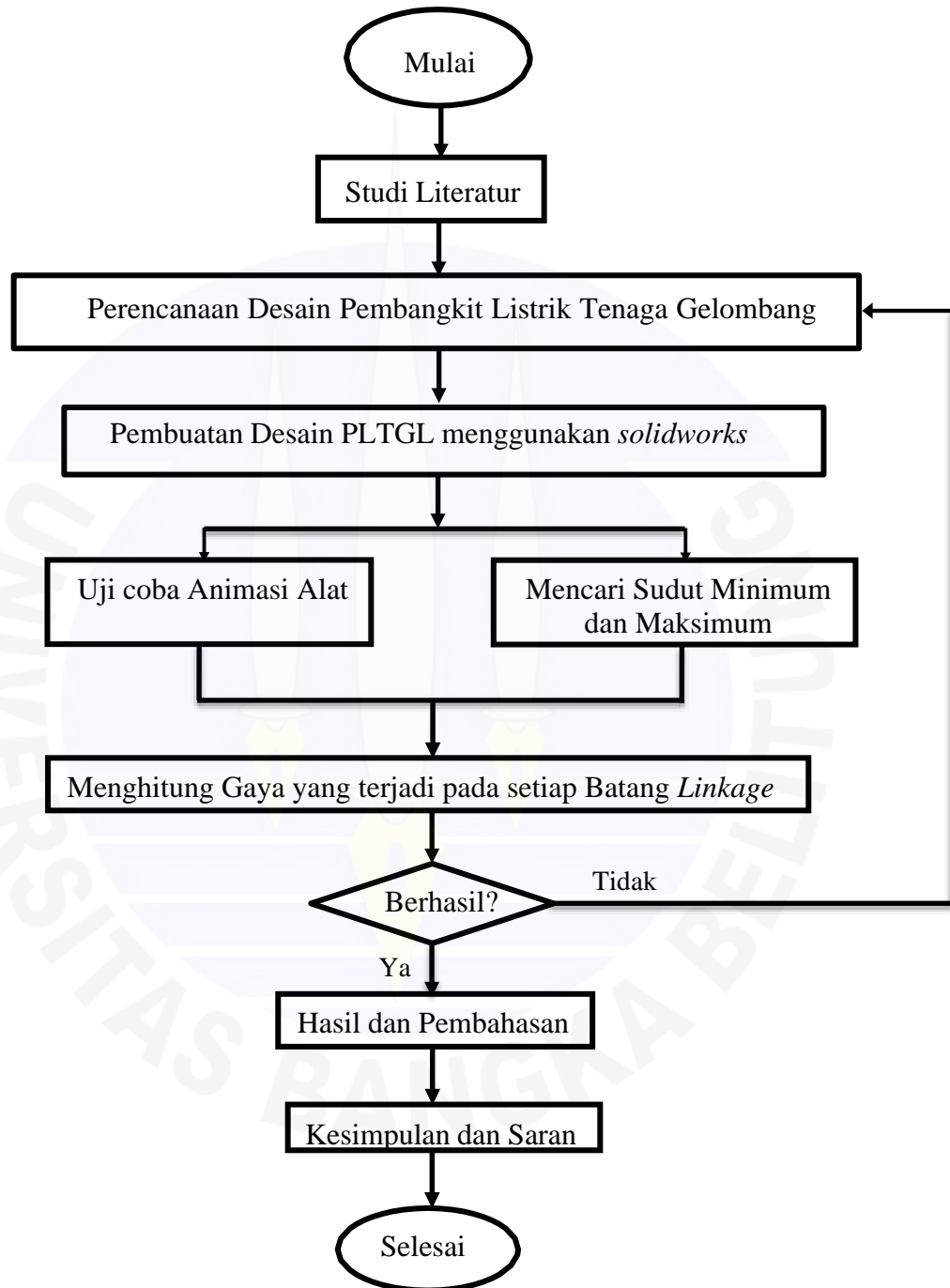


**BAB III**  
**METODE PENELITIAN**

**3.1. Diagram Alir Penelitian**



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

### 3.2. Tempat Dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada :

Tempat : Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung.

Waktu : Waktu penelitian sejak seminar proposal pada bulan Februari 2021 sampai dengan bulan Juni 2021.

