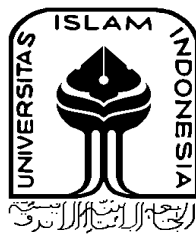


**P ERANCANGAN DAN PEMBUATAN MEJA *SIMULATOR*
GEMPA BUMI**

TUGAS AKHIR

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



Disusun Oleh :

Nama : Fa'iq Hilmy Nabil
No. Mahasiswa : 19525105
NIRM : 1907270083

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

2024

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING
PERANCANGAN DAN PEMBUATAN MEJA *SIMULATOR*
GEMPA BUMI

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Fa'iq Hilmy Nabil
No. Mahasiswa : 19525105
NIRM : 1907270083

Yogyakarta, 15 Juli 2024

Pembimbing



Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN MEJA SIMULATOR
GEMPA BUMI**

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

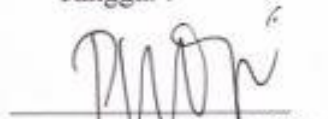
Nama : Fa'iq Hilmy Nabil
No. Mahasiswa : 19525105
NIRM : 1907270083

Tim Penguji

Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng
Ketua


Tanggal :

Purtojo, S.T., M.Sc
Anggota I


Tanggal : 02/08/2024

Ir. Faisal Arif Nurgesang, S.T., M.Sc., IPP
Anggota II


Tanggal : 2/8/2024 .

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Ir. Muhammad Khafidh, S.T., M.T., IPP

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Fa'iq Hilmy Nabil
NIM : 19525105
Program Studi : S1 Teknik Mesin
Fakultas : Teknologi Industri
Instansi : Universitas Islam Indonesia
Judul Laporan : Perancangan dan Pembuatan Meja *Simulator* Gempa Bumi

Demi Allah yang maha segalanya, dengan ini saya menyatakan bahwa karya ini merupakan hasil kerja saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang telah saya cantumkan sumbernya sebagai referensi. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa pengakuan saya tidak benar serta melanggar peraturan yang sah dalam hak kekayaan intelektual maka saya bersedia mengikuti hukuman maupun sanksi apapun sesuai hukum yang diberlakukan Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 12 Agustus 2024



Fa'iq Hilmy Nabil

19525105

HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rezeki dan Rahmat-Nya. Serta doa dan dukungan yang diberikan oleh orang-orang tercinta, hingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh sebab itu penulis ini ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

Orang tua yang selalu senantiasa memberikan dukungan moral berupa doa dan kasih sayang maupun materil sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Bapak Dr.Ir.Paryana Puspaputra. M.Eng selaku dosen pembimbing yang banyak memberikan ilmu terhadap penulis baik itu ilmu yang berhbungan dengan studi Teknik mesin maupun ilmu kehidupan yang sangat bermanfaat bagi penulis.

Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat berguna dan bermanfaat untuk perkembangan ilmu pengetahuan khususnya pada bidang yang sesuai dengan topik penulis.

HALAMAN MOTTO

“Barang siapa keluar untuk mencari sebuah ilmu, maka ia akan berada di jalan
Allah hingga ia kembali”
[HR Tirmidzi]

“Jangan engkau bersedih, sesungguhnya Allah bersama kita”
[QS At Taubah:40]

“Pengetahuan yang baik adalah yang memberikan manfaat, bukan hanya diingat”
[Imam Syafi’i]

“Keberhasilan adalah perjalanan panjang dari satu kegagalan ke kegagalan
berikutnya tanpa kehilangan semangat”
[Winston Churchill]

KATA PENGANTAR ATAU UCAPAN TERIMA KASIH

“Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh”

Puji syukur dipanjatkan kehadirat Allah SWT berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Shalawat serta salam kita panjatkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita kepada kehidupan yang lebih baik. Laporan tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia. Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini penulis mendapat bimbingan dan arahan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Orang tua yang selalu memberikan kasih sayang, dukungan, materiil, dan doa kepada penulis sehingga penulis dapat menjalankan dan menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik
2. Bapak Dr. Muhammad Kafidh S.T.,M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng selaku dosen pembimbing yang telah memebrikan ilmu dan arahan dalam penyusunan laporan tuga akhir ini.
4. Seluruh dosen dan staff pengajar Teknik Mesin FTI UII.
5. Rekan-rekan ruangan 109 yang selalu bekerja sama saling membantu untuk menyelesaikan tugas akhir in Bersama-sama sesuai dengan judul masing-masing. Serta rekan-rekan Keluarga Besar Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia Angkatan 2019, yang telah berjuang bersama dan saling menyemangati.
6. Teman-teman Kontrakan Kriminal yang telah menjadi tempat bertukar pandangan, pikiran, dan pengalaman serta saling membantu dalam kebaikan.

Demikian penulis sampaikan dalam laporan ini. Penulis mengetahui bahwa laporan ini jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik

dan saran. Semoga penelitian ini dapat berguna bagi mahasiswa dan masyarakat umum. Atas perhatiannya penulis ucapkan terima kasih.

“Wabillahitaufiq Walhidayah”

“Wassalamu’alaikum Warahmatullah Wabarakatuh”

Yogyakarta, 15 Juli 2024

A handwritten signature in black ink, consisting of several fluid, overlapping strokes that form a stylized representation of the name Fa'iq Hilmy Nabil.

(Fa'iq Hilmy Nabil)

ABSTRAK

Skripsi ini membahas perancangan dan pembuatan sebuah meja simulator gempa bumi yang bertujuan untuk memberikan pengalaman realistis dalam simulasi gempa bumi. Penelitian ini dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan pemahaman masyarakat tentang bagaimana gempa bumi terjadi dan dampaknya. Metode perancangan yang digunakan meliputi studi literatur tentang mekanisme gempa bumi, analisis kebutuhan, perancangan konseptual, pembuatan prototipe, dan uji coba. Meja simulator ini dirancang untuk mereproduksi getaran dan pergerakan tanah yang terjadi selama gempa bumi, dengan mempertimbangkan faktor keamanan pengguna. Hasil uji coba menunjukkan bahwa meja simulator ini mampu memberikan pengalaman simulasi yang mendekati kondisi sebenarnya, sehingga diharapkan dapat digunakan sebagai alat pembelajaran dan sosialisasi tentang gempa bumi. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam bidang edukasi mitigasi bencana dan pengembangan teknologi simulasi.

Kata kunci : Simulator Meja Gempa Bumi, Gempa Tektonik, *Slider crank*

This thesis discusses the design and manufacture of an earthquake simulator table which aims to provide a realistic experience in earthquake simulation. This research was conducted as an effort to increase public understanding of how earthquakes occur and their impacts. The design methods used include literature studies on earthquake mechanisms, needs analysis, conceptual design, prototyping and testing. This simulator table is designed to reproduce the vibrations and ground movements that occur during an earthquake, taking into account user safety factors. The test results show that this simulator table is able to provide a simulation experience that is close to real conditions, so it is hoped that it can be used as a learning and socialization tool about earthquakes. This research contributes to the field of disaster mitigation education and the development of simulation technology.

Keywords: Earthquake Table Simulator, Tectonic Earthquake, *Slider crank*

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing	ii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji	iii
Halaman Persembahan	v
Halaman Motto	vi
Kata Pengantar atau Ucapan Terima Kasih	vii
Abstrak	ix
Daftar Isi	x
Daftar Tabel	xii
Daftar Gambar	xiii
Daftar Notasi	xv
Bab 1 Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan	2
1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan	2
1.6 Sistematika Penulisan	3
Bab 2 Tinjauan Pustaka	4
2.1 Kajian Pustaka	4
2.2 Gempa Bumi	5
2.2.1 Gempa Tektonik	5
2.3 Computer Aided Design (CAD)	6
2.4 Power Window Motor	7
2.5 Catu daya	7
2.6 Pengatur kecepatan	8
2.7 <i>Slider Crank</i>	9
2.8 Ball Transfer Unit (BTU)	9
2.9 <i>Pulley</i> dan <i>Pulley Belt</i>	10
Bab 3 Metode Penelitian	12

3.1	Alur Penelitian	12
3.2	Perancangan <i>Simulator</i> Meja Gempa Bumi.....	12
3.2.1	Konsep <i>Simulator</i> Meja Gempa Bumi	13
3.2.2	Konsep Mekanisme <i>Slider Crank</i>	15
3.2.3	Base Bawah	15
3.2.4	<i>Stainless steel</i> 12mm	16
3.2.5	<i>Stainless steel</i> 8mm	16
3.2.6	<i>Crank 1</i>	16
3.2.7	<i>Crank 2</i>	16
3.2.8	<i>Crank 3</i>	17
3.2.9	<i>Slider 1</i>	17
3.2.10	<i>Slider 2</i>	18
3.2.11	Ball Transfer Unit.....	19
3.2.12	Base atas	19
3.2.13	Permukaan Gelombang.....	20
3.2.14	<i>Pulley</i> dan <i>Belt</i>	21
3.2.15	Penentuan Komponen Penggerak.....	21
3.2.16	Dudukan Mekanisme <i>Slider Crank</i>	22
3.2.17	Pembuatan Prototipe.....	23
3.3	Peralatan dan Bahan.....	24
3.3.1	Peralatan	24
3.3.2	Bahan	24
Bab 4	Hasil dan Pembahasan	25
4.1	Hasil Perancangan.....	25
4.1.1	Proses Manufaktur Meja <i>Simulator</i> Gempa Bumi	25
4.1.2	Komponen Meja <i>Simulator</i> Gema Bumi	29
4.2	Hasil Pengujian	34
Bab 5	Penutup.....	36
5.1	Kesimpulan	36
5.2	Saran atau Penelitian Selanjutnya.....	36
Daftar Pustaka	37

DAFTAR TABEL

Tabel 3- 1 Komponen Desain Tiga Dimensi	14
Tabel 3- 2 Alat.....	24
Tabel 3- 3 Bahan.....	24
Tabel 4. 1RPM dan Koversinya	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2- 1 Gempa Tektonik.....	6
Gambar 2- 2 CAD	6
Gambar 2- 3 Power Window	7
Gambar 2- 4 Catu daya.....	8
Gambar 2- 5 Pengatur kecepatan.....	9
Gambar 2- 6 Mekanisme <i>Slider crank</i>	9
Gambar 2- 7 Ball Transfer Unit.....	10
Gambar 2- 8 <i>Pulley</i>	10
Gambar 2- 9 <i>Belt</i>	11
Gambar 3- 1 Alur Penentuan Konsep Meja <i>Simulator</i> Gempa	12
Gambar 3- 2 Desain Tiga Dimensi	14
Gambar 3- 3 Base Bawah	15
Gambar 3- 4 <i>Crank 1</i>	16
Gambar 3- 5 <i>Crank 2</i>	17
Gambar 3- 6 <i>Crank 3</i>	17
Gambar 3- 7 <i>Slider 1</i>	18
Gambar 3- 8 <i>Slider 2</i>	19
Gambar 3- 9 Ball Transfer Unit.....	19
Gambar 3- 10 Base Atas	20
Gambar 3- 11 Permukaan Gelombang	20
Gambar 3- 12 Strategi Pemesinan 3D Print.....	21
Gambar 3- 13 <i>Pulley</i>	21
Gambar 3- 14 Motor Power Window	22
Gambar 3- 15 Dudukan Mekanisme <i>Slider crank</i>	22
Gambar 3- 16 Prototipe	23
Gambar 4- 1 Proses Pembuatan <i>Crank</i>	25
Gambar 4- 2 Proses Pemesinan Frais	26
Gambar 4- 3 Hasil Pemesinan Frais	26
Gambar 4- 4 Hasil Pemesinan Bubut	27
Gambar 4- 5 Hasil Pemasangan rod end bearing dan shaft.....	28

Gambar 4- 6 Proses Drill	28
Gambar 4- 7 Proses pemesinan 3D print	29
Gambar 4- 8 Hasil Perakitan Komponen Meja <i>Simulator</i> Gempa Bumi	30
Gambar 4- 9 Motor Sebelum Dipasangkan <i>Stainless Steel</i>	31
Gambar 4- 10 Motor Sesudah Dipasangkan <i>Stainless Steel</i>	31
Gambar 4- 11 Hasil Pemasangan Ball Transfer Unit	32
Gambar 4- 12 Hasil Pemasangan Motor pada Base	33

DAFTAR NOTASI

mm = Millimeter

SR = *Scala Richter*

AC = Arus bolak-balik

DC = Arus searah

V = Volt

RPM = Revolusi per menit

Hz = Hertz

Kgf = Kilogram force

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gempa bumi merupakan fenomena alam yang dapat menyebabkan kerusakan yang serius terhadap kehidupan dan infrastruktur manusia. Dampak yang ditimbulkan oleh gempa bumi tidak hanya berupa kerugian material, tetapi juga dapat mengancam keselamatan jiwa manusia. Meskipun teknologi telah berkembang pesat, kemampuan manusia untuk memprediksi gempa bumi secara tepat waktu dan akurat masih menjadi tantangan yang besar.

