

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT UJI RANGKA
SEPEDA PADA BAGIAN *BOTTOM BRACKET***

TUGAS AKHIR

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



Disusun Oleh :

Nama : Satria Bimantara

No. Mahasiswa : 19525039

NIRM : 1901270047

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

2023

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Satria Bimantara

NIM : 19525039

Program Studi : S1, Teknik Mesin

Institusi : Universitas Islam Indonesia

Judul Laporan : Perancangan Dan Pembuatan Alat Uji Rangka Sepeda Pada Bagian Bottom Bracket

Dengan ini saya menyatakan, semua yang saya tulis pada Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali kutipan atau ringkasan yang saya ambil sebagai referensi dan telah saya cantumkan sumber-sumbernya. Apabila di kemudian hari pengakuan saya terbukti tidak benar, maka saya bersedia mengikuti hukuman atau sanksi yang diberikan sesuai hukum yang berlaku.

Yogyakarta, 10 November 2023



Satria Bimantara
19525039

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING
PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT UJI RANGKA
SEPEDA PADA BAGIAN *BOTTOM BRACKET*

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Satria Bimantara
No. Mahasiswa : 19525039
NIRM : 1901270047

Yogyakarta, 10 November 2023

Pembimbing I,



Ir. Santo Ajie Dhewanto, S.T., M.M. IPP

Pembimbing II,



Ir. Donny Suryawan, S.T., M.eng., IPP

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT UJI RANGKA
SEPEDA PADA BAGIAN *BOTTOM BRACKET***

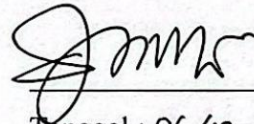
TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Satria Bimantara
No. Mahasiswa : 19525039
NIRM : 1901270047

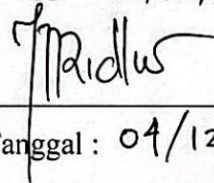
Tim Penguji

Ir. Santo Ajie Dhewanto, S.T., M.M., IPP
Ketua



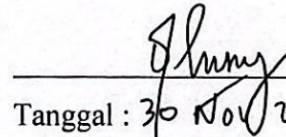
Tanggal : 06/12/2023

Ir. Muhammad Ridlwan, S.T., M.T, IPP
Anggota I



Tanggal : 04/12/2023

Finny Pratama Putera, S.T., M.Eng.
Anggota II



Tanggal : 30 Nov 2023

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin



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

HALAMAN PERSEMBAHAN

Segenap doa dan rasa Syukur kepada Allah SWT tiada henti dilantunkan dari insan yang masih diberi kesempatan untuk terus beribadah kepada-Nya. Dukungan dan doa dari orang-orang terkasih juga turut mengiringi perjalanan penulis hingga tugas akhir ini bisa diselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, dengan penuh rasa Syukur dan bangsa halaman persembahan ini penulis persembahkan untuk.

1. Pahlawan dan panutanku, Ayahanda Ngadikun. Beliau memang tidak sempat merasakan Pendidikan sampai bangku perkuliahan, namun beliau mampu mendidik penulis, memotivasi, dan memberikan dukungan hingga penulis mampu menyelesaikan studinya sampai sarjana.
2. Pintu surgaku, Ibunda Sri Pujiati. Beliau sangat berperan penting dalam menyelesaikan program studi penulis, beliau juga memang tidak sempat merasakan Pendidikan sampai di bangku perkuliahan, tapi semangat, motivasi serta do'a yang selalu beliau berikan hingga penulis mampu menyelesaikan studinya sampai sarjana.
3. Untuk kakakku dan adikku, Kartika Talia, Diasti Rizkyta, Emira Ghiza dan Saila yang selalu mendukung dan mendoakan penulis dalam segala urusan dan menjadi alasan penulis untuk pulang kerumah setelah beberapa tahun meninggalkan rumah demi menempuh Pendidikan di bangku perkuliahan.

HALAMAN MOTTO

“Jika kamu tidak sanggup menahan lelahnya belajar maka kamu harus sanggup menerima perihnya kebodohan”

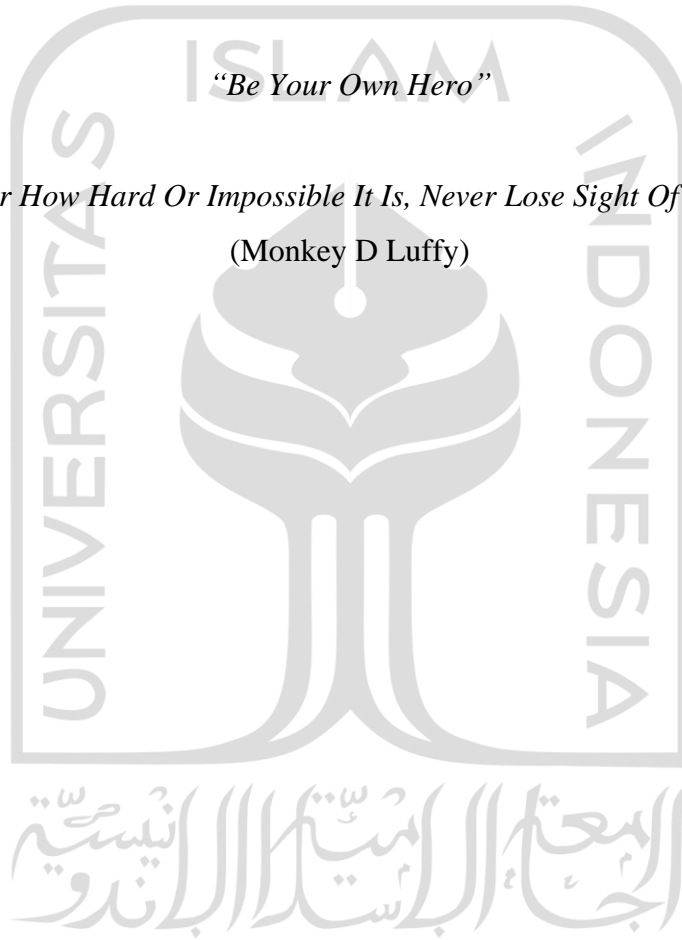
(Imam Syafi’i)

“Aku tidak berjanji apa yang aku usahakan akan sempurna, tetapi aku berjanji apa yang aku usahakan akan selesai”

“Be Your Own Hero”

“No Matter How Hard Or Impossible It Is, Never Lose Sight Of Your Goal”

(Monkey D Luffy)



KATA PENGANTAR ATAU UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan menyebut nama Allah SWT, yang maha pengasih lagi maha penyayang. Puji syukur ke hadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga laporan Tugas Akhir yang berjudul: “PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT UJI RANGKA SEPEDA PADA BAGIAN *BOTTOM BRACKET*”. Dapat disusun dengan baik sebagai syarat menyelesaikan studi strata-1 Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.

Dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, disampaikan mengucapkan terima kasih kepada beberapa pihak yang terlibat, memberi arahan, saran dan motivasi. Ucapan terima kasih di sampaikan kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya sehingga Laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
2. Ayah Ngadikun, Ibu Sri Pujiati serta kakak dan adik tercinta, yang selalu mendoakan, memberikan masukan serta memberikan semangat.
3. Dr. Ir. Muhammad Khafidh, S.T., M.T., IPP selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin FTI UII.
4. Ir. Santo Ajie Dhewanto, S.T., M.M. IPP selaku dosen pembimbing 1 yang selalu mendampingi dan memotivasi selama proses pembuatan tugas akhir.
5. Ir. Donny Suryawan, S.T., M.Eng., IPP selaku dosen pembimbing 2 yang selalu mendampingi dan memotivasi selama proses pembuatan tugas akhir.
6. Segenap Dosen Jurusan Teknik mesin, Universitas Islam Indonesia
7. Mas Adi, Mas Rizky, Mas Syafi'i, Mas Fariz, Mba Ulfa, dan Mba dhanti selaku staf laboran dan staf administrasi Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia yang telah banyak membantu untuk semua urusan administrasi selama pengerjaan dan penyusunan laporan tugas akhir ini.
8. Andika Putra Prasetyo dan Irsyad Janata teman satu tim Tugas Akhir yang sudah bekerja sama dengan baik.
9. Keluarga Besar Teknik Mesin khususnya angkatan 2019 yang sudah menjadi keluarga kedua.

10. Jihan Nindra selaku sahabat yang selalu memberikan dukungan dan motivasi bagi penulis untuk menyelesaikan studinya.
11. Bagus Pribadi, Rafif Dzaky, dan Sage Nustantoro selaku sahabat yang selalu menjadi tempat bercerita dan berjuang bersama di Teknik Mesin UII.
12. Teman-teman perjuangan *Javanesse class* yang selalu menerima keluh kesah penulis dan selalu berbagi ilmu.
13. Teman-teman di kos bingar yang selalu memberikan moment dan ilmunya.
14. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan penulis satu persatu, yang telah banyak membantu dalam penyusunan laporan ini sampai selesai.

Akhir kata, pada laporan ini masih banyak kekurangan dalam penulisan. Oleh karena itu mohon maaf jika terdapat kesalahan pada penulisan laporan Tugas Akhir ini, maka dari itu kritik dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan akan diterima dengan senang hati. Akhir kata semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Yogyakarta, 10 November 2023


Satria Bimantara

ABSTRAK

Sepeda adalah salah satu kendaraan yang digemari masyarakat baik untuk alternatif alat transportasi, sarana berolahraga, maupun sebagai koleksi untuk para penghobi. Sehingga dengan tingginya minat masyarakat banyak munculnya para industri rumahan sepeda *custom*. Dalam proses pembuatan rangka sepeda para *custom builder* hanya melakukan uji pembebanan sederhana tanpa melakukan pengujian yang telah ditetapkan beberapa institusi tentang kelayakan *rangka* sepeda. Proses perancangan alat uji fatik rangka sepeda pada bagian *bottom bracket* mengacu pada standar ISO 4210-6. Pengujian dilakukan sebanyak 100.000 siklus dengan 10 kali tahapan, dimana satu kali tahapan sebanyak 10.000 siklus untuk 2 silinder pneumatik. Hasil pengujian menunjukkan hasil bahwa rancangan dan sistem kendali alat uji fatik rangka sepeda pada bagian *bottom bracket* bisa bekerja dengan lancar sesuai dengan standar ISO 4210-6.

Kata kunci: Sepeda, Fatik, Pneumatik.



ABSTRACT

Bicycles are one of the vehicles favored by the public both for alternative means of transportation, sports facilities, and as a collection for hobbyists. So with the high public interest, there is a lot of emergence of custom bicycle cottage industries. In the process of making a bicycle frame, custom builders only perform simple loading tests without conducting tests that have been set by several institutions about the feasibility of the bicycle frame. In this design process, the manufacture of bicycle frame fatigue test equipment on the bottom bracket refers to the ISO 4210-6 standard. The test was carried out as many as 100,000 cycles with 10 stages, where one stage was 10,000 cycles for 2 pneumatic cylinders. From the test results, it was found that the design and control system of the bicycle frame fatigue test equipment on the bottom bracket can run smoothly in accordance with ISO 4210-6 standards.

Keywords: Bicycles, Fatik, Pneumatic



DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Pernyataan Keaslian.....	ii
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing.....	iii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji.....	iv
Halaman Persembahan.....	v
Halaman Motto.....	vi
Kata Pengantar Atau Ucapan terima kasih.....	vii
Abstrak.....	ix
Daftar Isi.....	xi
Daftar Tabel.....	xiii
Daftar Gambar.....	xiv
Daftar Notasi.....	xvii
Bab 1 Pendahuluan.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Perancangan.....	3
1.5 Manfaat Perancangan.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
Bab 2 Tinjauan Pustaka.....	5
2.1 Kajian Pustaka.....	5
2.2 Pengenalan Bagian Rangka Sepeda.....	6
2.3 Sistem Elektro-Pneumatik.....	8
2.4 Pengujian Fatik.....	9
2.5 Silinder kerja ganda.....	9
2.6 Katup Solenoid.....	10
2.7 Counter.....	11
2.8 Magnetic Limit Switch.....	11
2.9 Besi UNP.....	12

2.10	Festo fluidsim	12
2.11	Solidworks 2019	13
2.12	Standar Pengujian ISO 4210-6	13
Bab 3 Metode Penelitian		15
3.1	Alur Penelitian.....	15
3.2	Peralatan dan Bahan	16
3.3	Kriteria Desain	27
3.4	Observasi Pra Perancangan	27
3.5	Perancangan Desain	27
3.6	Pemilihan kontroler	28
3.7	Pemilihan Silinder Pneumatik	28
3.8	Pembuatan Alat	28
3.8.1	Pembuatan Rangka Alat Uji.....	28
3.8.2	Perancangan Kontroller.....	29
3.9	Perakitan alat uji.....	29
3.10	Pengujian alat uji	29
Bab 4 Hasil dan Pembahasan		31
4.1	Hasil Observasi.....	31
4.2	Hasil Perancangan	33
4.3	Hasil Pengujian.....	53
4.4	Analisis dan Pembahasan	58
Bab 5 Penutup		61
5.1	Kesimpulan.....	61
5.2	Saran atau Penelitian Selanjutnya	61
Daftar Pustaka		62

DAFTAR TABEL

Tabel 4-1 Gaya dan Siklus Pengujian	31
Tabel 4-2 Perbandingan Ukuran <i>Wheelbase</i> Rangka Sepeda	31
Tabel 4-3 Perbandingan Pneumatik dan Elektro-pneumatik	32
Tabel 4-4 Perbandingan Alternatif Desain.....	36
Tabel 4-5 Hasil Pengujian.....	57
Tabel 4-6 Kesimpulan Pengujian.....	58

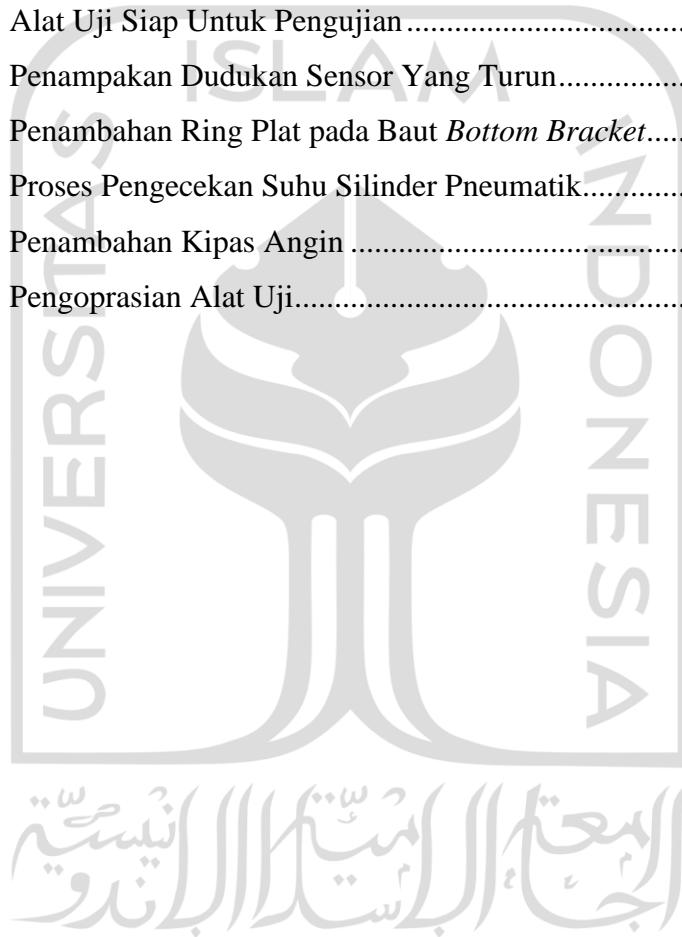


DAFTAR GAMBAR

Gambar 2- 1	Bagian Rangka Secara Umum.....	7
Gambar 2- 2	Silinder kerja ganda.....	10
Gambar 2- 3	Katup Solenoid	10
Gambar 2- 4	<i>Counter</i>	11
Gambar 2- 5	<i>Magnetic Limit Switch</i>	12
Gambar 2- 6	Klasifikasi besi UNP	12
Gambar 2- 7	<i>Fatigue Test With Pedaling Force</i>	14
Gambar 3-1	Alur Penelitian.....	15
Gambar 3-2	Spesifikasi Komputer	16
Gambar 3-3	<i>Software Fluidsim</i>	16
Gambar 3-4	Mesin Las	17
Gambar 3-5	Mesin frais	17
Gambar 3-6	Mesin Bubut	18
Gambar 3-7	Mesin Drill.....	18
Gambar 3- 8	Mistar Siku	19
Gambar 3- 9	Meteran.....	19
Gambar 3- 10	Spidol.....	19
Gambar 3- 11	Magnet Siku.....	20
Gambar 3- 12	Gerinda Tangan	20
Gambar 3- 13	Jangka Sorong	21
Gambar 3- 14	Besi UNP	21
Gambar 3- 15	Plat Besi.....	22
Gambar 3- 16	Silinder Pneumatik	22
Gambar 3- 17	Katup Selenoid 5/2	23
Gambar 3- 18	<i>Counter Autonics</i>	23
Gambar 3- 19	Air unit Pneumatik	24
Gambar 3- 20	Kompresor	24
Gambar 3- 21	<i>Magnetic Switch</i>	25
Gambar 3- 22	Kabel.....	25

Gambar 3- 23 Selang Pneumatik	25
Gambar 3- 24 <i>Power Supply</i>	26
Gambar 3- 25 Rangka Sepeda	26
Gambar 4-1 Sketsa Desain 1.....	33
Gambar 4-2 Sketsa Desain 2.....	33
Gambar 4-3 Alternatif Desain 1	34
Gambar 4-4 Alternatif Desain 2	34
Gambar 4-5 Pengembangan Alternatif Desain 1	35
Gambar 4-6 Pengembangan Alternatif Desain 2	35
Gambar 4-7 Desain Akhir Alternatif Desain 2	37
Gambar 4-8 Hasil <i>Stress Analysis</i> Alat Uji Fatik Rangka Sepeda.....	38
Gambar 4-9 Titik Tertinggi Terjadinya Tegangan pada <i>Rod End</i>	38
Gambar 4-10 Hasil <i>Strain Analysis</i> Alat Uji Fatik Rangka Sepeda.....	39
Gambar 4-11 Titik Tertinggi Terjadinya Regangan pada Dudukan <i>Rod End</i>	39
Gambar 4-12 Hasil <i>Displacement Analysis</i> Alat Uji Fatik Rangka Sepeda ...	40
Gambar 4- 13 Terjadinya Perubahan Bentuk pada Dudukan Pedal	40
Gambar 4-14 Katalog Silinder Pneumatik.....	42
Gambar 4-15 Counter Ct4s-1p4.....	43
Gambar 4-16 Diagram Rangkaian Elektro-pneumatik.....	43
Gambar 4-17 Rangkaian Elektro-pneumatik.....	44
Gambar 4-18 Percobaan Rangkaian Elektro-pneumatik	44
Gambar 4-19 Proses Pemotongan Besi UNP.....	45
Gambar 4-20 Proses Pensejajaran Besi	45
Gambar 4-21 Proses Pengelasan.....	46
Gambar 4-22 Kerangka Alat Uji.....	46
Gambar 4-23 Proses Pembubutan.....	47
Gambar 4-24 Proses Pembuatan Dudukan Pengganti Pedal	47
Gambar 4-25 Perakitan Komponen Rangka Alat Uji.....	48
Gambar 4-26 Proses Percobaan Pertama Alat Uji.....	48
Gambar 4-27 Penggantian Silinder Pneumatik dengan Stroke 25mm	49
Gambar 4-28 Dudukan Dengan Lubang Yang Aus.....	50

Gambar 4-29 Dudukan Pedal Baru.....	50
Gambar 4-30 Proses Pengecatan	51
Gambar 4-31 Proses Perakitan.....	51
Gambar 4-32 Proses Perakitan.....	51
Gambar 4-33 Panel Kontrol Tanpa Pin Konektor	52
Gambar 4-34 Panel Kontrol Dengan Pin Konektor.....	52
Gambar 4-35 Proses Persiapan Pengujian	53
Gambar 4-36 Alat Uji Siap Untuk Pengujian.....	54
Gambar 4-37 Penampakan Dudukan Sensor Yang Turun.....	55
Gambar 4-38 Penambahan Ring Plat pada Baut <i>Bottom Bracket</i>	55
Gambar 4-39 Proses Pengecekan Suhu Silinder Pneumatik.....	56
Gambar 4-40 Penambahan Kipas Angin	56
Gambar 4-41 Pengoprasian Alat Uji.....	59



DAFTAR NOTASI

- F : Gaya (N)
P : Tekanan (Pa)
A : Luas Permukaan (cm^2)
D : Diameter (cm)



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sepeda adalah kendaraan beroda dua atau tiga, mempunyai setang, tempat duduk, dan sepasang pengayuh yang digerakkan kaki untuk menjalankannya (Alwi, 2003). Sepeda merupakan salah satu alternatif transportasi yang sangat digemari masyarakat. Selain digunakan sebagai alat transportasi, sepeda juga digunakan sebagai alat berolahraga untuk kebanyakan orang. Sehingga perkembangan pengguna sepeda pada saat ini semakin meningkat, disebabkan oleh gaya hidup sehat, kesadaran terhadap lingkungan, dan kondisi lingkungan di perkotaan yang menjadikan sepeda menjadi alternatif kemacetan (Kholilah et al., 2020). Budaya hidup hijau juga mendorong kesadaran masyarakat untuk menggunakan sepeda menjadi salah satu alternatif transportasi yang ramah lingkungan. Mengingat pada saat ini efek pemanasan global semakin meningkat yang memicu banyak permasalahan di masa yang akan datang sehingga banyak masyarakat yang sadar dan beralih menggunakan sepeda sebagai transportasi utama (Sidjabat, 2016).

Semakin berkembangnya tren bersepeda, banyak para *custom builder* rangka sepeda rumahan yang membuat rangka sepeda rakitan sendiri dengan tujuan industri rumahan ataupun hanya sekedar penghobi. Para *custom builder* ini membuat rangka sepeda dengan material mulai dari baja karbon, alloy steel maupun komposit dengan bentuk rangka sepeda yang bermacam-macam.

Sepeda dibagi beberapa jenis antara lain, seperti *MTB*, *Road Bike*, *BMX*, *Folding Bike*, dan *City bike*. Jenis sepeda tersebut dibedakan dari material, desain, dan penggunaan dari sepeda itu sendiri. Sepeda terdiri dari beberapa bagian antara lain *fork*, rangka, *saddle*, *wheel*. Namun, struktur utama pada sepeda berada di bagian rangka, rangka biasanya terbuat dari bahan alumunium, steel, karbon, dan lain sebagainya. Perusahaan manufaktur yang memproduksi rangka sepeda secara massal biasanya menggunakan satu jenis material yang sama.

Karena rangka adalah bagian terpenting dari sebuah sepeda baik yang dibuat secara massal maupun kustom dibutuhkan sebuah alat pengujian untuk membuktikan rangka tersebut bisa digunakan. Dan untuk mendukung hal tersebut dibutuhkan analisis terhadap bagian utama dari sepeda yaitu rangka sepeda dengan menggunakan *Fatigue Analysis* untuk mencari tahu *Fatigue life* dan *Fatigue Safety Factor* dari rangka sepeda akibat pembebanan kelelahan (Maulana & Ariatedja, 2019).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, maka diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana rancangan dan pembuatan alat pengujian fatik rangka sepeda yang bisa menguji bagian *Bottom bracket* mengacu pada standar ISO 4210-6?
2. Bagaimana rancangan proses pembuatan dan pengujian sistem kendali untuk alat uji fatik rangka sepeda agar bisa menguji sampel rangka sepeda mengacu pada standar ISO 4210-6?

1.3 Batasan Masalah

Setelah rumusan masalah ditentukan, ada beberapa hal yang dijadikan batasan agar pembahasan tidak menjauh dari inti dan tujuan perancangan. Batasan tersebut dapat dilihat sebagai berikut:

1. Perancangan alat uji hanya terfokus pada bagian *bottom bracket*.
2. Rangka sepeda yang diuji adalah jenis sepeda *MTB*, *Road Bike*, dan *City Bike*.
3. *Software Solidworks* CAD dan CAE untuk proses pembuatan desain, tidak menggunakan *software* lain.
4. Proses pembuatan sistem kendali terbatas hanya menggunakan *software Festo Fluidsim*.
5. Menggunakan sistem kendali elektro-pneumatik.
6. Perancangan hanya sampai apakah alat uji yang dirancang dapat menguji bagian *bottom bracket* rangka sepeda.

1.4 Tujuan Perancangan

Tujuan dari perancangan ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membuat alat uji yang bisa melakukan pengujian fatik rangka sepeda pada bagian *Bottom Bracket* mengacu pada standar ISO 4210-6.
2. Merancang dan membuat sistem kendali alat uji fatik rangka sepeda yang bisa melakukan pengujian pada bagian *bottom bracket* mengacu pada standar ISO 4210-6.

1.5 Manfaat Perancangan

Manfaat dari perancangan ini adalah sebagai berikut :

1. Memfasilitasi para *custom builder* rangka sepeda ataupun penelitian yang mengangkat topik tentang pengujian fatik sepeda untuk melakukan uji fatik.
2. Memberikan alternatif kepada para *custom builder* rangka sepeda rumahan yang ingin mengetahui kekuatan fatik rangka sepeda dengan jumlah satuan.
3. Menerapkan keilmuan yang didapatkan pada perkuliahan untuk berlatih memecahkan permasalahan pada proses pembuatan dan perancangan alat uji fatik rangka sepeda.

1.6 Sistematika Penulisan

Bagian ini berisikan mengenai urutan dan sistematika penulisan laporan tugas akhir yang dilengkapi dengan ringkasan isi dari masing-masing bab dalam perancangan ini.

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bagian ini menjelaskan terkait latar belakang, rumusan masalah, Batasan masalah, tujuan perancangan, manfaat perancangan dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian ini berisikan teori dan kajian pustaka yang mendukung pengerjaan tugas akhir.

BAB III : METODE PENELITIAN

Pada bagian ini berisikan alur perancangan, kriteria desain serta alat dan bahan yang digunakan dalam proses perancangan.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian berisikan tentang analisis data hasil perancangan yang telah dilakukan untuk mendapatkan suatu kesimpulan.

BAB V : PENUTUP

Pada bagian ini berisikan kesimpulan dari perancangan dan pembuatan alat uji rangka sepeda pada bagian *bottom bracket*.



BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Sepeda merupakan sebuah kendaraan yang banyak dijadikan sarana transportasi dan olahraga. Sepeda digunakan untuk alternatif alat transportasi karena tidak membutuhkan bahan bakar karena dalam mengendarai sepeda hanya dibutuhkan tenaga untuk mengayuh sepasang pedal yang digerakan dengan kaki. Sepeda juga memberikan manfaat kepada pengendaranya, selain efisien bahan bakar mengendarai sepeda juga memberikan dampak positif bagi tubuh sehingga, banyak orang yang menggunakan sepeda sebagai sarana olahraga. Sepeda dibagi menjadi beberapa jenis tergantung peruntukannya diantaranya *Mountain bike*, *City Bike*, *Fixie*, dan Sepeda *BMX*.

Sepeda yang siap dikendarai harus melalui berbagai pengujian untuk membuktikan bahwa sepeda aman untuk dikendarai. Pengujian fatik adalah salah satu bagian dari pengujian rangka sepeda. Pengujian fatik berfokus pada daya tahan rangka sepeda dalam pembebanan berlanjut yang diakibatkan beban saat sepeda dikendarai. Oleh karena itu, simulasi pengujian fatik dilakukan seperti saat rangka sepeda dikendari untuk mengetahui ketahanan dari rangka sepeda. Berikut adalah beberapa abstrak dari tulisan atau jurnal yang berhubungan dengan skema dan sistem kendali pada perancangan dan pembuatan alat uji fatik frame sepeda pada bagian *bottom bracket* sebagai acuan dari tugas akhir. Kajian pustaka dari jurnal dan skripsi perancangan dan penelitian terdahulu untuk mendukung proses perancangan dan pembuatan alat uji rangka sepeda pada bagian *bottom bracket* yang dilakukan sebagai berikut.

Perancangan sistem kendali pada mesin pengamplas kayu otomatis berbasis elektro-pneumatik. Penggunaan silinder pneumatik yang tepat pada sebuah mesin menentukan seberapa efisien alat akan bekerja. Penentuan diameter silinder pneumatik dengan memperhitungkan gaya-gaya (F) yang bekerja pada alat dengan

melihat tekanan (P) yang digunakan sebesar 5-8 bar untuk mendapatkan keluaran gaya yang di rancang (Akhmad, 2009).

Perancangan dan simulasi sistem kendali elektro-pneumatik pada mesin *sheet metal shearing machine* untuk meminimalisir cacat produksi. Cacat kualitas ini diprediksi muncul karena *sheet metal* tidak terpegang dengan baik saat proses pemotongan dan setelah proses tersebut langsung jatuh ke bak penampung. Hal tersebut juga menimbulkan suara yang keras. Perancangan *Holder Mechanism* pada *Shearing Machine* yang dapat menahan sheet metal saat proses pemotongan dan setelah proses pemotongan sangat diperlukan untuk menjaga kualitas ukuran dan visual *sheet metal* serta menghilangkan suara yang keras karena material tidak langsung jatuh ke bak penampung. Pembuatan sistem kendali elektro-pneumatik digunakan sebagai sistem kendali untuk mengetahui *process improvement* pada proses pemotongan dengan menggunakan kontrol elektro-pneumatik sehingga dapat menjaga kualitas ukuran dan visual material *sheet metal* (Anditha et al., 2018).

Penelitian pada analisis kelelahan rangka sepeda baja mengacu pada ISO 4210. Rangka sepeda dievaluasi menggunakan pendekatan kekuatan lelah dan nilai tegangan nominal. Kondisi analisis sesuai dengan persyaratan keselamatan yang ditetapkan dalam standar internasional ISO 4210. Tegangan dihitung dengan menggunakan model elemen hingga yang terdiri dari elemen permukaan. Titik stres tertinggi dipilih untuk membandingkan evaluasi kelelahan yang berbeda. Penelitian ini dilakukan untuk memperkirakan umur kelelahan rangka sepeda setelah mendapatkan beban operasional dengan menggunakan uji fatik siklus tinggi yang mengacu pada ISO 4210 (Tomaszewski, 2021).

2.2 Pengenalan Bagian Rangka Sepeda

Sepeda merupakan sebuah kendaraan beroda dua atau tiga yang bekerja dengan cara mengayuh pedal dengan kaki, kendaraan ini biasa digunakan masyarakat umum karena kendaraan ini ramah lingkungan dan banyak digunakan sebagai alat transportasi maupun alat untuk berolahraga.

Sepeda terdiri dari beberapa bagian, bagian utama dari sepeda merupakan *rangka* sepeda atau rangka sepeda. Biasanya rangka sepeda terbuat dari *Steel*, *Aluminium*, *Carbon Fiber*, dan *Titanium* tergantung dari penggunaan sepeda itu sendiri. Bagian-bagian rangka sepeda dapat dilihat pada penjelasan Gambar 2-1.



Gambar 2- 1 Bagian Rangka Secara Umum
(Sumber: Akhmad, 2009)

1. *Head Tube*

Head tube merupakan bagian yang menjadi pusat kendali sepeda karena akan terhubung dengan *fork* (garpu depan) dan *steering* (stang).

2. *Down Tube*

Down tube merupakan bagian tabung bawah dari rangka sepeda yang berfungsi sebagai penghubung antara *head tube* dengan *seat tube*.

3. *Top Tube*

Top tube merupakan bagian tabung atas dari rangka sepeda yang berfungsi untuk menghubungkan *head tube* dengan *seat tube*.

4. *Bottom Bracket*

Bottom bracket merupakan bagian yang menjadi pusat dari tumpuan poros untuk *transmisi* sepeda yang dihubungkan dengan pedal sebagai penggerak sepeda.

5. *Seat Tube*

Seat tube merupakan tabung yang berfungsi sebagai masuknya *seat post*, selain itu *seat tube* berfungsi sebagai penghubung antara *chainstay* dan *seat stay*.

6. *Seat Stay*

Seat stay merupakan bagian tabung belakang atas dari *rangka* sepeda yang berfungsi untuk menghubungkan antara *rear end* dengan *seatpost*.

7. *Chain Stay*

Chain stay merupakan tabung bagian bawah belakang *rangka* sepeda yang berfungsi untuk menghubungkan antara *bottom bracket* dengan *rear end*.

8. *Rear End*

Rear end merupakan tempat menempelnya AS roda belakang yang dikencangkan diantara kedua sisinya.

2.3 Sistem Elektro-Pneumatik

Sistem elektro-pneumatik adalah sebuah cara lain dalam mengoperasikan sistem pneumatik, dimana sistem pneumatik itu sendiri adalah suatu sistem yang menggunakan media udara bertekanan untuk melakukan fungsi-fungsi gerakan. Udara yang dimampatkan memiliki tekanan sehingga dapat menghasilkan gaya dengan asumsi fluida *laminar*.

Sistem elektro-pneumatik juga diartikan sebagai sistem yang menggunakan gabungan komponen pneumatik dan elektrik, penggunaan ini didasarkan pada kebutuhan atau bertujuan untuk optimalisasi sistem (Anditha et al., 2018).

Perbedaan dari sistem pneumatik dengan sistem elektro-pneumatik yaitu pada sistem elektro-pneumatik pada bagian sinyal input, pemrosesan sinyal dan pengendali sinyal digunakan komponen elektrik atau komponen kombinasi antara pneumatik dan elektrik. Sinyal elektrik dialirkan ke kumparan yang terpasang pada katup pneumatik dengan mengaktifkan saklar, sensor ataupun saklar pembatas (*limit switch*) yang berfungsi sebagai penyambung ataupun pemutus sinyal (Sofnivagi et al., 2020). Setelah sinyal dialirkan maka akan mengaktifkan katup pengatur arah sebagai tahap akhir pada rangkaian kerja elektro-pneumatik. Sedangkan media kerja pneumatik akan mengaktifkan atau menggerakkan elemen kerja pneumatik seperti silinder yang akan menjalankan sistem (Indro, 2015).

2.4 Pengujian Fatik

Fatik atau kelelahan adalah kerusakan material yang diakibatkan oleh adanya tegangan berfluktuasi yang besarnya lebih kecil dari *Yield Strength* material yang diberikan beban konstan (Budiyanto et al., 2018). Lebih dari 90 % penyebab kegagalan mekanik adalah disebabkan oleh kelelahan (Bambang, 2010) oleh karena itu untuk mengetahui kelelahan pada suatu material maka dilakukanlah pengujian kelelahan untuk mengetahui kekuatan lelah material tersebut.

Pengujian fatik atau pengujian kelelahan adalah pengujian yang bertujuan untuk mengetahui bentuk kegagalan yang terjadi pada struktur karena beban dinamik yang berfluktuasi dibawah *Yield Strength* yang terjadi dalam waktu yang lama dan berulang-ulang (Amiruddin & Lubis, 2018). Terdapat 3 fase dalam perpatahan fatik yaitu:

1. Permulaan retak

Permulaan retak mekanisme fatik umumnya dimulai dari *crack initiation* yang terjadi di permukaan material yang lemah atau daerah dimana terjadinya konsentrasi tegangan di permukaan akibat adanya pembebanan berulang.

2. Penyebaran retak *crack initiation* ini berkembang menjadi *microcracks*. Perambatan atau perpaduan *microcracks* ini kemudian membentuk *macrocracks* yang akan berujung pada kegagalan.

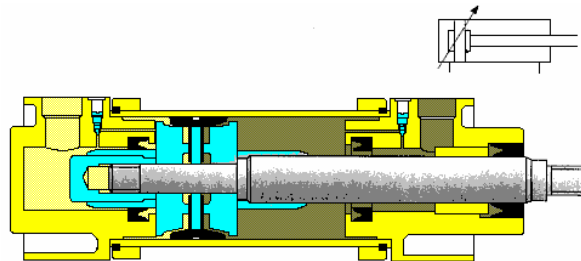
3. Perpatahan akhir

Perpatahan akhir terjadi ketika material telah mengalami siklus tegangan dan regangan yang menghasilkan kerusakan yang permanen.

2.5 Silinder kerja ganda

Silinder pneumatik kerja ganda merupakan salah satu komponen dalam sistem pneumatik. Silinder ini mendapatkan suplai udara dari dua sisi. Silinder kerja ganda memiliki batang torak (piston rod) pada satu sisi dan ada juga yang mempunyai pada kedua sisinya. Silinder pneumatik penggerak ganda akan maju atau mundur karena adanya udara bertekanan yang disalurkan ke salah satu sisi dari

dua saluran yang ada (Sugihartono,1985). Gambar 2-2 menunjukkan bagian silinder kerja ganda.



Gambar 2- 2 Silinder kerja ganda
(Sumber: Sugihartono, 1985)

2.6 Katup Solenoid

Katup solenoid atau yang biasa disebut solenoid valve merupakan adalah sebuah komponen yang digunakan untuk meneruskan udara bertekanan ke silinder. Katup solenoid biasanya digerakkan dengan suplai listrik, mempunyai kumparan sebagai penggeraknya yang berfungsi untuk menggerakkan *plunger* yang dapat digerakkan oleh suplai arus AC maupun DC. Bentuk fisik dari katup solenoid bisa dilihat pada Gambar 2-3.



Gambar 2- 3 Katup Solenoid

Katup solenoid memiliki lubang keluaran, lubang masukan, lubang jebakan udara (*exhaust*) dan lubang *inlet main*. Lubang *inlet main* mempunyai fungsi sebagai tempat udara bertekanan masuk, lubang keluaran dan lubang masukan

(*outlet port*), memiliki fungsi sebagai tempat keluarnya udara bertekanan yang terhubung ke silinder pneumatik, dan lubang jebakan udara (*exhaust*), berfungsi sebagai tempat untuk mengeluarkan udara bertekanan yang terjebak saat plunger bergerak atau berpindah posisi pada saat katup solenoid bekerja.

Katup solenoid memiliki prinsip kerja dengan koil sebagai penggerak utamanya, dimana disaat koil mendapatkan suplai tegangan maka koil akan berubah menjadi magnet sehingga plunger akan bergerak. Ketika plunger bergerak maka pada lubang keluaran dari katup solenoid akan keluar udara bertekanan yang berasal dari suplai (*service unit*) (Fadillah, 2017).

2.7 Counter

Counter merupakan salah satu komponen elektro-pneumatik yang memiliki fungsi menghitung data yang masuk dan menampilkan parameter data. *Counter* memiliki fungsi sebagai penghitung data yang masuk sekaligus pemutus rangkaian. *Counter* sebagai pemutus akan aktif ketika data yang diinginkan sudah tercapai, *counter* biasa dihubungkan dengan beberapa sensor *limit switch* seperti, *proximity sensor*, *magnetic switch* dan lain sebagainya. Bentuk fisik counter bisa dilihat pada Gambar 2-4.



Gambar 2- 4 Counter

2.8 Magnetic Limit Switch

Magnetic limit switch adalah salah satu jenis saklar pembatas yang dirancang hanya untuk beroperasi ketika batas yang sudah ditentukan sebelumnya sudah dicapai. Saklar ini sering digunakan pada rangkaian pengendali dari mesin

yang memproses untuk peraturan *starting* dan *stopping* atau pembalikan keadaan awal (Fadillah, 2017). Saklar limit dapat berkerja pada tekanan yang kecil pada pengoprasian yang memungkinkan untuk memiliki sensitivitas yang besar. Bentuk fisik magnetic limit switch dapat dilihat pada Gambar 2-5.



Gambar 2- 5 Magnetic Limit Switch

2.9 Besi UNP

Besi UNP merupakan besi yang berbentuk melengkung seperti huruf U, besi UNP juga biasa disebut sebagai besi kanal U, U-channel, dan profil U. Besi UNP diklasifikasikan sesuai dengan ukuran menjadi beberapa jenis. Klasifikasi besi UNP dapat dilihat pada Gambar 2-6.

UNP
Product Specifications
Hot Rolled

Standard Sectional Dimensions				Section Area	Unit Weight	Center of Gravity	Geometrical Moment of Inertia				Radius of Gyration		Modulus of Section	
A x B	t ₁	t ₂	A	W	C _y	I _x	I _y	I _x	I _y	L _x	L _y	Z _x	Z _y	
mm x mm	mm	mm	cm ²	kg/m	cm	cm ⁴	cm ⁴	cm ⁴	cm ⁴	cm	cm	cm ³	cm ³	
75 x 40	5	7	8.818	6.92	1.27	75.9	12.4	2.93	1.19	20.2	4.54			
100 x 50	5	7.5	11.92	9.36	1.55	189	26.9	3.98	1.5	37.8	7.82			
125 x 65	6	8	17.11	13.4	1.94	425	65.5	4.99	1.96	68	14.4			
150 x 75	6.5	10	23.71	18.6	2.31	864	122	6.04	2.27	115	23.6			
150 x 75	9	12.5	30.59	24	2.31	1050	147	5.86	2.19	140	28.3			
180 x 75	7	10.5	27.2	21.4	2.15	1380	137	7.13	2.24	150	25.5			
200 x 70	7	10	26.92	21.1	1.85	1620	113	7.77	2.04	162	21.8			
200 x 80	7.5	11	31.33	24.6	2.24	1950	177	7.89	2.38	195	30.8			
200 x 90	8	13.5	38.65	30.3	2.77	2490	286	8.03	2.72	249	45.9			
250 x 90	9	13	44.07	34.6	2.43	4180	306	9.74	2.64	335	46.5			
250 x 90	11	14.5	51.17	40.2	2.39	4690	342	9.57	2.58	375	51.7			
300 x 90	10	15.5	55.74	43.8	2.33	7400	373	11.5	2.54	494	56			
300 x 90	12	16	61.9	48.6	2.25	7870	391	11.3	2.51	525	57.9			
380 x 100	10.5	16	69.39	54.5	2.41	14500	557	14.5	2.83	762	73.3			
380 x 100	13	16.5	78.96	62	2.29	15600	584	14.1	2.72	822	75.8			
380 x 100	13	20	85.71	67.3	2.5	17600	671	14.3	2.8	924	89.5			

Gambar 2- 6 Klasifikasi besi UNP
(Katalog Produk PT. Gunung Garuda, 2017)

2.10 Festo fluidsim

Festo Fluidsim adalah perangkat lunak yang komprehensif untuk penciptaan, simulasi, intruksi, studi elektro motor, elektro hidrolis, dan sirkuit

digital. Festo fluidsim menyatukan diagram sirkuit editor intuitif dengan deskripsi rinci dari semua komponen, komponen foto, animasi tampilan sectional, dan video terurut (Saputra et al., 2022).

Fluid simulator (Fluidsim) memiliki fungsi menggambar rangkaian sistem kontrol dan mendemokan simulasi aliran fluida khususnya untuk aliran angin baik pneumatik maupun elektro-pneumatik. Sebelum melaksanakan pemasangan komponen kontrol, hendaknya terlebih dahulu membuat gambar rangkaian kontrol dan rangkaian utama kemudian disimulasikan menggunakan aplikasi Festo Fluidsim agar bisa diketahui apakah rangkaian tersebut bisa berjalan dengan baik dan benar atau tidak (Isna, 2019). Software ini dikembangkan oleh *Festo Didactic*. *Software* ini memiliki 2 jenis, yaitu hidrolik dan pneumatik.

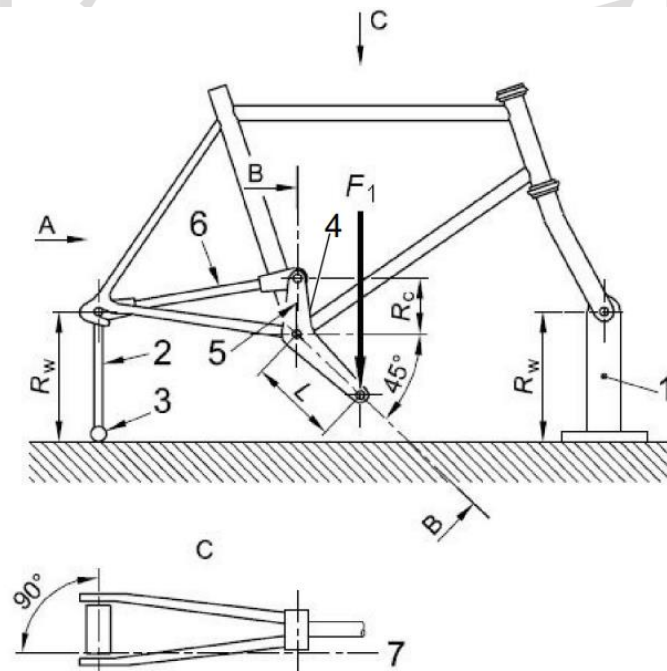
2.11 Solidworks 2019

Solidworks merupakan sebuah aplikasi CAD (*Computer Aided Design*), CAM (*Computer Aided Manufacture*) dan CAE (*Computer Aided Engineering*) yang di kembangkan oleh Perusahaan *Dassault Systèmes*. *Solidworks* merupakan aplikasi yang berfungsi sebagai wadah para *engineer* dalam membantu proses mendesain, dimulai dari pembuatan komponen, *drawing* dan *assembly*. Selain itu di dalam *solidworks* juga disediakan analisis sebagai penunjang dalam pembuatan desain diantaranya adalah *motion analysis*, *static analysis*, *thermal analysis*, *flow analysis* dan lain sebagainya.

2.12 Standar Pengujian ISO 4210-6

Standar pengujian ISO (*International Standardization Organization*) adalah standar resmi dunia yang di berlakukan di seluruh dunia, ISO didirikan dari wakil-wakil dari badan standarisasi nasional setiap negara. Standar pengujian ISO 4210-6 untuk rangka sepeda adalah standar pengujian dari komponen sepeda dengan tujuan agar produk sepeda yang dihasilkan mempunyai lifetime pemakaian yang lama serta memiliki durabilitas yang aman saat digunakan. Pada standar ISO 4210-6 dibagi menjadi beberapa 3 bagian tentang pengujian fatik rangka sepeda, salah satunya bagian *bottom bracket*.

Pengujian rangka sepeda akan diberikan pada arah gaya *pedaling*, dimana pada pengujian bagian pedal untuk bagian *fork* dan *rear end* di *fix* untuk menghindari pergeseran pada saat pengujian (TBIS, 2019). Pengujian *fatigue test with pedaling force* berfungsi untuk mengetahui apakah rangka dapat menahan beban fatik yang disebabkan oleh gaya tekan pada pedal. Parameter pengujian bisa dilihat dari bentuk visual apakah terjadi retak ataupun patah pada rangka (ISO, 2014). Standar ini menjelaskan diantaranya penempatan posisi gaya, pembuatan dudukan pengganti dan besar gaya yang digunakan. Dimana gaya yang digunakan sebesar 1.200 N dengan 100.000 siklus untuk dua buah silinder. Skema pengujian bisa dilihat pada Gambar 2-7.

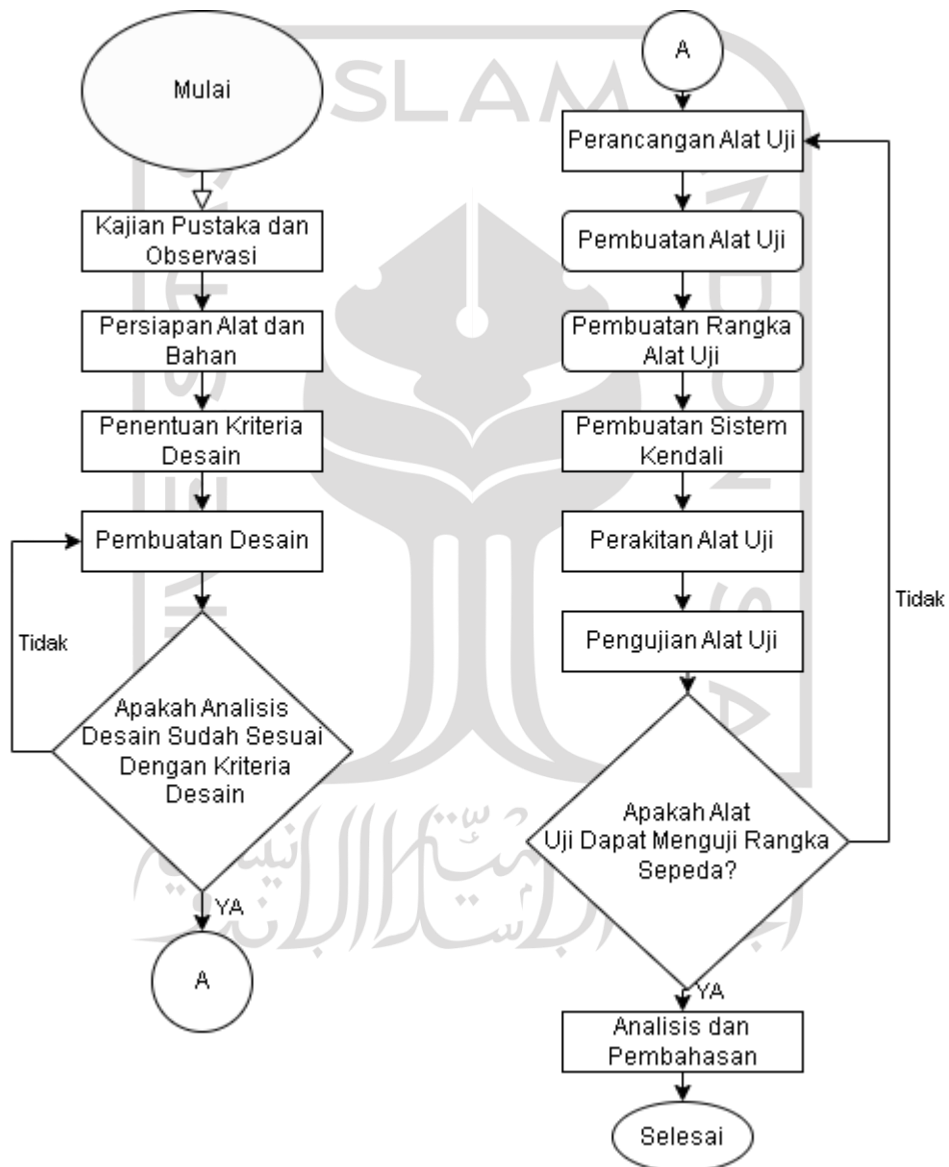


Gambar 2- 7 *Fatigue Test With Pedaling Force*

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Tahapan pelaksanaan perancangan dan pembuatan ditunjukkan pada gambar 3-1.



Gambar 3-1 Alur Penelitian

3.2 Peralatan dan Bahan

Perancangan ini memerlukan peralatan dan bahan yang digunakan untuk menunjang proses perancangan alat.

1. Komputer

Komputer digunakan untuk proses desain, simulasi program elektro-pneumatik dan pembuatan laporan tugas akhir. Gambar 3-2 menunjukkan spesifikasi komputer.

Intel i5 gen 9
Mobo aorus b460
VGA GTX 1650 super ddr4
Ram hyper x fury 32 gb
Psu Crossair cv550
Monitor armagedon 24 inch slim
SSD 1tb samsung

Gambar 3-2 Spesifikasi Komputer

2. *Software Fluidsim*

Proses perancangan sistem kendali, proses pembuatan dan simulasi program elektro-pneumatik menggunakan *software fluidsim*. Gambar 3-3 menunjukkan *Software Fluidsim*.



Gambar 3-3 *Software Fluidsim*

3. Mesin Las

Mesin las rhino SMAW dengan daya 120A-450W digunakan untuk proses pengelasan besi yang akan digunakan pada proses perancangan ini. Mesin las yang digunakan bisa dilihat pada Gambar 3-4.



Gambar 3-4 Mesin Las

4. Mesin Frais

Mesin frais digunakan untuk mengurangi ketebalan besi yang akan digunakan pada proses perancangan ini. Mesin frais yang digunakan bisa dilihat pada Gambar 3-5.



Gambar 3-5 Mesin frais

5. Mesin Bubut

Mesin bubut digunakan untuk mengurangi ketebalan besi yang akan digunakan pada proses perancangan ini. Mesin bubut yang digunakan bisa dilihat pada Gambar 3-6.



Gambar 3-6 Mesin Bubut

6. Mesin *Drilling*

Mesin *drilling* digunakan untuk melubangi besi yang akan digunakan pada proses perancangan ini. Mesin *drilling* yang digunakan bisa dilihat pada Gambar 3-7.



Gambar 3-7 Mesin Drill

7. Mistar Siku

Mistar siku digunakan untuk membuat garis bantu yang presisi sebelum proses pemotongan mistar siku yang digunakan bisa dilihat pada Gambar 3-8.



Gambar 3- 8 Mistar Siku

8. Meteran

Meteran digunakan untuk menghitung dimensi dari besi yang dibutuhkan. Meteran yang digunakan bisa dilihat pada Gambar 3-9.



Gambar 3- 9 Meteran

9. Spidol

Spidol digunakan untuk memberikan garis sebelum pemotongan atau pengeboran. Spidol yang digunakan bisa dilihat pada Gambar 3-10.



Gambar 3- 10 Spidol

10. Magnet Siku

Digunakan untuk mensejajarkan besi saat proses pengelasan. Magnet siku yang digunakan bisa dilihat pada Gambar 3-11.



