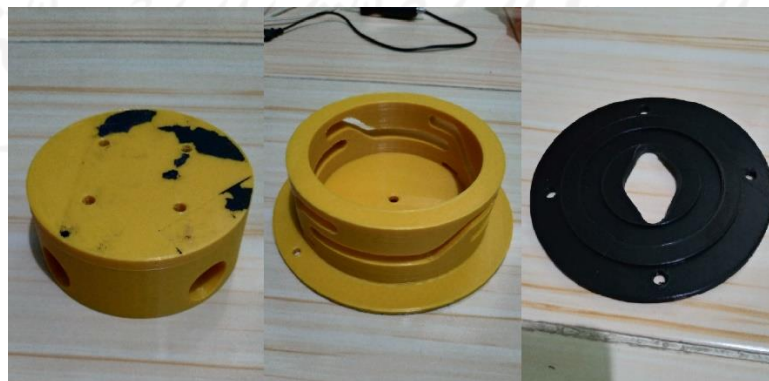


Gambar 4-25 Pengecatan komponen kayu dan multipleks

Setelah proses pengecatan selesai, proses selanjutnya adalah merakit komponen kayu. Komponen kaki meja dan komponen panel bawah meja yang berfungsi sebagai tempat menempelnya komponen mekanik meja dirakit terlebih dahulu. Komponen panel tengah meja dan panel tepi meja akan dirakit bersamaan dengan perakitan komponen mekanik meja.

4.4.2 Proses Pembuatan Komponen 3D *print*

Beberapa komponen meja makan extendable dibuat menggunakan 3D *printer*. Komponen tersebut adalah *cylindrical cam*, dan bantalan *cylindrical cam*. Komponen tersebut dibuat menggunakan 3D *printer* karena memiliki bentuk yang kompleks sehingga lebih mudah jika dibuat menggunakan proses 3D *printing*.



Gambar 4-26 Hasil 3D *print* komponen *cylindrical cam* dan bantalan *cylindrical cam*

4.4.3 Pembuatan Komponen Menggunakan *Laser cutting*

Beberapa komponen purwarupa dibuat menggunakan proses *laser cutting*. Komponen tersebut adalah komponen batang penghubung, dudukan motor DC, dan roda gigi. Komponen tersebut diproses menggunakan proses *laser cutting* dikarenakan memiliki ketebalan yang tipis dan memerlukan tingkat kepresisian yang tinggi.



Gambar 4-27 Komponen roda gigi setelah proses *laser cutting*

4.4.4 Perakitan Komponen Mekanik

komponen penggerak meja dirakit setelah komponen kayu dan multipleks disusun. Komponen ini terdiri dari beberapa komponen *bearing*, rel *bearing*, komponen dari 3D *print*, dan komponen pemesinan *laser cutting*. Proses perakitan diawali dengan memasang bantalan *cylindrical cam* di titik tengah meja. Pada sisi atas bantalan terdapat *thrust bearing* AXK 5070 ASB beserta 2 buah *washer thrust bearing* AXK 5070 ASB untuk memperlancar putaran pada *cylindrical cam*. Pada bagian tengah bantalan dipasang batang *stainless steel* diameter 8 mm yang berfungsi sebagai poros putaran *cylindrical cam* tetap berada di tempat.



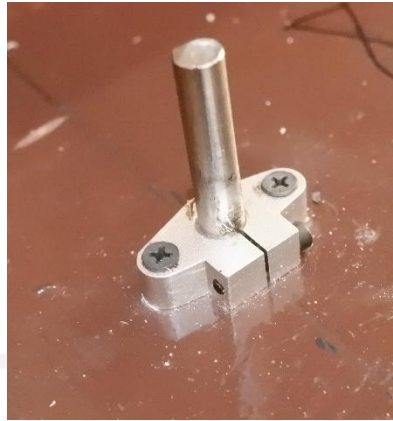
Gambar 4-28 Bantalan *cylindrical cam*

Tahap selanjutnya adalah proses pemasangan rel horizontal dan rel vertikal. Komponen yang digunakan sebagai rel horizontal adalah batang *stainless steel* berdiameter 10 mm sepanjang 33 cm. Untuk menyangga rel digunakan komponen *Shaft SK10 10 mm* pada tiap ujung rel. Jumlah rel horizontal pada purwarupa meja terdapat 4 buah.



Gambar 4-29 Rel horizontal

Komponen rel vertikal pada purwarupa meja menggunakan komponen batang *stainless steel* berdiameter 10 mm dengan panjang 54 mm. Rel ini dihubungkan dengan bagian dasar meja menggunakan komponen *SHF shaft 10 mm*.



Gambar 4-30 Rel vertikal

Proses selanjutnya adalah pemasangan komponen pada panel tepi meja. Komponen yang terhubung pada panel ini adalah kayu penahan panel meja, batang penghubung, dan *linear bearing* LM 10 UU. *Linear bearing* LM 10 UU dipasang di dalam kayu yang digunakan untuk menahan beban panel meja dengan menggunakan bantuan lem agar dapat menempel dengan baik. Pemasangan batang penghubung menggunakan baut yang dikunci dengan *lock nut* M5 dan diberi *ring* agar batang penghubung dapat mudah bergerak pada saat proses memperpanjang meja. Panel meja dibalik untuk mempermudah pemasangan komponen.



Gambar 4-31 Komponen panel tepi meja



Gambar 4-32 Komponen *linear bearing* pada panel tepi meja



Gambar 4-33 Pemasangan *lock nut* M5 pada sambungan batang penghubung

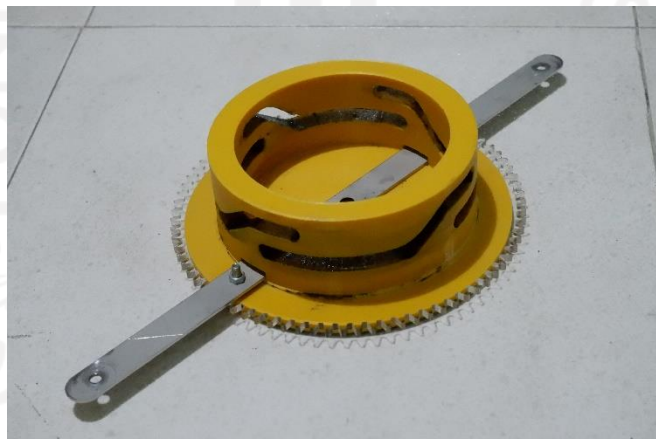
Proses selanjutnya adalah pemasangan komponen panel tengah meja. Komponen panel tengah meja terdiri dari *cylindrical cam*, batang penghubung tengah, batang *stainless steel* 8 mm, *bearing insert* KP 08, *linear bearing* LMH 10 LUU, *deep groove ball bearing* 628zz, roda gigi, dan kayu penyangga panel tengah meja. Panel meja dibalik untuk mempermudah pemasangan komponen.



Gambar 4-34 Komponen panel tengah meja



Gambar 4-35 Pemasangan *bearing* 6088 zz pada penopang batang *stainless steel*



Gambar 4-36 Pemasangan batang penghubung dan roda gigi pada *cylindrical cam*

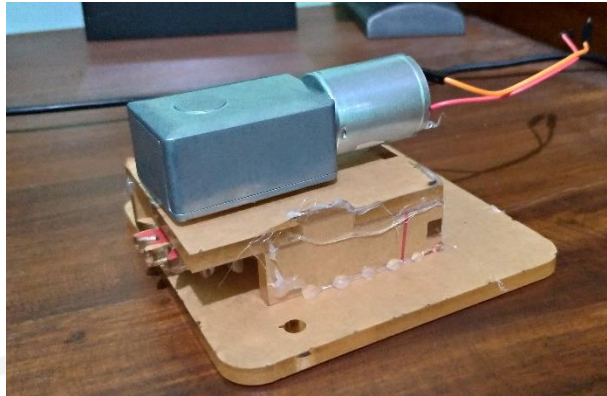


Gambar 4-37 Pemasangan batang *stainless steel* pada *cylindrical cam*

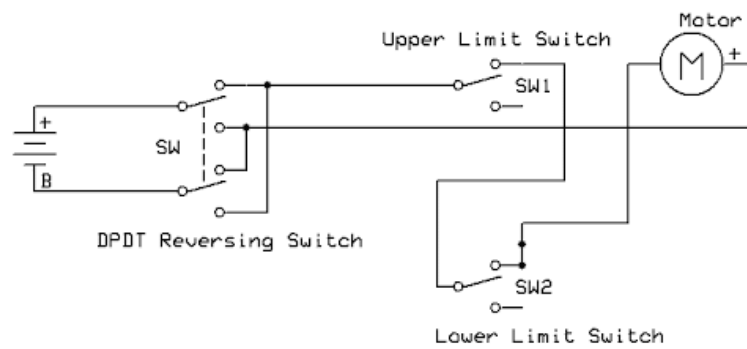


Gambar 4-38 Pemasangan *linear bearing* LMH 10 LUU pada rangka tengah

Proses selanjutnya adalah merangkai rangkaian kelistrikan pada purwarupa meja. Komponen yang dirangkai pada tahap ini adalah aktuator motor DC *gearbox* JGY370 12 V 18 rpm dan komponen kelistrikan berupa kabel, saklar DPDT, saklar batas, dan adaptor 12 V. Komponen motor DC dipasangkan dengan dudukan motor DC berbahan akrilik 5 mm yang telah dilakukan proses *laser cutting*. Motor DC disambungkan dengan saklar batas yang berfungsi untuk memutus arus listrik jika gerakan meja telah mencapai titik batasnya. Saklar limit dipasangkan di titik batas pergerakan batang penghubung pada saat meja dalam kondisi normal dan pada saat meja dalam kondisi diperpanjang. Pemasangan saklar *on/off* dilakukan di bagian bawah meja yang berdekatan dengan rangka kaki meja, hal ini dimaksudkan agar saklar mudah dijangkau oleh tangan namun tidak terjangkau dari gerakan kaki pengguna karena terdapat rangka kaki meja yang dapat melindungi saklar.



Gambar 4-39 Pemasangan motor DC pada dudukan motor



Gambar 4-40 Rangkaian kelistrikan saklar batas menggunakan saklar DPDT

Sumber: www.trainelectronics.com



Gambar 4-41 Rangkaian komponen kelistrikan pada purwarupa



Gambar 4-42 Pemasangan saklar DPDT dan lubang adaptor 12 V

Setelah perakitan panel meja dan perakitan komponen kelistrikan selesai, proses selanjutnya adalah pemasangan panel meja di komponen panel dasar meja. *Linear bearing* pada panel meja dimasukkan ke dalam rel yang terpasang di panel dasar meja. Setelah itu, antara ketiga *link* batang penghubung disambungkan dengan menggunakan baut dan *lock nut* melalui celah di antara panel meja.



Gambar 4-43 Pemasangan panel meja



Gambar 4-44 Hasil perakitan meja makan *extendable* kondisi normal



Gambar 4-45 Hasil perakitan meja makan *extendable* kondisi diperpanjang

4.5 Peragaan Purwarupa

Purwarupa yang telah selesai dirakit selanjutnya diuji dengan memperagakan posisi penggunaan saat digunakan. Purwarupa meja makan memiliki kapasitas maksimal pengguna sebanyak 4 orang sehingga peragaan dilakukan dengan melibatkan 4 orang. Peragaan dilakukan dalam kondisi meja normal dan kondisi meja diperpanjang.



Gambar 4-46 Peragaan meja kondisi normal



Gambar 4-47 Peragaan meja kondisi diperpanjang

Setelah meja makan *extendable* diperagakan, penulis meminta umpan balik dari produk yang diperagakan berupa penilaian produk. Penilaian diberikan berdasarkan aspek kenyamanan, kepraktisan, dan estetika dari purwarupa yang telah diperagakan. skor penilaian diberikan dengan skala nilai 1 hingga 4 dengan keterangan skor 1 berarti sangat tidak puas, skor 2 berarti tidak puas, skor 3 berarti puas, dan skor 4 berarti sangat puas. Berikut tabel penilaian terhadap purwarupa:

Tabel 4-2 Penilaian pengguna terhadap purwarupa

No.	Nama	Ergonomi	Kepraktisan	Estetika
1.	Daffa	3	4	3
2.	Dio	4	3	4
3.	Rafki	4	4	3
4.	Revy	3	4	4
Rata - rata		3,5	3,75	3,5

Berdasarkan hasil penilaian pada Tabel 4-2, rata-rata skor untuk ergonomi pengguna adalah 3,5 yang berarti pengguna puas dengan aspek ergonomi meja makan *extendable*. Rata-rata skor untuk kepraktisan adalah 3,75 yang menunjukkan bahwa pengguna puas dengan kepraktisan meja makan *extendable*. Rata-rata skor estetika adalah 3,5 yang berarti pengguna puas dengan aspek estetika purwarupa meja makan *extendable*.