Dalam rangka meningkatkan pemahaman masyarakat tentang mekanisme dan dampak gempa bumi, serta meningkatkan kesiapsiagaan dalam menghadapi bencana alami, dibutuhkan metode pembelajaran yang inovatif dan interaktif. Salah satu cara efektif untuk memperkuat pemahaman tentang gempa bumi adalah melalui pemahaman langsung dalam situasi gempa bumi.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat sebuah meja *simulator* gempa bumi yang dapat menghasilkan simulasi gempa untuk ketahanan struktur bangunan. Meja *simulator* ini dirancang dengan mengadaptasi gempa bumi tektonik sesuai dengan yang terjadi secara umum.

Melalui penelitian ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam bidang mitigasi bencana dan pendidikan tentang gempa bumi. Meja *simulator* yang dirancang dan dibuat diharapkan dapat digunakan sebagai alat pembelajaran yang efektif, serta membantu meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat dalam menghadapi potensi bencana gempa bumi. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi sumbangan dalam pengembangan teknologi simulasi yang dapat diterapkan dalam berbagai konteks pendidikan dan pelatihan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, maka ditentukanlah rumusan masalahnya yaitu :

1. Bagaimana merancang sebuah desain meja *simulator* gempa bumi?
2. Bagaimana cara membuat meja *simulator* gempa bumi dengan sederhana yang mendekati sebenarnya?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini meliputi hal-hal sebagai berikut:

1. Perancangan dibatasi pada meja *simulator* gempa bumi.
2. Meja *simulator* gempa bumi mengadaptasi dari gerakan gempa tektonik.
3. Perancangan alat tidak membahas spesimen pengujian bangunan.

1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan

Berdasarkan batasan masalah di atas, maka didapatkan tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Merealisasikan meja *simulator* gempa dengan mengadaptasi jenis gempa tektonik.
2. Membuat meja *simulator* yang gempa bumi sederhana mendekati yang sebenarnya.

1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan

Adapun manfaat yang didapatkan dari penelitian dan perancangan ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui hasil kerusakan struktur pada bangunan prototipe.
2. Menjadikan meja *simulator* gempa bumi sebagai referensi dalam pengujian kekuatan struktur bangunan.

3. Menjadi bahan pembelajaran untuk meminimalisir kerusakan yang dapat terjadi pada sebuah bangunan jika mengalami gempa bumi khususnya gempa tektonik.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penelitian tugas akhir ini, diuraikan secara berurutan agar dapat memperjelas pembahasan. Penelitian ini dibagi ke dalam lima bab, bab 1 berisi latar belakang , rumusan masalah, batasan masalah, tujuan perancangan, manfaat perancangan, dan sistematika penulisan. Bab 2 berisikan kajian pustaka yang digunakan sebagai dasar pemecahan masalah. Bab 3 berisikan langkah-langkah penelitian yang digunakan dalam pembuatan tugas akhir ini. Bab 4 membahas mengenai data dan percobaan yang dilakukan selama melakukan perancangan serta menjelaskan hasil yang dicapai. Bab 5 berisikan penutup dan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Meja *simulator* gempa bumi merupakan seperangkat alat yang terdiri dari suatu meja getar dan penggerak seperti motor maupun aktuator hidrolis. Meja ini biasanya digunakan untuk mengetahui respon suatu struktur bangunan terhadap getaran gempa (Cahyaningrum, 2017). Cara penggunaannya adalah dengan menaruh struktur bangunan di atas meja dan kemudian meja akan mulai bergerak setelah motor dinyalakan. Setelah alat sudah mulai beroperasi, akan dilakukan observasi mengenai apa yang akan terjadi pada struktur, apakah struktur mampu menahan tekanan dari goyangan atau tidak.

Meja *simulator* gempa bumi didesain dalam skala besar dan kecil, dalam penggunaannya, skala besar digunakan untuk benar-benar mengetahui respon struktur bangunan terhadap input eksitasi gempa dan biasanya struktur bangunan yang diuji adalah struktur kerangka beton gedung yang memiliki banyak lantai. Sedangkan meja *simulator* gempa bumi skala kecil digunakan untuk mengetahui respon struktur terhadap beban seismik.

Pada penelitian dan perancangan meja *simulator* gempa bumi ini akan dengan menerapkan mekanisme *slider crank*. *Slider Crank* adalah sebuah mekanisme di mana dalam mekanisme tersebut terdapat perubahan gerakan linear menjadi gerakan berputar. Mekanisme tersebut bergerak dengan menghubungkan *slider* dan *rod end bearing*.

2.2 Gempa Bumi

Gempa bumi merupakan sebuah fenomena yang terjadi akibat adanya pelepasan energi secara tiba-tiba di permukaan bumi. Pelepasan energi secara tiba-tiba menimbulkan gelombang seismik yang dapat merusak segala sesuatu di permukaan bumi, seperti bangunan, pohon-pohon, bahkan dapat menimbulkan korban jiwa. Gempa bumi dengan skala kecil di bawah 3SR (*Scala Richter*) tidak dapat dirasakan dan tidak menimbulkan kerusakan, tetapi bila gempa bumi mencapai 7SR, sudah dapat dipastikan akan menimbulkan kerusakan (Bahri et al., 2019).

2.2.1 Gempa Tektonik

Gempa tektonik adalah gempa yang disebabkan oleh pergeseran lempeng tektonik yang terus bergerak di permukaan bumi. Pergeseran ini bisa berupa lempeng yang saling mendekat, menjauh, atau menggeser secara horizontal. Ketidakrataan tepian lempeng menyebabkan gesekan dan akumulasi energi yang kemudian dilepaskan sebagai guncangan gempa bumi (Mustafa, 2010). Sebaran gempa bumi di permukaan bumi tidak seragam, tetapi lebih menggambarkan bentuk zone-zone yang membelah permukaan kulit bumi, yang dikenal :

1. *Circum Pasifik Mobile*, 80% gempa bumi di dunia terjadi di wilayah ini.
2. *Alpen Caucasus Himalayan Belt / Alpine Belt*, 15% gempa bumi seluruh dunia terjadi di daerah ini.
3. Indonesia termasuk dalam gempa bumi tersebut bahkan merupakan tempat pertemuan kedua zone gempa bumi tersebut.

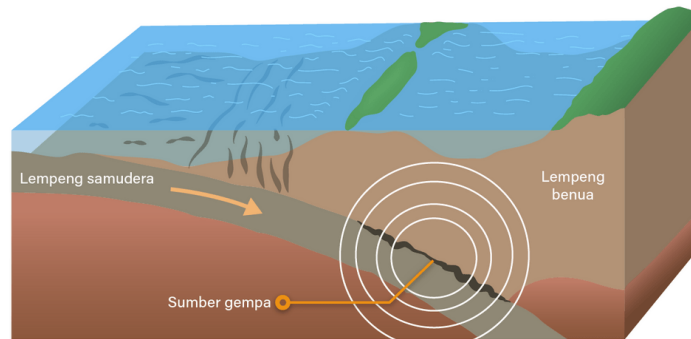
Skala gempa bumi yang digunakan adalah Skala *Richter* (SR). Perhitungan Skala *Richter* berdasarkan *Magnitude* gempa bumi. *Magnitude* Gempa bumi (M) adalah karakteristik gempa yang berhubungan dengan jumlah energi total seismik yang dilepaskan dari sumber gempa. *Magnitude* adalah skala kekuatan gempa pada sumbernya. *Magnitude* tidak mungkin diukur pada sumbernya namun ditentukan besarnya dengan alat seismograf atau seismometer, yaitu dengan cara mengukur *Amplitude* rekaman gempa bumi kemudian dikonversi menggunakan rumus *Richter* :

$$M = \text{Log } Ag + C$$

Di mana $M = \text{Magnitude}$ dalam Skala *Richter*

$Ag = \text{Amplitude}$ dalam micron

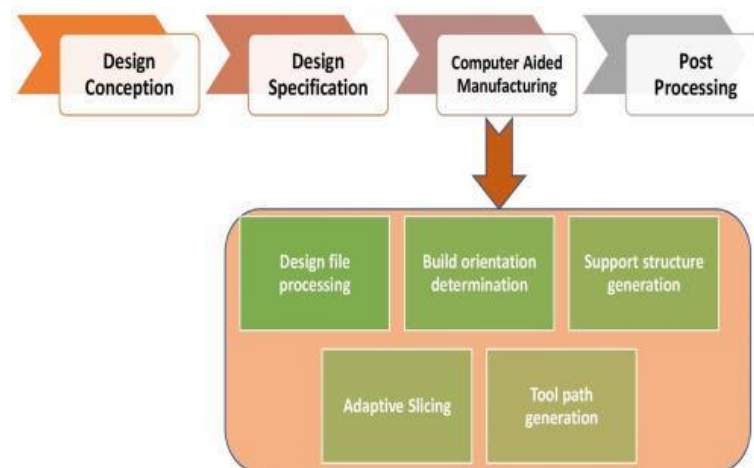
$C = \text{Suatu Konstranta}$



Gambar 2- 1 Gempa Tektonik

2.3 Computer Aided Design (CAD)

CAD (Computer Aided Design) merupakan perangkat berbasis komputer yang digunakan untuk membantuk insinyur teknik, arsitek, seorang professional perancangan yang bekerja dalam membuat sebuah desain rancangan. CAD digunakan dalam proses perancangan dan pengembangan produk sehingga mendapatkan hasil yang pasti (Handayani & Ningsih, 2005). Pada gambar 2-3 merupakan sedikit alur CAD.



Gambar 2- 2 CAD

2.4 Power Window Motor

Power window motor adalah motor DC dengan tegangan masukan 12V. Motor ini biasanya digunakan dalam sistem *power window* mobil, yang berputar searah atau berlawanan arah jarum jam untuk menggerakkan jendela mobil naik dan turun (Hafidhin et al., 2020).

Sistem Power Window ini adalah untuk menggerakkan dari mekanisme *slider crank* secara otomatis dengan menyalakan saklar pada pengatur kecepatan. Ketika saklar dinyalakan maka power window tersebut akan berputar. Gambar 2- 3 merupakan gambar dari *power window motor*.



Gambar 2- 3 Power Window

2.5 Catu daya

Catu daya adalah perangkat elektronik yang terdiri dari rangkaian yang digunakan untuk mengurangi tegangan listrik dari tinggi ke rendah. Komponen utama dari catu daya atau catu daya adalah rangkaian penyearah, yang berfungsi mengubah arus bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC) (Anarwati & Setiono, 2017). Ditunjukkan pada gambar 2- 4 merupakan gambar dari sebuah catu daya.



