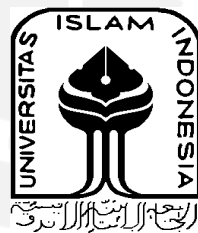


**Perancangan dan Pembuatan Sambungan *Seat Tube* Sepeda  
Menggunakan 3D Printer dengan Perkuatan  
Lapisan *Fiberglass***

**TUGAS AKHIR**

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



**Disusun Oleh:**

**Nama : ADIRAHMAN RAMADHAN**  
**No. Mahasiswa : 18525085**  
**NIRM : 2018050990**

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

**2022**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Bismillahirrahmanirrahim dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini merupakan hasil kerja saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang saya cantumkan sumbernya sebagai referensi. Apabila kemudian hari terbukti pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima hukuman/sanksi sesuai hukum yang berlaku di Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 8 November 2022



Adirahman Ramadhan  
18525085

# LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

## Perancangan dan Pembuatan Sambungan *Seat Tube* Sepeda Menggunakan 3d Printer dengan Perkuatan Lapisan *Fiberglass*

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

Nama : ADIRAHMAN RAMADHAN

No. Mahasiswa : 18525085

NIRM : 2018050990

Yogyakarta, 8 November 2022

Dosen Pembimbing

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

NIP. 135250502

## LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

### Perancangan dan Pembuatan Sambungan *Seat Tube* Sepeda Menggunakan 3D Printer dengan Perkuatan Lapisan *Fiberglass*

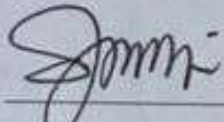
#### TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:


Nama : ADIRAHMAN RAMADHAN  
No. Mahasiswa : 18525085  
NIRM : 2018050990

Tim Penguji

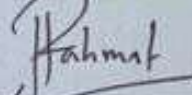
Ir. Santo Ajie Dhewanto, S.T., M.M., IPP  
Ketua

  
Tanggal : 28/11/2022

Donny Suryawan, Ir., S.T., M.Eng., IPP  
Anggota I

  
Tanggal : 28/11/2022

Rahmat Riza, S.T., MSc. ME  
Anggota II

  
Tanggal : 28 November 2022

Mengetahui



Mengetahui

Prad Khafidh, S.T., M.T., IPP

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Alhamdulillah*

Segeanp 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 bangga halaman persembahan ini penulis persembahkan untuk:

Orang tua penulis, Bapak Drs. Sudiyono dan Ibu Nuryati yang selalu memberikan doa, dukungan dan nasihat kepada penulis agar tetap semangat dalam mengerjakan tugas akhir ini. Serta saudara-saudara kandung penulis yang juga selalu memberikan *support*. Almamater kampus Universitas Islam Indonesia, tempat penulis berproses dan mencari ilmu. Dosen pembimbing dan dosen pengajar yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk membagikan ilmunya. Juga rekan-rekan Teknik Mesin UII yang menjadi keluarga kedua, tempat berbagi kisah dan pengalaman. Semoga allah selalu mempermudah jalan kita.

## HALAMAN MOTTO

*“You're not falling behind, you just walking in your own time. And there is no limit to struggle, do the best and don't forget to pray”*

(Annisa Fikri Ainur Rahmadani)



## KATA PENGANTAR ATAU UCAPAN TERIMA KASIH

*Bismillaahirrahmaanirrahiim*

Segecap puji dan syukur senantiasa terucap kepada Allah SWT, Tuhan seluruh makhluk dan semesta alam yang masih memberikan kesempatan kepada penulis untuk dapat beribadah, melantunkan doa dan harapan. Shalawat dan salam senantiasa penulis haturkan kepada kekasih Allah Baginda Rasulullah SAW.

*Alhamdulillah*, pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan penulisan laporan tugas akhir ini, dengan penuh perjuangan, halangan serta rintangan yang dihadapi selama ini. Penulisan laporan tugas akhir ini bertujuan untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar sarjana dari Universitas Islam Indonesia. Penulis juga menyadari bahwa penulisan laporan tugas akhir ini tidak lepas dari dukungan serta bimbingan dari berbagai pihak. Dengan demikian penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih penulis kepada:

1. Prof. Fathul Wahid, S.T., M.Sc., Rektor Universitas Islam Indonesia.
2. Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., IPU., Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Dr. Ir. Muhammad Khafidh, S.T., M.T., IPP., Ketua Jurusan Program Studi Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.
4. Ir. Santo Ajie Dhewanto, S.T., M.M. IPP., selaku Dosen Pembimbing yang selalu mendampingi dan memotivasi selama proses pembuatan tugas akhir.
5. Bapak Ibu Dosen yang telah memberikan ilmu kepada penulis selama dibangku perkuliahan
6. Jajaran Staf Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan layanan terbaik kepada mahasiswa.
7. Bapak dan Ibu penulis yang selalu memberikan *support* dan doa kepada penulis.
8. Keluarga besar Teknik Mesin khususnya angkatan 2018 yang sudah menjadi keluarga kedua.
9. Teman-teman yang berjuang bersama Yanuar, Nevrizal dan Reza untuk menyelesaikan tugas akhir ini sehingga dapat terselesaikan dengan baik.



10. Muh Lukman Khakim selaku teman, sahabat dan juga mentor bagi penulis yang selalu memberikan *support*, wejangan serta bantuan kepada penulis.
11. Teman-teman di Mobil Listrik yang telah memberikan ilmu dan pengalaman kepada penulis.
12. Teman-teman perjuangan Kost Anak Lanang yang selalu memberikan moment dan ilmunya.
13. Seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis berharap laporan Tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca maupun penelitian selanjutnya. Penulis juga menyadari bahwa penulisan laporan ini masih belum sempurna karena keterbatasan penulis.

Yogyakarta, 8 November 2022

Penulis



Adirahman Ramadhan



## ABSTRAK

Pada dasarnya, perusahaan manufaktur memproduksi *frame* dengan menggunakan satu jenis material yang sama. Tetapi pada perancangan kali ini berinovasi membuat *frame* dengan menggunakan dua jenis material yang berbeda, yaitu *steel* dan *composite 3D print laminasi*. Pada perancangan ini berinovasi untuk mengganti metode penyambungan pengelasan dengan membuat *bracket* sambungan berbahan *composite 3D print laminasi*. Metodologi pada penelitian ini memuat tentang data dan sumbernya, penjelasan tentang variabel penelitian yang digunakan dan metode analisis yang digunakan dalam penelitian, kemudian teknik pembuatan *bracket seatpost*. Produk *bracket seatpost* dengan berbahan 3d printer yang diperkuat dengan *fiberglass* dinyatakan aman setelah dilakukan pengujian jalan sesuai standar SNI 1049:2008. Telah dilakukan optimasi desain sehingga sudut-sudut kemiringan tidak terjadi perubahan yang signifikan. Berhasil merancang dan membuat *bracket seatpost* berbahan 3D printer dengan perkuatan (laminasi) *fiberglass* yang aman setelah dilakukan pengujian SNI 1049:2008. Sesuai dengan pengujian yang telah dilakukan bahwa sepeda dinyatakan mampu memenuhi uji jalan sesuai dengan standar SNI 1049:2008. Atau dengan kata lain sepeda aman dan layak untuk dikendarai.

**Kata kunci:** *frame, composite 3D print laminasi, bracket seatpost, standar SNI 1049:2008.*

## **ABSTRACT**

*Basically, manufacturing companies produce frames using the same type of material. But in this design, we innovate to make frames using two different types of materials, namely steel and composite 3D printed laminates. In this design, we innovate to replace the welding connection method by making joint brackets made of 3D printed laminated composites. The methodology in this study contains data and sources, an explanation of the research variables used and the analytical methods used in the study, then the technique of making seat post brackets. Seat post bracket products made from 3d printer reinforced with fiberglass are declared safe after road testing according to SNI 1049:2008 standards. Design optimization has been carried out so that the slope angles do not change significantly. Successfully designed and made a seatpost bracket made of 3D printer with fiberglass reinforcement (laminated) which is safe after testing SNI 1049:2008. In accordance with the tests that have been carried out, the bicycle is declared capable of fulfilling road tests according to SNI 1049: 2008 standards. Or in other words the bike is safe and worth riding.*

**Keywords:** frames, composites 3d print lamination, seatpost bracket, SNI standard 1049:2008.

## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
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.....	xvi
Bab 1 Pendahuluan .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Perancangan.....	2
1.5 Manfaat Perancangan.....	2
1.6 Sistematika Penulisan .....	3
Bab 2 Tinjauan Pustaka .....	4
2.1 Kajian Pustaka .....	4
2.2 Dasar Teori.....	5
2.2.1 Pengenalan bagian <i>frame</i> sepeda.....	6
2.2.2 Komposit .....	7
2.2.3 Fiberglass.....	8
2.2.4 Resin .....	10
2.2.5 3D Printer .....	11
2.2.6 PLA.....	11
2.2.7 Standar Pengujian CEN 14766.....	12
2.2.8 Pengujian Jalan SNI 1049:2008 .....	14

Bab 3 Metode Penelitian .....	16
3.1 Alur Penelitian .....	16
3.2 Kriteria desain .....	17
3.3 Peralatan dan Bahan .....	17
3.4 Perancangan Desain .....	22
3.4.1 Proses Desain .....	22
3.4.2 Analisis CEN 14766 .....	23
3.5 Pembuatan Produk .....	23
3.5.1 Proses 3D <i>Printing</i> .....	23
3.5.2 Proses Laminasi <i>Fiberglass</i> .....	23
3.5.3 Proses Perakitan Sepeda .....	24
3.6 Pengujian Sepeda .....	24
Bab 4 Hasil dan Pembahasan .....	25
4.1 Hasil Perancangan .....	25
4.1.1 Desain .....	25
4.1.2 Analisis Desain .....	28
4.1.3 Proses Produksi <i>Bracket Seatpost</i> .....	34
4.1.4 <i>Assembly</i> Sepeda .....	38
4.2 Hasil Pengujian Jalan .....	39
4.3 Pembahasan .....	46
Bab 5 Penutup .....	49
5.1 Kesimpulan .....	49
5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya .....	49
Daftar Pustaka .....	50

## DAFTAR TABEL

Tabel 4- 1 Pengaturan Parameter <i>Printing</i> .....	34
Tabel 4- 2 Kelengkapan Sepeda .....	39
Tabel 4- 3 Data Penguji .....	43
Tabel 4- 4 Persiapan sepeda .....	44
Tabel 4- 5 Data Hasil Pengujian Jalan.....	44
Tabel 4- 6 Kecepatan Sepeda .....	45
Tabel 4- 7 Kesimpulan Pengujian .....	45



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2- 1 Bagian <i>frame</i> secara umum .....	6
Gambar 2- 2 <i>Chopped strand mat</i> .....	9
Gambar 2- 3 <i>Continuous roving</i> .....	9
Gambar 2- 4 <i>Woven roving mat</i> .....	9
Gambar 2- 5 Mesin 3D Printer .....	11
Gambar 2- 6 <i>Filament PLA</i> .....	12
Gambar 2- 7 <i>Fatigue test with vertical loads</i> .....	13
Gambar 2- 8 <i>Fatigue test with pedaling forces</i> .....	13
Gambar 2- 9 <i>Fatigue test with horizontal forces</i> .....	14
Gambar 2- 10 Balok pengujian jalan.....	14
Gambar 3- 1 Komputer.....	17
Gambar 3- 2 <i>Software Solidwork 2018</i> .....	17
Gambar 3- 3 <i>Ansys Students Version 2022 R2</i> .....	18
Gambar 3- 4 3D Printer .....	18
Gambar 3- 5 Gerinda .....	18
Gambar 3- 6 Kuas.....	19
Gambar 3- 7 Gunting .....	19
Gambar 3- 8 Amplas .....	20
Gambar 3- 9 PLA .....	20
Gambar 3- 10 <i>Fiberglass</i> .....	20
Gambar 3- 11 Resin.....	21
Gambar 3- 12 Katalis.....	21
Gambar 3- 13 Aerosil .....	22
Gambar 3- 14 Lem <i>epoxy</i> .....	22
Gambar 4- 1 Proses pengukuran <i>frame</i> .....	25
Gambar 4- 2 Sketsa desain .....	26
Gambar 4- 3 Desain pertama .....	26
Gambar 4- 4 Desain kedua .....	27
Gambar 4- 5 Desain akhir <i>seatpost</i> .....	27
Gambar 4- 6 Desain awal <i>bracket</i> .....	28

Gambar 4- 7 Desain <i>frame</i> sepeda.....	28
Gambar 4- 8 <i>Maximum stress horizontal forces</i> .....	29
Gambar 4- 9 <i>Safety factor horizontal forces</i> .....	29
Gambar 4- 10 <i>Maximum stress bracket seatpost</i> .....	30
Gambar 4- 11 <i>Maximum stress pedaling forces</i> .....	31
Gambar 4- 12 <i>Safety factors pedaling forces</i> .....	31
Gambar 4- 13 <i>Maximum stress bracket seatpost</i> .....	32
Gambar 4- 14 <i>Maximum stress vertical loads</i> .....	32
Gambar 4- 15 <i>Safety factor vertical loads</i> .....	33
Gambar 4- 16 <i>Maximum stress vertical loads</i> .....	33
Gambar 4- 17 Pengaturan posisi objek.....	34
Gambar 4- 18 Proses <i>printing</i> .....	35
Gambar 4- 19 Hasil produk <i>bracket seatpost</i> .....	35
Gambar 4- 20 Pola potongan <i>fiberglass</i> .....	36
Gambar 4- 21 Potongan <i>fiberglass</i> sesuai pola .....	36
Gambar 4- 22 Adonan <i>gelcoat</i> .....	37
Gambar 4- 23 Proses pengamplasan.....	37
Gambar 4- 24 Produk <i>bracket seatpost</i> .....	38
Gambar 4- 25 Proses pengeleman <i>bracket</i> dan pipa <i>frame</i> .....	38
Gambar 4- 26 Sepeda hasil perancangan.....	39
Gambar 4- 27 Penampakan lem terlepas pada bagian <i>bottom bracket</i> .....	40
Gambar 4- 28 As roda belakang .....	40
Gambar 4- 29 <i>Tensioner</i> rantai.....	41
Gambar 4- 30 Pengujian jalan dengan balok yang tidak sesuai standar.....	41
Gambar 4- 31 Lem lepas pada bagian <i>head tube</i> .....	42
Gambar 4- 32 Balok pengujian jalan .....	42
Gambar 4- 33 Balok pengujian sesuai standar .....	43
Gambar 4- 34 Pengujian dengan balok sesuai standar SNI 1049:2008.....	44
Gambar 4- 35 Kondisi <i>bracket seatpost</i> setelah pengujian jalan.....	45
Gambar 4- 36 Penggunaan pipa asli sepeda jengki .....	47
Gambar 4- 37 <i>Bracket Seatpost</i> berbahan PLA yang dilapisi <i>Fiberglass</i> .....	47



## DAFTAR NOTASI

SNI	: Standar Nasional Indonesia
CEN	: <i>The European Committee for Standardization</i>
Kg	: Kilogram
N	: Newton
PLA	: <i>Polylactic Acid</i>
Km	: Kilometer
Cm	: Sentimeter
MPa	: Megapascal



# 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) . Ada beberapa jenis sepeda yang mungkin sudah familiar di sekitar kita, seperti MTB, *Road Bike*, BMX, *Folding Bike*, sepeda onthel, bahkan ada juga sepeda listrik. Perbedaan dari jenis sepeda tersebut terdapat pada desain, material *frame*, jenis penggunaan atau medan yang dilalui dan banyak lainnya.

