

ANALISA PENGARUH PERUBAHAN PANJANG *CHORD* DAN KETEBALAN *BLADE* PADA TURBIN PEMBANGKIT TENAGA ARUS DENGAN METODE CFD

Oleh:

Andi Trimulyono, Ryan Andriawan

Program Studi S1 Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

ABSTRACT

Indonesia as an archipelagic country has territorial waters wider than the land, so the Indonesian seas provide a very large alternative energy, such as energy produced from ocean currents. This energy can produce a very large kinetic energy and environmentally friendly.

During this ocean current energy generation power that has developed and patented a type of Darrieus Water Turbine propulsion and turbine vertical Axiz kobolt. In this study, using a turbine with NACA 0018 foil type, by modifying the NACA 0018 foil with changing chord length and thickness of the blade to get a big lift and drag are smaller than the foil using a standard numerical method Computational Fluid Dynamics (CFD).

Single foil modified by reducing the thickness of the blade to be at 50%, 80%, 95% decline in the value of CL and the ratio CL / CD. While the modifications with the addition of a chord of 5%, 10%, 15% an increase in the value of CL and the ratio CL / CD. Based on these results the best modifications for a single foil is to increase the length of 15% chord. As for the best modification of the group for the thickness is the thickness of 95% occurred at 9.9 seconds with a maximum torque Nm^2 1,72.10 and chord length for modification is the addition of 5% occurred in 4.3 seconds with a maximum torque of 1,84.10 Nm^2

Keywords : *Lift, Drag, Torque, CFD*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi yang semakin lama semakin besar mengakibatkan manusia selalu mencari solusi akan kebutuhan energi alternatif, energi dari bahan bakar fosil yang semakin menipis tidak sebanding dengan kebutuhan manusia akan energi yang semakin bertambah. Selain itu, penggunaannya juga dapat mengakibatkan kerusakan pada lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan energi alternatif yang tidak merusak lingkungan dan dalam jumlah besar sehingga dapat mengurangi penggunaan bahan bakar fosil yang berlebihan.

Sebagai negara dengan wilayah lautan yang cukup besar membuat Indonesia memiliki potensi untuk mengembangkan energi alternatif dari laut. Salah satu

sumber energi alternatif yang terdapat dilaut diantaranya arus laut yang merupakan energi alternatif dan banyak terdapat pada wilayah indonesia. Sebagai negara kepulauan yang besar, laut Indonesia menyediakan sumber energi alternatif yang meliputi antara lain energi panas laut, energi akibat pasang surut, energi gelombang laut dan energi arus laut. Keuntungan penggunaan energi arus laut adalah selain ramah lingkungan, energi ini juga mempunyai intensitas energi kinetik yang besar dan dapat dimanfaatkan sebagai penggerak turbin tenaga arus sehingga bisa menghasilkan daya listrik.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas tujuan penelitian ini adalah memodifikasi *foil NACA 0018* dengan cara merubah

ketebalan *foil* dan panjang *chord* untuk melihat performansi setelah modifikasi serta pengaruhnya terhadap karakteristik *foil NACA 0018*. Sehingga dapat diketahui nilai *lift* dan *drag* dari *foil NACA 0018* dari sebelum dan sesudah modifikasi, dan perubahan dari modifikasi *foil* yang menghasilkan torsi paling besar dibandingkan dengan *foil* sebelum dilakukan modifikasi.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dengan penelitian ini adalah memodifikasi *foil NACA 0018* dengan cara memvariasi panjang *chord* dan ketebalan agar diperoleh informasi yang lebih mendalam tentang pengaruh perubahan terhadap panjang *chord* dan ketebalan pada *foil NACA 0018*. Penelitian akan dilakukan secara numerik (*CFD*) untuk menggambarkan karakteristik hidrodinamik *foil* tersebut. Dari uraian diatas maka tujuan yang ingin dicapai adalah sebagai berikut :

1. Mendapatkan informasi dan pengetahuan mengenai karakteristik *foil NACA 0018* setelah dilakukan modifikasi pada panjang *chord* dan ketebalan *foil*.
2. Mendapatkan nilai koefisien *lift* dan *drag* untuk *foil NACA 0018* sebelum maupun setelah dimodifikasi.
3. Mengetahui torsi maksimum, dan besar daya turbin yang menggunakan *foil NACA 0018* baik sebelum maupun sesudah dimodifikasi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Turbin Pembangkit Tenaga Arus