Gambar 2- 4 Catu daya

2.6 Pengatur kecepatan

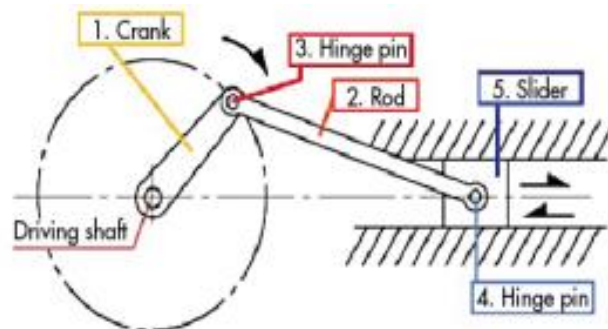
Pengatur kecepatan adalah jenis resistor yang nilai resistansinya disesuaikan sesuai kebutuhan rangkaian elektronika atau pengguna. Pengatur kecepatan termasuk dalam kategori resistor variable. Secara struktural, pengatur kecepatan memiliki tiga terminal dan sebuah poros atau tuas yang digunakan untuk mengatur resistansinya (Zanofa et al., 2020). Ditunjukkan pada gambar 2- 5 merupakan gambar pengatur kecepatan.



Gambar 2- 5 Pengatur kecepatan

2.7 *Slider Crank*

Slider Crank adalah sebuah mekanisme di mana dalam mekanisme tersebut terdapat perubahan gerakan linear menjadi gerakan berputar. Mekanisme tersebut bergerak dengan menghubungkan *slider* dan rod (Sufyani & Sidik, 2020). Dapat dilihat pada gambar 2- 6 merupakan gambaran dari mekanisme *slider crank*.



Gambar 2- 6 Mekanisme *Slider crank*

2.8 **Ball Transfer Unit (BTU)**

Ball Transfer Unit (BTU) merupakan sebuah bola yang diletakkan pada sebuah wadah yang pada dasarnya berfungsi sebagai jalan untuk memindahkan barang. Bola-bola tersebut dirancang akan berputar saat akan digunakan (Indrawan et al., 2017). Gambar 2- 7 merupakan bentuk dari ball transfer unit.



Gambar 2- 7 Ball Transfer Unit

2.9 *Pulley dan Pulley Belt*

Pulley adalah sebuah elemen mesin yang berfungsi sebagai komponen penghubung putaran yang diterima dari motor listrik. Sedangkan *pulley belt* merupakan sebuah sabuk yang menghubungkan *pulley* ke benda yang ingin digerakkan (Yana et al., 2017). Ditunjukkan pada gambar 2- 8 dan 2- 9 merupakan *pulley* dan *pulley belt*.



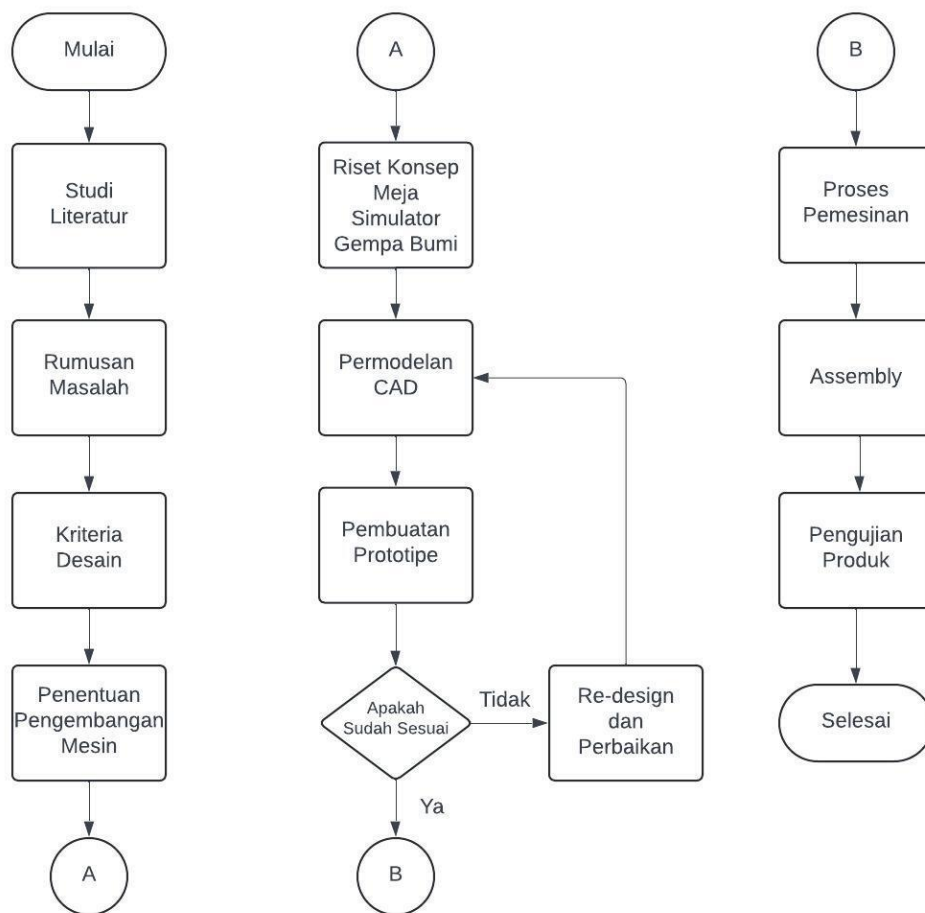
Gambar 2- 8 *Pulley*



Gambar 2- 9 *Belt*

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian



Gambar 3- 1 Alur Penentuan Konsep Meja *Simulator* Gempa

3.2 Perancangan *Simulator* Meja Gempa Bumi

Proses perancangan *simulator* meja gempa bumi terdiri dari konsep, desain, dan analisis desain.

3.2.1 Konsep *Simulator* Meja Gempa Bumi

Pada proses perancangan simulasi meja gempa bumi ini diawali dengan keonsep desain. Proses penentuan konsep desain simulasi ini di dasari pada beberapa hal, yaitu sebagai berikut :

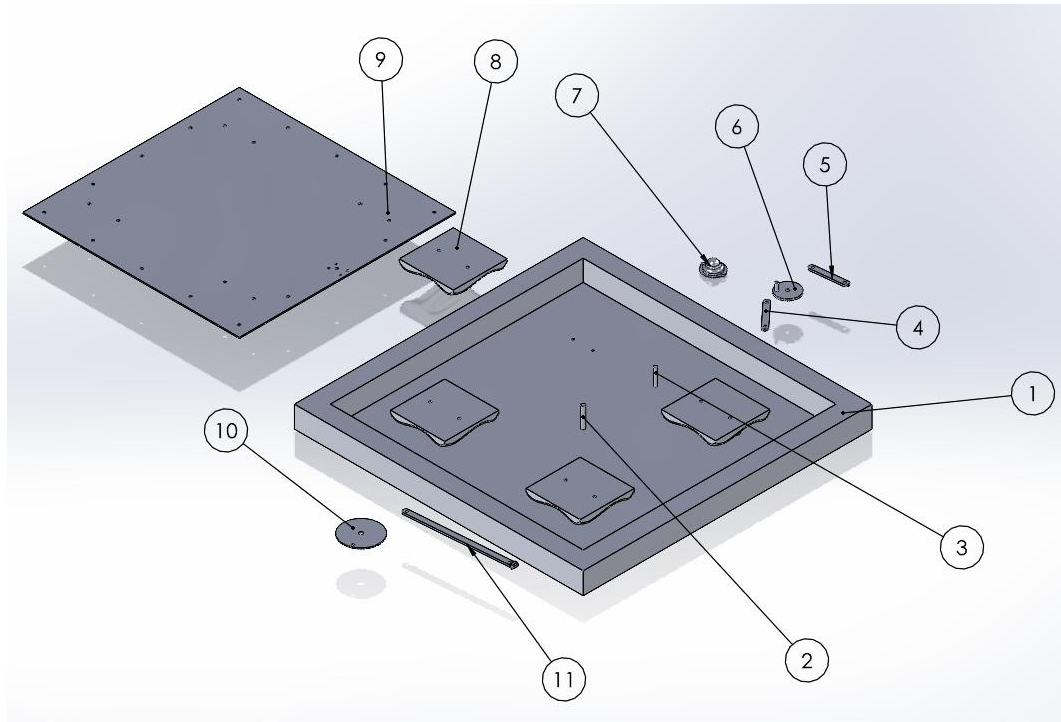
3.2.1.1 Kriteria Desain

Kriteria desain *simulator* meja gempa bumi ditentukan dengan beberapa hal sebagai berikut :

1. *Simulator* meja gempa bumi dirancang dapat bergerak kearah X, Y, dan Z.
2. Ukuran meja *simulator* gempa bumi menyesuaikan dengan ukuran prototipe struktur bangunan.
3. *Simulator* meja gempa bumi dengan mekanisme *slider crank* agar dapat bergerak sesuai dengan arah putar *crank*.
4. Base meja *Simulator* gempa bumi ini dapat menahan beban sebesar 5 kg.
5. Menggunakan permukaan gelombang sebagai gerakan simulasi gempa.
6. Permukaan gelombang yang dapat diganti menyesuaikan dengan besaran gempa.

3.2.1.2 Desain Tiga Dimensi

Pada desain tiga dimensi ini *simulator* meja gempa bumi menggunakan motor power window dan mekanisme *slider crank* untuk menggerakkan base agar dapat bergerak. Desain *simulator* meja gempa bumi ini identic dengan menggunakan Fillament PLA+ untuk bagian gelombangnya agar mendapatkan gerakan Z.



Gambar 3- 2 Desain Tiga Dimensi

Tabel 3- 1 Komponen Desain Tiga Dimensi

No	Nama Komponen	Jumlah	Material
1	Base bawah	1 Buah	Kayu kelapa
2	AS 12 mm	1 Buah	<i>Stainless steel</i>
3	AS 8 mm	1 Buah	<i>Stainless steel</i>
4	<i>Crank 1</i>	1 Buah	AISI 1020
5	<i>Crank 2</i>	1 Buah	AISI 1020
6	<i>Slider 1</i>	1 Buah	AISI 1020
7	Ball Transfer Unit	4 Buah	<i>Stainless steel</i>
8	Permukaan gelombang	4 Buah	PLA+
9	Base atas	1 Buah	Triplek dan akrilik
10	<i>Slider 2</i>	1 Buah	AISI 1020
11	<i>Crank 3</i>	1 Buah	<i>Stainless steel</i>

3.2.2 Konsep Mekanisme *Slider Crank*

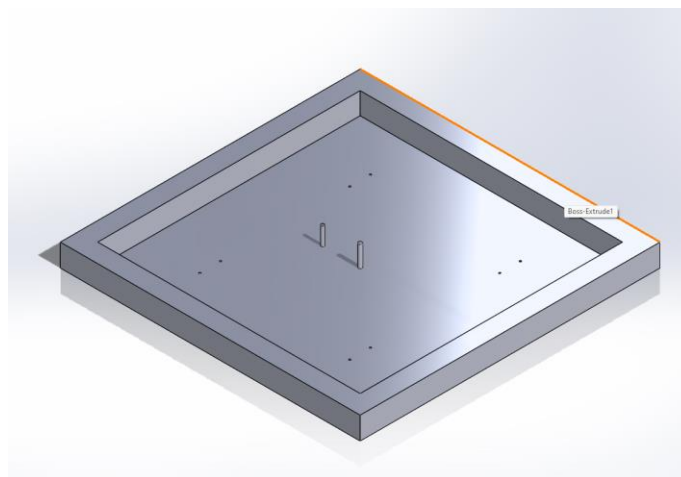
Desain pada *Slider Crank* ini berposisi dibawah base meja agar dapat Bergeraknya base mengikuti arah gerak dari roda di *slider crank* untuk menghasilkan gerak X dan Y.