Struktur utama sepeda adalah terdapat pada rangka (*frame*), biasanya *frame* terbuat dari bahan seperti aluminium, *steel*, karbon, dan lain sebagainya. Pada dasarnya perusahaan manufaktur memproduksi *frame* dengan menggunakan satu jenis material yang sama. Tetapi pada perancangan kali ini berinovasi membuat *frame* dengan menggunakan dua jenis material yang berbeda, yaitu *steel* dan *3D print* yang diperkuat lapisan *fiberglass*.

Pembuatan *frame* berbahan *steel* pada umumnya pada metode penyambungan menggunakan teknik pengelasan. Pada perancangan ini berinovasi untuk mengganti metode penyambungan pengelasan dengan membuat *bracket* sambungan berbahan *3D print* yang diperkuat lapisan *fiberglass*. Penggantian *bracket* ini hanya pada bagian *seat post*.

Proses perancangan ini menyempurnakan dari perancangan sebelumnya dimana pada perancangan sebelumnya penciptaan *bracket seat tube* menggunakan 3d printer tanpa dilakukan perkuatan dengan *fiberglass*. Kemudian juga pada perancangan tugas akhir yang lain menciptakan sebuah pipa berbahan komposit, maka akan ada kemungkinan untuk perancangan tugas akhir selanjutnya menciptakan sebuah *frame* sepeda menggunakan *bracket* berbahan 3d printer yang diperkuat lapisan *fiberglass* dengan pipa *frame* berbahan komposit.

Inovasi penggantian *bracket* sambungan diharapkan bisa menjadikan sebuah terobosan dalam proses perancangan *frame* sepeda dengan menggunakan material yang berbeda dan penggantian teknik penyambungan dengan pengelasan.

## 1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana mengoptimasi desain sehingga bisa membuat sambungan *seat post* dengan bahan *3D print* yang diperkuat lapisan *fiberglass*?
2. Bagaimana cara membuat sambungan *seat post* dengan menggunakan *3D print* yang diperkuat lapisan *fiberglass*?
3. Bagaimana hasil pengujian jalan sesuai dengan standar SNI 1049:2008?

## 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. *Frame* sepeda yang digunakan adalah jenis sepeda jengki.
2. Menggunakan material berbahan *3D print* jenis *PLA* yang dilaminasi dengan komposit untuk perancangan sambungan *frame*.
3. Hanya membuat sambungan *frame* pada bagian *seat post*.
4. Menggunakan perangkat lunak CAD dan CAE yaitu *SolidWork* dan *Ansys*.
5. Tidak melakukan perhitungan secara teoritis.
6. Melakukan pengujian jalan sesuai dengan SNI 1049:2008.

## 1.4 Tujuan Perancangan

Tujuan dari perancangan ini adalah sebagai berikut:

1. Mengoptimasi desain sehingga tidak terjadi perubahan bentuk yang signifikan pada *frame* sepeda.
2. Membuat sambungan *seat post* dengan material *3D print* yang diperkuat lapisan *fiberglass*.
3. Mengetahui hasil pengujian jalan sesuai dengan standar SNI 1049:2008.

## 1.5 Manfaat Perancangan

Manfaat dari perancangan ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan inovasi baru tentang perancangan *frame* sepeda dengan menggunakan material yang berbeda yaitu besi dan *3D print* yang diperkuat lapisan *fiberglass*.
2. Dapat mengetahui kekuatan sambungan *frame* sepeda menggunakan material *3D print* yang diperkuat lapisan *fiberglass*.

## 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 penelitian 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 ini berisikan tentang analisis data hasil perancangan yang telah dilakukan untuk mendapatkan suatu kesimpulan.

### BAB V : PENUTUP

Pada bagian ini berisikan kesimpulan dari perancangan sambungan *frame* sepeda dengan material *composite sandwich 3D print laminasi*.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Kajian Pustaka

Pada penulisan laporan tugas akhir ini mengambil bahan kajian pustaka dari jurnal dan skripsi penelitian terdahulu yang bisa digunakan sebagai acuan untuk perancangan ini.

Kajian pustaka pertama yang digunakan sebagai dasar dalam perancangan ini berjudul “*PEMBUATAN SAMBUNGAN PART SEAT TUBE PADA SEPEDA MENGGUNAKAN 3D PRINTER BERDASARKAN TOPOLOGY OPTIMIZATION DESIGN*”. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui hasil simulasi *frame* United Miami XC02 dengan pengujian CEN 14766 serta mengetahui bentuk geometri yang paling optimal untuk *joining frame* dengan metode *Topology Optimization Design* dan cara pembuatannya dengan *3D Printer*. Penelitian ini dilakukan dengan metode analisis *Topology Optimization Design* dan dilakukan pengujian *statis* dan *fatigue* metode elemen hingga. Hasil dari penelitian ini adalah hasil simulasi *Topology Optimization Design* metode pengujian CEN 14766 didapatkan urutan massa terkecil hingga terbesar, kemudian didapatkan bentuk paling optimum bentuk massa terkecil kedua. Persamaan dengan penelitian yang akan dilakukan adalah membuat part *joining frame* dengan *3D Printer* dengan perbedaan berada pada jenis filamen dan tanpa disertai laminasi komposit (Nicholas, 2018).

Kedua, yang berjudul “*PEMBUATAN SAMBUNGAN PART HEAD TUBE PADA SEPEDA MENGGUNAKAN 3D PRINTER BERDASARKAN TOPOLOGY OPTIMIZATION DESIGN*”. Tujuan penelitian tersebut adalah untuk mengetahui hasil simulasi sambungan part head tube dengan metode pengujian CEN 14766, mengetahui bentuk geometri optimum produk *head tube* dengan metode *Topology Optimization Design* serta mengetahui pembuatan *part head tube* dengan *3D Printer*. Penelitian ini dilakukan dengan metode analisa *Topology Optimization Design* dan dilakukan pengujian *statis* dan *fatigue* metode elemen hingga. Hasil dari penelitian ini adalah hasil simulasi tahap awal static structure dengan uji

standar CEN 14766 memiliki nilai tegangan masih berada dibawah tegangan ijin. Persamaan penelitian ini adalah membuat part *joining frame* dengan 3D Printer dengan perbedaan berada pada jenis filamen dan tanpa disertai laminasi komposit (Faisol, 2018).

Ketiga, jurnal yang berjudul “*OPTIMASI DESAIN RANGKA SEPEDA BERBAHAN BAKU KOMPOSIT BERBASIS METODE ANOVA*”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh faktor beban pengendara terhadap pergeseran *head tube* dan *seat tube frame* dengan bahan komposit dan menganalisis beban maksimum pengendara dengan metode *Taguchi* dan analisis *ANOVA*. Penelitian ini menggunakan metode *Taguchi* dan metode *ANOVA* serta pengujian menggunakan metode elemen hingga. Dari penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa dilakukan perhitungan dengan kondisi desain *seat tube angle* sebesar 72°, dengan pergeseran *head tube* 0,2 mm dan beban pengendara 90 kg. Analisis perhitungan *ANOVA* untuk pengaruh tegangan maksimum adalah *seat tube angle* sebesar 85% dengan pengaruh besar, sedangkan beban pengendara hanya sebesar 10% dan pergeseran *head tube* dengan pengaruh 1%.. Persamaan penelitian ini adalah pembuatan part sepeda dengan berbahan komposit (Ahmad Yakub, 2016).

Keempat, jurnal yang berjudul “*PENYEMPURNAAN BENTUK SERTA KETAHANAN MATERIAL PADA DUMMY BODY PART KENDARAAN TEMPUR DENGAN TEKNIK PRINTER 3D DAN KOMPOSIT*”. Tujuan penelitian ini adalah penyempurnaan bentuk dan ketahanan material pada *dummy body part* kendaraan tempur dengan teknik 3d printer dan komposit. Penelitian ini dilakukan dengan metode kuantitatif. Dari penelitian ini didapatkan hasil bahwasanya uji coba pembuatan *dummy body part* dengan bahan ABS menuju bahan komposit memiliki tingkat presisi dan detail yang masih belum sempurna hasil molding pada pabrik atau produksi massal. Persamaan penelitian ini adalah pembuatan part dengan bahan 3d printer dan komposit (Adiluhung, 2019).

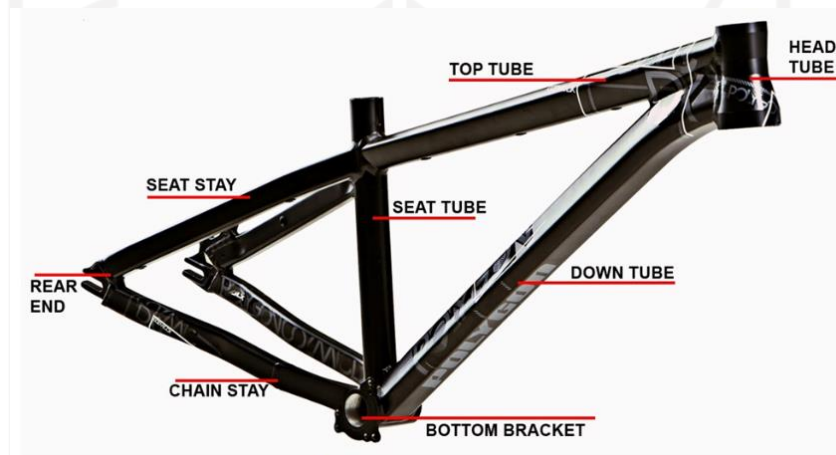
## **2.2 Dasar Teori**

Dalam perancangan ini menggunakan beberapa landasan teori yang digunakan untuk mendasari teori pada perancangan ini.

## 2.2.1 Pengenalan bagian *frame* sepeda

Sepeda adalah sebuah kendaraan beroda dua atau tiga yang cara pengoperasiannya dengan cara mengayuh pedal dengan kaki, kendaraan ini ramah lingkungan dan banyak juga dimanfaatkan sebagai alat untuk berolahraga.

*Frame* sepeda atau rangka sepeda adalah bagian utama dari sepeda, dimana dipasang roda dan bagian lainnya. Bahan pembentuk *frame* sepeda berbeda tergantung penggunaannya, diantaranya *Steel*, *Aluminium*, *Carbon Fiber*, *Titanium*. Bagian-bagian *frame* sepeda dapat dilihat pada penjelasan gambar 2-1. Berikut penjelasannya:



Gambar 2- 1 Bagian *frame* secara umum

### 1. *Head Tube*

*Head tube* adalah bagian yang berfungsi sebagai pusat kendali karena akan di sematkan *bearing steer* dan dipasangkan / dihubungkan dengan *fork* (garpu depan) dan *steering* (stang)

### 2. *Top Tube*

*Top tube* merupakan tabung bagian atas pada *frame* sepeda yang berfungsi menghubungkan *head tube* dengan *seat tube*

### 3. *Down Tube*

*Down tube* merupakan tabung bagian bawah dari *frame* sepeda yang berfungsi untuk menghubungkan *head tube* dengan *bottom bracket*.

### 4. *Seat Tube*



*Seat tube* adalah tabung tempat masuknya *seatpost* (tiang duduk) juga sebagai penghubung antara *seat stay* dan *chain stay*. Panjang maupun diameter *seat tube* sangat berpengaruh terhadap ukuran dari *frame* dan jenis *seat post*.

#### 5. *Bottom Bracket*

*Bottom bracket* merupakan pusat tumpuan atau tekanan dan poros putar untuk *transmisi* sepeda. *Bottom bracket* dihubungkan dengan pedal yang berfungsi sebagai penggerak sepeda.

#### 6. *Seat Stay*

*Seat stay* adalah tabung bagian belakang atas yang berfungsi untuk menghubungkan antara *seat post* dengan *rear end*.

#### 7. *Chain Stay*

*Chain stay* adalah tabung bagian belakang bawah yang menghubungkan *bottom bracket* dengan *rear end*.

#### 8. *Rear End / Drop Out*

*Rear-end* atau *drop out* adalah tempat untuk menempelnya AS roda belakang. Untuk jenis sepeda tertentu, *rear end* biasanya dilengkapi *RD hanger*.

### 2.2.2 Komposit

Komposit memiliki banyak arti atau definisi, tetapi pada umumnya komposit adalah suatu bahan gabungan atau campuran dari dua material atau lebih yang memiliki kekuatan mekanik lebih kuat dibandingkan dengan kekuatan material penyusunnya.

Material komposit adalah material yang tersusun dari dua bahan atau lebih yang tetap terpisah dan berbeda di level makroskopik untuk membentuk komponen tunggal yang memiliki sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material penyusunnya. Bahan penyusun komposit memiliki sifat yang berbeda dan ketika digabungkan dalam takaran tertentu terbentuk sifat-sifat baru yang dapat kita sesuaikan dengan kebutuhan (Krevelen, 1994)

Komposit pada umumnya terdiri dari 2 fasa, yaitu *matriks* dan *reinforcement* atau *fiber*. *Matriks* adalah fasa yang memiliki bagian atau fraksi volume terbesar (dominan) sedangkan *reinforcement* atau *fiber* adalah bagian dari komposit yang berfungsi sebagai penanggung beban utama.

Pada dasarnya setiap bahan / material memiliki kelebihan maupun kekurangan begitu pula dengan bahan komposit, berikut kelebihan dan kekurangan dari komposit:

Kelebihan:

1. *Density* nya lebih rendah dibanding dengan bahan konvensional.
2. Memiliki *fatigue* yang baik.
3. Massa jenis rendah.
4. Lebih kuat dan lebih ringan.
5. Ulet dan tidak getas.
6. Tahan terhadap cuaca.
7. Mudah diproses (dibentuk).

Kekurangan:

1. Tidak tahan terhadap beban *shock* (kejut) dan *crash*.
2. Kurang elastis.
3. Lebih sulit dibentuk secara plastis.

### 2.2.3 Fiberglass

Serat kaca atau *fiberglass* adalah salah satu bahan utama penyusun komposit. *Fiberglass* dalam komponen komposit berfungsi sebagai penahan beban, jadi kekuatan dari komposit bergantung serat penyusunnya. Kekuatan bahan dipengaruhi oleh besar kecilnya diameter serat, semakin kecil diameter maka akan sedikit cacat pada materialnya sehingga bahan tersebut akan semakin kuat (Triyono & Diharjo, 2000).

Dalam industri yang biasa digunakan serat kaca dibagi menjadi beberapa bentuk, berikut bentuk dari serat kaca:

a. *Chopped Strand Mat*

*Chopped Strand Mat (CSM)* adalah jenis serat kaca yang dalam produksi membentuk anyaman yang acak dan tidak beraturan



Gambar 2- 2 *Chopped strand mat*

b. *Continuous Roving*

*Continuous Roving* adalah jenis serat kaca yang seratnya seperti benang yang panjang dan kontinu.



Gambar 2- 3 *Continuous roving*

c. *Woven Roving Mat*

*Woven Roving Mat (WRM)* adalah jenis serat kaca yang penyusunannya di anyam secara rapi dan dari dua arah yaitu vertikal dan horizontal.



Gambar 2- 4 *Woven roving mat*

## 2.2.4 Resin

Menurut Frial dan McBride (2016) resin adalah suatu bahan yang bentuknya tidak dapat didefinisikan dengan jelas dimana penyusun dari resin tersebut adalah bahan kimia alami yang berkelompok (kompleks). Resin memiliki sifat keras atau kental, dapat larut dalam senyawa organik (alkohol) dan melemah apabila dipanaskan.

