TUGAS AKHIR – VM 0629

PERHITUNGAN KEKUATAN MATERIAL PADA KOMPONEN SEPEDA AIR DENGAN APLIKASI SOLIDWORKS

OKA SURYA DANANJAYA AFER
NRP. 102116 000 000 22

Dosen Pembimbing
Ir. Eddy Widiyono, MSc
NIP. 196010251 98701 1 001

PROGRAM STUDI DIPLOMA III
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020

TUGAS AKHIR – VM 0629

PERHITUNGAN KEKUATAN MATERIAL PADA KOMPONEN SEPEDA AIR DENGAN APLIKASI SOLIDWORKS

OKA SURYA DANANJAYA AFER
NRP. 102116 000 000 22

Dosen Pembimbing
Ir. Eddy Widiyono
NIP. 196010251 98701 1 001

PROGRAM STUDI DIPLOMA III
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020

FINAL PROJECT – VM 0629

STRENGTH OF MATERIAL CALCULATION IN WATER BIKE COMPONENTS USING SOLIDWORKS APPLICATION

OKA SURYA DANANJAYA AFER
NRP 102116 000 000 22

Counselor Lecture
Ir. Eddy Widiyono, MSc
NIP. 196010251 98701 1 001

DIPLOMA III STUDY PROGRAM
INDUSTRIAL MECHANICAL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF VOCATIONAL
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2020

PERNYATAAN TIDAK MELAKUKAN PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	: Oka Surya Dananjaya Afer
NRP	: 10211600000022
Program Studi	: Diploma III Teknik Mesin
Departemen	: Teknik Mesin Industri
Fakultas	: Vokasi

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir (TA) yang saya tulis ini benar-benar tulisan saya, dan bukan merupakan hasil plagiasi. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan TA ini hasil plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Departemen Teknik Mesin Industri, Fakultas Vokasi-ITS.

Surabaya, 23 Januari 2020

Yang membuat pernyataan,

(Oka Surya Dananjaya Afer)

NRP. 10211600000022

PEMBUATAN DESAIN DAN PERHITUNGAN KEKUATAN MATERIAL PADA KOMPONEN SEPEDA AIR DENGAN APLIKASI SOLIDWORKS 2019

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
Program Studi Diploma III
Departemen Teknik Mesin Industri
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2020

Oleh :

Oka Surya Dananjaya Afer
NRP. 102116 000 000 22

Menyetujui,
Dosen Pembimbing

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI
DEPARTEMEN
TEKNIK MESIN INDUSTRI

Ir. Eddy Widiyono, MSc
NIP. 196010251 98701 1 001

Abstrak

Sepeda air memiliki mekanisme yang sama seperti sepeda pada umumnya, hanya saja kedua rodanya dilepas dan diganti dengan propeller pada bagian belakang sepeda serta rudder pada bagian depan sepeda. Untuk membuat sepeda mengapung diatas air maka diberikan pelampung sesuai desain yang diinginkan. Penilitian ini mencoba membuat sebuah desain sepeda air yang cocok untuk diikutkan lomba – lomba sepeda air seperti Marine Icon. Sepeda air yang diharapkan adalah sepeda yang kuat, ringan namun harganya terjangkau. Pada proses perencanaan ini dilakukan perhitungan beban yang mampu ditahan oleh sepeda air dan menghitung kekuatan material yang terkena beban langsung. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan simulasi tegangan dan perubahan bentuk menggunakan aplikasi *Solidworks 2019*.

Hasil penelitian menunjukkan pelampung sepeda air mampu menahan beban hingga 223,8kg hingga pelampung tenggelam seluruhnya. Dari hasil perhitungan dan simulasi maka didapatkan hasil material yang cocok untuk pelampung adalah PVC AW 10”, rangka dan setang menggunakan Aluminium alloy 6061-T6, sadel dan pedal menggunakan AISI 4130 steel (*normalized* at 870°C). Semua itu dengan asumsi beban pengendara 70kg.

Kata kunci: Sepeda air, simulasi tegangan dan perubahan bentuk, material.

Abstract

Waterbike have the same mechanism as the usual bike, the difference is the road wheels is removed and being replaced with propeller and rudder. To make the waterbike float in the water, buoy is added as desired design. This research is trying to make a water bike design that suits for the water bike competition such as Marine Icon. The waterbike is expected to be strong, light and with affordable price. In this planning process the load that is able to be held by the waterbike is calculated and also calculating the material that is directly exposed to the load. Solidworks 2019 is being used to simulate the stress and displacement of the material.

The results showed the waterbie buoys were able to withstand loads up to 223.8 kg until the buoys sank completely. From the calculation and simulation results, the material that suits the buoys is PVC AW 10”. For the frame and handlebar uses Aluminium alloy 6061-T6. For the saddle and pedals uses AISI 4130 Steel (normalized at 870°C). All of that calculation and simulation is assumed that the bike rider weight is 70 kg.

Keywords: Waterbike, stress and displacement, material

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dengan segala keterbatasannya dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Dalam terselesaikannya tugas akhir ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu secara moral ataupun materi, yakni:

1. **Bapak Ir. Eddy Widiyono, M.Sc.** selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan bimbingan dan banyak ilmu yang terkait dengan tugas akhir.
2. **Bapak Ir. Suhariyanto, MT** selaku dosen wali dan Koordinator Tugas Akhir Program Studi Diploma III Departemen Teknik Mesin Industri Vokasi-ITS.
3. **Seluruh Dosen Penguji** selaku dosen yang memberikan kritik dan saran yang bermanfaat untuk penyempurnaan tugas akhir ini.
4. **Ibu dan Kakak** yang selalu mendukung penulis dalam melakukan hal – hal yang positif dan bermanfaat.
5. **Seluruh Dosen** dan **Karyawan** yang telah banyak membimbing penulis dalam menggali ilmu di D3 Teknik Mesin ITS.
6. **Seluruh teman-teman Angkatan 2016** yang selalu siap membantu dan memberikan motivasi layaknya keluarga kedua dalam kampus.
7. **Galang Aji, Yusuf Ardiansyah,** dan **Gigih Pambudi** yang telah mau berjuang bersama penulis dalam pengerjaan tugas akhir ini.
8. **Moh. Kapita Umbasan** yang telah membantu penulis dalam kelancaran penyusunan tugas akhir ini.

9. **Teman – teman Kerangsentris** yang telah mau mendengarkan keluh kesah penulis serta memberikan motivasi untuk terus berkembang.
10. Semua pihak yang belum disebutkan diatas yang telah memberikan doa, bantuan, dan dukungannya bagi penulis hingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu.

Penulis berharap tugas akhir ini dapat diteliti lebih lanjut serta jika ada kritik, saran dan pertanyaan terkait tugas akhir ini bisa menghubungi penulis melalui email osdaosdaosda@gmail.com. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan di masa depan.

Surabaya, Januari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ..... **i**
LEMBAR TIDAK MELAKUKAN PLAGIASI ..... **iii**
LEMBAR PENGESAHAN ..... **iv**
ABSTRAK INDONESIA ..... **v**
ABSTRAK INGGRIS ..... **vi**
KATA PENGANTAR ..... **vii**
DAFTAR ISI ..... **ix**
DAFTAR GAMBAR ..... **xi**
DAFTAR TABEL ..... **xiii**

BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 1
1.3 Batasan Masalah 2
1.4 Tujuan Perencanaan 2
1.5 Manfaat Perencanaan 3
1.6 Sistematika Penulisan 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA **6**
2.1 Sepeda Air 6
2.2 Bouyancy 7
2.3 Tekanan Hidrostatis 8
2.4 Tabung 10
2.5 Momen Bending 10
2.6 Momen Inersia pada Silinder Berongga 11
2.7 Tegangan Bending 12
2.8 Tegangan Geser 12
2.9 Tegangan Izin 13
2.10 Safety Factor 14
2.11 Pembebanan pada *Frame* 15
2.12 Sifat Fisis dan Mekanis Bahan 17

BAB III METODOLOGI **19**

3.1 Diagram Alir Perencanaan 19
3.2 Penjelasan Diagram Alir 21
3.2.1 Studi Literatur 21
3.2.2 Survey 21
3.2.3 Desain dan Dimensi Sepeda Air..... 21
3.2.4 Desain dan Dimensi Setiap Bagian Sepeda Air 22
3.2.5 Perhitungan Secara Teoritis pada Setiap Bagian Sepeda Air 22
3.2.6 Penentuan Bahan 22
3.2.7 Simulasi Solidworks..... 23
3.2.8 Analisa Kekuatan Material..... 24
3.2.9 Kesimpulan dan Saran..... 24

BAB IV HASIL DAN SIMULASI..... 25
4.1 Desain Keseluruhan..... 25
4.2 Desain dan Spesifikasi Setiap *Part*..... 25
4.3 Perhitungan pada 5 Komponen 31
4.3.1 Pelampung..... 32
4.3.2 Kekuatan Rangka Sepeda Air..... 34
4.3.3 Kekuatan Setang..... 38
4.3.4 Kekuatan Sadel..... 42
4.3.5 Kekuatan Pedal..... 46

BAB V PENUTUP..... 51
5.1 Kesimpulan.....51
5.2 Saran.....52
DAFTAR PUSTAKA.....55
LAMPIRAN.....57
BIODATA PENULIS.....61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Cakra Baswara Evo II 6
Gambar 2.2 Hydrobike Explorer 1 6
Gambar 2.3 Baracuda Waterbike 200 7
Gambar 2.4 Sepeda air Hamors 7
Gambar 2.5 Tekanan Hidrostatis 9
Gambar 2.6 Luas permukaan tabung 10
Gambar 2.7 Volume tabung 10
Gambar 2.8 Momen bending 11
Gambar 2.9 Tegangan bending 12
Gambar 2.10 Tegangan geser 13
Gambar 2.11 Alat ukur beserta penyusunannya 15
Gambar 2.12 Ilustrasi pengukuran massa pengendara 16
Gambar 2.13 Notasi pembebanan pada frame 16

Gambar 3.1 Diagram Alir 20

Gambar 4.1 Desain sepeda air 25
Gambar 4.2 Pelampung sepeda air 26
Gambar 4.3 Kincir penggerak 26
Gambar 4.4 Sponge sadel 26
Gambar 4.5 Rangka sadel 27
Gambar 4.6 Handlebar 27
Gambar 4.7 Handlebar stem 27
Gambar 4.8 Frame 28
Gambar 4.9 Rudder 28
Gambar 4.10 Rudder shaft 29
Gambar 4.11 Pedal 29
Gambar 4.12 Chainring 30
Gambar 4.13 Sprocket 30
Gambar 4.14 Clamp pelampung 31
Gambar 4.15 Bracket *clamp* 31
Gambar 4.16 Beban pada rangka 34
Gambar 4.17 Von Mises rangka 37

Gambar 4.18 Displacement rangka 38
Gambar 4.19 Beban pada setang 38
Gambar 4.20 Von mises setang 41
Gambar 4.21 Displacement setang 42
Gambar 4.22 Beban pada sadel 42
Gambar 4.23 Von Mises sadel 45
Gambar 4.24 Displacement sadel 46
Gambar 4.25 Beban pada pedal 46
Gambar 4.26 Von Mises pedal 49
Gambar 4.27 Displacement Sadel 50

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat fisis AISI 4130 Steel 17
Tabel 2.2 Sifat mekanis AISI 4130 Steel 18
Tabel 2.3 Sifat fisis aluminium alloy 6061-T6 18
Tabel 2.4 Sifat mekanis aluminium alloy 6061-T6 18
Tabel 4.1 Gear ratio 30
Tabel 4.2 Pembagian beban 34

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berdasarkan data dari *AQI (Air Quality Index)* pencemaran udara di Surabaya berada pada angka 101-150 dari skala 0-500 yang berarti udara di kota ini sudah kurang baik (tercemar). Hal ini terjadi karena hasil polusi dari berbagai industry dan hasil gas buang dari berbagai macam kendaraan bermotor.