Komponen pada *slider crank* terdiri dari AS stainless dan roda untuk mendapatkan arah gerak yang terhubung dari motor ke base. Sistem penggerak yang dipakai pada penelitian ini memanfaatkan mekanisme *slider crank*. *Slider crank* yang digunakan ada 2 tipe yang pertama yaitu menggerakkan kearah X dan yang kedua kearah Y.

Mekanisme *slider crank* memanfaatkan *stainless steel* 304 dengan ukuran panjang 270mm dan diameter 8mm. Untuk plat baja berbentuk lingkaran dengan ukuran diameter 100mm yang akan dihubungkan ke *stainless steel* menggunakan rod and bearing. Mekanisme ini dipengaruhi oleh gerakan motor power window untuk menghasilkan gaya gerak ke base dengan jarak 8cm.

3.2.3 Base Bawah

Pada base bagian bawah berukuran 650mm x 650mm kegunaan dari base bawah yaitu untuk menopang base bagian atas. Terdapat beberapa kendala saat pemilihan ukuran dari meja yang akan dibuat sehingga membuat ukuran dengan beberapa referensi yang ada. Solusi dari kendala tersebut, dilakukannya survey dari beberapa referensi dan juga beberapa bangunan yang sering dilakukan uji coba.



Gambar 3- 3 Base Bawah

3.2.4 *Stainless steel 12mm*

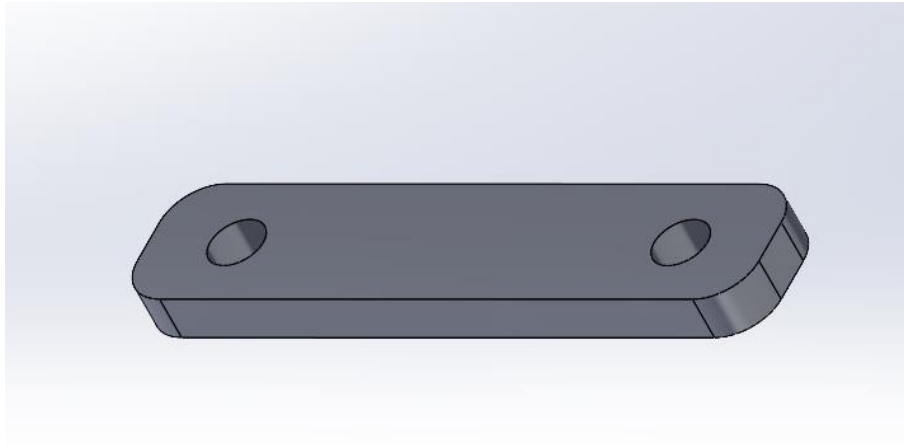
Pada komponen ini berupa besi AS dengan diameter 12mm memiliki panjang 50mm. Besi AS ini akan tersambung pada motor power window yang kemudian akan dihubungkan ke *pulley* dan *crank 1*.

3.2.5 *Stainless steel 8mm*

Pada komponen ini berupa besi AS dengan diameter 8mm memiliki panjang 50mm. Besi AS ini akan tersambung pada *pulley* dan *crank 2*.

3.2.6 *Crank 1*

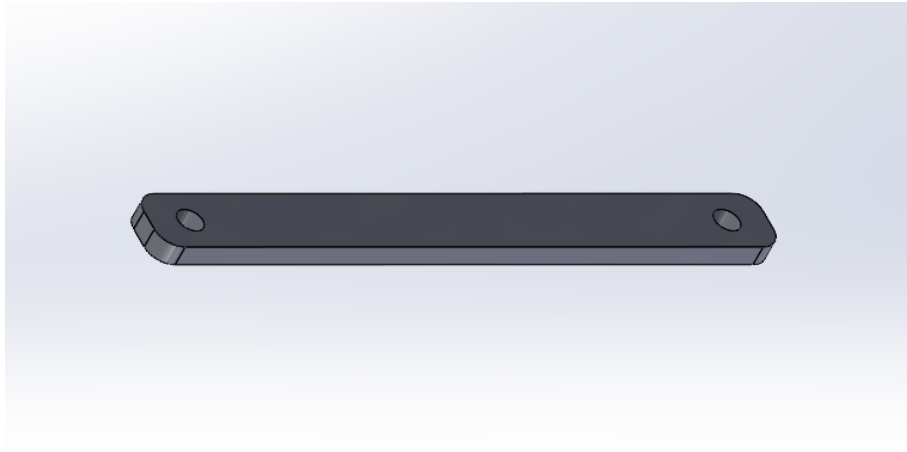
Pada komponen ini berupa plat baja dengan panjang 70mm dan lebar 15mm. Kegunaan *Crank 1* ini yaitu untuk menghubungkan ke *slider 1* yang akan menghubungkan ke *crank 2*.



Gambar 3- 4 *Crank 1*

3.2.7 *Crank 2*

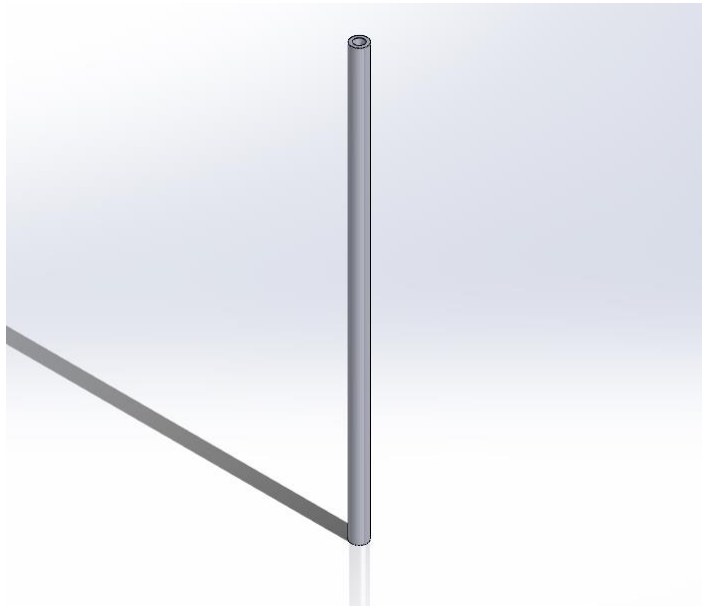
Pada komponen ini berupa plat baja dengan panjang 150mm dan lebar 15mm. Kegunaan *Crank 2* ini yaitu untuk menghubungkan *Slider 1* dan juga base atas..



Gambar 3- 5 *Crank 2*

3.2.8 *Crank 3*

Pada komponen ini berupa *Stainless steel* dengan diameter 10mm dan panjang 270mm. Kegunaan dari *crank 3* ini yaitu untuk menghubungkan dari *slider 1* dan juga base atas.

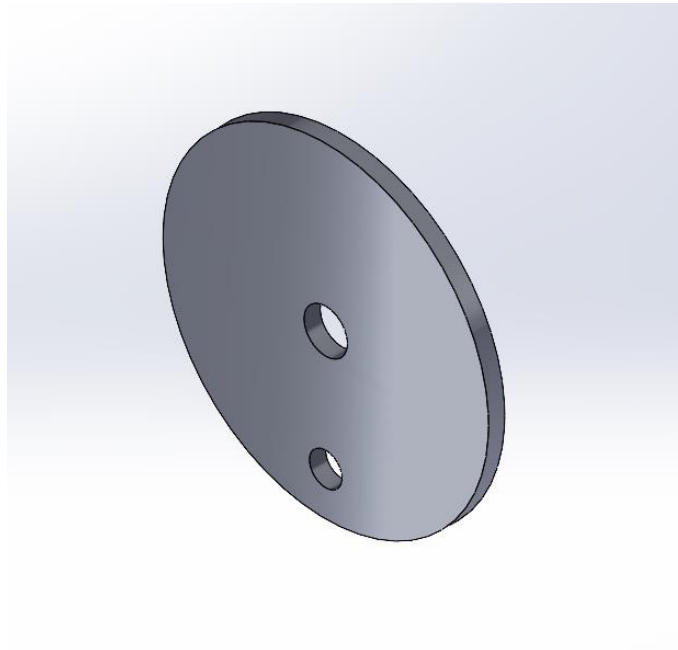


Gambar 3- 6 *Crank 3*

3.2.9 *Slider 1*

Pada komponen ini berupa plat baja dengan diameter 60mm, yang memiliki lubang bagian tengah untuk dihubungkan ke *stainless steel* dengan ukuran 8mm.

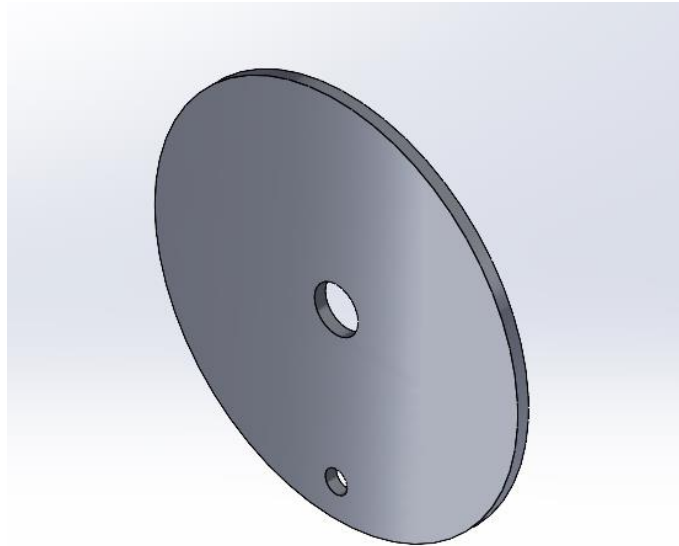
Kegunaan dari *slider* 1 yaitu untuk menghubungkan ke *crank* 1 yang akan menghasilkan gerakan putaran menjadi gerakan poros.



Gambar 3- 7 *Slider* 1

3.2.10 *Slider* 2

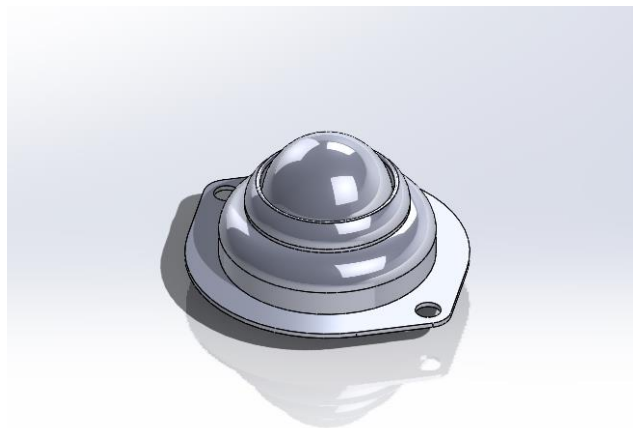
Pada komponen ini berupa plat baja dengan diameter 100mm, yang memiliki lubang bagian tengah untuk dihubungkan ke *stainless steel* dengan ukuran 12mm. Kegunaan dari *slider* 2 yaitu untuk menghubungkan ke motor power window dan juga *crank* 3 yang akan menghasilkan gerakan putaran menjadi gerakan poros.