Gambar 3- 11 Magnet Siku

11. Gerinda Tangan

Gerinda tangan digunakan untuk memotong material besi UNP dan plat besi yang akan digunakan. Gerinda tangan yang digunakan bisa dilihat pada Gambar 3-

12.



Gambar 3- 12 Gerinda Tangan

12. Jangka Sorong

Jangka sorong digunakan untuk menghitung dimensi yang dibutuhkan. Jangka sorong yang digunakan bisa dilihat pada Gambar 3-13.



Gambar 3- 13 Jangka Sorong

13. Besi UNP

Besi UNP digunakan sebagai bagian utama rangka alat uji rangka sepeda. Besi UNP yang digunakan bisa dilihat pada Gambar 3-14.



Gambar 3- 14 Besi UNP

14. Plat Besi 8 mm

Plat Besi digunakan sebagai material untuk membuat dudukan custom pedal. Plat besi yang digunakan bisa dilihat pada Gambar 3-15.



Gambar 3- 15 Plat Besi

15. Silinder Pneumatik

Silinder pneumatik digunakan sebagai actuator penggerak alat uji rangka sepeda. Silinder pneumatik yang digunakan bisa dilihat pada Gambar 3-16.



Gambar 3- 16 Silinder Pneumatik

16. Katup Solenoid 5/2

Katup solenoid 5/2 digunakan untuk mengatur maju mundurnya silinder pneumatik. Katup solenoid yang digunakan bisa dilihat pada Gambar 3-17.



Gambar 3- 17 Katup Selenoid 5/2

17. Counter Autonics CT4S-1p4

Counter autonics digunakan sebagai output digital layar sekaligus untuk penghitung siklus pada saat pengujian. Counter Autonics CT4S-1p4 yang digunakan bisa dilihat pada Gambar 3-18.



Gambar 3- 18 Counter Autonics

18. Air Unit Pneumatik

Air unit digunakan untuk mengatur tekanan yang masuk dari kompresor. *Air unit pneumatik* yang digunakan bisa dilihat pada Gambar 3-19.



Gambar 3- 19 Air unit Pneumatik

19. Kompresor

Kompresor 10 bar digunakan untuk energi utama dalam menjalankan silinder pneumatik. Kompresor yang digunakan bisa dilihat pada Gambar 3-20.



Gambar 3- 20 Kompresor

20. *Magnetic Switch*

Magnetic switch digunakan sebagai sensor untuk maju mundurnya silinder pneumatik. *Magnetic switch* yang digunakan bisa dilihat pada gambar 3-21.



Gambar 3- 21 *Magnetic Switch*

21. Kabel

Kabel 0,75 digunakan sebagai penghubung antara komponen elektrik di alat uji rangka sepeda. Kabel yang digunakan bisa dilihat pada Gambar 3-22.



Gambar 3- 22 Kabel

22. Selang Pneumatik

Selang pneumatik ukuran 8 digunakan sebagai penghubung antara air unit dengan komponen pneumatik pada alat uji rangka sepeda. Selang pneumatik yang digunakan bisa dilihat pada Gambar 3-23.



Gambar 3- 23 Selang Pneumatik

23. *Power Supply* 24 VDC

Power supply 24 VDC digunakan sebagai catu daya dari komponen elektrik pada alat uji rangka sepeda. *Power supply* yang digunakan bisa dilihat pada Gambar 3-24.



Gambar 3- 24 *Power Supply*

24. Rangka Sepeda

Rangka sepeda digunakan sebagai sampel pengujian. Rangka sepeda yang digunakan bisa dilihat pada Gambar 3-25.



Gambar 3- 25 Rangka Sepeda

3.3 Kriteria Desain

Kriteria desain yang dibuat agar produk perancangan sesuai dengan tujuan sebagai berikut:

1. Alat uji bisa melakukan pengujian sebanyak 50.000 siklus untuk satu silinder pneumatik, sehingga untuk dua silinder dilakukan dengan total 100.000 siklus.
2. Bagian desain panel kontrol alat uji dibuat mudah dijangkau sehingga mempermudah operator dalam mengoperasikan alat uji.
3. Alat uji dapat menguji jenis sepeda seperti *MTB*, *Road Bike*, dan *City Bike*.
4. Alat uji mengacu pada standar ISO 4210-6.
5. Silinder pneumatik menghasilkan gaya dorong sebesar 1200 N.

3.4 Observasi Pra Perancangan

Observasi Perancangan dilakukan sebelum pembuatan alat, hal ini untuk mempermudah pada proses pembuatan berlangsung dimana diantaranya pada tahap ini, mengumpulkan beberapa informasi terkait tugas perancangan yang akan di buat diantaranya, bentuk desain alat uji yang akan dibuat, mekanisme yang diaplikasikan dalam alat perancangan, kontroler yang akan digunakan, dan bahan-bahan yang akan digunakan pada proses perancangan, dimensi alat uji, serta penempatan gaya yang akan digunakan pada alat uji yang mengacu pada standar ISO 4210-6, hal ini bertujuan agar alat ini dapat berjalan dengan baik sesuai dengan standar yang dijadikan acuan.

3.5 Perancangan Desain

Langkah pertama pada proses perancangan ini yaitu perancangan desain. Di dalam perancangan desain hal pertama yang dilakukan yaitu observasi dalam menentukan desain alat kedepannya, mulai dari bentuk alat, mekanisme, berikut adalah langkah dari perancangan desain:

1. Pengumpulan data dimensi dari 3 jenis rangka sepeda sebagai acuan dimensi alat uji.
2. Pembuatan sketsa gambar.

3. Pembuatan desain menggunakan *software solidworks*.
4. Proses perakitan dari beberapa komponen desain.
5. Proses analisis desain alat uji untuk mengetahui kekuatan dari alat uji

3.6 Pemilihan kontroler

Proses perancangan tugas akhir dibutuhkan sistem kendali untuk melakukan pengujian fatik rangka sepeda. Alternatif yang digunakan dalam membuat sistem kendali yaitu sistem pneumatik dan elektro-pneumatik. Sistem kendali yang menggunakan fluida angin dibutuhkan dalam proses pengujian fatik karena pengujian fatik sepeda sendiri menggunakan silinder pneumatik yang menggunakan daya fluida angin dengan siklus yang panjang.

3.7 Pemilihan Silinder Pneumatik

Proses pemilihan silinder dilakukan dengan melakukan perhitungan dengan persamaan tekanan. Dimana diketahui bahwa gaya yang dibutuhkan pada pengujian bottom bracket adalah 1.200 N sedangkan tekanan yang digunakan dari kompresor sebesar 5 bar. Sehingga dengan diketahui gaya dan tekanan yang dibutuhkan maka diameter silinder yang dibutuhkan dapat dicari menggunakan persamaan (3.1).

$$P = \frac{F}{A} \quad (3.1)$$

3.8 Pembuatan Alat

3.8.1 Pembuatan Rangka Alat Uji

Pada proses pembuatan rangka alat uji dilakukan beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Persiapan alat dan bahan.

2. Pemotongan besi UNP sesuai dengan dimensi yang ditetapkan.
3. Pengelasan besi UNP sesuai desain yang ditetapkan.
4. Pembuatan dudukan pengganti pedal.
5. Pembuatan tempat untuk kontroller dan panel kontrol
6. Proses pengecatan.

3.8.2 Perancangan Kontroller

Pada proses pembuatan kontroller alat uji dilakukan beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Simulasi pada *software fluidsims*.
2. Persiapan bahan.
3. Pembuatan diagram elektro-pneumatik.
4. Perakitan kontroller elektro-pneumatik.
5. Percobaan kontroller elektro-pneumatik.

3.9 Perakitan alat uji

Setelah rangka alat uji dan kontroller selesai dibuat, pada proses selanjutnya dilakukan perakitan alat uji dengan pemasangan kontroller dalam rangka uji serta komponen pendukung lainnya, berikut langkah-langkahnya:

1. Persiapan seluruh bahan dan perlengkapan.
2. Pemasangan rangka sepeda sebagai sampel yang akan diuji.
3. Pemasangan dudukan pengganti pedal yang telah dibuat pada *bottom bracket*.
4. Pemasangan kontroller elektro-pneumatik pada alat uji.

3.10 Pengujian alat uji

Setelah alat uji dirakit maka selanjutnya dilakukan pengetesan untuk mengetahui apakah alat uji bisa berjalan dengan baik dan bisa menguji rangka sepeda sesuai dengan standar ISO 4210-6. Dimana terdapat beberapa parameter untuk memenuhi alat uji rangka sepeda, berikut parameternya;

1. Alat uji mampu menguji rangka sepeda dengan gaya 1.200 N

2. Pengujian dilakukan dengan total 100.000 siklus.



BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Observasi

Observasi dilakukan untuk mencari data-data yang dibutuhkan terkait dengan perancangan dan pembuatan alat uji fatik rangka sepeda bagian *bottom bracket*. Data yang terkait pengujian fatik rangka sepeda pada bagian *bottom bracket* yang ada pada standar ISO 4210-6 bisa dilihat pada Tabel 4-1.

Tabel 4-1 Gaya dan Siklus Pengujian

Jenis Sepeda	<i>City Bike</i>	<i>Road Bike</i>	<i>MTB</i>
Gaya, F1	1.000 N	1.000 N	1.200 N
Jumlah Siklus	100.000	10.000	10.000

Tahap selanjutnya yaitu mencari data tekanan kompresor yang tersedia di Laboratorium Proses Produksi Teknik Mesin, Universitas Islam Indonesia untuk menghitung diameter silinder pneumatik yang akan digunakan. Kompresor yang tersedia di laboratorium mempunyai tekanan sebesar 10 bar. Kemudian proses selanjutnya yaitu mencari data tentang ukuran rangka sepeda yang sudah ditentukan yaitu sepeda *City Bike*, *Road Bike*, dan *Mountain Bike* digunakan sebagai acuan dalam pembuatan dimensi alat uji. Data dari ukuran rangka sepeda bisa dilihat pada Tabel 4-2.

Tabel 4-2 Perbandingan Ukuran *Wheelbase* Rangka Sepeda

Ukuran	<i>MTB</i>	<i>Road Bike</i>	<i>City Bike</i>
XS	1.009 mm	1.001 mm	1.072 mm
X	1.112 mm	1.001 mm	1.089 mm
M	1.112 mm	1.005 mm	1.014 mm
L	1.115 mm	1.016 mm	-
XL	1.130 mm	1.026 mm	-

Pembuatan sistem kendali pada alat uji ini digunakan untuk menjalankan alat uji fatik dimana dalam pembuatan alat uji ini menggunakan dua alternatif sistem kendali. Sistem kendali pneumatik dan sistem kendali elektro-pneumatik. Dari dua alternatif sistem kendali tersebut mempunyai kelebihan dan kekurangan masing-masing yang bisa dilihat pada Tabel 4-3.

Tabel 4-3 Perbandingan Pneumatik dan Elektro-pneumatik

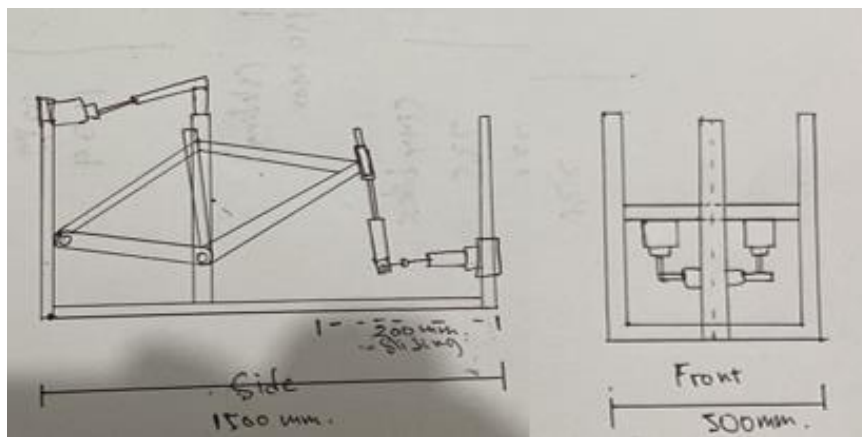
Parameter	Pneumatik	Elektro-pneumatik
Kelebihan	<ul style="list-style-type: none"> - Tidak memerlukan komponen elektrik - Pemasangan mudah - Penggunaan komponen yang lebih sedikit - Ringkas 	<ul style="list-style-type: none"> - Data yang di dapatkan lebih tepat - Pengoprasian lebih mudah - alternatif sensor pembaca data yang lebih banyak - Komponen mudah didapatkan
Kekurangan	<ul style="list-style-type: none"> - Data yang di dapat kurang tepat - Komponen relatif lebih mahal - Pilihan Sensor pembaca yang sedikit - jika akan di kembangkan untuk pilihan alternatif nya sedikit 	<ul style="list-style-type: none"> - Pemasangan yang sedikit lebih rumit - Lebih banyak komponen yang digunakan - Membutuhkan catu daya tambahan

Observasi dan studi literatur selesai dilakukan kemudian dilanjutkan dengan perancangan dan pembuatan alat sesuai dengan kriteria desain yang telah dibuat.

4.2 Hasil Perancangan

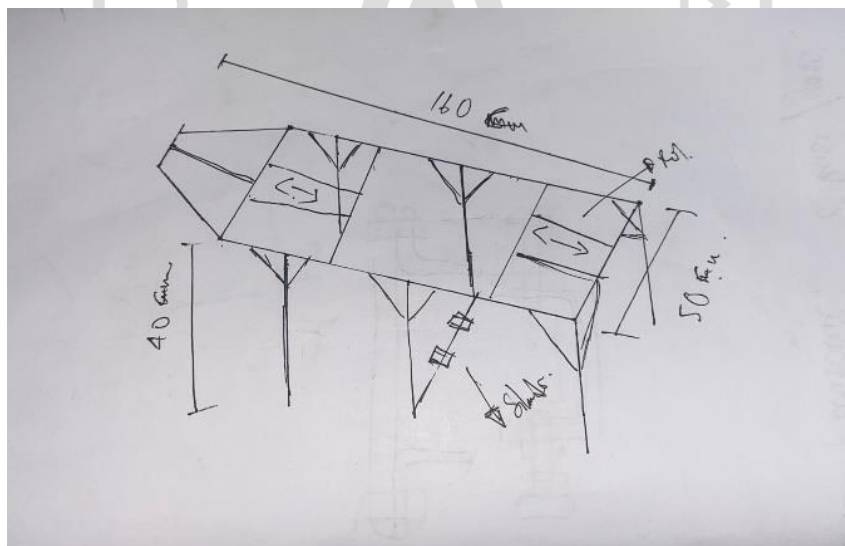
4.2.1 Hasil Perancangan Desain

Tahap selanjutnya setelah dilakukan pengumpulan data dari ukuran rangka sepeda dari 3 jenis sepeda yang berbeda maka dilanjutkan dengan pembuatan sketsa alat uji. Hasil pembuatan sketsa mempunyai panjang 150 cm dengan lebar 50 cm. Sketsa desain pertama bisa dilihat pada Gambar 4-1.



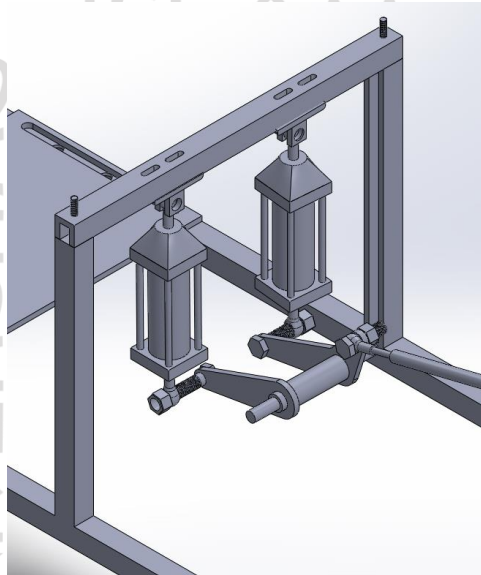
Gambar 4-1 Sketsa Desain 1

Hasil dari sketsa desain pertama dipertimbangkan kembali dengan melihat kenyamanan pengoprasian alat, dan kekuatan struktur alat. Sehingga dibuatlah sketsa desain kedua dengan dimensi panjang 160 cm lebar 50 cm dan tinggi 40 cm. Sketsa desain bisa dilihat pada Gambar 4-2.

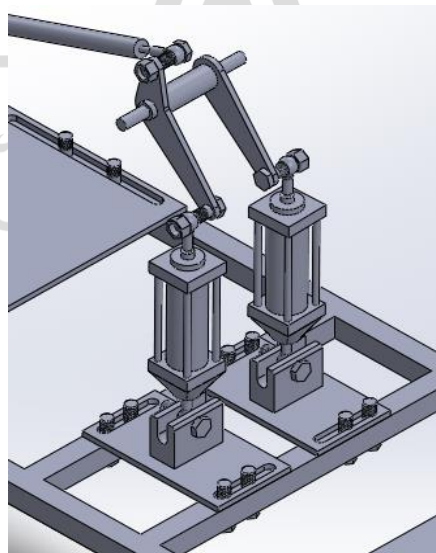


Gambar 4-2 Sketsa Desain 2

Tahapan selanjutnya setelah sketsa desain dilakukan maka dilanjutkan dengan pembuatan desain 3D menggunakan *software solidworks*, dalam proses perancangan desain didapatkan beberapa alternatif desain yang mempunyai mekanisme dan cara penggunaan yang berbeda. Alternatif desain digunakan agar pada saat proses perancangan mendapatkan desain yang terbaik sesuai dengan standar yang ditentukan. Gambar 4-3 merupakan alternatif desain 1 sedangkan Gambar 4-4 merupakan alternatif desain 2.

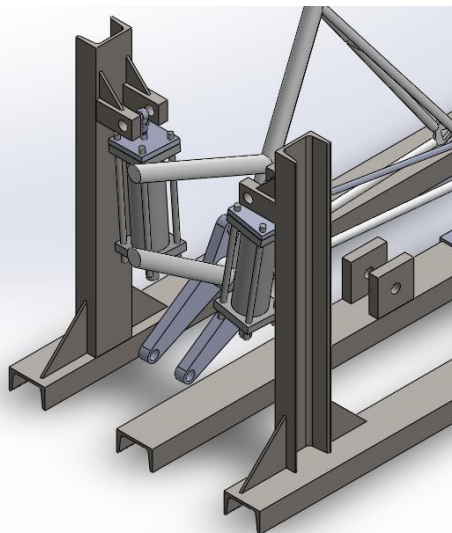


Gambar 4-3 Alternatif Desain 1

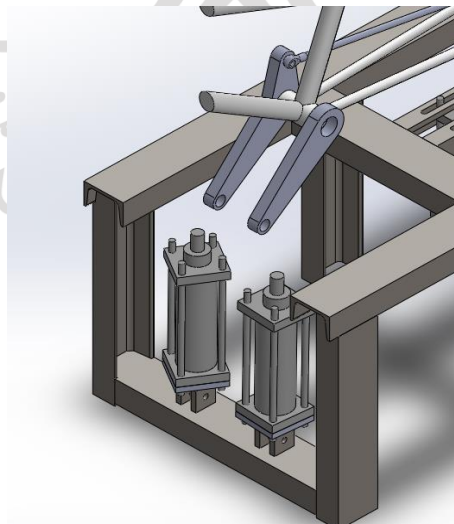


Gambar 4-4 Alternatif Desain 2

Pembuatan alternatif desain mengalami beberapa pengembangan antara alternatif desain 1 dan alternatif desain 2 dimana pada alternatif desain 1 posisi silinder masih berada diatas namun dengan posisi dudukan silinder pneumatik berada di bagian kanan dan kiri besi UNP, sedangkan pengembangan untuk alternatif desain kedua posisi silinder tetap berada dibawah namun, posisi dudukan silinder pneumatik menjadi satu dengan kaki-kaki rangka alat uji yang berada di tengah. Pengembangan alternatif desain 1 bisa dilihat pada Gambar 4-5, dan pengembangan alternatif desain 2 bisa dilihat pada Gambar 4-6.



Gambar 4-5 Pengembangan Alternatif Desain 1



Gambar 4-6 Pengembangan Alternatif Desain 2

Kelebihan dan kekurangan masing-masing alternatif desain dapat dilihat pada Tabel 4-4.

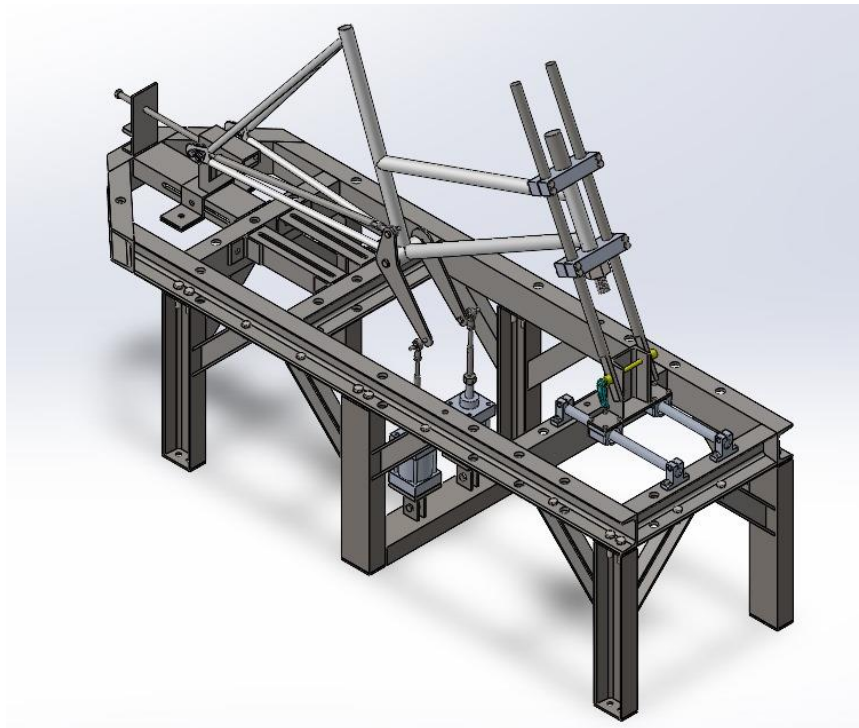
Tabel 4-4 Perbandingan Alternatif Desain

Parameter	Alternatif Desain 1	Alternatif Desain 1
Kelebihan	<ul style="list-style-type: none"> - Pemasangan lebih mudah karena silinder pneumatik berada di atas - Desain Lebih ringkas - Penggunaan material yang lebih sedikit 	<ul style="list-style-type: none"> - Struktur lebih kokoh - Gerakan silinder tidak akan membuat alat uji menjadi bergetar karena menyatu dengan kaki rangka alat uji. - Desain ringkas dan proporsional - Bisa dibongkar pasang
Kekurangan	<ul style="list-style-type: none"> - Gerakan silinder bisa membuat tiang penyangga mengalami deformasi bentuk jika terus mengalami gaya balik dari silinder pneumatik - Jika di tambahkan support pada bagian atas akan mempersulit proses pemasangan rangka sepeda. - Tidak bisa di bongkar pasang 	<ul style="list-style-type: none"> - Membutuhkan material besi UNP yang lebih banyak - Pemasangan sedikit lebih sulit karena posisi silinder berada di bawah

Hasil dari perancangan desain yang dipilih adalah alternatif desain 2. Hal ini dipilih karena mempertimbangkan kelebihan dan kekurangan pada masing-masing alternatif desain. Selain itu, dalam pengujian fatik rangka sepeda pada bagian *bottom bracket* membutuhkan struktur yang kuat untuk meredam gaya yang dihasilkan oleh pergerakan silinder pneumatik, karena alternatif desain 2 yang

memiliki struktur alat lebih kokoh karena posisi dudukan silinder pneumatik yang langsung terhubung dengan rangka utama alat uji.

Alternatif desain 2 juga mempunyai kelebihan lain yaitu dapat dibongkar pasang, hal ini akan memudahkan user jika ingin memindahkan alat uji ketempat lain mengingat alat uji yang terbilang berat karena menggunakan besi UNP dengan material aisi 1020 sebagai bahan utama. Desain akhir dari alternatif desain 2 dapat dilihat pada Gambar 4-7.

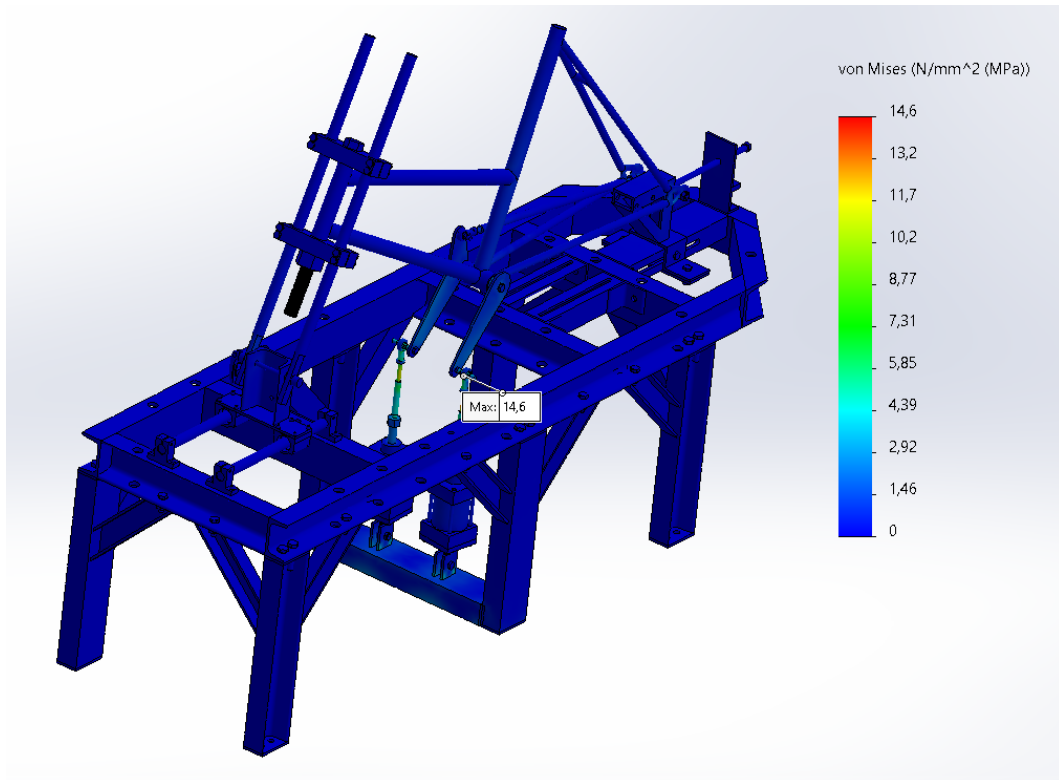


Gambar 4-7 Desain Akhir Alternatif Desain 2

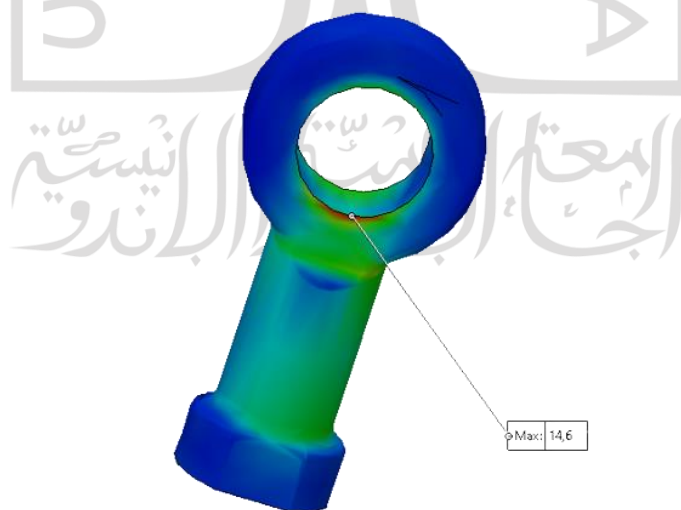
4.2.2 Hasil Analisis Kekuatan Struktur

Analisis kekuatan struktur dilakukan setelah pembuatan desain menggunakan software 3D desain dilakukan. Hal ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui kemampuan dari alat yang dirancang ketika menerima besar gaya tolak yang telah ditentukan berdasarkan standar ISO 4210-6 yaitu sebesar 1.200 N, material yang digunakan pada rangka alat uji ini yaitu AISI 1020 atau baja karbon rendah. Penggunaan material AISI 1020 ini dipilih karena memiliki tegangan luluh dari material ini cukup besar dengan tegangan luluh sebesar 350 MPa. Gambar 4-8

merupakan hasil *Stress Analysis* dari alat uji fatik rangka sepeda dengan material AISI 1020. Gambar 4-9 merupakan titik tertinggi terjadi nya tegangan.