### 3.3. Studi Literatur

Studi Literatur adalah langkah awal dalam penelitian tugas akhir, salah satunya teknik pengumpulan data. Dalam penelitian ini akan mengumpulkan data-data yang bisa mendukung penelitian ini. Data-data yang terkumpul akan dijadikan sebagai landasan pembuatan skripsi “Analisa gaya batang *linkage* pada desain pembangkit listrik tenaga gelombang laut dengan tinggi gelombang 1,22 meter”. Pengumpulan data yang akan digunakan dengan metode-metode antara lain;

#### 1. Kepustakaan

Kepustakaan ini salah satu metode yang dipilih untuk mendukung pembuatan skripsi, dengan metode ini didapatkanlah data-data seperti penjelasan tentang gaya batang, bagian-bagian desain pembangkit listrik tenaga gelombang laut, analisa suatu struktur batang dan material-material yang digunakan pada bagian pembangkit listrik tenaga gelombang laut.

#### 2. Observasi

Observasi yaitu berupa pengamatan yang dilakukan untuk pengumpulan data karena tidak semua data dapat ditemukan dikepustakaan, maka itu data-data bisa didapat menggunakan sebuah aplikasi *solidworks*. Salah satunya data sudut  $25^\circ$  dan  $49^\circ$  pada desain pembangkit listrik tenaga gelombang laut.

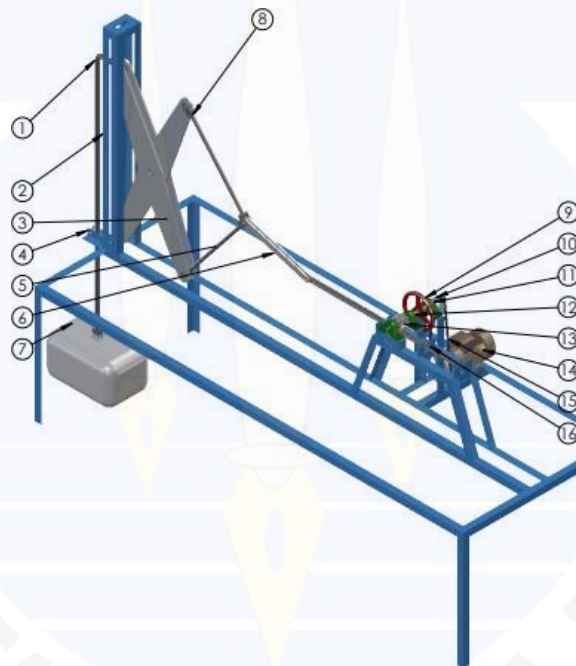
#### 3. Konsultasi

Konsultasi dilakukan dengan dosen pembimbing skripsi untuk membahas permasalahan pada judul, perancangan desain pembangkit listrik tenaga gelombang laut dan perhitungan gaya batang. Tujuan konsultasi ini agar mendapatkan solusi dari permasalahan tersebut serta pembuatan skripsi ini dilakukan lebih terarah.

### 3.4. Perencanaan Desain Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut

Perencanaan desain pembangkit listrik tenaga gelombang laut menggunakan *linkage* ini dirancang dengan menggunakan aplikasi *solidworks*. Untuk ukuran dimensinya sendiri masih dalam tahap perkiraan awal tanpa memperhitungkan kekuatan material. Aplikasi *solidworks* kenapa dipilih karena lebih cepat mengetahui adanya kekurangan dari rancangan sendiri serta lebih cepat mendapatkan hasil analisa.

Dengan melakukan beberapa kali diskusi bersama pembimbing dan teman-teman akhirnya didapatlah model desain dengan tipe *linkage* yang akan digunakan pada penelitian pembangkit listrik tenaga gelombang laut. Desain pembangkit listrik tenaga gelombang laut yang akan digunakan adalah seperti gambar 3.2.



Gambar 3.2 Perencanaan Desain PLTGL

Dalam desain ini, terbagi dalam beberapa bagian dan salah satu bagian memiliki material yang berbeda, ukuran bagian-bagian ini juga memiliki dimensi dan panjang yang berbeda hanya saja dalam bagian rangka memiliki ketebalan 3,00 mm.

Tabel 3.1 Bagian-bagian Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut

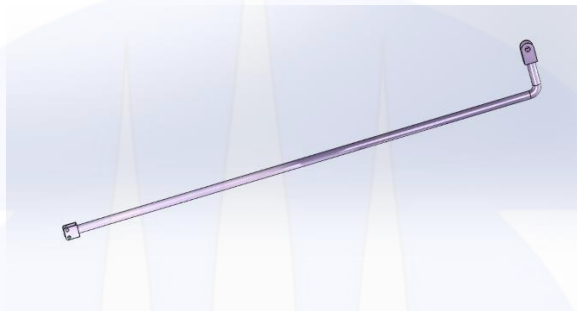
No.	Jumlah	Nama Bagian
1.	1	Lengan Gelombang
2.	1	Rangka
3.	3	Lengan Gunting
4.	9	<i>Bearing</i>
5.	1	Lengan 2
6.	2	Lengan 3
7.	1	Pelampung
8.	1	Lengan 1
9.	1	<i>Fly Wheel</i>
10.	2	<i>Pulley</i>
11.	3	<i>Block Bearing</i>
12.	1	Poros
13.	1	<i>Pinion</i>
14.	1	Motor
15.	1	<i>V-Belt</i>
16.	1	<i>Rack</i>

### 3.4.1. Rencana Desain Bagian-bagian Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut

Berikut adalah beberapa bagian utama yang akan didesain dalam pembangkit listrik tenaga gelombang laut menggunakan aplikasi *solidworks*.