Resin memiliki berbagai macam ragam jenis dan kegunaannya, berikut beberapa jenis resin yang sering dikenal:

a. Resin *Epoxy*

Resin *epoxy* memiliki kualitas paling baik dibanding dengan jenis resin lainnya, karena memiliki kekuatan yang baik tidak mudah pecah dan tergores. Resin jenis ini banyak digunakan di dunia industri karena sifatnya yang keras, resin ini juga digunakan sebagai perekat serbaguna.

b. Resin *Vinyl Ester*

Jenis resin ini merupakan jenis resin yang baik karena memiliki toleransi regangan yang baik. Resin *vinyl ester* diproduksi dengan cara *esterifikasi* antara resin *epoxy* dengan asam *monokarboksilat* tak jenuh. *Vinyl ester* banyak digunakan untuk penguat jembatan, *fascia* gedung, dan sparepart mobil.

c. Resin *Polyester*

Resin *polyester* merupakan jenis resin yang membutuhkan *hardener* agar dapat mengering dengan sempurna. Jenis resin ini biasanya digunakan untuk *casting*, pelapis lantai dan pelapis material lainnya.

d. Resin *Upcast*

Resin *upcast* yang sering dilabeli nomor seri 3126 atau 108 memiliki sifat agak buram dan apabila terkena paparan sinar UV warnanya berubah kekuningan. Jenis resin ini biasanya digunakan untuk melapisi perahu atau bangku taman.

e. Resin Akrilik

Resin akrilik atau *termoplastis* terbuat dari senyawa non metalik. Dalam pengaplikasiannya resin akrilik perlu dicampur dengan material lain, seperti bubuk kering, katalis, polimer, *monomer metil metakrilat*, dan peroksida organik.

### 2.2.5 3D Printer

3D printer adalah salah satu terobosan baru dalam dunia teknologi. 3D printer merupakan proses pencetakan benda padat tiga dimensi dengan proses aditif, dimana objek dibuat dengan secara berlapis dengan urutan sehingga menjadi sebuah produk yang sesuai dengan desain digital. 3D printer merupakan sebuah printer canggih yang dapat mencetak benda sama persis seperti desainnya dalam bentuk tiga dimensi. 3D printer ini memiliki kelebihan dapat memverifikasi dengan cepat dan bagian volume produksi yang rendah. Selain itu juga pada proses produksi 3d printer lebih menghemat biaya produksi, tidak adanya bahan baku yang terbuang, ramah dalam proses kustomisasi, proses manufaktur yang ramah lingkungan. Selain kelebihan 3D printer juga memiliki kekurangan salah satunya adalah tidak mampu membuat atau menghasilkan barang yang sifat materialnya setara dengan yang dibuat subtraktif.



Gambar 2- 5 Mesin 3D Printer

### 2.2.6 PLA

PLA (*Poly Lactic Acid*) adalah polimer yang terbuat dari bahan yang mudah terurai. Penggunaan PLA karena sifatnya yang lebih mudah untuk proses pencetakan dibanding dengan filamen bahan yang lain. Bahan PLA dalam perancangan ini juga memiliki kelemahan karena bersifat *biodegradable*, yaitu bahan yang memiliki kekuatan dengan kurun waktu yang singkat atau jenis bahan yang dapat mudah terurai, bahan ini mempengaruhi perancangan ini karena

penggunaan sepeda nantinya untuk waktu selamanya bukan untuk jangka waktu yang pendek.



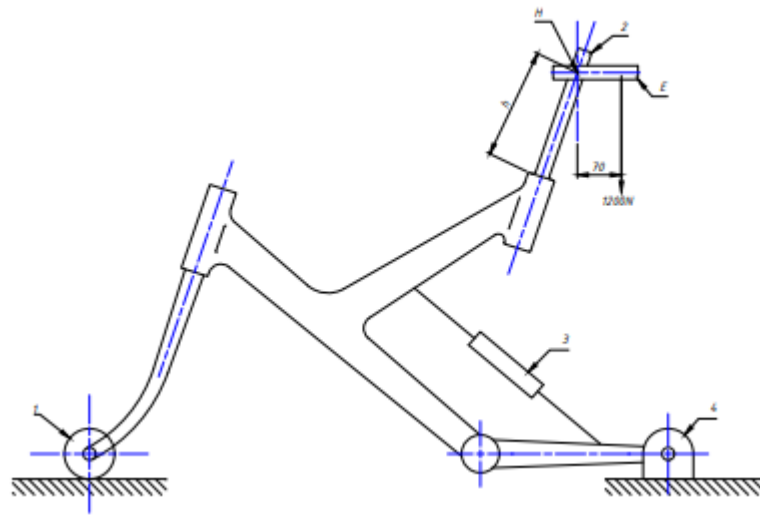
Gambar 2- 6 *Filament PLA*

### **2.2.7 Standar Pengujian CEN 14766**

Standar pengujian CEN (*The European Committee for Standardization*) adalah standar resmi eropa yang menyediakan *platform* untuk pengembangan standar eropa untuk berbagai macam produk termasuk sepeda. Pengujian CEN untuk sepeda adalah standar pengujian dari komponen sepeda dengan tujuan agar produk sepeda yang dihasilkan mempunyai *lifetime* pemakaian yang lama serta aman untuk digunakan. Berikut adalah penjelasan isi dari standar pengujian CEN:

#### **1. *Fatigue Test with Vertical Loads***

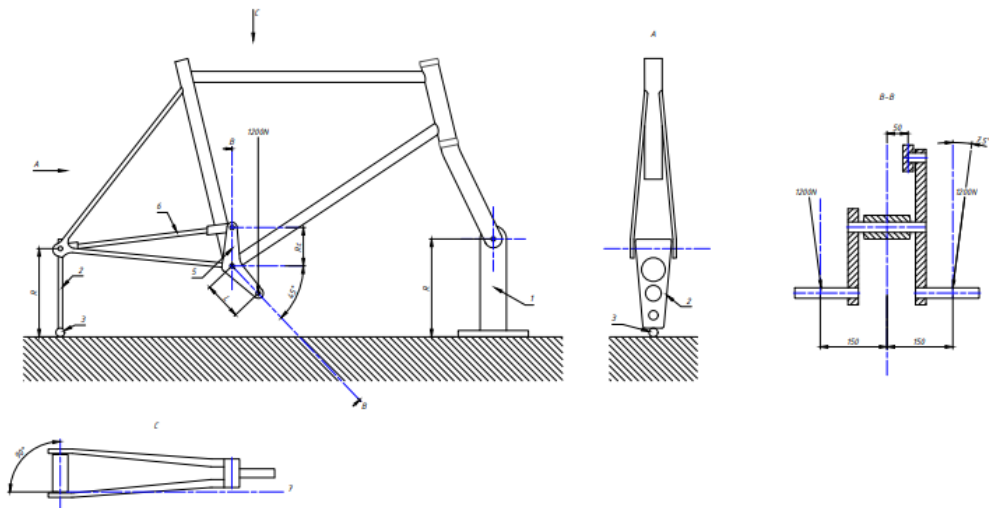
Pada pengujian ini *frame* akan diberikan beban/ gaya pada bagian *seat tube* secara vertikal dengan fix pada bagian *rear end*. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah *frame* retak atau patah dengan beban *fatigue* searah *vertical*. Apabila *frame* atau sambungan *frame* tidak mengalami retak atau patah maka *frame* dinyatakan lolos uji.



Gambar 2- 7 *Fatigue test with vertical loads*

### 2. *Frame Fatigue Test with Pedaling Force*

Pengujian ini untuk mengetahui apakah *frame* dan sambungan dapat menahan beban *fatigue* yang disebabkan oleh gaya tekan pada pedal. Apabila tidak terjadi retak atau patah maka *frame* lolos uji.

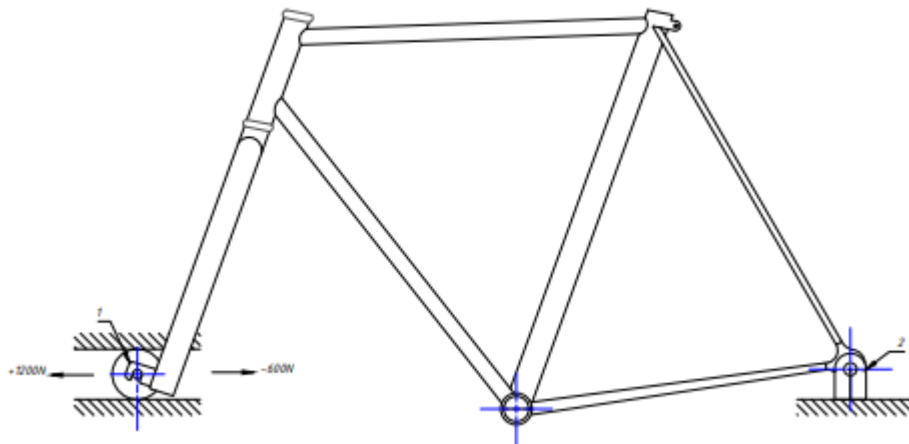


Gambar 2- 8 *Fatigue test with pedaling forces*

### 3. *Frame Fatigue Test with Horizontal Force*

Pada pengujian ini *frame* diberikan gaya secara horizontal pada bagian *fork* dan fix pada bagian *rear end*. Pengujian untuk mengetahui bahwasanya *frame* itu kuat pada beban *fatigue* searah horizontal. Apabila tidak ada retak atau patah pada *frame* dan sambungan, maka *frame* dinyatakan lolos uji.

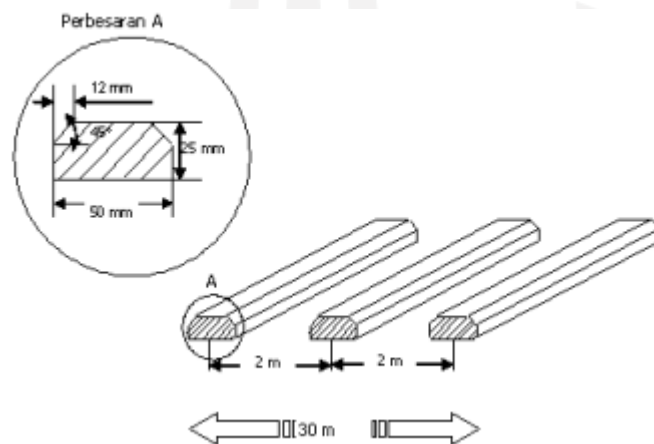




Gambar 2- 9 *Fatigue test with horizontal forces*

## 2.2.8 Pengujian Jalan SNI 1049:2008

Pengujian dilakukan dengan mengendarai sepeda dengan jarak minimal 1 km dan harus melewati lima kali pada lintasan 30 m melewati balok kayu dengan ukuran lebar 50 mm, tinggi 25 mm, dan *chamfer* 12 mm dengan sudut  $45^\circ$  pada ujung seperti penjelasan gambar 2-10. seperti penjelasan gambar 2-10. Penempatan balok dengan jarak setiap 2 m dengan panjang lintasan 30 m. Sepeda dikendarai dengan kecepatan konstan tidak kurang dari 22 km/jam.



Gambar 2- 10 Balok pengujian jalan

Kemudian sepeda harus dapat dikendarai dengan stabil dalam keadaan lurus ataupun berbelok, serta memungkinkan sepeda dikendarai dengan satu

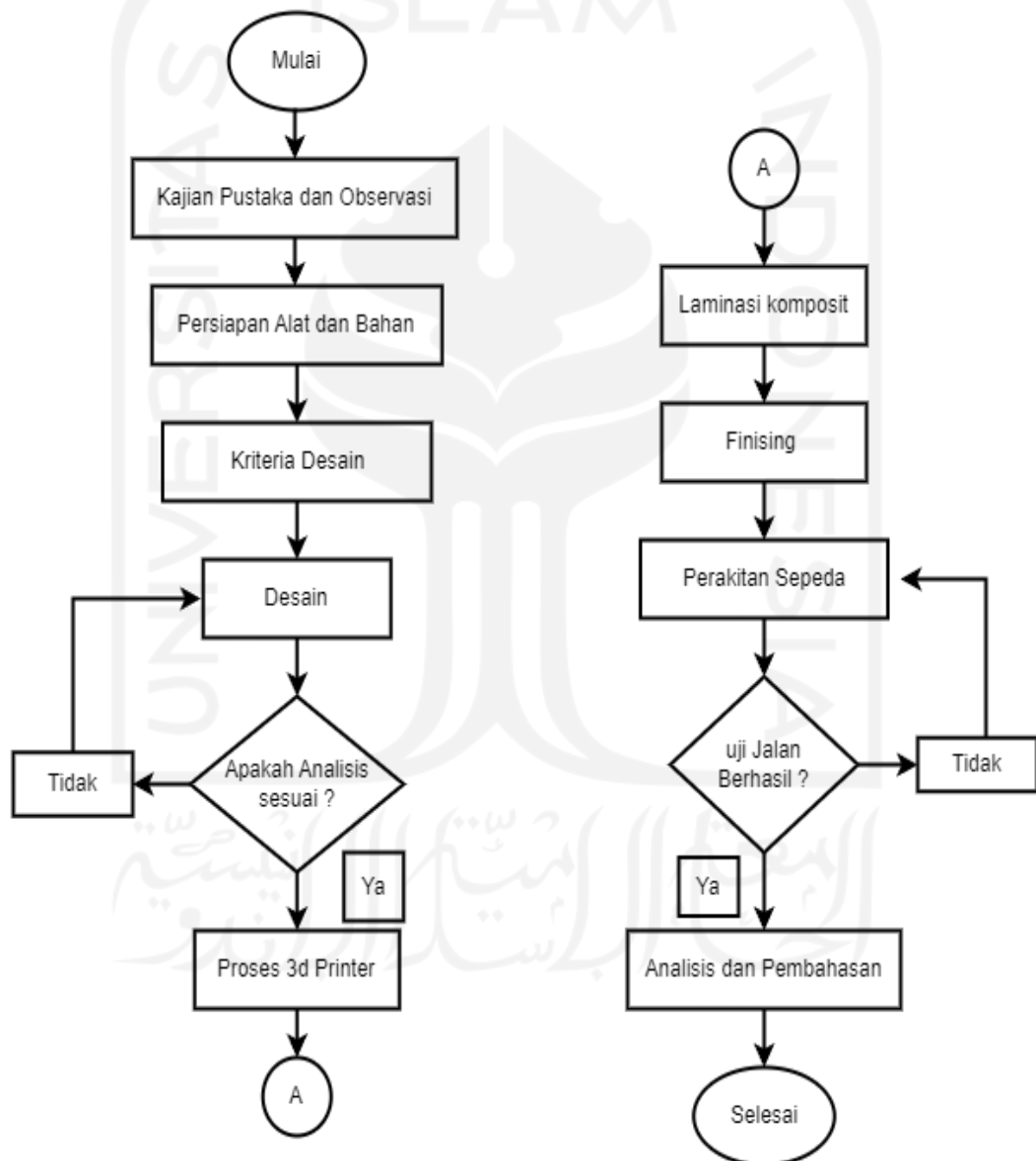
tangan. Setelah uji jalan, sepeda dipastikan tidak ada satu komponen yang rusak, dan tidak ada komponen yang kendur. (BSN, 2008)



## BAB 3 METODE PENELITIAN

### 3.1 Alur Penelitian

Tahapan pelaksanaan perancangan dan pembuatan dapat ditunjukkan pada gambar diagram alir berikut.