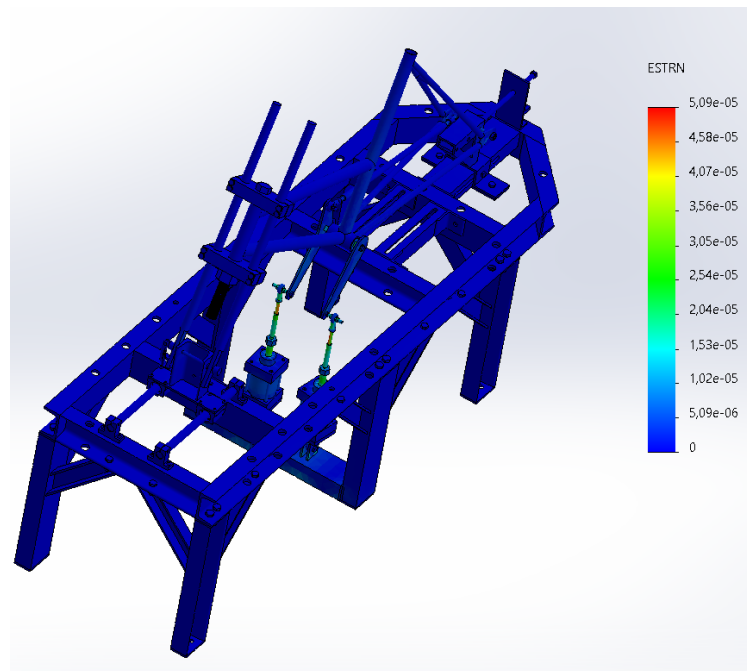


Gambar 4-8 Hasil *Stress Analysis* Alat Uji Fatik Rangka Sepeda

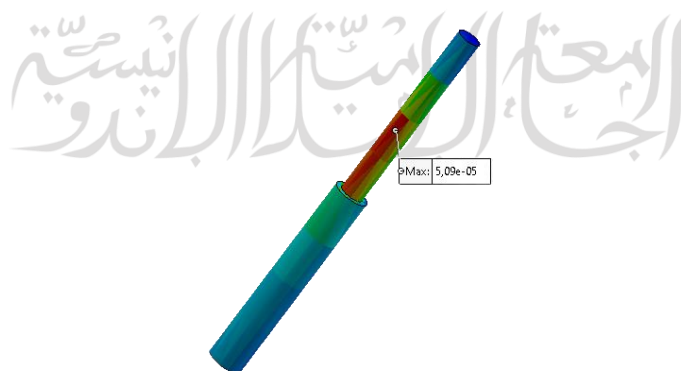


Gambar 4-9 Titik Tertinggi Terjadinya Tegangan pada *Rod End*

Hasil dari analisis kekuatan struktur tegangan didapatkan bahwa kekuatan struktur rangka alat uji tegangan maksimal yang terjadi pada rangka alat uji sebesar 14,6 MPa dan titik tertinggi berada pada bagian *rod end bearing* pneumatik yang terhubung ke dudukan pedal. Hasil ini menunjukkan bahwa rangka alat uji yang dibuat masih aman dan mampu menerima gaya tolakan yang dihasilkan oleh silinder pneumatik. Hasil dari analisis regangan bisa dilihat pada Gambar 4-10. Titik tertinggi dari hasil analisis regangan bisa dilihat pada Gambar 4-11.

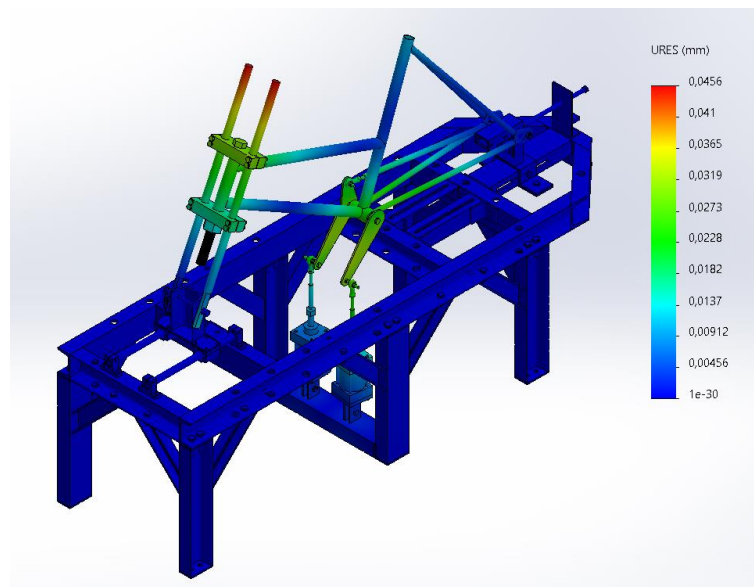


Gambar 4-10 Hasil *Strain Analysis* Alat Uji *Fatig Rangka* Sepeda

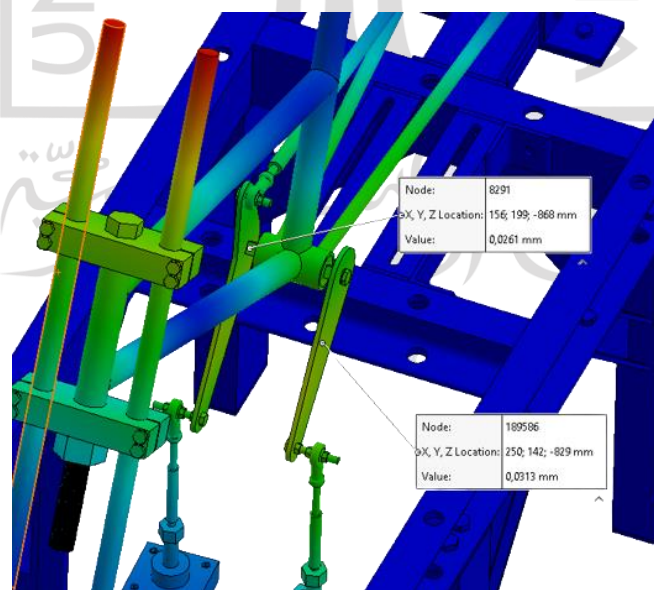


Gambar 4-11 Titik Tertinggi Terjadinya Regangan pada Dudukan *Rod End*

Hasil dari analisis kekuatan struktur regangan didapatkan bahwa kekuatan struktur rangka alat uji regangan maksimal yang terjadi pada rangka alat uji sebesar 0,00005 dan titik tertinggi berada pada bagian dudukan silinder pneumatik yang terhubung ke *rod end bearing*. Sedangkan untuk hasil analisis perubahan bentuk (*displacement*) pada alat uji rangka fatik sepeda bisa dilihat pada Gambar 4-12. Dan titik tertingginya bisa dilihat pada Gambar 4-13.



Gambar 4-12 Hasil *Displacement Analysis* Alat Uji Fatik Rangka Sepeda



Gambar 4-13 Terjadinya Perubahan Bentuk pada Dudukan Pedal

Perubahan bentuk yang terjadi setelah analisis berfokus pada bagian bracket pedal dikarenakan pada bagian ini terjadi penerusan gaya dari silinder sehingga perubahan bentuk yang terjadi sebesar 0,0313 mm. perubahan bentuk yang terjadi masih tergolong rendah sehingga kondisi material bisa dinyatakan dalam kondisi normal karena perubahan bentuk yang terjadi tidak terlalu besar.

4.2.3 Hasil Perancangan Diameter Silinder Pneumatik

Hasil dari pemilihan silinder yang telah dilakukan yaitu dengan menghitung menggunakan rumus tekanan. Dikarenakan gaya yang dibutuhkan dan tekanan yang digunakan diketahui masing-masing 1.200 N dan 5 bar bisa digunakan untuk mencari diameter silinder. Sebelum dimasukkan kedalam persamaan 3.1 gaya harus dikonversikan dahulu menjadi kgf sehingga mendapatkan hasil 122,36 kgf. Perhitungan untuk pemilihan diameter silinder bisa dilihat sebagai berikut.

$$P = \frac{F}{A}$$

$$A = \frac{F}{P}$$

$$\frac{1}{4} \pi D^2 = \frac{F}{P}$$

$$\frac{1}{4} \pi D^2 = \frac{122,36}{5}$$

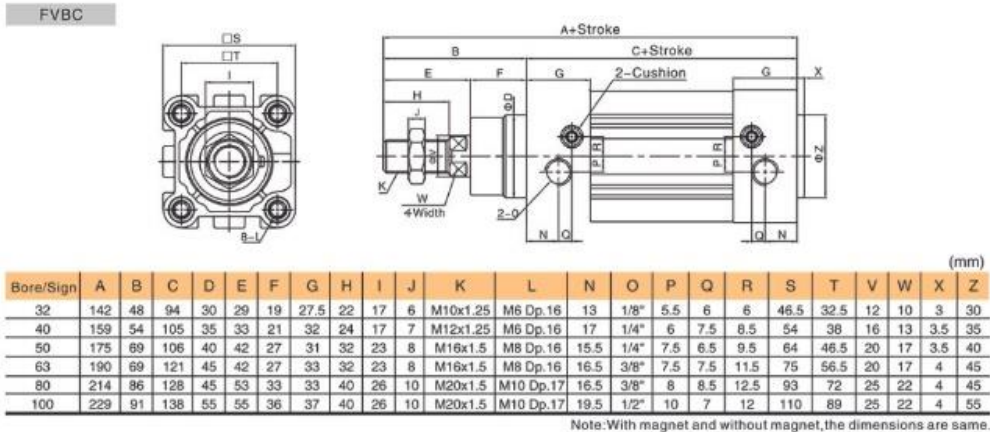
$$\frac{1}{4} \pi D^2 = 24,472$$

$$D = \sqrt{24,472 \times \frac{4}{\pi}}$$

$$D = 5,58 \text{ cm}$$

Setelah melakukan perhitungan mendapatkan hasil 5,58 cm namun, mengingat ketersediaan stok silinder pneumatik dengan diameter 5,58 cm tidak tersedia maka diambilah silinder dengan diameter terdekat dari hasil yang telah dihitung, yaitu silinder pneumatik diameter 6,3 cm dengan *stroke* 7,5 cm melihat dari katalog silinder pneumatik pada Gambar 4-14.

Main Dimension



Gambar 4-14 Katalog Silinder Pneumatik
(Sumber Produk PT. EMC,2019)

4.2.4 Hasil Perancangan Kontroler

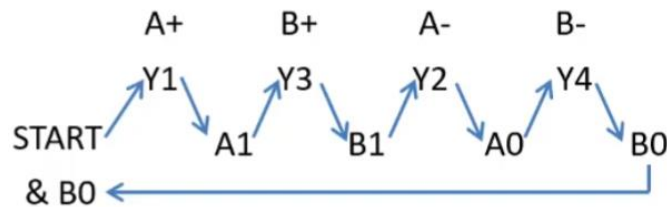
Hasil dari pemilihan kontroler yang digunakan untuk kontrol dalam menjalankan alat uji rangka yaitu elektro-pneumatik. Kontroler elektro-pneumatik dipilih karena memiliki banyak kelebihan dibandingkan dengan pneumatik itu sendiri. Data yang dihasilkan dengan menggunakan elektro-pneumatik jauh lebih akurat dan juga untuk pengoprasian alat uji yang lebih mudah, serta komponen-komponen yang digunakan cenderung mudah didapatkan dipasaran.

Kontroler elektro-pneumatik yang digunakan pada alat uji menggunakan 2 buah silinder ganda sebagai aktuator, katup 5/2 sebagai pengatur maju mundurnya silinder, dan *magnetic switch* sebagai penerima data sebagai pemicu maju mundurnya silinder pneumatik. Selain itu, pada perancangan ini digunakan Counter Ct4s-1p4 sebagai penghitung data siklus yang dihasilkan dari pergerakan silinder yang akan ditampilkan pada layar LCD. Counter Ct4s-1p4 bisa dilihat pada Gambar 4-15.



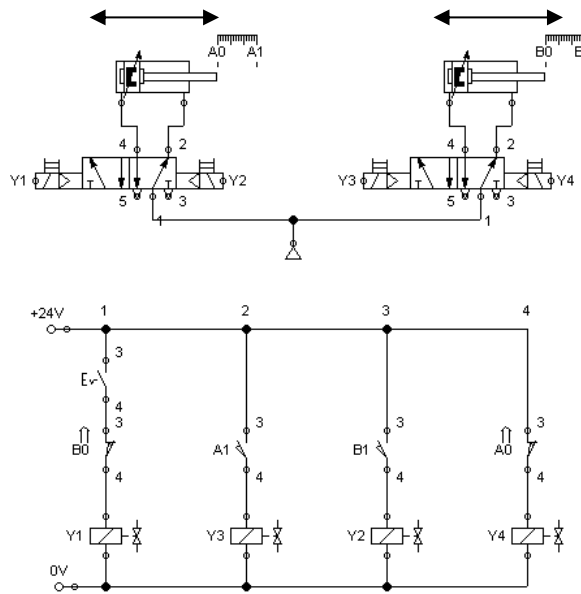
Gambar 4-15 Counter Ct4s-1p4

Dalam perancangan ini rangkaian yang digunakan untuk menjalankan program elektro-pneumatik yaitu A+ B+ A- B-. Diagram rangkaian elektro-pneumatik bisa dilihat pada Gambar 4-16.



Gambar 4-16 Diagram Rangkaian Elektro-pneumatik

Setelah menetapkan rangkaian yang digunakan selanjutnya mencoba mensimulasikan di dalam *software fluidsims* untuk mengetahui apakah rangkaian berjalan dengan lancar atau tidak sebelum diaplikasikan pada alat uji rangka sepeda. Setelah melakukan simulasi pada *software fluidsims* dan memastikan rangkaian berjalan dengan lancar maka dilanjutkan dengan pengaplikasian rangkaian. Rangkaian elektro-pneumatik pada *software fluidsims* bisa dilihat pada Gambar 4-17.



Gambar 4-17 Rangkaian Elektro-pneumatik

Selanjutnya setelah rangkaian berhasil berjalan maka dilanjutkan menguji secara langsung pada komponen rangkaian elektro-pneumatik, pada saat pengaplikasian berjalan dengan lancar tanpa ada kendala. Proses percobaan rangkaian bisa dilihat pada Gambar 4-18.



Gambar 4-18 Percobaan Rangkaian Elektro-pneumatik

4.2.5 Proses Pembuatan Alat

Proses perancangan selesai selanjutnya masuk pada proses pembuatan alat, pada proses pembuatan alat dilakukan beberapa proses permesinan diantaranya pembubutan, pengelasan, *drilling*, dan proses *milling*. Pada tahap pertama melakukan pemotongan besi UNP sesuai dengan dimensi yang dibutuhkan yaitu dengan panjang 160 cm, lebar 50 cm, dan tinggi 40 cm. Proses pemotongan besi dilakukan dengan gerinda duduk. Gambar 4-19 menunjukkan proses pemotongan besi UNP.



Gambar 4-19 Proses Pemotongan Besi UNP

Setelah melakukan proses pemotongan, dilanjutkan dengan pembersihan dan penyejajaran Besi UNP sebelum masuk ke proses pengelasan agar membentuk kerangka utama pada alat uji ini. Pada proses pengelasan menggunakan elektroda RD-26 dan di kampuh pada setiap sambungan untuk memperkuat sambungan las. Selain membuat rangka alat uji pada proses ini juga dilakukan pembuatan *support* pada kaki-kaki alat uji. Gambar 4-20 menunjukkan proses pensejajaran besi. Gambar 4-21 menunjukkan proses pengelasan.



Gambar 4-20 Proses Pensejajaran Besi



Gambar 4-21 Proses Pengelasan

Setelah proses pengelasan selesai dilakukan maka pada tahap selanjutnya merakit rangka alat uji dengan baut M14 yang digunakan untuk menyambungkan komponen-komponen rangka alat uji. Kerangka alat uji yang sudah dirakit bisa dilihat pada Gambar 4-22.



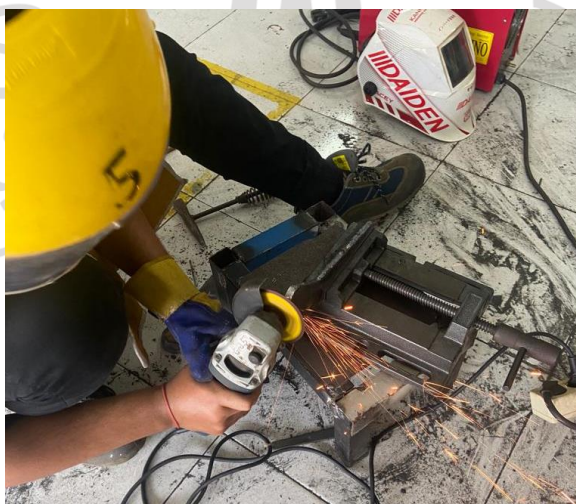
Gambar 4-22 Kerangka Alat Uji

Tahap ini juga dilakukan pembuatan dudukan pengganti fork depan menggunakan besi silinder pejal dengan ukuran 20 mm, namun dengan ketersediaan bahan yang ada yaitu silinder pejal dengan diameter 22 mm maka dilakukan proses pemesinan bubut untuk mengurangi diameter silinder pejal tersebut. Selain itu proses pembuatan dudukan pengganti pedal juga dilakukan pada

tahap ini dengan menggunakan plat dengan tebal 8 mm dengan dimensi bracket yang sudah ditentukan pada standar ISO 4210-6. Proses pembuatan dudukan pedal ini dilakukan secara manual dengan menggunakan gerinda tangan untuk memotong plat besi dan membuat lubang yang sesuai dengan ukuran lengan *bottom bracket*. Proses pembubutan bisa dilihat pada Gambar 4-23 dan proses pembuatan dudukan pedal bisa dilihat pada Gambar 4-24.



Gambar 4-23 Proses Pembubutan



Gambar 4-24 Proses Pembuatan Dudukan Pengganti Pedal



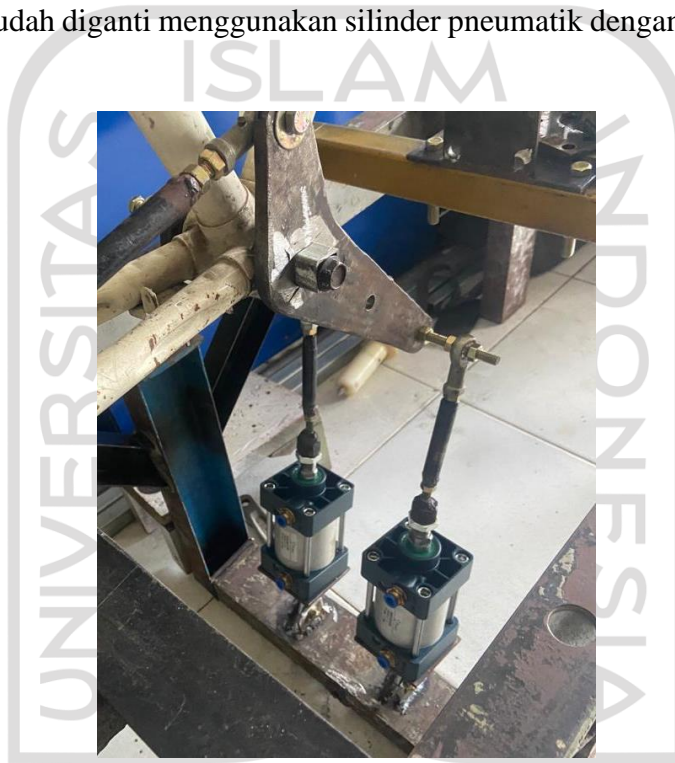
Gambar 4-25 Perakitan Komponen Rangka Alat Uji

Gambar 4-25 merupakan proses perakitan rangka alat uji setelah komponen komponen pendukungnya telah selesai dibuat. Pada tahap berikutnya setelah kerangka alat uji dibuat maka dilakukanlah proses pembuatan tempat komponen-komponen sistem kendali, setelah itu dilakukan percobaan pertama untuk mengetahui semua komponen yang dibuat sudah selaras dengan apa yang di rancangkan sebelum masuk ke tahap pengecatan dan perakitan alat uji.



Gambar 4-26 Proses Percobaan Pertama Alat Uji

Gambar 4-26 merupakan proses percobaan pertama alat uji namun, pada tahap ini mengalami kendala dimana *stroke* silinder pneumatik terlalu panjang dikarenakan *stroke* silinder pneumatik yang direncanakan pada awal observasi yaitu 75 mm mengakibatkan pergerakan sistem kendali menjadi terhenti dan membuat rangka alat uji mengalami deformasi, sehingga perlu dilakukan penggantian komponen rangka sepeda dan silinder pneumatik menggunakan *stroke* 25 mm agar rangkaian sistem kendali dapat berjalan dengan lancar. Gambar 4-27 menunjukkan alat uji yang sudah diganti menggunakan silinder pneumatik dengan panjang *stroke* 25 mm.



Gambar 4-27 Penggantian Silinder Pneumatik dengan Stroke 25mm

Setelah dilakukan penggantian silinder rangkaian dapat berjalan dengan normal namun disaat memasuki siklus ke 4.000 silinder pneumatik kanan dan kiri menjadi tidak sama dikarenakan padaudukan pedal mengalami aus pada bagian lubang yang terhubung pada lengan *bottom bracket* disebabkan oleh pembuatan dudukan pedal yang kurang presisi, sehingga dilakukan pembuatan dudukan pedal dengan bantuan vendor untuk membuat dudukan yang lebih presisi menggunakan *laser cutting* agar dudukan pedal kanan dan kiri sejajar. Gambar 4-28 menunjukkan dudukan pedal yang mengalami aus. Gambar 4-29 menunjukkan dudukan pedal yang dibuat menggunakan *laser cutting*.



Gambar 4-28 Dudukan Dengan Lubang Yang Aus



Gambar 4-29 Dudukan Pedal Baru

Tahap berikutnya setelah semua komponen dari rangka alat uji maupun sistem kendali dinyatakan tidak ada kendala maka dilanjutkan dengan proses pengecatan rangka alat uji maupun komponen pendukung lainnya sebelum masuk dalam perakitan alat uji. Pada proses pengecatan rangka alat uji dilakukan pendempulan untuk bagian bagian yang kasar. Pengecatan dilakukan agar alat uji terhindar dari karat yang bisa mempengaruhi kekuatan struktur alat uji. Gambar 4-30 menunjukkan proses pengecatan rangka alat uji.



Gambar 4-30 Proses Pengecatan

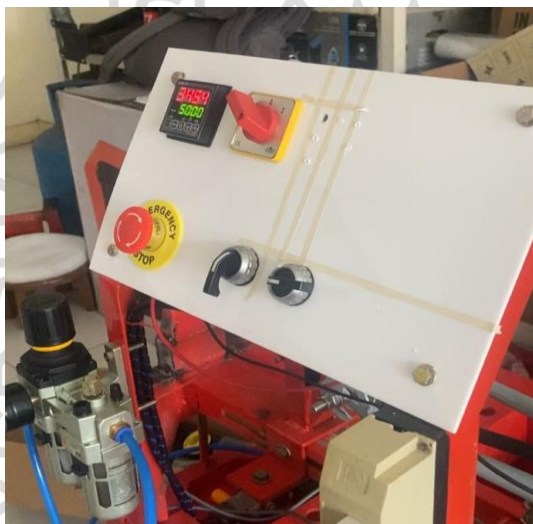


Gambar 4-31 Proses Perakitan



Gambar 4-32 Proses Perakitan

Gambar 4-31 dan Gambar 4-32 menunjukkan proses perakitan alat uji dari semua komponen yang telah dibuat dan merangkai komponen sistem kendali yang sudah dibuat termasuk pemasangan panel kontrol alat uji. Panel kontrol terdapat 2 *push button*, 1 *selector switch*, *emergency stop*, dan *counter Ct4s-1p4* namun, dilakukan penambahan pin konektor pada panel kontrol agar mempermudah operator dalam melakukan menggunakan alat uji. Gambar 4-33 menunjukkan panel kontrol sebelum di tambahkan pin konektor dan Gambar 4-34 menunjukkan panel kontrol setelah ditambahkan pin konektor.



Gambar 4-33 Panel Kontrol Tanpa Pin Konektor



Gambar 4-34 Panel Kontrol Dengan Pin Konektor

4.3 Hasil Pengujian

Setelah Selesai dalam pembuatan alat uji fatik rangka sepeda pada bagian *bottom bracket* maka dilanjutkan dengan menguji alat uji tersebut untuk mengetahui apakah alat uji bisa berjalan dengan lancar sesuai dengan kriteria desain yang sudah ditentukan. Proses pengujian alat uji ini dilakukan di ruangan Pojok Kreatif Mahasiswa Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.

Proses pengujian tahap pertama dilakukan mempersiapkan alat uji dan sample rangka sepeda yang akan digunakan, serta memastikan alat sudah dalam kondisi siap untuk pengujian. Proses persiapan pengujian bisa dilihat pada Gambar 4-35, dan alat uji yang sudah siap melakukan pengujian bisa dilihat pada Gambar 4-36.

