



SKIRPSI - ME 141501

**ANALISA KECEPATAN PUTARAN TURBINE
PADA DAYA MAKSIMAL**

**NUR SHOLEH FEBRYANTO
NRP. 4213106009**

**Dosen Pembimbing:
Irfan Syarif Arief, ST., MT
Ir. Tony Bambang Musriyadi. PGD**

**JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh November
Surabaya 2016**



SKRIPSI - ME 141501

***ANALYSIS OF THE SPEED ROTATION OF THE
TURBINE AT MAXIMUM POWER***

**NUR SHOLEH FEBRYANTO
NRP. 4213106009**

**Counselor Lecture:
Irfan Syarief Arief, ST., MT
Ir. Tony Bambang Musriyadi. PGD**

**DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING
Faculty of Ocean Technology
Institut of Technology Sepuluh November
Surabaya 2016**

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISA KECEPATAN PUTARAN TURBINE PADA DAYA
MAKSIMAL**

SKRIPSI

*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada
Bidang Studi Marine Manufacture and Design (MMD)
Program S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember*

Oleh :

Nur Sholeh Febryanto
NRP. 4213 106 009

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

1. *Irfan Syarif Arief, ST., MT*



2. *Ir. Tony Bambang Musriyadi, PGD*

()

SURABAYA
Januari, 2016

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISA KECEPATAN PUTARAN TURBINE PADA DAYA
MAKSIMAL**

SKRIPSI

*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada
Bidang Studi Marine Manufacture and Design (MMD)
Program S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember*

Oleh :

Nur Sholeh Febryanto
NRP. 4213 106 009

Disetujui oleh Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan

Dr. Eng M. Badrus Zaman, S.T., M.T



SURABAYA
Januari, 2016

ANALISA KECEPATAN PUTARAN TURBINE PADA DAYA MAKSIMAL

Nama Mahasiswa : Nur Sholeh Febryanto
NRP : 4213106009
Jurusan : Teknik Sistim Perkapalan
Dosen Pembimbing : 1. Irfan Syarif Arief, ST., MT.
2. Ir. Tony Bambang Musriyadi. PGD

Abstrak

Pemilihan energi baru terbarukan akhir-akhir ini menjadi topik utama dalam kebanyakan penelitian dan tidak jarang yang sudah menerapkannya pada dunia industri. Listrik menjadi peranan penting dalam kehidupan, pemasangan dan penggunaan turbin arus laut sudah semakin di lirik oleh pemerintah dan perusahaan luar maupun dalam negeri. Dalam penelitian sebelumnya telah dilakukan penelitian tentang optimasi jarak pemasangan antara turbin yang di pasang secara array. Namun, pada turbin satu dengan yang lain memiliki kecepatan yang berbeda untuk mencapai daya maksimalnya. Oleh karena itu pada penelitian kali ini saya menganalisa satu turbin saja yang bertujuan untuk menganalisa putaran turbine sebagai respon dari kecepatan arus yang di terima oleh turbine. Untuk kecepatan arus yang di bebaskan saya memilih variasi kecepatan aliran yang ada pada daerah indonesia yaitu, pada kecepatan 1,061 m/s, 1,300 m/s, 1,414 m/s, 1,768 m/s, 4,300 m/s. Data tersebut saya simulasikan untuk mengetahui berapa besarnya torsi pada tiap-tiap kecepatan yang di bebaskan dan berapa kecepatan putaran turbin di tiap-tiap kecepatan itu. Hasil yang saya dapat adalah perbandingan antara daya dan RPM, kemudian perbandingan antara RPM dan torsi. Besarnya rpm tidak sebanding dengan besarnya torsi yang di hasilkan.

Kata kunci : Putaran Turbine, Turbin Arus Laut

ANALYSIS OF THE SPEED ROTATION OF THE TURBINE AT MAXIMUM POWER

Name : Nur Sholeh Febryanto
NRP : 4213106009
Departement : Marine Engineering
Supervisor : 1. Irfan Syarif Arief, ST., MT.
2. Ir. Tony Bambang Musriyadi. PGD

Abstract

The election of the new renewable energy lately became a major topic in most of the research and not rarely that already apply the industrialized world. Electricity became an important part in life, installation and use of ocean currents turbines are getting in lyrics by Government and corporate outside as well as within the country. In the previous research has done research on the optimization of distance between the turbine installation in pairs in the array. However, at a turbine with one another has different speeds to achieve maximum power. Therefore at this time the research I analyse one turbine course which aims to analyze the response of the turbine rotation speed of the current in the receipt by the turbine. To speed the flow in will be loaded I choose variations of the flow rate in the Indonesian area i.e., at a speed of 1.061 1.300 m/s, m/s, m/s, 1.414 1.768 4.300 m/s, m/s. I have simulated this Data to find out how the magnitude of the torque on each will be loaded in the speed and how the speed of rotation of the turbine in each of it's speed. The results I can is the comparison between power and RPM, then comparisons between RPM and of torque. The magnitude of the rpm is not proportional to the magnitude of the torque on the produce.

Keyword : Circle Turbine, Sea Water Current Turbine

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarrakatuh.

Alhamdulillah Hirobbil Alamin, dengan mengucap segala puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik dan tepat waktu.

Penyelesaian tugas akhir ini bertujuan untuk memenuhi salah satu persyaratan bagi kelulusan untuk memperoleh gelar Strata-1 di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Tugas akhir yang berjudul “ANALISA KECEPATAN PUTARAN TURBINE PADA DAYA MAKSIMAL” , ini akhirnya dapat saya selesaikan dengan baik, namun semuanya tidak terlepas dari do'a - do'a orang sekitar saya, oleh karena itu, dalam kesempatan ini saya ucapkan terimakasih sebesar-besarnya khususnya kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan jalan dan kesempatan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua dan saudara penulis karena telah memberikan dukungan baik secara moril serta materil.
3. Bapak Irfan Syarif Arief, ST, MT selaku dosen wali dan dosen pembimbing pengerjaan Tugas Akhir ini yang telah memberiarahan, nasehat, serta bimbingan.
4. Bapak Ir. Tony Bambang Musriyadi, PGD selaku dosen pembimbing Tugas Akhir ini yang telah memberi ide, arahan, nasehat, serta bimbingan.
5. Bapak Dr. Eng. M. Badrus Zaman, ST, MT. selaku ketua jurusan Teknik Sistem Perkapalan.
6. Mas Agus .S yang telah membantu banyak dalam mengerjakan tugas akhir ini sampai saya mengerti.

7. Mas Galuh, yang rela waktunya saya repotkan untuk mengajari saya tentang tugas akhir ini hingga pagi.
8. Teman-teman seperjuangan yang mengambil mata kuliah ini bersama saya.
9. Teman –teman anggota kost ass-sholihin yang selalu memberi semangat setiap saat.
10. Seseorang yang selalu memberi semangat untuk segera mendapat gelar S1.
11. Serta banyak lagi pihak yang tidak bisa saya sebut satu persatu di sini.

Semoga dengan selesainya Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, baik itu dari kalangan dunia perkapalan maupun dan masyarakat umum pada umumnya. Jika ada yang salah dalam penulisan kata karena dengan alasan ketidak sengajaan kami mohon maaf yang sebesar – besarnya.

Wassalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh.

Surabaya, Januari 2016

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	.....	iii
ABSTRAK	.....	v
ABSTRACT	.....	vii
KATA PENGANTAR	.....	ix
DAFTAR ISI	.....	xii
DAFTAR GAMBAR	.....	xv
DAFTAR TABEL	.....	xviii
DAFRAT GRAFIK	.....	xx

BAB I

PENDAHULUAN	.....	1
I.1 Latar Belakang	.....	1
I.2 Rumusan Masalah	.....	4
I.3 Batasan Masalah	.....	4
I.4 Tujuan Penulisan	.....	4
I.5 Manfaat Penulisan	.....	4

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	.....	7
II.1 Tinjauan Pustaka	.....	7
II.2 Dasar Teori	.....	7

BAB III

METODOLOGI	.....	15
III.1 Perumusan Masalah	.....	15
III.2 Study Literatur	.....	15
III.3 Pengumpulan Data	.....	16
III.4 Variasi Data	.....	17
III.5 Running dan Pengambilan data	.....	17
III.6 Analisa	.....	17
III.7 Kesimpulan dan Saran	.....	17

BAB IV	
PERHITUNGAN DAN PENGUJIAN MODEL	21
IV.1 Perhitungan Kecepatan Putaran Turbine	25
IV.2 Perhitungan Daya Yang Dihasilkan	27
IV.3 Running Program	29
IV.4 Hasil Yang di Peroleh	44
BAB V	
V.1 KESIMPULAN	35
V.2 SARAN	35
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 07 turbine arus laut	02
Gambar 08 horizontal turbine	09
Gambar 09 contoh pemanfaatan energi ombak	10
Gambar 10 skema PLTG	11
Gambar 11 skema Dam ombak masuk dan keluar	13
Gambar 3.1 geometri turbine	16
Gambar 4.1 tampak depan turbine	30
Gambar 4.2 tampak isometri turbine	31
Gambar 4.3 proses mesh	32
Gambar 4.4 proses mesh 2	33
Gambar 4.5 proses mesh selesai	33
Gambar 4.6 inlet fluid	34
Gambar 4.7 wall fluid	35
Gambar 4.8 outlet fluid	36
Gambar 4.9 turbine	36
Gambar 4.10 simulasi turbine	37
Gambar 4.11 hasil perhitungan luas turbine	38
Gambar 4.12 hasil perhitungan torsi 1,131 rad/s	39
Gambar 4.13 hasil perhitungan torsi 1,508 rad/s	40

Gambar 4.14 hasil perhitungan torsi 1,885 rad/s	41
Gambar 4.15 hasil perhitungan torsi 1,386 rad/s	42
Gambar 4.16 hasil perhitungan torsi 4,58 rad/s	43

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 data yang di peroleh	44
Tabel 4.2 perbandingan antara RPM vs Torsi	44
Tabel 4.3 perbandingan antara RPM vs Daya	44

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 perbandingan antara RPM dan Torsi	45
Grafik 4.2 perbandingan antara Daya dan RPM	46

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Kebutuhan akan penggunaan energi listrik akhir ini meningkat secara pesat seiring bertambahnya populasi manusia dan kemajuan teknologi, yang mengharuskan manusia berinovasi untuk menambah kebutuhan daya listrik dengan mengkonversi energi lain yang masih berlimpah.

Indonesia merupakan negara dimana luas lautan 2/3 lebih luas di banding dengan luas daratannya, oleh sebab itu aspek yang melimpah ini sangat merugikan bila tidak di manfaatkan sebagai sumber daya alam dengan baik. Selama ini pemanfaatan potensi laut yang paling banyak di lakukan adalah dengan penangkapan ikan (nelayan) atau produksi rumput laut, penangkaran kerang mutiara dan potensi wisata yang hanya sebagian kecil karena lautan sudah banyak yang tercemar oleh polusi.