Gambar 3- 8 Slider 2

3.2.11 Ball Transfer Unit

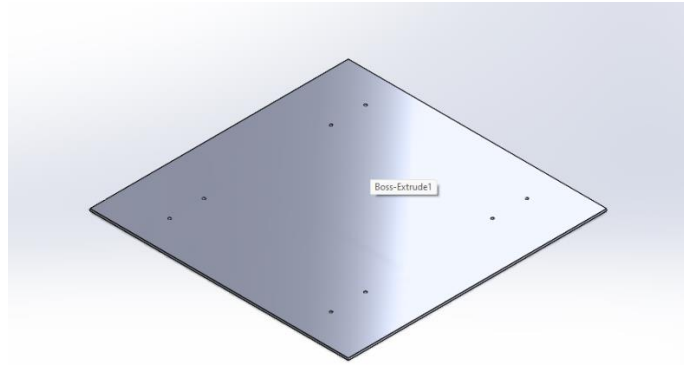
Pada komponen ini akan bersentuhan dengan permukaan gelombang. Dengan bersentuhan tersebut akan mengakibatkan *base* utama bergerak terguncang seperti gerakan gempa bumi.



Gambar 3- 9 Ball Transfer Unit

3.2.12 Base atas

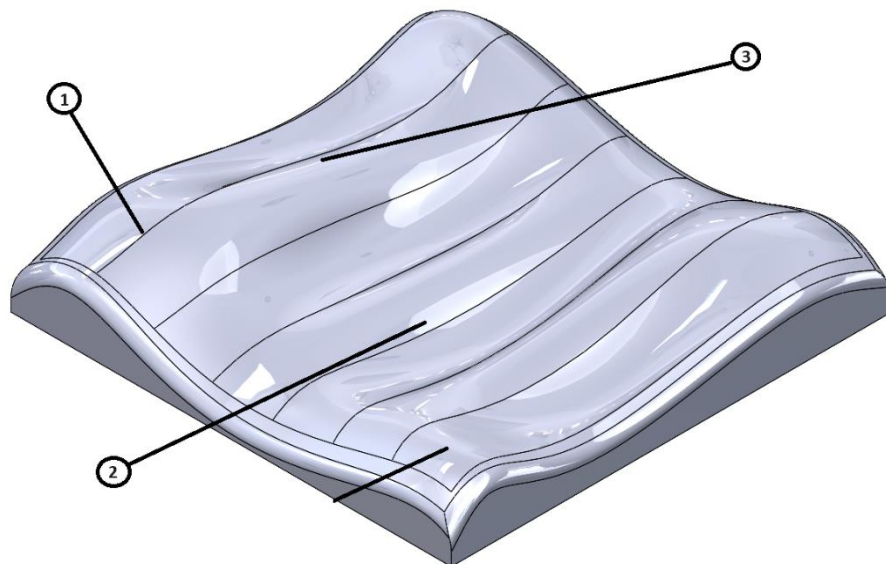
Pada komponen ini yaitu berukuran 600mm x 600mm, kegunaan dari base atas ini yaitu untuk memasang permukaan gelombang sesuai dengan posisi ball transfer unit dan juga untuk pengujian prototipe.



Gambar 3- 10 Base Atas

3.2.13 Permukaan Gelombang

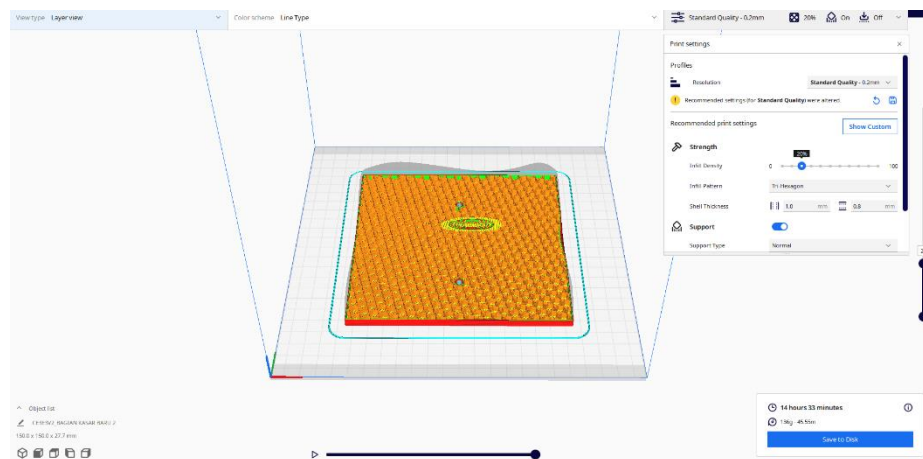
Pada permukaan gelombang kegunaannya yaitu untuk memberikan gerak arah Z untuk permukaan gelombangnya sendiri berada pada bagian bawah base, untuk pemasangannya sudah dibuat uliran dibagian bawah bagian permukaan gelombang dengan ukuran 4mm. Bentuk permukaan gelombang dapat dilihat pada gambar 3-11.



Gambar 3- 11 Permukaan Gelombang

Komponen ini berukuran 150mm x 150mm. Pada bagian pertama yaitu gelombang paling tinggi dengan ukuran 20mm, untuk kedua yaitu gelombang

paling rendah, dengan ukuran 10mm dan yang ketiga jarak gelombang dengan ukuran 21mm.

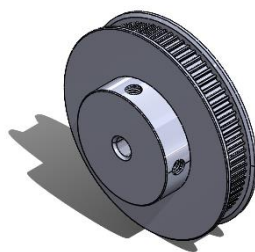


Gambar 3- 12 Strategi Pemesinan 3D Print

Strategi yang digunakan yaitu hexagon menggunakan *infill* 20% dengan temperatur *nozzle* 215° C dan bed 55° C.

3.2.14 *Pulley dan Belt*

Pada komponen ini sebagai penghubung putaran yang diterima dari motor power window kemudian diteruskan dengan menggunakan *belt*. Ukuran dari *pulley* berdiameter 35mm jarak antara gigi 1mm dan ukuran dari *belt* yaitu 365mm.

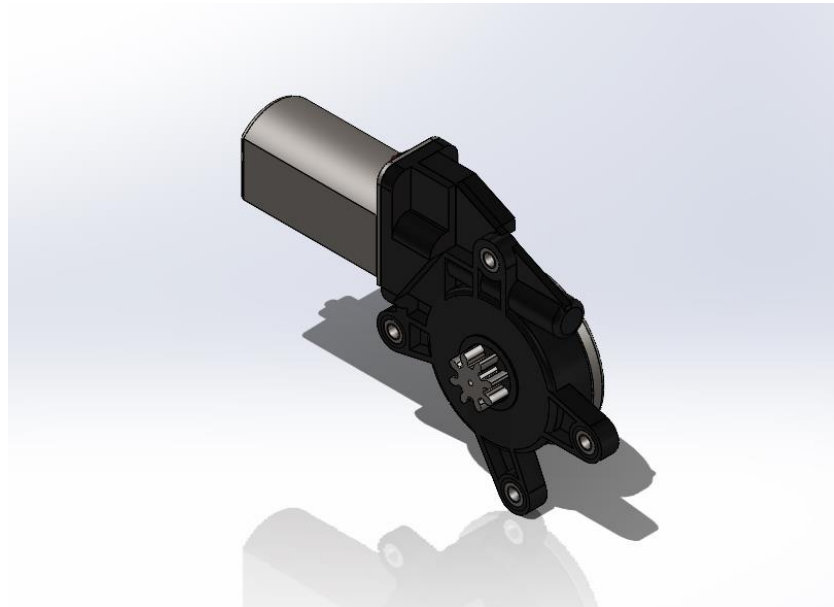


Gambar 3- 13 *Pulley*

3.2.15 Penentuan Komponen Penggerak

Penentuan motor penggerak yang akan digunakan yaitu power window, sebagai penggerak yang digunakan untuk menggerakkan *slider crank*. Dari

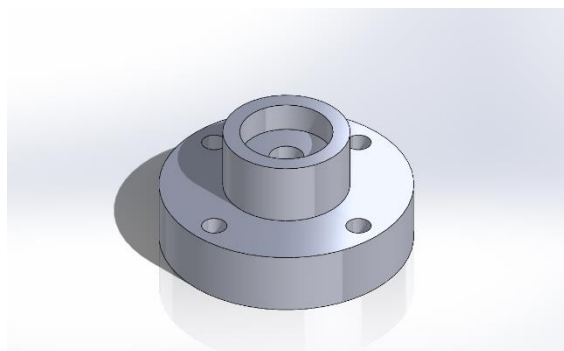
pertimbangan penggunaan motor power window yaitu dari kekuatan motor tersebut dan daya yang akan dibutuhkan oleh motor tersebut serta ukuran motor yang tidak terlalu besar sehingga dapat diletakkan dibawah base meja *simulator* gempa bumi. Tegangan dari power window ini 12V dengan maksimal arus listrik yaitu 8A dapat menghasilkan torsi 80 Kgf dan juga 110 rpm. Motor penggerak bisa dilihat pada gambar 3-14



Gambar 3- 14 Motor Power Window

3.2.16 Dudukan Mekanisme *Slider Crank*

Pada dudukan mekanisme ini yaitu untuk menahan as yang menghubungkan ke *slider crank* yang kedua. Untuk pemasangan 4 buah lobang yang sudah di ulir di hubuungkan pada base bagian bawah untuk memposisikan dudukan agar tidak berubah ubah.



Gambar 3- 15 Dudukan Mekanisme *Slider crank*

Komponen ini berukuran 60mm untuk bagian diameter lingkaran luar, pada bagian diameter dalam yaitu dengan ukuran 22mm, untuk empat lubang bagian luar dengan diameter 6mm, dan lobang bagian dalam yaitu 8mm.

3.2.17 Pembuatan Prototipe

Pembuatan prototipe bertujuan untuk mengetahui dimensi asli dari hasil desain 3D dan kemudahan dalam proses perakitan. Dengan adanya prototipe maka dapat meminimalisir dari biaya yang dikeluarkan untuk dilakukannya penyesuaian lebih lanjut. Prototipe menggunakan kertas karton dan hasil dapat dilihat pada gambar 3-5.



Gambar 3- 16 Prototipe

3.3 Peralatan dan Bahan

3.3.1 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam perancangan dan pembuatan Meja *Simulator* Gempa Bumi ini adalah sebagai berikut :

Tabel 3- 2 Alat

No	Peralatan
1.	Solidworks 2022
2.	3D Print Ender 3
3.	3D Print Flashforge Adventurer 3
4.	Gergaji
5.	Bor
6.	Gerinda

3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian dan perancangan ini ditunjukkan pada tabel 3-2.

Tabel 3- 3 Bahan

No	Bahan	Jumlah
1	Kayu Kelapa	1 Buah
2	Triplek 60mm x 60mm	3 Buah
3	Akrilik 60mm x 60mm	1 Buah
4	Ball Transfer Unit	4 Buah
5	3D Print Rough Surface	4 Buah
6	Power Window Motor	1 Buah
7	Catu daya 12V 6A	1 Buah
8	Saklar Pengatur Kecepatan 10W 60V	1 Buah
9	Kabel AWG20 15 cm	2 Buah
10	Rod End Bearing	1 Buah

11	<i>Pulley</i>	2 Buah
12	<i>Belt</i>	1 Buah

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan

Hasil perancangan *Simulator* meja gempa bumi ini menampilkan hasil proses realisasi hingga proses perbaikan yang dilakukan pada beberapa bagian.

4.1.1 Proses Manufaktur Meja *Simulator* Gempa Bumi

1. Proses Manufaktur pembuatan *Crank*



Gambar 4- 1 Proses Pembuatan *Crank*

Pada proses pembubutan *Stainless steel* digunakan untuk mengurangi diameter AS yang akan dihubungkan ke motor. Diameter awal yaitu 12mm setelah pembubutan menjadi 11mm, karena sesuai dengan ukuran diameter penempatan ke motor yang akan dihubungkan ke *pulley* dan *slider*.

2. Proses pemesinan frais

Sebelum melakukan proses pemesinan frais menghitung ukuran dari gear yang berada di motor yaitu sebesar 7mm sesuai dengan ukuran snap ring.