Alat transportasi merupakan hal yang penting bagi seluruh manusia. Untuk berpindah dari satu tempat ke tempat yang lain dengan cepat dan aman. Dengan seiring perkembangan zaman maka dibuat juga alat transportasi yang lebih ramah lingkungan seperti mobil listrik, motor listrik, sepeda listrik, dan *waterbike.*

Waterbike sudah menjadi populer pada negara eropa yang memiliki wilayah air. Meskipun hanya bisa dikendarai dalam media air namun penelitian mengenai *waterbike* sudah banyak dilakukan di berbagai negara. Saat ini *waterbike* juga sudah memiliki wadah untuk berkompetisi. Salah satunya adalah lomba skala nasional “Marine Icon”. Dalam lomba ini ada beberapa kategori yang dilombakan yaitu desain, *endurance* dan *race*. Maka dari itu perencanaan sepeda air ini dibuat sebagai wujud usaha pengaplikasian ilmu yang didapat serta untuk persiapan lomba tersebut.

1.2 Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang dapat ditentukan dari latar belakang yang ada, sebagai berikut :

1. Bagaimana menentukan desain dan ukuran sepeda air?
2. Bagaimana menentukan daya apung maksimum sepeda air?

3. Bagaimana menentukan material yang tepat untuk sepeda air?
4. Bagaimana hasil kekuatan bahan yang digunakan dengan menggunakan *software Solidworks*?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian terlaksana dengan baik dan pembahasannya tidak terlalu luas, maka diberi batasan masalah sebagai berikut:

1. Pembahasan tidak sampai perhitungan kecepatan sepeda air.
2. Lintasan yang digunakan adalah air dengan massa jenis 1000 kg/m^3
3. Pembahasan tidak sampai kondisi sepeda air saat bergerak.
4. Perencanaan desain sepeda air hanya mencakup konsep desain dan tidak mencakup perencanaan konstruksi sepeda air.
5. Kondisi suhu udara diabaikan.
6. Beban pengendara diasumsikan 70kg.

1.4 Tujuan Perencanaan

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Memperoleh desain secara 3 dimensi.
2. Mengetahui daya apung maksimum yang diberikan oleh pelampung.
3. Mengetahui kekuatan bahan yang digunakan pada rangka sepeda air.
4. Mendapatkan hasil simulasi penerapan material pada komponen sepeda air.

1.5 Manfaat Perencanaan

Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan :

1. Didapatkan desain sepeda air yang kuat dengan harga yang terjangkau. Sehingga dapat direalisasikan untuk mengikuti perlombaan yang ada.
2. Desain sepeda air dibuat semirip mungkin dengan sepeda pada umumnya. Sebagian besar *Spare Part* yang digunakan pun sama dengan sepeda yang dijual di pasaran. Sehingga sepeda air ini dapat dimodifikasi sesuai dengan kebutuhan

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini terbagi menjadi beberapa bab yang dapat dijabarkan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang, perumusan masalah, batasan permasalahan, tujuan penulisan, manfaat penulisan, dan sistematika penulisan.

BAB II DASAR TEORI

Bab ini memaparkan tentang persamaan-persamaan yang mendasari perumusan masalah, seperti teori dasar dalam penghitungan daya apung dan teori dasar pengetahuan bahan teknik.

BAB III METODOLOGI

Bab ini menjelaskan data-data yang diperoleh dari studi literatur serta metode penelitian yang dipaparkan melalui diagram alir.

BAB IV HASIL DAN ANALISA

Bab ini berisi tentang perhitungan dari data yang telah diperoleh, pembuatan desain dan hasil dari simulasi yang telah dilakukan

BAB V KESIMPULAN

Berisikan penarikan kesimpulan dan pemberian saran. Kesimpulan memuat pernyataan singkat dan tepat dari hasil perhitungan dan pembahasan. Saran memuat masukan-masukan yang bermanfaat dan sebagai tinjauan untuk penelitian berikutnya

LAMPIRAN

Berisi tentang data – data tambahan yang menunjang tugas akhir.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sepeda Air

Sepeda air adalah sebuah sarana transportasi yang hampir sama seperti sepeda pada umumnya. Namun dimodifikasi pada bagian roda dan diberi pelampung. Pada bagian roda belakang diganti dengan alat penggerak pada air seperti *propeller* dan pada bagian roda depan diganti dengan *rudder*. Sudah banyak penilitian yang dilakukan dalam pembuatan berbagai macam jenis sepeda air seperti:

1. Cakra Baswara Evo II

Gambar 2.1 Cakra Baswara Evo II

2. Hydrobike Explorer 1, Fun Watercraft (Amerika)

Gambar 2.2 Hydrobike Explorer 1

3. Baracuda Water Bike 200, Future Beach Corp. (Kanada)

Gambar 2.3 Baracuda Water Bike 200

4. Sepeda air Hamors

Gambar 2.4 Sepeda air Hamors

2.2 Bouyancy

Menurut definisi fisika, Buoyancy (daya apung) adalah daya tekan keatas dari cairan terhadap sebuah benda yang berlawanan dengan massa benda dan efek gravitasi. Ringkasnya Buoyancy adalah kemampuan mengapung dari sebuah benda pada cairan tertentu (Hakim Simanjuntak, 2012).

Sebuah benda yang tenggelam seluruhnya atau sebagian dalam suatu fluida akan mendapatkan gaya angkat ke atas yang sama besar dengan berat fluida fluida yang dipindahkan.

Besarnya gaya ke atas menurut Hukum Archimedes ditulis dalam persamaan :

$Fa = \rho\ v\ g$

Keterangan: :

Fa = gaya ke atas (N)

V = volume benda yang tercelup (m3)

ρ = massa jenis zat cair (kg/m3)

g = percepatan gravitasi (N/kg)

Sebuah benda yang tercelup ke dalam zat cair akan mengalami dua gaya, yaitu gaya gravitasi atau gaya berat (W) dan gaya ke atas (Fa) dari zat cair itu. Dalam hal ini ada tiga peristiwa yang berkaitan dengan besarnya kedua gaya tersebut yaitu seperti berikut.

a. Tenggelam

   Sebuah benda yang dicelupkan ke dalam zat cair akan tenggelam jika berat benda (w) lebih besar dari gaya ke atas (Fa). Volume bagian benda yang tenggelam bergantung dari rapat massa zat cair (ρ).

b. Melayang

   Sebuah benda yang dicelupkan ke dalam zat cair akan melayang jika berat benda (w) sama dengan gaya ke atas (Fa) atau benda tersebut tersebut dalam keadaan setimbang.

c. Terapung

   Sebuah benda yang dicelupkan ke dalam zat cair akan terapung jika berat benda (w) lebih kecil dari gaya ke atas (Fa) (Ahaznam, 2012).

2.3 Tekanan Hidrostatis

Tekanan hidrostatis adalah tekanan yang diakibatkan oleh zat cair yang tidak bergerak atau diam pada suatu kedalaman

tertentu. Tekanan yang diberikan zat cair pada kesetimbangan karena pengaruh gaya gravitasi. Besarnya tekanan hidrostatis bergantung pada ketinggian zat cair, massa jenis zat cair, serta percepatan gravitasi bumi. Gaya gravitasi bumi menyebabkan partikel-partikel zat cair akan menekan partikel lain di bawahnya dan begitu juga dengan partikel di bawahnya akan saling menekan hingga ke dasar zat cair. Hal ini menyebabkan tekanan hidrostatis pada titik yang lebih dalam akan lebih tinggi. Tekanan hidrostatis pada titik kedalaman berapapun tidak akan dipengaruhi oleh berat zat cair, luas permukaan zat cair, maupun bentuk wadah. Adapun sifat-sifat tekanan hidrostatis adalah :

1. Semakin dalam letak suatu titik dari permukaan zat cair, tekanan hidrostatis akan semakin tinggi.
2. Tekanan zat cair ke segala arah adalah sama besar
3. Tekanan hidrostatis bergantung pada kedalaman, massa jenis zat cair, dan percepatan gravitasi
4. Tidak bergantung bentuk wadah

Secara matematis, tekanan hidrostatis dapat dituliskan sebagai :

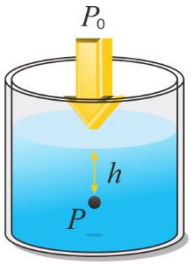
$$Ph = \rho g h$$

Keterangan:

ρ = massa jenis fluida

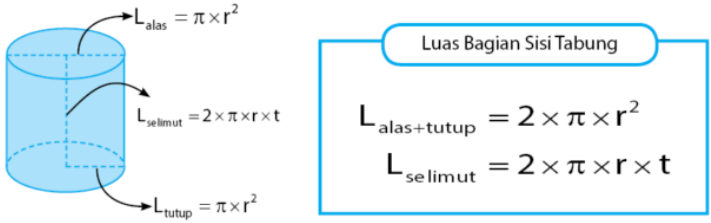
g = percepatan gravitasi

h = kedalaman titik yang ditinjau

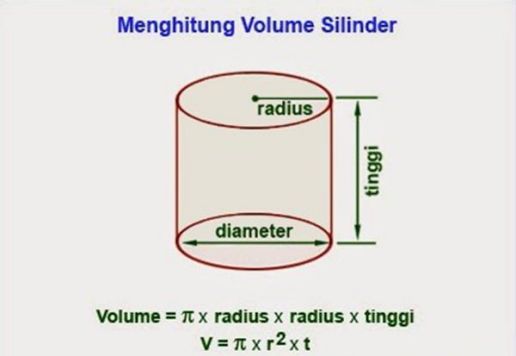


Gambar 2.5 Tekanan Hidrostatis

2.4 Tabung



Gambar 2.6 Luas permukaan tabung



Gambar 2.7 Volume tabung

2.5 Momen Bending

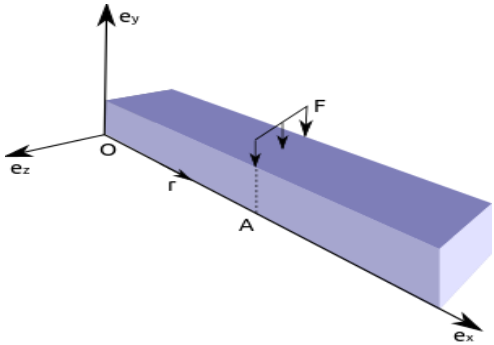
Momen bending ialah reaksi yang terjadi pada suatu benda ketika terkena gaya atau momen dari luar yang mengakibatkan benda tersebut mengalami bending. Bagian Terpenting dari momen bending ialah gaya atau momen yang diterima oleh suatu benda. Jika F adalah gaya yang diterima oleh benda pada titik A. Momen yang terjadi pada titik O ialah :

$$M = r \times F$$

M = Momen yang terjadi (N.m)

r = Posisi gaya dari titik O (m)

F = Gaya yang terjadi (N)



Gambar 2.8 Momen bending

2.6 Momen Inersia pada Silinder berongga

Momen inersia merupakan ukuran kelembahaman suatu benda untuk berotasi terhadap porosnya.Besaran ini adalah analog rotasi daripada massa.Momen inersia berperan dalam dinamika rotasi seperti massa dalam dinamika dasar dan menentukan hubungan antara momentum sudut. Rumus momen inersia pada silinder berongga adalah:

$$I = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{64}$$

Dimana:

I = Momen inersia

D = Diameter luar

d = Diameter dalam

2.7 Tegangan Bending

Merupakan tegangan yang di akibatkan oleh bekerjanya momen lentur pada benda. Sehingga pelenturan benda disepanjang sumbunya menyebabkan sisi bagian atas tertekan karena memendek dan sisi bagian bawah tertarik mengakibatkan benda bertambah Panjang.Dengan demikian struktur material benda diatas sumbu akan mengalami tegangan tekan, sebaliknya dibagian bawah sumbu akan terkena tegangan tarik. Sedangkan daerah diantara permukaan atas dan bawah(yang sejajar dengan sumbu benda) tidak mengalami perubahan, ini disebut dengan bidang netral. Rumus tegangan bending adalah sebagai berikut:

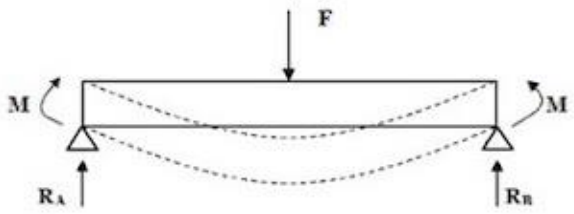
$$\sigma = \frac{M_b \, . \, c}{I}$$

Dimana:

M_b = Momen bending (N/mm^2)

c = Jarak sumbu ke permukaan (mm)

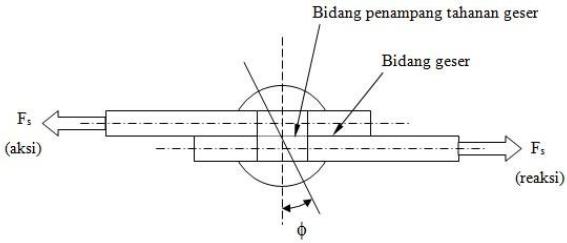
I = Momen inersia (mm^4)



Gambar 2.9 Tegangan bending

2.8 Tegangan Geser

Tegangan geser adalah intensitas gaya yang bekerja sejajar dengan bidang dari luas permukaan balok, yang dinotasikan dengan τ (tao).