Beberapa energi laut yang tidak termanfaatkan secara optimal seperti energi arus laut, energi pasang surut air laut, energi gelombang air laut dan energi angin yang tersedia gratis. Padahal energi tersebut sangat melimpah ruah. [5]

Salah satu pemanfaatan energi laut yaitu dengan memanfaatkan energi arus laut, arus laut adalah gerakan massa air laut secara teratur dari suatu tempat ke tempat lain. Arus laut juga didefinisikan sebagai aliran air yang berkelanjutan. Arus merupakan gerakan yang luas yang terjadi pada seluruh lautan di dunia. Arus permukaan dibangkitkan terutama oleh angin yang berhembus di permukaan laut.[6]

Energi yang mempunyai prospek bagus di wilayah Indonesia adalah energi arus laut. Hal ini dikarenakan Indonesia mempunyai banyak pulau dan selat sehingga arus laut akibat interaksi Bumi-Bulan-Matahari mengalami percepatan saat melewati selat-selat tersebut.[6]

Salah satu pemanfaatan arus laut sebagai sumber daya yaitu dengan menggunakan turbin arus laut. Turbin arus laut adalah suatu alat konversi energi arus laut menjadi energi gerak rotasi pada turbin yang kemudian di konversi oleh generator menjadi energi listrik.

Kurangnya pemanfaatan potensi laut tersebut juga di akibatkan oleh kendala biaya yang tidak sedikit karena pemasangan yang tidak murah dan perawatannya juga mahal, oleh karena itu potensi laut kurang memberikan daya tarik bagi pemerintah.[6]



Gambar[7] turbine arus laut

Keuntungan penggunaan energi arus laut adalah selain ramah lingkungan, energi ini juga mempunyai intensitas energi kinetik yang besar dibandingkan dengan energi terbarukan yang lain. Hal ini disebabkan densitas air laut 830 kali lipat densitas udara sehingga dengan kapasitas yang sama, turbin arus laut akan jauh lebih kecil dibandingkan dengan turbin angin. Keuntungan lainnya adalah tidak perlu perancangan struktur yang kekuatannya berlebihan seperti turbin angin yang dirancang dengan memperhitungkan adanya angin topan karena kondisi fisik pada kedalaman tertentu cenderung tenang dan dapat diperkirakan.[6]

Pada penelitian sebelumnya, telah di bahas mengenai pembangunan turbin arus laut yang pembangunannya di lakukan secara array turbine. Array turbine adalah penentuan aliran air setelah melewati turbin akan mengalami penurunan kecepatan akibat energi dalam aliran tersebut dikonversi oleh turbin. Jika turbin kedua dipasang dibelakang turbin pertama tentu dalam jarak tertentu, turbin kedua akan menghasilkan daya kurang dari yang diharapkan sebelumnya.

Yang perlu di perhatikan adalah, besarnya kecepatan turbine tidak selaras dengan daya yang di hasilkan oleh turbine. Kecepatan arus memiliki putaran yang berbeda untuk mencapai daya maksimal. Nilai optimal terjadi pada putaran yang berbeda untuk tiap turbine. Semakin tinggi kecepatan putar turbine tidak menjamin turbin menghasilkan energi secara optimal karena daya yang di konversi turbin semakin kecil dan efisiensi menjadi berkurang. Koefisien daya atau C_p adalah efisiensi turbin yang digunakan untuk mengukur daya yang mampu diserap oleh turbin, yang berasal dari aliran air laut. Nilai C_p dipengaruhi oleh

a yakni nilai induksi aksial yang merupakan nilai pelambatan fluida akibat turbin.[5]

I.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan di bahas pada penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Berapakah (rpm) kecepatan turbine yang terjadi ketika turbin di aliri dengan kecepatan arus tertentu?

I.3 Batasan Masalah

Dalam tugas akhir ini batasan masalahnya adalah :

1. Penelitian kali ini di fokuskan hanya pada analisa kecepatan putaran turbin.
2. Variasi kecepatan arus ditetapkan dengan nilai 1,061m/s, 1,414m/s, 1,768m/s, dan 1,3 m/s, 4,3 m/s.
3. Penelitian ini menggunakan turbin jenis horizontal axis.
4. Penelitian ini hanya pada satu turbine.

I.4 Tujuan Penulisan

Tujuan dari penulisan ini adalah :

1. Mengetahui berapa kecepatan putar turbin pada kecepatan arus yang telah di tentukan.

I.5 Manfaat Penulisan

Pada penelitian kali ini, penulis melanjutkan penelitian sebelumnya yang sudah di lakukan, namun dengan permasalahan di bidang yang berbeda. Diharapkan penelitian

ini nantinya dapat menentukan kecepatan putar turbine yang optimal agar didapat hasil yang efisien dalam pengerjaannya.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

II.1 Tinjauan Pustaka

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan namun dalam konteks / permasalahan yang berbeda dengan permasalahan yang saya ambil kali ini, antara lain penelitian yang dilakukan oleh pada tahun 2013, dia menggunakan horizontal turbine ber baling – baling 3 dan bersekala 1:30 yang dilakukan di dalam flume tank. Hasil yang didapat dari percobaan itu adalah koefisien daya (C_p) sebesar 40% dan TSR antara 3 sampai 5 pada kecepatan arus sebesar 0,8 m/s dan intensitas turbulensinya sebesar 3%. Percobaan ini menggunakan metode numerik.[2]

Penelitian sejenis selanjutnya dilakukan oleh Funke pada tahun 2013 juga. Dalam penelitian ini Funke melakukan optimasi dengan metode fisika melalui penyelesaian efisiensi gradient yang berdasar pada algoritma optimasi. Hal ini dilakukan karena dirasa metode optimasi secara manual terlalu sulit karena masalah birokrasi, serta sulitnya prediksi daya pada aliran tertentu.[3]

II.2 Dasar Teori

Kebutuhan akan energi listrik semakin tahun semakin tidak bisa dipenuhi oleh perusahaan penyedia listrik nasional. Jangankan untuk mensuplai seluruh Indonesia, di daerah tertentu listrik pun belum masuk akibat lokasinya yang sulit dijangkau oleh kendaraan darat.

Semakin berkembangnya jaman teknologi kali ini menuntut penyedia jasa listrik berputar otak agar dapat mencukupi kebutuhan pelanggannya akan energi listrik. Energi listrik yang di kelola oleh pembangkit listrik di indonesia pada umumnya menggunakan bahan bakar fosil seperti batu bara yang jumlahnya terbatas dan dengan cara ini juga perusahaan pembangkit listrik juga turut menyumbang polusi udara akibat asap pembuangan dari mesin yang menggerakkan generator.

Beberapa pembangkit listrik juga telah menggunakan sumber daya alam yang tidak menimbulkan polusi seperti pembangkit listrik tenaga air, pembangkit listrik tenaga uap, pembangkit listrik tenaga udara, dan lain-lain. Namun hanya akhir-akhir ini saja di kembangkan energi potensi laut untuk di manfaatkan energinya menjadi energi listrik.

Melihat dari aspek alamnya, indonesia sebagian besar adalah lautan, hal ini harus di manfaatkan dengan baik, dengan cara mengelola sumber daya laut yang sangat besar itu. Beberapa cara untuk memanfaatkan potensi sumberdaya laut adalah dengan membangun pembangkit listrik menggunakan energi arus laut, energi gelombang air laut, energi pasang surut air laut.

1. Energi arus laut

Energi ini di manfaatkan untuk pembangkit listrik dengan cara memanfaatkan aliran arus laut untuk memutar baling-baling yang di sambungkan pada generator dan di konversi menjadi energi listrik oleh generator. Di indonesia telah di bangun pembangkit listrik dengan memanfaatkan energi arus laut dengan daya 1 mega watt, namun perusahaan asing mampu membangun pembangkit listrik yang memanfaatkan

energi arus laut dengan daya 1 giga watt. Padahal di Indonesia sangat strategis untuk membangun pembangkit listrik tenaga arus laut, karena terdapat banyak pulau-pulau dan selat antara pulau itu mengalami percepatan akibat gaya tarik matahari, bumi, dan bulan.

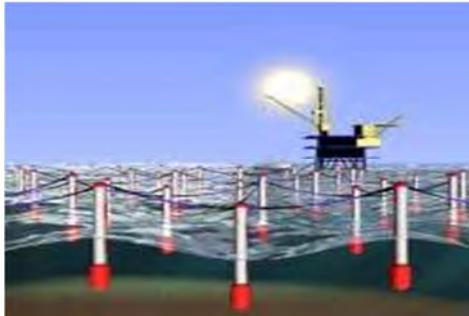


Horizontal turbine[7]

2. Energi gelombang (ombak)

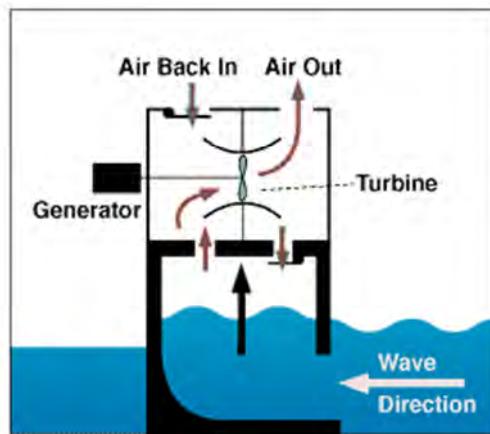
Gelombang laut merupakan salah satu bentuk energi yang bisa dimanfaatkan dengan mengetahui tinggi gelombang, panjang gelombang, dan periode waktunya.[9]

Kolom air yang berosilasi (Oscillating Water Column): listrik dibangkitkan dari naik turunnya air akibat gelombang dalam sebuah pipa silindris yang berlubang. Naik turunnya kolom air ini akan mengakibatkan keluar masuknya udara di lubang bagian atas pipa dan menggerakkan turbin.



Contoh pemanfaatan energi ombak (Oscillating Water Column)[8]

Wave Surge. Peralatan ini biasa juga disebut sebagai tapered channel atau kanal meruncing atau sistem tapchan, dipasang pada sebuah struktur kanal yang dibangun di pantai untuk mengkonsentrasikan gelombang, membawanya ke dalam kolam penampung yang ditinggikan. Air yang mengalir keluar dari kolam penampung ini yang digunakan untuk membangkitkan listrik dengan menggunakan teknologi standar hydropower.



Skema PLTG[9]

Energi ini dapat dikonversi ke listrik lewat 2 kategori yaitu off-shore (lepas pantai) and on-shore (pantai). Kategori lepas pantai (off-shore) dirancang pada kedalaman sekitar 40 meter dengan menggunakan mekanisme kumparan seperti Salter Duck yang diciptakan Stephen Salter (Scotish) yang memanfaatkan pergerakan gelombang untuk memompa energi. Sistem ini memanfaatkan gerakan relatif antara bagian / pembungkus luar (external hull) dan bandul didalamnya (internal pendulum) untuk diubah menjadi listrik. Peralatan yang digunakan yaitu pipa penyambung ke pengapung di permukaan yang mengikuti gerakan gelombang.[8]

3. Energi pasang surut

Pasang-surut (pasut) merupakan salah satu gejala alam yang tampak nyata di laut, yakni suatu gerakan vertikal (naik turunnya air laut secara teratur dan berulang-ulang) dari seluruh partikel massa air laut dari permukaan sampai bagian terdalam dari dasar laut.[10]

Ada dua macam cara memanfaatkan energi pasang surut, antara lain dengan memasang dam pasang surut (tidal barrages) dan turbine lepas pantai.

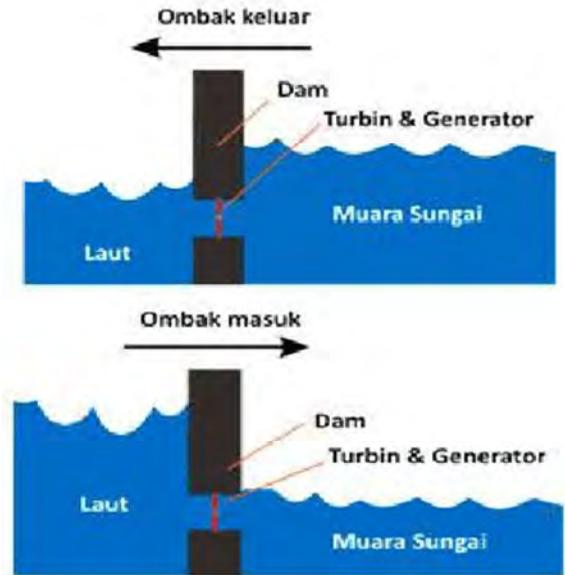
Pemanfaatan energi pasang surut yang akan di bahas kali ini menggunakan dam (tidal).