### 3.2 Kriteria desain

Dalam sebuah perancangan kita membutuhkan konsep desain atau kriteria desain agar produk perancangan kita sesuai dengan apa yang diharapkan. Berikut kriteria desain yang dibuat agar produk perancangan sesuai dengan tujuan:

1. Kuat, dapat dikendarai/dinaiki dengan beban 80kg.
2. Tetap menggunakan pipa asli dari sepeda jengki.
3. Sambungan menggunakan bahan PLA yang diperkuat lapisan *fiberglass*.

### 3.3 Peralatan dan Bahan

Pada perancangan ini memerlukan peralatan dan bahan yang digunakan untuk menunjang proses perancangan produk. Berikut peralatan dan bahan yang digunakan.

1. Komputer

Digunakan untuk proses desain, analisis dan pembuatan laporan tugas akhir.



Gambar 3- 1 Komputer

2. *Software* Desain 3D

Pada perancangan tugas akhir ini, proses desain 3D dibantu dengan menggunakan *software solidwork 2018*.



Gambar 3- 2 *Software Solidwork 2018*

### 3. Software analisis

Software analisis yang digunakan adalah *ansys student version 2022 R2*.



Gambar 3- 3 *Ansys Students Version 2022 R2*

### 4. 3D Printer

3D printer digunakan untuk mencetak desain yang telah dibuat untuk menjadi produk sesuai dengan desain yang telah disetujui.



Gambar 3- 4 3D Printer

### 5. Gerinda

Gerinda digunakan untuk memotong besi *frame*.



Gambar 3- 5 Gerinda

6. Kuas

Kuas digunakan untuk meratakan resin pada proses laminasi



Gambar 3- 6 Kuas

7. Gunting

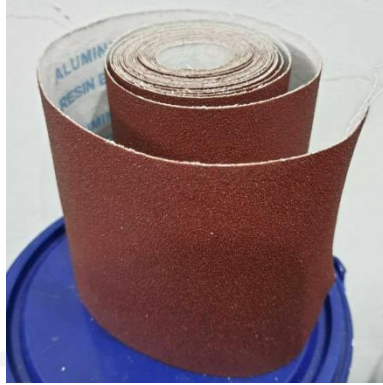
Gunting yang digunakan adalah jenis gunting seng yang digunakan sebagai alat untuk memotong *fiberglass*.



Gambar 3- 7 Gunting

8. Amplas

Amplas yang digunakan adalah ukuran 80, 200, 500, 1.000, dan 2.000. Ini digunakan pada saat *finishing* produk setelah proses laminasi.



Gambar 3- 8 Amplas

9. PLA

PLA adalah bahan utama untuk pembuatan produk pada perancangan ini.



Gambar 3- 9 PLA

10. *Fiberglass*

*Fiberglass* digunakan sebagai *skin* pada perancangan ini, jenis yang digunakan adalah jenis acak.



Gambar 3- 10 *Fiberglass*



### 11. Resin

Resin digunakan dalam proses composit, jenis resin yang digunakan adalah resin *polyester*.



Gambar 3- 11 Resin

### 12. Katalis

Katalis merupakan bahan campuran untuk resin agar bisa mengeras.



Gambar 3- 12 Katalis

### 13. Aerosil

Aerosil digunakan sebagai bahan campuran dalam adonan resin dan katalis.



Gambar 3- 13 Aerosil

#### 14. Lem *Epoxy*

Lem *epoxy* digunakan untuk lem atau perekat produk perancangan dengan besi *frame* sepeda asli.



Gambar 3- 14 Lem *epoxy*

### 3.4 Perancangan Desain

#### 3.4.1 Proses Desain

Dalam pembuatan sebuah produk / barang langkah pertama adalah perancangan desain, berikut adalah langkah dari perancangan desain:

1. Pengukuran dimensi *frame* dari sepeda.
2. Pembuatan gambar sketsa.
3. Pembuatan desain dengan *software solidworks*.
4. Proses *assembly* desain *part bracket*.
5. Proses analisis desain *frame*.

### 3.4.2 Analisis CEN 14766

Dalam perancangan tugas akhir ini melakukan analisis dari desain *frame* mengacu pada standar CEN 14766 (*The European Committee for Standardization*). Sesuai dengan standar CEN 14766 analisis dilakukan dengan melakukan 3 pembebanan pada *frame* sepeda, yaitu:

1. Pembebanan vertikal.

Dilakukan dengan memberikan pembebanan pada bagian *seatpost* sebesar 1.200 N dengan *fix* pada bagian *fork* dan *drop out*.

2. Pembebanan horisontal.

Dilakukan dengan memberikan pembebanan pada bagian *fork* sebesar +1.200 N dan -600 N dengan *fix* pada bagian *drop out*.

3. Pembebanan pada pedal.

Dilakukan dengan memberikan pembebanan pada bagian pedal sebesar 1.200 N dengan *fix* pada bagian *fork* dan *dropout*

## 3.5 Pembuatan Produk

### 3.5.1 Proses 3D Printing

Pada proses ini dilakukan beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Persiapan desain (desain *bracket seatpost*).
2. Pengaturan posisi *print* objek.
3. Pengaturan tingkat kerapatan (*infill*) dan kecepatan 3D printer.
4. Pengaturan suhu.
5. Pencetakan objek.
6. Pelepasan hasil *print* dari *bed*.
7. Pembersihan *support* dari produk.

### 3.5.2 Proses Laminasi Fiberglass

Pada proses laminasi ini melalui beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Pembuatan pola potongan *fiberglass* pada kertas.
2. Pemotongan *fiberglass* sesuai pola yang sudah dibuat.
3. Pembuatan adonan *gelcoat*.

4. Pengolesan *gelcoat* secara merata pada produk *bracket seatpost*.
5. Penempelan *fiberglass* sesuai pola yang sudah dipotong.
6. Proses pencampuran resin dan katalis.
7. Proses *hand lay-up* pada *bracket seatpost* yang sudah ditempel *fiberglass* pada langkah sebelumnya.
8. Tunggu resin mengeras sempurna (2 x 24 jam).
9. Pengamplasan resin agar permukaannya halus dan rapi.

### **3.5.3 Proses Perakitan Sepeda**

Setelah semua produk *bracket* selesai diproduksi maka selanjutnya adalah proses penggabungan semua *bracket* dengan besi *frame* dan semua kelengkapan sepeda, berikut langkah-langkahnya:

1. Persiapan seluruh bahan dan perlengkapan.
2. Penggabungan dan pengeleman besi *frame* dengan semua bracket sehingga menjadi sebuah *frame* sepeda utuh.
3. Tunggu lem mengering sempurna (16 jam).
4. Pemasangan *fork* dan setang sepeda.
5. Pemasangan roda, pedal dan rantai.
6. Pemasangan rem, standar dan pengukur kecepatan.

### **3.6 Pengujian Sepeda**

Proses pengujian sepeda yang dilakukan mengacu pada standar SNI 1049:2008. Dimana terdapat beberapa parameter yang diuji, berikut parameternya:

1. Sepeda mampu dikendarai sepanjang 1 km.
2. Sepeda mampu melewati 15 balok kayu sebanyak 3x percobaan, dengan jarak antar balok 2 meter dan jarak lintasan 30 meter.
3. Sepeda mampu dikendarai konstan dengan kecepatan minimal 22 km/jam.
4. Sepeda dapat dikendarai dengan 1 tangan dengan stabil.

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Perancangan

Berikut adalah proses dan hasil dari perancangan pembuatan *bracket seatpost* sepeda dimulai dari desain, analisis, dan pembuatan produk *bracket seatpost*.

##### 4.1.1 Desain

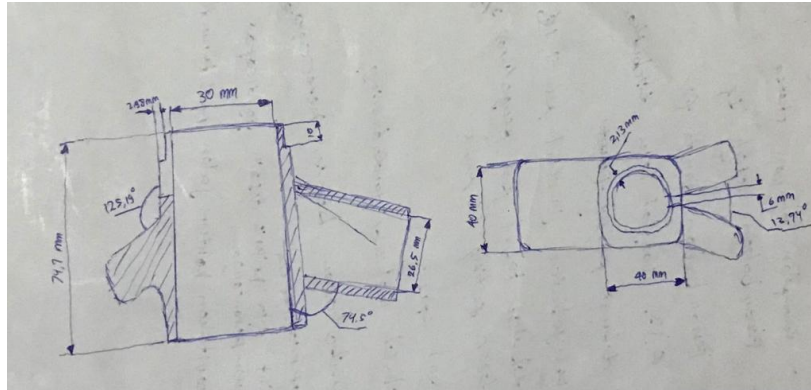
Dalam sebuah perancangan, desain adalah hal yang penting dan utama agar kita dapat membuat sebuah produk yang sesuai dengan kriteria dan ukuran yang dirancang. Dalam proses desain juga tidak selamanya langsung menghasilkan desain final, karena dalam prosesnya melalui beberapa tahapan.

Pertama proses pengukuran dimensi dari *frame* sepeda yang nantinya ukuran yang didapatkan digunakan sebagai acuan dalam proses desain. Proses pengukuran dimensi ini dilakukan dengan peralatan seperti meteran, jangka sorong, dan busur derajat. Berikut adalah proses pengukuran yang dilakukan seperti terlihat pada gambar 4-1 proses pengukuran *frame*.



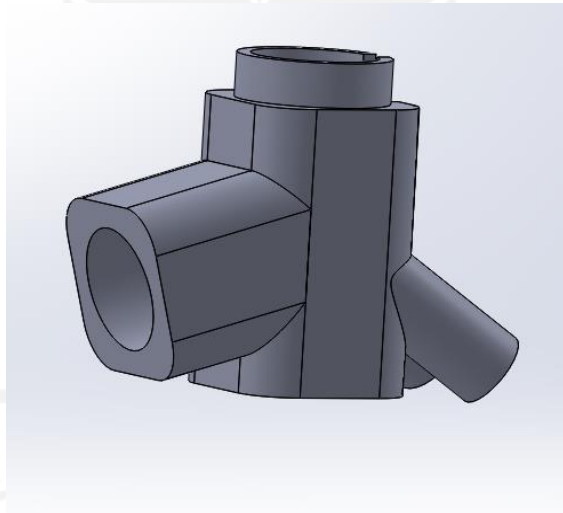
Gambar 4- 1 Proses pengukuran *frame*

Tahap kedua adalah proses pembuatan sketsa desain pada kertas. Proses ini dimaksudkan agar bisa mendapatkan gambaran dari desain yang akan dibuat nantinya. Penampakan dari sketsa desain dapat dilihat pada gambar 4-2 sketsa desain.



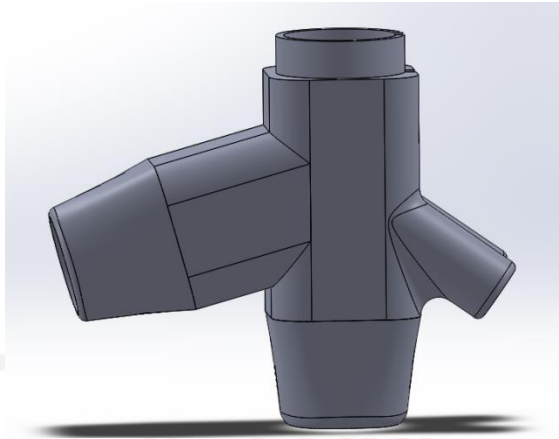
Gambar 4- 2 Sketsa desain

Kemudian adalah proses desain pada *software*, dimana dari gambar sketsa yang sudah dibuat diwujudkan kedalam sebuah *software*. Dalam proses desain ini mengalami beberapa kali perubahan dengan arahan dan masukan dari dosen pembimbing dan kesepakatan *team* agar produk *bracket seatpost* ini nantinya bisa memiliki keselarasan bentuk dengan pipa *frame*. Pada gambar 4-3 desain pertama dapat dilihat.



Gambar 4- 3 Desain pertama

Dalam desain pertama ini mendapatkan kesepakatan dari *team* bahwa pada bagian ujung untuk diubah agar mendapatkan keselarasan bentuk antara *bracket* dengan pipa *frame*. Berikut adalah hasil dari perubahan desain pertama dapat dilihat pada gambar 4-4 desain kedua.



Gambar 4- 4 Desain kedua

Setelah melakukan perubahan bentuk pada bagian ujung, desain kedua ini masih memiliki kekurangan. Pada bagian sudut dilakukan penambahan camfer agar pada proses laminasi *fiberglass* tidak mengalami kesulitan atau agar *fiberglass* dapat menempel sempurna pada *bracket* tanpa adanya bagian yang terangkat/tidak menempel. Setelah melalui beberapa tahapan revisi desain, didapatkan desain akhir dari *part* sambungan *seatpost* seperti gambar 4-5 desain akhir *seatpost*. Berikut adalah desain akhir dari *seatpost*:

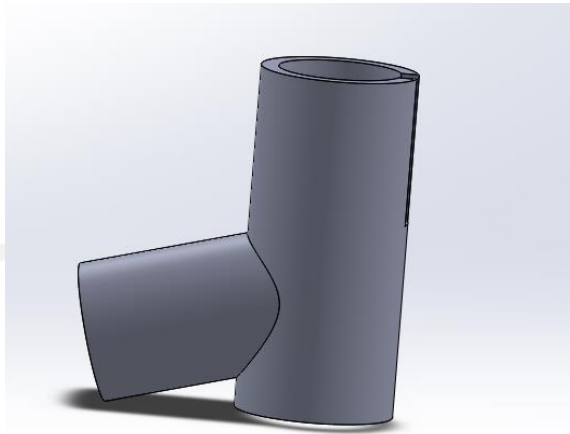


Gambar 4- 5 Desain akhir *seatpost*

Pembuatan bentuk dasar kotak dari *bracket* ini bertujuan untuk mempertebal dinding dari *bracket* agar kuat. Karena dalam proses desain sebelumnya telah membuat *bracket* dengan bentuk dasar silinder seperti pada gambar 4-6 desain awal *bracket*. Setelah dilakukan percobaan analisis ternyata



*bracket* bentuk silinder ini tidak dapat menahan beban pengujian. Sehingga dengan kesepakatan *team* dirubah kebentuk dasar kotak agar lebih tebal dan kuat.



Gambar 4- 6 Desain awal *bracket*

Selanjutnya adalah proses penggabungan/*assembly* dari semua *bracket* sambungan dengan pipa *frame* sehingga menjadi sebuah *frame* sepeda yang utuh dan siap untuk dilakukan analisis. Di bawah ini adalah gambar dari desain *frame* yang sudah digabungkan dengan *bracket* sambungan pipa.