Gambar 2.10 Tegangan geser

2.9 Tegangan Izin

Tegangan izin (*allowable stress*) adalah tegangan yang tidak boleh dilampaui dibagian manapun dalam struktur. Selama tegangan maksimum tidak di lebihi dari tegangan izin, maka struktur tersebut dinyatakan aman. Sebaliknya jika tegangan maksimum lebih dari tegangan izin, maka struktur tersebut tidak dapat dinyatakan aman. Tegangan ijin dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$Tegangan\ Ijin\ (\tau_{ijin}) = \frac{Tegangan\ luluh\ (\tau_y)}{Faktor\ keamanan\ (n)}$$

Dalam aplikasinya hubungan antara tegangan-tegangan tersbut secara umum sering memakai hubungan sebagai berikut :

- Tegangan bending

$$\sigma_b \leq |\sigma_b|$$

$$\sigma_b \leq \frac{Scyp}{sf}$$

$$\sigma_b \leq \frac{Syp}{sf}$$

2.10 Safety Factor

Faktor keamanan (*Safety factor)* adalah factor yang digunakan untuk mengevaluasi agar elemen mesin terjamin aman dengan dimensi yang minimum atau kecil.Beberapa factor yang dapat memengaruhi *safety factor* adalah :

a. Variasi sifat mekanikal material
b. Jenis bahan
c. Pengaruh pengerjaan
d. Pengaruh perlakuan panas yang diberikan pada material
e. Pengaruh pelumasan dan umur pakai dari elemen mesin
f. Pengaruh waktu dan lingkungan
g. Untuk penggunaan yang khusus
h. Keamanan manusia

Safety factor berdasarkan teagangan luluh sebagai berikut
(Joseph P. Vidosic).

1. Sf = 1,25 – 1,5 untuk bahan yang sesuai dengan penggunaan pada kondisi terkontrol dan tegangan yang bekerja dapat ditentukan dengan pasti.
2. Sf = 1,5 – 2,0 untuk bahan yang sudah diketahui dan pada kondisi lingkungan beban dan tegangan yang tetap dan dapat ditentukan dengan mudah.
3. Sf = 2,0 – 2,5 untuk bahan yang beroperasi secara rata- rata dengan batasan beban yang diketahui.
4. Sf = 2,5 – 3,0 untuk bahan yang diketahui tanpa mengalami tes.Pada kondisi, beban dan tegangan rata-rata
5. Sf = 3,0 – 4,5 untuk bahan yang sudah diketahui.Beban dan tegangan yang tidak pasti dan kondisi lingkungan yang juga tidak pasti

6. Beban berulang : nomor 1 – 5
7. Beban kejut : nomor 3 – 5
8. Beban getas : nomor 2 – 5 dikalikan 2

Pemberian *safety factor* dengan menganggap faktor- faktor lain berjalan secara normal (Dobrovolsky)

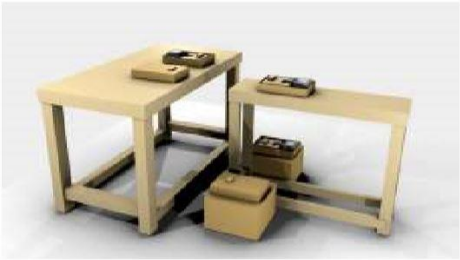
1. Beban stastis : sf = 1,25 ÷ 2
2. Beban dinamis : sf = 2,1 ÷ 3
3. Beban kejut : sf = 3,1 ÷ 5

Faktor keamanan (*safety factor)* adalah perbandingan dari kekuatan sebenarnya terhadap kekuatan yang dibutuhkan (*sumber :www.ipb.ac.id)*

$$Faktor\ keamanan = \frac{kekuatan\ sebenarnya}{kekuatan\ yang\ dibutuhkan}$$

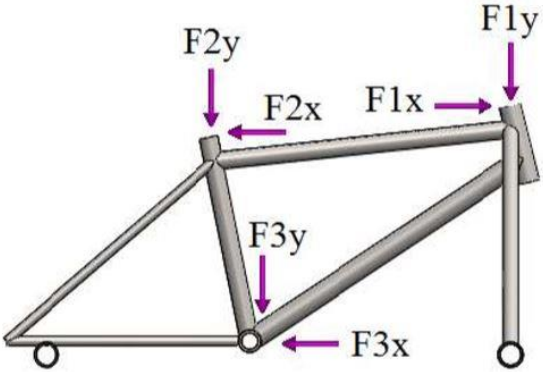
2.11 Pembebanan Pada Frame

Perhitungan ini hanya untuk bagian sepeda yang terkena beban secara langsung. Beban yang dimaksud adalah pengendara dengan bobot 70kg. Pembagian beban yang digunakan adalah berdasarkan penilitian yang pernah dilakukan oleh Andra Berlianto T. dan Bambang Daryanto W. (2012). Cara yang dilakukan adalah sebagai berikut:



Gambar 2.11 Alat ukur beserta penyusunannya

Gambar 2.12 Ilustrasi pengukuran massa pengendara



Gambar 2.13 Notasi pembebanan pada frame

Pengukuran langsung dilakukan untuk mendapatkan komponen gaya horisontal dan vertikal yang bekerja pada sepeda, dalam bentuk prosentase massa pengendara. Ada tiga titik utama pada pengukuran ini, yang merupakan titik tumpu pengendara pada sepeda:

1. Batang kemudi dimana gaya yang diberikan oleh tangan pada batang kemudi kiri dan kanan dianggap sama atau simetri

2. Saddle yang merupakan titik tumpu badan pengendara
3. Pedal dimana gaya yang diberikan oleh kaki kiri dan kaki kanan dianggap sama atau simetri. Pengukuran dilakukan dengan memperhatikan posisi atau perilaku dari pengendara yang wajar. Pada sepeda fixie, posisi tersebut adalah posisi duduk normal.

Perlengkapan yang digunakan dalam melakukan pengukuran adalah:

a. Satu set meja yang disusun sesuai dengan dimensi dari sepeda yang dianalisa (ketinggian batang kemudi, saddle, dan pedal)
b. Tiga unit timbangan badan
c. Tiga unit timbangan tepung
d. Tiga unit luncuran.

Masing-masing alat ukur digunakan untuk mengukur massa pada tiga titik pengamatan seperti yang telah disebutkan. Setiap alat ukur tersebut terdiri dari sebuah timbangan badan, sebuah timbangan tepung, sebuah luncuran, dan sebuah kotak penyangga. Timbangan badan digunakan untuk mengukur komponen gaya vertikal, sedangkan timbangan tepung digunakan untuk mengukur komponen gaya horisontal dengan luncuran digunakan sebagai tumpuan.

2.12 Sifat Fisis dan Mekanis Bahan

1. AISI 4130 Steel, *normalized at* 870°C

Tabel 2.1 Sifat Fisis AISI 4130 Steel

Sifat Fisis	
Density	7850 kg/m^3
Specific heat	0,477 J/g.°C
Thermal Conductivity	42,7 W/m.K
Melting point	2610°F

Tabel 2.2 Sifat Mekanis AISI 4130 Steel

Sifat Mekanis	
Ultimate Tensile Strength	731 MPa
Yield Strength	460 MPa
Modulus Elasticity	205 GPa
Shear Modulus	80 GPa
Poisson’s ratio	0,285

2. Alumunium alloy 6061-T6

Tabel 2.3 Sifat fisis Alumunium alloy 6061-T6

Sifat Fisis	
Density	2700 kg/m^3
Specific heat	0,896 J/g.°C
Thermal Conductivity	167 W/m.K
Melting point	1080°F

Tabel 2.4 Sifat mekanis Alumunium alloy 6061-T6

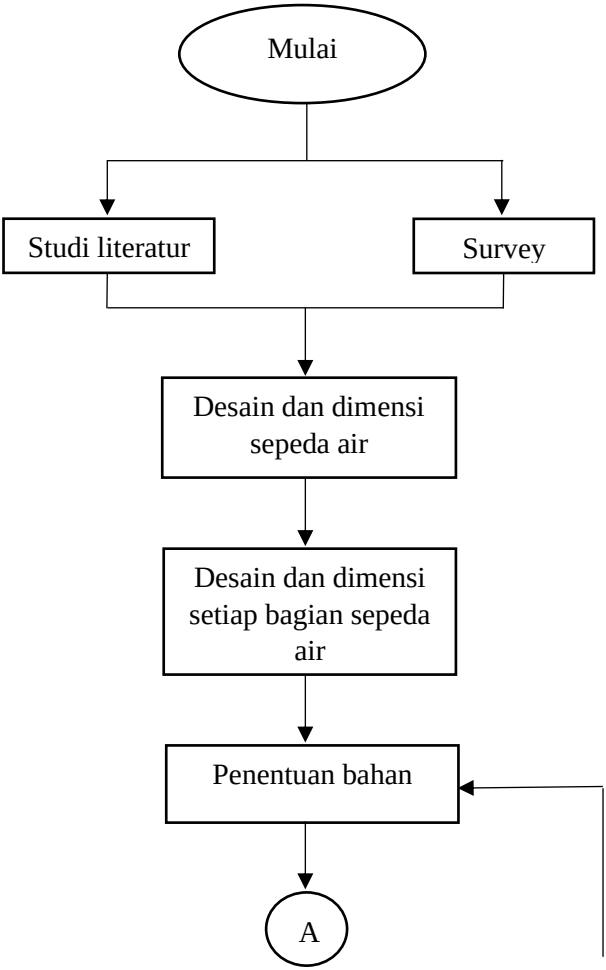
Sifat Mekanis	
Ultimate Tensile Strength	310 MPa
Yield Strength	275 MPa
Modulus Elasticity	68,9 GPa
Shear Modulus	26 GPa
Poisson’s ratio	0,33

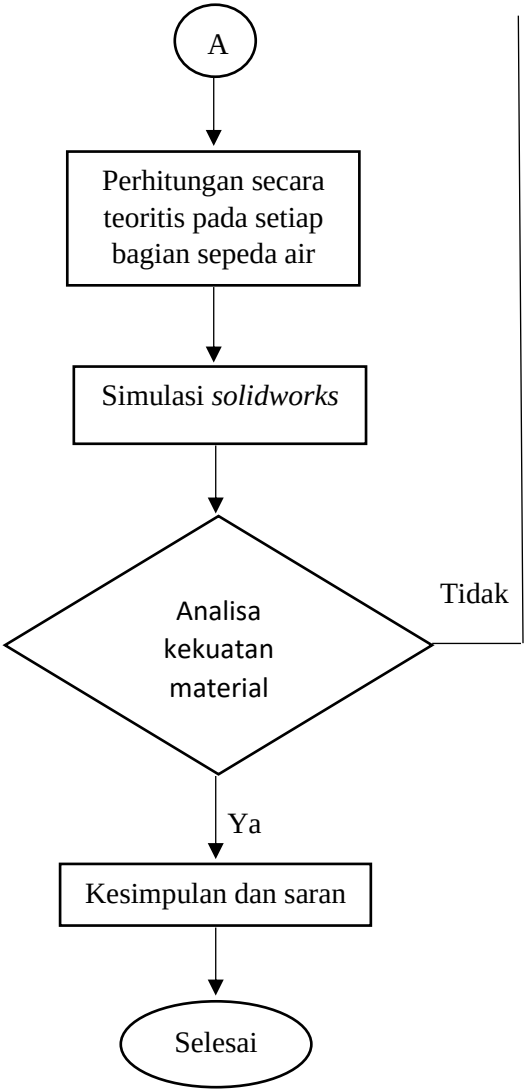
(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III

METODOLOGI

3.1 Diagram Alir Perencanaan





Gambar 3.1 Diagram Alir

3.2 Penjelasan Diagram Alir

Langkah-langkah dari perencanaan ini adalah sebagai berikut :

3.2.1 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mencari referensi serta informasi terkait perencanaan pemilihan bahan sepeda air ini. Dilakukan dengan cara pengumpulan berbagai sumber pustaka seperti buku, jurnal, internet. Dari studi literatur ini didapatkan ilmu terkait cara penggunaan aplikasi desain *Solidworks*, selain itu juga mendapatkan gambaran secara umum terkait sepeda air yang pernah dibuat sebelumnya. Diharapkan perencanaan ini dapat dilakukan dengan sebaik-baiknya sehingga didapatkan hasil pemilihan bahan yang tepat.