Prinsip kerja dam pasang surut ini serupa seperti pembangkitan listrik secara hidro-elektrik yang terdapat di dam/waduk penampungan air sungai.

Hanya saja, dam yang dibangun untuk memanfaatkan siklus pasang surut jauh lebih besar daripada dam air sungai pada umumnya.[10]

Dam ini biasanya dibangun di muara sungai dimana terjadi pertemuan antara air sungai dengan air laut. Ketika ombak masuk atau keluar air mengalir melalui terowongan yang terdapat di dam. Aliran masuk atau keluarnya ombak dapat dimanfaatkan untuk memutar turbin. Apabila muka air laut (surut) sama tingginya dengan muka air dalam waduk maka saluran air ke turbin ditutup. Sementara itu muka air laut (pasang) naik terus. Ketika tinggi muka air laut mencapai kira-kira setengah tinggi air pasang maksimum, maka katup saluran air ke turbin dibuka dan air laut masuk ke dalam waduk melalui saluran air ke turbin, dan menjalankan turbin dan generator.[10]

Apabila muka air laut telah mencapai ketinggian maksimumnya tetapi masih lebih dari muka air dalam waduk, turbin generator dan air dalam waduk menjadi sangat kecil. Sehingga turbin generator tidak bekerja pada keadaan tersebut katup simpang (by pass valve) yang menghubungkan laut dengan waduk dibuka, sehingga air laut lebih cepat masuk mengisi waduk, ketika muka air laut dan air di dalam waduk sama tingginya, baik katup simpang maupun katup saluran turbin ditutup. Pada keadaan tersebut tinggi muka air dalam waduk tetap konstan sedangkan tinggi muka air laut terus surut.[10]



Skema dam ombak masuk dan keluar[10]

Apabila perbedaan tinggi antara permukaan air laut dan permukaan air dalam waduk sudah cukup besar maka turbin dijalankan dengan membuka katup air ke turbin

pada keadaan tersebut air mengalir dari waduk ke laut melalui turbin sehingga turbin berputar dan permukaan air dalam waduk turun. Proses ini terus berlangsung sampai tinggi air dalam waduk tidak cukup untuk menjalankan turbin, dan katup simpang dibuka supaya air yang masih ada di dalam waduk cepat keluar mengalir ke laut. Dalam keadaan tersebut air laut masih surut atau telah naik tetapi masih belum mencapai tinggi turbin setelah waduk kosong atau ketika permukaan air laut dalam waduk sama tingginya dengan muka air laut, katup simpang dan katup masuk turbin ditutup kembali.[10]

BAB III

METODOLOGI

Daya maksimal yang di hasilkan tiap turbin terjadi pada kondisi kecepatan putaran yang berbeda untuk tiap turbine. Oleh karena itu di rasa perlu di lakukan penelitian dengan melakukan percobaan menganalisa turbine, dengan rpm sebagai respon dari kecepatan arus itu sendiri.

III.1 Perumusan Masalah

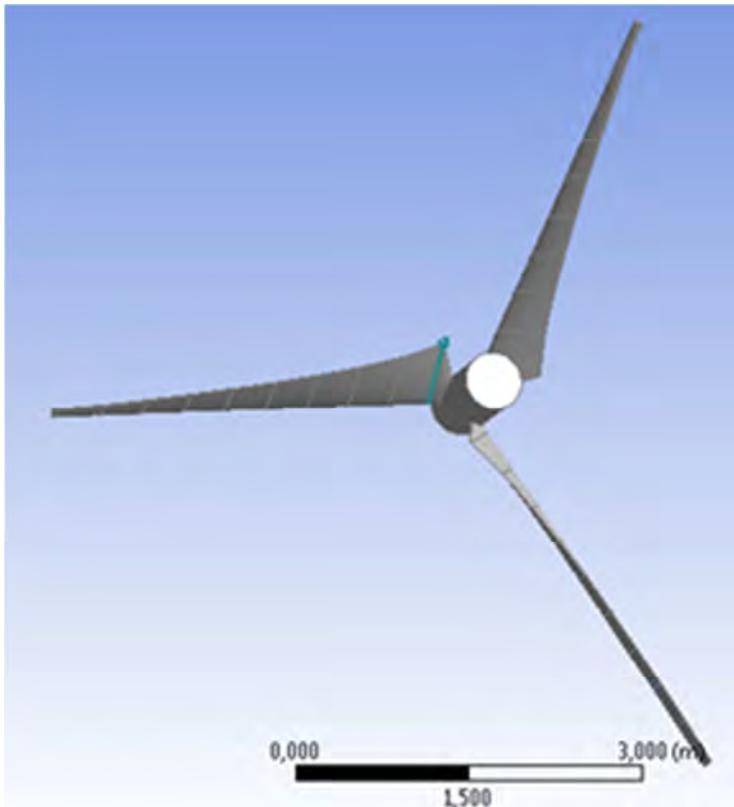
Identifikasi dan perumusan masalah, pada studi ini yaitu merujuk pada penelitian sebelumnya tentang jarak optimal turbin arus laut, dalam penelitian ini yang menjadi pokok bahasan adalah tentang berapa kecepatan putaran turbine ketika menerima arus laut, sebab tiap turbin dapat mencapai kondisi daya maksimal dengan berbeda kecepatan antara turbin satu dengan yang lainnya.

III.2 Study Literatur

Tahap selanjutnya adalah study literatur tentang semua hal-hal yang menyangkut kecepatan putar turbine arus laut, bisa ber sumber dari jurnal, buku, penelitian-penelitian sebelumnya yang bisa di jadikan referensi dalam pengerjaan penelitian ini, dan internet. Kegiatan ini bertujuan untuk menunjang / membantu pengerjaan penyelesaian masalah yang di angkat dan di selesaikan berdasarkan teori atau cara yang seharusnya di lakukan untuk menyelesaikan permasalahan yang serupa,

III.3 Pengumpulan Data

Karena penelitian ini merujuk pada penelitian sebelumnya yang pada dasarnya menganalisa satu model yang sama, jadi pada proses pengumpulan data yang di kumpulkan sama dengan penelitian yang dulu. Data tersebut adalah jenis turbine yang akan di teliti menggunakan turbin yang berdaun 3 dengan diameter 7,5 meter. Dan yang akan di analisa pada penelitian kali ini adalah satu turbine saja.



Gambar 3.1 Geometri turbine

III.4 Variasi Data

Pada percobaan kali ini terdapat beberapa kecepatan arus laut yang akan di analisa, yang pertama berdasarkan kecepatan arus yang telah di lakukan pada percobaan sebelumnya, yaitu (1.061 m/s, 1.414 m/s, dan 1.768 m/s). Dan kami juga memilih kecepatan lain yang ada di beberapa daerah di indonesia,yaitu (1,3 m/s, 4,3 m/s), kami memilih kecepatan tersebut juga berdasarkan kecepatan arus laut yang ada pada wilayah di indonesia dari daerah yang kecepatan arusnya tinggi sampai yang paling rendah yang memungkinkan untuk pembangunan turbin arus laut secara efisien.

III.5 Perhitungan, Running dan Pengambilan Data Hasil Percobaan

Setelah di tetapkan beberapa kecepatan pada percobaan ini, selanjutnya kami melakukan proses perhitungan RPM dan pengujian model atau *running* dengan memasukkan data kecepatan arus laut yang telah di pilih, dan mencatat data-data hasil dari proses pengujian model yang telah di lakukan.

III.6 Analisa

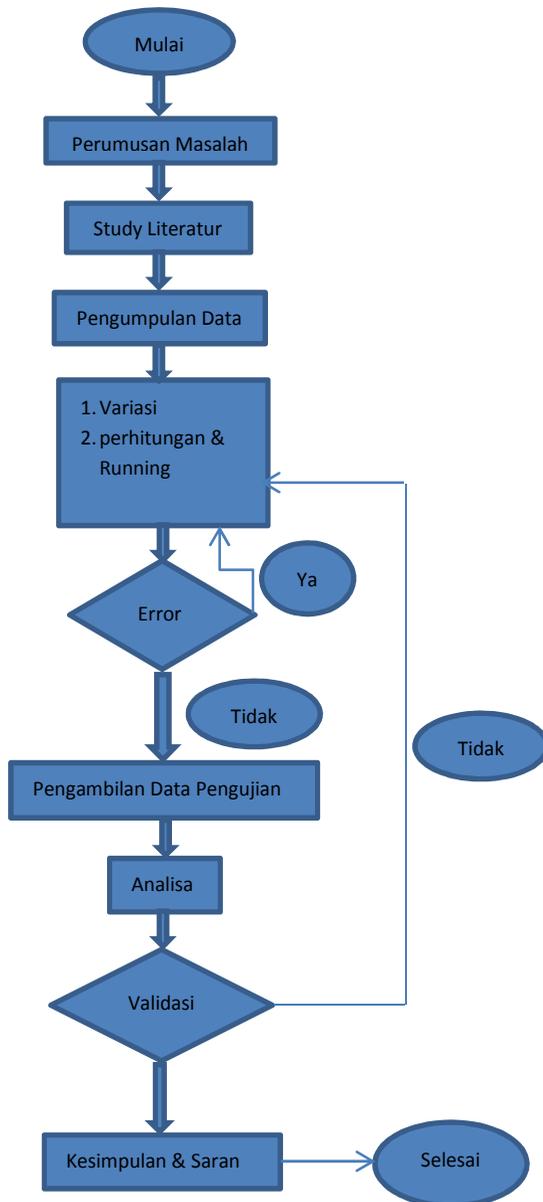
Setelah melakukan perhitungan, pengujian dan pengambilan data dari proses di atas, maka proses selanjutnya adalah meng-Analisa hasil dari proses pemodelan yang bertujuan untuk mengetahui berapa torsi dan luas penampang turbin yang terkena arus.

III.7 Kesimpulan dan Saran

Setelah beberapa proses analisa di atas mulai dari perumusan masalah, studi literatur, pengambilan data, variasi

data, proses running program, menganalisa hasil running, sampai pada proses validasi yang menentukan percobaan ini berhasil apa tidak semua itu bertujuan untuk menjawab pertanyaan yang ada pada perumusan masalah dan bisa di tarik kesimpulan pada bab ini.

Proses – proses analisa yang kami lakukan pastinya ada kesalahan baik dari human error maupun aplikasi yang kurang support untuk mengerjakan tugas akhir ini, oleh karena itu, saran dan kritik atau masukan bagi pembaca akan sangat kami hargai sebagai pengembangan dari penelitian ini.



Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV

PERHITUNGAN DAN PENGUJIAN MODEL

Pada bab ini yang akan di kerjakan adalah proses perhitungan dengan teori dan pengujian model menggunakan aplikasi. Pada perhitungan ini kami menyelesaikannya dengan menghitung secara manual daya dan kecepatan dari turbin tersebut. Perhitungan kali ini bertujuan untuk mengetahui berapa RPM turbine.