Pada proses milling ini digunakan untuk memperkecil AS *stainless steel* untuk dihubungkan ke motor. Ukuran sebelumnya yaitu 11mm setelah dimilling menjadi 7mm. Terdapat kendala hasil milling pertama tidak sesuai dengan diameter yang berada di motor. Maka dari itu, dilakukannya proses pemesinan ulang dengan menghitung setiap gerakan mata bor yang akan digeser.



Gambar 4- 2 Proses Pemesinan Frais



Gambar 4- 3 Hasil Pemesinan Frais

3. Proses Manufaktur *Shaft Stainless steel*

Pada proses ini melubangi *Stainless steel* agar mudah dibuat uliran yang akan dihubungkan dengan *rod end bearing*. Ukuran yang digunakan yaitu 6mm untuk lubang yang dibubut, drat yang digunakan yaitu M6.

Terdapat beberapa kendala saat pembubutan, yaitu susahnya membutut *Stainless steel* SS4 karena materialnya terlalu tebal sehingga membuat mata pahat patah.

Solusi dari kendala tersebut, Pemilihan mata pahat yang sesuai untuk membubut bahan *stainless steel*. Untuk pahat yang digunakan yaitu pahat HSS(*High speed stell*). Untuk hasil pemesinan bubut dapat diliaht pada gambar berikut :



Gambar 4- 4 Hasil Pemesinan Bubut

Setelah dilakukan pemesinan bubut, dilakukan pemasangan *rod end bearing* dan *shaft* pada lubang hasil pemesinan bubut. Hasil dari pemasangan *rod end bearing* dapat dilihat pada gambar 4-5.



Gambar 4- 5 Hasil Pemasangan rod end bearing dan shaft

4. Proses Drill



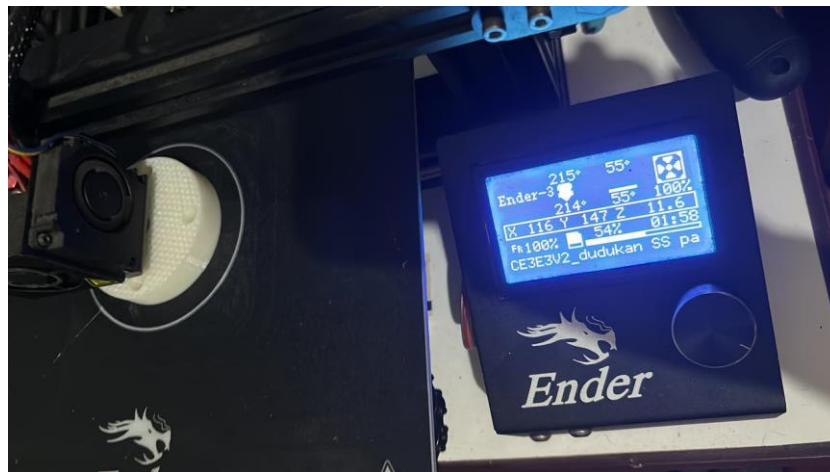
Gambar 4- 6 Proses Drill

Proses drill pada *pulley* ini bertujuan untuk melubangi *pulley* yang akan dihubungkan ke *shaft* yang berada pada motor. Terdapat 2 *pulley* yaitu dengan

diameter 12mm dan 8mm, untuk mata pahat *drill* yang digunakan yaitu menggunakan ukuran 4mm. *Pulley* dibuat lubang sebanyak 2 buah agar dapat di kunci dengan *crank* yang bertujuan dapat menghubungkan gerakan dari motor power window kemudian diteruskan ke *crank* kedua.

5. Proses pembuatan 3D printing

Pada proses ini yaitu membuat dudukan untuk mekanisme *slider crank* yang kedua dengan bahan PLA +. Untuk proses yang dilakukan yaitu menggunakan *infill* 50% dengan tingkat kepanasan *nozzle* 215 dan bed 55. Proses dari pembuatan 3D print dapat dilihat pada gambar 4-7.



Gambar 4- 7 Proses pemesinan 3D print

4.1.2 Komponen Meja *Simulator* Gempa Bumi

1. Perakitan *Simulator* Meja Gempa Bumi

Hasil dari perakitan komponen pada Meja *Simulator* Gempa Bumi dapat dilihat pada gambar 4-8.



Gambar 4- 8 Hasil Perakitan Komponen Meja *Simulator* Gempa Bumi

Terdapat beberapa kendala saat perakitan, yaitu plat triplek saat proses pemasangan terdapat kerusakan. Kemudian setelah di analisa, ditambahkan plat akrilik dan triplek agar permukaan tidak mudah rusak.

2. Pemasangan *stainless steel* ke motor

Pada pemasangan *stainless steel* ini dibutuhkan beberapa penyesuaian. Dilakukannya pembubutan AS *Stainless steel* dengan ukuran 11mm agar sesuai dengan lobang yang akan dihubungkan ke motor, setelah itu dilakukannya milling untuk ujung dari AS *Stainless steel* agar dapat dihubungkan kedalam motor. Gambar 4-9 dan 4-10 menunjukkan motor sebelum dipasangkan *stainless steel* dan sesudah dipasangkan *stainless steel*.



Gambar 4- 9 Motor Sebelum Dipasangkan *Stainless Steel*



Gambar 4- 10 Motor Sesudah Dipasangkan *Stainless Steel*

Terdapat beberapa kendala yaitu pada komponen *Stainless Steel* yg terhubung oleh motor power window yang tidak bisa dihubungkan oleh motor power window dikarenakan berbeda bentuk.

Solusi dari kendala tersebut diharuskan membentuk sesuai dengan bentuk *Stainless steel* pada motor yang terhubung dengan mesin frais dengan ukuran mata pahat 10mm.

3. Pemasangan Ball Transfer Unit

Pada pemasangan ball transfer unit ini dibutuhkan beberapa penyesuaian dari base agar tidak terjadinya titik airy pada base yang berada diatas ball transfer unit. Gambar 4-11 menunjukkan hasil pemasangan *ball transfer unit*.

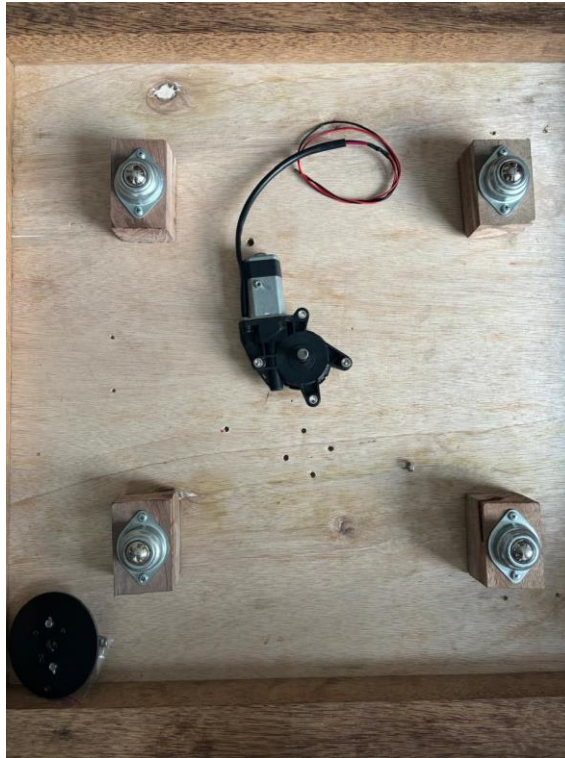


Gambar 4- 11 Hasil Pemasangan Ball Transfer Unit

4. Pemasangan motor dan *slider crank* pada base meja *simulator* gempa bumi

Pada pemasangan motor ke base dibutuhkan penyesuaian agar posisi motor power window di tengah. Untuk pemasangan sendiri mengukur dari ukuran meja setelah dilakukannya pengukuran paskan posisi motor sesuai dengan titik yang

sudah di berikan, setelah sudah melubangi base bagian bawah dengan bor agar motor dapat di pasang dibase dan tidak berpindah posisi. Gambar 4-12 menunjukkan hasil pemasangan motor pada *base*.



Gambar 4- 12 Hasil Pemasangan Motor pada Base

Pada gambar 4-13 terdapat *shaft stainless steel* yang terhubung dengan poros motor yang berukuran 98mm. Selain itu, terdapat juga lengan *slider crank* yang berjumlah 3. Salah satu lengan *slider crank* memiliki panjang 270mm dan diameter 10mm. Kemudian, 2 lengan *slider crank* memiliki panjang masing-masing 70mm dengan lebar 15mm dan berukuran panjang 150mm dengan lebar 15mm.



4.2 Hasil Pengujian

Potensio mengukur putaran per menit (RPM) yang diperoleh menggunakan alat tachometer. Hasil pengukuran RPM ini kemudian dikonversi menjadi satuan hertz (Hz) untuk mendapatkan frekuensi. Selanjutnya, frekuensi dalam hertz ini dikonverikan menjadi periode gempa, yang merupakan kebalikan dari frekuensi, guna memahami karakteristik getaran atau guncangan yang dihasilkan. Perhitungan dijabarkan dengan rumus berikut.

Hitungan untuk mendapatkan hertz

$$Hz = \frac{\text{frekuensi rpm}}{60 \text{ s}}$$

Hitungan untuk mendapatkan periode

$$T = \frac{1}{\text{frekuensi x (Hz)}}$$

Hasil konversi dapat dilihat pada tabel 4-1 berikut.

Tabel 4- 1 RPM dan Koversinya

Potensio	RPM	Gelombang (Hz)	Periode Gempa (T)
10	9,3	0,1550	6,452
20	17,8	0,2967	3,371
30	29,8	0,4967	2,013
40	40,8	0,6800	1,471
50	51,7	0,8617	1,161
60	63,2	1,0533	0,949
70	72,4	1,2067	0,829
80	84,3	1,4050	0,712
90	92,7	1,5450	0,647
100	114,5	1,9083	0,524

Setelah proses *assembly* dilakukan, dilanjutkan dengan melakukan pengujian terhadap alat. Dari alat tersebut menghasilkan gerakan sumbu X dengan jarak 40mm kemudian menghasilkan gerakan sumbu Y dengan jarak 40mm dan gerakan sumbu Z sebesar 10mm.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Hal yang harus diperhatikan dalam penulisan kesimpulan :

1. Meja *Simulator* gempa bumi telah direalisasikan dengan menggunakan mekanisme *slider crank* untuk menghasilkan gerakan sumbu X dan Y.
2. Permukaan gelombang digunakan untuk menghasilkan getaran dan gerakan sumbu Z.
3. *Simulator* meja gempa bumi dapat direalisasikan dengan mengadaptasi pada gerakan gempa bumi.
4. Perancangan meja *simulator* gempa bumi telah dibuat dengan bahan yang mudah dijangkau beserta alat yang mudah dioperasikan.

5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya

1. Melakukan pengembangan pada mekanisme agar mudah diatur arah gerakannya.
2. Menambahkan variable permukaan gelombang untuk mendapatkan variasi getaran.
3. Menggunakan sensor getaran untuk mengetahui frekuensi yang dihasilkan.
4. Merancang tampilan fisik meja *simulator* gempa agar lebih rapi dan mudah dalam pengoperasiannya.