#### 1. Lengan Gelombang

Lengan gelombang pada rancangan PLTGL berfungsi sebagai penerus gaya dari pelampung yang nanti akan diteruskan ke *linkage*. Lengan gelombang sangat penting karena panjang pendeknya lengan gelombang juga menentukan besar kecilnya gaya yang diteruskan.



Gambar 3.3 Lengan Gelombang

#### 2. Rangka

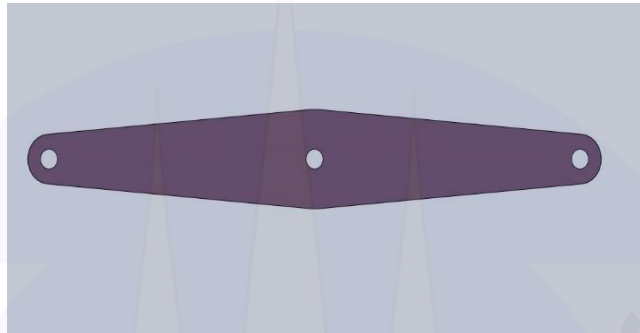
Rangka berfungsi sebagai dudukan untuk bagian-bagian seperti pada bagian-bagian rancangan lainnya seperti, lengan gunting, lengan 1, lengan 2, lengan 3, *rack*, *pinion*, motor, dan lainnya. Rangka ini menggunakan material *steel* agar lebih mudah untuk dibuat dalam berbagai bentuk dan ukuran, waktu pembuatan lebih cepat, ramah lingkungan, daya tahan luar biasa, kelembaban dan tahan cuaca, terutama biaya lebih ekonomis untuk jangka panjang.



Gambar 3.4 Rangka

### 3. Lengan Gunting

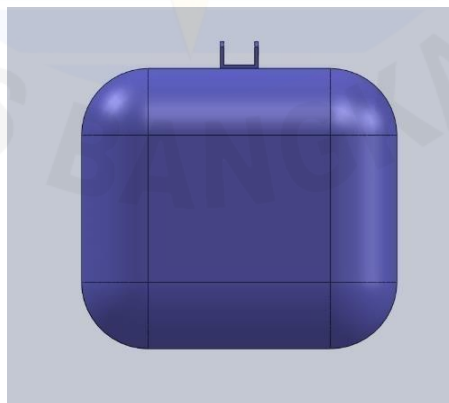
Lengan gunting atau *linkage* merupakan komponen yang membedakan rancangan ini dengan rancangan pembangkit listrik tenaga gelombang laut lainnya. Lengan gunting atau bisa disebut *linkage* ini berfungsi memberikan gaya dorongan ke *rack* sehingga *pinion* bergerak dan poros akan berputar dengan mendapatkan hasil putaran permenit/Rpm. Di lengan gunting ini juga peneliti akan menghitung gaya pada batang dengan sudut minimum dan maksimum.



Gambar 3.5 Lengan Gunting

### 4. Pelampung

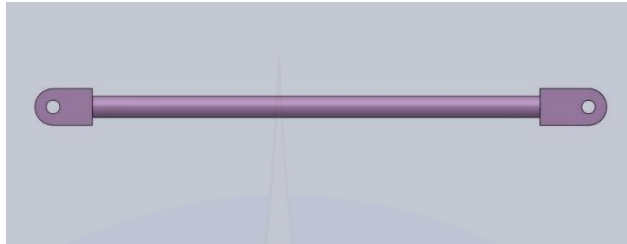
Pelampung ini adalah komponen utama yang berperan sangat penting untuk menggerakkan mekanisme pembangkit listrik tenaga gelombang laut. Pelampung bertujuan untuk meneruskan tinggi maksimum dan minimum gelombang melalui lengan gelombang. Pelampung merupakan bagian yang mengalami kontak langsung dengan gelombang sehingga harus terbuat dari bahan yang tahan terhadap air laut.