Turbin air mengubah energi potensial air menjadi energi mekanis. Energi mekanis diubah dengan generator listrik menjadi tenaga listrik. Berdasarkan prinsip kerja turbin dalam mengubah energi potensial air menjadi energi mekanis. Aliran air yang mempunyai energi potensial akan melewati sudu-sudu turbin. Gaya yang terjadi pada sudu-sudu akan menghasilkan torsi dan energi untuk memutar turbin. Putaran dari sudu-sudu tersebut akan mengakibatkan poros turbin ikut bergerak dan kemudian putaran poros turbin akan diteruskan ke generator listrik untuk diubah menjadi energi listrik. Pengertian di atas sejalan dengan *Hukum Newton*, yaitu :

1. Hukum Pertama:

Setiap benda akan memiliki kecepatan yang konstan kecuali ada gaya yang resultannya tidak nol bekerja pada benda tersebut. Berarti jika resultan gaya nol, maka pusat massa dari suatu benda tetap diam, atau bergerak dengan kecepatan konstan (tidak mengalami percepatan). Hal ini berlaku jika dilihat dari kerangka acuan inersial.

2. Hukum Kedua:

Sebuah benda dengan massa M mengalami gaya resultan sebesar F akan mengalami percepatan a yang arahnya sama dengan arah gaya, dan besarnya berbanding lurus terhadap F dan berbanding terbalik terhadap M . atau $F=Ma$. Bisa juga diartikan resultan gaya yang bekerja pada suatu benda sama dengan turunan dari momentum linear benda tersebut terhadap waktu.

3. Hukum Ketiga:

Gaya aksi dan reaksi dari dua benda memiliki besar yang sama, dengan arah terbalik, dan segaris. Artinya jika ada benda A yang memberi gaya sebesar F pada benda B , maka benda B akan memberi gaya sebesar $-F$ kepada benda A . F dan $-F$ memiliki besar yang sama namun arahnya berbeda. Hukum ini juga terkenal sebagai hukum aksi-reaksi, dengan F disebut sebagai aksi dan $-F$ adalah reaksinya.

Seperti yang di jelaskan pada hukum newton diatas bahwa bila benda di berikan suatu aksi maka akan terjadi reaksi sebagai respon dari gaya tersebut. Untuk menghitung distribusi gaya yang terjadi pada blade, maka di perlukan data sudu yang meliputi jumlah sudu, diameter hub, diameter tip, distribusi chord, distribusi twist dan penampang sudu, dan distribusi pembebanan Perhitungan momen bending yang di akibatkan karena gaya yang terdistribusi bisa di gunakan rumus berikut,

$$M_{z_1} = \int_{z_1}^R (z - z_1) f(z) dz \dots\dots\dots(4.1)$$

Dimana :

$Mz1$ = momen bending
 Z = beban yang terdistribusi.

Namun bisa juga di gunakan rumus seperti menghitung propeller dengan data yang di dapat yaitu kecepatan aliran dan luas permukaan turbin, lalu menghitung gaya-gaya yang terjadi pada blade, yaitu gaya sentrifugal dan gaya dorong/lifting.

Setelah mengetahui gaya yang terjadi maka, di cari distribusi pembebanan pada sudu, disini penulis tidak memiliki data untuk data sudu dan chord dari turbin,

Setelah terjadi distribusi beban, maka akan bisa di cari berapa torsi yang terjadi pada kecepatan tersebut, ketika mendapat nilai torsi, maka bisa kita gunakan untuk menghitung berapa kecepatan putaran dari turbin itu.

Selain menggunakan rumus tersebut, prinsip yang sama terjadi pada perhitungan propeller untuk mengetahui gaya dorong (thrust) yang di hasilkan oleh kecepatan putaran blade. Oleh karena itu bisa di hitung dengan cara mundur dari trust yang di hasilkan sampai ketemu rpm yang terjadi, dengan urutan pembebanan seperti di atas.

Karakteristik beban pada blade dapat ditampilkan dengan grafik oleh beberapa koefisien dalam bentuk ukuran. Diagram memberikan Torque dan Thrust sebagai fungsi kecepatan. Karakteristik propeler terdiri dari koefisien Thrust (KT), koefisien torque (KQ), dan koefisien advanced (J).

$$KT = T / \rho n^2 \times D^4 \dots\dots\dots (4.2)$$

$$K = Q / \rho n^2 \times D^5 \dots\dots\dots (4.3)$$

$$J = Va / Nd \dots\dots\dots (4.4)$$

Dimana :

ρ = massa jenis fluida

D = diameter propeller

N = putaran propeller

Va = advanced speed

T = thrust propeler

Q = torque propeler

Namun Karena data bentuk dan ukuran dari sudu-sudu turbin tidak di dapatkan penulis, seperti massa per sudu, jari-jari hub, chord, rpm, maka penulis menggunakan rumus dari penelitian sebelumnya untuk mencari RPM, lalu di masukkan software untuk di running untuk mencari torsi, berikut perhitungan yang di lakukan guna untuk mendapatkan tujuan yang telah di tetapkan pada perumusan masalah sebelumnya.

IV.1 Perhitungan Kecepatan putaran turbine

Perhitungan ini di lakukan pada satu turbine saja, perhitungan ini di lakukan sebagai respon dari kecepatan arus yang di terima oleh blade turbine, sehingga menghasilkan putaran pada turbine yang menimbulkan rpm atau kecepatan putaran pada turbine, perhitungan putaran turbine kali ini berdasarkan data data dari percobaan – percobaan sebelumnya mengenai turbine arus laut. Beberapa parameter kecepatan yang saya masukkan disini adalah dari kecepatan yang ada di laut indonesia dan dari beberapa percobaan yang telah di lakukan dan saya ambil nilai atas dan nilai bawah.

Nilai inlet yang saya masukan yaitu (1.061 m/s, 1.414 m/s, dan 1.768 m/s) kecepatan ini dari percobaan pertama. Dan kami juga memilih kecepatan lain yang ada di beberapa daerah di indonesia di ambil yang terkecil dan yang terbesar, yaitu (1,3 m/s, 4,3 m/s).

Karena pada software yang saya gunakan tidak bisa di gunakan untuk menghitung RPM dari nilai kecepatan inlet, maka saya menggunakan rumus sebagai berikut untuk mengetahui berapa kecepatan putaran turbin sebagai respon dari kecepatan aliran di atas.

$$n \text{ (rad/s)} = v \text{ (m/s)} \times [\text{TSR} / r \text{ (m)}] \dots\dots\dots(4.5)$$

$$(1 \text{ rad/s} = 9,5493 \text{ rpm})$$

dimana :

n = Rational speed (rad/s)

v = Flow velocity

TSR = Tip speed Ratio

R = Radius blade

Rumus tersebut saya peroleh dari penelitian / Tugas akhir yang telah di lakukan oleh Desna Hestyandhoko yang berhubungan dengan optimasi desain blade pada turbine poros horisontal.

TSR (Tip Speed Ratio) adalah perbandingan kecepatan angin dengan kecepatan ujung sudu. Pada penelitian yang saya kerjakan, saya mengacu pada penelitian sebelumnya yang Tip Speed Rationya adalah 4. Maka dalam perhitungan RPM kali ini TSR yang saya gunakan adalah 4 namun kecepatan laju aliran berbeda. Dalam penelitian ini saya menguji lima kecepatan dan perhitungannya sebagai berikut :

- Perhitungan pada kecepatan aliran 1,061 m/s

$$\begin{aligned} n \text{ (rad/s)} &= v \text{ (m/s)} \times [\text{TSR} / r \text{ (m)}] \\ &= 1,061 \times (4 / 3,75) \\ &= 1,13173 \text{ rad/s} \\ &= 10,8073 \text{ rpm} \end{aligned}$$
- Perhitungan pada kecepatan aliran 1,414 m/s

$$\begin{aligned} n \text{ (rad/s)} &= v \text{ (m/s)} \times [\text{TSR} / r \text{ (m)}] \\ &= 1,414 \times (4 / 3,75) \\ &= 1,50827 \text{ rad/s} \\ &= 14,4029 \text{ rpm} \end{aligned}$$

- Perhitungan pada kecepatan aliran 1,768 m/s

$$\begin{aligned} n \text{ (rad/s)} &= v \text{ (m/s)} \times [\text{TSR} / r \text{ (m)}] \\ &= 1,768 \times (4 / 3,75) \\ &= 1,88587 \text{ rad/s} \\ &= 18,0087 \text{ rpm} \end{aligned}$$
- Perhitungan pada kecepatan aliran 1,300 m/s

$$\begin{aligned} n \text{ (rad/s)} &= v \text{ (m/s)} \times [\text{TSR} / r \text{ (m)}] \\ &= 1,061 \times (4 / 3,75) \\ &= 1,38667 \text{ rad/s} \\ &= 13,2417 \text{ rpm} \end{aligned}$$
- Perhitungan pada kecepatan aliran 4,300 m/s

$$\begin{aligned} n \text{ (rad/s)} &= v \text{ (m/s)} \times [\text{TSR} / r \text{ (m)}] \\ &= 1,061 \times (4 / 3,75) \\ &= 4,58667 \text{ rad/s} \\ &= 43,7995 \text{ rpm} \end{aligned}$$

IV.2 Perhitungan daya yang di hasilkan

Menghitung daya yang di lakukan kali ini bertujuan untuk mengetahui daya yang dapat di hasilkan oleh satu turbine yang di aliri arus air dengan variasi kecepatan tersebut. Perhitungan daya pada proses ini bertujuan untuk mengetahui daya yang hasilkan oleh turbine menggunakan rumus umum yang saya dapat pada penelitian atau Tugas Akhir yang telah di lakukan pada penelitian sebelumnya oleh Agus .S yang berhubungan dengan optimasi penentuan jarak turbin.

$$P = 1/2 \times \rho \times A \times v^3 \dots\dots\dots(4.6)$$

Dimana :	P	= daya turbin (W)
	ρ	= densitas air laut (kg/m ³)
	A	= area permukaan rotor yang terkena Aliran (m ²)
	I	= kecepatan arus (m/s)

Pada perhitungan daya kali ini, kami menghitung tiap - tiap kecepatan aliran yang terjadi pada turbine yang berguna untuk sebagai perbandingan dengan rpm yang di hasilkan pada tiap – tiap kecepatan aliran yang terjadi pula pada turbine, sehingga dapat di simpulkan perbandingan ini sebanding atau tidak sebanding. Perhitungan menggunakan luas area yang saya dapat dari software pada bagian running di bawah bagian perhitungan ini.