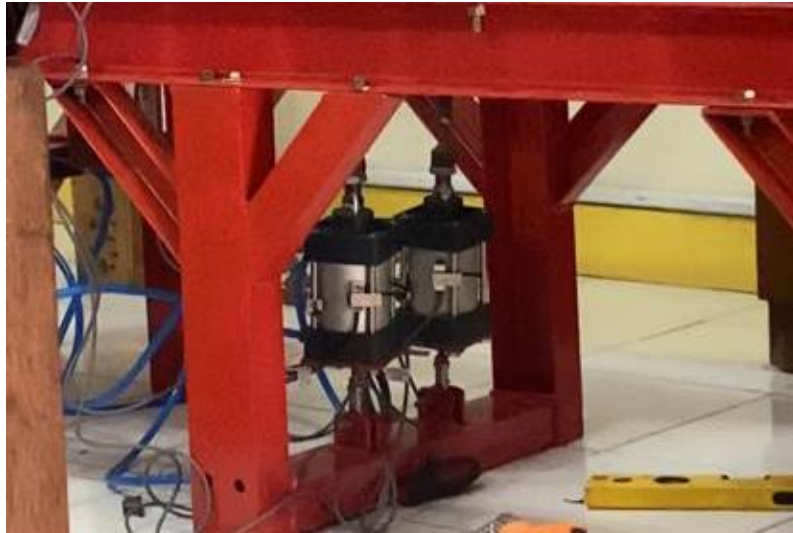


Gambar 4-35 Proses Persiapan Pengujian



Gambar 4-36 Alat Uji Siap Untuk Pengujian

Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali tahapan dengan satu tahapan dilakukan sebanyak 10.000 siklus untuk dua silinder, setiap tahapan diberikan jeda 10 menit untuk membuang air yang tertampung pada *air filter* pneumatik dan melihat kondisi sampel rangka sepeda. Saat pengujian berlangsung terjadi dua permasalahan yang terjadi, yang pertama yaitu pada percobaan ke-empat dudukan *magnetic switch* turun dikarenakan kurang kencang dalam pemasangan dudukan *magnetic switch* sehingga menyebabkan pengujian berhenti. Lalu untuk permasalahan yang kedua yaitu pada kendornya baut *bottom bracket* diakibatkan oleh getaran yang terjadi. Turunnya dudukan sensor bisa dilihat pada Gambar 3-37.



Gambar 4-37 Penampakan Dudukan Sensor yang Turun

Solusi yang dilakukan terhadap dua permasalahan tersebut yang pertama adalah melakukan pengencangan pada baut dudukan sensor *magnetic switch*. Dan yang kedua adalah melakukan penambahan ring plat pada baut *bottom bracket* agar bisa berjalan dengan normal kembali. Baut *bottom bracket* yang sudah di beri ring plat bisa dilihat pada Gambar 4-38.



Gambar 4-38 Penambahan Ring Plat pada Baut *Bottom Bracket*

Selama proses pengujian juga dilakukan pengecekan suhu silinder pneumatik pada saat jeda siklus dikarenakan batas maksimum panas yang dapat diterima oleh silinder pneumatik yaitu 60°C . Proses pengecekan suhu bisa dilihat pada Gambar 4-39.



Gambar 4-39 Proses Pengecekan Suhu Silinder Pneumatik

Ketika suhu silinder pneumatik mencapai suhu diatas 40°C saat proses pengujian berlangsung. Maka dilakukan pendinginan menggunakan bantuan kipas angin hal ini dilakukan agar suhu pneumatik turun, dikarenakan apabila suhu silinder pneumatik terlalu tinggi maka dikhawatirkan sensor *magnetic switch* tidak bisa membaca pergerakan magnet yang ada didalam silinder pneumatik. Penambahan kipas angin bisa dilihat pada Gambar 4-40.



Gambar 4-40 Penambahan Kipas Angin

Setelah pengujian dilakukan selama satu siklus penuh tanpa terputus pada saat pengujian yaitu 100.000 siklus maka didapatkan hasil pengujian yang bisa dilihat pada Tabel 4-5, dan kesimpulan dari pengujian terdapat pada Tabel 4-6.

Tabel 4-5 Hasil Pengujian

Pengujian Ke-	Jumlah Siklus	Kondisi	Tekanan Kompresor (bar)	Waktu	Suhu Silinder Pneumatik (°C)
1	10.000	Siang	5	56 menit	Kanan 29, kiri 29
2	20.000	Siang	5	1 jam 5 menit	Kanan 35, kiri 37
3	30.000	Siang	5	1 jam 18 menit	Kanan 40, kiri 41
4	40.000	Sore	5	1 jam 23 menit	Kanan 41, kiri 42
5	50.000	Sore	4	60 menit	Kanan 37, kiri 37
6	60.000	Malam	4	1 jam 15 menit	Kanan 40, kiri 39
7	70.000	Malam	5	1 jam 15 menit	Kanan 38, kiri 39
8	80.000	Malam	5	1 jam 15 menit	Kanan 37, kiri 38
9	90.000	Dini Hari	5	1 jam 13 menit	Kanan 36, kiri 37
10	100.000	Dini Hari	5	1 jam 10 menit	Kanan 35, kiri 36

Tabel 4- 6 Kesimpulan Pengujian

	Pertanyaan	Keterangan
Kesimpulan	Apakah alat uji bisa melakukan pengujian sebanyak 100.000 siklus?	Iya, rancangan alat uji fatik rangka sepeda pada bagian <i>bottom bracket</i> bisa berjalan dengan lancar mengacu pada standar ISO 4210-6.
	Apakah sistem kendali alat uji mampu berjalan selama 100.000 siklus?	Iya, sistem kendali pada alat uji fatik rangka sepeda bagian <i>bottom bracket</i> berjalan dengan lancar selama 100.000 siklus dengan beberapa penyesuaian pada posisi <i>magnetic switch</i> .

4.4 Analisis dan Pembahasan

Dalam pelaksanaan tugas akhir, proses perancangan dan pembuatan alat uji rangka fatik sepeda bagian *bottom bracket* mengacu pada standar ISO 4210-6. Perancangan diawali dengan observasi dan studi literatur yang akan digunakan sebagai bekal dalam pembuatan alat uji. Proses pembuatan alat uji fatik rangka sepeda pada bagian *bottom bracket* dimulai dari proses pembuatan sketsa kerangka alat uji. Kemudian perwujudan dari gambar sketsa dengan proses desain 3D pada *software solidworks*.

Setelah proses desain dilakukan maka dilanjutkan dengan merancang sistem kendali yang akan digunakan pada alat uji. Lalu melanjutkan pembuatan rangka alat uji dari desain yang sudah dibuat dan pembuatan sistem kendali yang telah dirancang sebelumnya. Kemudian proses pembuatan rangka alat uji dan sistem kendali dilakukan maka proses selanjutnya yaitu menguji alat uji apakah alat bisa

berjalan dengan lancar dan bisa menguji sepeda mengacu pada standar ISO 4210-6. Berdasarkan proses pembuatan dan pengujian alat uji didapatkan hasil bahwa alat uji fatik rangka sepeda pada bagian bottom bracket dapat memenuhi semua poin dari kriteria desain yang telah dibuat. Berikut adalah poin-poin dari kriteria desain:

1. Alat uji bisa melakukan pengujian sebanyak 50.00 siklus untuk masing-masing silinder dengan jumlah total siklus yaitu 100.000 siklus.

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada alat uji, alat uji dapat melakukan pengujian fatik rangka sepeda pada bagian *bottom bracket* dengan total 100.000 siklus.

2. Bagian desain panel kontrol alat uji dibuat mudah dijangkau sehingga mempermudah operator dalam mengoperasikan alat uji.

Bagian desain panel kontrol dibuat dengan tinggi 80 cm dengan panel kontrol yang dilengkapi dengan pin konektor. Pengoprasian alat uji bisa dilihat pada Gambar 4-41.



Gambar 4-41 Pengoprasian Alat Uji

3. Alat uji dapat menguji jenis sepeda seperti *MTB*, *Road Bike*, dan *City Bike*.

Alat uji dapat menguji 3 jenis sepeda *MTB*, *Road Bike*, dan *City Bike* karena dalam pembuatan alat uji sudah dirancang melalui tahap observasi dimensi untuk menguji dari 3 rangka sepeda tersebut.

4. Alat uji mengacu pada Standar ISO 4210-6.

Pembuatan alat uji mengacu pada skema pengujian fatik pada *bottom bracket* sepeda dengan dudukan pengganti pedal yang juga disesuaikan dengan standar ISO 4210-6.

5. Silinder pneumatik menghasilkan gaya dorong sebesar 1.200 N.

Berdasarkan dari hasil perhitungan pemilihan silinder memang sudah diperhitungkan agar silinder pneumatik mempunyai gaya dorong sebesar 1.200 N namun dengan ketersediaan stok silinder pneumatik yang ada di pasaran maka dipilih lah silinder pneumatik dengan diameter *bore* 6,3 cm.

Dalam perancangan tugas akhir ini semua proses tidak selalu dapat diselesaikan dengan mudah atau tanpa adanya kendala. Berdasarkan proses yang sudah dilakukan, ada beberapa kendala yang dilalui seperti pembuatan dudukan pedal yang kurang presisi, hal ini dikarenakan peralatan yang digunakan kurang memadai sehingga harus dilakukan dengan bantuan vendor untuk memotong dudukan pedal menggunakan *laser cutting* agar presisi. Selain itu kendala terbesar terjadi pada saat proses pembuatan sistem kendali, dimana pada sistem kendali ini *magnetic switch* berperan sangat penting terhadap berjalannya sistem kendali, namun dengan keterbatasan bahan yang ada, *magnetic switch* yang digunakan masih menggunakan merek yang kurang bagus kualitasnya sehingga menyebabkan *magnetic switch* rawan *error* dan rusak.

Kemudian pada penanganan *stroke* silinder yang terlalu panjang juga mengalami kendala yang cukup berat, karena dengan *stroke* yang terlalu panjang bisa menyebabkan rangka mengalami deformasi dan rangkaian sistem kendali terhenti, sehingga harus dilakukan penggantian silinder pneumatik menggunakan *stroke* yang lebih pendek.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Rancangan alat uji fatik rangka sepeda pada bagian *bottom bracket* bisa berjalan dengan lancar mengacu pada standar ISO 4210-6.
2. Sistem kendali pada rancangan alat uji fatik rangka sepeda berjalan dengan lancar selama 100.000 siklus dengan beberapa penyesuaian pada posisi *magnetic switch*.

5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya

Adapun beberapa hal yang disarankan untuk perancangan selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Penambahan Komponen PLC dalam sistem kendali untuk meminimalisir terjadinya *error* yang terjadi pada saat pengujian.
2. Penambahan mekanisme pendingin pada silinder pneumatik agar suhu silinder pneumatik stabil sehingga pada proses pengujian kecepatan diameter silinder tidak berubah.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhmad, A. (2009). Perancangan Simulasi Sistem Pergerakan Dengan Pengontrolan Pneumatik Untuk Mesin Pengamplas Kayu Otomatis. *Jurnal Rekayasa Sriwijaya*, 3(18), 21–28.
- Amiruddin, A., & Lubis, F. A. (2018). Analisa Pengujian Lelah Material Tembaga Dengan. *Jurnal Ilmiah “MEKANIK” Teknik Mesin ITM*, 4(2), 93–99. <https://jurnal.mesin.itm.ac.id/index.php/jm/article/view/79/68>
- Anditha, F. I., Kabul, T., & Ym, W. (2018). Perancangan dan Simulasi Elektropneumatik Holder Machinism Pada Sheet Metal Shearing Machine. *Profisiensi*, 5(1), 51–60.
- Bambang, P. (2010). Analisa Kekuatan Fatik Baja Karbon Rendah SC10 Dengan Tipe Rotary Bending. Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Bandar Lampung. *Teknik Mesin Universitas Bandar Lampung*, 2(1), 1–14.
- Budiyanto, E., Nugroho, E., & Zainudin, A. (2018). Uji Ketahanan Fatik Aluminium Scrap Hasil Remelting Piston Bekas Menggunakan Alat Uji Fatik Tipe Rotary Bending. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 7(1). <https://doi.org/10.24127/trb.v7i1.717>
- Fadillah, F. (2017). untuk Meningkatkan Mutu Produksi Home Industry Tahu. *Rancangan Mesin Cetak Dan Press Tahu Sistem Pneumatic Dengan Kendali PLC*, 130511616241.
- Indro, Y. (2015). Sistem Elektro-pneumatik. In *Universitas Yogyakarta*.
- Isna. (2019). Penerapan Simulasi Festo Fluidsim untuk Meningkatkan Keterampilan Peserta Didik pada Mata Pelajaran Instalasi Motor Listrik di Kelas XI SMK N 2 Banda [https://repository.ar-raniry.ac.id/id/eprint/12337/1/Rauzatul Isna%20 150211038%20 FTK%20 PTE%20 082367186232.pdf](https://repository.ar-raniry.ac.id/id/eprint/12337/1/Rauzatul%20Isna%20150211038%20FTK%20PTE%20082367186232.pdf)
- ISO. (2014). International Standard International Standard. *International Organization for Standardization*, 07(01), 13.
- Kholillah, S., Tristiyono, B., & Susandari, H. (2020). Desain Sepeda yang Mendukung Aktivitas dan Gaya Hidup Masyarakat Kota Metropolitan dengan

- Konsep Mudah dibawa dan Ringan. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 8(2), 307–313.
<https://doi.org/10.12962/j23373520.v8i2.49681>
- Maulana, A., & Ariatedja, J. B. (2019). Analisa Fatigue pada Rangka Sepeda Trandem dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga. *Jurnal Teknik ITS*, 8(1), 48–53. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v8i1.42547>
- Saputra, M., ARIEFIN, A., & AK, Z. (2022). Rancang Bangun Sistem Elektropneumatik Pada Mesin Press Briket. *Jurnal Mesin Sains Terapan*, 6(2).
<http://e-jurnal.pnl.ac.id/mesinsainsterapan/article/view/3328%0Ahttp://e-jurnal.pnl.ac.id/mesinsainsterapan/article/viewFile/3328/2712>
- Sidjabat, S. (2016). Ramah Lingkungan. *Jurnal Manajemen Bisnis Transportasi Dan Logistik, Vol. 3 No.(2)*, 117–122.
- Sofnivagi, M., Razi, M., & Hasrin, H. (2020). Rancang Bangun Sistem Elektropneumatik Untuk Mesin Pencetak Biobriket. *Jurnal Mesin Sains Terapan*, 4(1), 45. <https://doi.org/10.30811/jmst.v4i1.1744>
- TBIS. (2019). Taiwan Bicycle Industry Standard 4210-6. *Taiwan Bicycle Industry Standard, 2015*.
- Tomaszewski, T. (2021). Fatigue life analysis of steel bicycle frame according to ISO 4210. *Engineering Failure Analysis*, 122(November 2020), 105195. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2020.105195>

LAMPIRAN 1

4.3 Frame — Fatigue test with pedalling forces

4.3.1 General

All types of frame shall be subjected to this test.

In tests on suspension frames with pivoted joints, adjust the spring, air pressure, or damper to provide maximum resistance, or, for a pneumatic damper in which the air pressure cannot be adjusted, replace the suspension unit with a rigid link, ensuring that its end fixings and lateral rigidity accurately simulate those of the original unit. For suspension frames in which the chain stays do not have pivots but rely on flexing, ensure that any dampers are set to provide the minimum resistance in order to ensure adequate testing of the frame.

Licensed to erici@po-ri.com
ISO Store order #: DP-21744/Downloaded: 2014-08-11
Single user licence only, copying and networking prohibited © ISO 2014 - All rights reserved

6



Where a suspension frame has adjustable brackets or linkages to vary the resistance of the bicycle against the ground-contact forces or to vary the attitude of the bicycle, arrange the positions of these adjustable components to ensure maximum forces in the frame.

4.3.2 Test method

Use a new frame/fork assembly fitted with standard head tube bearings for the test. The front fork can be replaced by a dummy fork (see [Annex A](#)) of the same length and at least the same stiffness as the original fork.

NOTE If a genuine fork is used, failures of the fork are possible; therefore, it is recommended that for convenience, a dummy fork stiffer and stronger than the genuine fork be used.

Where a frame is convertible for male and female riders by the removal of a bar, test it with the bar removed.

Mount the frame assembly on a base as shown in [Figure 3](#) with the fork or dummy fork secured by its axle to a rigid mount of height R_w (the radius of the wheel/tyre assembly ± 30 mm) and with the hub free to swivel on the axle. Secure the rear dropouts by means of the axle to a stiff, vertical link of the same height as that of the front, rigid mount, the upper connection of the link being free to swivel about the axis of the axle but providing rigidity in a lateral plane, and the lower end of the link being fitted with a ball-joint.

Fit a crank, chain wheel and chain assembly or, preferably, a strong, stiff, replacement assembly to the bottom bracket as shown in [Figure 3](#) and described in item a) or b) below.

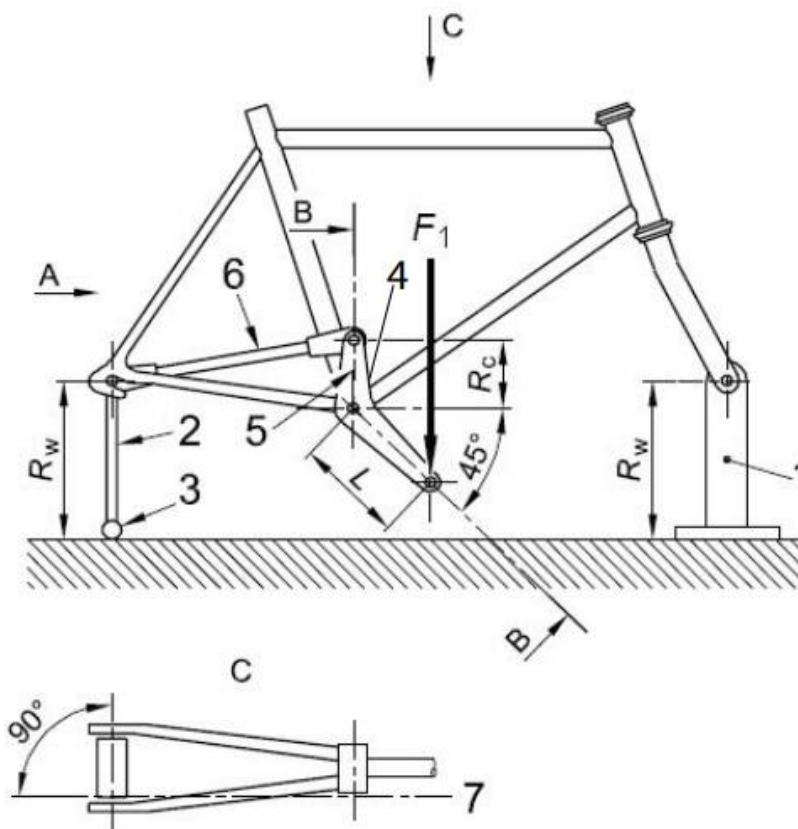
- a) If a crank/chain-wheel assembly is used, incline both cranks forwards and downwards at an angle of 45° (accurate to within $\pm 2,0^\circ$) to the horizontal and secure the front end of the chain to the middle chain wheel of three, the smaller chain wheel of two, or the only chain wheel. Attach the rear end of the chain to the rear axle and perpendicular to the axis of the axle.
- b) If an adaptor assembly is used (as shown in [Figure 3](#)), ensure that the assembly is free to swivel about the axis of the bottom-bracket and that both replacement arms are 175 mm long (L) and that they are both inclined forwards and downwards at an angle of 45° (accurate to within $\pm 2,0^\circ$) to the horizontal. Secure the position of the crank replacement arms by a vertical arm (which replaces the chain wheel) and a tie rod which has ball joints at both ends and which is attached to the rear axle perpendicular to the axis of the rear axle. The length of the vertical arm (R_c) shall be 75 mm and the axis of the tie rod shall be parallel to and 50 mm from the vertical plane through the centreline of the frame.

Subject each pedal spindle (or equivalent adaptor component) to a repeated downward force of F_1 at a position 150 mm from the centreline of the frame in a vertical, transverse plane and inclined at $7,5^\circ$ (accurate to within $\pm 0,5^\circ$) to the fore/aft plane of the frame as shown in [Table 3](#) and [Figure 3](#). During application of these test forces, ensure that the force on a "pedal spindle" falls to 5 % or less of the peak force before commencing application of the test force to the other "pedal spindle".

Apply the test forces for 100 000 test cycles, where one test cycle consists of the application and removal of the two test forces. The maximum test frequency shall be maintained as specified in ISO 4210-3:2014, 4.5.

Table 3 — Forces on pedal spindle

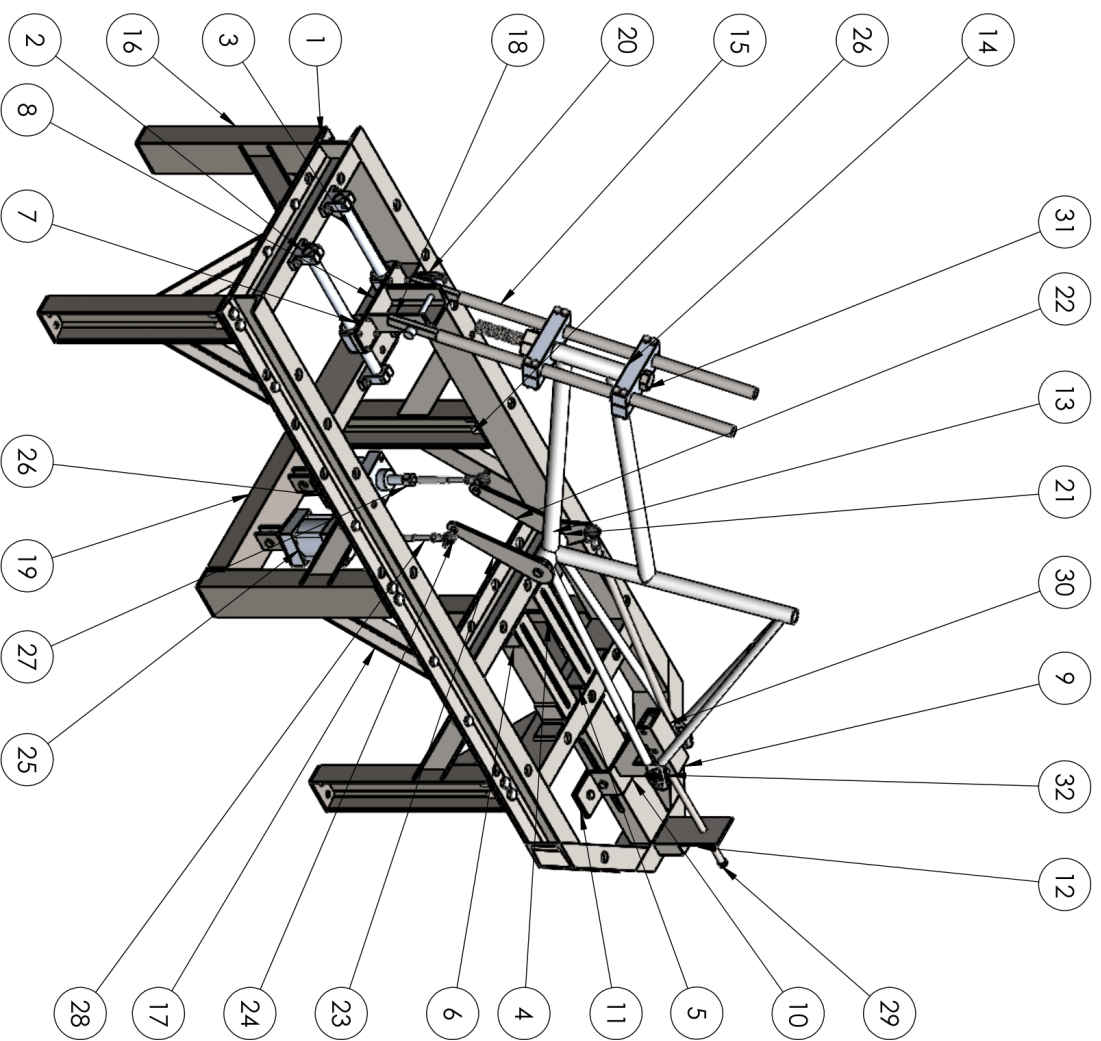
Forces in newtons				
Bicycle type	City and trekking bicycles	Young adult bicycles	Mountain bicycles	Racing bicycles
Force, F_1	1 000	1 000	1 200	1 100