3.2.2 Survey

Survey ini dilakukan untuk mengetahui kondisi di lapangan. Sehingga perencanaan ini nantinya jika ingin direalisasikan bukan menjadi hal yang sulit. Survey ini meliputi hal seperti mencari ketersediaan bahan, dan diskusi dengan tim pembuat sepeda air *Cakra Baswara Evo 2* terkait kesulitan atau kendala yang dialami dalam pembuatannya.

3.2.3 Desain dan Dimensi Sepeda Air

Pembuatan desain sepeda air ini akan dibantu dengan aplikasi *Solidworks*. Aplikasi ini memang sudah sering digunakan dalam dunia teknik. Dengan aplikasi ini maka akan didapatkan hasil gambar 3 dimensi serta 2 dimensi dari berbagai pandangan. Dalam menentukan dimensi sepeda air, ukuran akan menyesuaikan dengan barang *OEM* ataupun *Aftermarket* yang beredar di pasaran. Hal ini dilakukan agar perencanaan sepeda air ini mudah direalisasikan.

3.2.4 Desain dan Dimensi Setiap Bagian Sepeda Air

Dibuat desain setiap part antara lain:

- Frame sepeda
- Pelampung
- *Chaingear* dan *Sprocket*
- *Handlebar stem*
- *Clamp*
- Kincir penggerak
- *Rudder*
- Sadel
- Setang
- Pedal

Desain setiap part ini nantinya akan diberi dimensi lalu dihitung gaya yang bekerja pada setiap *detail*nya.

3.2.5 Perhitungan Secara Teoritis Pada Setiap Bagian Sepeda Air

Dalam perencanaan ini dibutuhkan perhitungan yang tepat agar dapat memilih bahan yang tepat serta efisien. Pada perencanaan ini menggunakan rumus dasar dalam mekanika kekuatan material untuk menghitung kekuatan pada *frame* sepeda. Selain itu perhitungan juga akan menggunakan rumus yang telah disampaikan di dasar teori. Perhitungan akan mengikuti kebutuhan dalam perencanaan sepeda air.

3.2.6 Penentuan Bahan

Ada banyak pilihan bahan yang bisa digunakan dalam perencanaan sepeda air ini, antara lain:

a. *Hi Ten Steel* / Besi

   Kelebihannya adalah kuat serta mudah dibentuk. Kelemahannya bobotnya yang berat. Bobot yang berat seringkali menjadi kendala karena akan mengurangi kecepatan. Selain itu, sifat besi yang

mudah korosi apalagi jika terkena air maka besi akan sangat mudah teroksidasi.

b. *Chromoly*

Nama *Chromoly* ini diambil dari unsur penyusunnya yaitu *Chromium* dan *Molybdenum*. *Chromoly* memiliki kelenturan yang baik, lebih tahan karat dibandingkan besi serta mudah untuk dilas.

c. *Aluminium alloy*

Keunggulan dari aluminium adalah bobotnya yang relatif ringan. Selain itu, kekuatannya juga sangat baik.

d. *Carbon fiber*

Carbon fiber merupakan serat yang berukuran diameter antara 5 hingga 10 micrometer dimana penyusunnya didominasi oleh atom karbon. Keunggulannya adalah bobot yang relatif ringan namun kekuatannya juga baik

e. *Titanium*

Sifat logam *titanium* yaitu kuat, ringan, tahan panas, serta tahan korosi. Namun harganya relatif mahal karena cara pembuatannya susah karena memiliki titik lebur yang sangat tinggi (1668 derajat Celsius).

3.2.7 Simulasi *Solidworks*

Selain untuk membuat desain 2D dan 3D, aplikasi ini juga dapat digunakan untuk membuat Analisa dan perhitungan. Dalam perencanaan yang dilakukan, akan menggunakan fitur simulasi dari aplikasi ini. Dalam melakukan hal ini langkah langkahnya sebagai berikut:

1. Membuat desain 3 dimensi
2. Pilih material yang akan digunakan
3. Tentukan *fixed geometry*
4. Tentukan bagian dari benda yang terkena beban
5. Tentukan arah pembebanan
6. Tentukan besar beban yang diberikan
7. *Create mesh*
8. *Run simulation*
9. Hasil simulasi akan keluar

3.2.8 Analisa Kekuatan Material

Setelah hasil dari aplikasi *solidworks* didapatkan, maka nanti bisa ditentukan apakah bahan yang dipilih sudah tepat (mampu menahan beban yang diberikan). Jika belum, maka akan dipilih opsi bahan yang lainnya untuk disimulasikan.

3.2.9 Kesimpulan dan Saran

Tahapan terakhir dari kegiatan perencanaan ini adalah dapat disimpulkan bahan yang dipilih untuk perancangan sepeda air sudah tepat dengan kriteria yang diinginkan.

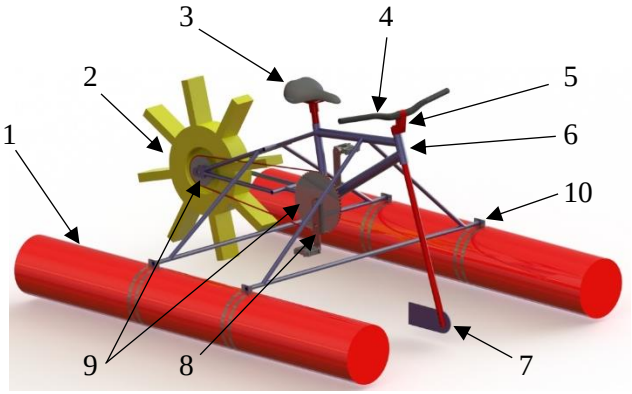
BAB IV

HASIL DAN SIMULASI

Pada bab ini akan dijelaskan tentang hasil desain, perhitungan dan hasil dari simulasi penerapan material pada desain yang telah dibuat dengan aplikasi *solidworks*.

4.1 Desain Keseluruhan

Hasil dari pembuatan desain sepeda air dalam 3 dimensi menggunakan aplikasi *solidworks 2019*.



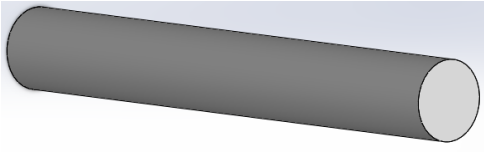
Gambar 4.1 Desain sepeda air

Ukuran : 2040mm x 1734mm x 907mm

4.2 Desain dan Spesifikasi Setiap *Part*

Ada 10 *part* yang telah dibuat dengan mempertimbangkan *spare part* yang dijual di pasaran, antara lain:

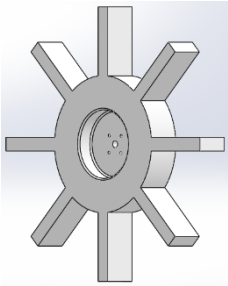
1. Pelampung sepeda air



Gambar 4.2 Pelampung sepeda air

Spesifikasi : Rucika PVC tipe AW 10”
Ukuran : - Diameter 267 mm
- Panjang 2000 mm

2. Kincir penggerak

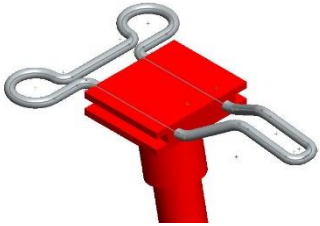


Gambar 4.3 Kincir penggerak

Ukuran : - Diameter dalam 400 mm
- Diameter luar 800 mm
- Lebar 100 mm

3. Sadel

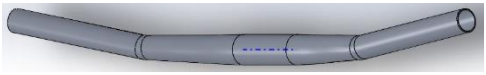
Gambar 4.4 *Sponge* sadel



Gambar 4.5 Rangka sadel

Material : AISI 4130 *Steel, normalized at 870°C*

4. Handlebar



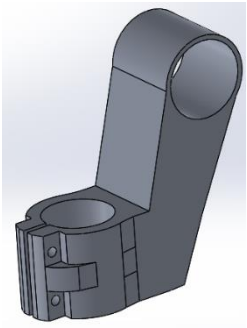
Gambar 4.6 *Handlebar*

Material : Aluminium alloy 6061-T6

Ukuran : - *Bar Clamp* diameter 31,8 mm

- Lebar 760 mm

5. *Handlebar Stem*

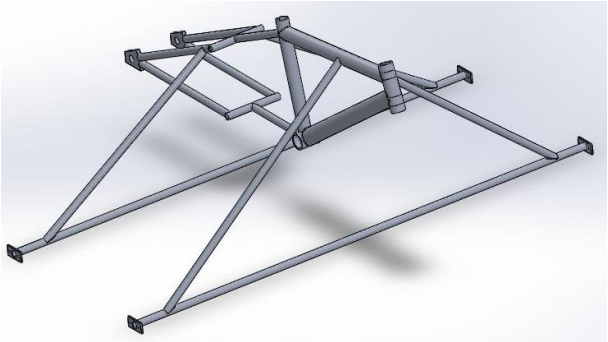


Gambar 4.7 *Handlebar Stem*

Ukuran : - *Handlebar* diameter 31,8 mm

- *Front fork* diameter 28,6 mm

6. *Frame*

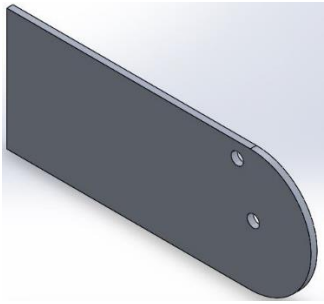


Gambar 4.8 *Frame*

Material : Aluminium alloy 6061-T6

Ukuran : 1150 mm x 1200 mm x 345 mm

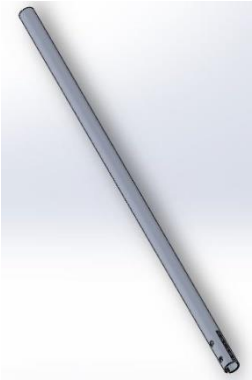
7. *Rudder* dan *Rudder shaft*



Gambar 4.9 *Rudder*

Ukuran : - Balok (200 mm x 100 mm x 5 mm)

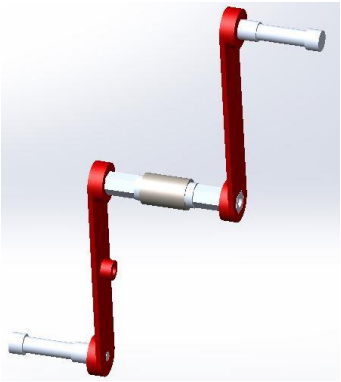
- 1/2 lingkaran (r = 50 mm x 5 mm)



Gambar 4.10 *Rudder Shaft*

Ukuran : Panjang 900 mm

8. Pedal



Gambar 4.11 Pedal

Material :AISI 4130 Steel, *normalized at 870°C*

Ukuran : - Panjang *crank* 200 mm

- Panjang pedal 83,5 mm
- Jarak antar pedal 150 mm

9. *Chainring* dan *Sprocket*

Gambar 4.12 *Chainring*

Gambar 4.13 Sprocket

Pada sepeda air ini *gear* yang digunakan adalah *fixed gear* dengan sistem doltrap. Sehingga ketika pedal diputar kebelakang maka roda juga akan berputar kebelakang untuk mundur. Ukuran yang digunakan akan menyesuaikan dengan kebutuhannya dengan referensi table berikut:

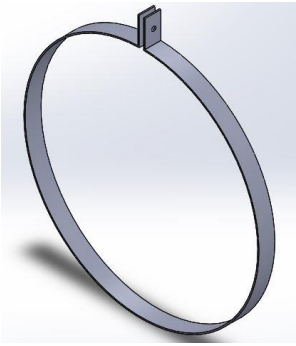
Tabel 4.1 *Gear ratio*

RINGAN ⟷ BERAT

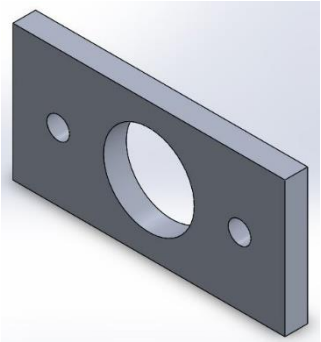
	CRANK	CR1	CR2	CR3
	Jumlah Gigi	22	32	44
	No. CRANK	1	2	3
SPROCKET				
Jmlh Gigi	No. SPROCKET	GEAR RATIO		
32	1	0.7	1.0	1.4
28	2	0.8	1.1	1.6
24	3	0.9	1.3	1.8
21	4	1.0	1.5	2.1
18	5	1.2	1.8	2.4
16	6	1.4	2.0	2.8
14	7	1.6	2.3	3.1
12	8	1.8	2.7	3.7
11	9	2.0	2.9	4.0

RINGAN ↕ BERAT

10. *Clamp* pelampung



Gambar 4.14 *Clamp* Pelampung



Gambar 4.15 *Bracket clamp*

Fungsi dari *clamp* ini adalah untuk mengikat rangka sepeda air ke pelampung dengan sistem *knock down.*

4.3 Perhitungan pada 5 Komponen

Perhitungan ini dilakukan untuk komponen yang terkena beban secara langsung yaitu :

4.3.1 Pelampung

Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui daya apung maksimum dari pelampung dan menghitung kekuatan material PVC Aw 10”.

Diketahui :

- PVC AW (Tabung)
  diameter = 267 mm
  panjang = 2000 mm
  ketebalan = 10,3 mm
  massa jenis benda = 1400 kg/m^3
  tekanan max = 1.000.000 N/m^2
- Massa jenis air = 1000 kg/m^3
- Percepatan gravitasi = 9,8 N/kg
- Massa pengendara = 70 kg
- Massa sepeda = 31,616 kg

Perhitungan :

1. Volume tabung (2 tabung)
   $Vt = \frac{\pi \text{ x } d2 \text{ x } t}{4} \text{ x } 2$
   $Vt = \pi \text{ x } 0{,}267 \text{ x } 0.267 \text{ x } 2/_4 \text{ x } 2$
   Vt = 0,2238 m^3 (1)
2. Vpvc = Vt – Vinside
   Vpvc = 0,2238 - ($\pi \; x \; 0{,}2464 \; x \; 0{,}2464 \; x \; 2/_4$ x 2)
   Vpvc = 0,2238 m^3 – 0,1906 m^3
   Vpvc = 0,0332 m^3
3. Massa tabung
   mt = Vpvc x ρb x 2
   mt = 0,0332 m^3 x 1400 kg/m^3 x 2
   mt = 92,96 kg (2)
4. Volume yang tercelup (massa tabung + pengendara + sepeda)
   Fa = ρ x Vc x g
   W = m x g

W = Fa

m x g = ρ x Vc x g

Vc = $\frac{mtotal}{\rho air}$

Vc = $\frac{92{,}96\ kg + 70\ kg + 31{,}61\ kg}{1000\ kg/m3}$

Vc = 0,1945 m^3 (3)

5. Daya apung maksimum (Fa/g)

   Wmax = Vt x ρair

   Wmax = 0,2238 m^3 x 1000 kg/m^3

   Wmax = 223,8 kg (4)

6. Persentase pelampung yang tercelup

   1% = Vt / 100

   = 0,2238 m3 / 100

   1% = 0,002238 m3

   Vc / 1% = 0,1945 m3 / 0,002238 m3

   = 86,9 %

7. Luas permukaan tabung

   A = ((2 x π x r^2) + (π x d x t)) x 2

   A = (2 x π x $0{,}1335^2$ m) + (π x 0,267 m x 2 m)

   A = 3,576 m^2

8. Kekuatan tabung

   τtabung = τbahan x A

   = 1.000.000 N/m^2 x 3,576 m^2

   = 3.576.000 N

9. Luas permukaan tabung yang tercelup

   Ac = 3,576 m^2 x 86,9%

   = 3,107 m^2

10. Tekanan yang terjadi pada tabung (h asumsi seluruh tabung tercelup)

    τactual = Ac x Ph

    Ph = ρ x g x h

    = 1000 kg/m3 x 9,8 N/kg x 0,267 m

    = 2.616 N/m2

    τ actual = 3,107 m2 x 2.616 N/m2

= 8.127 N

11. Verifikasi

τ tabung > τ actual

3.576.000 N > 8.127 N

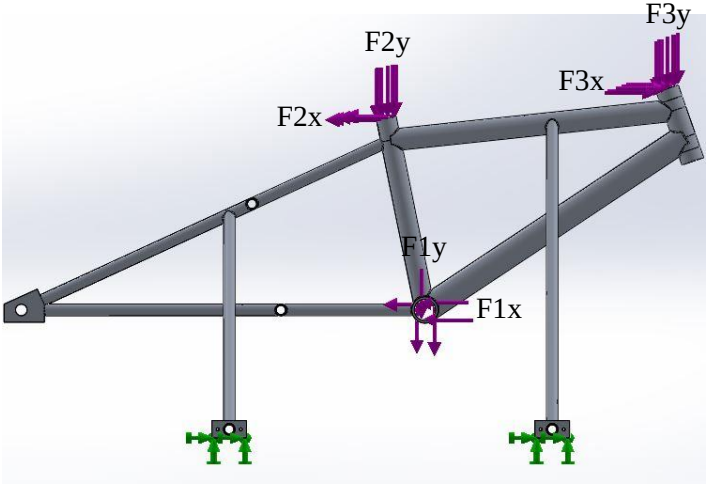
Maka dengan menggunakan PVC Aw 10” pelampung dinyatakan aman.

4.3.2 Kekuatan Rangka Sepeda Air

Dari metode pembebanan maka didapatkan hasil sebagai berikut (Newton):

Tabel 4.2 Pembagian beban

Titik beban	Beban pengendara 70kg (686N)
F1x	53,822
F1y	155,324
F2x	28,366
F2y	373,197
F3x	12,32
F3y	77.662

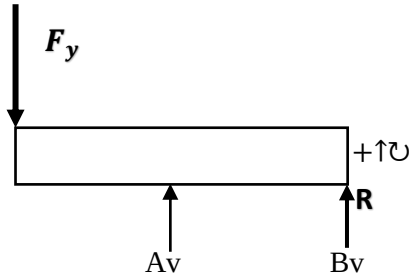


Gambar 4.16 ***Beban pada rangka***

1. **Secara Teoritis**

Perhitungan hanya pada silinder yang terkena beban terbesar yaitu F2x dan F2y.

a. Pada bagian vertical silinder



Mencari gaya reaksi dari Bv

$+\circlearrowright \sum M = 0$

Bv x 0,2 + Fy x 0,15 = 0

0,2 Bv = - 373,197 N x 0,15

Bv = - 279,897 N

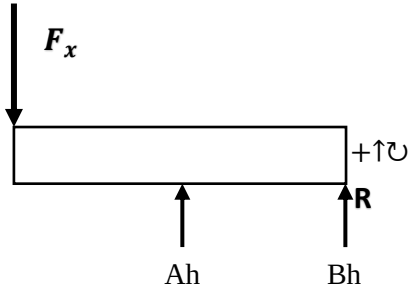
Maka gaya reaksi pada Av

Av = Fy – Bv

Av = 373,197 N – (-279,897 N)

Av = 653,094 N

b. Pada bagian Horizontal



Mencari gaya reaksi dari Bh

$+\circlearrowright \sum M = 0$

Bh x 0,2 + Fx x 0,15 = 0

0,2 Bh = - 28,366 N x 0,15

Bh = - 21,274 N

Maka gaya reaksi pada Ah
Ah = Fx – Bh
Ah = 28,366 N – (-21,274N)
Ah = 49,64 N

c. Momen terbesar pada bagian vertical
M = F x L
M = 653,094 x 0,15 m
M = 97,96 Nm

d. Momen terbesar pada bagian horizontal
M = F x L
M = 49,64 N x 0,15 m
M = 7,45 Nm

e. Resultan momen terbesar pada salah satu silinder *frame*

$$M_B = \sqrt{{M_{VR}}^2 + {M_{HR}}^2}$$

$$M_B = \sqrt{86{,}08^2 + 6{,}5^2}$$

$$M_B = \sqrt{7452{,}016}$$

$$M_B = 86{,}325\ Nm$$

f. Tegangan yang terjadi

$$\sigma_b = \frac{M \times C}{I}$$

$$\sigma_b = \frac{86{,}325\ \ Nm \times \frac{1}{2} D}{\frac{\pi}{64} \times (D^4 - d^4)}$$

$$\sigma_b = \frac{86{,}325\ Nm \times 0{,}0175\ m \times 64}{3.14 \times (0{,}035 m^4 - 0{,}031 m^4)}$$

σ_b = 53,354 Mpa

g. Perhitungan tegangan ijin (SF=2)

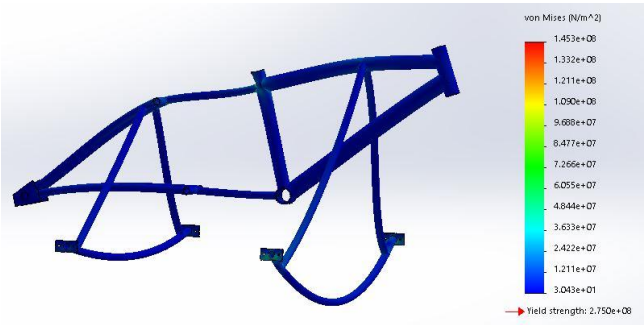
$\sigma_b \leq |\sigma_b|$

$\sigma_b \leq \frac{\sigma_{Syp}}{sf}$

53,354 MPa $\leq \frac{275\ Mpa}{2}$

53,354 MPa $\leq$ 137,5 MPa

2. Simulasi Solidworks



Gambar 4.17 Von Mises Rangka

Bahan : Aluminium alloy 6061-T6

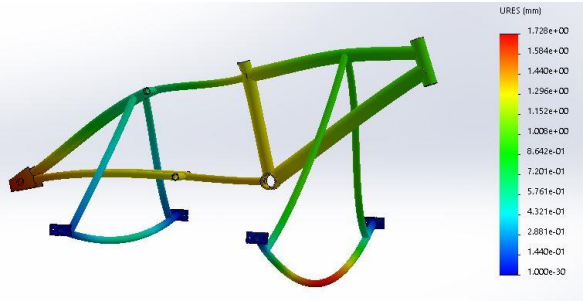
Dari hasil simulasi menghitung tegangan (Von Mises) didapatkan:

a. Tegangan maximum : 145,3 MPa

b. Tegangan minimum : 30,43 Pa

c. Tegangan ijin : 275 MPa

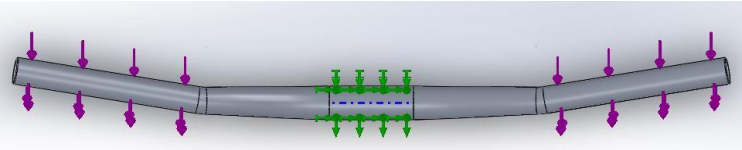
Maka Tegangan ijin ≥ Tegangan maximum



Gambar 4.18 Displacement rangka

Dari hasil simulasi displacement yang didapatkan, warna merah menunjukkan jarak maximum sebesar 1,728 mm.