Konversi energi arus laut mempunyai kemiripan kerja terhadap konversi energi angin namun dengan beberapa perbedaan *diantara* keduanya meliputi *fluida* serta perilaku dinamik dari *foil* akibat aliran dalam *fluida*. Sama - sama turbin dengan mengandalkan kecepatan aliran, energi yang di dapat dari energi arus laut lebih besar di banding dengan turbin energi

angin. Umumnya desain dari turbin arus laut adalah pengembangan dari desain turbin energi angin. Perkembangan konversi energi dimulai pada tahun 1930 oleh *Darrius* dengan pembuatan turbin angin dengan bentuk turbin secara vertikal, dalam perjalanan waktu mulai dilakukan pengembangan dari turbin angin tersebut. Terdapat 2 jenis turbin utama yang digunakan secara luas yaitu :

2.1.1 Turbin Horizontal Axiz

ini mempunyai sumbu rotor yang sejajar dengan sumbu horizontal. Turbin ini terdiri dari sebuah menara yang di puncaknya terdapat sebuah baling-baling yang berfungsi sebagai rotor dan menghadap atau membelakangi arah aliran.

2.1.2 Turbin Vertical Axiz

mempunyai letak sumbu sejajar arah vertikal yang memungkinkan meletakkan generator diatas permukaan air dibandingkan *horizontal axis*, kelebihan yang lain adalah putaran dari turbin tidak tergantung arah dari aliran *fluida*. Turbin *Darrius* merupakan salah satu turbin *vertikal axis* yang dikembangkan sebagai pembangkit listrik tenaga arus yang menggunakan atau memanfaatkan gaya angkat (*lift*) untuk memutar turbin

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Uraian Umum

Metodologi yang digunakan untuk penelitian ini adalah dengan cara numerik dengan cara memodelkan geometri *blade* pada program aplikasi *CFD* secara garis besar langkah – langkah penelitian akan dilakukan sebagai berikut.

3.2 Pengumpulan Data

3.2.1 Studi Literatur

Ada beberapa hal yang akan dialami dalam tahapan studi literatur ini, diantaranya adalah :

- Proses hidrodinamika dan pengaruhnya pada *blade* yang tercelup meliputi perhitungan gaya *lift* maupun gaya *drag*.
- Pendalaman dan literature *review* tentang *blade NACA 0018* dan sistem

kerja turbin arus untuk mendapatkan informasi yang mendalam tentang karakteristik maupun prinsip kerja turbin pembangkit tenaga arus.

- Pendalaman dan literature tentang geometri *blade* NACA 0018 maupun karakteristik *blade* agar didapatkan informasi yang akurat tentang karakteristik maupun prinsip kerja *hydrofoil*.

3.2.2 Simulasi Numerik *Blade*

Proses simulasi akan dilakukan dengan mengambil model *blade* NACA 0018 simetris original kemudian dilakukan validasi dengan data eksperimental setelah benar maka dimodifikasi pada panjang *chord* dan ketebalan *blade*. Penyelidikan secara numerik dimulai dengan pembuatan geometri benda dengan bantuan *AutoCad* lalu dilakukan *export* dalam bentuk *.stl*. Kemudian hasil yang diharapkan geometri dapat digunakan pada program *CFD* sehingga proses selanjutnya dimulai dengan proses pendefinisian kondisi batas dan *meshing* geometri.

3.2.3 Simulasi Numerik Turbin Arus

Proses simulasi pada turbin arus dilakukan setelah *blade* NACA 0018 tervalidasi maka dilakukan proses simulasi untuk *blade* dengan turbin untuk melihat putaran turbin pada kondisi sebelum dimodifikasi maupun setelah dimodifikasi. Dari hasil simulasi ini diharapkan mendapatkan gaya hidrodinamik serta fenomena turbin sehingga dapat dilakukan suatu analisa pada tiap *blade* yang berputar.