- Perhitungan pada kecepatan aliran 1,061 m/s
Rumus : $P = 1/2 \times \rho \times A \times I^3$
 $= 1/2 \times 1,025 \times 11,2856 \times (1,061)^3$
 $= 6,908 \text{ W}$

- Perhitungan pada kecepatan aliran 1,414 m/s
Rumus : $P = 1/2 \times \rho \times A \times I^3$
 $= 1/2 \times 1,025 \times 11,2856 \times (1,414)^3$
 $= 16,351 \text{ W}$

- Perhitungan pada kecepatan aliran 1,768 m/s
Rumus : $P = 1/2 \times \rho \times A \times I^3$
 $= 1/2 \times 1,025 \times 11,2856 \times (1,768)^3$
 $= 31,964 \text{ W}$

- Perhitungan pada kecepatan aliran 1,300 m/s
Rumus : $P = \frac{1}{2} \times \rho \times A \times V^3$
 $= \frac{1}{2} \times 1,025 \times 11,2856 \times (1,300)^3$
 $= 12,707 \text{ W}$

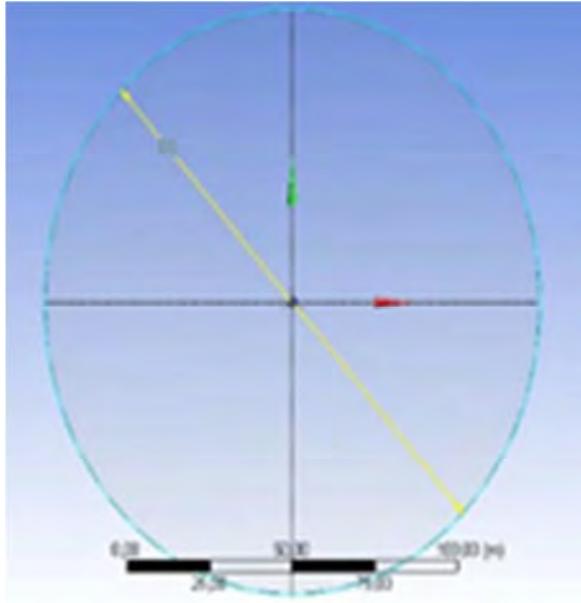
- Perhitungan pada kecepatan aliran 4,300 m/s
Rumus : $P = \frac{1}{2} \times \rho \times A \times V^3$
 $= \frac{1}{2} \times 1,025 \times 11,2856 \times (4,300)^3$
 $= 459,858 \text{ W}$

IV.3 Running program

Pada proses ini dilakukan menggunakan software yang bisa meng ilusrasikan serta menghasilkan data dari software. Untuk mengetahui berapa torsi, gaya dan luasan dari turbin yang mempengaruhi perhitungan daya dapat di ketahui setelah di lakukan proes simulasi.

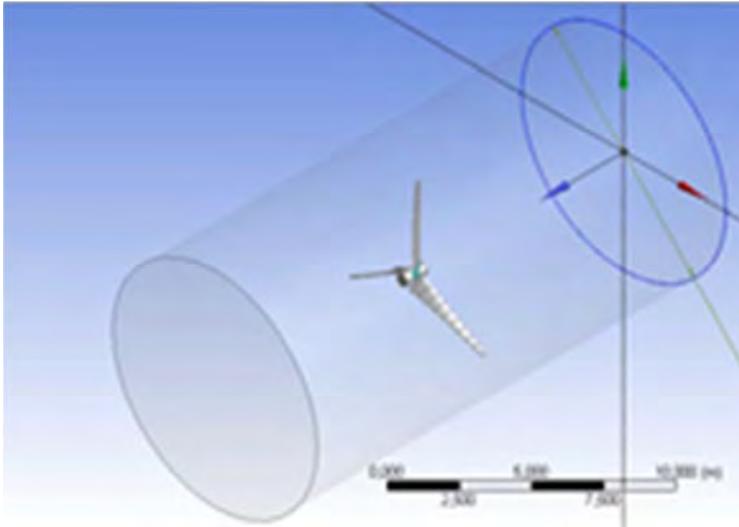
Pertama di tentukan kecepatan inletnya, di sisni kami sudah menentukan kecepatan inlet sebesar yaitu (1.061 m/s, 1.414 m/s, dan 1.768 m/s) kecepatan ini dari percobaan pertam.

Dan kami juga memilih kecepatan lain yang ada di beberapa daerah di indonesia di ambil yang terkecil dan yang terbesar, yaitu (1,3 m/s, 4,3 m/s).



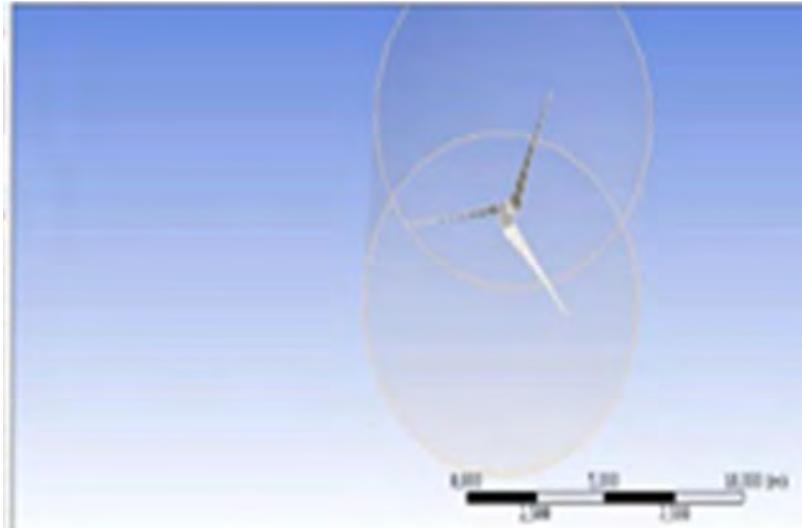
Gambar 4.1 tampak depan turbin

Dari data yang di peroleh seperti pada bab sebelumnya, pada bab ini penulis merubah ukuran dari fluida yang mengalir melewati turbine, hal ini di karenakan obyek penelitian yang hanya meneliti 1 (satu) turbin saja. Namun hal tersebut tidak mengubah hasil dari running program, karena inputan dari kecepatan aliran air laut sama seperti yang telah di rencanakan pada perumusan masalah, dan luas dari fluida yang mengenai turbin lebih lebar dari turbin itu sendiri. Hali ini bertujuan agar pembaca dapat mengetahui proyeksi antara tabung aliran air dengan turbin.



Gambar 4.2 tampak isometri turbin

Penulis sebelumnya menggunakan luas penampang fluida yang lebar karena meneliti beberapa turbine. Beberapa turbine tersebut di rencanakan secara array, dan di analisa jarak optimal dari turbin itu. Kalau menggunakan luas aliran yang kecil, maka tidak bisa di lakukan proses running, luas penampang tidak mencukupi, dan hasilnya tidak akan maksimal. Dalam mengurangi volume silinder aliran air, penulis tidak merubah ukuran dari turbin.

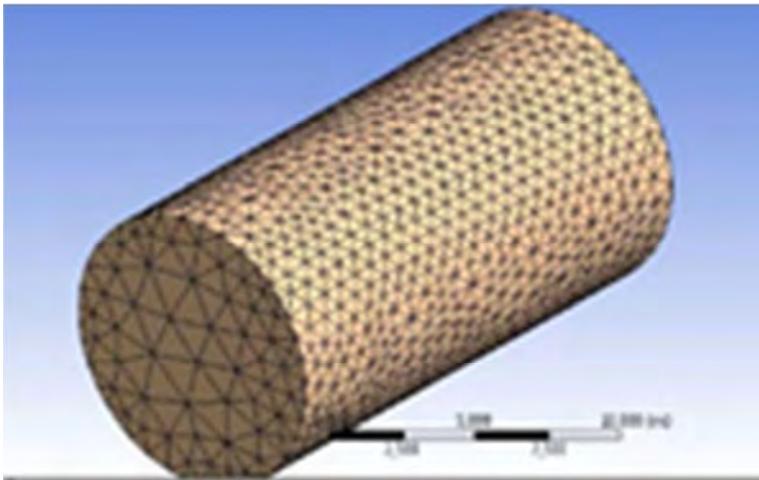


Gambar 4.3 proses mesh

Setelah melakukan proses di atas, maka selanjutnya adalah proses meshing. Proses ini dilakukan untuk memastikan bagian-bagian apa saja yang akan di running dan dengan menggunakan analisa apa yang di perlukan. Proses ini juga mencocokkan antara benda yang telah kita buat di proses sebelumnya dengan yang akan di simulasikan. Dalam proses ini bila ada yang tidak sesuai dengan yang kita inputkan maka program tidak bisa running

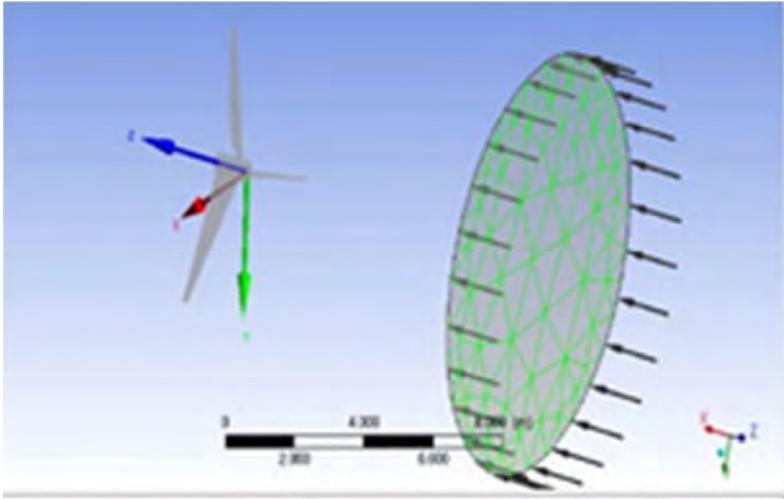


Gambar 4.4 proses mesh 2



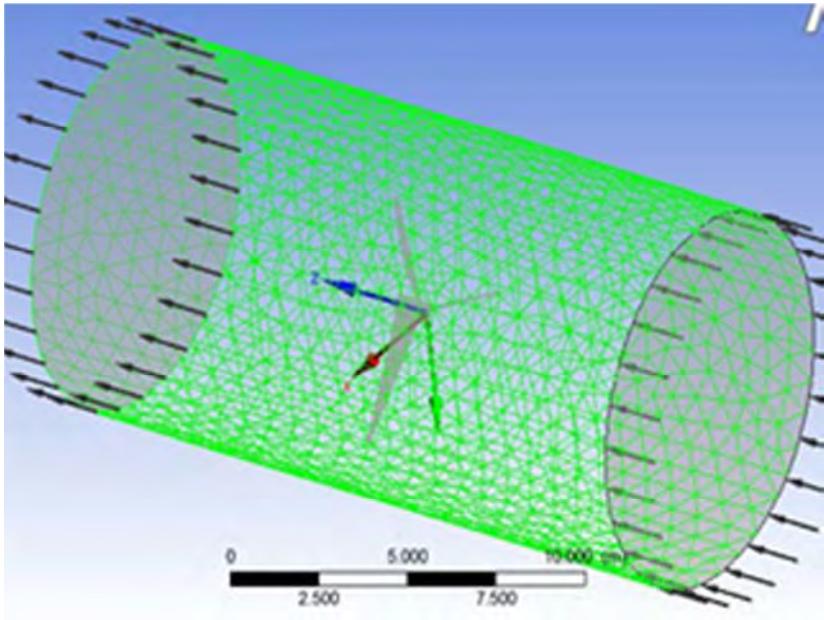
Gambar 4.5 mesh selesai

Proses ini memakan waktu yang cukup lama, setelah proses ini selesai maka, akan seperti gambar di atas.



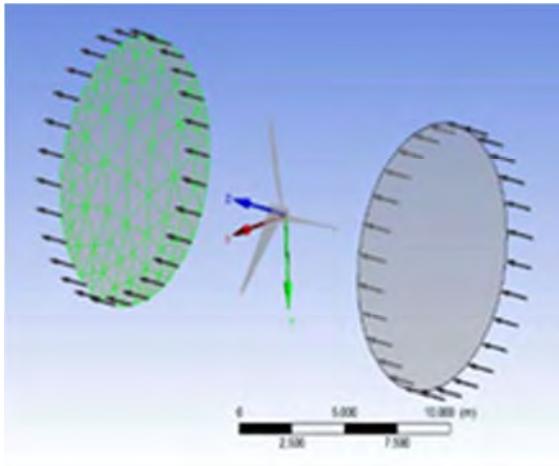
Gambar 4.6 Inlet fluid

Setelah itu menuju proses setup seperti pada gambar di atas. Proses simulasi ini menggunakan fluida sebagai medianya jadi untuk simulasi arusnya di ilustrasikan seperti berikut, inlet, dinding / wall, dan outlet.