4.6 Analisis dan Pembahasan

4.6.1 Desain Meja Makan *Extendable*

Desain purwarupa dipilih berdasarkan hasil survei yang telah dilakukan terhadap responden. Sebanyak 56% responden memilih alternatif desain 2 yang memiliki bentuk penampang persegi namun dengan bagian ujung meja melengkung. Bagian kaki meja yang digunakan menganut gaya kaki meja *pedestal*, yaitu model kaki meja dengan 1 pilar penopang meja yang berada di bagian tengah yang didistribusikan bebannya melalui bagian yang saling menyilang secara horizontal. Desain meja ini memiliki kelebihan tidak membahayakan pengguna karena bagian sudut meja berbentuk melengkung dan tidak tajam, dan bagian desain kaki meja yang memiliki ruang gerak untuk kaki pengguna lebih luas dibandingkan alternatif model lainnya. Kekurangan dari desain kaki meja *pedestal* adalah tingkat keseimbangannya lebih rendah dibanding desain alternatif lainnya.

Desain purwarupa yang telah dibuat memiliki kapasitas pengguna sebanyak 4 orang. Menurut Almandrawy (2016), desain meja makan untuk 4 pengguna secara ergonomi memiliki ukuran panjang penampang meja 91 cm hingga 182 cm dengan tinggi meja antara 71 cm hingga 76 cm. Desain yang dibuat memiliki ukuran panjang 100 cm pada kondisi normal dan 140 cm pada kondisi diperpanjang dan memiliki tinggi 74 cm, sehingga rancangan meja makan *extendable* ergonomis untuk digunakan sebanyak 4 pengguna secara bersamaan.

4.6.2 Mekanisme Meja Makan *Extendable*

Purwarupa yang dibuat menggunakan mekanisme otomatis karena lebih praktis dan modern dibanding mekanisme manual. Mekanisme meja makan *extendable* yang telah dibuat memiliki perbedaan dengan mekanisme meja makan *extendable* yang dijual di pasaran maupun rancangan meja makan *extendable* pada jurnal yang telah diobservasi. Berikut ini adalah perbedaan mekanisme meja makan *extendable* yang dibuat dan meja makan *extendable* yang telah diobservasi.

Tabel 4-3 Perbandingan mekanisme purwarupa dan mekanisme produk yang telah dijual

No.	Nama Produk	Mekanisme
1.	<p>Meja Makan <i>Extendable</i> Otomatis</p>  <p>Gambar 4-48 Purwarupa meja makan <i>extendable</i> otomatis Sumber: www.ikea.co.id</p>	<ul style="list-style-type: none"> a. Mekanisme <i>slider crank</i> untuk gerakan horizontal. b. Mekanisme <i>cylindrical cam</i> untuk gerakan vertikal. c. Mekanisme digerakkan secara otomatis menggunakan motor DC 12 V.
2.	<p>Expand Furniture Bobab</p>  <p>Gambar 4-49 Expand Furniture Baobab Sumber: www.expandfurniture.com</p>	<ul style="list-style-type: none"> a. Mekanisme <i>slider crank</i> manual dengan memutar panel tengah meja.
3.	<p>Heim Studio SETSU</p>  <p>Gambar 4-50 Heim Studio SETSU Sumber: www.dekoruma.com</p>	<ul style="list-style-type: none"> a. Mekanisme <i>sliding</i> manual untuk panel tepi meja. b. Mekanisme <i>folding</i> manual untuk panel tengah meja.

4.	<p>IKEA Ekedalen</p>  <p>Gambar 4-51 IKEA Ekedalen</p> <p>Sumber: www.ikea.co.id</p>	<p>a. Mekanisme <i>sliding</i> manual untuk satu sisi panel tepi meja.</p> <p>b. Panel meja tambahan diletakkan di tepi meja secara manual.</p>
----	---	---

Mekanisme yang digunakan adalah mekanisme *slider crank* untuk gerakan horizontal dan mekanisme *cylindrical cam* untuk gerakan vertikal. Kedua mekanisme tersebut digerakkan oleh sebuah motor DC *gearbox* JGY370 12 V 18 rpm. Motor DC tersebut memiliki spesifikasi sebagai berikut:

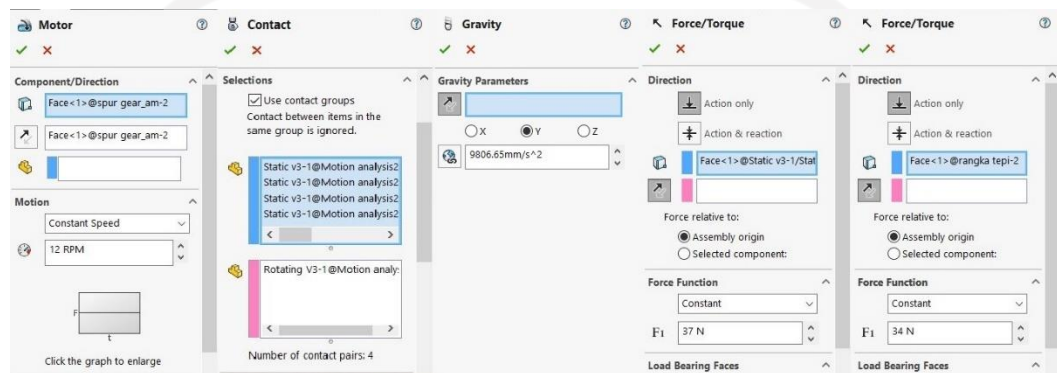
Part Number	Voltage		No load		At Max. Efficiency				Stall		Transmission
	Range	Rated	Speed	Current	Speed	Current	Torque	Power	Torque	Current	Ratio
MOT-JGY370-6V6	3-6VDC	6VDC	6RPM	60mA	5RPM	260mA	19Kg.cm	2W	N/A	1.7A	972:1
MOT-JGY370-6V10	3-6VDC	6VDC	10RPM	60mA	8RPM	260mA	12Kg.cm	2W	60Kg.cm	1.7A	600:1
MOT-JGY370-6V18	3-6VDC	6VDC	18RPM	60mA	15RPM	270mA	6Kg.cm	2W	30Kg.cm	1.7A	324:1
MOT-JGY370-6V30	3-6VDC	6VDC	30RPM	60mA	24RPM	270mA	4Kg.cm	2W	20Kg.cm	1.7A	250:1
MOT-JGY370-6V40	3-6VDC	6VDC	40RPM	60mA	32RPM	270mA	3Kg.cm	2W	15Kg.cm	1.7A	150:1
MOT-JGY370-6V90	3-6VDC	6VDC	90RPM	60mA	72RPM	300mA	1.8Kg.cm	2W	7Kg.cm	1.7A	60:1
MOT-JGY370-6V150	3-6VDC	6VDC	150RPM	60mA	120RPM	300mA	0.8Kg.cm	2W	4.5Kg.cm	1.7A	37.3:1
MOT-JGY370-12V6	6-12VDC	12VDC	6RPM	45mA	5RPM	220mA	14Kg.cm	1.7W	N/A	1.5A	972:1
MOT-JGY370-12V10	6-12VDC	12VDC	10RPM	45mA	8RPM	230mA	9Kg.cm	1.7W	45Kg.cm	1.5A	600:1
MOT-JGY370-12V18	6-12VDC	12VDC	18RPM	45mA	15RPM	230mA	4.8Kg.cm	1.7W	24Kg.cm	1.5A	324:1
MOT-JGY370-12V30	6-12VDC	12VDC	30RPM	45mA	24RPM	230mA	3.8Kg.cm	1.7W	18Kg.cm	1.5A	250:1
MOT-JGY370-12V40	6-12VDC	12VDC	40RPM	45mA	32RPM	230mA	2.2Kg.cm	1.7W	11Kg.cm	1.5A	150:1
MOT-JGY370-12V90	6-12VDC	12VDC	90RPM	45mA	72RPM	270mA	1.3Kg.cm	1.7W	6Kg.cm	1.5A	60:1
MOT-JGY370-12V150	6-12VDC	12VDC	150RPM	45mA	120RPM	270mA	0.7Kg.cm	1.7W	3.2Kg.cm	1.5A	37.3:1
MOT-JGY370-24V6	12-24VDC	24VDC	6RPM	26mA	5RPM	140mA	7Kg.cm	1W	35Kg.cm	0.8A	972:1
MOT-JGY370-24V10	12-24VDC	24VDC	10RPM	26mA	8RPM	150mA	3.8Kg.cm	1W	19Kg.cm	0.8A	600:1
MOT-JGY370-24V18	12-24VDC	24VDC	18RPM	26mA	15RPM	165mA	2.8Kg.cm	1W	14Kg.cm	0.8A	324:1
MOT-JGY370-24V30	12-24VDC	24VDC	30RPM	26mA	24RPM	170mA	1.5Kg.cm	1W	8Kg.cm	0.8A	250:1
MOT-JGY370-24V40	12-24VDC	24VDC	40RPM	26mA	32RPM	170mA	1Kg.cm	1W	3.8Kg.cm	0.8A	150:1
MOT-JGY370-24V90	12-24VDC	24VDC	90RPM	26mA	72RPM	180mA	0.6Kg.cm	1W	3Kg.cm	0.8A	60:1
MOT-JGY370-24V150	12-24VDC	24VDC	150RPM	26mA	120RPM	180mA	0.3Kg.cm	1W	2Kg.cm	0.8A	37.3:1

Gambar 4-52 *Datasheet* motor DC *gearbox* JGY370

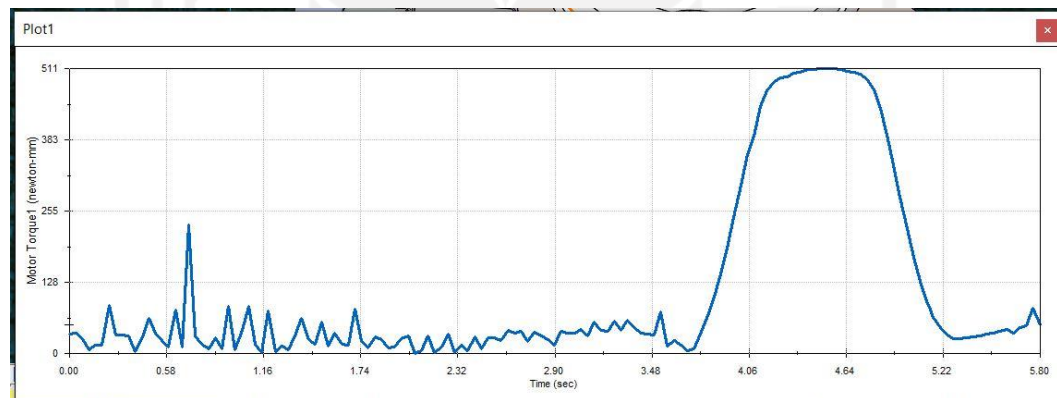
Sumber: www.abra-electronics.com

Untuk mengetahui apakah motor yang digunakan dapat bekerja dengan baik, maka dilakukan *motion analysis* menggunakan perangkat lunak SolidWorks 2020. Berdasarkan Gambar 4-52, motor DC *gearbox* JGY370 12 V 18 rpm memiliki *stall torque* sebesar 24 Kg-cm. Sedangkan massa panel tepi meja dan panel tengah meja beserta rangka panel setelah ditimbang memiliki massa masing-

masing sebesar 3,4 kg dan 3,7 kg. Total massa yang dibebankan pada 1 buah panel tengah dan 2 buah panel tepi adalah 10,5 kg. Analisis dilakukan dengan menggerakkan roda gigi pada motor sesuai dengan kecepatan putar motor dan dengan menambahkan beban pada masing-masing panel meja sesuai dengan massa panel meja yang telah diukur. Analisis dilakukan dengan menambahkan fitur gravitasi dan *solid body contact* pada simulasi *motion analysis* perangkat lunak SolidWorks 2020.