Gambar 4- 7 Desain *frame* sepeda

#### 4.1.2 Analisis Desain

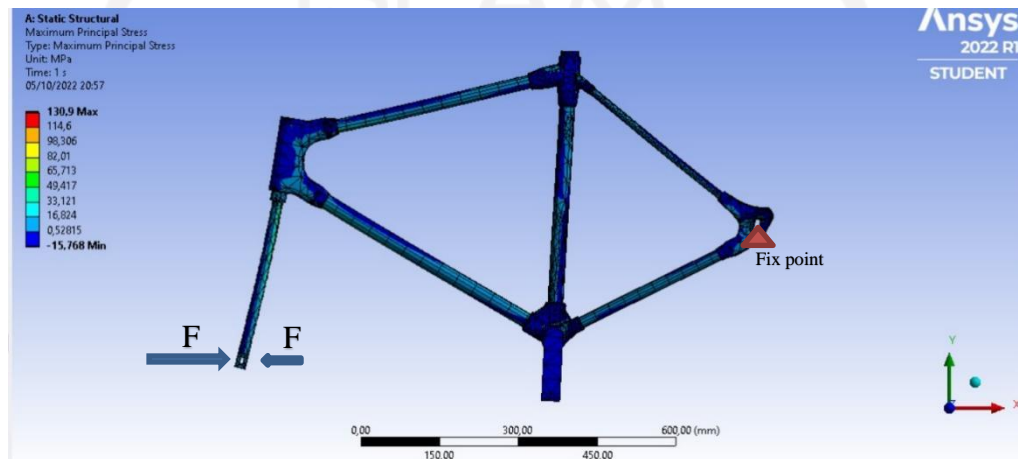
Dalam proses analisis desain yang dilakukan menggunakan *ansys* dilakukan pembagian/penerapan material yang berbeda pada *frame*. Dengan spesifikasi untuk semua sambungan *frame* seperti *head tube*, *seat tube*, *bottom bracket*, dan *dropout* menggunakan material jenis PLA (*poly lactic acid*) dan untuk bagian pipa *frame* dan *fork* diatur menggunakan material *structural steel*.



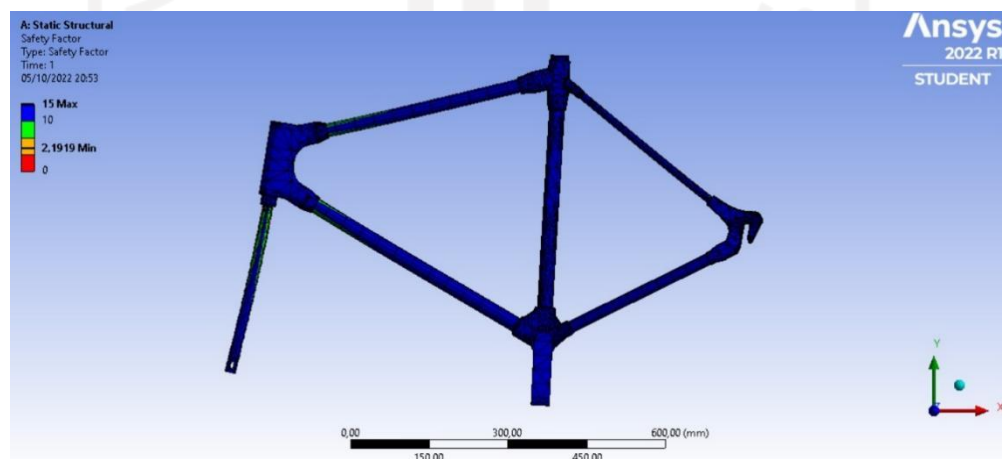
Dengan nilai *yield strength* material PLA sebesar 61,93 MPa dan nilai *yield strength* material *structural steel* sebedar 250 MPa. Dalam perancangan ini analisis dilakukan dengan mengacu pada standar CEN 14766. Dalam standar CEN 14766 ada tiga jenis pembebanan *fatigue* seperti berikut:

1. Analisis *Static Structure Horizontal Forces*

Sesuai dengan standar pengujian CEN 14766 untuk mengetahui kekuatan sebuah *frame* dilakukan analisis dengan pembebanan depan dan didapatkan hasil analisis seperti gambar 4-8 *maximum stress horizontal forces* dibawah ini.



Gambar 4- 8 *Maximum stress horizontal forces*

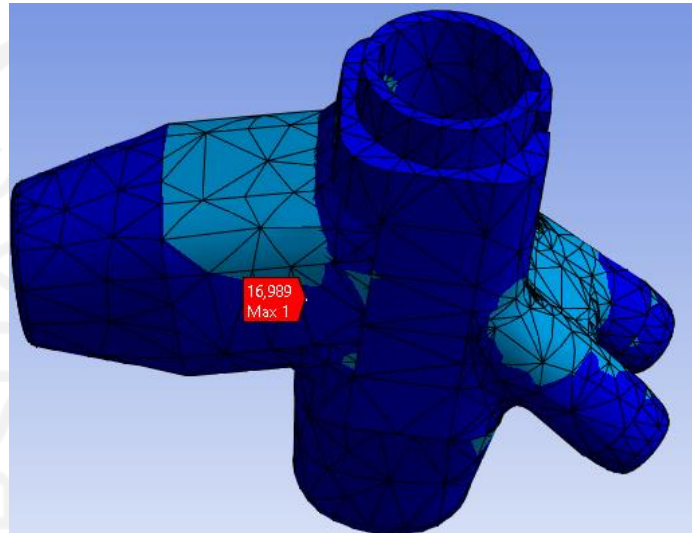


Gambar 4- 9 *Safety factor horizontal forces*

Dari gambar 4-8 *maximum stress horizontal forces* dapat diketahui bahwa hasil analisis horisontal *forces* mendapatkan tegangan maksimal sebesar 133,1 Mpa pada bagian *fork*. Dan dari gambar 4-9 *safety factor horizontal forces*

diketahui bahwa *safety factor* minimal sebesar 1,46 pada bagian *fork*. Dengan kata lain *safety factor* > 1 (aman).

Kemudian pada bagian *bracket seatpost* dapat dilihat hasil dari analisis pada gambar 4-10 *maximum stress bracket seatpost* yang pada pembebanan horizontal sesuai dengan standar CEN 14766, diketahui bahwa tegangan maksimal yang bekerja sesuai dengan warna biru muda yaitu sebesar 17 MPa.

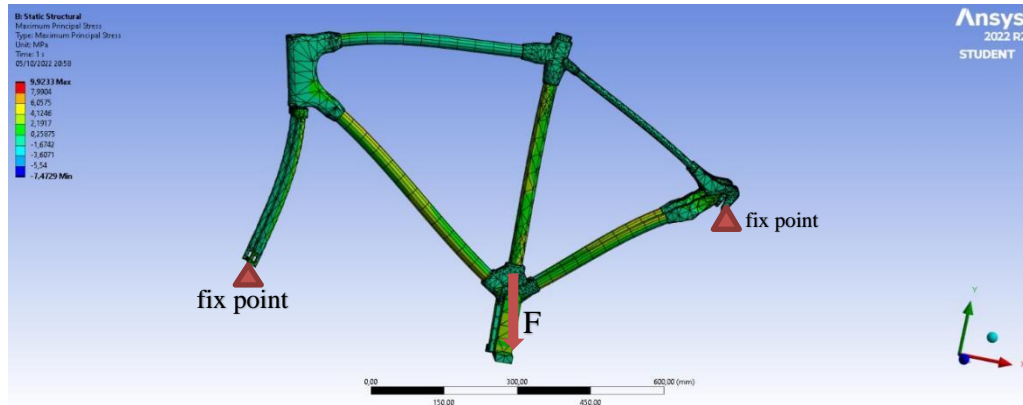


Gambar 4- 10 *Maximum stress bracket seatpost*

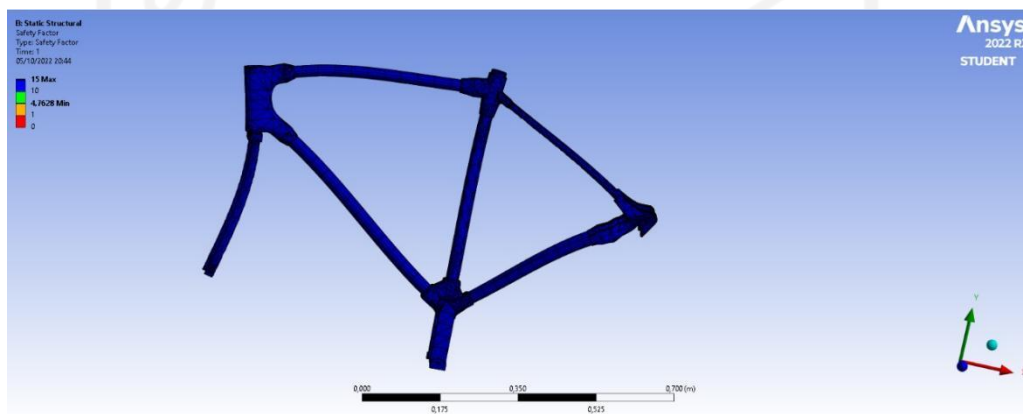
Dari hasil analisis didapatkan bahwa nilai dari tegangan maksimal lebih kecil dari nilai *yield strength* material PLA (17 MPa < 61,93 MPa). Maka dapat disimpulkan bahwa *bracket seatpost* pada pembebanan horisontal dinyatakan aman dan dapat dilanjutkan untuk analisis pada pembebanan yang lainnya.

## 2. Analisis *Static Structural Pedaling Forces*

Kemudian analisis selanjutnya sesuai dengan standar CEN 14766 yaitu melakukan pembebanan pada bagian pedal dan didapatkan hasil analisis seperti pada gambar 4-11 *maximum stress pedaling forces* dan 4-12 *safety factors pedaling forces* dibawah ini



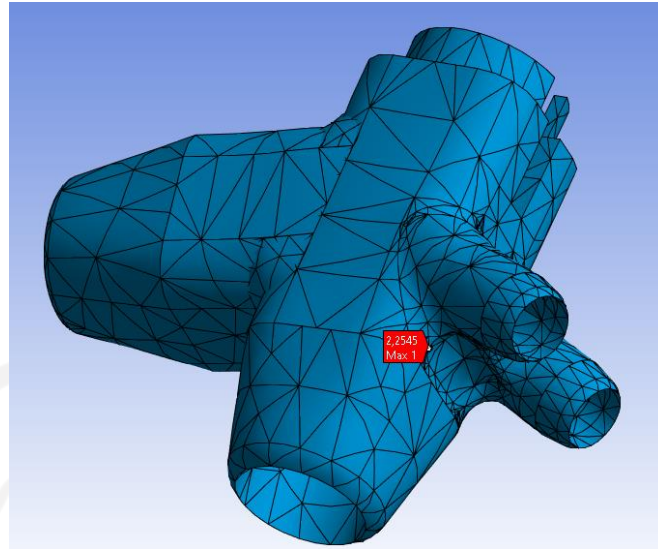
Gambar 4- 11 *Maximum stress pedaling forces*



Gambar 4- 12 *Safety factors pedaling forces*

Dari gambar 4-10 *maximum stress pedaling forces* kita dapat mengetahui bahwa tegangan maksimal akibat pembebanan pada pedal adalah sebesar 29,41 MPa pada bagian *drop out*. Dan dari gambar 4-12 *safety factors pedaling forces* didapatkan nilai *safety factor* terkecil sebesar 1,56 pada bagian *drop out* dengan kata lain nilai  $SF > 1$  maka frame aman dalam pembebanan pedal.

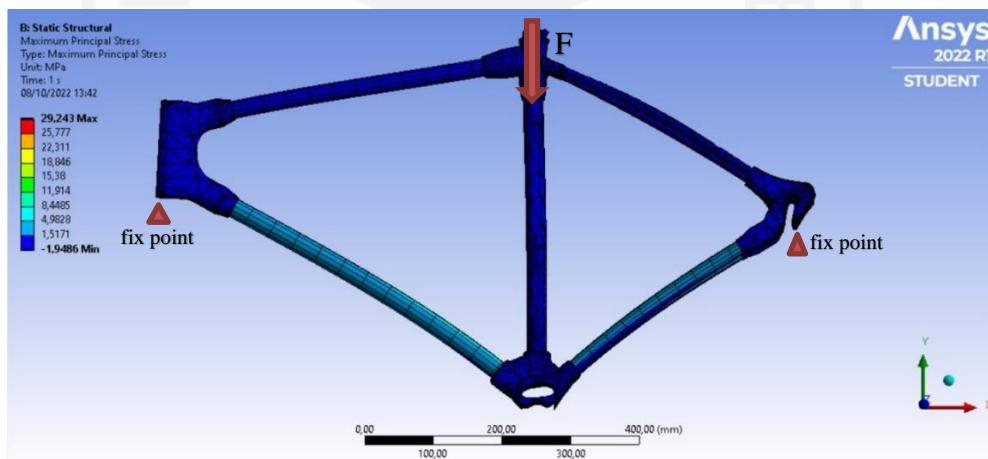
Pada bagian *bracket seatpost* seperti gambar 4-13 *maximum stress bracket seatpost* diketahui bahwa nilai tegangan maksimal yang didapat sebesar 2,25 MPa. Maka dapat disimpulkan bahwa nilai dari tegangan maksimal akibat pembebanan pedal lebih kecil daripada *yield strength* material PLA ( $2,25 \text{ MPa} < 61,93 \text{ MPa}$ ).



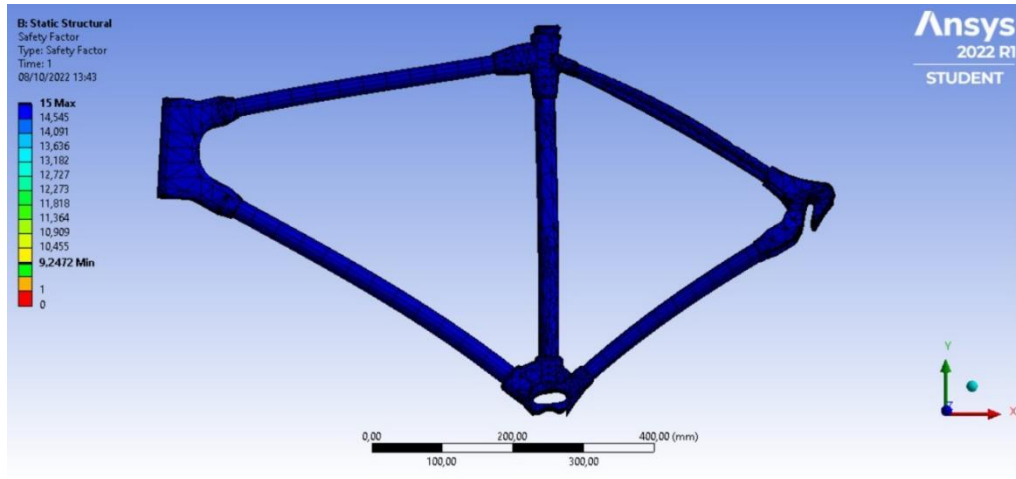
Gambar 4- 13 *Maximum stress bracket seatpost*

### 3. Analisis *Static Structural Vertical Loads*

Analisis yang terakhir sesuai dengan standar CEN 14766 adalah melakukan pembebanan vertikal pada *frame* dengan memberikan beban 1.200 N dan didapatkan hasil analisis seperti pada gambar 4-14 *maximum stress vertical loads* dan 4-15 *safety factor vertical loads* dibawah.