Gambar 3.6 Pelampung

### 5. Lengan 1

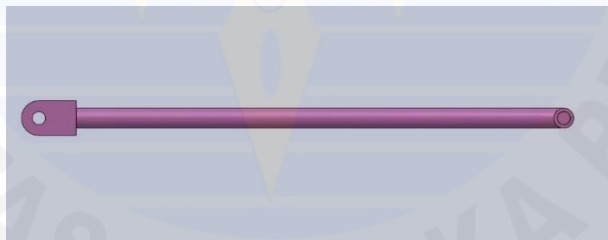
Lengan 1 berfungsi untuk menjadi penyangga pada lengan gunting atau link agar bisa terpasang dengan baik dan kuat. Lengan 1 sendiri dibuat dengan menggunakan bahan baja supaya tahan terhadap tarikan yang tinggi serta kuat dan juga mudah diperbaiki jika adanya kerusakan pada bagian lengan 1.



Gambar 3.7 Lengan 1

### 6. Lengan 2

Lengan 2 ini fungsinya sama seperti dengan lengan 1 hanya saja yang membedakannya yaitu pada lengan 2 terdapat ujung yang berdeda yang setiap ujungnya fungsinya satu dengan lain berbeda. Ujung kiri digunakan untuk menjadi penyangga pada lengan gunting atau *linkage* dan ujung kanan digunakan sebagai pengunci untuk bagian lengan 1 dan nantinya akan disambungkan ke lengan 3. Lengan 2 sendiri juga dibuat dengan menggunakan bahan baja supaya tahan terhadap tarikan yang tinggi dan kuat seta mudah jika adanya kerusakan untuk diperbaiki.



Gambar 3.8 Lengan 2

### 7. Lengan 3

Lengan 3 berfungsi untuk menyambungkan *rack* dari *linkage* yang nantinya akan mendorong supaya *gear* bisa bergerak maju mundur sesuai dengan adanya pergerakan pada pelampung yang disebabkan oleh gelombang laut dengan ketinggian yang ada. Lengan 3 dibuat dengan menggunakan bahan aluminium supaya lebih ringan jika nantinya terjadi pergerakan maju mundur pada *rack* serta kuat dan tahan terhadap adanya perununan suhu.



Gambar 3.9 Lengan 3

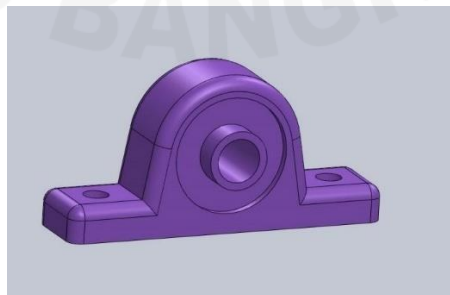
#### 8. *Fly Wheel*

*Fly wheel* berfungsi menyimpan putaran atau menstabilkan putaran yang akan dikonversi menjadi listrik oleh motor. Dimensi pada *fly wheel* sesuai kebutuhan yang nantinya akan membuat putaran menjadi stabil sehingga saat poros tidak mendapatkan gaya putar dari *gear* maka poros akan tetap berputar dan tidak terjadi penurunan putaran yang begitu besar karena *fly wheel* yang menahan penurunan putaran secara signifikan yang diakibatkan penurunan pada gelombang laut.

Gambar 3.10 *Fly Wheel*

#### 9. *Block Bearing*

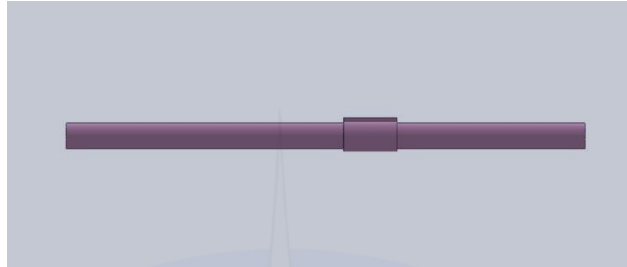
*Block bearing* adalah sebuah *bearing* atau bantalan yang berfungsi untuk mendukung kinerja dari poros dan sebagai penampung bantalan dengan beban yang rendah.

Gambar 3.11 *Block Bearing*



#### 10. Poros

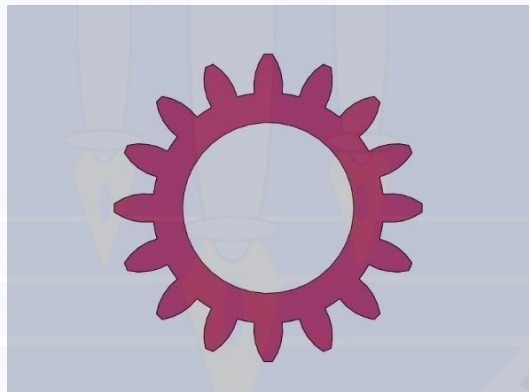
Poros sebagai penghubung gaya antara *gear*, *fly wheel* dan *v-belt* yang diteruskan ke motor sehingga menjadikan poros ini memiliki peran yang besar dalam rancangan pembangkit listrik tenaga gelombang laut ini.