4.3.3 Kekuatan Setang

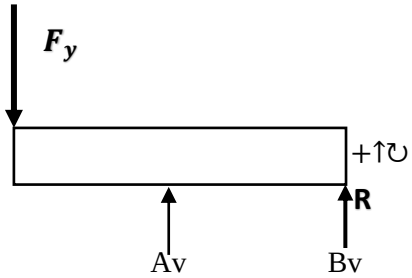


Gambar 4.19 ***Beban pada setang***

1. Perhitungan Teoritis

Perhitungan pada setang dengan panjang 0,76m dan diameter 0,025m menggunakan gaya F1x dan F1y pada table 4.2 (dibagi 2 tangan)

a. Pada bagian vertical silinder



Mencari gaya reaksi dari Bv

$+\circlearrowright \sum M = 0$

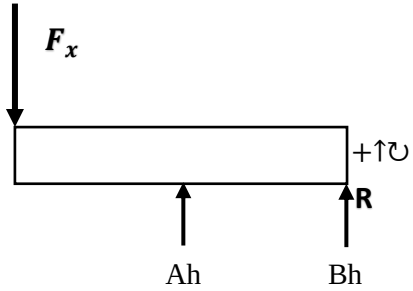
Bv x 0,3 + Fy x 0,2 = 0

0,3 Bv = - 77,662 N x 0,2

Bv = - 51,774 N

Maka gaya reaksi pada Av
Av = Fy – Bv
Av = 77,662 N – (-51,774 N)
Av = 129,436 N

b. Pada bagian Horizontal



Mencari gaya reaksi dari Bh

$+\circlearrowright \sum M = 0$

Bh x 0,3 + Fx x 0,2 = 0

0,3 Bh = - 26,911 N x 0,2

Bh = - 17,94 N

Maka gaya reaksi pada Ah
Ah = Fx – Bh
Ah = 26,911 N – (-17,94N)
Ah = 44,851 N

c. Momen terbesar pada bagian vertical

M = F x L

M = 129,436 x 0,2 m

M = 25,887 Nm

d. Momen terbesar pada bagian horizontal

M = F x L

M = 44,851 N x 0,2 m

M = 8,97 Nm

e. Resultan momen terbesar pada sadel

$$M_B = \sqrt{{M_{VR}}^2 + {M_{HR}}^2}$$

$$M_B = \sqrt{22{,}521^2 + 7{,}8^2}$$

$$M_B = \sqrt{568{,}035}$$

$$M_B = 23{,}834\ Nm$$

f. Tegangan yang terjadi

$$\sigma_b = \frac{M \times C}{I}$$

$$\sigma_b = \frac{23{,}834\ \ Nm \times \frac{1}{2} D}{\frac{\pi}{64} \times (D^4 - d^4)}$$

$$\sigma_b = \frac{23{,}834\ Nm \times 0{,}0125\ m \times 64}{3.14 \times\ (0{,}0318^4 - 0{,}0226^4)}$$

σ_b = 7,974 MPa

g. Perhitungan tegangan ijin (SF=2)

$\sigma_b \leq |\sigma_b|$

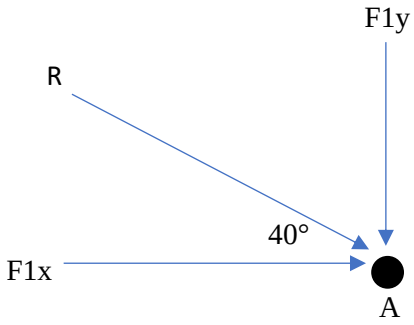
$\sigma_b \leq \frac{\sigma_{UTS}}{sf}$

7,974 MPa $\leq \frac{275\ MPa}{2}$

7,974 MPa $\leq$ 137,5 MPa

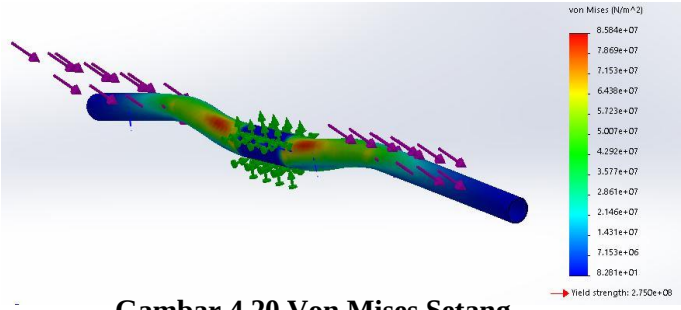
Beban yang digunakan untuk simulasi adalah F1x pada table 4.2 Diasumsikan sudut antara tangan pengendara dengan sumbu x adalah 40° maka beban yang terjadi pada setang adalah sebagai berikut:

- Free Body Diagram



- ∑Fx = 0
  FA - F1x = 0
  FA = F1x
  FA = R cos 40°
  53,822 N = R (0,766)
  R = 53,822 N / 0,766
  R = 70,263 N

2. Simulasi Solidworks

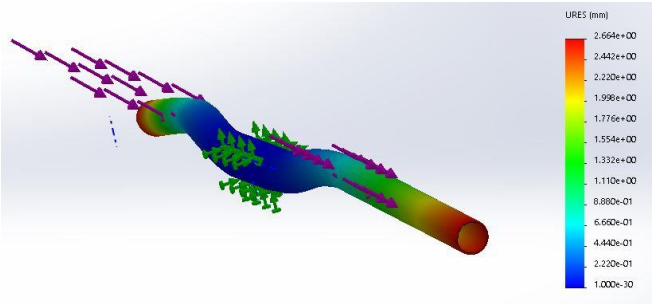


Gambar 4.20 Von Mises Setang

Bahan: Aluminium alloy 6061-T6

Dari hasil simulasi menghitung tegangan (Von Mises) didapatkan:

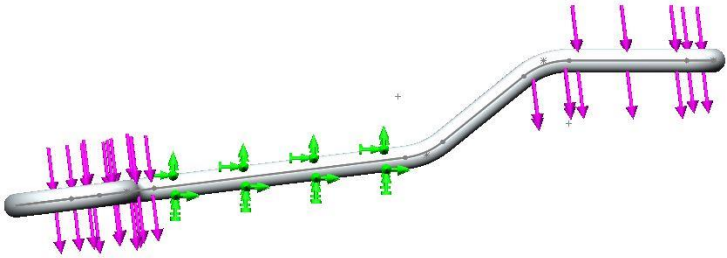
a. Tegangan maximum : 85,84 MPa
b. Tegangan minimum : 82,81 Pa
c. Tegangan ijin : 275 MPa
   Maka Tegangan ijin ≥ Tegangan maximum



Gambar 4.21 Displacement Setang

Dari hasil simulasi displacement yang didapatkan, warna merah menunjukkan jarak maximum sebesar 2,664 mm.

4.3.4 Kekuatan Sadel

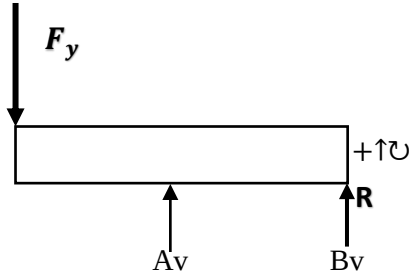


Gambar 4.22 Beban pada sadel

1. **Perhitungan Teoritis**

Perhitungan pada salah satu silinder pada sadel dengan panjang 0,082m dan diameter 0,007m menggunakan gaya F2x dan F2y pada table 4.2 (dibagi 4 sesuai jumlah silinder)

a. Pada bagian vertical silinder



Mencari gaya reaksi dari Bv

$+\circlearrowright \sum M = 0$

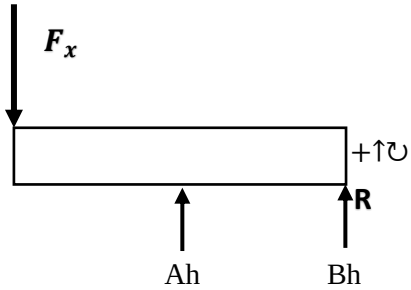
Bv x 0,04 + Fy x 0,03 = 0

0,04 Bv = - 93,299 N x 0,03

Bv = - 69,974 N

Maka gaya reaksi pada Av
Av = Fy – Bv
Av = 93,299 – (-69,974 N)
Av = 163,273 N

b. Pada bagian Horizontal



Mencari gaya reaksi dari Bh

$+\circlearrowright \sum M = 0$

Bh x 0,04 + Fx x 0,03 = 0

0,04 Bh = - 7,09 N x 0,03

Bh = - 5,317 N

Maka gaya reaksi pada Ah
Ah = Fx – Bh
Ah = 7,09 N – (-5,317N)
Ah = 12,407 N

c. Momen terbesar pada bagian vertical
M = F x L
M = 163,273 x 0,03 m
M = 4,898 Nm

d. Momen terbesar pada bagian horizontal
M = F x L
M = 12,407 N x 0,03 m
M = 0,372 Nm

e. Resultan momen terbesar pada salah satu silinder *frame*

$$M_B = \sqrt{{M_{VR}}^2 + {M_{HR}}^2}$$

$$M_B = \sqrt{4{,}261^2 + 0{,}323^2}$$

$$M_B = \sqrt{18{,}26}$$

$$M_B = 4{,}273\ Nm$$

f. Tegangan yang terjadi

$$\sigma_b = \frac{M \times C}{I}$$

$$\sigma_b = \frac{4{,}273\ Nm \times \frac{1}{2} D}{\frac{\pi}{64} \times D^4}$$

$$\sigma_b = \frac{4{,}273\ Nm \times 0{,}007\ m \times 64}{3.14 \times 0{,}007 m^4}$$

σ_b = 253,915 Mpa

g. Perhitungan tegangan ijin (SF=2)

$$\sigma_b \leq |\sigma_b|$$

$$\sigma_b \leq \frac{\sigma_{Syp}}{sf}$$

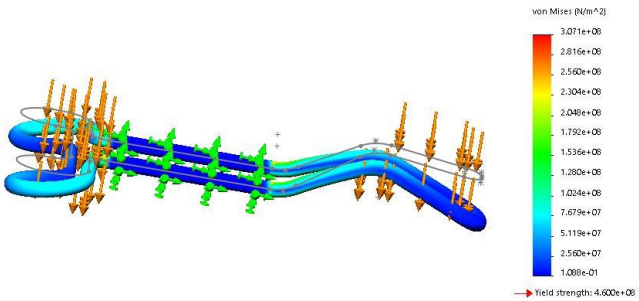
$$253{,}915 \text{ MPa} \leq \frac{460\ MPa}{1{,}5}$$

$$253{,}915 \text{ MPa} \leq 306{,}666 \text{ MPa}$$

Beban yang diberikan pada rangka sadel diasumsikan jika pengendara duduk tanpa memegang setang dan kaki menumpu pada pedal. Sehingga menerima beban pengendara sebesar:

Fsadel = Beban pengendara – F3y
= 686 N – 77,662 N
= 608,338 N

2. Simulasi Solidworks



Gambar 4.23 Von Mises Sadel

Bahan: AISI 4130 Steel, Normalized at 870°C

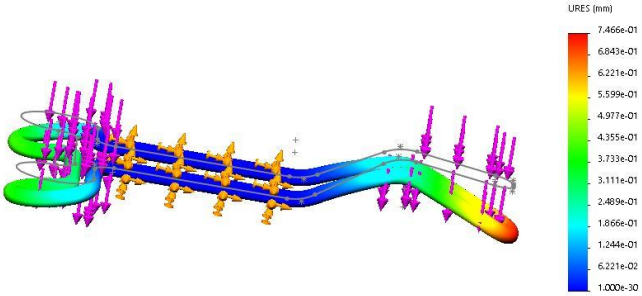
Dari hasil simulasi menghitung tegangan (Von Mises) didapatkan:

a. Tegangan maximum : 307,1 MPa

b. Tegangan minimum : 10,88 Pa

c. Tegangan ijin : 460 MPa

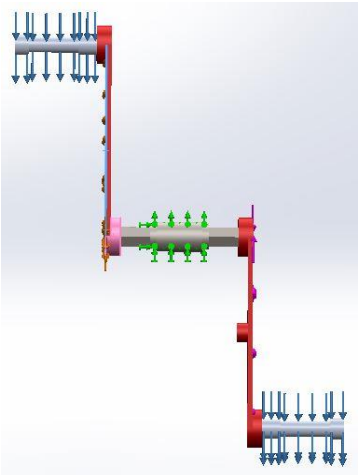
Maka Tegangan ijin ≥ Tegangan maximum\



Gambar 4.24 Displacement Sadel

Dari hasil simulasi displacement yang didapatkan, warna merah menunjukkan jarak maximum sebesar 0,746 mm.