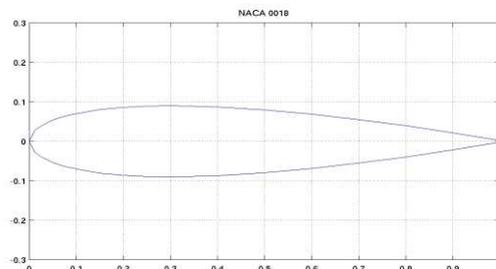
4. PEMBAHASAN

4.1 Analisa Data

Proses simulasi pada penelitian ini dimulai dengan mencari *foil* yang digunakan pada turbin *kobolt* yaitu NACA 0018 (Gambar 4.1). setelah geometri dari *foil* NACA 0018 diketahui langkah selanjutnya membuat *foil* NACA 0018 dengan menggunakan program *AutoCad*.

Geometri *foil* yang akan digunakan yaitu NACA 0018 adalah sebagai berikut :

- Chord Line* : 0,1 m
- Span* : 1 m
- Kecepatan Aliran : 4 m/s
- Gravitasi* : 9,8 m/s
- Fluida* : air

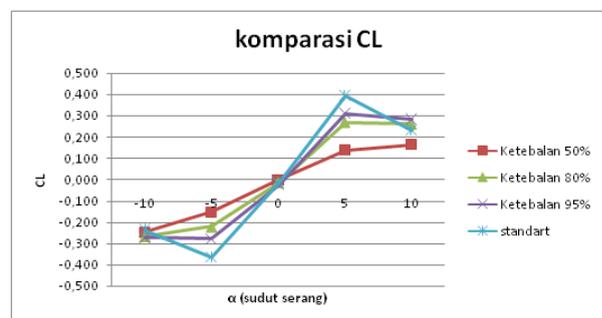


Gambar 1. Geometri *Foil* NACA 0018

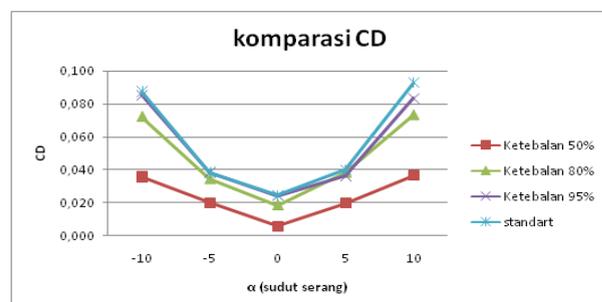
4.2 Modifikasi *Blade* Turbin

4.2.1 Modifikasi Ketebalan *Blade*

Pada modifikasi ketebalan ini dilakukan dengan cara mengurangi ketebalan *blade* menjadi 50%, 80%, dan 95%. Sehingga dengan perubahan ini akan terjadi perubahan dari gaya *lift* maupun gaya *drag* yang bekerja pada *blade*.



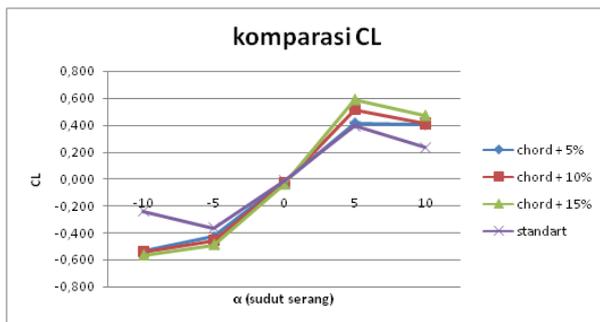
Gambar 2. Hasil Simulasi Numerik Modifikasi untuk C_L



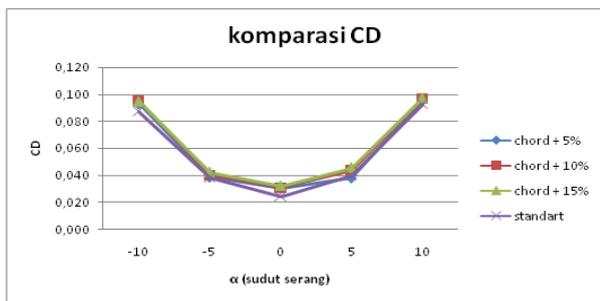
Gambar 3. Hasil Simulasi Numerik Modifikasi untuk C_D

4.2.2 Modifikasi Panjang Chord

Modifikasi selanjutnya adalah dengan memodifikasi panjang *chord foil NACA 0018*, yaitu dengan cara menambah jarak dari *leading edge* sampai *trailing edge* atau panjang *chord foil* sebesar 5%, 10%, dan 15%. dengan adanya perubahan ini maka terjadi pula perubahan gaya *drag* maupun gaya *lift* pada *blade* yang disebabkan gaya *lift* sendiri sangat dipengaruhi dari bentuk geometri *foil* itu sendiri.