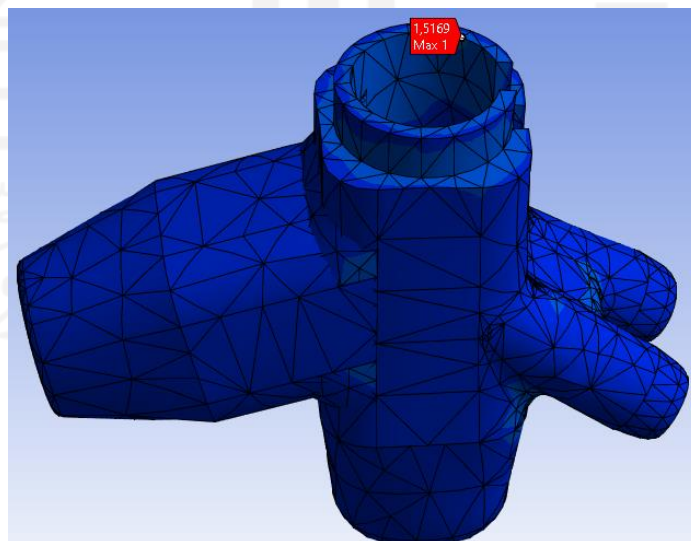
Gambar 4- 14 *Maximum stress vertical loads*



Gambar 4- 15 *Safety factor vertical loads*

Dari gambar 4-14 *maximum stress vertical loads* kita dapat mengetahui bahwa besar tegangan maksimal yang terjadi sebesar 27,04 MPa pada bagian pipa *seat tube*. Dan dari gambar 4-15 *safety factor vertical loads* dapat kita ketahui bahwa *safety factor* minimum sebesar 9,25 (nilai  $SF > 1$ ) produk aman.

Pada bagian *bracket seatpost* untuk pembebanan vertikal dapat dilihat pada gambar 4-16 *maximum stress vertical loads* diketahui besar nilai tegangan maksimal sebesar 1,52 MPa. Dengan artian nilai dari tegangan maksimal *bracket seatpost* akibat pembebanan vertikal lebih kecil nilainya daripada *yield strength* material PLA (1,52 MPa < 61,93 MPa).

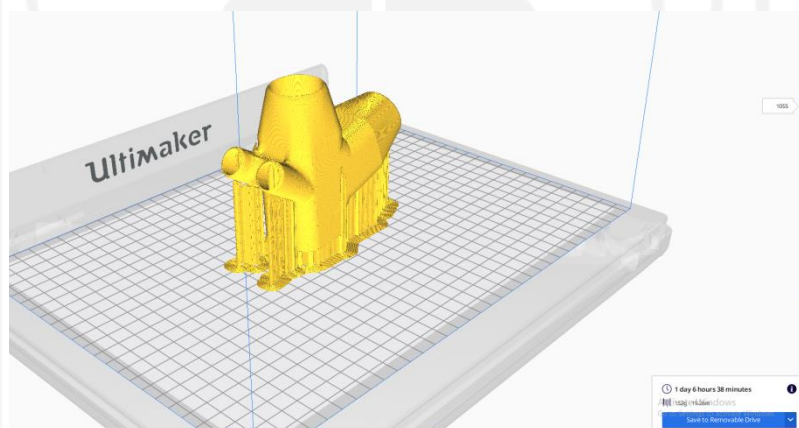


Gambar 4- 16 *Maximum stress vertical loads*

Dari hasil analisis pembebanan sesuai dengan standar CEN 14766 maka dapat disimpulkan bahwa *bracket seatpost* aman untuk dilakukan proses selanjutnya, yaitu proses produksi dengan 3D *printer*.

### 4.1.3 Proses Produksi *Bracket Seatpost*

Setelah dirancang desain sesuai dengan kriteria yang diharapkan, langkah terakhir perancangan *bracket* adalah pembuatan produk *bracket* itu sendiri yang dalam perancangan ini adalah *bracket seatpost*. Dengan mesin 3d printer produksi awal dari *bracket* ini yang berbahan PLA. Diawali dengan pengaturan posisi objek, infill, temperatur, dan *speed* pada aplikasi *ultimaker cura*. Seperti terlihat pada gambar 4-17 pengaturan posisi objek dan pengaturan *infill*, temperatur dan *speed* dapat dilihat pada tabel 4-1 pengaturan parameter *printing*.



Gambar 4- 17 Pengaturan posisi objek

Tabel 4- 1 Pengaturan Parameter *Printing*

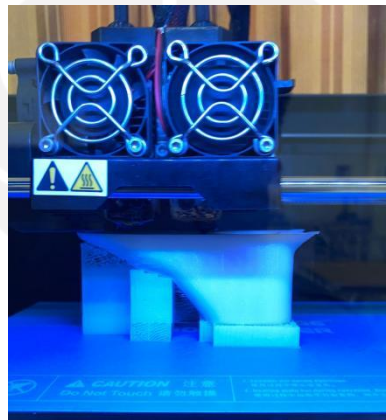
No	Parameter	Keterangan
1	<i>Infill/Fill Density</i>	100%
2	<i>Fill pattern</i>	<i>line</i>
3	<i>Solid speed</i>	70%
4	<i>Right extruder temperature</i>	200°C
5	<i>Left extruder temperature</i>	200°C
6	<i>Platform temperature</i>	60°C

Pengaturan *infil/fill density* 100% disini dimaksudkan agar bahan atau produk dari *bracket seat tube* memiliki fasa solid dan juga kuat. Fasa solid ini juga



dimaksudkan karena pada proses analisis kekuatan menggunakan *ansys* bahan yang dimasukkan adalah jenisnya solid. Kemudian pemilihan *fill pattern* jenis *line* ini bertujuan untuk membuat waktu produksi *bracket* lebih cepat, karena *fill pattern* jenis *line* memiliki tingkat kecepatan yang terbaik dibanding dengan jenis yang lainnya. Alasan lainnya pemilihan jenis ini karena hasil dari produksi 3d printer dengan jenis *fill pattern line* memiliki kerapihan pada permukaan atas/luar yang mulus.

Setelah semua diatur maka selanjutnya adalah melakukan proses *printing* dimana waktu proses *printing* produk *bracket seatpost* berlangsung selama 30 jam dengan berat 154 gram. Proses pembuatan dengan printer 3D dapat dilihat pada gambar 4-18 proses *printing*. Dan untuk hasil produk yang sudah selesai dapat dilihat pada gambar 4-19 hasil produk *bracket seatpost*.



Gambar 4- 18 Proses *printing*



Gambar 4- 19 Hasil produk *bracket seatpost*

Langkah berikutnya adalah melakukan proses laminasi *fiberglass*. Proses laminasi ini menggunakan satu lapisan *fiberglass* dengan teknik *hand lay up*. Sebelum melakukan laminasi, terlebih dahulu kita membuat pola potongan

*fiberglass* pada kertas seperti gambar 4-20 pola potongan *fiberglass* yang nantinya untuk mempermudah dalam proses pemotongan *fiberglass*. Setelah *fiberglass* dipotong sesuai dengan pola yang telah dibuat terlihat pada gambar 4-21 potongan *fiberglass* sesuai pola, langkah berikutnya kita membuat adonan *gelcoat*. Adonan *gelcoat* ini berfungsi sebagai perekat/lem antara *fiberglass* dengan *bracket seatpost* yang akan dilaminasi. Komposisi dari *gelcoat* ini adalah campuran resin dan aerosil dengan perbandingan 1:1. Seperti terlihat pada gambar 4-22 adonan *gelcoat* merupakan adonan *gelcoat* yang sudah jadi.



Gambar 4- 20 Pola potongan *fiberglass*



Gambar 4- 21 Potongan *fiberglass* sesuai pola





Gambar 4- 22 Adonan *gelcoat*

Setelah *fiberglass* dipotong dan adonan *gelcoat* dibuat, maka proses selanjutnya melakukan laminasi pada *bracket seatpost*. Dimulai dengan pencampuran *gelcoat* dengan katalis kemudian dilakukan pengolesan secara merata pada permukaan *bracket*. Dengan menunggu sekitar 5 menit agar *gelcoat* kering dan selanjutnya ditempelkan potongan *fiberglass* ke semua bagian tadi. Kemudian mencampur antara resin dengan katalis dengan perbandingan 1:100, setelah itu lakukan proses pengolesan resin ke *fiberglass* secara merata. Dengan jeda antara 10 menit lakukan proses pengolesan resin tersebut kembali, pengolesan dilakukan 3 kali agar nantinya pada saat proses pengamplasan untuk penghalusan permukaan resin tidak habis teramplas. Setelah resin mengering dengan waktu 2x24 jam, maka selanjutnya dilakukan pengamplasan. Proses pengamplasan terlihat pada gambar 4-24 proses pengamplasan.



Gambar 4- 23 Proses pengamplasan

Proses pengamplasan ini dilakukan dengan amplas dari ukuran 80, 200, 500, 1.000, dan 2.000 untuk mendapatkan hasil yang rapi. Setelah permukaan resin halus dan rapi, maka proses pengamplasan dihentikan. Didapatkan hasil akhir dari *bracket seatpost* yang telah dilaminasi *fiberglass* seperti terlihat pada gambar 4-24 produk *bracket seatpost*.



Gambar 4- 24 Produk *bracket seatpost*

#### 4.1.4 Assembly Sepeda

Setelah semua produk *bracket* selesai diproduksi, selanjutnya adalah proses penggabungan antara pipa *frame* dengan *bracket* sehingga terbentuk sebuah *frame* utuh dari sepeda. Dimulai dari proses pengeleman *bracket* dan pipa *frame* dengan menggunakan lem *epoxy* seperti terlihat pada gambar 4-25 proses pengeleman *bracket* dan pipa *frame*. Pada proses pengeleman ini pipa *frame* disambungkan secara bersama-sama agar lem mengeras dengan interval waktu yang sama.



Gambar 4- 25 Proses pengeleman *bracket* dan pipa *frame*

Setelah proses pengeleman selesai, lem ditunggu agar mengering sempurna selama 16 jam. Kemudian saat lem sudah mengeras sempurna maka dilakukan pemasangan kelengkapan sepeda yang lainnya, seperti tertera pada tabel 4-2 kelengkapan sepeda:

Tabel 4- 2 Kelengkapan Sepeda

1	Fork	5	Rantai
2	Setang	6	Roda
3	Pedal	7	Rem
4	Sadel	8	Pengukur Kecepatan

Penampakan dari sepeda yang sudah dipasang dengan kelengkapan yang disebutkan di tabel 4-1 kelengkapan sepeda di atas dapat dilihat pada gambar 4-26 sepeda hasil perancangan. Sepeda yang telah selesai dirakit siap untuk dilakukan pengujian sesuai dengan acuan yang digunakan yaitu standar SNI 1049:2008.



Gambar 4- 26 Sepeda hasil perancangan

Dalam proses *assembly frame* ini tidak begitu mengalami kendala, tetapi ada suatu kesalahan saat proses ini yaitu saat pengeleman kita tidak memperhatikan kelurusan *framanya* jadi setelah lem keras dan sepeda sudah dilengkapi dengan kelengkapannya, kita baru menyadari bahwa pada bagian *head tube* terjadi kemiringan saat proses pengeleman yang sebelumnya dilakukan. Karena lem sudah mengeras maka tidak bisa dilakukan perbaikan pada saat itu.

## 4.2 Hasil Pengujian Jalan

Setelah selesai melakukan perakitan menjadi sepeda yang siap untuk pengujian jalan. Dilakukan pengujian untuk dikendarai dari rumah kos menuju

kampus terpadu UII dengan jarak tempuh sekitar 2 km. Dengan melewati jalan yang agak menanjak, sekitar 6 polisi tidur, jalan yang tidak rata/rusak, dan jalan paving UII. Saat uji berkendara ada dua permasalahan yang terjadi, yang pertama rantai sepeda yang mudah terlepas dan yang kedua lem terlepas seperti dapat kita lihat pada gambar 4-26 penampakan lem terlepas pada bagian *bottom bracket* dibawah ini:



Gambar 4- 27 Penampakan lem terlepas pada bagian *bottom bracket*

Untuk solusi yang dilakukan terhadap dua permasalahan tersebut adalah melakukan pengeleman ulang pada bagian yang terlepas tersebut, kemudian untuk rantai yang mudah terlepas dilakukan penggantian as roda belakang dari yang sebelumnya model *quick release* diganti dengan model permanen seperti dapat dilihat pada gambar 4-28 as roda belakang. Kemudian ditambahkan *tensioner* rantai dengan adanya sedikit perubahan agar bisa bekerja sesuai dengan yang diharapkan seperti dilihat pada gambar 4-29 *nsioner* rantai. Setelah melakukan perbaikan tersebut sepeda aman untuk dikendarai kembali.



As Quick Release      As Permanen

Gambar 4- 28 As roda belakang





Gambar 4- 29 *Tensioner* rantai

Saat proses pengujian jalan sesuai dengan standar SNI 1049:2008 seperti terlihat pada gambar 4-30 pengujian jalan dengan balok yang tidak sesuai standar kami melakukan kesalahan dengan penggunaan balok uji yang tidak sesuai dengan kriteria standar SNI 1049:2008 dan dalam proses pengujian juga mengalami kendala yaitu lem terlepas pada bagian *head tube* terlihat pada gambar 4-31 lem lepas pada bagian *head tube*. Saran dari pembimbing agar membuat balok pengujian dengan bentuk dan ukuran sesuai dengan standar yang sudah ditetapkan, sehingga mengganti balok pengujian awal dengan balok yang sesuai dengan standar SNI 1049:2008 tersebut seperti gambar 4-32 balok pengujian jalan dapat kita lihat perbedaan antara balok awal dan balok yang sesuai dengan standar SNI 1049:2008.



Gambar 4- 30 Pengujian jalan dengan balok yang tidak sesuai standar



Gambar 4- 31 Lem lepas pada bagian *head tube*



Gambar 4- 32 Balok pengujian jalan

Karena lem pada bagian *head tube* terlepas, sehingga membuat kesempatan kepada kami untuk memperbaiki permasalahan yang pertama yaitu terjadi kemiringan pada *head*. Sehingga selain melakukan pengeleman ulang, kami juga memperbaiki posisi *head tube* agar tidak miring dan dapat *center* dengan bagian *frame* belakang. Setelah dilakukan pengeleman ulang kami melakukan pengujian jalan kembali dengan menggunakan balok rintangan yang sesuai dengan standar SNI 1049:2008 dan dapat dilihat pada gambar 4-33 balok pengujian sesuai standar.



Gambar 4- 33 Balok pengujian sesuai standar

Sebelum melakukan pengujian jalan dilakukan pengukuran berat badan pada pengendara, karena di dalam standar SNI 1049:2008 disebutkan bahwa berat minimal penguji adalah 80 kg. Dari hasil pengukuran berat badan pada tabel 4-3 data penguji diketahui bahwa tidak ada berat penguji yang mencapai 80 kg, sehingga dilakukan penambahan beban agar dapat mencapai beban minimal yaitu 80 kg.

Tabel 4- 3 Data Penguji

Data Penguji		
NO	Nama	Berat Badan (kg)
1	Yanuar	70,9
2	Adirahman	69,2
3	Reza Hanafi	67,3
4	Nevrizal	60
Keterangan : Melakukan penambahan beban 10 Kg pada pengujian yang dilakukan oleh Yanuar agar beban 80 Kg tercapai.		

Dilakukan juga pengecekan dan persiapan pada sepeda sehingga pada saat dilakukan pengujian jalan tidak membahayakan bagi penguji. Adapun hal-hal yang dilakukan tertera pada tabel 4-4 persiapan sepeda.

Tabel 4- 4 Persiapan sepeda

		Keterangan
Persiapan	Pemeriksaan rangka	Rangka dalam keadaan baik dan lengkap
	Tinggi dari sadel ke <i>seatpost</i>	5 cm
	Tinggi dari stang ke permukaan tanah	95 cm
	Rem	Rem dalam keadaan baik

Setelah semuanya dicek dan diatur seperti standar SNI 1049:2008 kemudian dilakukan proses pengujian jalan yang dilakukan di area stadion maguwoharjo. Terlihat proses pengujian jalan melewati balok rintangan pada gambar 4-34 pengujian dengan balok sesuai standar SNI 1049:2008. Didapatkan data hasil pengujian bahwa sepeda mampu diuji sesuai dengan parameter SNI 1049:2008 terlihat pada tabel 4-5 data hasil pengujian jalan, data hasil kecepatan dapat dilihat pada tabel 4-6 kecepatan sepeda, dan kesimpulan dari pengujian pada tabel 4-7 kesimpulan pengujian.