Gambar 4-53 Parameter pengujian *motion analysis*



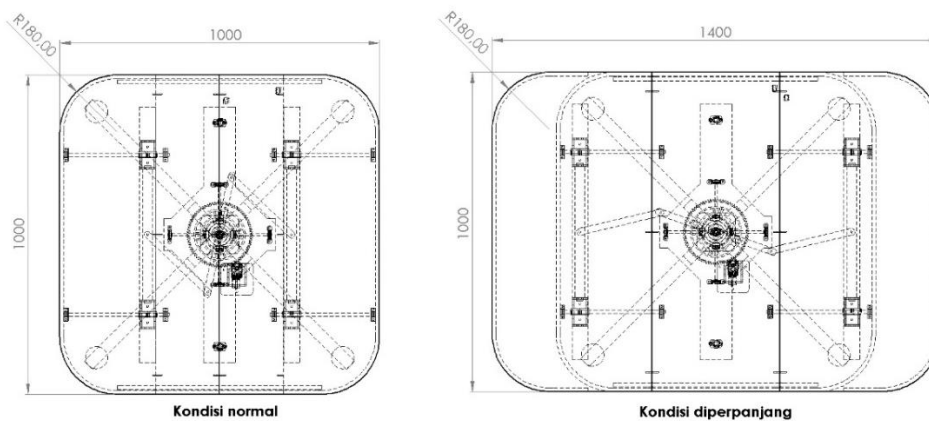
Gambar 4-54 Hasil kebutuhan torsi meja makan *extendable*

Hasil dari *motion analysis* yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa torsi minimal yang diperlukan untuk menggerakkan roda gigi motor adalah 511 N-mm atau setara dengan 0,511 N-m. Motor DC yang digunakan memiliki *stall torque* sebesar 24 kg-cm atau setara dengan 2,354 N-m. Berdasarkan yang didapatkan maka motor DC *gearbox* JGY370 12 V 18 rpm dapat digunakan untuk menggerakkan komponen meja makan *extendable*.

4.6.3 Dimensi Perpanjangan Meja Makan *Extendable*

Purwarupa yang telah dibuat memiliki ukuran panjang dan lebar 1 meter pada kondisi normal. Pada kondisi diperpanjang, panjang meja bertambah 40 cm menjadi 140 cm dengan lebar yang sama, yaitu 1 meter. Dengan kata lain purwarupa meja makan *extendable* dapat bertambah luas 40% dari kondisi normal dengan asumsi panel tepi meja berbentuk persegi panjang utuh.

Dimensi perpanjangan meja terbatas hanya 40 cm dikarenakan keterbatasan dari ruang penyimpanan panel tengah meja. Berdasarkan Gambar 4-55 dapat dilihat bahwa pada saat kondisi meja normal, posisi panel tengah meja yang berada di bawah panel tepi meja terimpit oleh rangka panel tepi meja. Hal ini yang membatasi dimensi dari panel tengah meja. Kondisi ini dapat diatasi dengan mengurangi dimensi lebar rangka panel tepi meja, namun akan mengurangi kekukuhan dari rangka panel tepi meja.



Gambar 4-55 Sketsa perpanjangan ukuran meja

4.6.4 Biaya Produksi Purwarupa Meja Makan *Extendable*

Purwarupa meja makan *extendable* telah berhasil dirancang dan diproduksi. Dalam rangkaian proses produksi, meja makan *extendable* memerlukan bahan-bahan yang memiliki harga bervariasi. Berikut ini adalah rincian harga yang dibutuhkan dalam pembuatan purwarupa meja makan *extendable*:

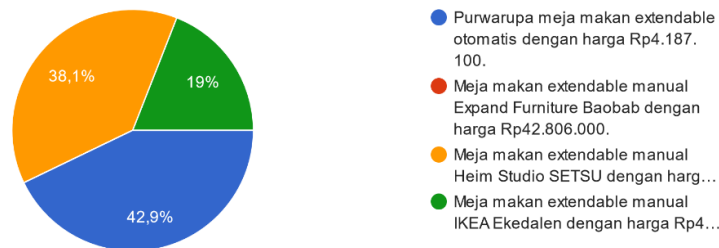
Tabel 4-4 Rincian biaya produksi meja makan extendable

No.	Nama Barang / Jasa	Keterangan	Harga
1.	<i>Thrust bearing</i> AXK 5070 ASB	1 pcs	Rp44.600
2.	<i>Washer thrust bearing</i> AXK 5070 ASB	2 pcs	Rp41.000
3.	<i>Deep groove ball bearing</i> 6900zz	2 pcs	Rp10.000
4.	<i>Linear bearing shaft</i> LMH10LUU 10 mm	2 pcs	Rp100.000
5.	SK 10 for shaft 10 mm	10 pcs	Rp200.000
6.	SHF 10 for shaft 10 mm	2 pcs	Rp60.000
7.	Batang as <i>stainless steel</i> 304 diameter 10 mm	48 cm	Rp24.000
8.	Batang as <i>stainless steel</i> 304 diameter 10 mm	150 cm	Rp90.000
9.	<i>Linear bearing</i> LM10UU	10 pcs	Rp100.000
10.	<i>Deep groove ball bearing</i> 628 zz	4 pcs	Rp32.000
11.	<i>Bearing insert</i> KP08 bearing shaft support 8mm	4 pcs	Rp92.000
12.	Adaptor 12 V 5 A	1 pcs	Rp68.000
13.	<i>Mounting hole normally close momentary button switch</i> NC 16mm	3 pcs	Rp23.400
14.	<i>Contact switch</i>	3 pcs	Rp8.400
15.	Motor gearbox DC worm gear + bracket 12 VDC 15 rpm	1 pcs	Rp218.000
16.	<i>Finishing cat + dempul</i>	1 pcs	Rp150.000
17.	Multipleks 12 mm	2 Lembar	Rp260.000
18.	Sekrup, mur, dan baut (estimasi)	1 set	Rp45.000
19.	Kabel	2 Meter	Rp50.000
20.	Jasa laser cut <i>stainless steel</i>		Rp200.000
21.	Jasa laser cut akrilik 5 mm		Rp150.000
22.	Jasa Tukang Kayu		Rp455.000
23.	Jasa 3D print		Rp350.000
24.	Jasa Tukang Las		Rp20.000
Jumlah			Rp2.791.400

Berdasarkan Tabel 4-4 Rincian biaya produksi meja makan extendableTabel 4-4, dapat diketahui bahwa biaya produksi purwarupa meja

makan extendable adalah Rp2.791.400. Apabila diasumsikan margin harga jual adalah 50% dari harga produksi, maka harga produksi akhir meja makan *extendable* adalah $Rp2.791.400 \times 150\% = Rp4.187.100$. Harga tersebut dapat bersaing dengan harga meja makan *extendable* yang dijual di pasaran. Untuk mengetahui minat masyarakat terhadap harga purwarupa meja makan *extendable* otomatis, maka dilakukan kuisiner dengan membandingkan *furniture* yang diproduksi oleh produsen *furniture* dengan purwarupa meja makan *extendable*. berikut ini adalah hasil kuisiner yang telah dilakukan:

Pilihlah salah satu jenis meja makan extendable di bawah ini sesuai dengan keinginan anda
21 jawaban



Gambar 4-56 Hasil kuisiner terkait pilihan furniture meja makan extendable

Berdasarkan hasil kuisiner, didapatkan data bahwa 42,9% responden memilih purwarupa meja makan *extendable* otomatis. Sebanyak 38,1% responden memilih produk Heim Studio SETSU, sebanyak 19% responden memilih produk IKEA Ekedalen, namun tidak ada responden yang memilih produk Expand Furniture Baobab. Pertanyaan tambahan pada kuisiner terkait alasan memilih produk tersebut ditambahkan. Responden yang memilih purwarupa meja makan *extendable* memiliki alasan karena purwarupa tersebut dianggap lebih praktis dan fungsional. Sedangkan responden yang memilih produk Heim Studio memiliki alasan karena produk tersebut memiliki harga paling murah jika dibandingkan produk lain yang dipaparkan pada kuisiner.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perancangan purwarupa yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan, antara lain:

1. Purwarupa meja makan *extendable* telah dibuat menggunakan metode *design thinking* yang dibantu dengan survei pemilihan desain kepada responden.
2. Mekanisme yang digunakan pada purwarupa meja makan *extendable* adalah mekanisme *slider crank* yang menggerakkan panel tepi meja secara horizontal, dan mekanisme *cylindrical cam* yang menggerakkan panel tengah meja secara vertikal. Aktuator yang digunakan adalah motor DC 12 V 18 rpm.
3. Panel meja makan *extendable* otomatis dengan mekanisme gerak *slider crank* untuk gerakan horizontal dan *cylindrical cam* untuk gerakan vertikal dapat diperpanjang hingga 140% dari ukuran awal.

5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya

Berdasarkan pengalaman dari proses perancangan yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat dijadikan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya:

1. Pemilihan material multipleks yang akan digunakan untuk membuat purwarupa harus dipilih dengan baik. Multipleks memiliki tingkatan kualitas yang dapat dipilih konsumen, namun konsumen harus tetap berhati-hati dalam memilih dikarenakan tidak semua multipleks yang terlihat baik memiliki kualitas yang baik.
2. Dalam membuat rancangan purwarupa hendaknya mempertimbangkan proses perakitan dari purwarupa yang akan dibuat, sehingga perancang tidak kesulitan dalam proses merakit purwarupa.

3. Kapasitas meja makan pada saat kondisi meja diperpanjang agar dapat digunakan untuk jumlah pengguna yang lebih banyak.



DAFTAR PUSTAKA

- Almandrawy, M. A. T. (2016). Ergonomic Compatibility for Metal dining table with Economic Architecture Space. *International Journal of Engineering Research*, 5(06), 5.
- Ardian, N. F., & Werdhaningsih, H. (2019). Penggunaan Design Thinking Dalam Pengembangan Produk Kerajinan IKM (Studi Kasus: Sentra Kerajinan Patung Kayu, Subang). *Jurnal Dimensi Seni Rupa dan Desain*, 15(1), 1–16.
- Auliannisa, Hani'ah, & Suprayogi, A. (2017). *Jurnal Geodesi Undip*. 6, 11.
- Brown, T., & Katz, B. (2019). *Change by design: How design thinking transforms organizations and inspires innovation* (Vol. 20091). HarperBusiness New York, NY.
- Döngel, N., Çınar, H., & Söğütü, C. (2009). Design education: A case study of furniture and decoration education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 1(1), 2348–2353. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2009.01.411>
- Gentili, E. (2017). *Exploring Wellbeing in Small and Unconventional Dwellings: Understanding living in small and unconventional dwellings through a multi- dimensional perspective of space* [Master's Thesis]. Linnaeus University, Department of Organisation and Entrepreneurship.
- Hao, T. J., & Selimin, M. A. (2021). *Extendable Dining Table Inspired by Air Hockey Table for Open Concept House*. 2(1), 13.
- Ingle, B. R. (2013). *Design thinking for entrepreneurs and small businesses: Putting the power of design to work*. Apress.

- Kasirin, N. F., & Halip, J. A. (2021). *Extendable Coffee Table Influenced by Beijing's CCTV Tower*. 2(1), 14.
- Pintono, T., Tulistyantoro, L., Suprobo, F. P., & Siwalankerto, J. (2018). *Perancangan Mebel Multifungsi untuk Apartemen Mahasiswa Desain*. 6(2), 6.
- Roni, H. (2016). DESAIN MEJA MAKAN LIPAT UNTUK APARTEMEN PANDAN WANGI TIPE 21. *Jurnal Kreatif: Desain Produk Industri dan Arsitektur*, 3(2), 9–9.
- Smardzewski, J. (2015). *Furniture Design* (1st ed. 2015). Springer International Publishing : Imprint: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-19533-9>
- Tarwaka, S., & Sudiajeng, L. (2004). Ergonomi untuk keselamatan, kesehatan kerja dan produktivitas. *Uniba, Surakarta*, 34–50.
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, & Population Division. (2019). *World urbanization prospects: The 2018 revision*.
- Wang, S. (2013). *An Analysis of Transformable Space Saving Furniture*. 26.