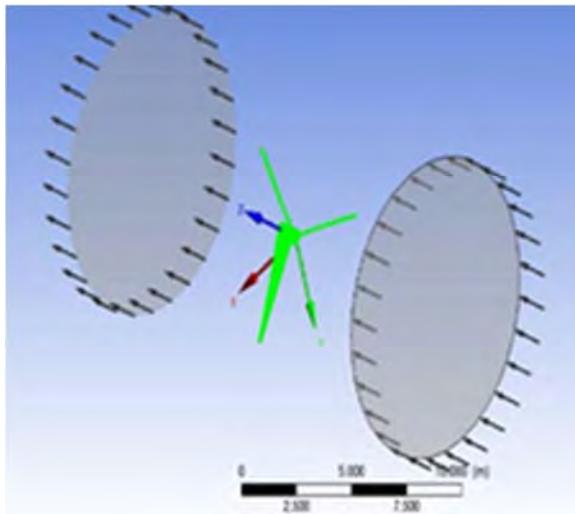


Gambar 4.7 wall fluid

Dinding sebagai pembatas pada aliran airnya, outlet sebagai arah keluar aliran air yang melewati wall. Lebar dinding tidak mempengaruhi kecepatan aliran yang di bebaskan pada turbin.

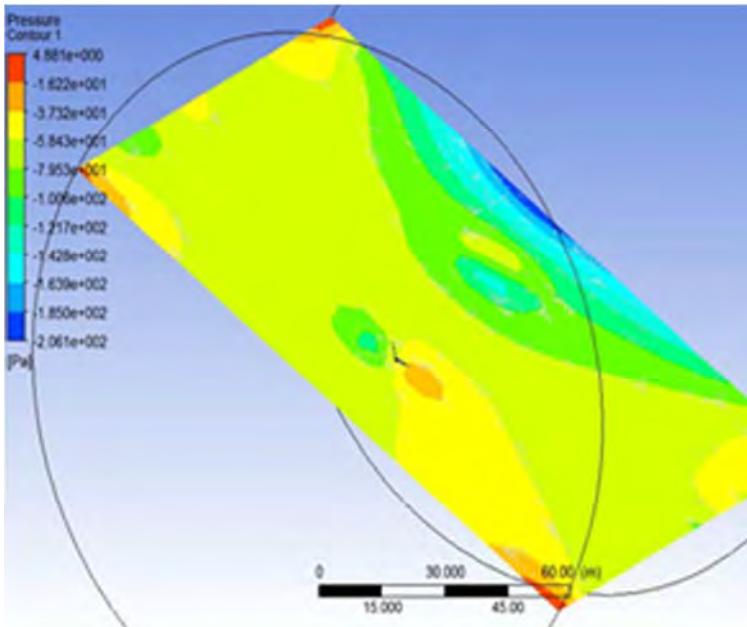


Gambar 4.8 outlet fluid



Gambar 1.5 turbine

Setelah memasukkan kecepatan aliran pada fluid inlet tersebut maka proses selanjutnya adalah memasukkan rpm yang di dihasilkan oleh turbine dari rumus perhitungan di atas tadi, dan di lakukan *Running program* untuk mendapatkan nilai dari luas area yang telah saya gunakan pada perhitungan daya di proses perhitungan daya di atas, dan torsi di gunakan sebagai perbandingan antara RPM dan Torsi.



Gambar 4.10 simulasi turbine

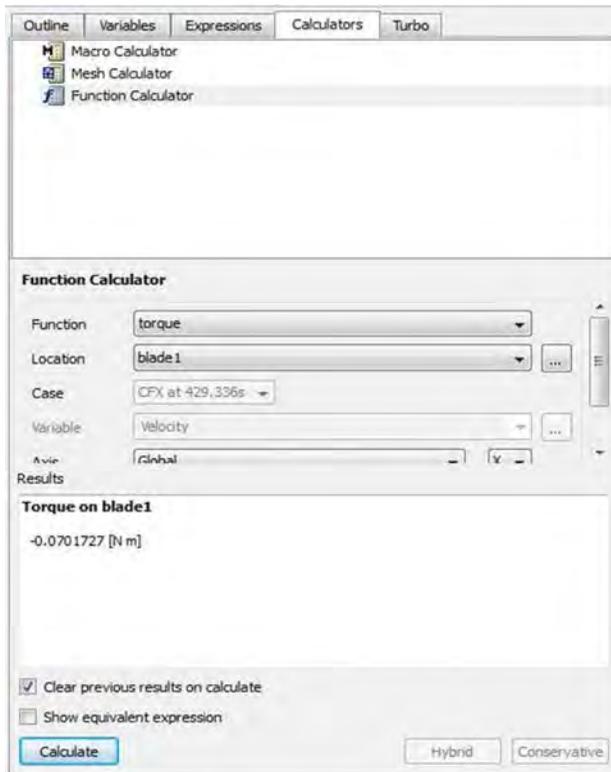
Berikut merupakan hasil dari calculate yang di catat untuk penelitian ini :



Gambar 4.11 hasil perhitungan luas turbine

Pada hasil simulasi di atas dapat di lihat bahwa luas permukaan turbine sebesar 11,285 m², yang kami masukkan pada perhitungan daya yang telah kami hitung pula di atas.

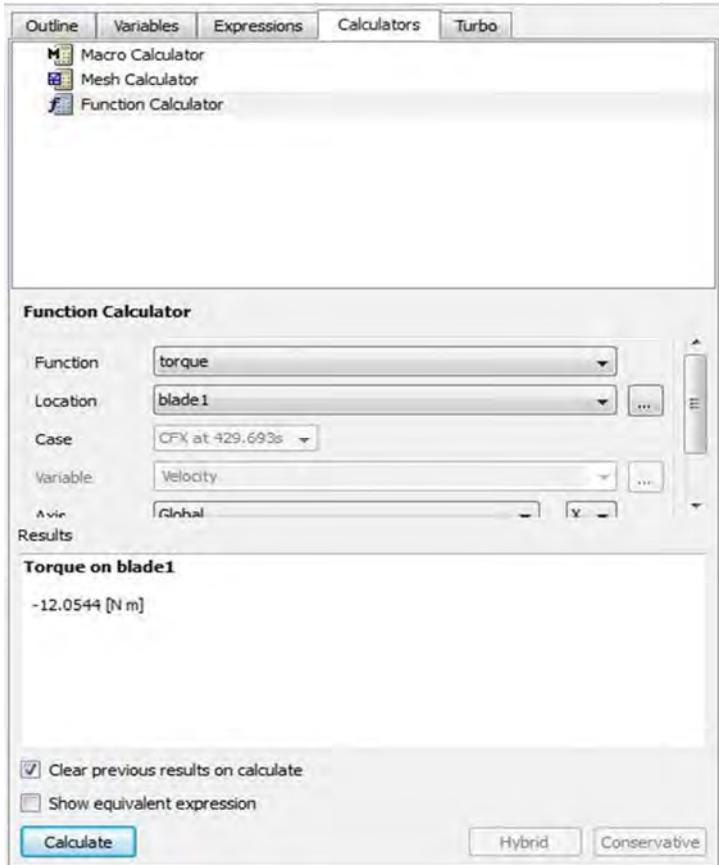
- *Running pada kecepatan aliran 1,061 m/s dan rpm 1,131 rad/s*



Gambar 4.12 hasil perhitungan torsi pada rpm 1,131 rad/s

Pada hasil tersebut dapat di lihat hasil untuk torsi dari turbin yang berdiameter 7,5 meter dan berdaun 3 pada kecepatan aliran 1,061 m/s dan rpm turbine adalah 1,131 rad/s. Nilai torsi adalah 0,070 Nm.

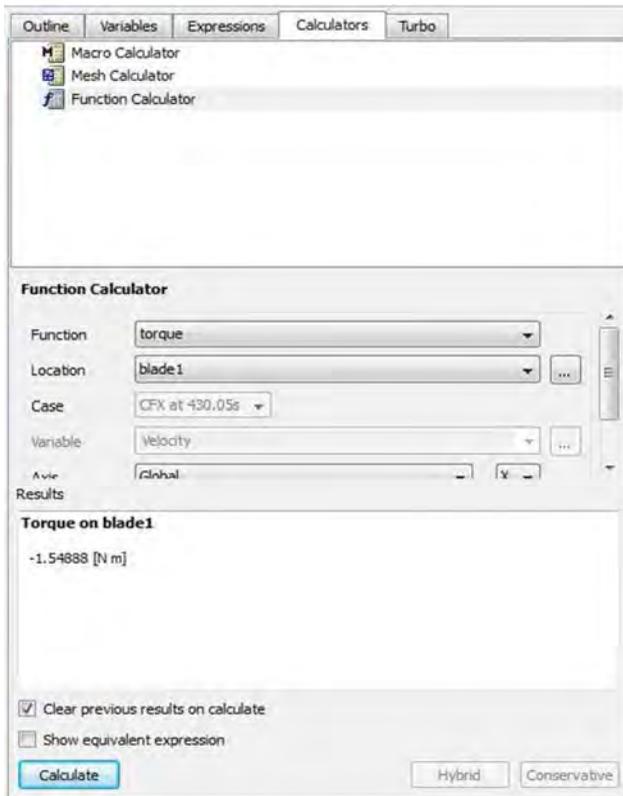
- *Running pada kecepatan aliran 1,414 m/s dan rpm 1,508 rad/s*



Gambar 4.13 hasil perhitungan torsi pada rpm 1,508 rad/s

Pada hasil tersebut dapat di lihat hasil untuk torsi dari turbin yang berdiameter 7,5 meter dan berdaun 3 pada kecepatan aliran 1,414 m/s dan rpm turbine adalah 1,508 rad/s. Hasil torsi adalah 12,0544 Nm.