Gambar 3.12 Poros

#### 11. Pinion

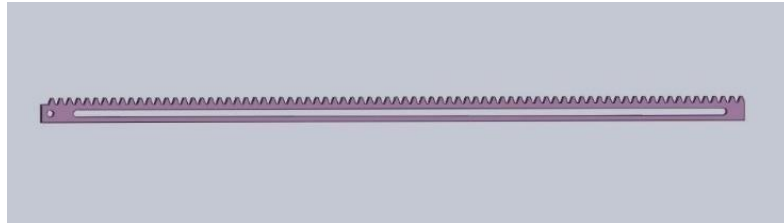
Pada komponen inilah yang berperan utama menjadikan gelombang menjadi putaran dan diteruskan ke motor. Pinion ini berfungsi untuk mengubah gerakan linier dari *rack* menjadi gerakan rotasi, selanjutnya diteruskan oleh poros ke komponen lainnya.



Gambar 3.13 Pinion

#### 12. Rack

*Rack* pada rancangan pembangkit listrik tenaga gelombang laut berfungsi mengubah gerakan linier menjadi rotasi bersama *gear*. Selain itu juga memberikan peran penting pada rancangan sebagai komponen utama yang memberikan pengaruh besar pada berhasil atau tidaknya rancangan ini. Dalam aplikasinya *rack* akan bergerak maju mundur sepanjang gerakan gelombang yang diteruskan melalui pelampung dan lengan gelombang. Gaya dorong yang diberikan lengan gelombang pada *rack* akan memutar *pinion* yang selanjutnya diteruskan oleh poros dan dikonversikan menjadi listrik oleh motor.



Gambar 3.14 Rack

### 3.4.2. Persiapan Desain

Untuk penelitian ini mempersiapkan beberapa komponen yang akan mendukung proses desain.

#### 1. Komputer

Komputer ini sangat dibutuhkan untuk penelitian ini, karena pada saat mendesain pembangkit listrik tenaga gelombang laut menggunakan berbasis komputer. Spesifikasi komputer yang akan dipakai menggunakan prosesor AMD Ryzen 7 2700X, RAM 16 GB 3600 Mhz, VGA Nvidia RTX 2060, yang dirasa sudah sangat cukup untuk menggunakan aplikasi *solidworks*.



Gambar 3.15 Satu set komputer

#### 2. *Solidworks*

*Solidworks* merupakan aplikasi atau perangkat lunak yang dirilis tahun 2019, aplikasi ini merupakan aplikasi yang berlisensi berbayar. *Solidworks* sering digunakan oleh mahasiswa jurusan teknik mesin untuk menggambar berbasis teknik, pada penelitian ini *solidworks* akan digunakan untuk membuat bagian-bagian pembangkit listrik tenaga gelombang laut. Selain itu *solidworks* dapat mencari sudut maksimum dan minimum pada batang *linkage*, maka dari itu aplikasi ini sangat mendukung proses dari penelitian desain pembangkit listrik tenaga gelombang laut.