LAMPIRAN

Rincian Anggaran Pembuatan Meja Makan <i>Extendable</i>			
No.	Nama Barang / Jasa	Keterangan	Harga
25.	<i>Thrust bearing AXK 5070 ASB</i>	1 pcs	Rp44.600
26.	<i>Washer thrust bearing AXK 5070 ASB</i>	2 pcs	Rp41.000
27.	<i>Deep groove ball bearing 6900zz</i>	2 pcs	Rp10.000
28.	<i>Linear bearing shaft LMH10LUU 10 mm</i>	2 pcs	Rp100.000
29.	<i>SK 10 for shaft 10 mm</i>	10 pcs	Rp200.000
30.	<i>SHF 10 for shaft 10 mm</i>	2 pcs	Rp60.000
31.	<i>Batang as stainless steel 304 diameter 10 mm</i>	48 cm	Rp24.000
32.	<i>Batang as stainless steel 304 diameter 10 mm</i>	150 cm	Rp90.000
33.	<i>Linear bearing LM10UU</i>	10 pcs	Rp100.000
34.	<i>Deep groove ball bearing 628 zz</i>	4 pcs	Rp32.000
35.	<i>Bearing insert KP08 bearing shaft support 8mm</i>	4 pcs	Rp92.000
36.	<i>Adaptor 12 V 5 A</i>	1 pcs	Rp68.000
37.	<i>Mounting hole normally close momentary button switch NC 16mm</i>	3 pcs	Rp23.400
38.	<i>Contact switch</i>	3 pcs	Rp8.400
39.	<i>Motor gearbox DC worm gear + bracket 12 VDC 15 rpm</i>	1 pcs	Rp218.000
40.	<i>Finishing cat + dempul</i>	1 pcs	Rp150.000

41.	Multipleks 12 mm	2 Lembar	Rp260.000
42.	Sekrup, mur, dan baut (estimasi)	1 set	Rp45.000
43.	Kabel	2 Meter	Rp50.00
44.	Jasa <i>laser cut stainless steel</i>		Rp200.000
45.	Jasa <i>laser cut akrilik 5 mm</i>		Rp150.000
46.	Jasa Tukang Kayu		Rp455.000
47.	Jasa 3D <i>print</i>		Rp350.000
48.	Jasa Tukang Las		Rp20.000,
Jumlah			Rp2.741.450

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

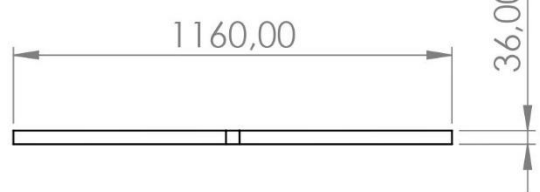
C

B

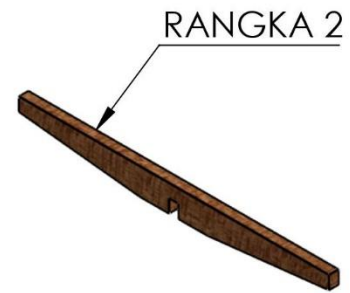
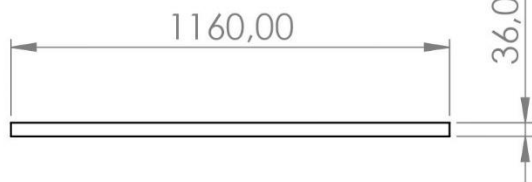
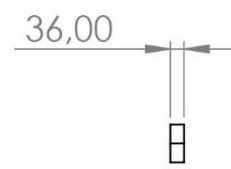
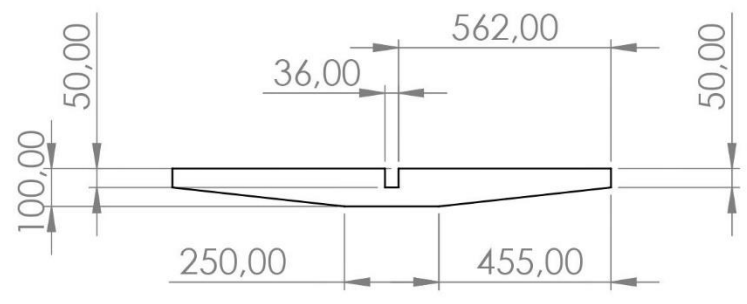
B

A

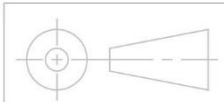
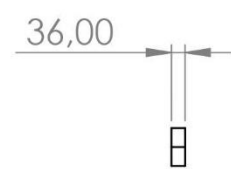
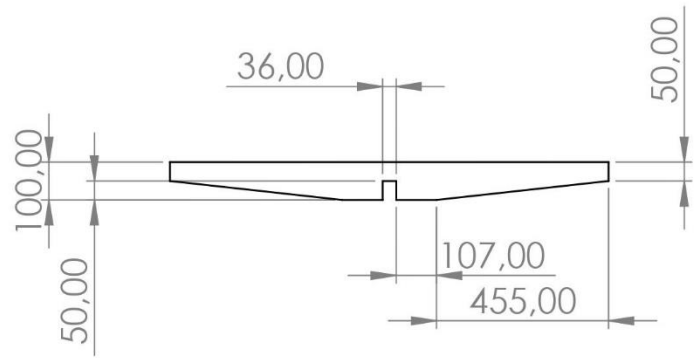
A



RANGKA 1



RANGKA 2



Skala : Skala
 Satuan : Milimeter
 Tanggal : 12/12/2021

Nama : Ma'ruf Kurniawan
 NIM : 17525016
 Dosen : Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng

Keterangan :

TEKNIK MESIN - UII

**RANGKA HORIZONTAL
KAKI MEJA**

No. 1

A4

4

3

2

1

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

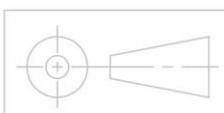
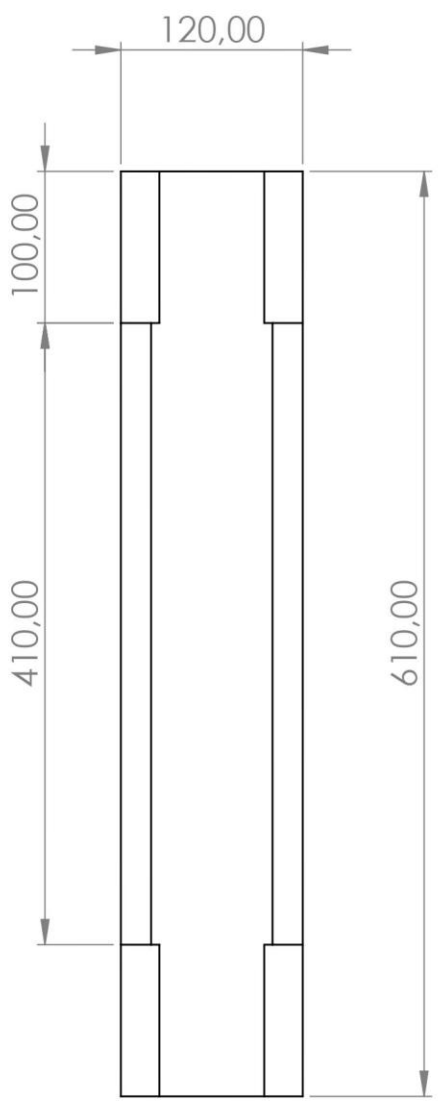
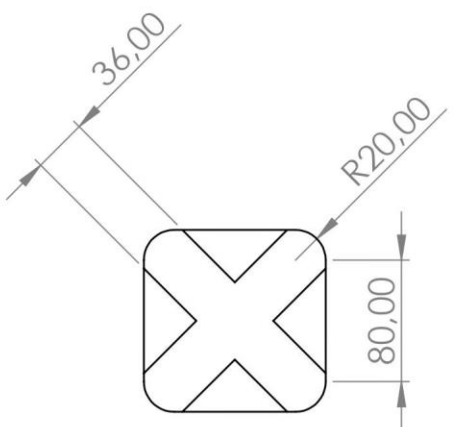
C

B

B

A

A



Skala : 1: 5
 Satuan : Milimeter
 Tanggal : 12/12/2021

Nama : Ma'ruf Kurniawan
 NIM : 17525016
 Dosen : Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng

Keterangan :

TEKNIK MESIN - UII

RANGKA VERTIKAL KAKI MEJA

No. 2

A4

4

3

2

1

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

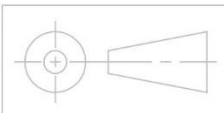
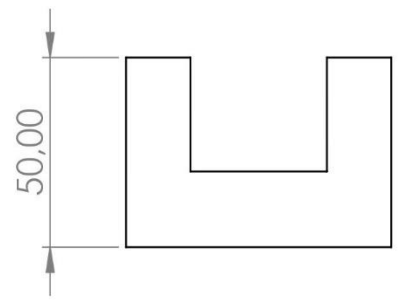
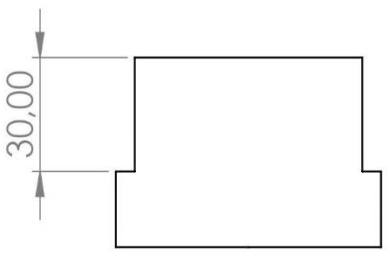
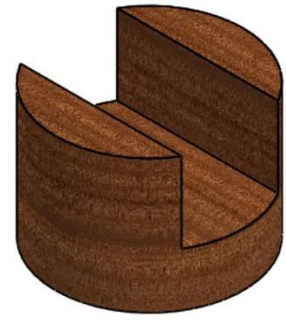
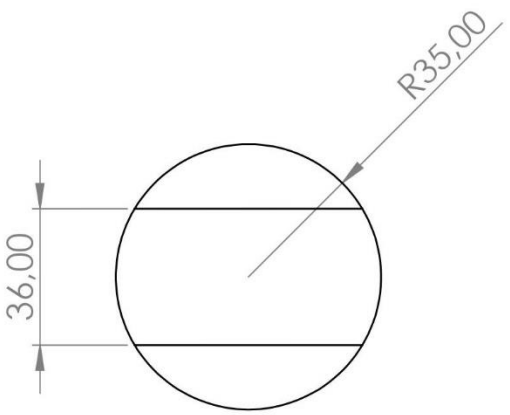
C

B

B

A

A



Skala : 1:2
 Satuan : Milimeter
 Tanggal : 12/12/2021

Nama : Ma'ruf Kurniawan
 NIM : 17525016
 Dosen : Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng

Keterangan :

TEKNIK MESIN - UII

BANTALAN KAKI MEJA

No. 3

A4

4

3

2

1

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

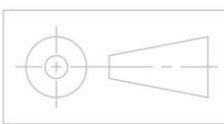
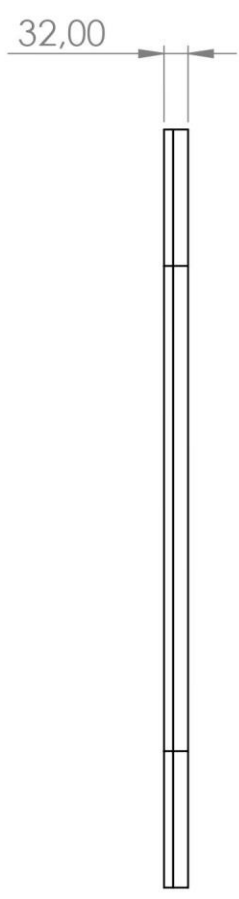
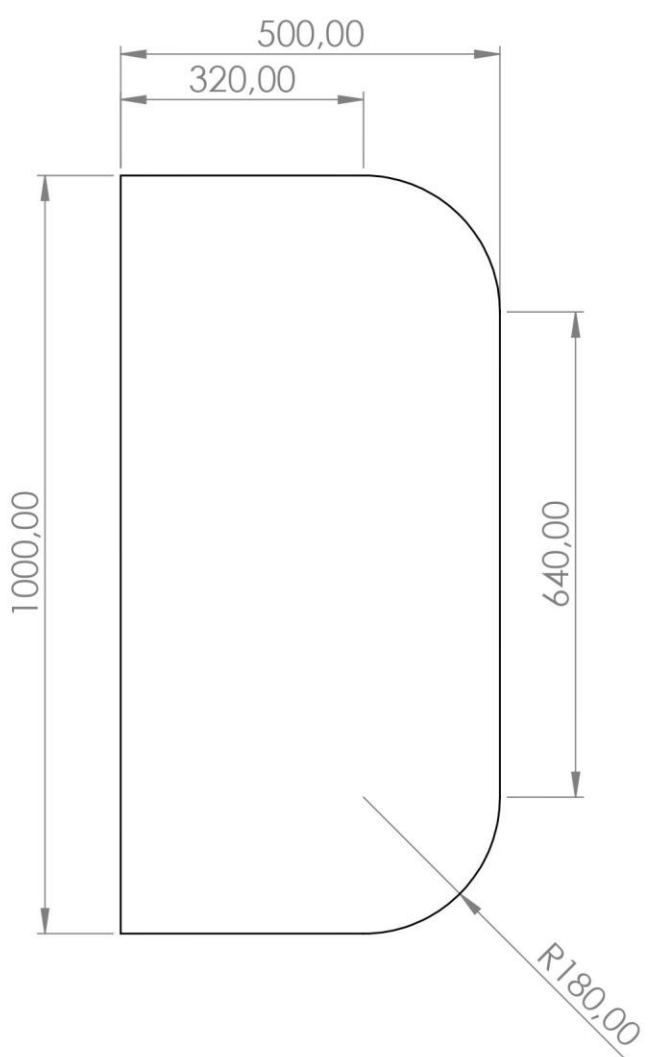
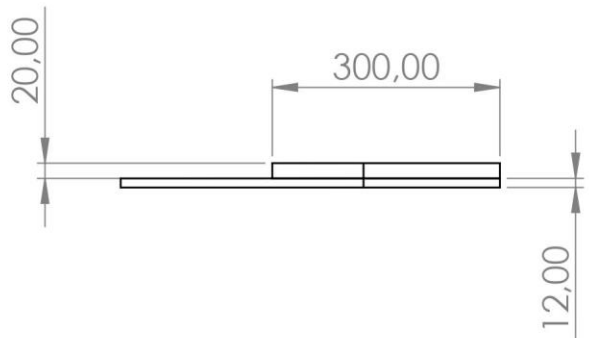
C