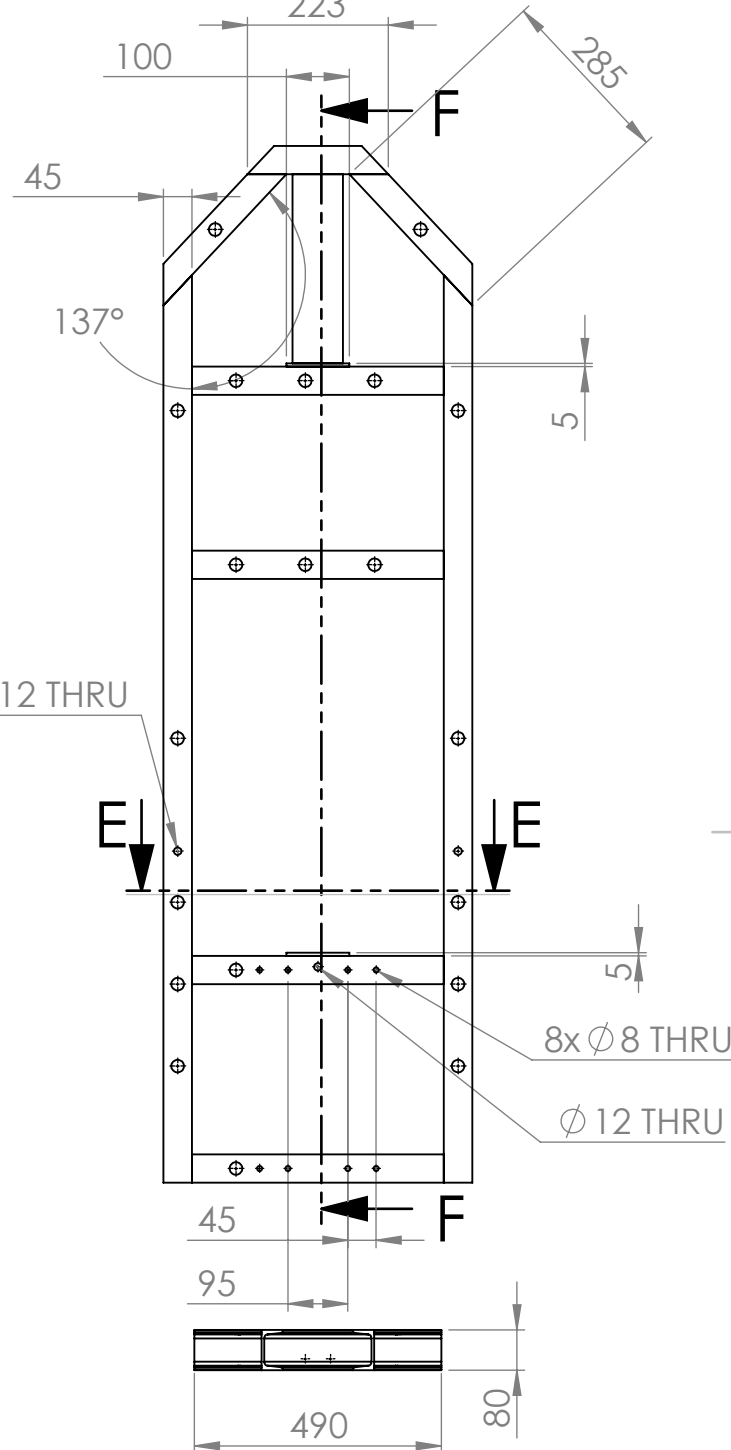
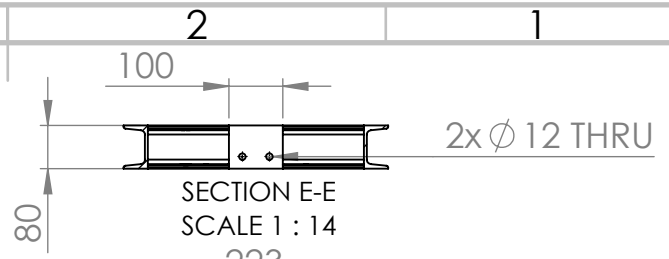
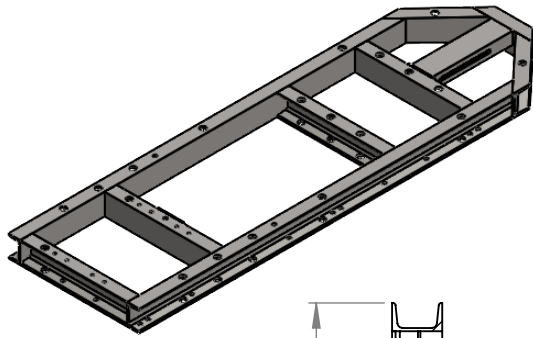
Key

- R_w height of rigid mount and vertical link
- R_c length of vertical arm (75 mm)
- L length of crank replacement (175 mm)
- 1 rigid mount
- 2 vertical link
- 3 ball joint
- 4 adaptor assembly
- 5 vertical arm
- 6 tie rod
- 7 centreline of tie rod

ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	Frame Alat Uji	1
2	Bracket Pipa	4
3	Pipa Depan	2
4	Besi Siku 5x5	2
5	Plat Support Siku	4
6	Support Pengunci Siku	4
7	Block Bearing	2
8	Plat Penahan Depan	1
9	Penahan Rear Dropout	1
10	Penahan Rear Dropout 1	1
11	Penahan Rear Dropout 2	1
12	Penahan Belakang	1
13	Frame Sepeda	1
14	Pengunci Fork	2
15	Pipa 1 inc	2
16	Kaki meja	6
17	Support Kaki Meja baru 1	12
18	Penahan Depan	1
19	Kaki Tengah	1
20	Quick Release	1
21	Bottom Bracket	1
22	Bracket Kanan	1
23	Bracket Kiri	1
24	Rod End 8mm	6
25	Silinder Pneumatik 250mm	2
26	Bracket Silinder Pneumatik Pedal	2
27	Baut penghubung Pneumatik	2
28	Pipa penghubung	2
29	Baut Pengatur	1
30	Penghubung Bottom Bracket dan Raer Dropout	1
31	Pengunci Head Tube	1
32	dlu support 1	3



	FINISH:	DEBUR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING	REVISION	02
	NAME:	SIGNATURE:	DATE:	TITLE:	BILL OF MATERIAL
	DRAWN: IRSYAD JANNATA			DRAWING NAME:	PEDAL
	CHKD:			MATERIAL:	A3
	APPVD:			WEIGHT:	
	MFG:			SCALE: 1:10	SHEET 1 OF 1
	Q.A:				



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION 03

NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN IRSYAD JANNATA		
CHK'D		
APPV'D		
MFG		
Q.A		

TITLE:
RANGKA ALAT UJI

DWG NO. 01

A4

WEIGHT:

SCALE:1:20

SHEET 1 OF 1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

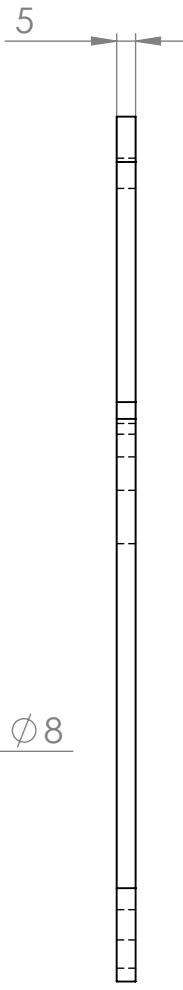
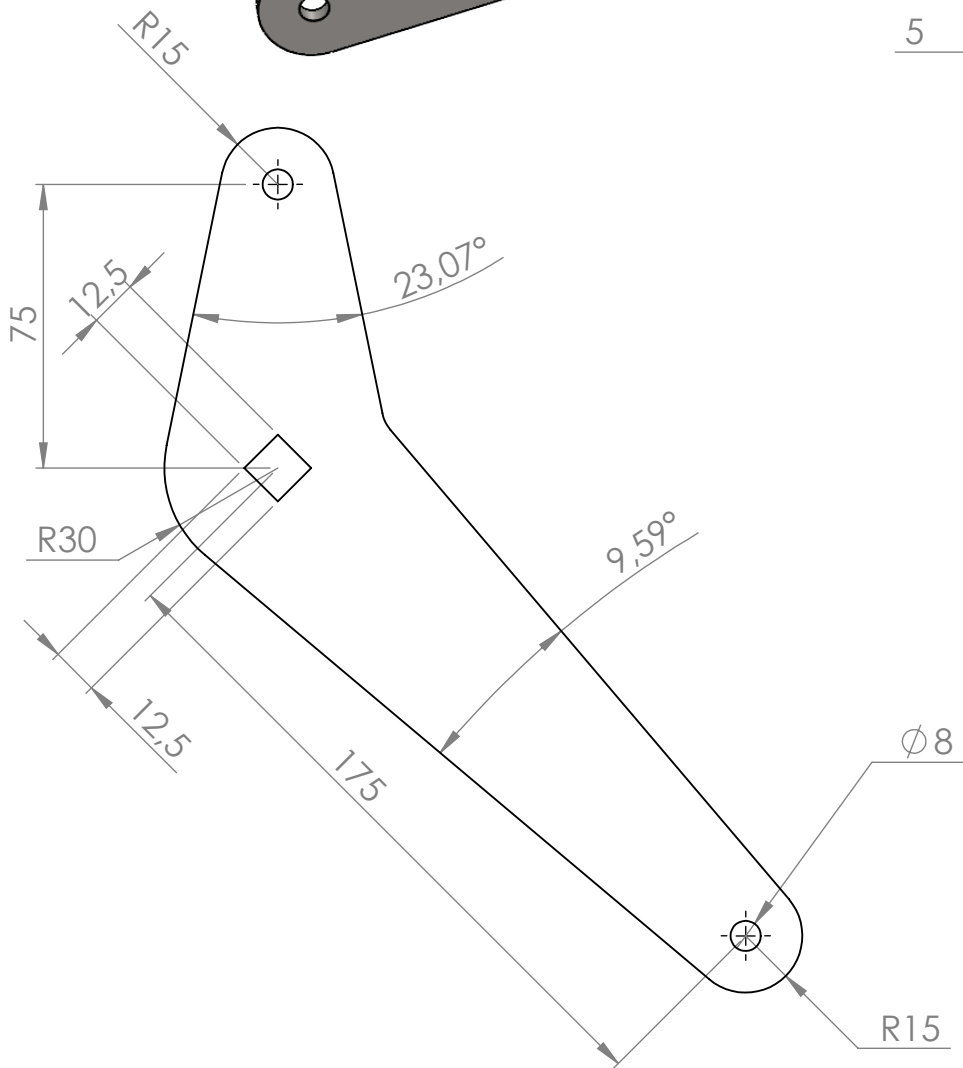
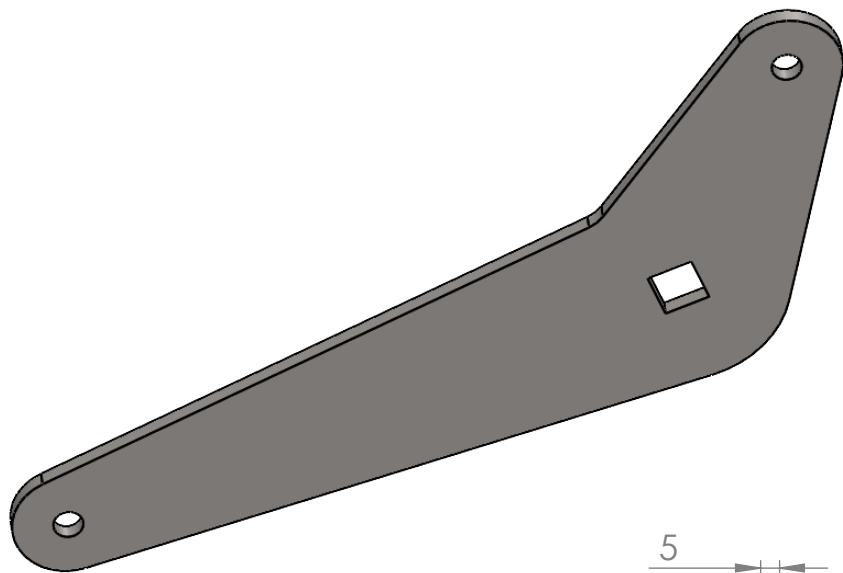
D

C

C

B

B



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH:
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
 BREAK SHARP
 EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION 02

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN	IRSYAD JANNATA		
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

TITLE:
**BRACKET KANAN
 PEDAL**

DWG NO.
07

MATERIAL:

WEIGHT:

SCALE: 1:2

SHEET 1 OF 1

A4

4 3 2 1

A

A

4 3 2 1

F

F

E

E

D

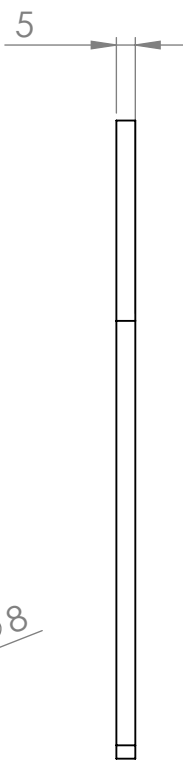
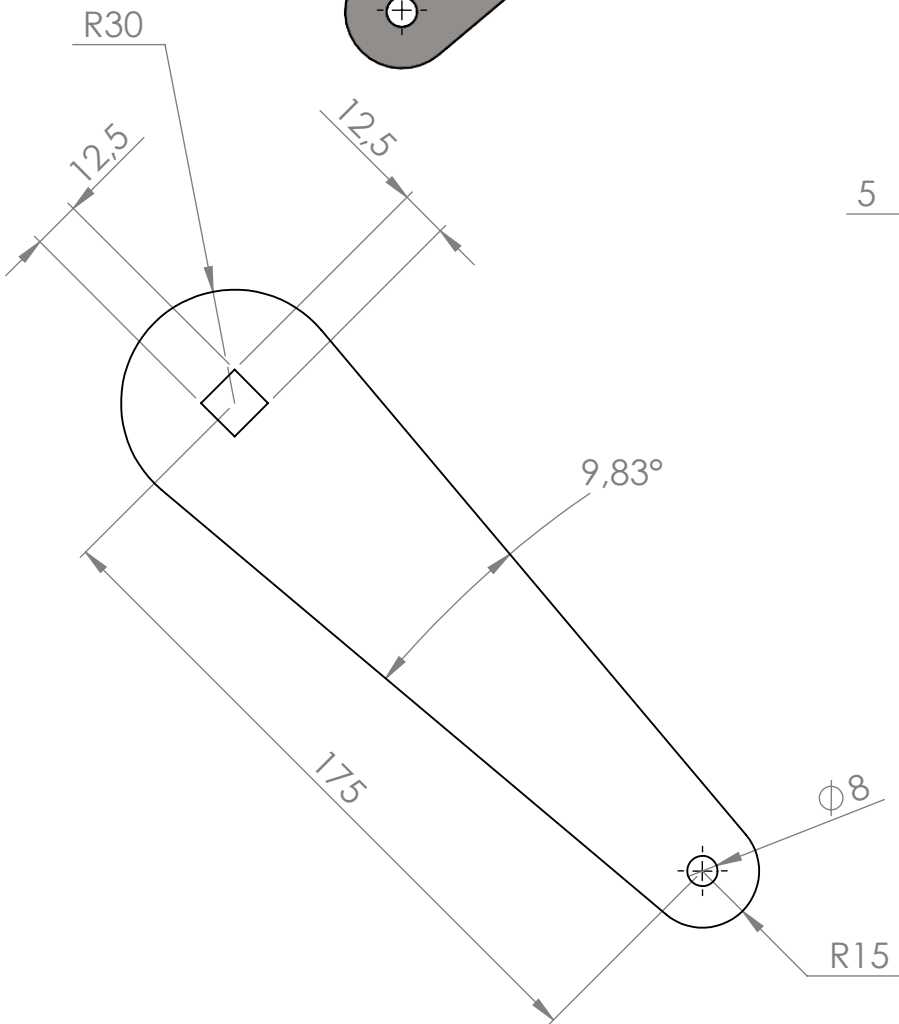
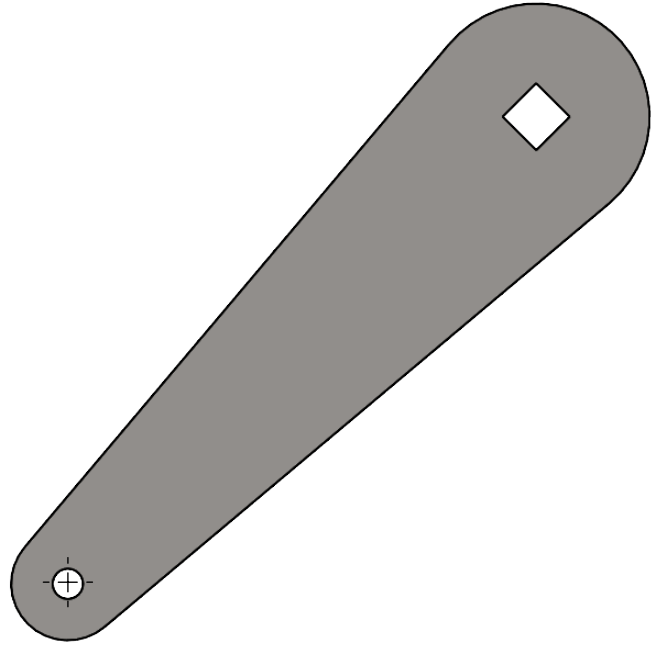
D

C

C

B

B



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH:
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
 BREAK SHARP
 EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION 02

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN	IRSYAD JANNATA		
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

TITLE:
**BRACKET KIRI
 PEDAL**

DWG NO.
06

SCALE: 1:2

SHEET 1 OF 1

MATERIAL:

WEIGHT:

A4

4 3 2 1

A

A

4 3 2 1

F

F

E

E

D

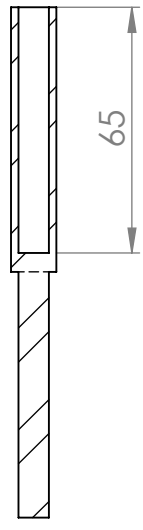
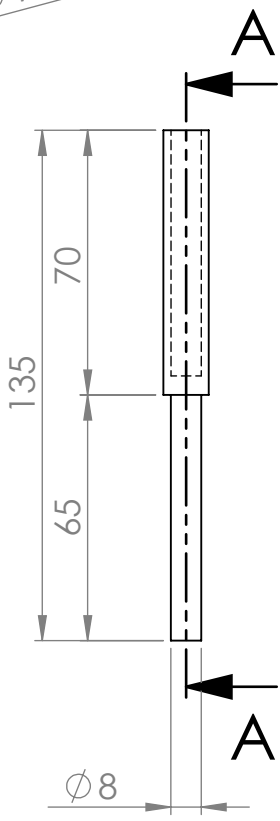
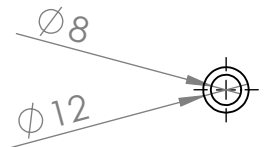
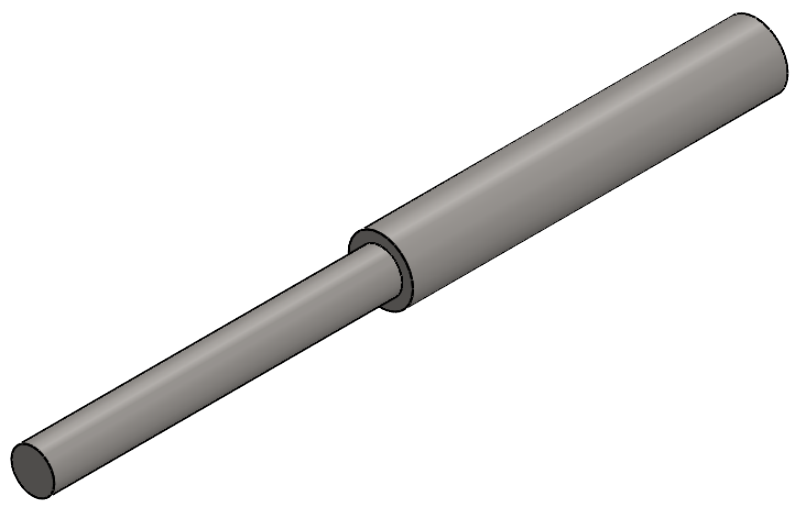
D

C

C

B

B



SECTION A-A

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH:
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
 BREAK SHARP
 EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION 01

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN	IRSYAD JANNATA		
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

TITLE:
**PENGHUBUNG
 PNEUMATIK**

DWG NO. **08**

SCALE: 1:2

SHEET 1 OF 1

A4

4 3 2 1

A

A

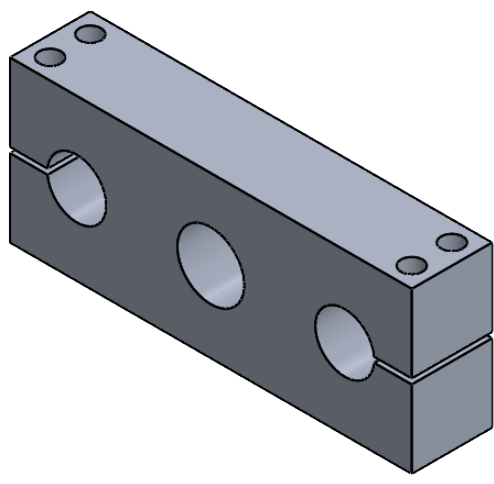
4 3 2 1

F

F

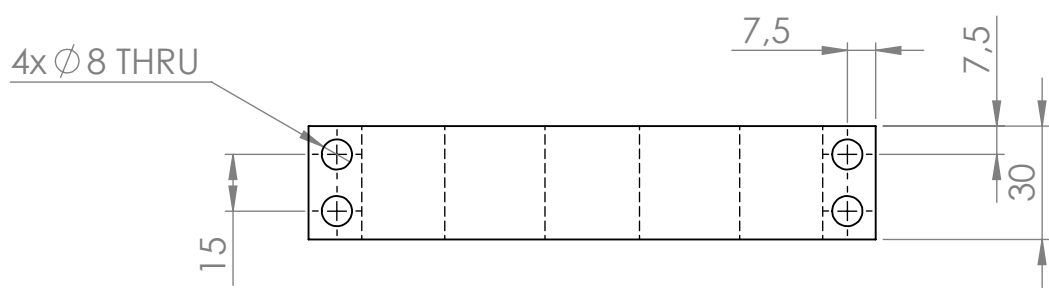
E

E



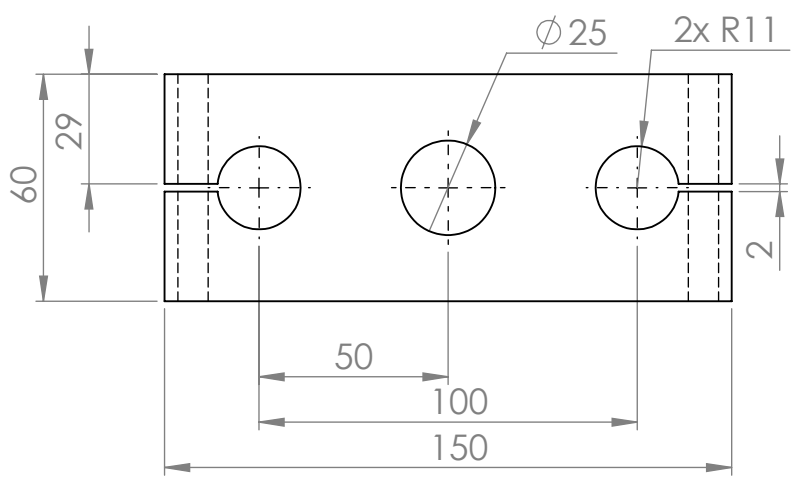
D

D



C

C



B

B

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION 01

A

A

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN	IRSYAD JANNATA		
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

TITLE:
PENGUNCI FORK

DWG NO.
13

MATERIAL:

WEIGHT:

SCALE:1:2

SHEET 1 OF 1

A4

4 3 2 1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

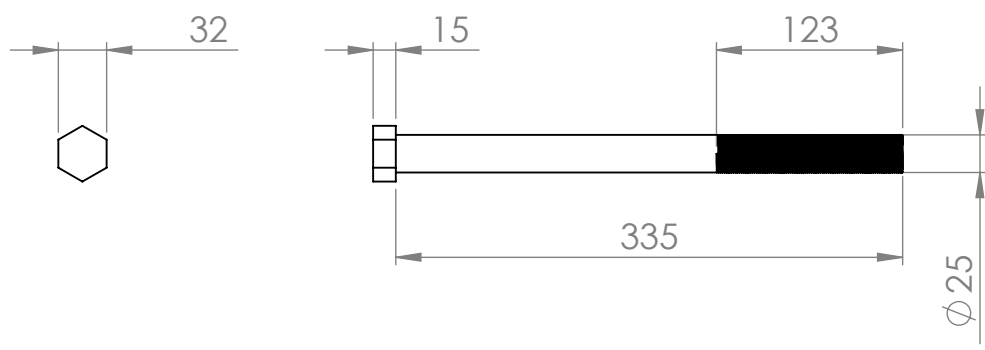
D

C

C

B

B



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH:
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
 BREAK SHARP
 EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

01

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN	IRSYAD JANNAT		
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

TITLE:
**PENGUNCI HEAD
 TUBE**

DWG NO.
24

A4

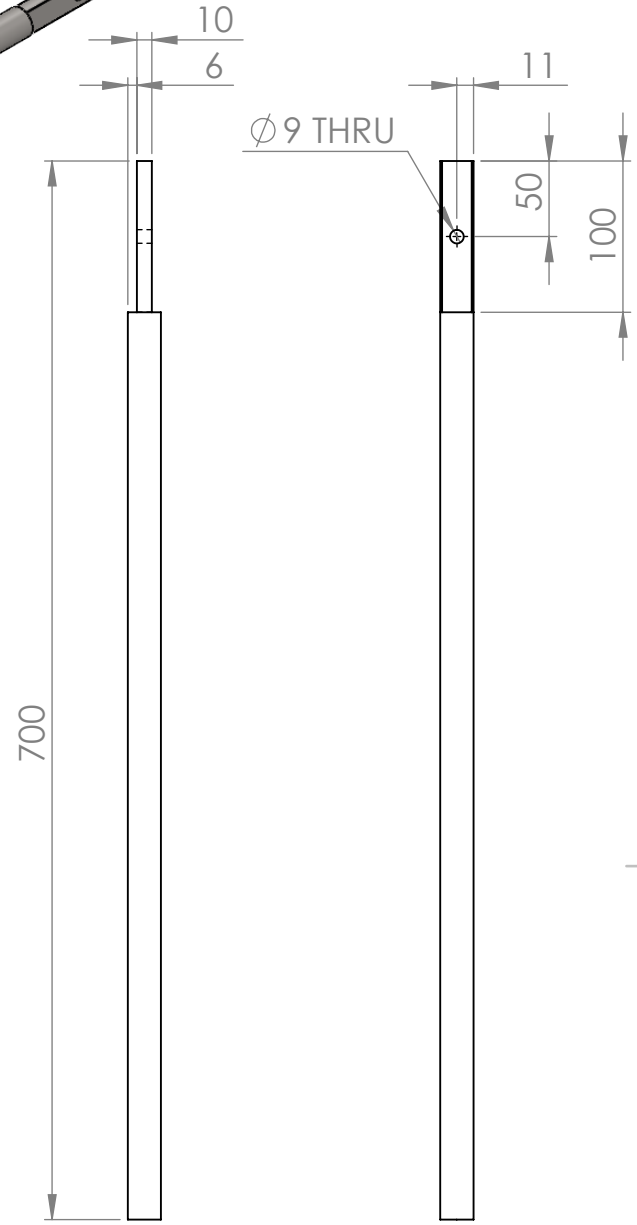
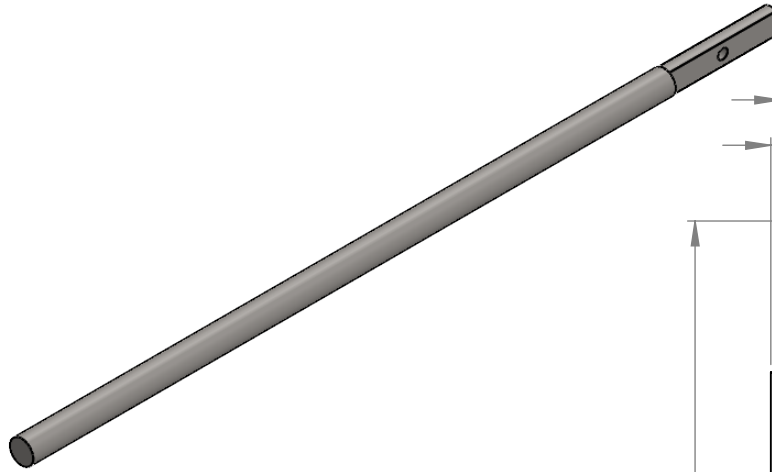
SCALE:1:5