Gambar 4- 34 Pengujian dengan balok sesuai standar SNI 1049:2008

Tabel 4- 5 Data Hasil Pengujian Jalan

Parameter Uji Jalan	Hasil Pengujian
Sepeda mampu dikendarai sepanjang 1 KM	Sepeda mampu
Sepeda mampu melewati 15 balok kayu sebanyak 3x percobaan, dengan jarak antar balok 2 meter dan jarak lintasan 30 meter	Sepeda mampu
Sepeda mampu dikendarai konstan dengan kecepatan minimal 22 km/jam	Sepeda mampu
Sepeda dapat dikendarai dengan 1 tangan.	Sepeda mampu



Tabel 4- 6 Kecepatan Sepeda

Kecepatan Sepeda/Percobaan ke	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Percobaan 4
Kecepatan Sepeda	22,7 km/jam	22,1 km/jam	25,6 km/jam	26,2 km/jam
Ket: Data kecepatan sepeda diambil dari software relive pada IOS.				

Tabel 4- 7 Kesimpulan Pengujian

	Pertanyaan	Keterangan
Kesimpulan	Apakah sepeda yang dikendarai dalam keadaan stabil?	Iya, sepeda dapat dikendarai dalam keadaan stabil dan kuat.
	Apakah sepeda yang dikendarai aman, jika dikendarai dalam keadaan berbelok?	Iya, sepeda aman ketika dikendarai dalam keadaan berbelok, dan stang bisa dikendalikan dengan baik.
	Apakah ada bagian yang terlepas ketika sepeda dikendarai?	Tidak, setiap bagian pada sambungan sepeda dalam kondisi normal dan tidak terjadi keretakan maupun terlepas

Setelah rangkaian proses pengujian jalan selesai, dilakukan pengamatan secara visual pada bagian *bracket seatpost* apakah ada kerusakan atau perubahan bentuk yang terjadi. Dari hasil pengamatan bahwa *bracket seatpost* tidak terjadi perubahan bentuk, tidak terjadi kerusakan/keretakan dan pada bagian pengeleman aman tidak terjadi keretakan/lem terlepas. Dapat dilihat kondisi *bracket seatpost* setelah proses pengujian jalan pada gambar 4-35 kondisi *bracket seatpost* setelah pengujian jalan.



Gambar 4- 35 Kondisi *bracket seatpost* setelah pengujian jalan

### 4.3 Pembahasan

Dalam pelaksanaan tugas akhir ini proses perancangan *bracket seatpost* dilakukan pengoptimasian desain sehingga produk *bracket seatpost* ini bisa dibuat dengan kuat (mampu menopang beban 80 kg) dan mudah untuk dilakukan laminasi *fiberglass*. Pengoptimasian desain ini dilakukan dengan cara mengubah ketebalan dari *bracket seatpost* dengan tujuan agar kuat menopang beban 80 kg dan penambahan *chamfer* pada bagian sudut dengan maksud untuk mempermudah proses laminasi *fiberglass*.

Proses pembuatan produk *bracket seatpost* dimulai dari proses pembuatan sketsa untuk membuat gambaran yang nantinya akan dibuat. Kemudian pewujudan dari gambar sketsa dengan proses desain pada *software*. Setelah proses desain selesai dan mendapatkan kesepakatan dari *team*, lanjut proses analisis dengan mengacu pada standar CEN 14766. Setelah analisis dilakukan dan desain aman memenuhi standar analisis sesuai CEN 14766 maka selanjutnya dilakukan proses cetak dengan printer 3D. Pencetakan desain dengan printer 3D ini menggunakan bahan dasar PLA. Lanjut proses selanjutnya dengan memperkuat produk yang sudah dicetak dengan printer 3D menggunakan lapisan *fiberglass*. Proses pelapisan dengan *fiberglass* dilakukan dengan teknik *hand lay up* menggunakan satu lapisan *fiberglass*.

Setelah sepeda selesai diproduksi/dirakit, selanjutnya melakukan proses pengujian jalan. Pengujian jalan ini dilakukan dengan mengacu pada standar SNI 1049:2008 yaitu sepeda harus memenuhi beberapa parameter yang diujikan. Dalam proses pengujian ini sepeda sempat mengalami beberapa permasalahan/kendala pada proses pengujian, tetapi setelah mengatasi beberapa kendala yang terjadi akhirnya sepeda bisa/mampu untuk diuji dan memenuhi semua parameter uji sesuai dengan standar SNI 1049:2008.

Berdasarkan pengujian jalan sesuai standar SNI 1049:2008 didapatkan hasil bahwa produk sepeda dapat memenuhi semua poin dari kriteria desain yang telah dibuat. Berikut adalah poin-poin dari kriteria desain:

1. Kuat, dapat dikendarai/dinaiki dengan beban 80 kg.

Berdasarkan uji coba yang dilakukan bahwa sepeda, khususnya pada bagian *bracket seatpost* terbukti mampu menahan beban 80,9 kg pada saat pengujian

jalan sesuai standar SNI 1049:2008 dan mampu menahan beban 85 kg pada saat dikendarai tanpa adanya kerusakan/ keretakan.

2. Tetap menggunakan pipa asli dari sepeda jengki.

Penggunaan pipa asli sepeda dapat dilakukan karena sebelum proses perancangan terlebih dahulu dilakukan pengukuran dimensi sehingga pipa asli dari sepeda dapat digunakan tanpa adanya perubahan ukuran dimensinya. Dapat dilihat bahwa pipa asli dapat digunakan seperti terlihat pada gambar 4-36 penggunaan pipa asli sepeda jengki.



Gambar 4- 36 Penggunaan pipa asli sepeda jengki

3. Sambungan menggunakan bahan PLA yang diperkuat lapisan *fiberglass*.

Pembuatan sambungan *bracket seatpost* untuk *frame* sepeda menggunakan 3D *print* yang berbahan PLA dengan diperkuan lapisan *fiberglass*. Pembuatan sambungan ini dapat terealisasi dengan bahan yang ditentukan tersebut yaitu PLA dengan perkuatan lapisan *fiberglass*. Dapat dilihat hasil pembuatan dari *bracket seatpost* berbahan PLA yang diperkuat lapisan *fiberglass* pada gambar 4-37 *bracket seatpost* berbahan pla yang dilapisi *fiberglass*.



Gambar 4- 37 *Bracket Seatpost* berbahan PLA yang dilapisi *Fiberglass*

Dalam perancangan tugas akhir ini tidak selalu semua proses dapat diselesaikan dengan mudah atau tanpa adanya kendala. Berdasarkan proses yang sudah dilakukan, untuk kendala yang paling besar atau kesulitan yang dihadapi adalah pada proses *finishing* untuk produk *bracket seat tube*. Karena saat proses *finishing*, peralatan yang digunakan kurang memadai sehingga dalam prosesnya mendapatkan kesulitan dan hasil yang didapatkan tidak maksimal, masih terdapat bagian yang kurang halus. Namun, dari segi kekuatan produk sudah cukup baik. Seperti dalam proses pengamplasan yang hanya menggunakan amplas manual, sehingga prosesnya lama dan hasilnya kurang bisa sempurna. Lain halnya apabila menggunakan alat amplas mesin yang bisa cepat proses pengerjaannya dan hasilnya bisa lebih sempurna.

Kemudian pada penanganan rantai yang mudah terlepas juga mengalami kendala yang cukup berat, karena untuk memotong rantai sudah tidak memungkinkan. Akhirnya dilakukan pemasangan *tensioner* rantai dengan berbagai perubahan. Setelah dipasang *tensioner* juga masih mudah terlepas karena roda belakang tidak terkunci dengan kuat. Sehingga dilakukan penggantian as roda belakang dengan model permanen agar tidak terjadi pergeseran roda/roda tidak terkunci dengan kuat.

## **BAB 5**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Optimasi desain dilakukan dengan cara menebalkan dinding *seat tube* dan membuat *chamfer* pada bagian sudut.
2. Telah berhasil membuat *seatpost* dimulai dari proses desain dan analisis kekuatan, proses pencetakan/*printing* menggunakan mesin 3D printer berbahan PLA. Setelah itu dilakukan proses laminasi *fiberglass* dengan teknik *hand lay up*.
3. Sesuai dengan pengujian yang telah dilakukan bahwa sepeda dinyatakan mampu memenuhi parameter uji jalan sesuai dengan standar SNI 1049:2008. Atau dengan kata lain sepeda aman dan layak untuk dikendarai.

#### **5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya**

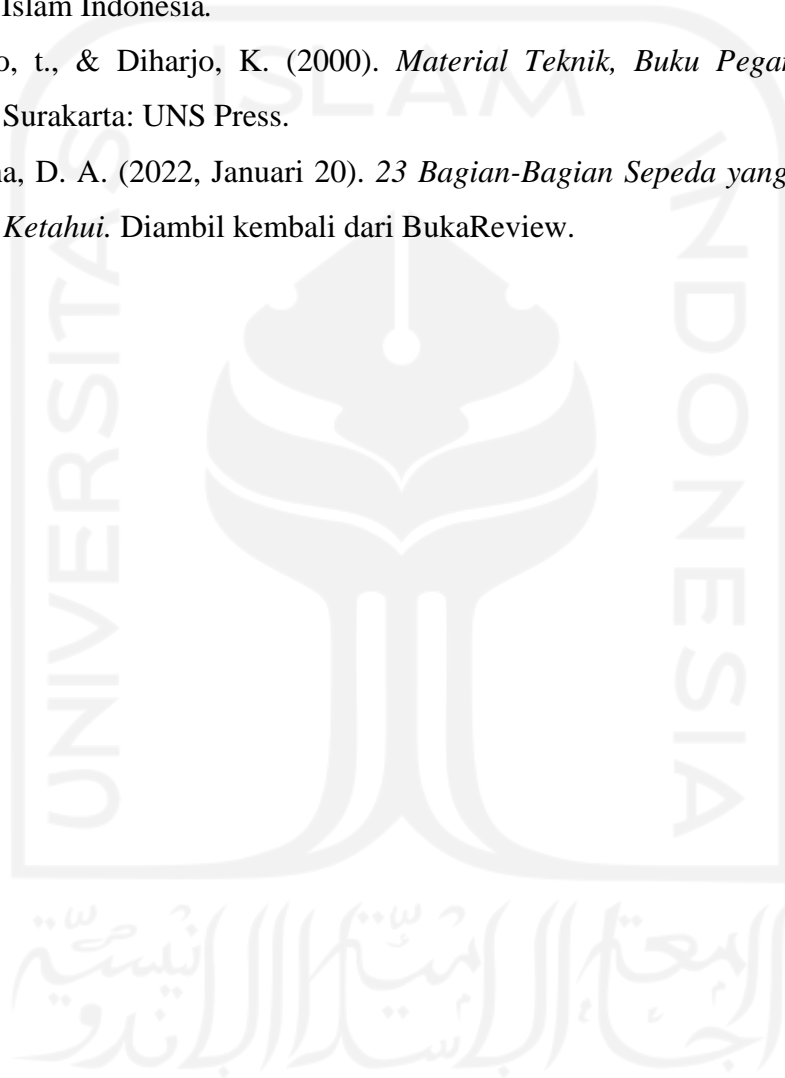
Adapun beberapa hal yang disarankan untuk perancangan selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Proses pelapisan bisa ditingkatkan dari *fiberglass* menjadi serat karbon dan teknik yang digunakan dengan teknik *vacum infusion* agar mendapat kerapihan dan kekuatan yang lebih baik lagi.
2. Perlu dipertimbangkan kembali penggunaan lem yang lebih kuat daripada lem epoxy agar tidak terjadi kendala lem terlepas.
3. Dilakukan optimasi desain untuk memperhatikan kekuatannya.

## DAFTAR PUSTAKA

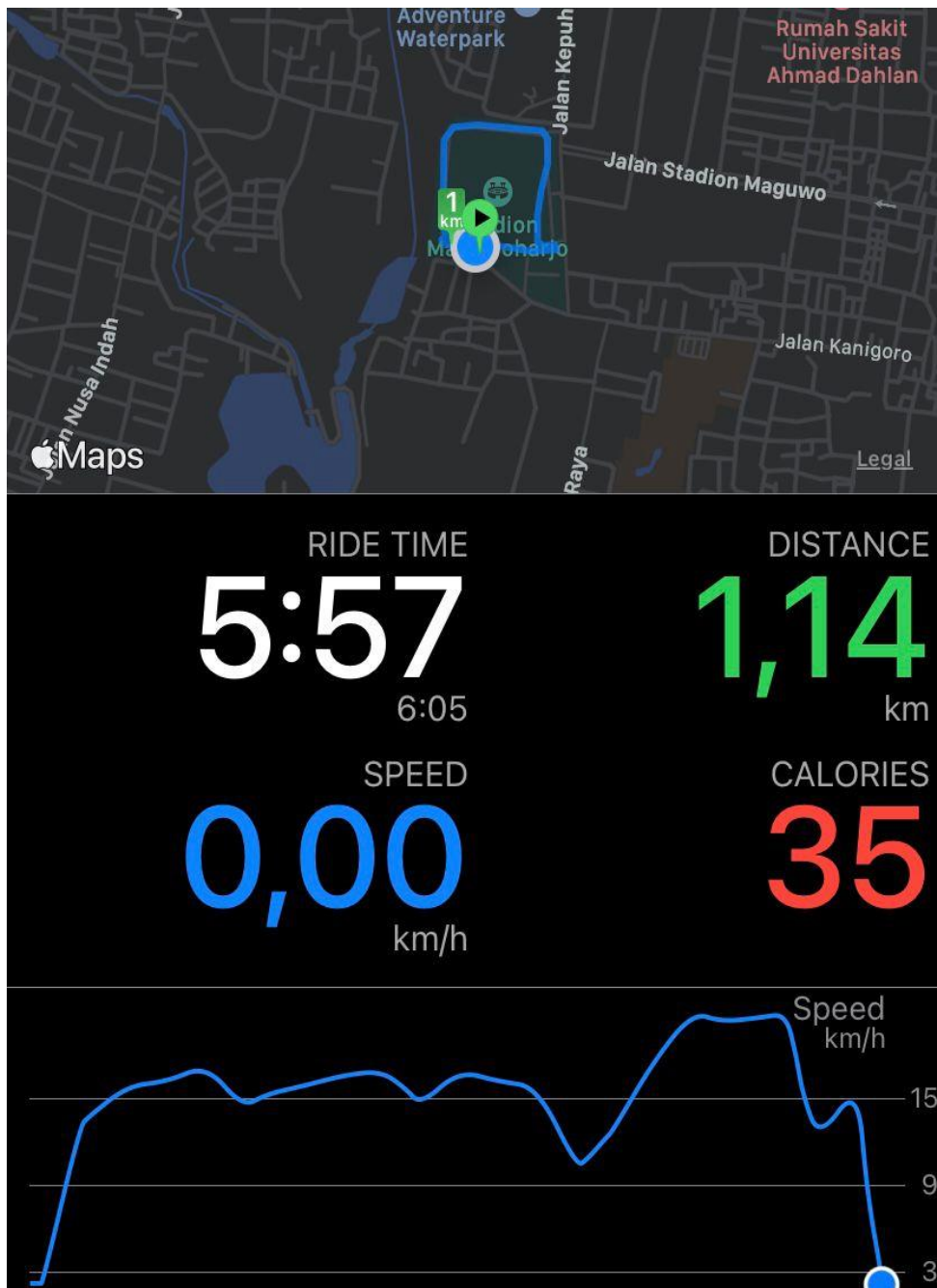
- Adiluhung, H. (2019). Penyempurnaan Bentuk Serta Ketahanan Material Pada Dummy Body Part Kendaraan Tempur Dengan Teknik Printer 3D dan Komposit.
- Ahmad Yakub, D. W. (2016). Optimasi Desain Rangka Sepeda Berbahan Baku Komposit Berbasis Metode ANOVA. 8(1), 18-22.
- Alwi, H. (2003). *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Arti dan pengaruh dimensi geometri frame/rangka sepeda. (2020, Oktober 26). (SEPEDA.ME) Dipetik agustus 1, 2022, dari <https://www.sepeda.me/parts/frame-sepeda/dimensi-geometri-frame-sepeda.html>
- BSN. (2008). *Sepeda - Syarat keselamatan*. Badan Standarisasi Nasional.
- Dekoruma, K. (2021, mei 28). *Kenali 5 Jenis Resin Beserta Kegunaannya dan Kisaran Harganya*. Diambil kembali dari Stylist & Interior Designer.
- Dwemena, M. 2022. *3D PRINTERLY*. Dipetik November 24, 2022, dari <https://3dprinterly.com/what-is-the-best-infill-pattern-for-3d-printing/>
- Faisol, Muhamad. 2018. Pembuatan Sambungan Part Head Tube Pada Sepeda Menggunakan 3D Printer Berdasarkan Topology Optimization Design. *Skripsi*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Frial, & McBride. (2016). Extraction of Resins From Capsium annum var. logum (Siling haba) for the Study of Their Potential Anti-Microbial Activities. *Jurnal of Chemical and Pharmaceutical Research* 8 (3), 117-127.
- Krevelen, D. (1994). *Properties of polymer, their conrelation with chemical structure, their numerical estimated and prediction from additional a group contributions, treed edition*. Netherlands: Elsevier Science B.V.Amsterdam.
- Nayiroh, N. (2013, Maret 7). *Teknologi Material Komposit*. (Nurun Lecturer UIN Malang) Dipetik Juli 31, 2022, dari <http://nurun.lecturer.uin-malang.ac.id/wp-content/uploads/sites/7/2013/03/Material-Komposit.pdf>