B

B

A

A



Skala : 1:10
 Satuan : Milimeter
 Tanggal : 12/12/2021

Nama : Ma'ruf Kurniawan
 NIM : 17525016
 Dosen : Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng

Keterangan :

TEKNIK MESIN - UII

PANEL TEPI KAYU

No. 4

A4

4

3

2

1

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

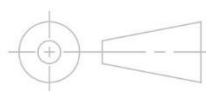
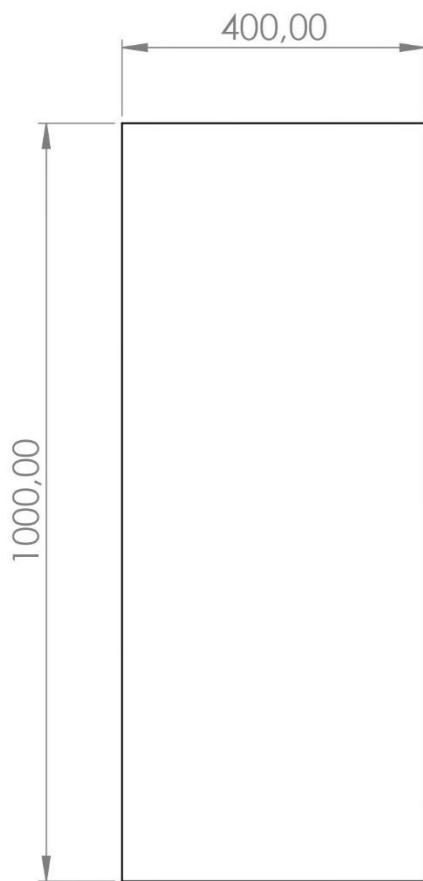
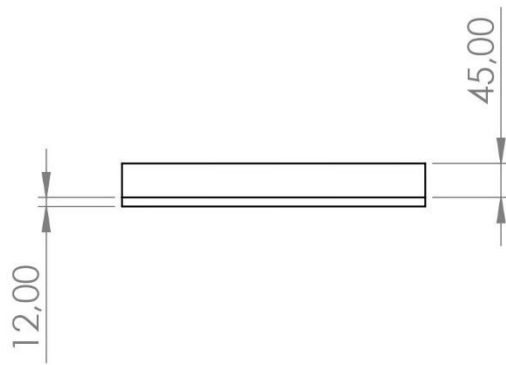
C

B

B

A

A



Skala : 1:10

Satuan : Milimeter

Tanggal : 12/12/2021

Nama : Ma'ruf Kurniawan

NIM : 17525016

Dosen : Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng

Keterangan :

TEKNIK MESIN - UII**PANEL TENGAH MEJA****No. 5****A4**

4

3

2

1

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

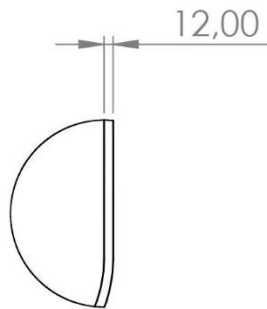
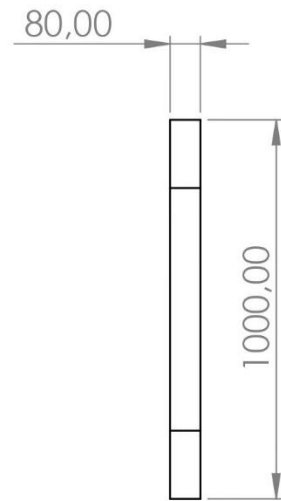
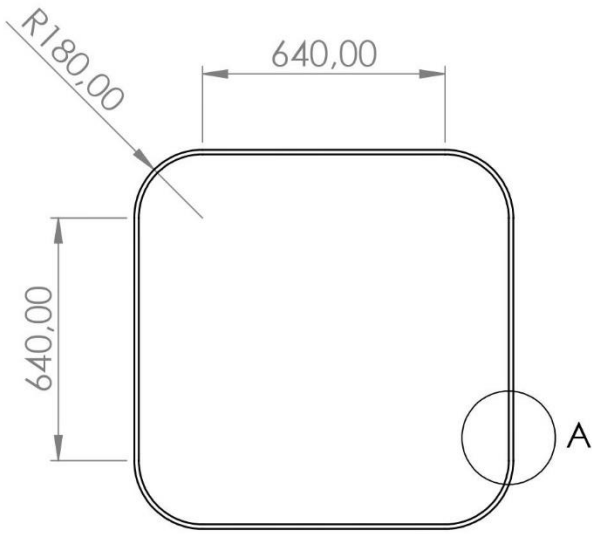
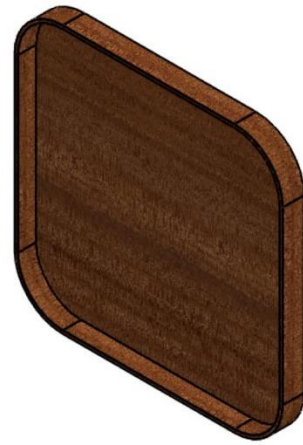
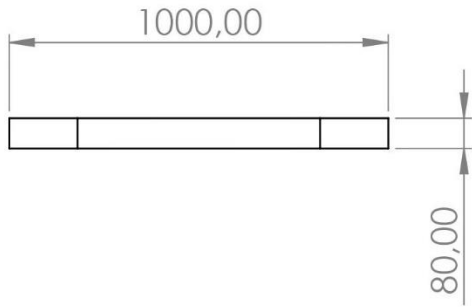
C

B

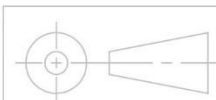
B

A

A



DETAIL A



Skala : 1:20
 Satuan : Milimeter
 Tanggal : 12/12/2021

Nama : Ma'ruf Kurniawan
 NIM : 17525016
 Dosen : Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng

Keterangan :

TEKNIK MESIN - UII

PANEL BAWAH MEJA

No. 6

A4

4

3

2

1

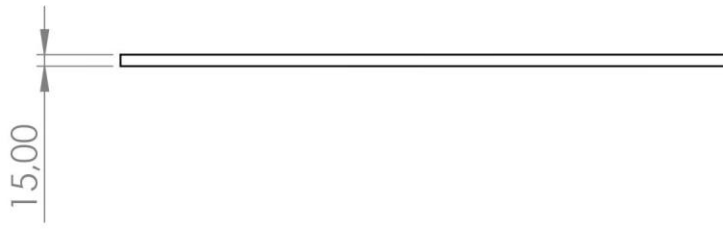
4

3

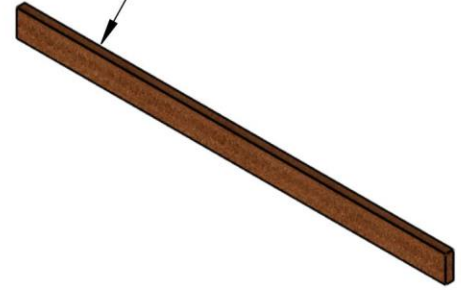
2

1

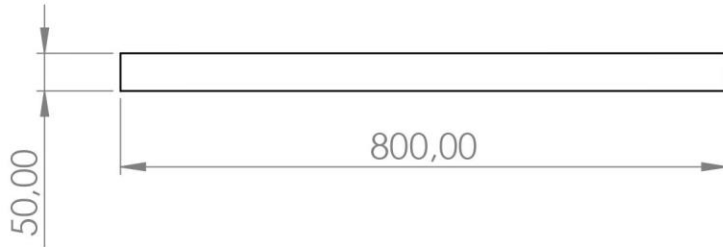
F



DUDUKAN PANEL TEPI



E

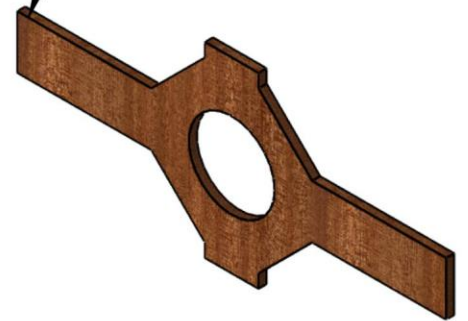
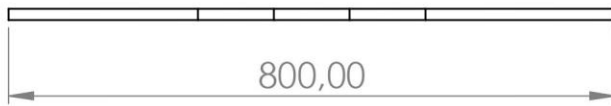


F

E

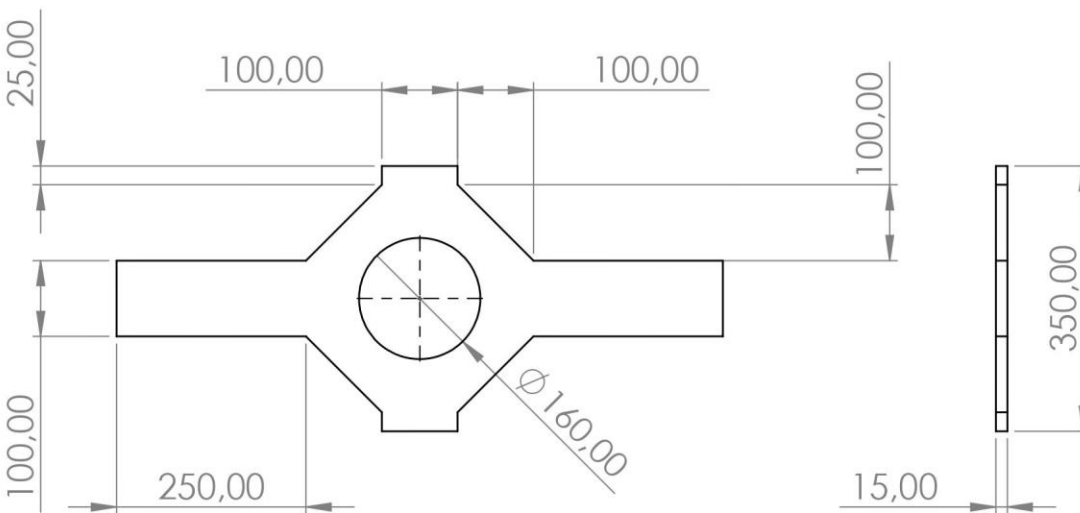
D

DUDUKAN PANEL TENGAH



D

C



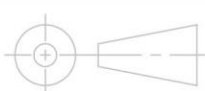
C

B

B

A

A



Skala : 1:10

Satuan : Milimeter

Tanggal : 12/12/2021

Nama : Ma'ruf Kurniawan

NIM : 17525016

Dosen : Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng

Keterangan :

TEKNIK MESIN - UII

DUDUKAN PANEL TEPI &
DUDUKAN PANEL TENGAH

No. 7

A4

4

3

2

1

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

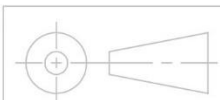
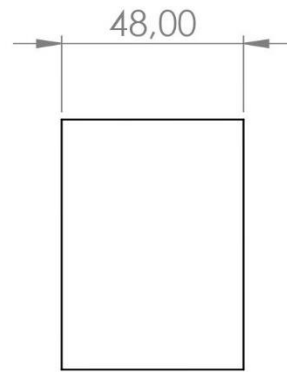
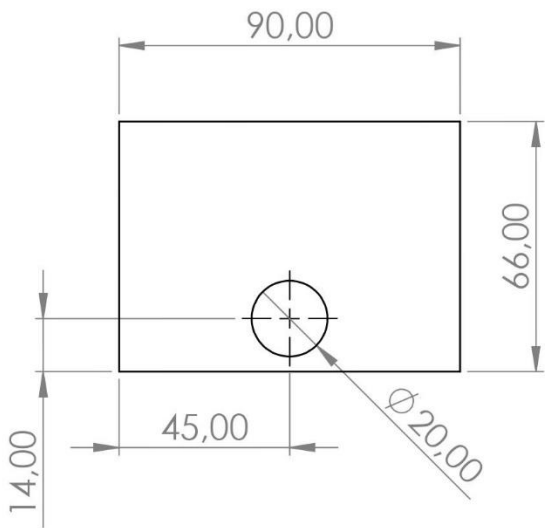
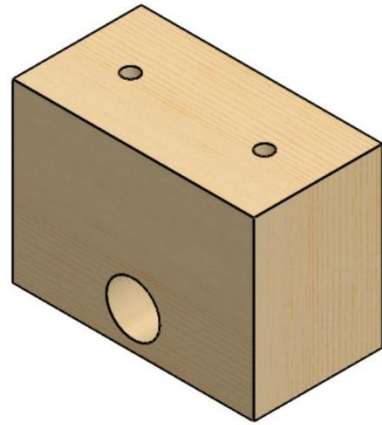
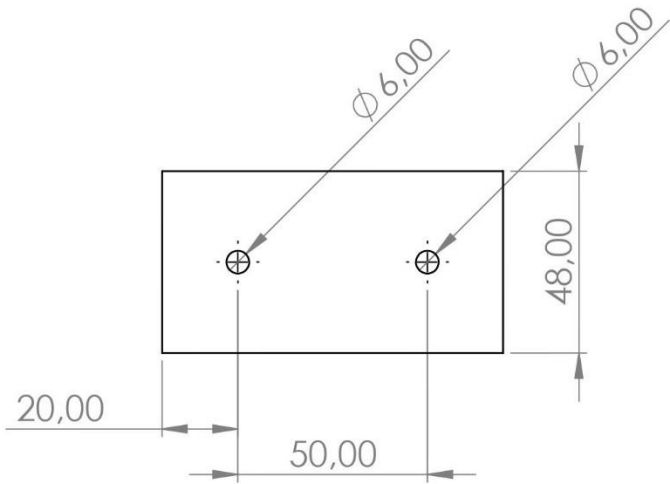
C