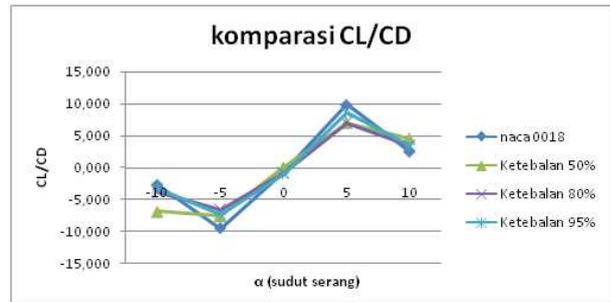
Gambar 4. Hasil Simulasi Numerik Modifikasi untuk C_L



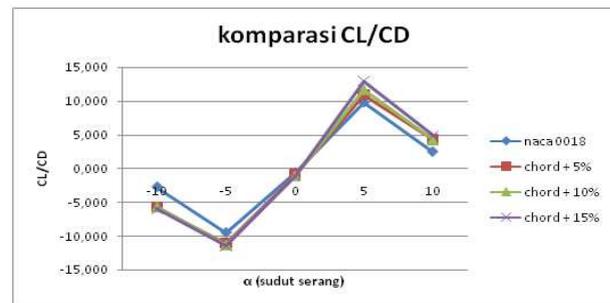
Gambar 5. Hasil Simulasi Numerik Modifikasi untuk C_D

4.2.3 Perhitungan Perbandingan C_L/C_D untuk Blade Tunggal

Perhitungan rasio antara C_L/C_D merupakan besaran yang penting dalam banyak peralatan penghasil *lift* biasanya informasi seperti itu sering dinyatakan dalam C_L/C_D versus α (sudut serang) yang paling efisien (yang menyebabkan C_L/C_D paling besar) dapat diperoleh dengan menggambarkan sebuah garis tangen terhadap kurva $C_L - C_D$ terhadap titik asal.



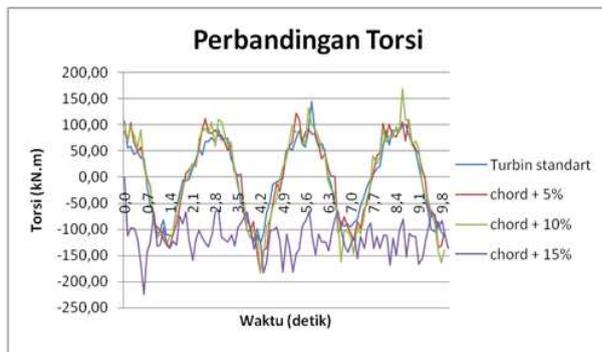
Gambar 6. Grafik Nilai C_L/C_D untuk Modifikasi Ketebalan



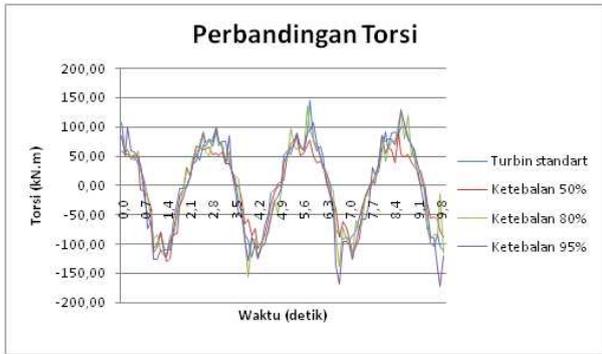
Gambar 7. Grafik Nilai C_L/C_D untuk Modifikasi Panjang Chord

4.3 Kinerja Modifikasi Blade Secara Group

Setelah itu akan dilakukan simulasi numerik pada *blade* yang telah dimodifikasi secara group, untuk mengetahui torsi masing-masing *blade* yang sudah dimodifikasi maupun pada kondisi normal.