- Nicholas, Diyan. 2018. Pembuatan Sambungan Part Seat Tube Pada Sepeda Menggunakan 3D Printer Berdasarkan Topology Optimization Design. *Skripsi*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Rahman, Azra Haidar. 2022. Pengaruh Ketebalan Variasi Core (3D Print) Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Sandwich Menggunakan Metode Vacuum Assisted Resin Infusion (VARI). *Skripsi*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Triyono, t., & Diharjo, K. (2000). *Material Teknik, Buku Pegangan Kuliah*. Surakarta: UNS Press.
- Wigraha, D. A. (2022, Januari 20). *23 Bagian-Bagian Sepeda yang Perlu Kamu Ketahui*. Diambil kembali dari BukaReview.





## LAMPIRAN







28 September

1.4 KM DALAM 2022



KECEPATAN MAKS

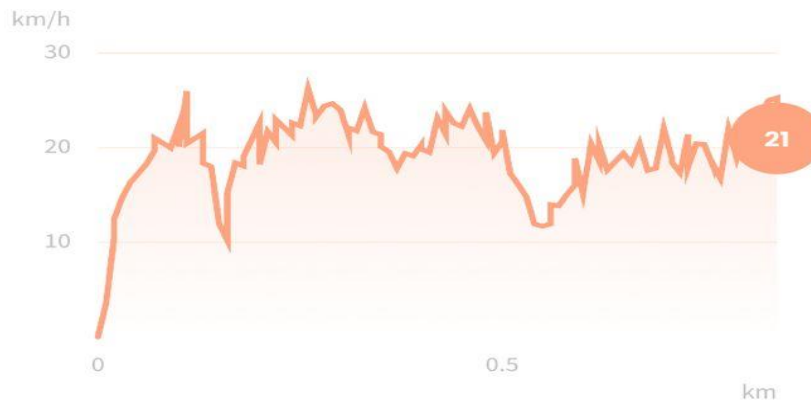
26.2 km/h

Berbagi

RATA-RATA KECEPATAN

17.0 km/h

15.8 KM/H DALAM 2022





28 September



KECEPATAN MAKS

**25.6 km/h**

Berbagi

RATA-RATA KECEPATAN

**14.3 km/h**

14.3 KM/H DALAM 2022



16.35



[Home](#)

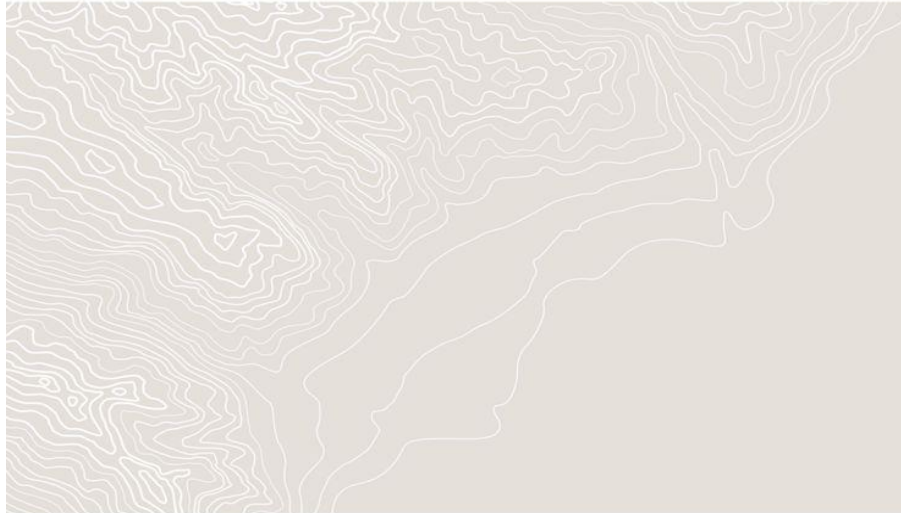
**Ride**



**Nevrizal Firly Wilya**

Today at 4:31 PM · Wedomartani, Special Region of Yogyakarta

## Afternoon Ride



Distance  
**0.05 mi**

Elevation Gain  
**0 ft**

Moving Time  
**20s**

Avg Speed  
**10.0 mi/h**

Max Elevation  
**576 ft**

Max Speed  
**14.1 mi/h**

[View Analysis](#)



With someone who didn't record?

[Add Others](#)



Home



Maps



Record

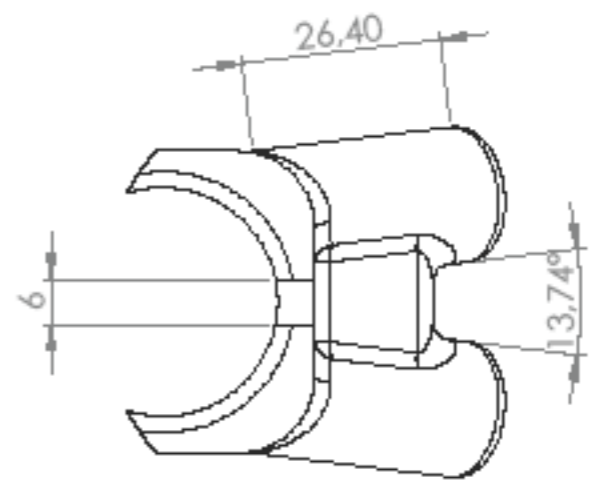
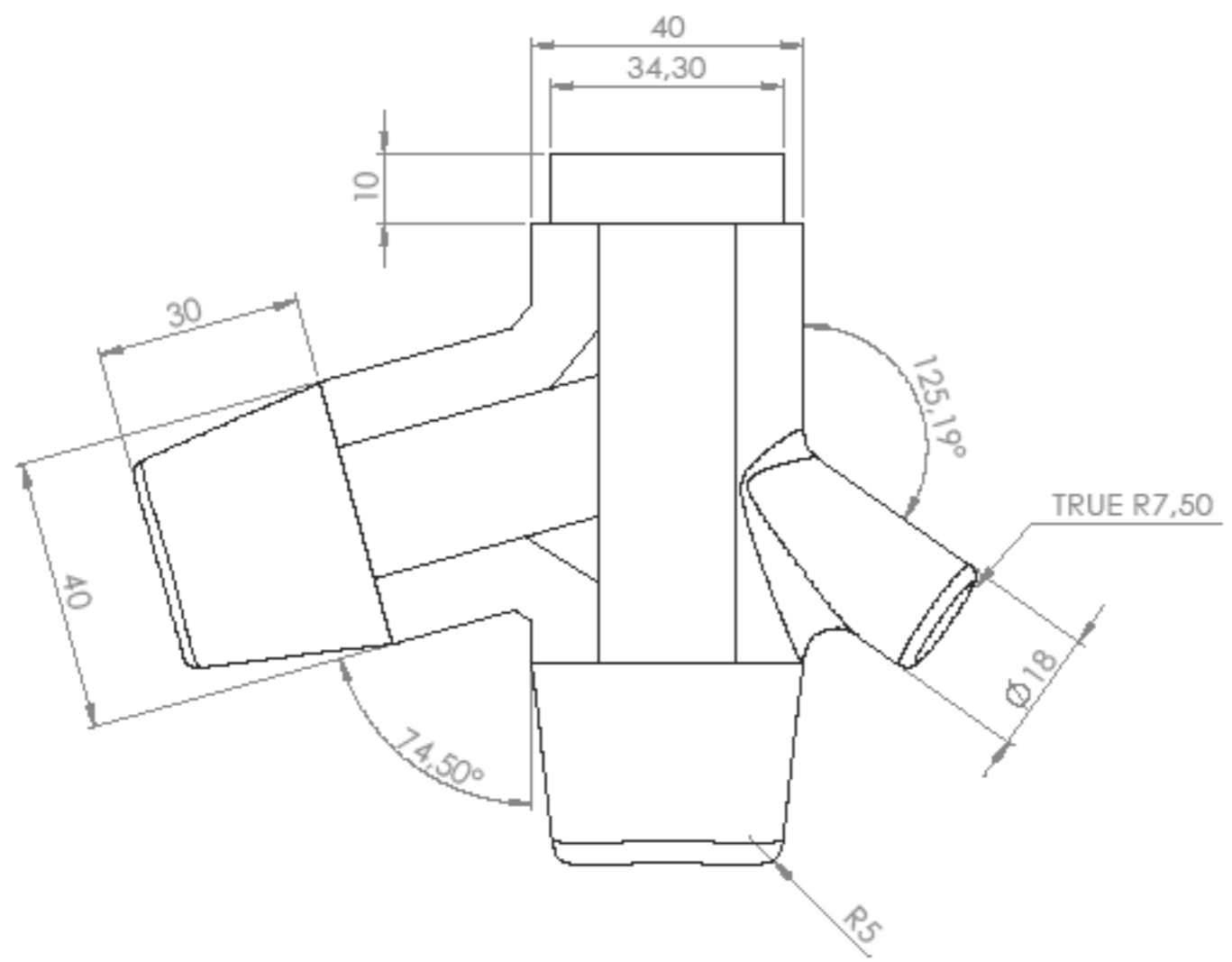
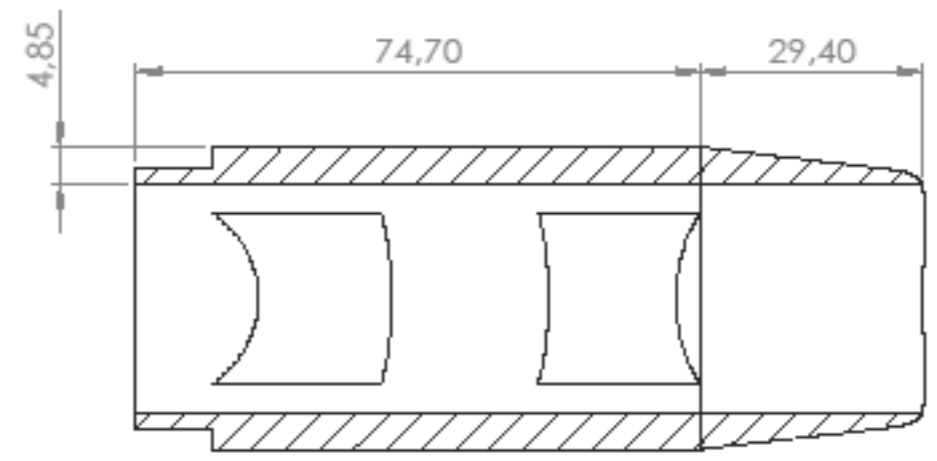
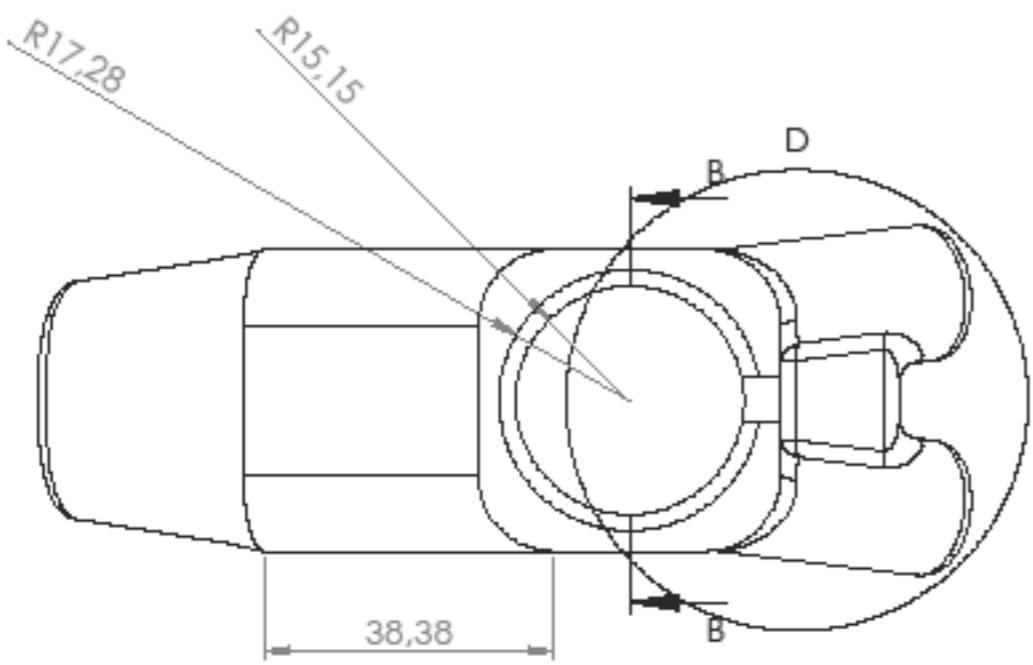


Groups



You





DETAIL D

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:			FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION		
DRAWN	NAME	SIGNATURE	DATE				TITLE: <b>BRACKET SEAT TUBE</b>				
CHKD							DWG NO. <b>Adi31</b>				
APPVD							SCALE: 1:1				
MFG						MATERIAL: <b>PLA</b>	SHEET 1 OF 1				
Q.A.						WEIGHT:	A3				