B

B

A

A



Skala : 1:10

Satuan : Milimeter

Tanggal : 12/12/2021

Nama : Ma'ruf Kurniawan

NIM : 17525016

Dosen : Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng

Keterangan :

TEKNIK MESIN - UII

DUDUKAN LINEAR BEARING

No. 8

A4

4

3

2

1

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

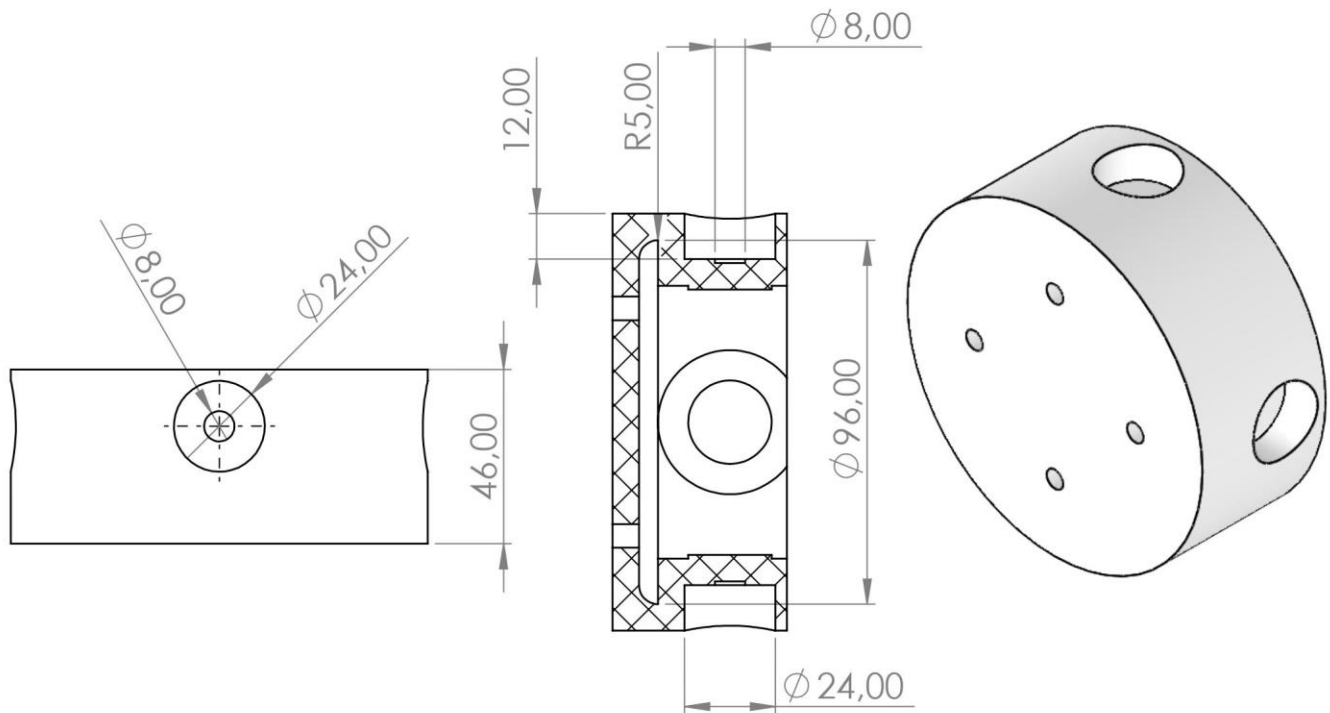
C

B

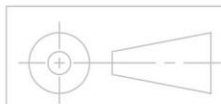
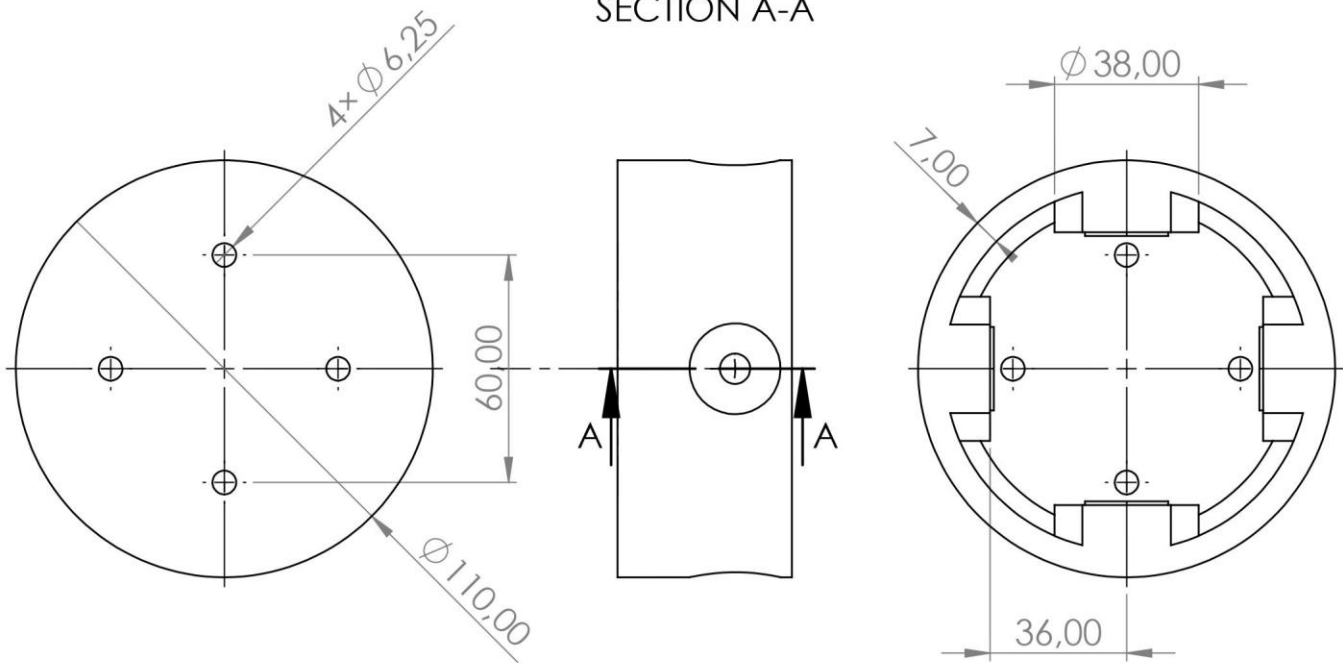
B

A

A



SECTION A-A



Skala : 1:2
 Satuan : Milimeter
 Tanggal : 12/12/2021

Nama : Ma'ruf Kurniawan
 NIM : 17525016
 Dosen : Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng

Keterangan :

TEKNIK MESIN - UII

**FOLLOWER BRACKET
CYLINDRICAL CAM**

No. 9

A4

4

3

2

1

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

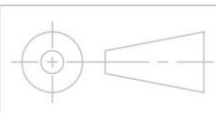
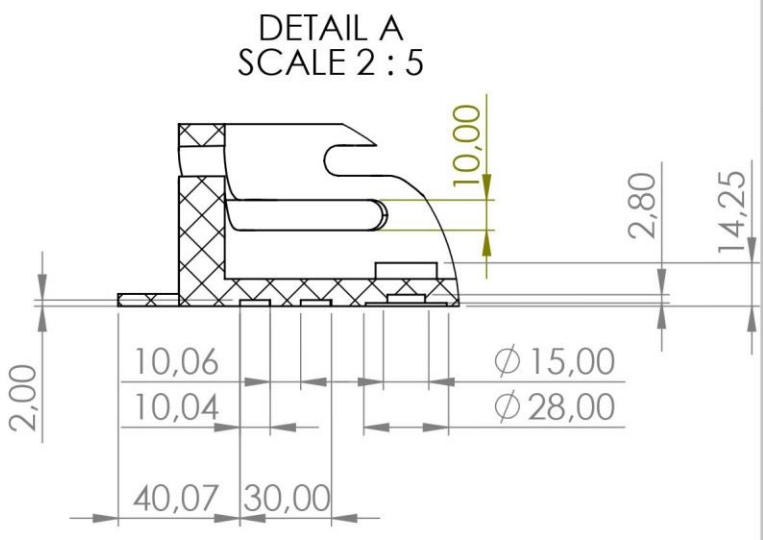
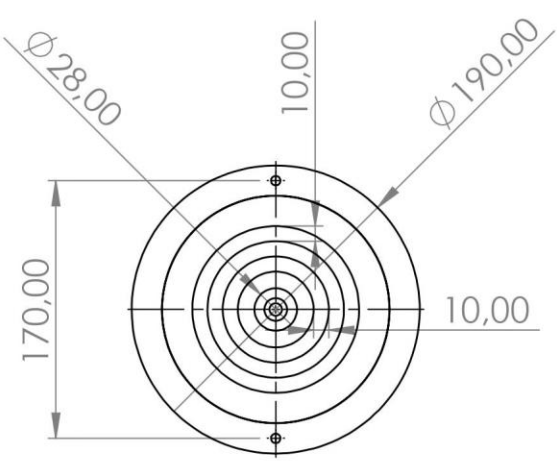
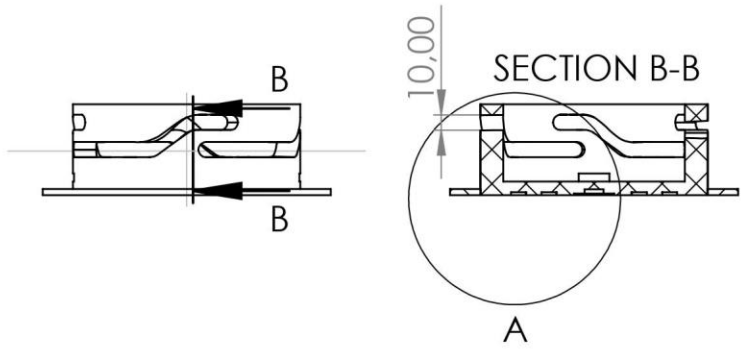
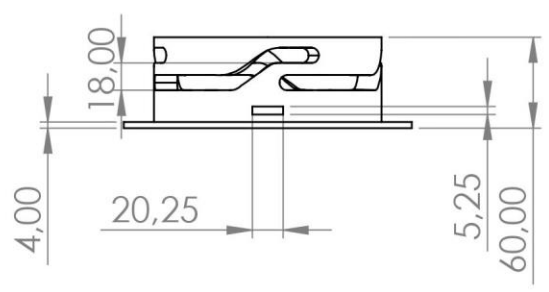
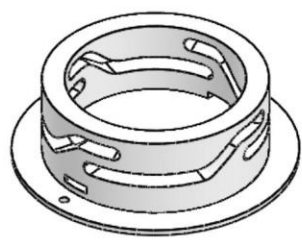
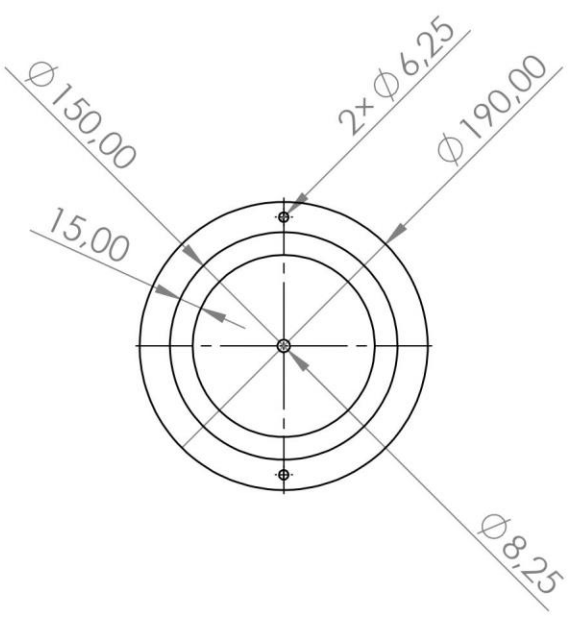
C