PDAFTAR PUSTAKA

- Anarwati, A., & Setiono, I. (2017). Motor Dc Power Windows Berbasis Plc Panasonic Menggunakan Human Machine Interface (Hmi). *Gema Teknologi*, 19(3), 32–37.
- Bahri, Z., Mungkin, M., & Pendahuluan, I. (2019). *Penggunaan SCR Sebagai Alarm Peringatan Dini Pada Saat Terjadi Gempa Bumi*. 1099.
- Cahyaningrum, T. A. (2017). *Pemodelan dan Analisis Simulator Gempa Translasi*.
- Hafidhin, M. I., Saputra, A., Rahmanto, Y., & Samsugi, S. (2020). Alat Penjemuran Ikan Asin Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, 1(2), 59–66. <https://doi.org/10.33365/jtikom.v1i2.210>
- Handayani, D., & Ningsih, U. (2005). *Computer Aided Design / Computer Aided Manufactur [CAD / CAM] proses Siklus hidup Manajemen Produksi yang meliputi perangkat lunak dan*. X(3), 143–149.
- Indrawan, V., Gede, I., & Widyadana, A. (2017). Efisiensi Penggunaan Peralatan Pemindahan Material. *Jurnal Titra*, 5(1), 71–78.
- Mustafa, B. (2010). Analisis Gempa Nias Dan Gempa Sumatera Barat Dan Kesamaannya Yang Tidak Menimbulkan Tsunami. *Jurnal Ilmu Fisika / Universitas Andalas*, 2(1), 44–50. <https://doi.org/10.25077/jif.2.1.44-50.2010>
- Sufyani, R., & Sidik, G. P. (2020). *Perancangan pembangkit listrik dengan mekanisme pita pengaduh*. 15(2), 84–91.
- Yana, K. L., Dantes, K. R., & Wigraha, N. A. (2017). Rancang Bangun Mesin Pompa Air Dengan Sistem Recharging. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 5(2). <https://doi.org/10.23887/jjtm.v5i2.10872>
- Zanofa, A. P., Arrahman, R., Bakri, M., & Budiman, A. (2020). Pintu Gerbang Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, 1(1), 22–27. <https://doi.org/10.33365/jtikom.v1i1.76>

LAMPIRAN 1
PROSES MANUFAKTUR



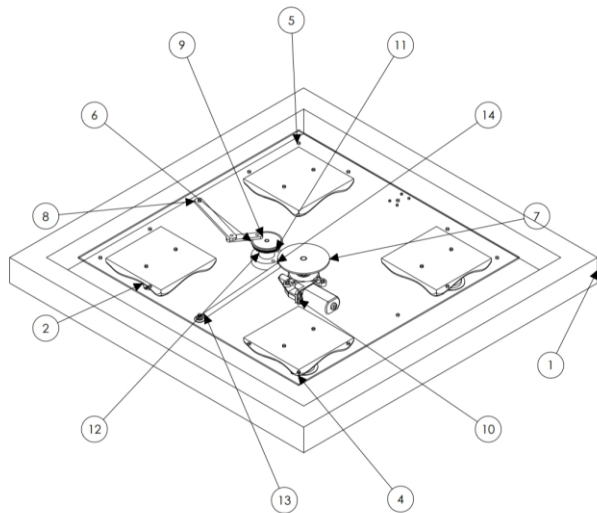




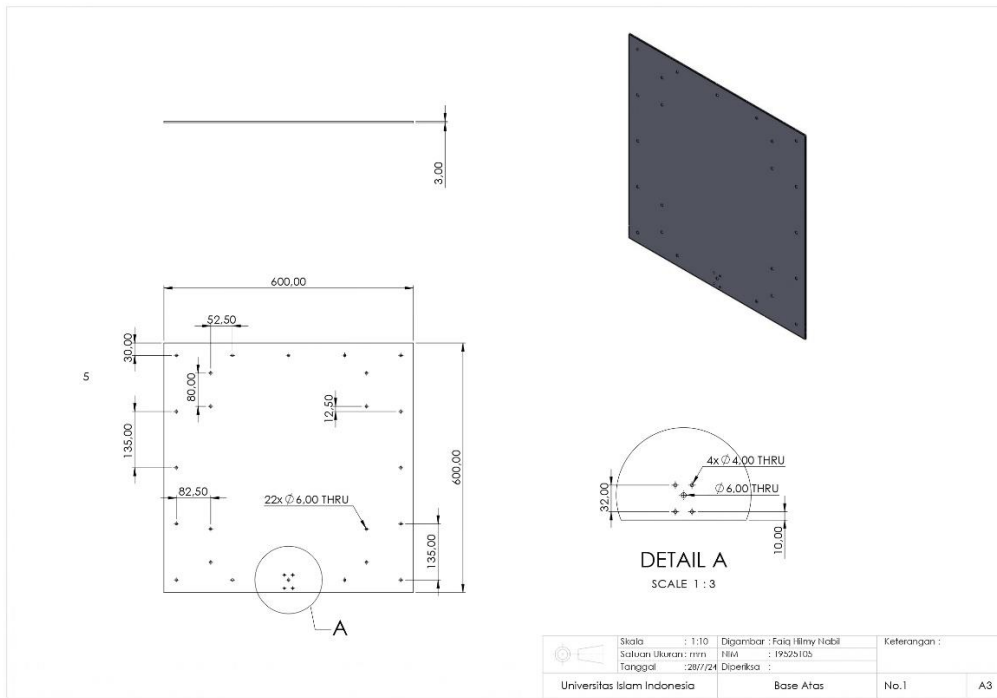


Lampiran 2 Gambar teknik

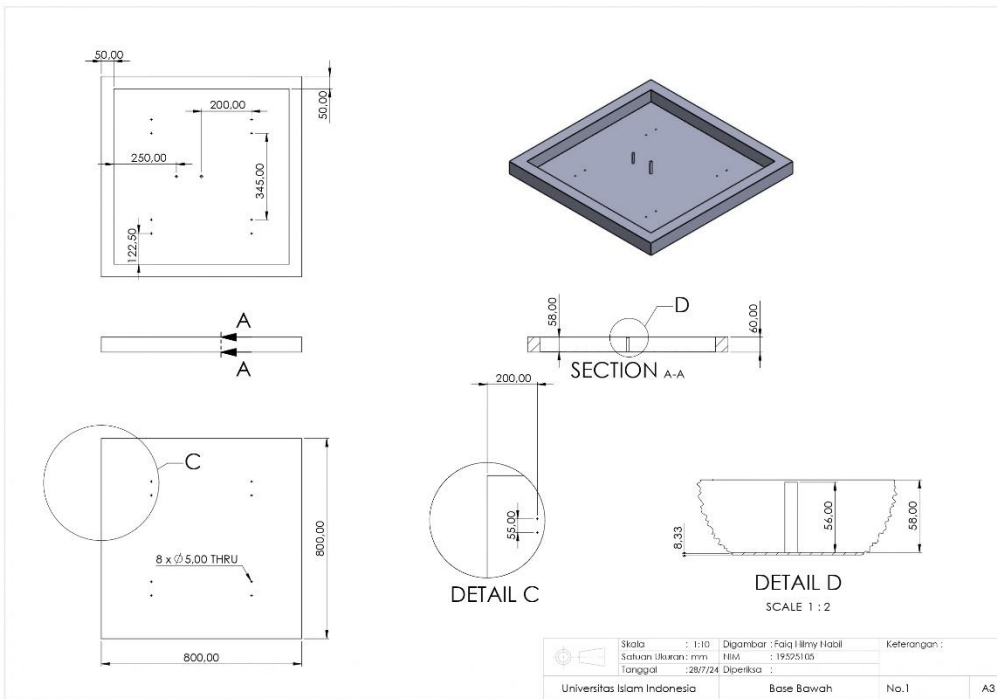
ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	Base Bawah	1
2	Roller	4
3	Ball pejal 1 inch	4
4	BAGIAN GELOMBANG	4
5	Base Atas	1
6	Slider 1	1
7	Slider 2	1
8	Crank 2	1
9	Crank 1	1
10	Motor power window	1
11	Pulley bergigi	2
12	udukan SS 2	1
13	Crank 3	1
14	rod	2



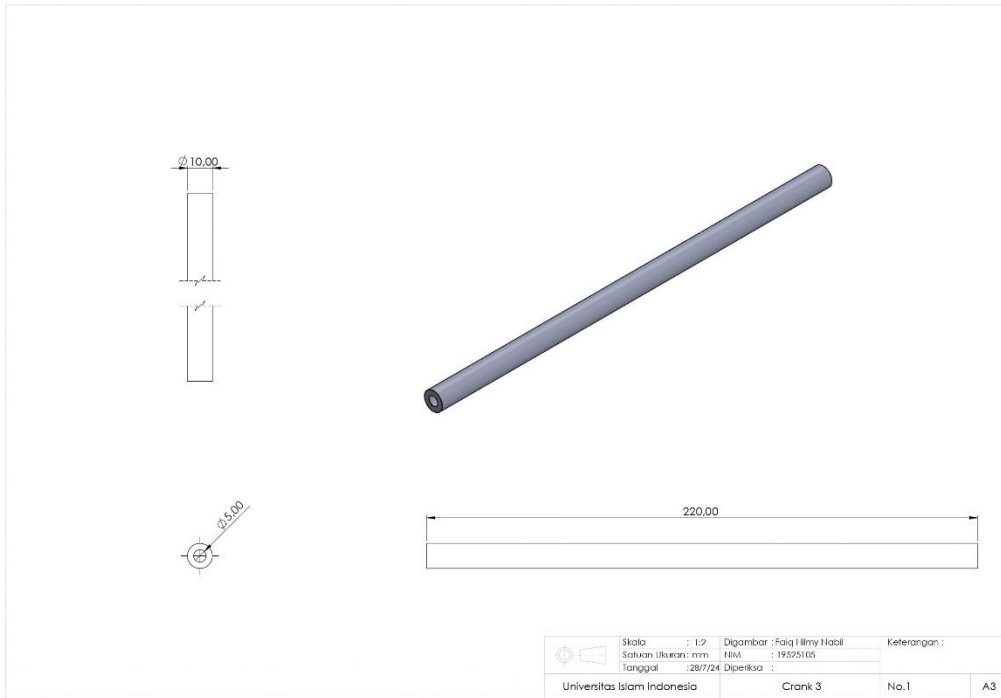
	Skala : 1:10	Digambar : Faiq Hilmy Nabil	Keterangan :
	Satuan Ukuran: mm	NIM : 19525105	
	Tanggal : 28/7/24	Diperiksa :	
Universitas Islam Indonesia	Simulator Meja Gempa Bumi	No.1	A3



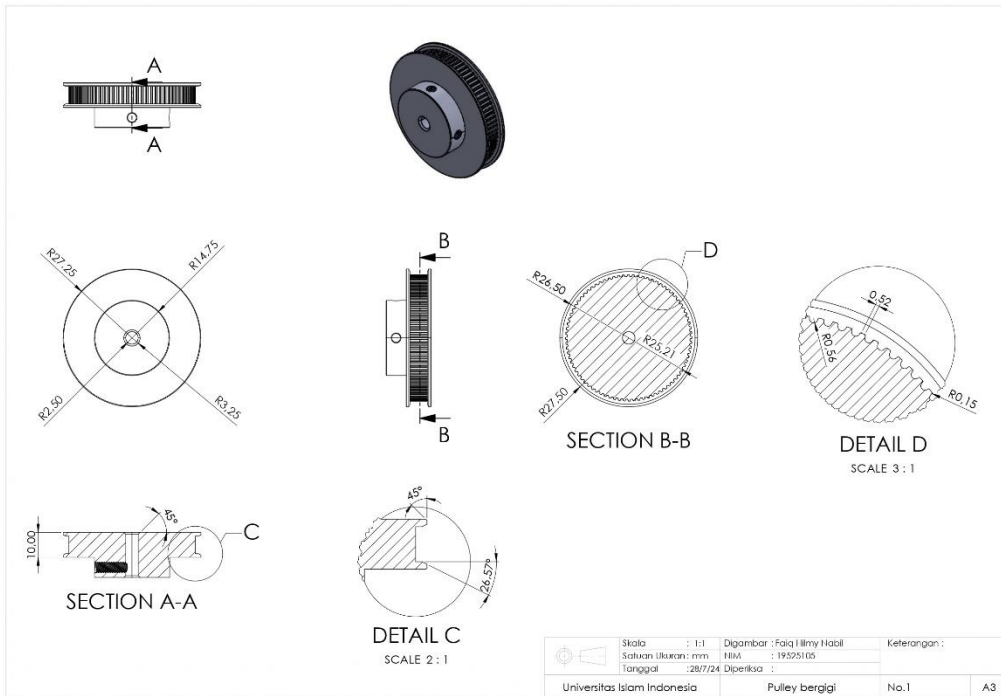
SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.