Gambar 8. Perbandingan Torsi pada Turbin Standart dengan Turbin Modifikasi Panjang Chord



Gambar 9. Perbandingan Torsi pada Turbin Standart dengan Turbin Modifikasi ketebalan foil



Gambar 10. Perbandingan Torsi pada Turbin Standart dengan Turbin Modifikasi kombinasi panjang chord 5% dengan ketebalan 95%, 80%, dan 50%



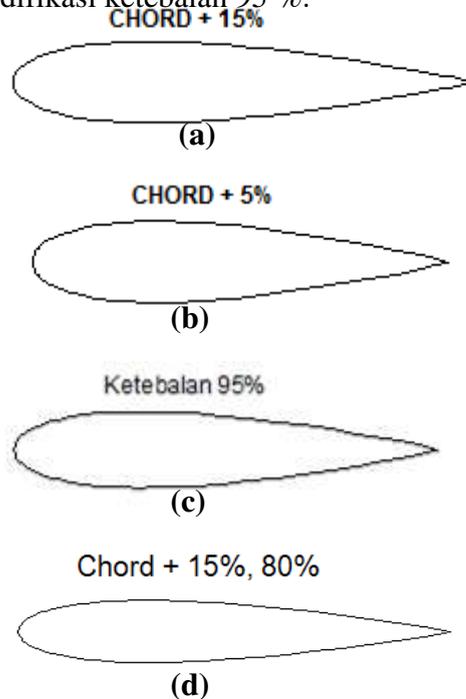
Gambar 11. Perbandingan Torsi pada Turbin Standart dengan Turbin Modifikasi kombinasi panjang chord 15% dengan ketebalan 95%, 80%, dan 50%



Gambar 12. Perbandingan Torsi pada Turbin Standart dengan Turbin Modifikasi kombinasi panjang chord 10% dengan ketebalan 95%, 80%, dan 50%

4.4 Performa Foil dalam Keadaan Tunggal maupun Group

Geometri foil ditunjukkan pada gambar (Gambar 13) dimana geometri foil pertama merupakan foil yang memiliki performansi terbaik untuk foil tunggal. Ini ditunjukkan dengan perbandingan rasio C_L / C_D lebih baik dibandingkan dari bentuk awal maupun foil modifikasi lainnya. Sedangkan geometri foil kedua merupakan foil yang memiliki performansi terbaik untuk alternatif blade turbin pembangkit arus dengan modifikasi panjang chord, sedangkan geometri foil ketiga merupakan foil alternatif blade yang merupakan hasil modifikasi ketebalan 95%.



Gambar 13. Perbandingan Geometri foil yang Memiliki Performa Terbaik, a)Foil dengan Rasio C_L / C_D Paling Besar. b)Foil dengan Torsi Terbesar untuk Panjang Chord. c)Foil dengan Torsi Terbesar untuk Ketebalan. d)Foil dengan Torsi Terbesar untuk Kombinasi

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisa yang dilakukan penulis dapat ditarik beberapa kesimpulan diantaranya sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil modifikasi foil tunggal pada ketebalan foil terjadi

penurunan nilai C_L , nilai C_D maupun rasio C_L/C_D sedangkan pada modifikasi panjang *chord* terjadinya kenaikan nilai C_L maupun rasio C_L/C_D namun terjadi kenaikan nilai C_D akan tetapi tidak terlalu banyak. Setelah dilakukan simulasi *foil* tunggal, ternyata nilai rasio C_L/C_D yang besar tidak semata-mata dapat menghasilkan nilai torsi yang besar, ini dikarenakan torsi dipengaruhi oleh bentuk dari geometri *airfoil* itu sendiri. Dan sebaliknya nilai rasio C_L/C_D yang kecil pun pada saat simulasi *foil* tunggal dapat menghasilkan nilai torsi yang lebih besar tergantung dengan bentuk *airfoil* itu sendiri. Karena semakin *streamline* bentuk *airfoil*, maka semakin cepat *foil* tersebut dapat bergerak dalam aliran *fluida*.