B

B

A

A



Skala : 1:5
 Satuan : Milimeter
 Tanggal : 12/12/2021

Nama : Ma'ruf Kurniawan
 NIM : 17525016
 Dosen : Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng

Keterangan :

TEKNIK MESIN - UII

PROFIL CYLINDRICAL CAM

No. 10

A4

4

3

2

1

4

3

2

1

F

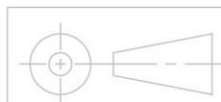
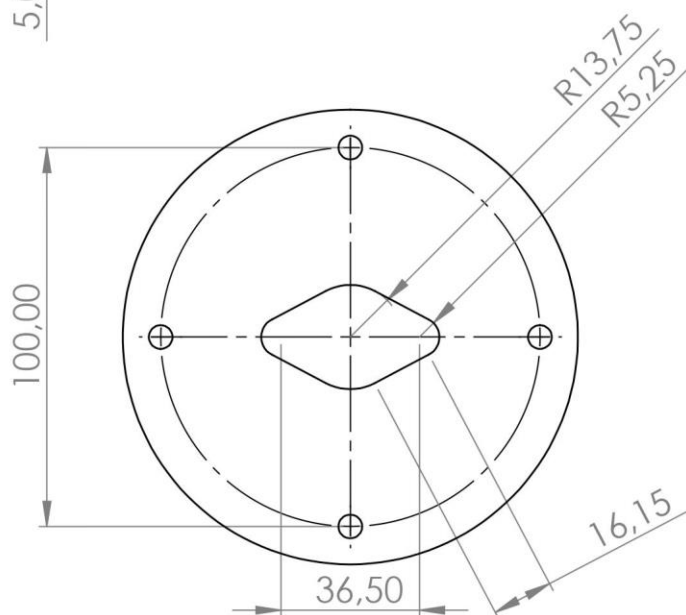
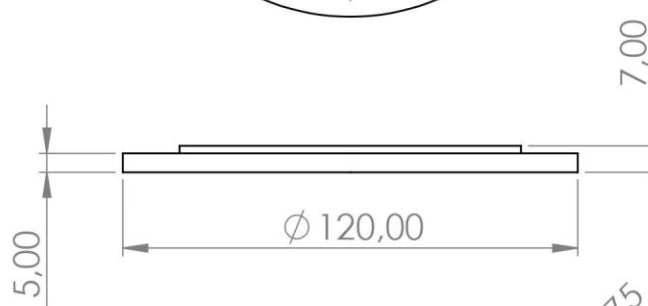
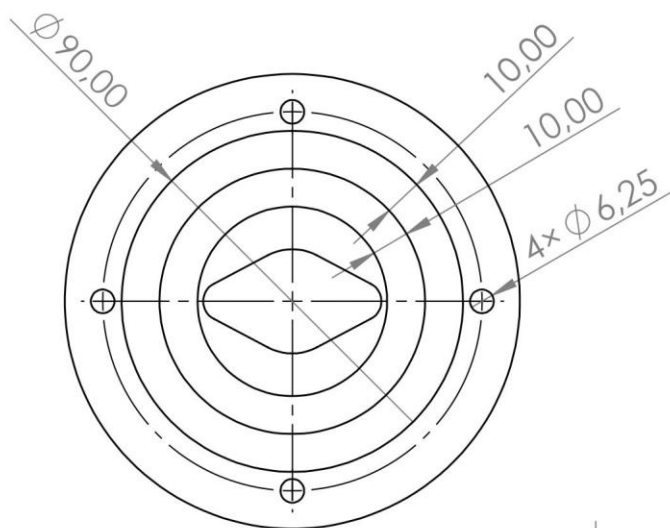
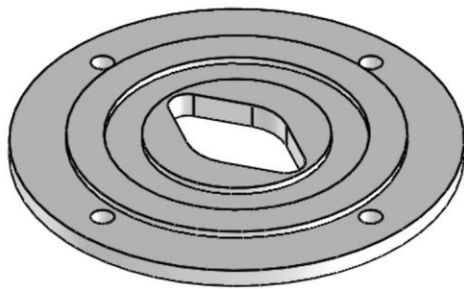
E

D

C

B

A



Skala : 1:2

Satuan : Milimeter

Tanggal : 12/12/2021

Nama : Ma'ruf Kurniawan

NIM : 17525016

Dosen : Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng

Keterangan :

TEKNIK MESIN - UII**BANTALAN THRUST BEARING****No. 11****A4**

4

3

2

1

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

C

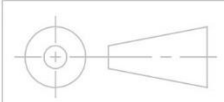
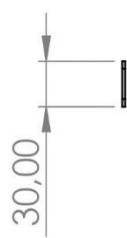
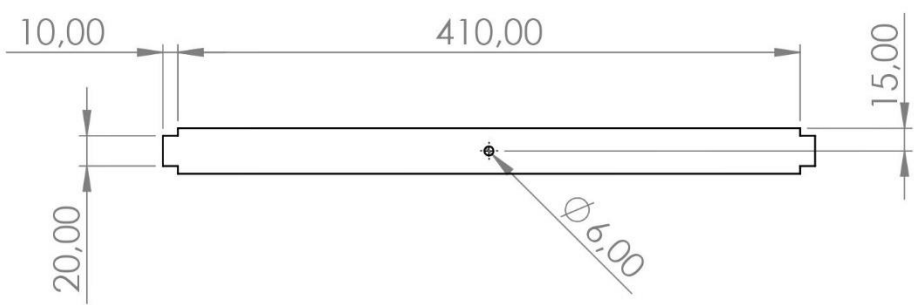
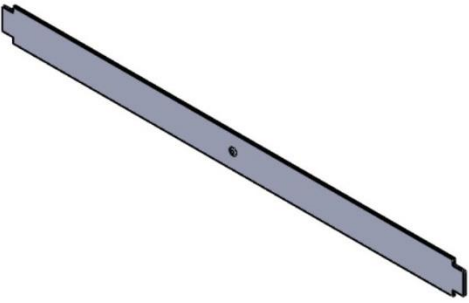
B

B

A

A

2,00



Skala : 1:5
 Satuan : Milimeter
 Tanggal : 12/12/2021

Nama : Ma'ruf Kurniawan
 NIM : 17525016
 Dosen : Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng

Keterangan :

TEKNIK MESIN - UII

PLAT BRACKET LINEAR BEARING

No. 12

A4

4

3

2

1

4

3

2

1

F

E

D

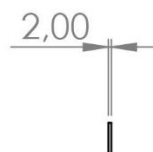
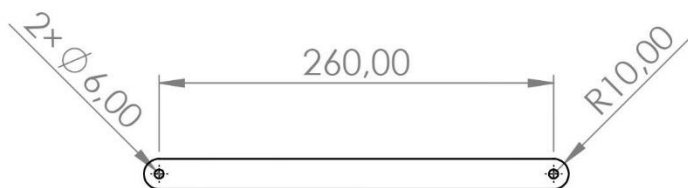
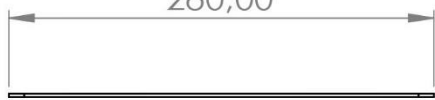
C

B

A

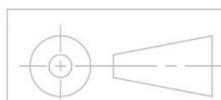
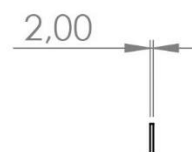
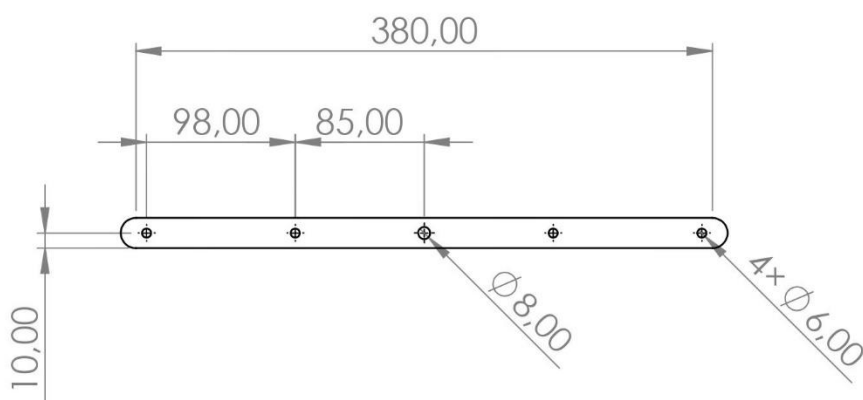
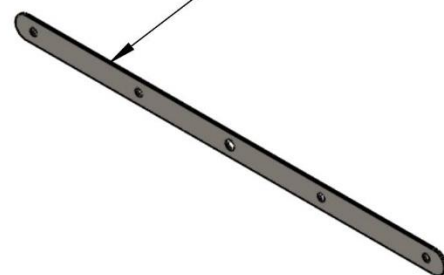
LINK 2

280,00



LINK 1

400,00



Skala : 1:5

Satuan : Milimeter

Tanggal : 12/12/2021

Nama : Ma'ruf Kurniawan

NIM : 17525016

Dosen : Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng

Keterangan :

TEKNIK MESIN - UII**LINK PENGGERAK HORIZONTAL****No. 13****A4**

4

3

2

1

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

C

B

B

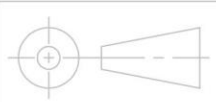
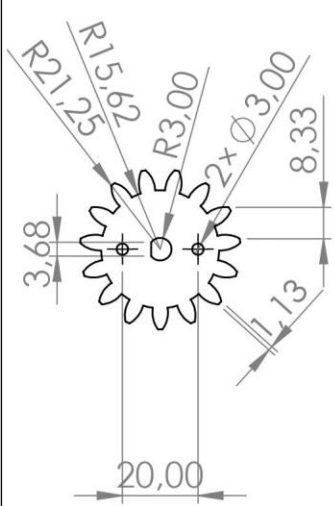
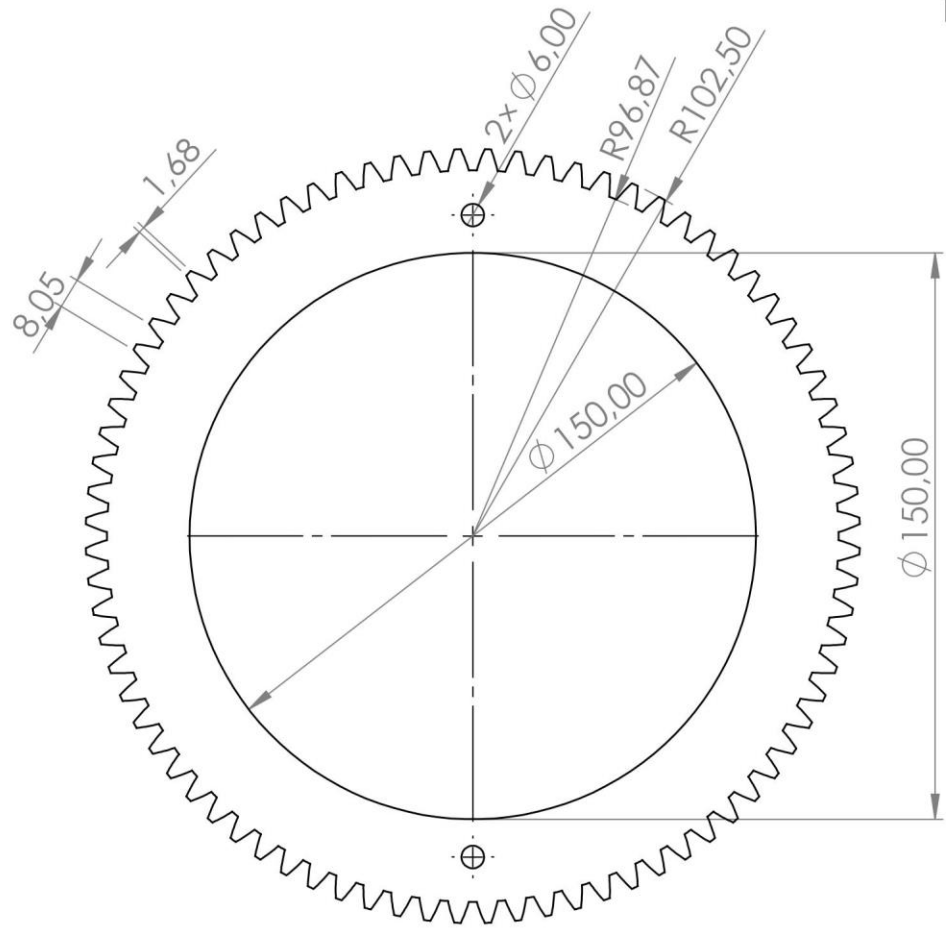
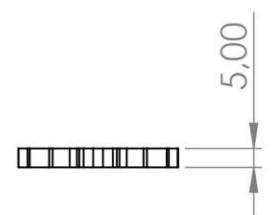
A