SHEET 1 OF 1

4 3 2 1

A

A



Ø 22

Ø 9 THRU

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION 01

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN	IRSYAD JANNATA		
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

TITLE:
PIPA FORK

DWG NO. **20**

SCALE: 1:10

SHEET 1 OF 1

MATERIAL:

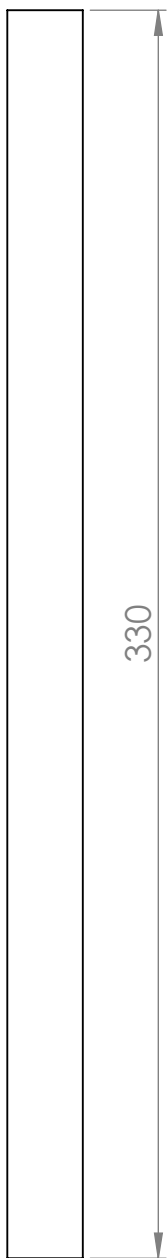
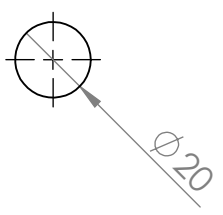
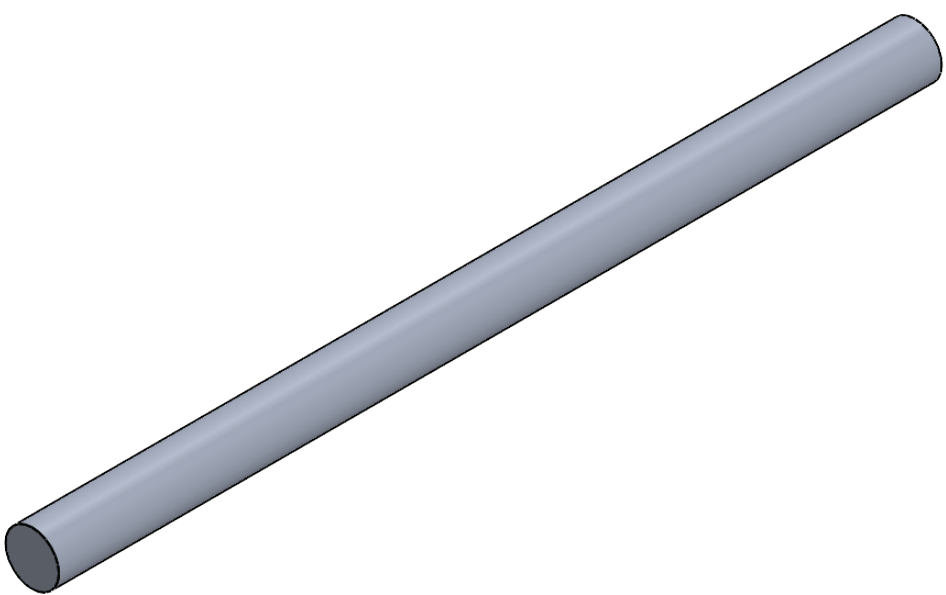
WEIGHT:

A4

4 3 2 1

F
E
D
C
B

F
E
D
C
B



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION 01

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN	IRSYAD JANNATA		
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

TITLE:
PIPA JALUR DEPAN

MATERIAL:

DWG NO.
19

A4

WEIGHT:

SCALE:1:5

SHEET 1 OF 1

4 3 2 1

A

A

4 3 2 1

F

F

E

E

D

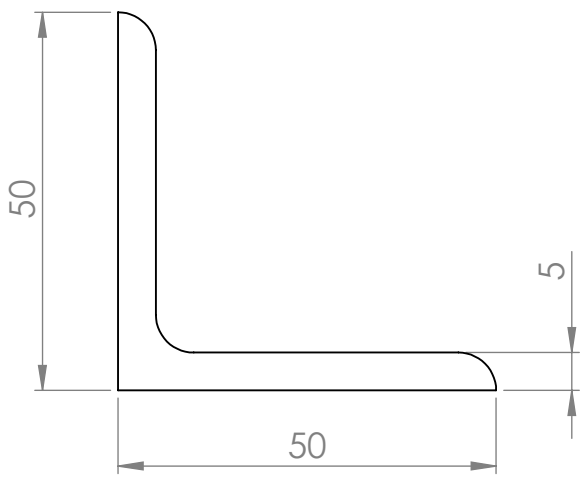
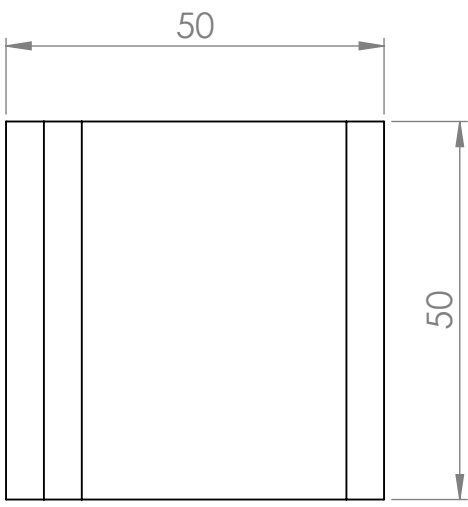
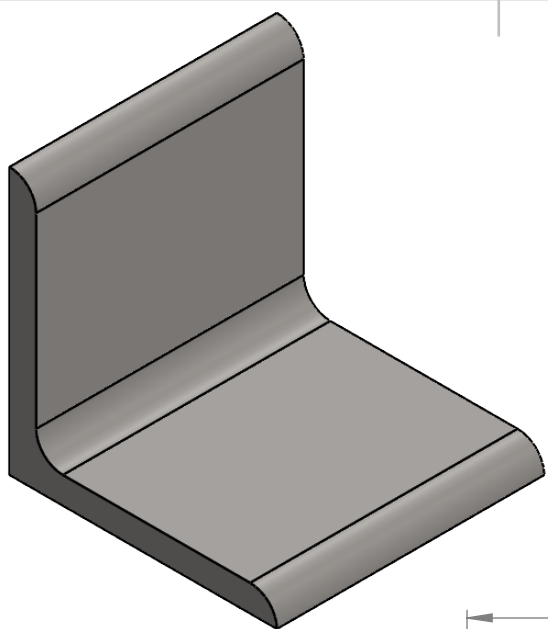
D

C

C

B

B



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH:
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
 BREAK SHARP
 EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION 02

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN	IRSYAD JANNATA		
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

TITLE:
**SUPPORT JALUR
 PNEUMATIK BELAKANG 1**

DWG NO. **15**

SCALE:1:1

SHEET 1 OF 1

A4

4 3 2 1

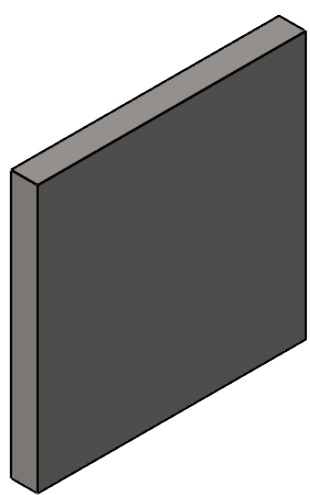
A

A

4 3 2 1

F

F



E

E

50,00

5,00

D

D

50,00

C

C

B

B

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

02

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN	IRSYAD JANNATA		
CHKD			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

TITLE:
**SUPPORT JALUR
PNEUMATIK BELAKANG 2**

DWG NO. **16**

SCALE:2:1

SHEET 1 OF 1

A

A

MATERIAL:

DWG NO.

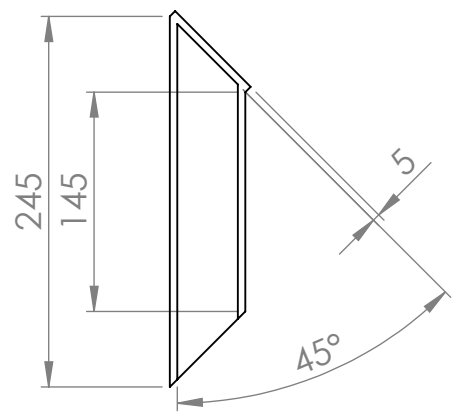
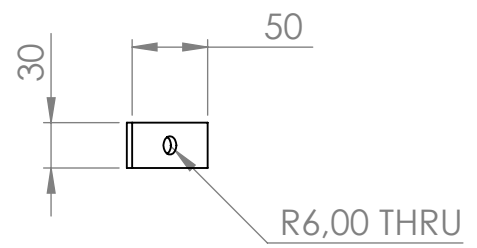
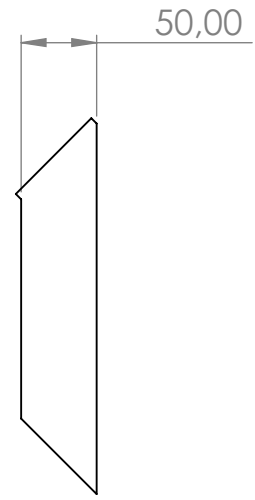
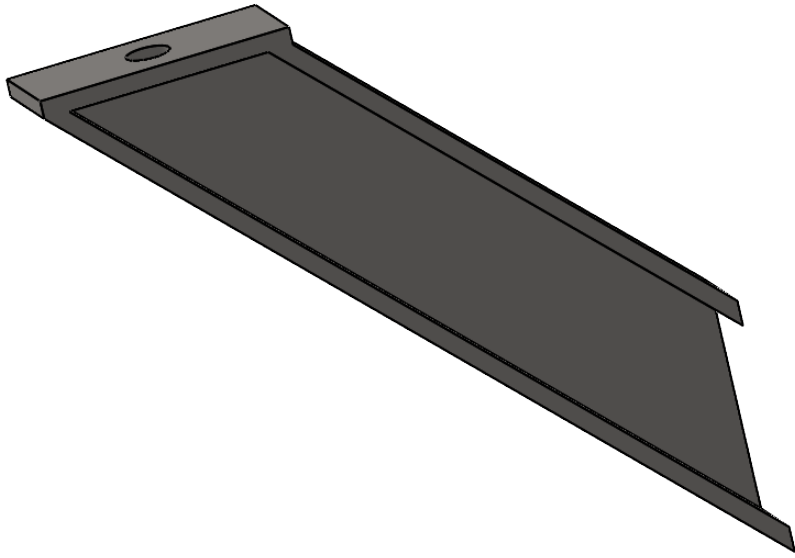
A4

WEIGHT:

SCALE:2:1

SHEET 1 OF 1

4 3 2 1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH:
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:

 DEBURR AND
 BREAK SHARP
 EDGES

DO NOT SCALE DRAWING REVISION 01

NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN IRSYAD JANNATA		
CHK'D		
APPV'D		
MFG		
Q.A		

TITLE:
**SUPPORT KAKI
 RANGKA ALAT UJI**

DWG NO. **04** A4

SCALE: 1:5 SHEET 1 OF 1

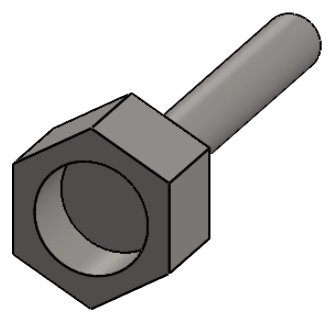
4 3 2 1

F

F

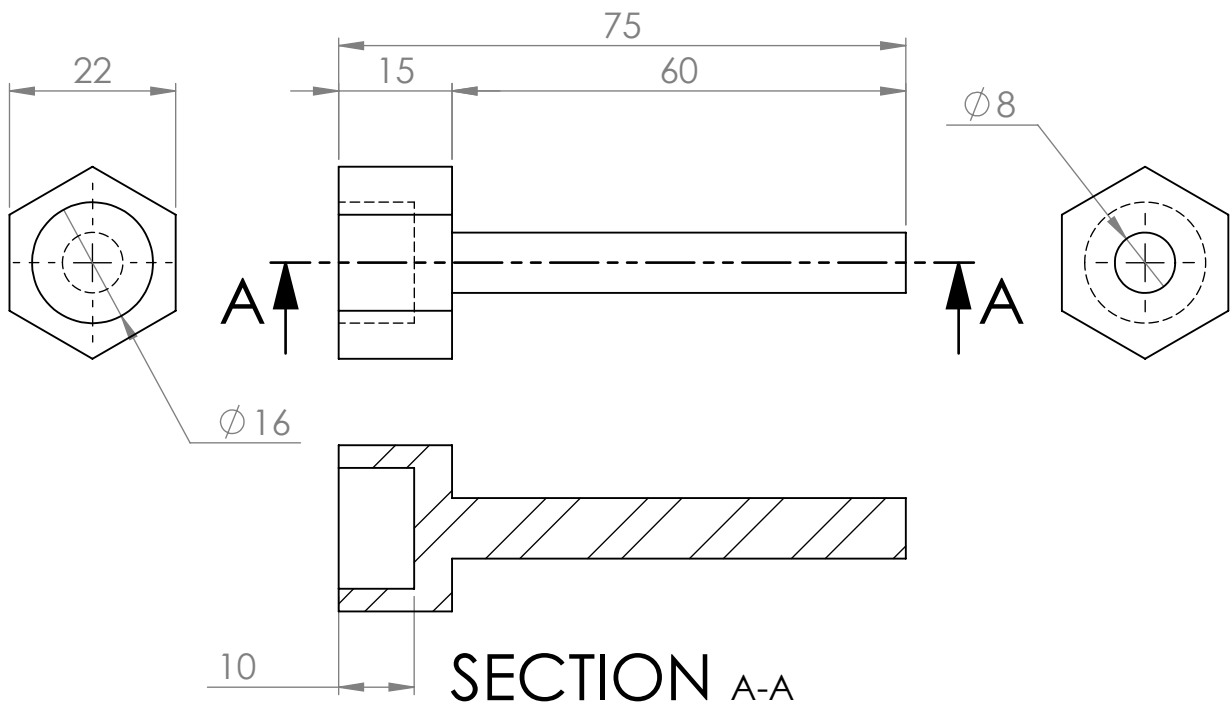
E

E



D

D



C

C

B

B

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION 01

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN	IRSYAD JANNATA		
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

TITLE:
BAUT PENGUBUNG

DWG NO. **17**

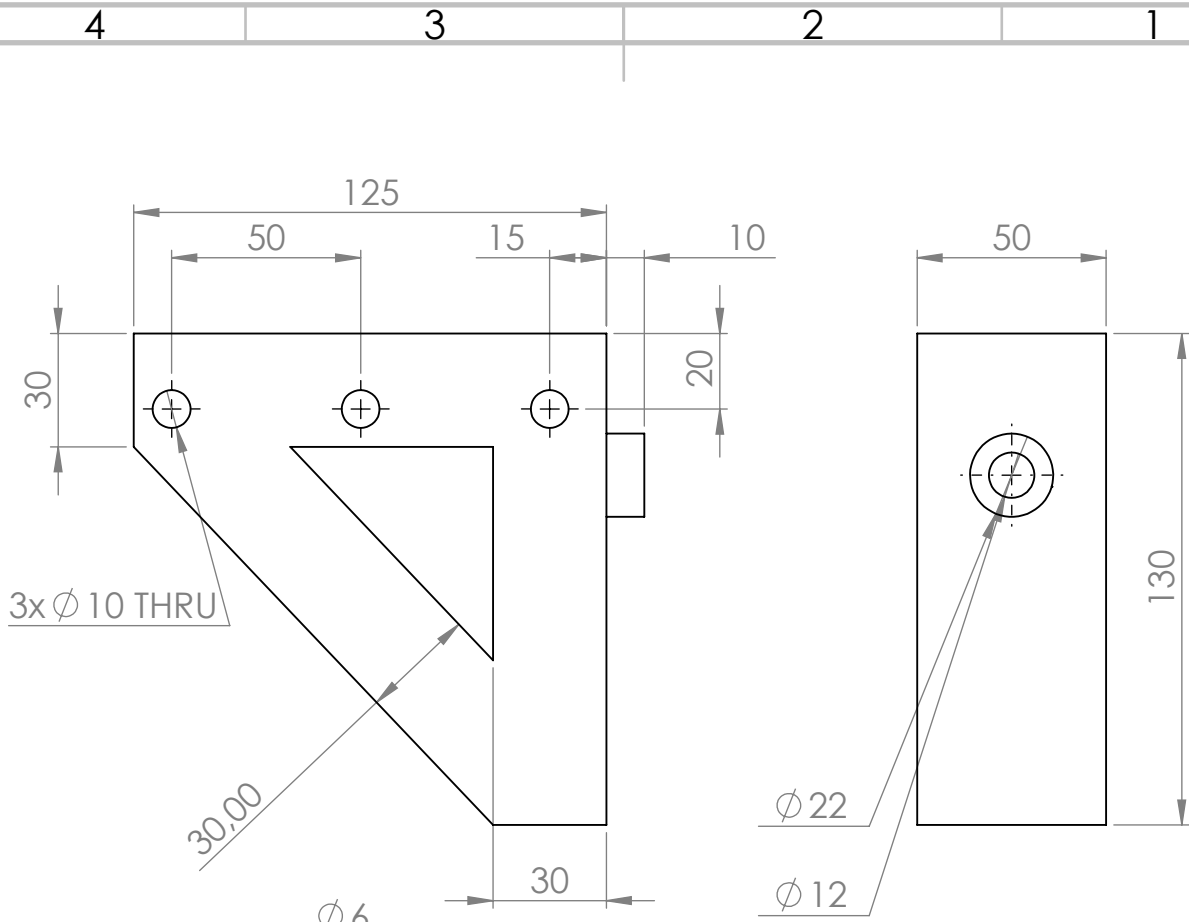
SCALE: 1:1

SHEET 1 OF 1

A

A

4 3 2 1



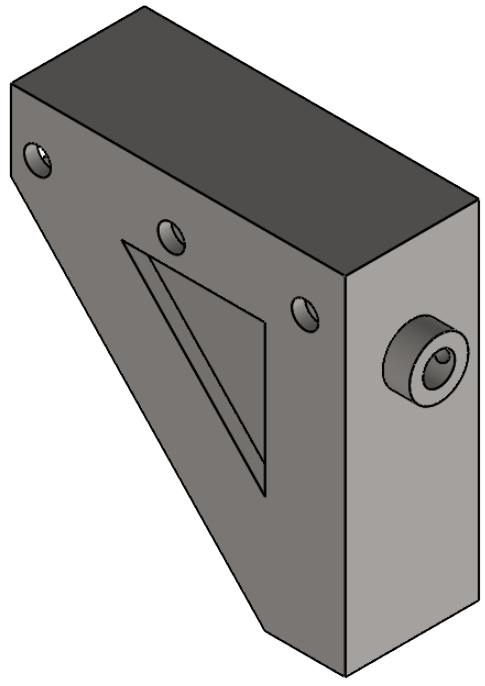
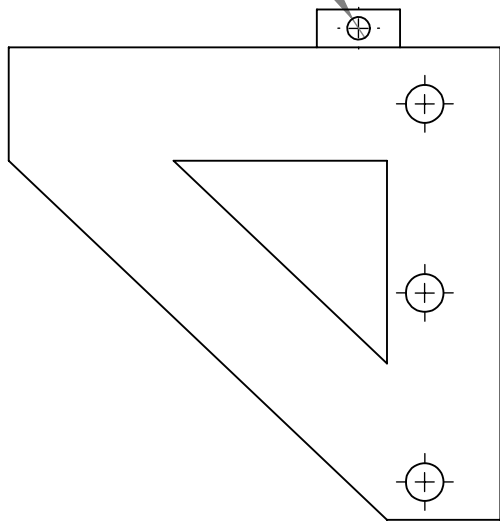
3x Ø 10 THRU

30,00

Ø6

Ø22

Ø12



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

02

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN	IRSYAD JANNATA		
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

TITLE:

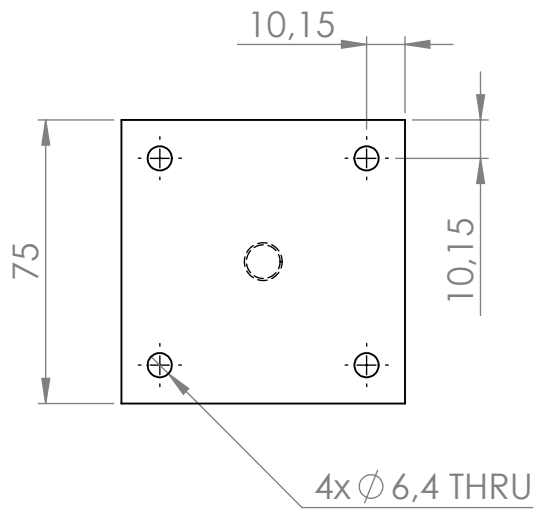
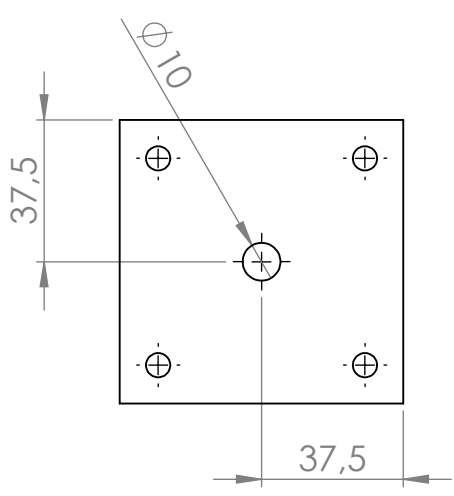
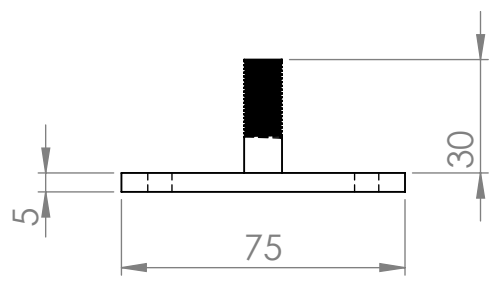
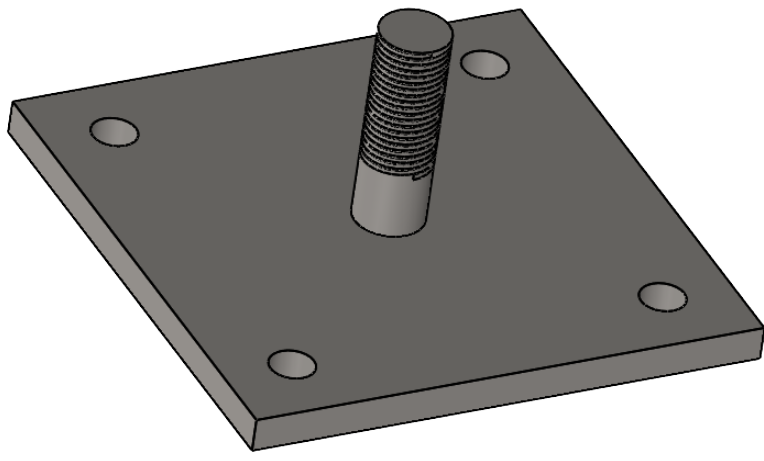
CAGAKAN BELAKANG

DWG NO. 10

SCALE: 1:2

SHEET 1 OF 1

A4



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH:
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
 BREAK SHARP
 EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION 01

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN	IRSYAD JANNATA		
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

TITLE:
**DUDUKAN SILINDER
 PNEUMATIK PEDAL**

DWG NO.
05

SCALE: 1:2

SHEET 1 OF 1

MATERIAL:

WEIGHT:

A4

4 3 2 1

F

F

E

E

D

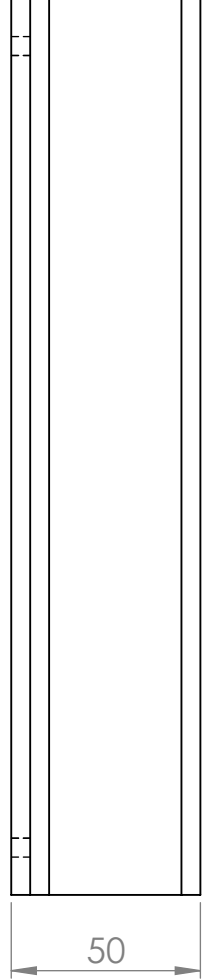
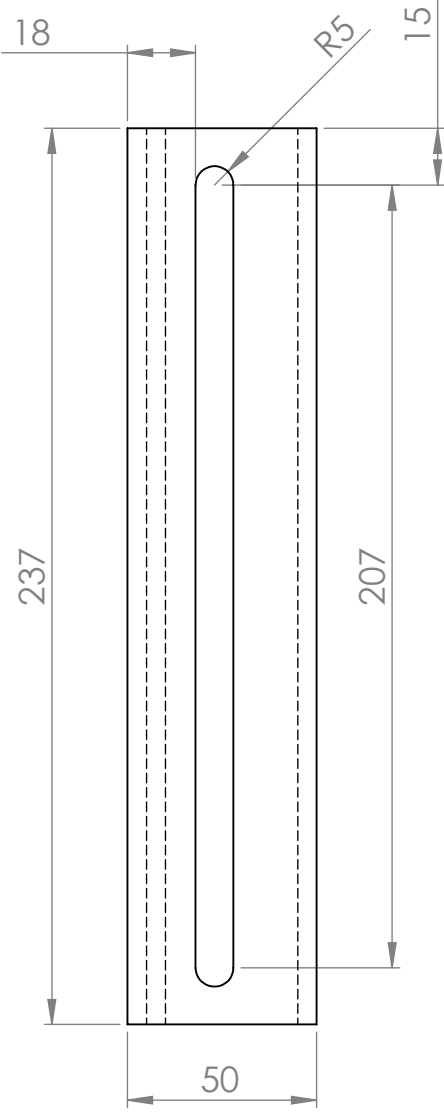
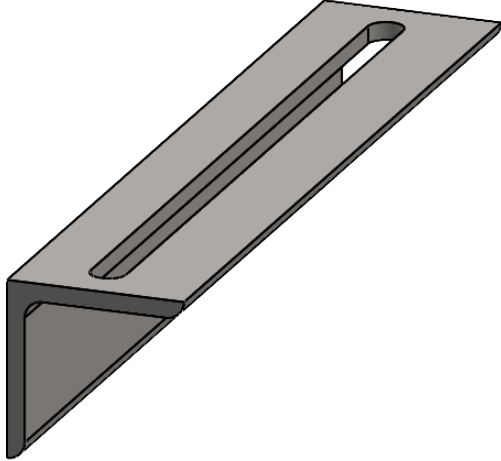
D

C

C

B

B



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH:
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
 BREAK SHARP
 EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION 02

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN	IRSYAD JANNATA		
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

TITLE:
**JALUR PNEUMATIK
 BELAKANG**

MATERIAL:

DWG NO.