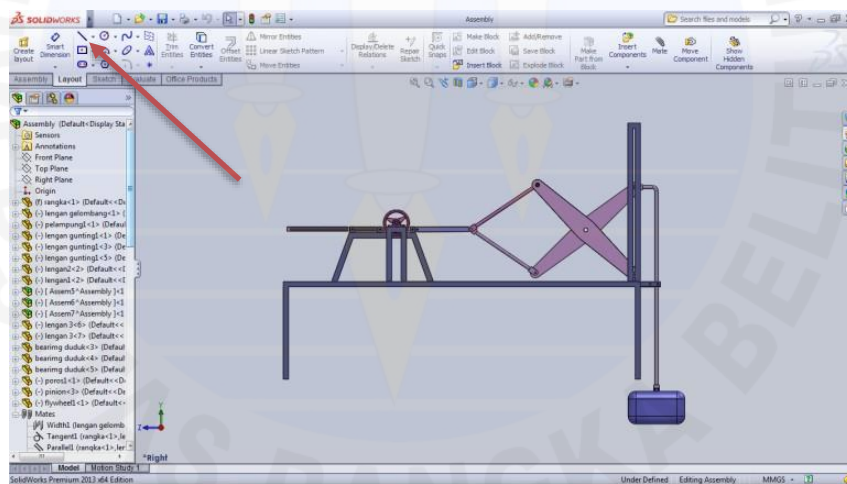
### 3.5. Uji Coba Animasi Alat

Pada tahap uji coba animasi alat menggunakan aplikasi *solidworks*. Gambar 3D yang sudah siap baik pada setiap bagian-bagian rancangan maupun siap *assemblynya*, sehingga dalam proses uji coba animasi tidak terjadi eror. Pada tahap ini biasanya akan banyak perombakan bahkan penggantian komponen *part* karena tidak bisa terbaca oleh aplikasi. Untuk data juga harus sudah diketahui yang merupakan pada ukuran-ukuran alat tersebut sehingga dapat menghitung batang *linkage* dan mendapatkan gaya-gaya yang terjadi pada batang *linkage*.

#### 3.5.1. Data Minimum dan Maksimum

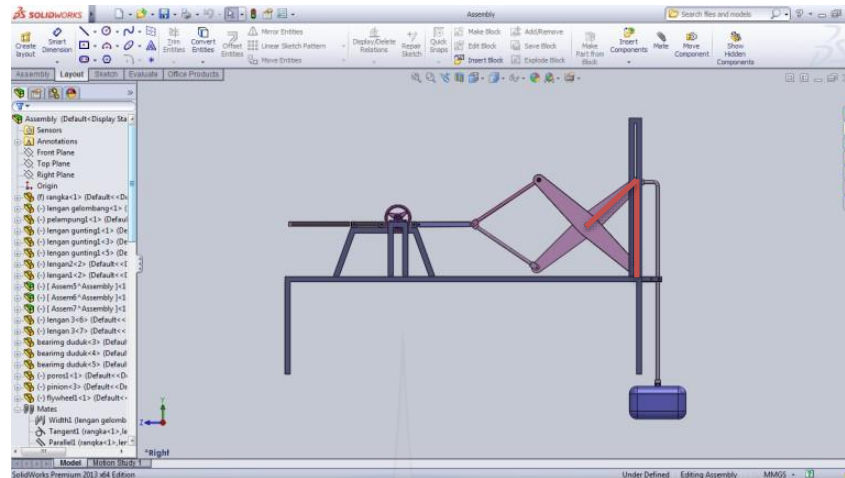
Untuk mendapatkan data minimum dan maksimum bisa dilakukan dengan cara pengujian atau eksperimen. Penelitian kali ini akan melakukan uji coba menggunakan aplikasi *solidworks* sebagai mencari data yang salah satunya adalah sudut pada batang yang diperlukan untuk menghitung gaya yang terjadi pada batang *linkage*. Dalam penelitian ini akan menghitung sudut minimum dan maksimum. Langkah-langkah untuk mengukur sudut minimum dan maksimum sebagai berikut:

1. *Click icon line*



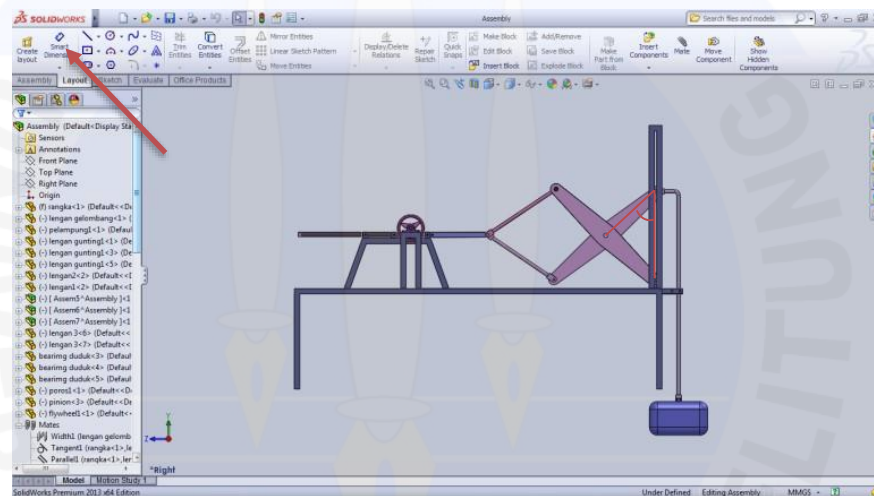
Gambar 3.16 Window part 1

2. Kemudian gambarkan garis lurus seperti gambar 3.17



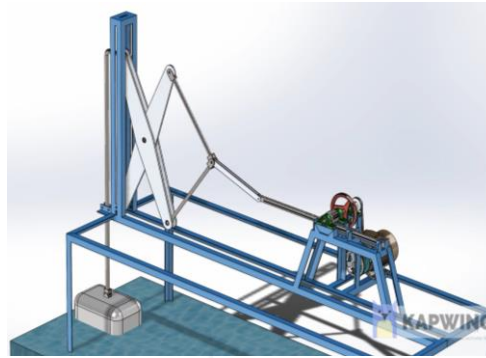
Gambar 3.17 Window part 2

3. Click icon smart dimension, lalu click 2 garis tersebut, maka akan muncul ukuran sudut minimum atau maksimumnya.

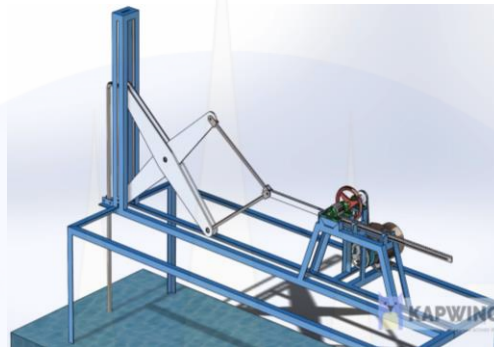


Gambar 3.18 Window part 3

Sudut minimum diukur pada saat pelampung naik ke atas maka lengan gelombang juga akan naik, *linkage* dan *rack* akan bergerak mundur hingga pada saat posisi seperti gambar 3.18 sudut yang didapat adalah  $25^\circ$ . Sedangkan sudut maksimum diukur pada saat pelampung turun ke bawah maka lengan gelombang juga akan turun, *linkage* dan *rack* akan bergerak maju hingga pada saat posisi seperti gambar 3.19 sudut yang didapat adalah  $49^\circ$ .



Gambar 3.19 Posisi sudut minimum



Gambar 3.20 Posisi sudut maksimum

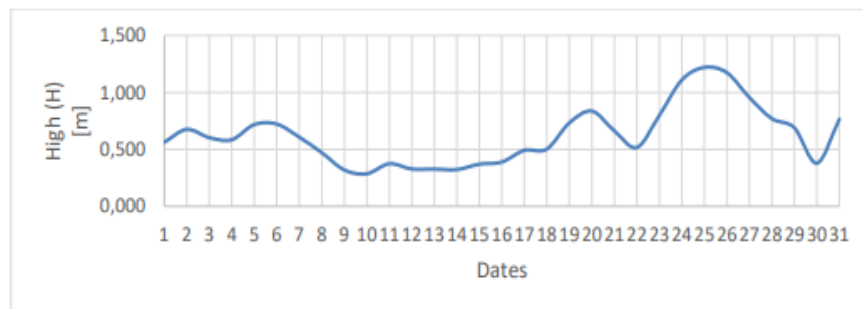
### 3.6. Analisa Gaya Batang *Linkage*

#### 3.6.1. Data gelombang laut

Pendataan didasarkan pada data tinggi gelombang pada Januari 2019 yang diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) dengan lokasi pesisir di Berikat, Kabupaten Bangka Tengah, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Data gelombang laut dalam penelitian ini ada 2 data yang telah diperskala data yaitu data tertinggi dan terendah. Dengan tinggi gelombang pada Januari 2019 berfluktuasi dengan ketinggian gelombang minimum 0,285 m dan tinggi gelombang maksimum 1,22 m. Data yang diambil merupakan 1 data saja yaitu data tinggi gelombang yang tertinggi dengan tinggi gelombang maksimum 1,22 m (Rosa dkk, 2020).

Tabel 3.2 Data Ketinggian dan Frekuensi Gelombang dari Badan Informasi Geospasial (BIG)

No	Tinggi Gelombang	Periode	Frekuensi
1.	0,285 m	0,892 detik	0,224 hz
2.	1,22 m	0,246 detik	0,815 hz



Gambar 3.21 Grafik tinggi gelombang Pantai Berikat Kabupaten Bangka tengah pada januari 2019  
(Rosa dkk, 2020)

Periode gelombang dan panjang gelombang. Asumsi gelombang yang terjadi adalah gelombang linier karena dapat diterapkan pada masalah rekayasa dengan akurasi yang wajar. Perhitungan gelombang dipengaruhi oleh panjang gelombang (H) panjang gelombang ( $\lambda$ ) dan periode gelombang (T).