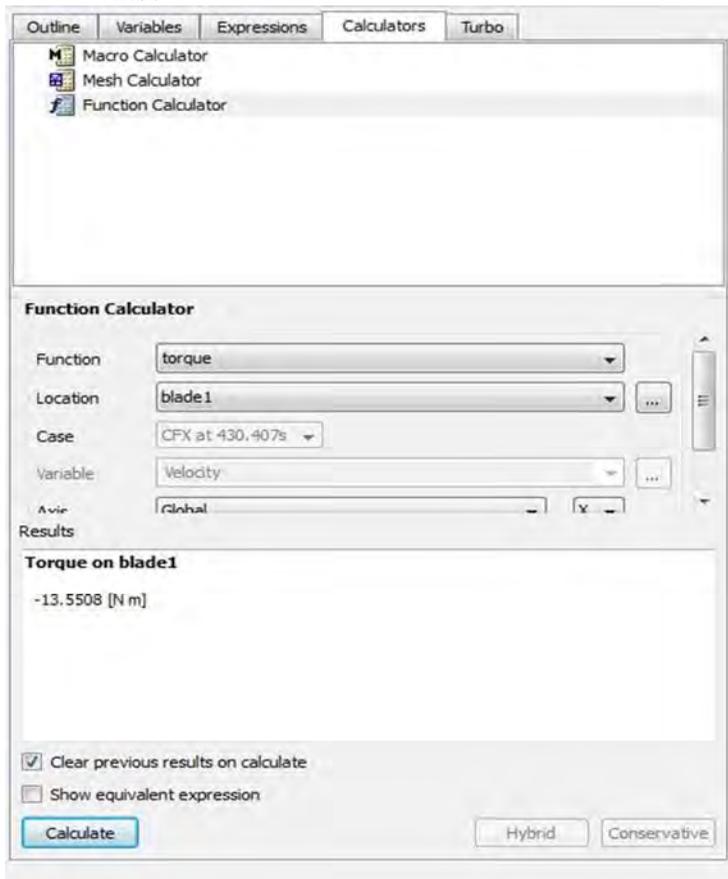
- *Running pada kecepatan aliran 1,768 m/s dan rpm 1,885 rad/s*



Gambar 4.14 hasil perhitungan torsi pada rpm 1,885 rad/s

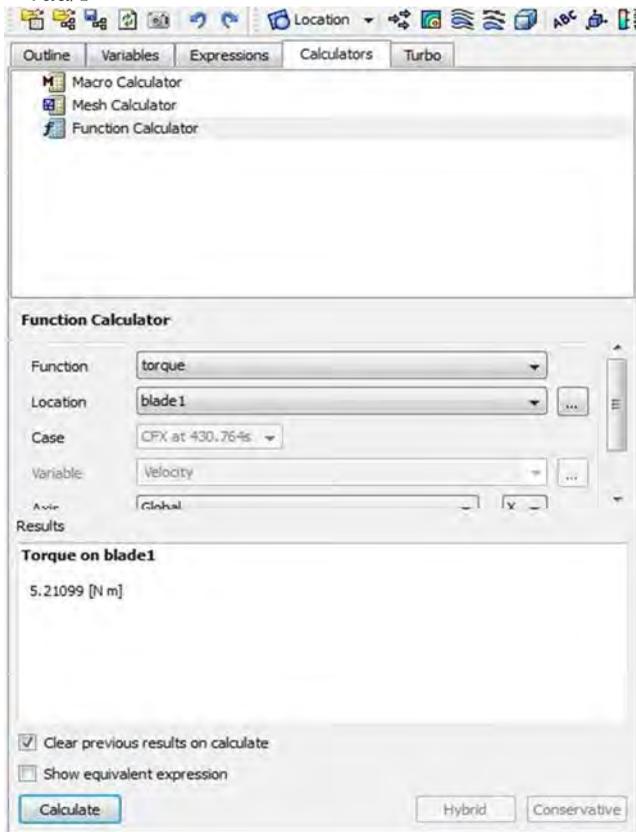
Pada hasil tersebut dapat di lihat hasil untuk torsi dari turbin yang berdiameter 7,5 meter dan berdaun 3 pada kecepatan aliran 1,768 m/s dan rpm turbine adalah 1,885 rad/s. Hasil torsi adalah 1,5488 Nm.

- *Running pada kecepatan aliran 1,300 m/s dan rpm 1,386 rad/s*



Gambar 4.15 hasil perhitungan torsi pada rpm 1,386 rad/s Pada hasil tersebut dapat di lihat hasil untuk torsi dari turbin yang berdiameter 7,5 meter dan berdaun 3 pada kecepatan aliran 1,300 m/s dan rpm turbine adalah 1,386 rad/s. Hasil torsi adalah 13,550 Nm.

- *Running pada kecepatan aliran 4,300 m/s dan rpm 4,580 rad/s*



Gambar 4.16 hasil perhitungan torsi pada rpm 4,580 rad/s. Pada hasil tersebut dapat dilihat hasil untuk torsi dari turbin yang berdiameter 7,5 meter dan berdaun 3 pada kecepatan aliran 4,300 m/s dan rpm turbin adalah 4,580 rad/s. Hasil torsi adalah 12,0544 Nm.

IV.3 Hasil Yang di Peroleh

Dari hasil perhitungan dan hasil running di atas maka dapat di peroleh hasil sebagai berikut

No	Kecepatan Aliran (m/s)	Rpm (m/s)	Daya (w)	Torsi (kN)
1	1,061	10,807	6,908	0,0701
2	1,300	13,241	12,707	13,550
3	1,414	14,401	16,351	12,054
4	1,768	18,008	31,964	1,548
5	4,300	43,799	495,858	5,210

Tabel 4.1 data yang di peroleh

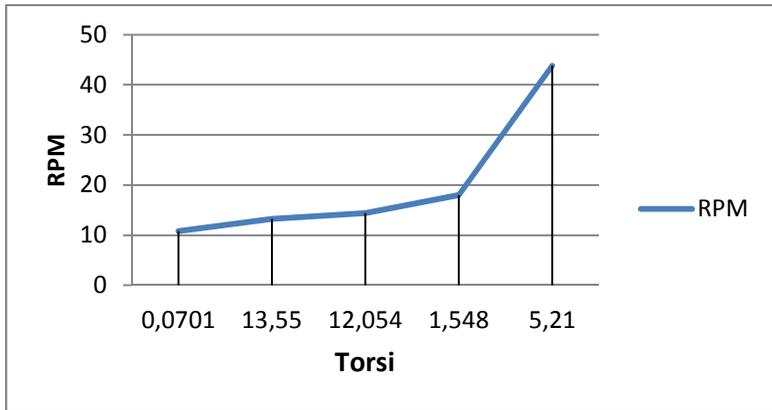
Tabel di atas merupakan hasil dari apa yang ada dalam perumusan masalah, namun di tambah dengan mencari daya dan torsi dengan menggunakan rumus dan software. Dari hasil data yang di peroleh di atas, maka dapat di analisa perbandingan antara putaran turbin terhadap torsi, dan putaran turbin terhadap daya.

No	RPM Turbine (m/s)	Torsi (kN)
1	10,807	0,0701
2	13,241	13,550
3	14,401	12,054
4	18,008	1,548
5	43,799	5,210

Tabel 4.2 perbandingan anatara RPM vs Torsi

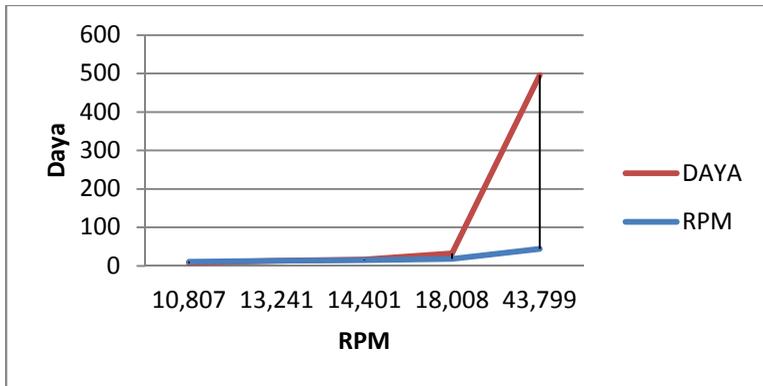
No	RPM Turbine (m/s)	Daya (w)
1	10,807	6,908
2	13,241	12,707
3	14,401	16,351
4	18,008	31,964
5	43,799	495,858

Tabel 4.3 perbandingan antara RPM vs Daya



Grafik 4.1 perbandingan antara RPM dan Torsi

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa besarnya RPM berbanding lurus dengan Torsi, itu artinya, semakin besar RPM yang di hasilkan oleh aliran yang di bebaskan pada turbin, maka semakin besar pula torsi yang akan di terima oleh turbine.



Grafik 4.2 perbandingan antara Daya dan RPM

Dari grafik di atas dapat dilihat perbandingan antara Daya dan RPM, terjadi perbedaan yang signifikan antara RPM dan Daya. Walaupun secara garis besar perbandingannya berbanding lurus.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 KESIMPULAN

1. Dapat di lihat pada percobaan di atas bahwa kecepatan putaran turbine (RPM) berbanding lurus dengan daya yang di hasilkan. Walaupun terjadi pergerakan yang signifikan, namun secara garis besar menunjukkan semakin besar RPM maka semakin besar pula Daya yang di hasilkan.
2. Setelah dilakukan beberapa kali running program, ternyata besarnya rpm berbanding lurus dengan besar torsi. Yang artinya semakin besar RPM maka semakin besar pula torsi yang di dapat.
3. Semakin rendah putaran turbin, maka daya yang di hasilkan semakin kecil.

V.2 SARAN

1. Perlu penelitian lebih lanjut tentang turbin yang berdaun lebih banyak atau lebih sedikit.

Daftar Pustaka

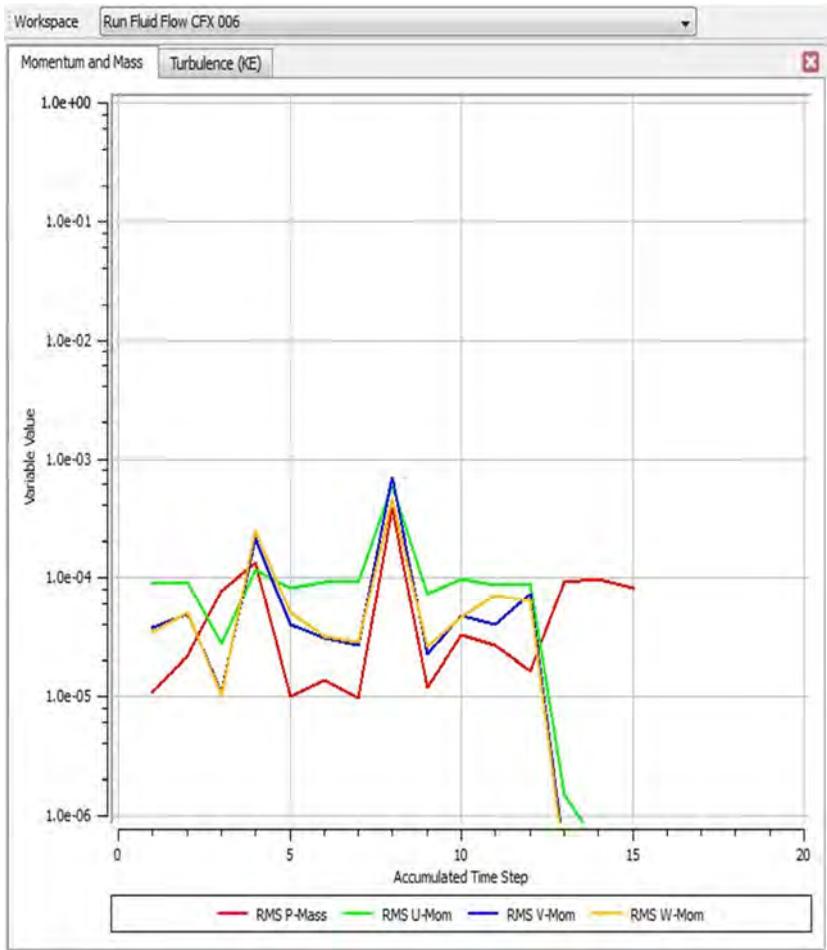
1. Agus S, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
“Analisa Peletakan Multi Horisontal Turbin Secara Bertingkat”
2. Paul Mycek. “Numerical And Experimental Study Of The Interaction Between Two Marine Current Turbine”
3. Funke S. “Tidal Turbine Array Optimization Using the Adjoint Approach”.
4. <https://pltal.wordpress.com/>
5. <http://www.getsttpln.com/2014/03/arus-laut-sebagai-sumber-energi-listrik.html>
6. <http://mgi.esdm.go.id>
7. <http://meikieruputra.blogdetik.com/2012/11/03/tidal-energy-energi-pasang-surut/>
8. http://www.aseli.co/index.php?option=com_content&view=article&id=72&catid=40&Itemid=53
9. <http://bagustris.blogspot.co.id/2015/01/student-note-pembangkit-listrik.html>
10. http://www.academia.edu/5385793/PEMBANGKIT_LISTRIK_TENAGA_PASANG