14

A4

WEIGHT:

SCALE:1:2

SHEET 1 OF 1

4 3 2 1

A

A

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

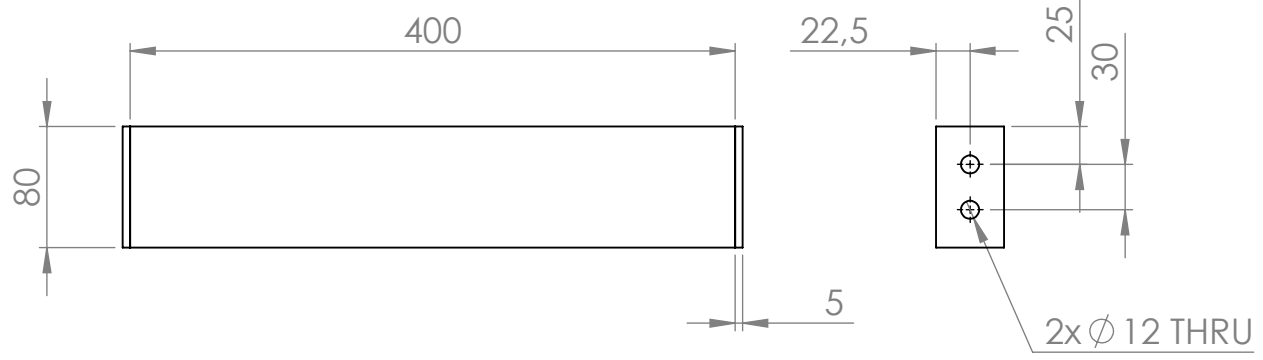
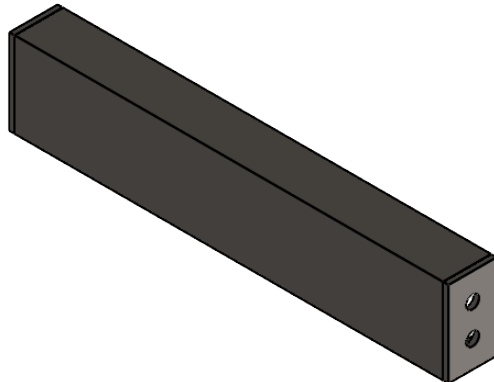
C

B

B

A

A



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH:
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
 BREAK SHARP
 EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION 01

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN	IRSYAD JANNATA		
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

TITLE:
**KAKI RANGKA
 ALAT UJI**

DWG NO. **02**

SCALE: 1:5

SHEET 1 OF 1

A4

4 3 2 1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

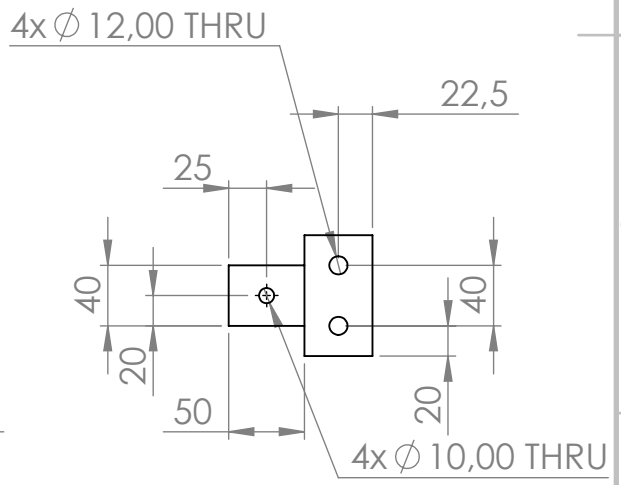
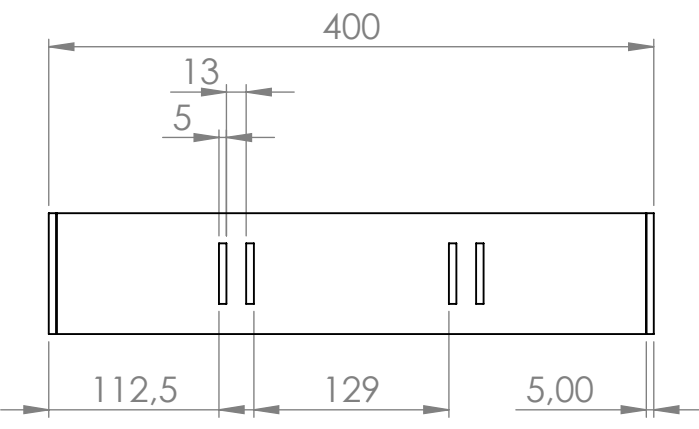
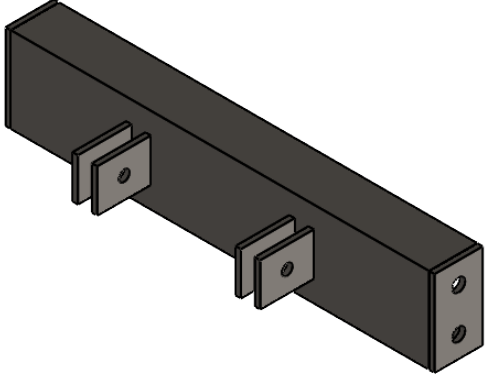
C

B

B

A

A



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION 02

NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN IRSYAD JANNATA		
CHK'D		
APPV'D		
MFG		
Q.A		

TITLE:
**KAKI TENGAH
RANGKA ALAT UJI**

DWG NO. **03**

SCALE: 1:5

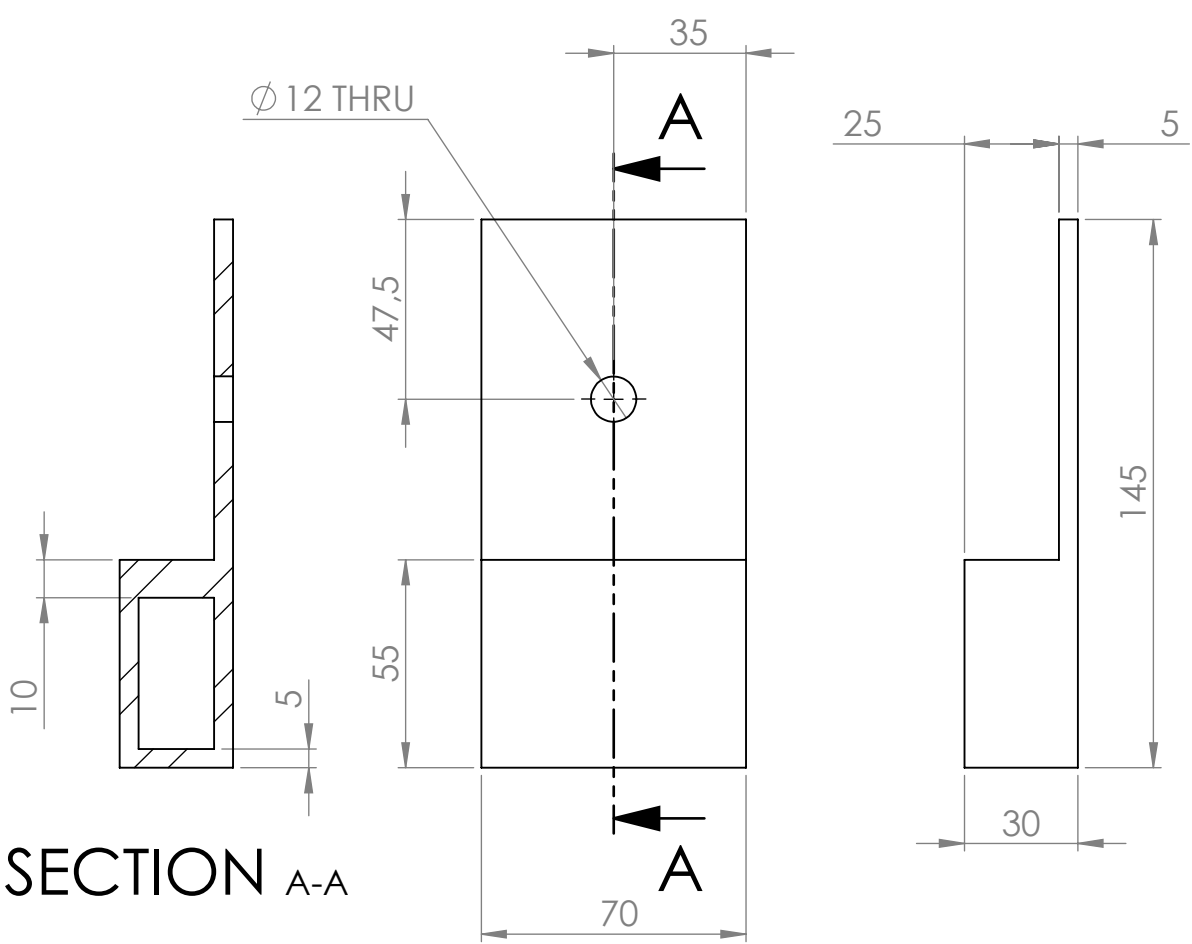
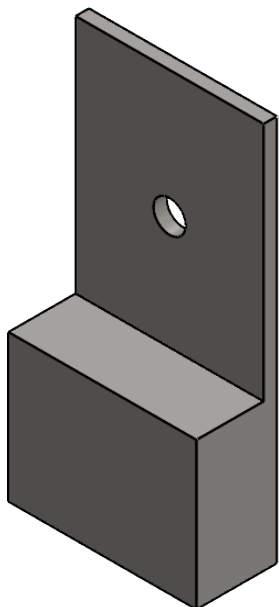
SHEET 1 OF 1

4 3 2 1

4 3 2 1

F
E
D
C
B

F
E
D
C
B



SECTION A-A

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION 02

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN	IRSYAD JANNATA		
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

TITLE: **PENAHAN BELAKANG**

DWG NO. **23**

MATERIAL:

SCALE: 1:2

SHEET 1 OF 1

A4

4 3 2 1

A

A

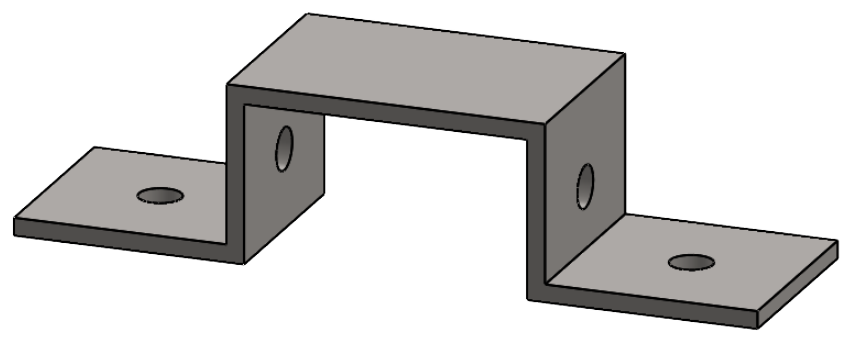
4 3 2 1

F

F

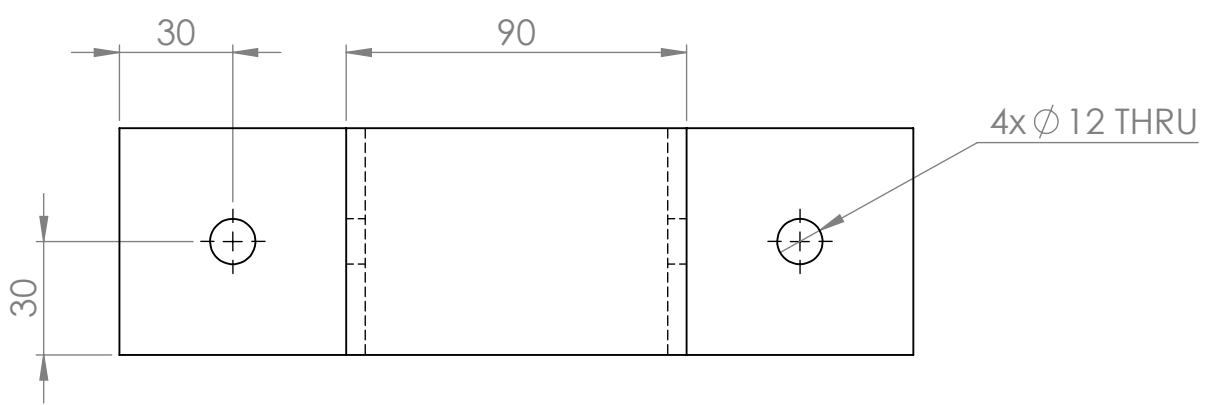
E

E



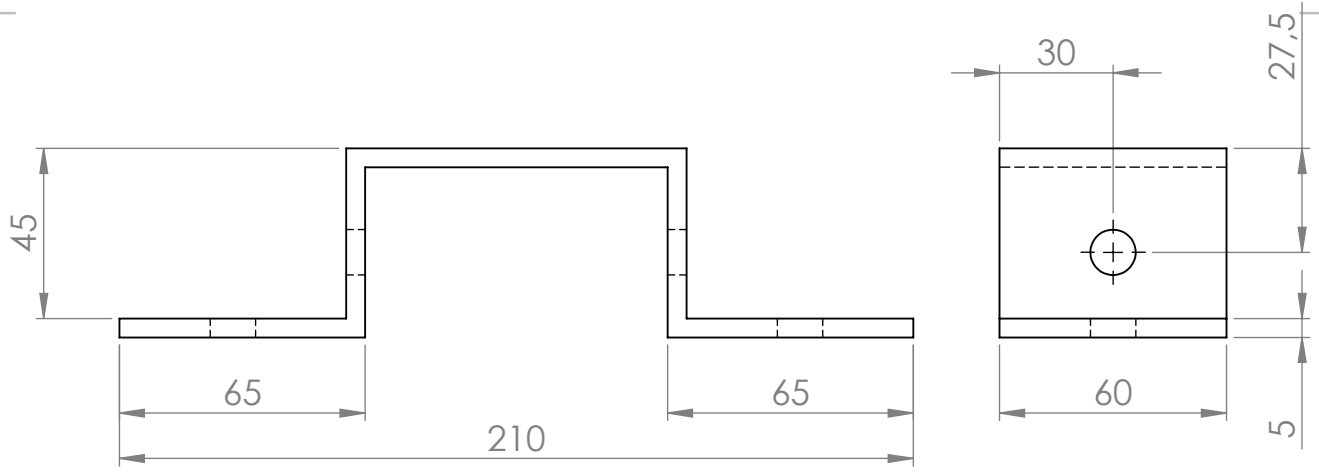
D

D



C

C



B

B

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION 01

A

A

NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN IRSYAD JANNATA		
CHK'D		
APPV'D		
MFG		
Q.A		

TITLE:
**PENAHAN CAGAKAN
BELAKANG 1**

MATERIAL:

DWG NO. **11**

SCALE:1:2

WEIGHT:

SHEET 1 OF 1

A4

4 3 2 1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

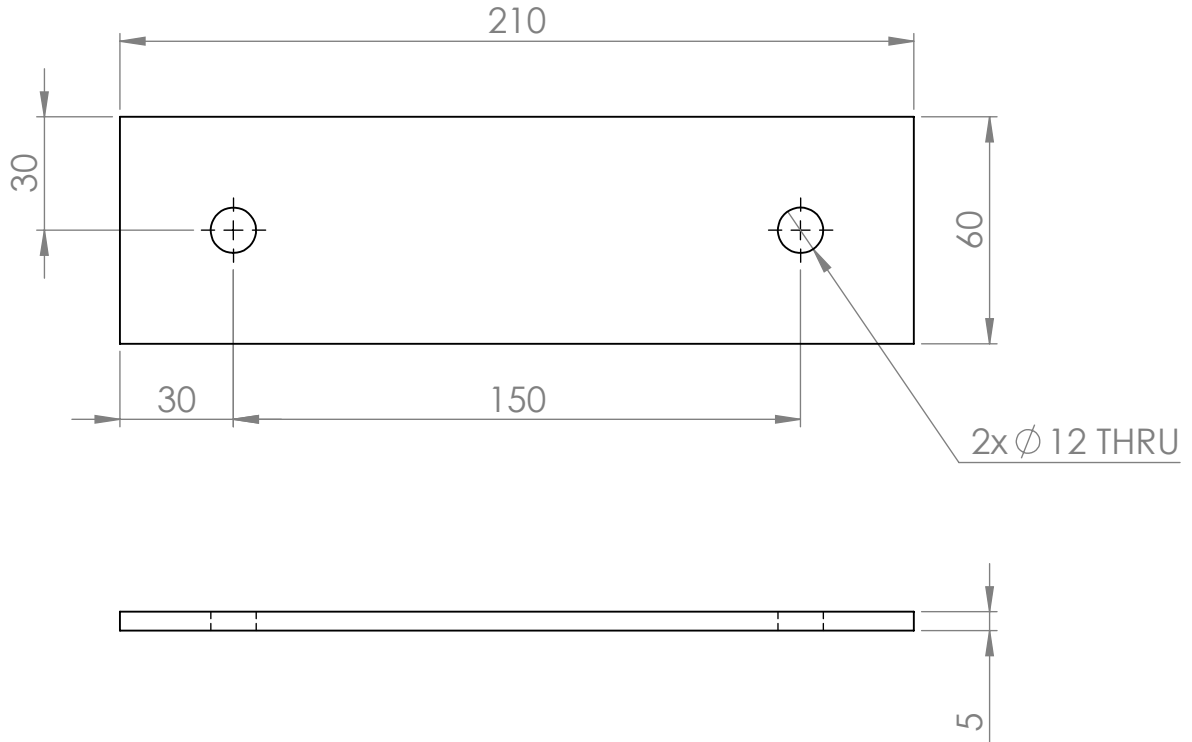
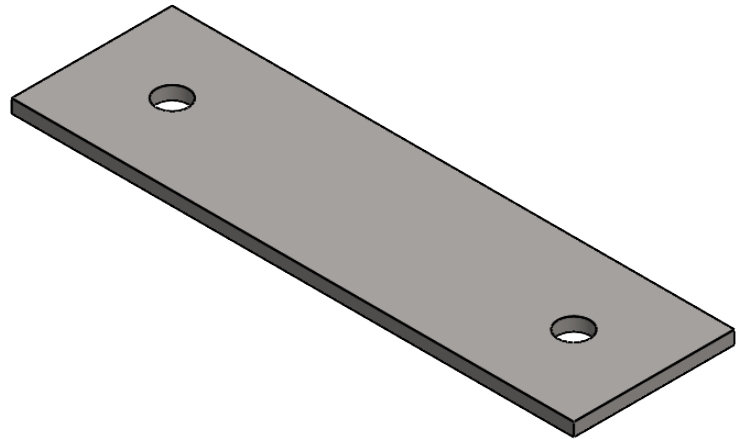
C

B

B

A

A



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH:
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
 BREAK SHARP
 EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION 01

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN	IRSYAD JANNATA		
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

TITLE:
**PENAHAN CAGAKAN
 BELAKANG 2**

DWG NO.
12

MATERIAL:

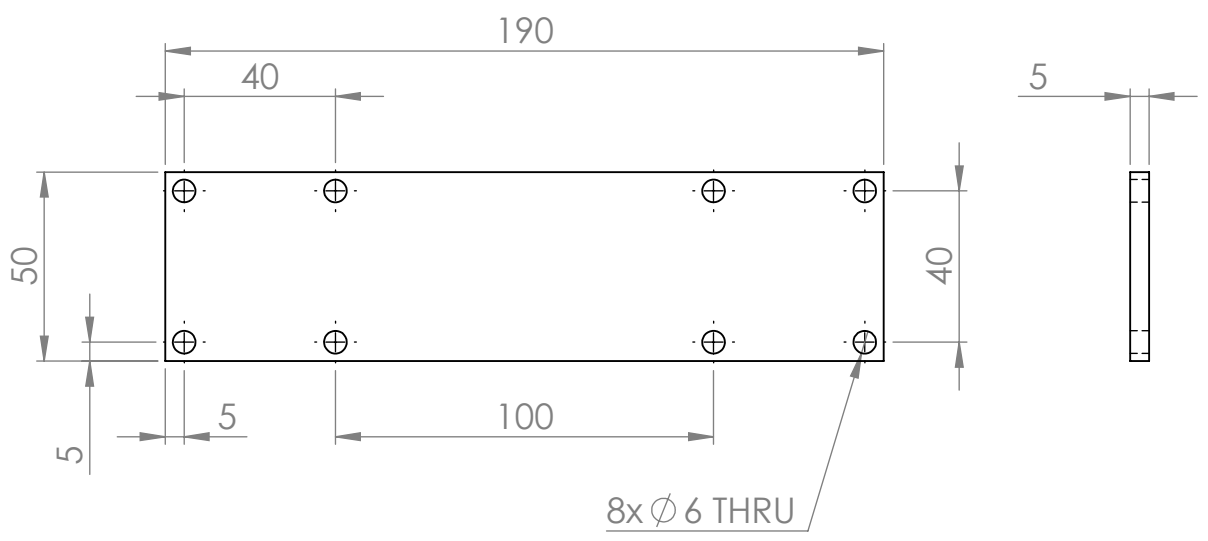
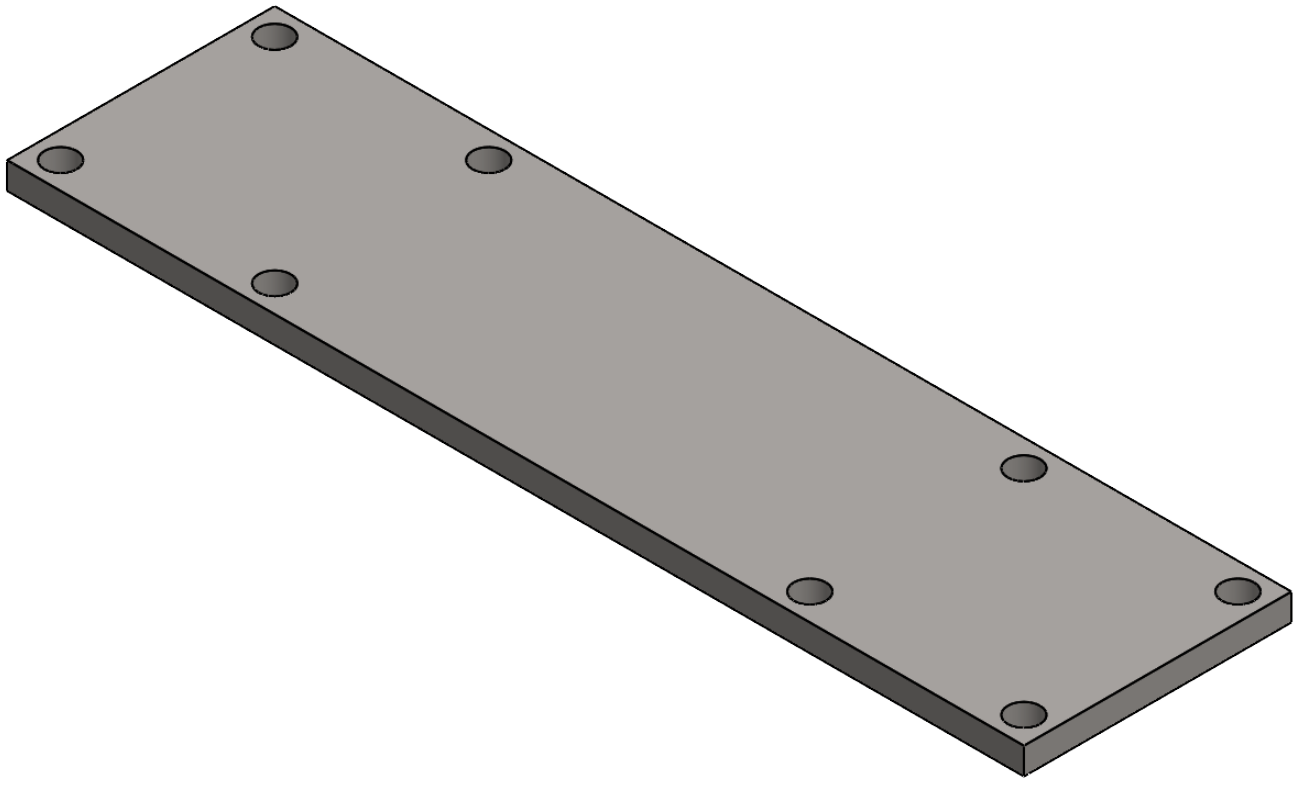
WEIGHT:

SCALE:1:2

SHEET 1 OF 1

A4

4 3 2 1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH:
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
 BREAK SHARP
 EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION 03

NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN IRSYAD JANNATA		
CHK'D		
APPV'D		
MFG		
Q.A		

TITLE:
**PENAHAN
 CAGAKAN DEPAN**

MATERIAL:

DWG NO.

21

A4

WEIGHT:

SCALE:1:2

SHEET 1 OF 1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

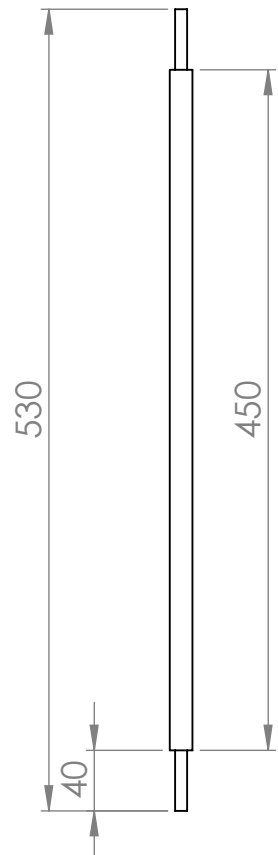
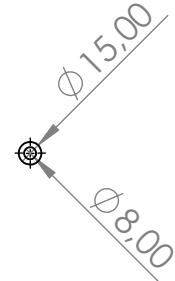
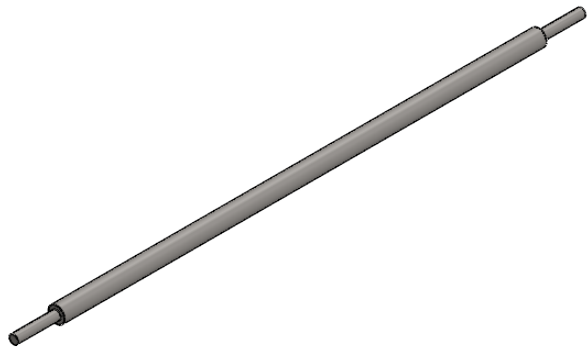
D

C

C

B

B



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH:
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
 BREAK SHARP
 EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION 01

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN	IRSYAD JANNATA		
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

TITLE:
**PENGHUBUNG
 BELAKANG DAN PEDAL**

DWG NO. **09**

SCALE: 1:5

SHEET 1 OF 1

MATERIAL:

A4

WEIGHT:

4 3 2 1

A

A