$$T = 3,55\sqrt{H}$$

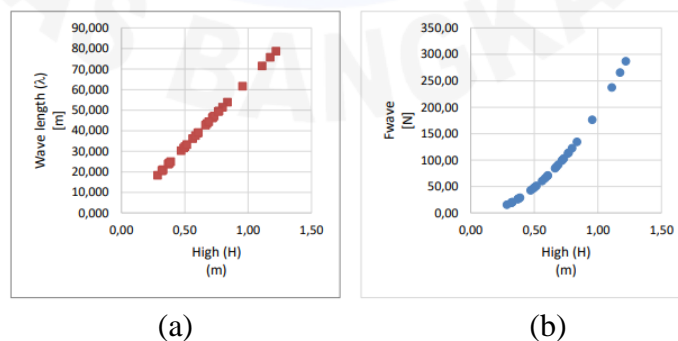
$$\lambda = 5,12T^2$$

### 3.6.2. Kekuatan gelombang dan gaya gelombang

Gelombang daya ( $P_{\text{gelombang}}$ ) diproduksi berdasarkan kepadatan air laut ( $\rho = 1030 \text{ kg/m}^3$ ), gravitasi ( $g$ ), tinggi gelombang (H) dan periode (T). sementara gaya gelombang ( $F_{\text{gelombang}}$ ) yang dihasilkan dari gelombang tergantung pada kekuatan gelombang ( $P_{\text{gelombang}}$ ) panjang gelombang ( $\lambda$ ) dan periode gelombang (T) (Rosa dkk, 2020).

$$(P_{\text{gelombang}}) = \frac{\rho \cdot g^2 \cdot H^2 \cdot T}{32 \cdot \pi}$$

$$(F_{\text{gelombang}}) = \frac{P_{\text{gelombang}} \cdot T}{\lambda}$$



(a)

(b)

Gambar 3.22. Grafik (a) Panjang Gelombang, (b) Kekuatan Gelombang Pantai Berikat Kabupaten Bangka tengah pada januari 2019  
(Rosa dkk, 2020)



Dari hasil grafis pada Gambar 3.22, gaya gelombang maksimum adalah 287,19 N pada ketinggian gelombang 1,22 m. Kekuatan daya apung, gaya apung pada pelampung dipengaruhi oleh kepadatan air laut ( $\rho$ ), gravitasi ( $g$ ) dan volume pelampung yang terendam air ( $V$ ) dengan asumsi volume pelampung yang terendam adalah 0,5 ketinggian pelampung.

$$F_{\nabla} = \rho g V$$

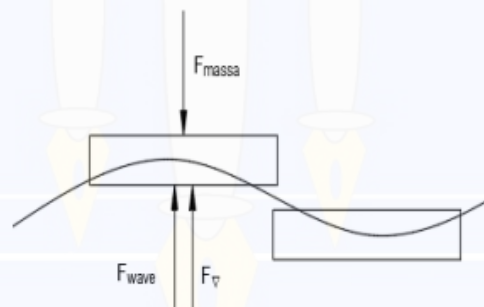
$$F_{\nabla} = 689.54 \text{ N}$$

Gravitasi diasumsikan bahwa massa pelampung adalah agar gravitasi pelampung diabaikan.

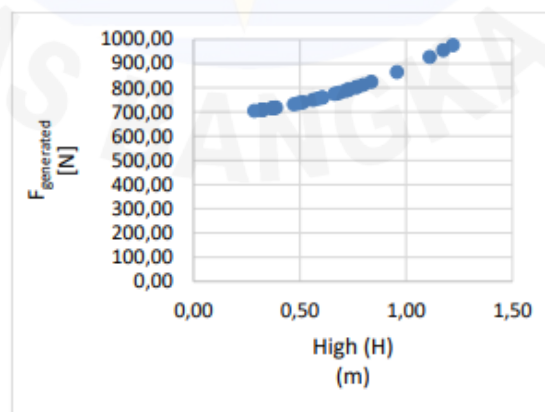
Total kekuatan pada pelampung dipengaruhi oleh gaya gelombang, gaya apung dan gravitasi apung seperti pada gambar 3.23.

$$F_{\text{dihasilkan}} = F_{\text{gelombang}} + F_{\nabla} + F_{\text{massa}}$$

Dari hasil grafik pada gambar 3.24, kekuatan maksimum yang dihasilkan adalah 976,73 N pada tinggi gelombang 1,22 m yang digunakan sebagai referensi untuk perhitungan gaya batang *linkage*.



Gambar 3.23 *Freebody* diagram pelampung (Rosa dkk, 2020)



Gambar 3.24 Grafik gaya yang dihasilkan (Rosa dkk, 2020)

### 3.6.3. Tahapan Perhitungan

Pada penelitian ini ada beberapa tahap untuk menghitung gaya yang terjadi pada batang *linkage* adalah sebagai berikut :

1. Kestabilan rangka
2. Diagram benda bebas
3. Perhitungan reaksi
4. Perhitungan gaya
5. Gambar hasil akhir