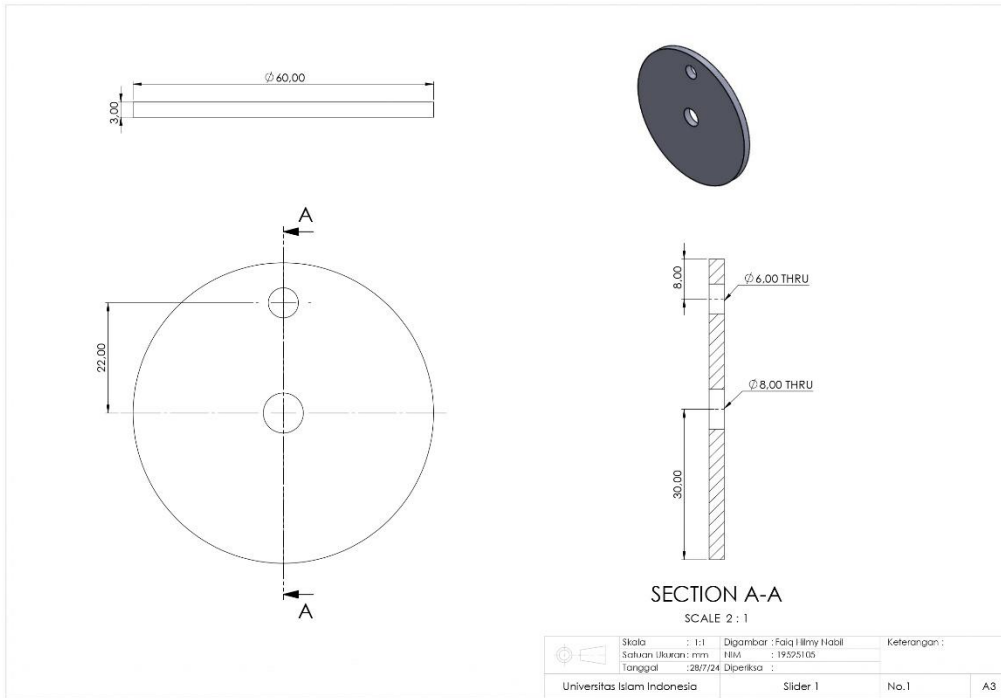
SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.



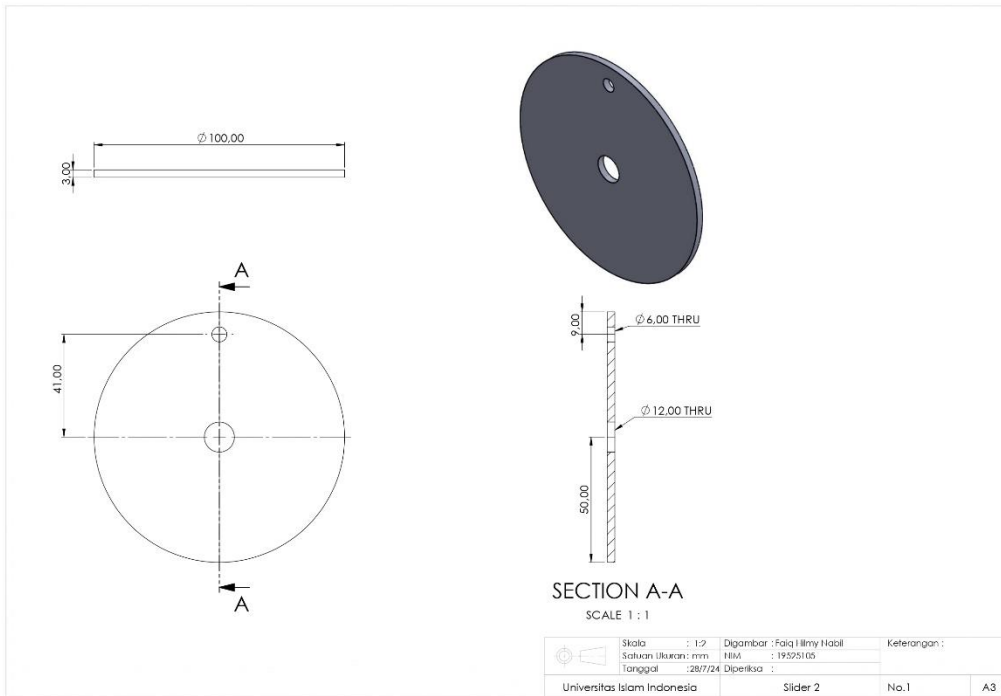
SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.



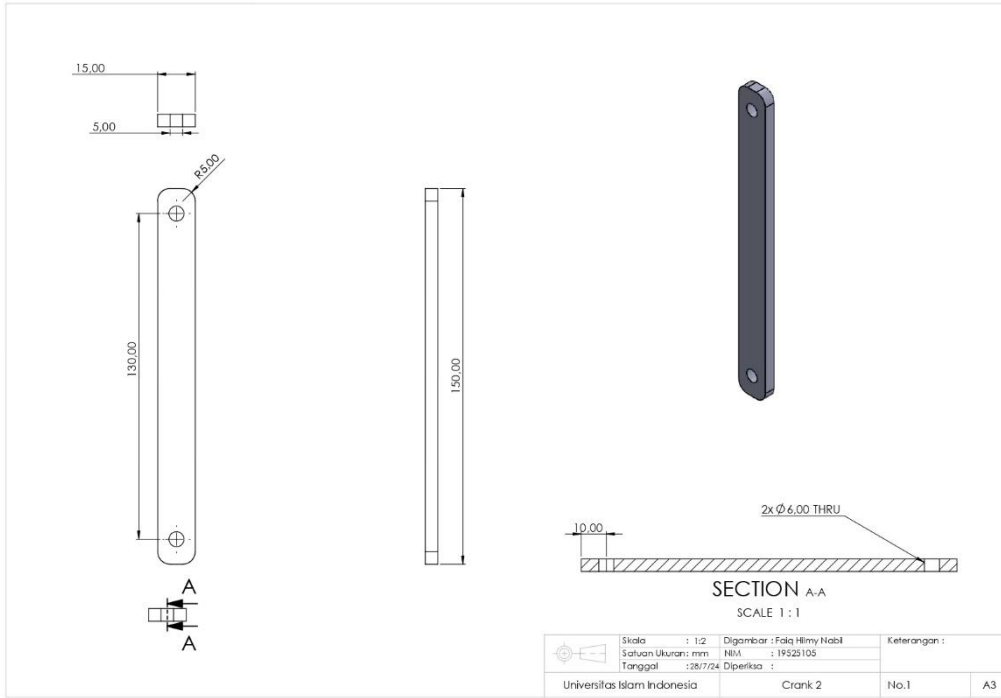
SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.



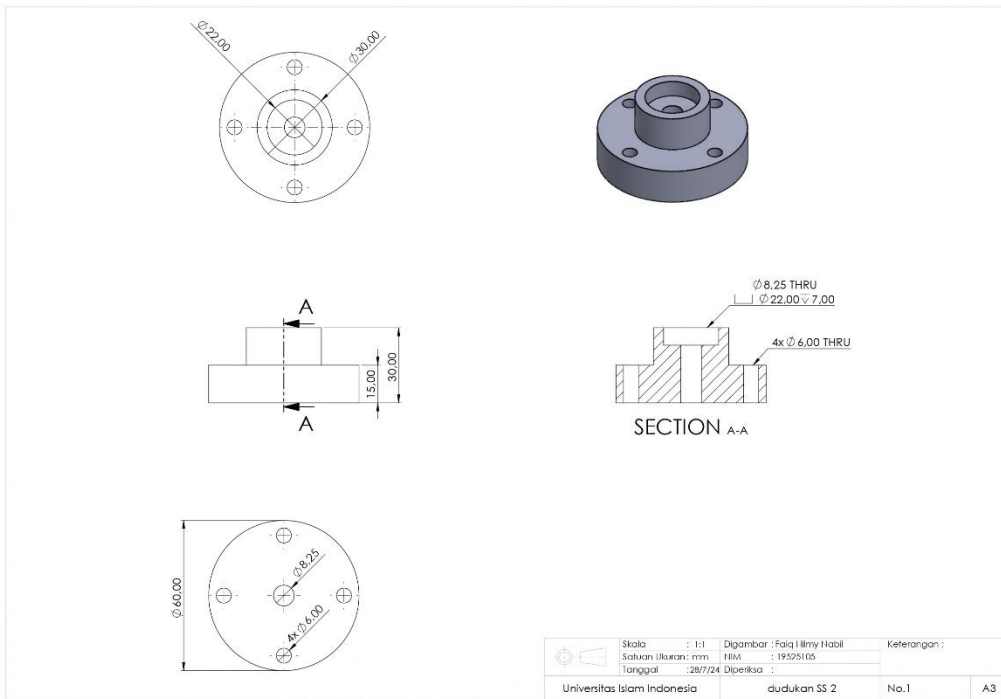
SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.



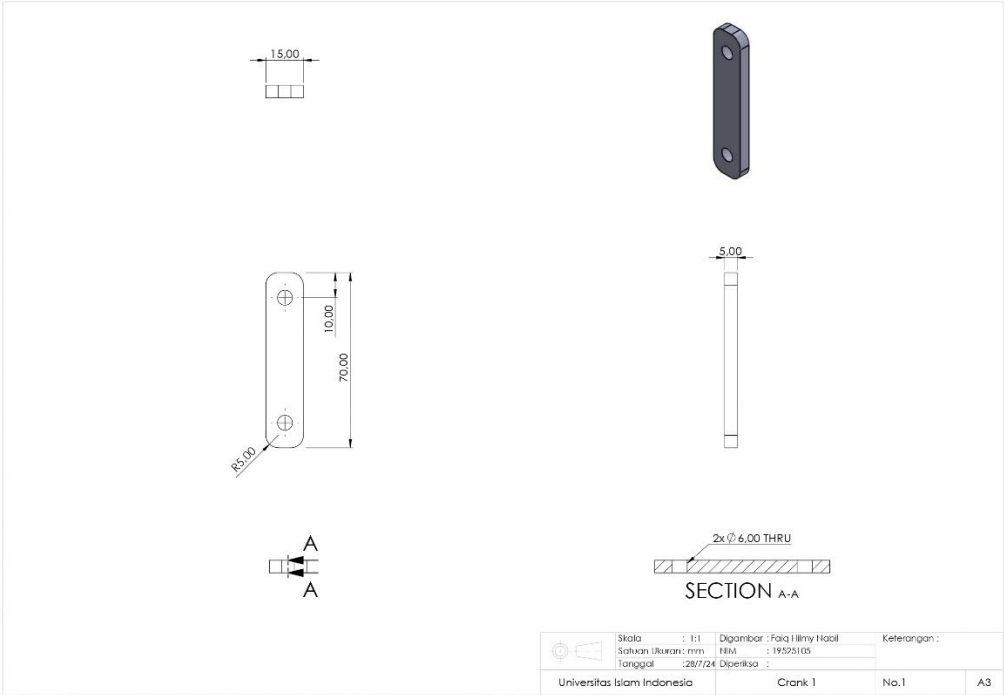
SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.



SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.



SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.



SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.