2. Hasil simulasi numerik menunjukkan performansi terbaik untuk *foil* tunggal ditunjukkan pada modifikasi panjang *chord* ketiga yaitu panjang *chord* + 15%, dengan nilai rata-rata C_L dua kali lebih besar dibanding *chord* standart. Dan untuk nilai rata-rata C_D yang paling baik ditunjukkan pada modifikasi ketebalan 50%, yang mengalami penurunan kurang lebih sampai 50%.
3. Performansi terbaik dari *foil* tunggal tidak serta merta akan baik bila digunakan secara group dikarenakan *foil* digunakan dalam air maka bentuk harus *streamline*. Selain bentuk yang *streamline* gaya sentrifugal juga memiliki pengaruh terhadap torsi yang terbentuk, torsi poros maksimum untuk modifikasi ketebalan *foil* 95 % terjadi pada saat waktu 9,9 detik sebesar $1,72.10^2$ N.m, sehingga mengalami kenaikan sebesar 18,6%, sedangkan torsi poros maksimum untuk modifikasi panjang *chord* terletak pada modifikasi panjang *chord* + 5% pada saat waktu 4,3 detik dengan nilai torsi $1,84.10^2$ N.m, sehingga mengalami kenaikan

sebesar 26,9%. Dan torsi poros maksimum untuk modifikasi kombinasi antara panjang dan ketebalan yaitu modifikasi dengan panjang *chord* + 15% dengan tebal 80% sebesar $2,04.10^2$ N.m pada waktu 4,3 detik, mengalami kenaikan sebesar 40,7%.

4. Besar *torque* yang dihasilkan pada kondisi standart sebesar $1,45.10^2$ N.m, dan untuk *torque* pada modifikasi ketebalan dengan pengurangan menjadi 50%, 80%, dan 95% secara berurutan adalah $1,16.10^2$ N.m, $1,56.10^2$ N.m, dan $1,72.10^2$ N.m, sedangkan untuk *torque* pada modifikasi panjang *chord* dengan penambahan panjang sebesar 5%, 10%, dan 15% adalah $1,84.10^2$ N.m, $1,83.10^2$ N.m, dan $1,83.10^2$ N.m.

7. DAFTAR PUSTAKA

- A. Arvel Gentry. 1971. *The Aerodynamic of Sail Interaction*. Redondo beach, California.
- B. Anderson, John D, 1995. *Computational Fluid Dynamics*, McGraw-Hill International, New York
- C. Ira H. Abbott dan Albert E. Von Doenhoff. *Teori of Wing Section*. New York
- D. Brian KIRKE dan Leo LAZAUSKAS. 2008. *Variable Pitch Darrieus Water Turbine*. Adelaide, Australia.
- E. M.C. Robinson, M.M. Hand, D.A. Simms, S.J. Schreck. *Horizontal Axis Wind Turbine Aerodynamics: Three-Dimensional, Unsteady, and Separated Flow Influences*. San Francisco, California.
- F. Rahma Widyastuti, Eko Yuli Handoko, Suntoyo. *Permodelan Pola Arus Laut Permukaan di Perairan Indonesia Menggunakan Data Satelit Altimetri Jason-1*. ITS. Surabaya
- G. Bruce R. Munson, Donald F. Young, Theodore H. Okiishi. 2003. *Mekanika*

- Fluida Edisi Keempat jilid 2*. Jakarta : Penerbit Erlangga
- H. Dr.Ir.Harinaldi dan Ir.Budiarso,M.Eng. 2002. *Mekanika Fluida jilid 2*. Jakarta
- I. Muhammad Adiatma, Sarwono, Ridho Hantoro. *Studi Numerik dan Eksperimental Kemampuan Self Start Pada Turbin Vertikal Aksis Arus Sungai Terhadap variasi Pitch*. ITS. Surabaya
- J. M Hishom Ariadi, Gunawan Nugroho, Ridho Hantoro. *Studi Numerik dan Eksperimental Performansi Turbin Arus Air Tipe Vertikal Aksis Dengan Variasi Jumlah Blade dan Efek Aspec Rasio*. ITS. Surabaya
- K. A.W. Husodo, Ariana, I.K.A.P Utama, R.Hantoro. *Respon Getaran Model Vertical Axiz Turbine (VAT) Akibat Pengaruh Kecepatan Aliran Arus Laut*. ITS. Surabaya.