DAFTAR LAMPIRAN

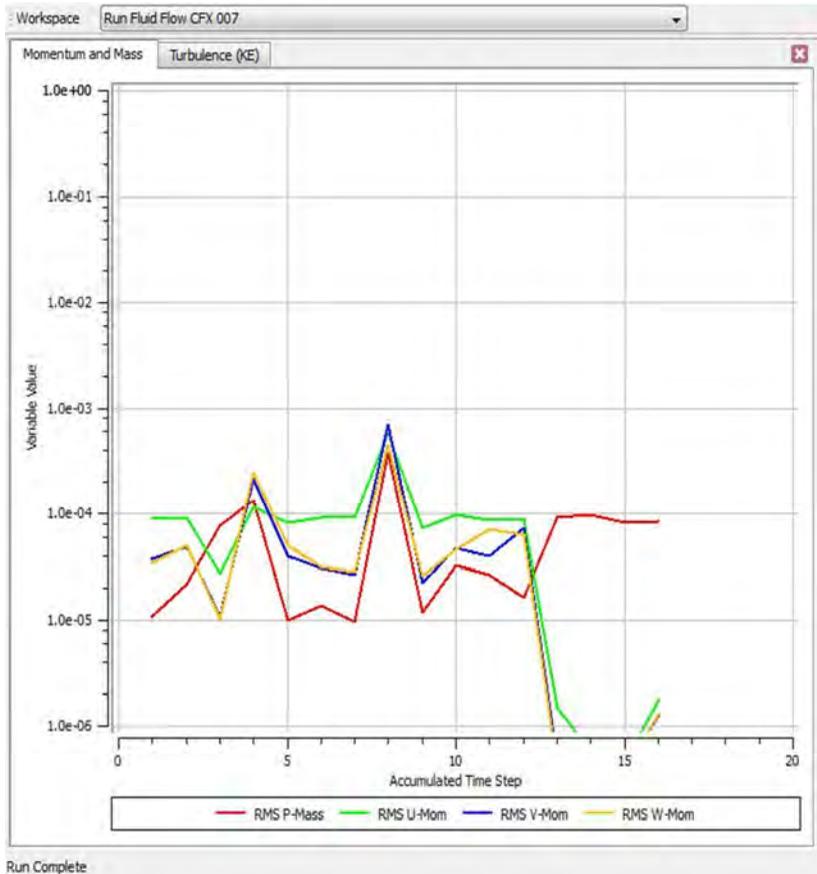
1. Report kecepatan aliran 1,061 rpm
2. Report kecepatan aliran 1,414 rpm
3. Report kecepatan aliran 1,768 rpm
4. Report kecepatan aliran 1,300 rpm
5. Report kecepatan aliran 4,300 rpm

Lampiran

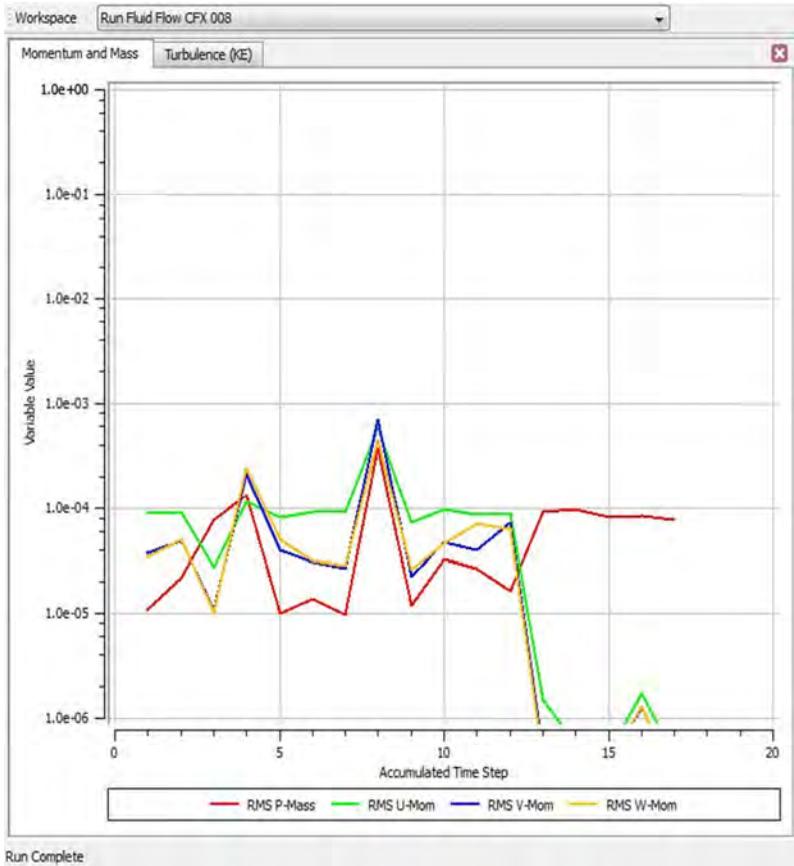
report untuk running kecepatan aliran 1,061 dan rpm 1,131 rad/s.



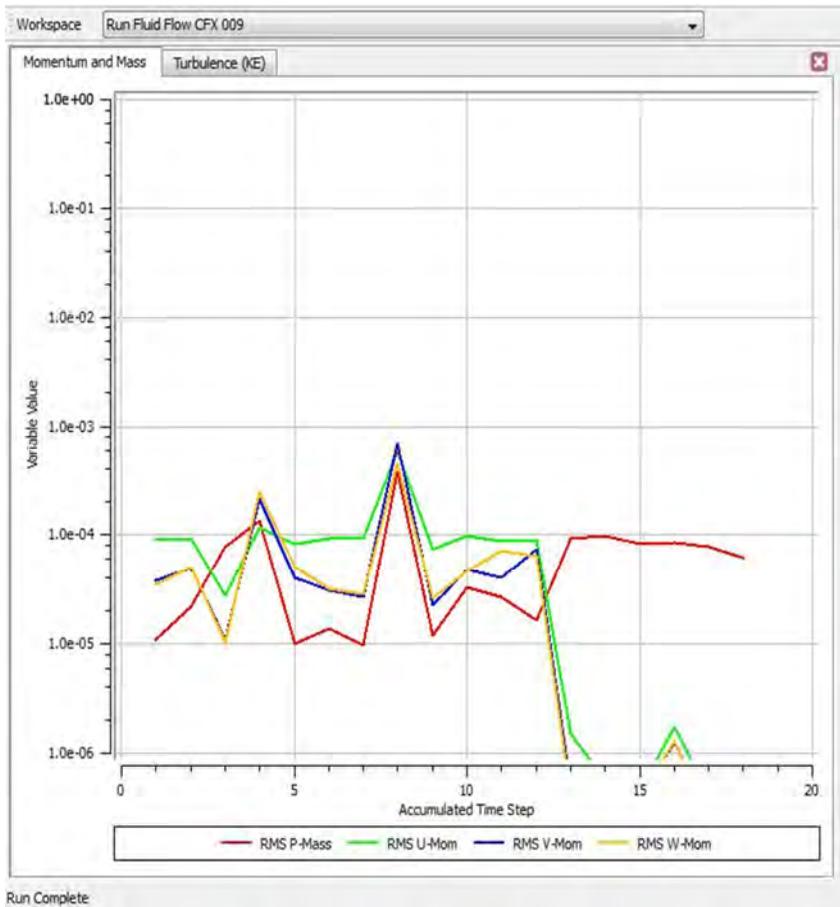
Hasil report untuk running kecepatan aliran 1,414 dan rpm 1,508 rad/s.



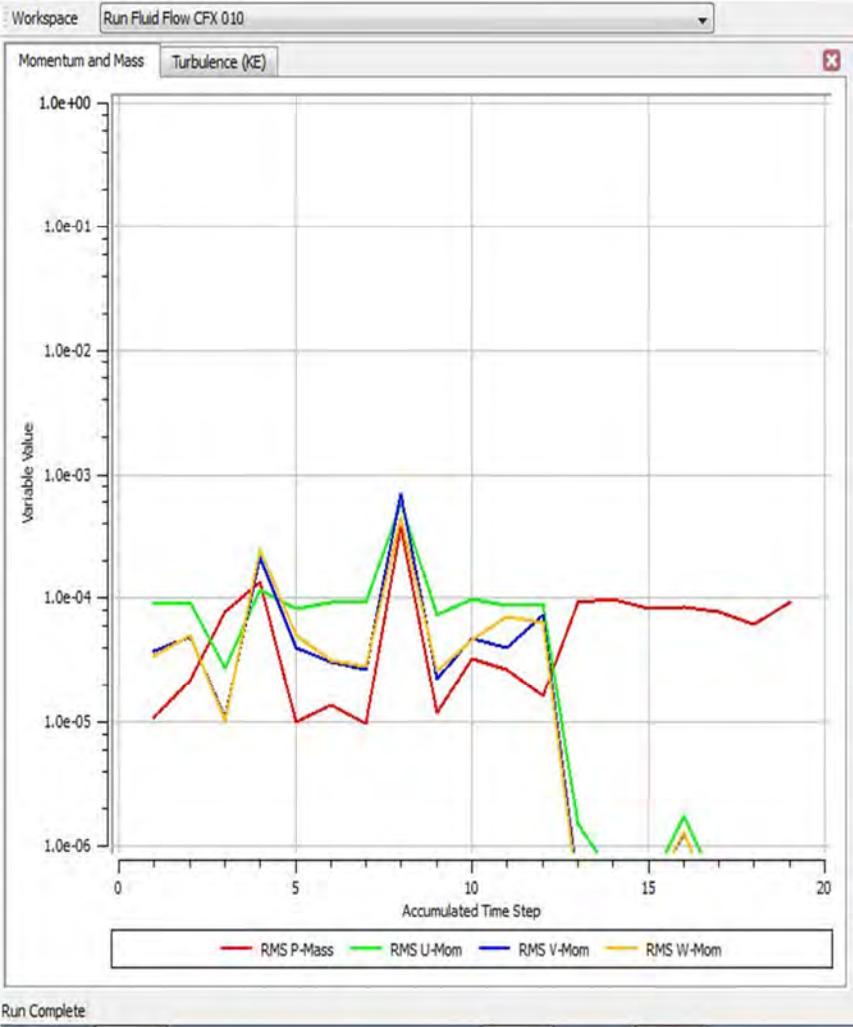
Hasil report untuk running kecepatan aliran 1,768 dan rpm 1,885 rad/s.



Hasil report untuk running kecepatan aliran 1,300 dan rpm 1,386 rad/s.



Hasil report untuk running kecepatan aliran 4,3 dan rpm 4,58 rad/s.



BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Gresik pada tanggal 11 Februari 1992, merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN 1 Wahas, SMPN 1 Balongpanggang, dan SMAN 1 Mantup-Lamongan. Pada tahun 2010 penulis melanjutkan pendidikan Diploma III di Jurusan Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya dan lulus pada tahun 2013. Pada Februari 2014 penulis melanjutkan studi S1 jurusan Sistem Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan-ITS dengan kosentarsi ilmu pada *Marine Manufacture and Design (MMD)*. Selama perkuliahan penulis aktif dalam beberapa kegiatan seminar dan pelatihan, baik yang diselenggarakan oleh pihak dari Jurusan Teknik Sistem Perkapalan maupun dari luar kampus.

Nur Sholeh Febryanto
Jurusan Teknik Sistem Perkapalan-FTK-ITS
ns_febryanto@rocketmail.com