4.3.5 Kekuatan Pedal



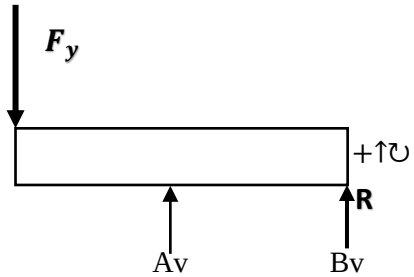
Gambar 4.25 ***Beban pada pedal***

1. Perhitungan Teoritis

Perhitungan pada salah satu silinder pada pedal dengan panjang 0,2m dan diameter 0,02m menggunakan gaya

F3x dan F3y pada table 4.2 (dibagi 2 sesuai jumlah kaki)

a. Pada bagian vertical silinder



Mencari gaya reaksi dari Bv

$+\circlearrowright \sum M = 0$

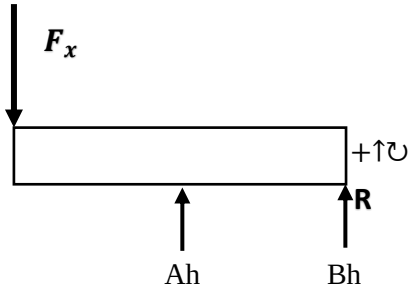
Bv x 0,1 + Fy x 0,08 = 0

0,1 Bv = - 38,831 N x 0,08

Bv = - 31,064 N

Maka gaya reaksi pada Av
Av = Fy – Bv
Av = 38,831 – (-31,064 N)
Av = 69,895 N

b. Pada bagian Horizontal



Mencari gaya reaksi dari Bh

$+\circlearrowright \sum M = 0$

Bh x 0,1 + Fx x 0,08 = 0

0,1 Bh = - 6,16 N x 0,08

Bh = - 4,928 N

Maka gaya reaksi pada Ah

Ah = Fx – Bh

Ah = 6,16 N – (-4,928N)

Ah = 11,088 N

c. Momen terbesar pada bagian vertical

M = F x L

M = 69,895 x 0,1 m

M = 6,989 Nm

d. Momen terbesar pada bagian horizontal

M = F x L

M = 11,088 N x 0,08 m

M = 0,887 Nm

e. Resultan momen terbesar pada salah satu silinder *frame*

$$M_B = \sqrt{{M_{VR}}^2 + {M_{HR}}^2}$$

$$M_B = \sqrt{6{,}08^2 + 0{,}771^2}$$

$$M_B = \sqrt{37{,}56}$$

$$M_B = 6{,}128\ Nm$$

f. Tegangan yang terjadi

$$\sigma_b = \frac{M \times C}{I}$$

$$\sigma_b = \frac{6{,}128\ Nm \times \frac{1}{2} D}{\frac{\pi}{64} \times D^4}$$

$$\sigma_b = \frac{6{,}128\ Nm \times 0{,}02\ m \times 64}{3.14 \times 0{,}02 m^4}$$

σ_b = 15,612 MPa

g. Perhitungan tegangan ijin (SF=2)

$\sigma_b \leq |\sigma_b|$

$\sigma_b \leq \frac{\sigma_{Syp}}{sf}$

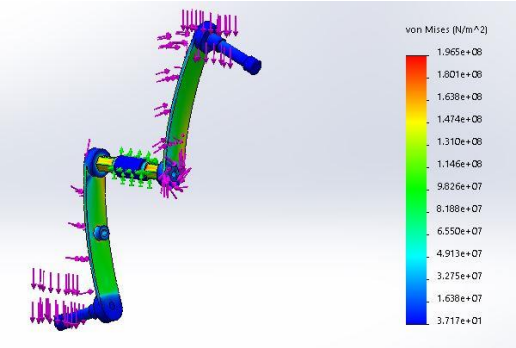
15,612 MPa $\leq \frac{460\ MPa}{2}$

15,612 MPa $\leq$ 230 MPa

Beban yang diberikan pada pedal diasumsikan jika pengendara berdiri dan memegang setang. Sehingga menerima beban pengendara sebesar:

- Fpedal = W pengendara – W setang
  = 686 N – 70,263 N
  = 615,737 N
- Perhitungan Torsi
  Diasumsikan lengan pedal pada saat posisi horizontal (90° dari garis normal)
  τ = Fpedal x r x sin 90°
  τ = 615,737 N x 0,2 m x 1
  τ = 123,147 Nm

2. Simulasi Solidworks

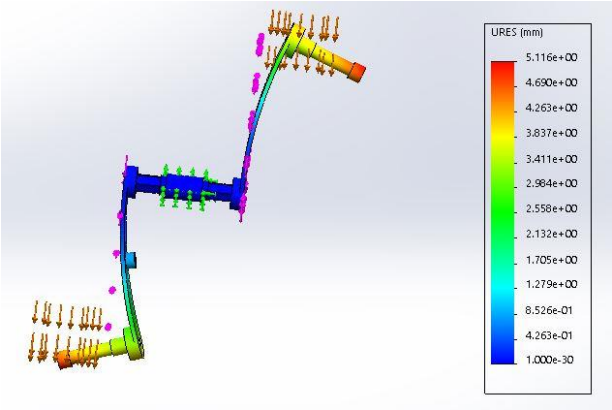


Gambar 4.26 Von Mises Pedal

Bahan : AISI 4130 Steel, Normalized at 870°C

Dari hasil simulasi menghitung tegangan (Von Mises) didapatkan:

a. Tegangan maximum : 196,5 MPa
b. Tegangan minimum : 37,17 Pa
c. Tegangan ijin : 460 MPa
Maka Tegangan ijin ≥ Tegangan maximum



Gambar 4.27 Displacement Pedal

Dari hasil simulasi displacement yang didapatkan, warna merah menunjukkan jarak maximum sebesar 5,116 mm.

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Dari hasil survey dan perhitungan maka didapatkan hasil desain keseluruhan dengan menggunakan aplikasi *Solidworks 2019*. Untuk ukuran yang didapatkan adalah sebagai berikut:
   a. Rangka dengan panjang 1150mm, lebar 1200mm dan tinggi 345mm.
   b. Pelampung dengan diameter 267mm dan panjang 2000mm.
   c. Setang dengan diameter 31,8mm dan panjang 760mm.
   d. Sadel dengan lebar 51mm, panjang 133mm, dan diameter 7mm.
   e. Pedal dengan panjang crank 200mm, panjang pedal 83,5mm dan jarak antar pedal 150mm.
2. Dalam menentukan daya apung maksimum sepeda air, dilakukan perhitungan secara teoritis menggunakan hukum *buoyancy*. Hasil yang didapatkan adalah pelampung memiliki gaya apung maximum sebesar 223,8 Kg.
3. Berdasarkan hasil survey mempertimbangkan harga yang terjangkau, ketersediaan bahan, namun memiliki kekuatan yang cukup (berdasarkan perhitungan teoritis dan simulasi). Maka dipilih beberapa bahan sebagai berikut:
   a. Aluminium Alloy 6061-T6 digunakan sebagai bahan dasar rangka dan setang.
   b. AISI Steel, *normalized at 870°C* digunakan sebagai bahan dasar sadel dan pedal.

c. Pipa PVC AW 10” digunakan sebagai pelampung

4. Setelah disimulasikan dengan aplikasi *Solidworks 2019* maka didapatkan hasil tegangan *(Von Mises)* sebagai berikut:
   a. Pada rangka tegangan maximum 145,3 MPa, tegangan izin 275 Mpa. Maka tegangan izin ≥ tegangan maximum.
   b. Pada setang tegangan maximum 85,84 Mpa, tegangan izin 275 Mpa. Maka tegangan izin ≥ tegangan maximum.
   c. Pada sadel tegangan maximum 307,1 Mpa, tegangan izin 460 Mpa. Maka tegangan izin ≥ tegangan maximum.
   d. Pada pedal tegangan maximum 196,5 Mpa, tegangan izin 460 Mpa. Maka tegangan izin ≥ tegangan maximum.

5.2 Saran

Pada perencanaan sepeda air ini desain dibuat berdasarkan bentuk dan spesifikasi sepeda pada umumnya. Diharapkan penelitian lebih lanjut terkait :

1. Desain kincir penggerak dan *rudder*. Terkait bahan yang akan digunakan serta perhitungan mekanika fluida nya.
2. Penggunaan rasio *gear* yang tepat agar sepeda air dapat mencapai kecepatan yang optimal
3. Bentuk pelampung agar lebih hydrodinamis.
4. Mencari center of gravity agar sepeda air memiliki keseimbangan yang baik saat bergerak ataupun jika terkena gelombang air.

5. Metode perancangan sepeda air agar sepeda air yang dibuat dapat dibuat sesuai desain yang diharapkan.

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

Hibbeler, R. C. 2014. *Mechanics of Materials, 9th edition.* New Jersey: Pearson Education, Inc.

Saputra, Hendra, dan Riza Ahmad Zulkarnain. 2015. Simulasi Tegangan dan Perubahan Bentuk Pada Rangka Sepeda Air Hamors Menggunakan Software Solidwork 2013. Jurnal Integrasi, 7(2), 91-96.

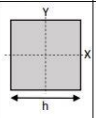
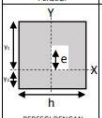
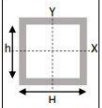
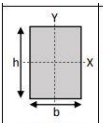
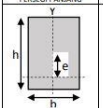
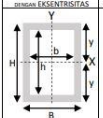
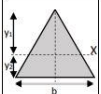
Saputra, Hendra, Mufti Fathonah Muvariz, dan San Josua Simamora. 2016. Rancang Bangun Sepeda Air (Waterbike) Sebagai Wahana Rekreasi Air di Kota Batam. Jurnal Integrasi, 8(1), 74-79.

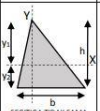
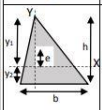
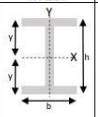
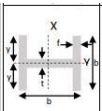
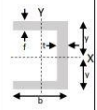
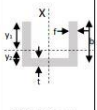
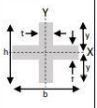
Tedja, Andra Berlianto, dan Bambang Daryanto W. 2012. Analisa Tegangan dan *Deformed Shape* Pada Rangka Sepeda Fixie. Jurnal Teknik Pomits, 1(1), 1-5.

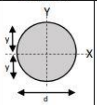
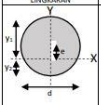
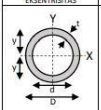
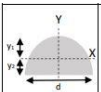
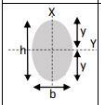
www.matweb.com

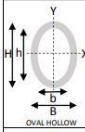
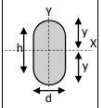
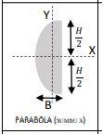
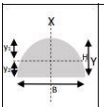
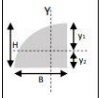
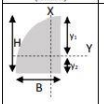
(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN

BENTUK PENAMPANG	LUAS (A)	JARAK SUMBU (y)	MOMEN INERSIA (Ix)	MODULUS ELASTIS (Sx)	MODULUS PLASTIS (Zx)	JARI JARI INERSIA (r)
 PERSEGI	h^2	$y = \frac{h}{2}$	$\frac{h^4}{12}$	$\frac{h^3}{6}$	$\frac{h^3}{4}$	$\frac{h}{\sqrt{12}} = 0{,}289h$
 PERSEGI DENGAN EKSENTRISITAS	h^2	$y_1 = (\frac{h}{2}) + e$ $y_2 = (\frac{h}{2}) - e$	$\frac{h^4}{12} + h^2e^2$	$S_{x1} = \frac{h^2(h^2 + 12e^2)}{6(h + 2e)}$ $S_{x2} = \frac{h^2(h^2 + 12e^2)}{6(h - 2e)}$		$0{,}289\sqrt{h^2 + 12e^2}$
BELAH KETUPAT	h^2	$y = h\sqrt{2}$ $= 0{,}707\ h$	$\frac{h^4}{12}$	$\frac{H^3}{6\sqrt{12}} = 0{,}118h^3$		$\frac{h}{\sqrt{12}} = 0{,}289h$
 PERSEGI HOLLOW	$H^2 - h^2$	$y = \frac{h}{2}$	$\frac{H^4 - h^4}{12}$	$\frac{H^4 - h^4}{6H}$		$0{,}289\sqrt{H^2 + h^2}$
 PERSEGI PANJANG	bh	$y = \frac{h}{2}$	$\frac{bh^3}{12}$	$\frac{Bh^2}{6}$		$r_x = 0{,}289h$ $r_y = 0{,}289b$
 PERSEGI PANJANG DENGAN EKSENTRISITAS	bh	$y_1 = (\frac{h}{2}) + e$ $y_2 = (\frac{h}{2}) - e$	$\frac{Bh^3}{12} + bhe^2$	$S_{x1} = \frac{bh(h^2 + 12e^2)}{6(h + 2e)}$ $S_{x2} = \frac{bh(h^2 + 12e^2)}{6(h - 2e)}$		$r_x = 0{,}289\sqrt{h^2 + 12e^2}$ $r_y = 0{,}289\sqrt{b^2 + 12e^2}$
 PERSEGI PANJANG HOLLOW	BH – bh	$y = \frac{h}{2}$	$\frac{BH^3 - bh^3}{12}$	$\frac{BH^2 - bh^2}{6}$		$\sqrt{\frac{BH^3 - bh^3}{12(BH - bh)}}$
 SEGITIGA SAMA SISI	$\frac{\sqrt{3}}{4} b^2$	$y_1 = (\frac{1}{\sqrt{3}})\ b$ $y_2 = (\frac{1}{2\sqrt{3}})\ b$	$\frac{B^4}{32\sqrt{3}}$	$S_{x1} = \frac{b^3}{32}$ $S_{x2} = \frac{b^3}{16}$		$\frac{b}{\sqrt{24}}$

BENTUK PENAMPANG	LUAS (A)	JARAK SUMBU (y)	MOMEN INERSIA (Ix)	MODULUS ELASTIS (Sx)	MODULUS PLASTIS (Zx)	JARI JARI INERSIA (r)
 SEGITIGA TIDAK SAMA SISI	$\frac{bh}{2}$	$y_1 = (\frac{2}{3})\ b$ $y_2 = (\frac{1}{3})\ b$	$\frac{bh^3}{36}$	$S_{x1} = \frac{h^2b}{24}$ $S_{x2} = \frac{h^2b}{12}$		$\frac{h}{\sqrt{18}}$
 SEGITIGA TIDAK SAMA SISI (EKSENTRISITAS)	$\frac{bh}{2}$	$y_1 = (\frac{2}{3})\ b + e$ $y_2 = (\frac{1}{3})\ b - e$	$\frac{bh^3}{36} + (h^2 + 18e^2)$	$S_{x1} = \frac{I}{y_1}$ $S_{x2} = \frac{I}{y_2}$		$\sqrt{\frac{h^2 - 18e^2}{18}}$
TRAPESIUM	$\frac{(a+b)\,h}{2}$	$y_1 = \frac{a+2b}{a+b}(\frac{h}{3})$ $y_2 = \frac{2a+b}{a+b}(\frac{h}{3})$	$\frac{(a^2 + 4ab + b^2)\ h^3}{36(a+b)}$	$S_{x1} = \left(\frac{a^2 + 4ab + b^2}{12(a+2b)}\right)h^2$ $S_{x2} = \left(\frac{a^2 + 4ab + b^2}{12(2a+b)}\right)h^2$		$\left(\frac{\sqrt{2(a^2 + 4ab + b^2}}{6\,(a+b)}\right)h$
 PROFIL I (SUMBU X)	bh - d(b - t)	$y = \frac{h}{2}$	$\frac{Bh^3 - d^3(b-t)}{12}$	$\frac{Bh^3 - d^3(b-t)}{6h}$		$\sqrt{\frac{bh^3 - d^3(b-t)}{12bh - d(b-t)}}$
 PROFIL I (SUMBU Y)	bh - d(b - t)	$y = \frac{b}{2}$	$\frac{2fb^3 + dt^3}{12}$	$\frac{2fb^3 + dt^3}{6b}$		$\sqrt{\frac{2fb^3 - dt^3}{12(bh - d(b-t))}}$
 PROFIL C (SUMBU X)	bh - d(b - t)	$y = \frac{h}{2}$	$\frac{Bh^3 - d^3(b-t)}{12}$	$\frac{Bh^3 - d^3(b-t)}{6h}$		$\sqrt{\frac{bh^3 - d^3(b-t)}{12(bh - d(b-t))}}$
 PROFIL C (SUMBU Y)	BH - bh	$y_1 = \frac{b^2h - d(b-t)^2}{2(bh - d(b-t))}$ $y_2 = b - y_1$	$\frac{2fb^3 + dt^3}{3} - Ay_2^2$	$S_{x1} = \frac{I}{y_1}$ $S_{x2} = \frac{I}{y_2}$		$\sqrt{\frac{I}{A}}$
	ht+ f(b-t)	$y = \frac{h}{2}$	$\frac{th^3 + f^3(b-t)}{12}$	$\frac{th^3 + f^3(b-t)}{6h}$		$\sqrt{\frac{th^3 + f^3(b-t)}{12[ht + f(b-t)]}}$

BENTUK PENAMPANG	LUAS (A)	JARAK SUMBU (y)	MOMEN INERSIA (Ix)	MODULUS ELASTIS (Sx)	MODULUS PLASTIS (Zx)	JARI JARI INERSIA (r)
SEGIDELAPAN	4Rr	0,924R	$0{,}6381\ R^4$	$0{,}6906\ R^3$		0,4155 R
 LINGKARAN	$\frac{\pi d^2}{4}$	$y_1 = \frac{d}{2}$ $y_2 = \frac{d}{2}$	$\frac{\pi d^4}{64}$	$S_x = \frac{\pi d^3}{32}$		$\frac{\sqrt{d^2}}{4}$
 LINGKARAN DENGAN EKSENTRISITAS	$\frac{\pi d^2}{4}$	$y_1 = \frac{d}{2} + e$ $y_2 = \frac{d}{2} - e$	$\frac{\pi d^4}{64} + \frac{\pi d^2 e^2}{4}$	$S_{x1} = \frac{\pi d^2(d^2 + 16e^2)}{32\ (d + 2e)}$ $S_{x2} = \frac{\pi d^2(d^2 + 16e^2)}{32\ (d - 2e)}$		$\frac{\sqrt{d^2 + 16e^2}}{4}$
 LINGKARAN HOLLOW	$\frac{\pi(D^2 - d^2)}{4}$	$y = \frac{D}{2}$	$\frac{\pi(D^4 - d^4)}{64}$	$\frac{\pi(D^4 - d^4)}{32\ D}$		$\frac{\sqrt{D^2 + d^2}}{4}$
 SETENGAH LINGKARAN (ATAS)	$\frac{\pi d^2}{8}$	$y_1 = \frac{3\pi - 4}{6\pi}$ $y_2 = \frac{2d}{3\pi}$	$\left(\frac{9\pi^2 - 64}{1{,}152\pi}\right) d^4$	$S_{x1} = \frac{(9\pi^2 - 64)d^3}{192\ (3\pi - 4)}$ $S_{x2} = \frac{(9\pi^2 - 64)d^3}{768}$		$\sqrt{\frac{(9\pi^2 - 64)d}{12\pi}}$
SETENGAH LINGKARAN (BAWAH)	$\frac{\pi d^2}{8}$	$y_1 = \frac{2d}{3\pi}$ $y_2 = \frac{3\pi - 4}{6\pi}$	$0{,}0394d^4$			0,317d
	$\pi\ r_o\ t$	$y_1 = (1 - \frac{2}{\pi})r_o + \frac{t}{2}$ $y_2 = \frac{2}{\pi} r_o$	$0{,}289\ r_o^3 t$	$S_{x1} = \frac{I}{y_1}$ $S_{x2} = \frac{I}{y_2}$		$0{,}308\ r_o$
 OVAL	$\frac{\pi\ hb}{4}$	$y = \frac{h}{2}$	$\frac{\pi\ h^3 b}{64}$	$\frac{\pi\ h^2 b}{32}$		$\frac{h}{4}$

BENTUK PENAMPANG	LUAS (A)	JARAK SUMBU (y)	MOMEN INERSIA (Ix)	MODULUS ELASTIS (Sx)	MODULUS PLASTIS (Zx)	JARI JARI INERSIA (r)
 OVAL HOLLOW	$\frac{\pi (HB - hb)}{4}$	$y = \frac{h}{2}$	$\frac{\pi (H^3B - h^3b)}{64}$	$\frac{\pi (H^3B - h^3b)}{32H}$		$\frac{1}{4}\sqrt{\frac{H^3B - h^3b}{HB - hb}}$
	$\frac{\pi d^2 + hd}{4}$	$y = \frac{1}{2}(h + d)$	$\frac{\pi d^4}{64} + \frac{hd^3}{6} + \frac{\pi h^2 d^2}{16} + \frac{h^3 d}{12} + \frac{d^4}{9\pi}$	$S_x = \frac{I}{y}$		$\sqrt{\frac{I}{A}}$
	$2(\pi r + h)\, t$	$y = \frac{1}{2}(h + t) + r$	$\pi t r^3 + 4 t r^2 h + \frac{\pi}{2} t r h^2 + \frac{1}{6} t h^3$	$S_x = \frac{I}{y}$		$\sqrt{\frac{I}{A}}$
 PARABOLA (SUMBU X)	$\frac{2}{3}BH$	$y = \frac{H}{2}$	$\frac{BH^3}{30}$	$\frac{BH^2}{15}$		$\frac{H\sqrt{5}}{2}$
 PARABOLA (SUMBU Y)	$\frac{2}{3}BH$	$y_1 = \frac{3}{5}H$ $y_1 = \frac{2}{5}H$	$\frac{8BH^3}{175}$	$S_{x1} = \frac{8BH^2}{105}$ $S_{x2} = \frac{4BH^2}{35}$		$H\sqrt{\frac{12}{175}}$
 SETENGAH PARABOLA (SUMBU X)	$\frac{2BH}{3}$	$y_1 = \frac{5}{8}H$ $y_2 = \frac{3}{8}H$	$\frac{19}{480}BH^3$	$S_{x1} = \frac{19}{300}BH^2$ $S_{x2} = \frac{19}{180}BH^2$		$\frac{H}{40}\sqrt{95}$
 SETENGAH PARABOLA (SUMBU Y)	$\frac{2BH}{3}$	$y_1 = \frac{3}{5}H$ $y_2 = \frac{2}{5}H$	$\frac{8}{175}BH^3$	$S_{x1} = \frac{8}{105}BH^2$ $S_{x2} = \frac{4}{35}BH^2$		$\frac{H}{35}\sqrt{84}$

BIODATA PENULIS

Penulis dengan nama lengkap Oka Surya Dananjaya Afer lahir di Kabupaten Karangasem pada tanggal 10 Oktober 1997. Merupakan anak bungsu dari 3 bersaudara. Pendidikan formal yang pernah ditempuh penulis yaitu TK Tunas Mekar Surabaya, Delima School Jakarta, SD AMI Denpasar, SDN Baratajaya Surabaya, SMPN 1 Surabaya, SMAN 4 Denpasar, dan SMA Dapena Surabaya. Pada tahun 2016 Penulis diterima di Jurusan D3 Teknik Mesin FV-ITS. Manufaktur merupakan fokus bidang studi yang dipilih penulis dalam pengerjaan Tugas Akhir.

Selama duduk dibangku perkuliahan penulis aktif dalam kegiatan diluar dan didalam kampus. Untuk kegiatan diluar kampus penulis pernah bekerja sebagai *supervisor* di Foresthree Coffee Kertajaya, Event Manager di Darmaheswara Wedding Organizer. Semua hal tersebut penulis lakukan untuk mendapatkan penghasilan untuk menunjang kegiatan perkuliahan. Karena pada tahun 2017 ayah penulis meninggal dunia.

Untuk kegiatan didalam kampus yang diikuti penulis juga banyak. Penulis pernah menjadi IC dalam kaderisasi 2017 di HMDM FV-ITS, koordinator logistic GERIGI ITS 2017, Ketua KOPASGRA 2018, Kepala Departemen PSDM FV-ITS 2019, dan masih banyak lainnya.

Email: osdaosdaosda@gmail.com