A

METRIC SPUR GEAR 2.5M 80T



METRIC SPUR GEAR 2.5M 15T



Skala : 1:2
 Satuan : Milimeter
 Tanggal : 12/12/2021

Nama : Ma'ruf Kurniawan
 NIM : 17525016
 Dosen : Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng

Keterangan :

TEKNIK MESIN - UII

SPUR GEAR

No. 14

A4

4

3

2

1

4

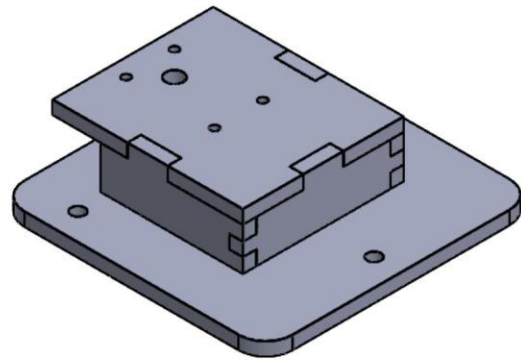
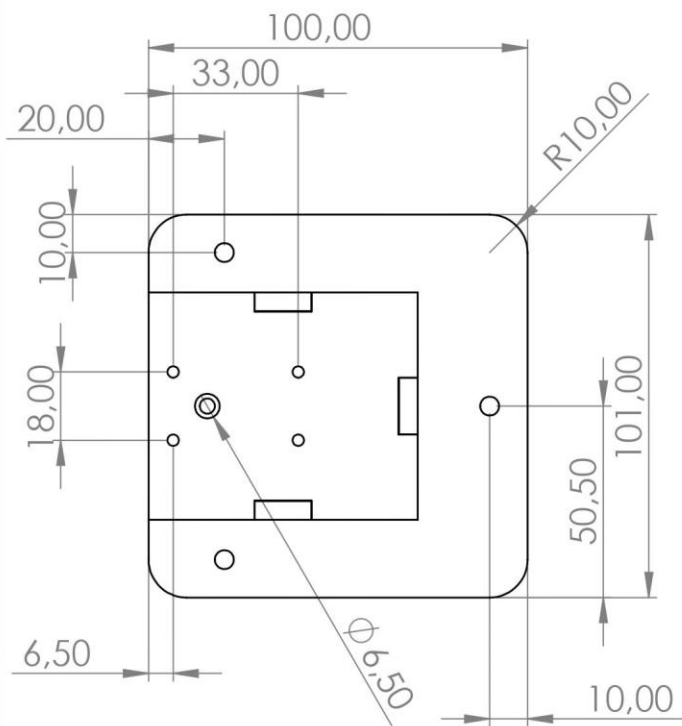
3

2

1

F

F

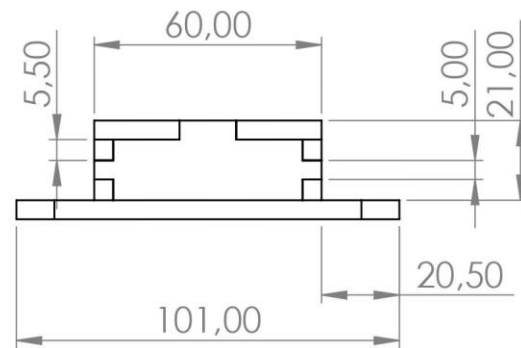
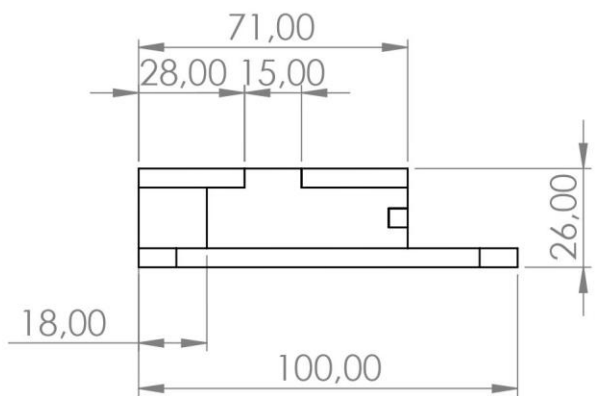


E

E

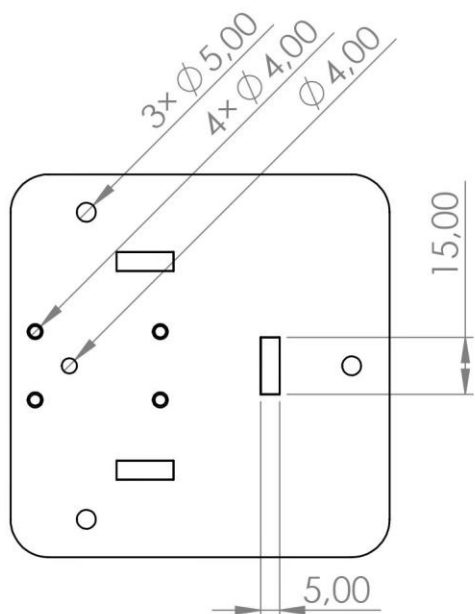
D

D



C

C

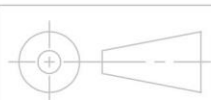


B

B

A

A



Skala : 1:2
 Satuan : Milimeter
 Tanggal : 12/12/2021

Nama : Ma'ruf Kurniawan
 NIM : 17525016
 Dosen : Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng

Keterangan :

TEKNIK MESIN - UII**DUDUKAN MOTOR DC****No. 15****A4**

4

3

2

1

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

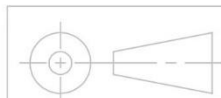
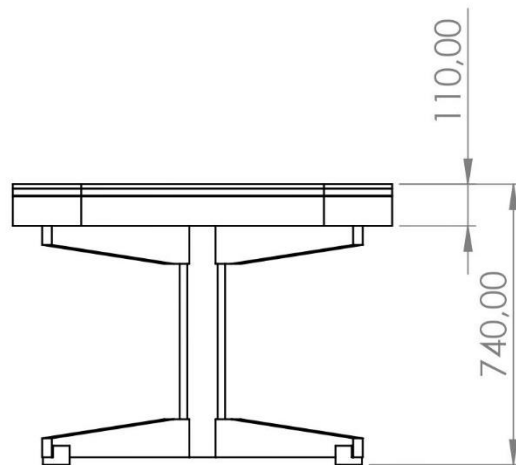
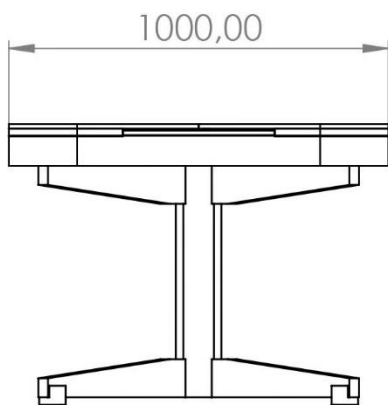
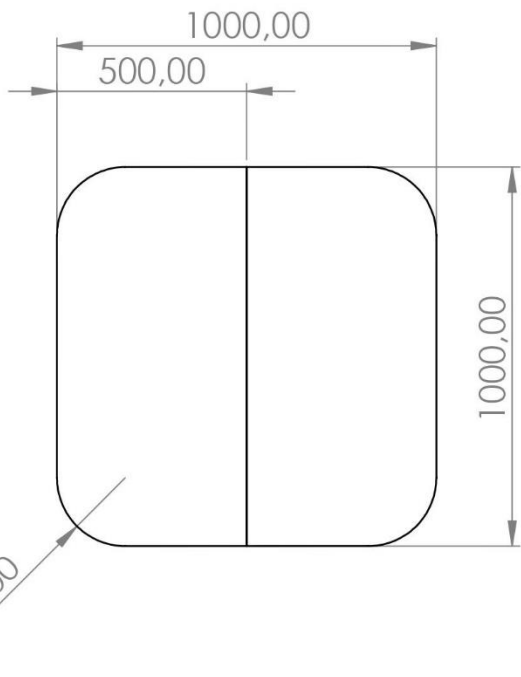
C

B

B

A

A



Skala : 1:20
 Satuan : Milimeter
 Tanggal : 12/12/2021

Nama : Ma'ruf Kurniawan
 NIM : 17525016
 Dosen : Dr. Eng. Risdiono, S.T., M.Eng

Keterangan :

TEKNIK MESIN - UII

MEJA KONDISI NORMAL

No. 16

A4

4

3

2

1

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

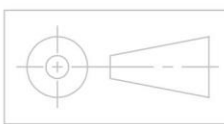
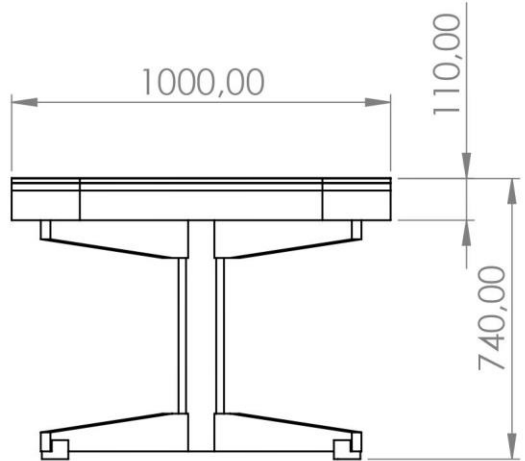
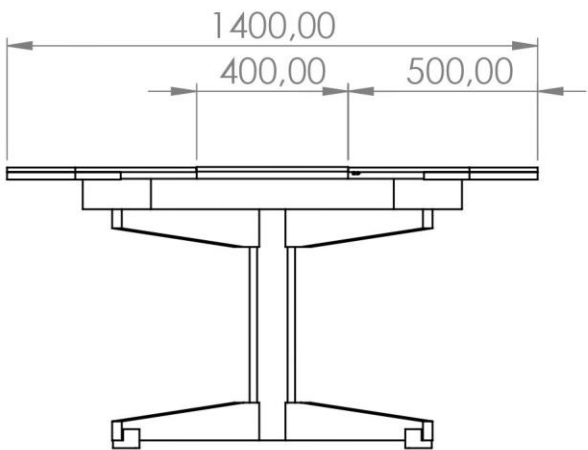
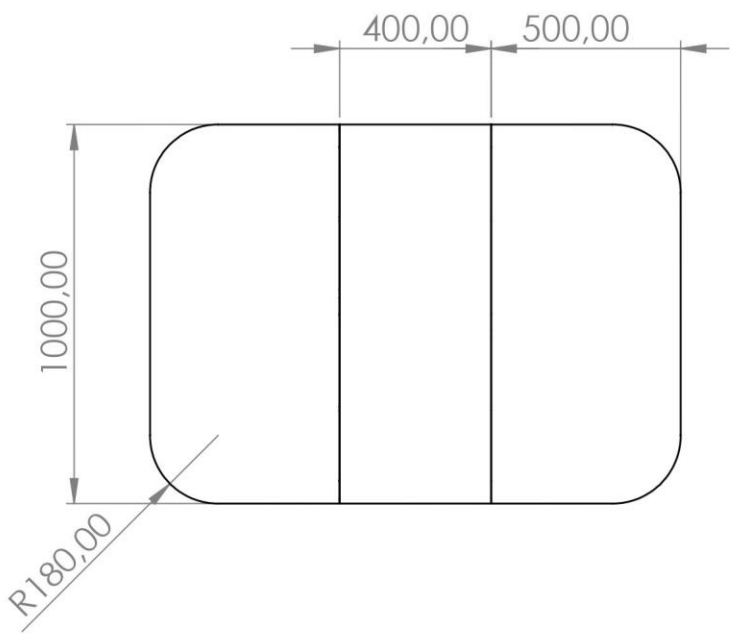
C

B

B

A

A



Skala : 1:20
 Satuan : Milimeter
 Tanggal : 12/12/2021

Nama : Ma'ruf Kurniawan
 NIM : 17525016
 Dosen : Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng

Keterangan :

TEKNIK MESIN - UII

MEJA KONDISI DIPERPANJANG

No. 17

A4

4

3

2

1