

Kajian Numerik Penerapan Turbin *Hydrokinetic Darrieus* Sebagai *Wave and Current Energy Converter* Dengan Variasi Sudut Serang dan *Solidity*

Muhamad Agus Prastyo Mustofa^{1*}, Burniadi Moballa², George Endri Kusuma³

Program Studi D4 Teknik Permesinan Kapal, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia¹

Email: magus@student.ppns.ac.id; bmoballa@ppns.ac.id; kusuma.george@ppns.ac.id

Abstract - The ocean is the largest source of potential energy in Indonesian country, one potential that can be exploited is energy from sea wave and current which can be alternative to meet national energy needs, ocean wave and current energy includes EBT resources which is rarely explored. Ocean wave and current energy conversion can be converted into electrical energy by use the movement of sea water wave, hydrokinetic Darrieus turbine is a conversion tool that can be used to convert kinetic energy into mechanical energy, In this case study, used angle of attack and solidity variation of the hydrokinetic Darrieus turbine were used, the wave data used is the Southern Waters of Java Island, which is precisely at Tanjung Bili Beach, Malang. By using airfoil NACA 0018 and profile Darrieus turbine diameter of 1 m. Produce RMS C_T and C_P values with the stable is found on the solidity variation 0,15 with angle of attack 10° TSR 0,25 omega (ω) 0,5 with RMS value of C_T 0,1512 and C_P 0,075.

Keyword : Hydrokinetic Darrieus turbine, solidity and angle of attack, wave and current energy

Nomenclature

C_T = Coefficient Torque
 C_P = Coefficient Power
 Re = Reynolds Number
 C_D = Coefficient Drag
 C_L = Coefficient Lift
 TSR = Tip Speed Ratio
 U_m = Amplitude of Horizontal Wave Velocity

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang memanfaatkan energi laut khususnya arus dan gelombang laut sebagai solusi energi baru terbarukan di dunia saat ini berkembang dengan pesat. Hal ini seiring dengan semakin meningkatnya tuntutan akan kebutuhan energi listrik masyarakat di Kawasan pesisir serta semakin maraknya isu pemanasan global yang mendorong untuk mambatasi penggunaan bahan bakar hidrokarbon. Prinsip yang dikembangkan pada aplikasi teknologi pemanfaatan energi dari laut adalah melalui konversi tenaga kinetik massa air laut menjadi tenaga listrik. Kecepatan arus pasang-surut di pantai-pantai perairan Indonesia umumnya kurang dari 1,5 m/s, kecuali di selat diantara pulau-pulau Bali, Lombok, dan Nusa Tenggara Timur, kecepatannya bisa mencapai 2,5-3,4 m/s. Arus pasang-surut terkuat yang tercatat di Indonesia adalah di selat antara Pulau Taliabu dan Pulau Mangole di Kepulauan Sula, Propinsi Maluku Utara, dengan kecepatan 5,0 m/s [1].

EBT (Energi Baru Terbarukan) yang berpotensi untuk dikembangkan adalah energi dari gelombang di laut yang bebas dari pencemaran lingkungan dan terus menerus ada seperti ombak yang tidak pernah ada habisnya.

Teknologi konversi energi gelombang saat ini mungkin secara ekonomi kurang menjanjikan jika dibandingkan dengan sumber energi konvensional seperti fosil, dan tenaga air yang lebih banyak digunakan di daerah padat penduduk. Tetapi tenaga gelombang air laut ini sangat menjanjikan secara ekonomis dan strategis untuk daerah seperti pulau-pulau yang terpencil di Indonesia. Konversi energi gelombang dapat diubah menjadi energi listrik dengan menggunakan beberapa alat konversi energi gelombang dengan memanfaatkan pergerakan gelombang air laut. Turbin adalah alat konversi yang dapat dimanfaatkan untuk mengubah energi kinetik menjadi energi listrik atau energi mekanik. blade dan poros pada turbin yang terkena aliran dari gelombang laut secara bolak balik akan berputar untuk kemudian diubah lagi oleh generator menjadi energi listrik.

Menilai kinerja konverter energi gelombang (WEC) yaitu dengan cara memprediksi jumlah energi efektif yang dikonversi dari medan gelombang datang selama periode waktu tertentu dalam kondisi operasi nominal memerlukan pengetahuan yang tepat tentang iklim gelombang lokal. Karakteristik gelombang utama biasanya diberikan dalam hal tinggi gelombang, periode, arah rambat dan daya. Kekuatan dalam gelombang dapat menjadi memprediksi jumlah efektif energi yang dikonversi dari medan gelombang datang selama periode waktu tertentu dalam kondisi operasi nominal memerlukan pengetahuan yang tepat tentang iklim gelombang lokal [2].

PTAL (Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut) Adalah pembangkit energi listrik yang memanfaatkan turbin untuk mengubah energi arus laut menjadi energi listrik, Potensi energi arus laut

di Indonesia menurut kajian Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BTPPT) bahwa energi laut di Indonesia berpotensi menghasilkan energi listrik sebesar 45 GW dan akan dapat menjadi solusi energi alternatif yang ramah lingkungan di masa yang akan datang. [3].

2. METODOLOGI.

2.1 Turbin Darrieus

Turbin *Darrieus* pada umumnya dikenal sebagai turbin eggbeater. Turbin *Darrieus* pertama kali ditemukan oleh *Georges Darrieus* pada tahun 1931. Turbin *Darrieus* merupakan turbin yang menggunakan prinsip aerodinamik dengan memanfaatkan gaya lift pada penampang sudut rotornya dalam mengekstrak sumber energi yang digunakan. Turbin *Darrieus* memiliki torsi rotor yang rendah tetapi putarannya lebih tinggi dibanding dengan turbin Savonius sehingga lebih diutamakan untuk menghasilkan energi listrik. Namun turbin ini membutuhkan energi awal untuk mulai berputar. Rotor turbin *Darrieus* pada umumnya memiliki variasi sudut yaitu dua atau tiga sudut. Modifikasi rotor turbin angin *Darrieus* disebut dengan turbin tipe-H.

Besarnya energi yang dihasilkan oleh turbin *Darrieus* merupakan energi poros yang diperoleh turbin dari sumber energi yang digunakan. Untuk mengetahui daya turbin *Darrieus* terlebih dahulu harus diketahui vektor gaya dan kecepatan pada hydrofoilnya.

2.2 Reynolds Number

Aliran Bilangan *Reynolds* mengindikasikan bentuk aliran yang melewati serta berhubungan dengan tahanan suatu benda. Bilangan *Reynolds* merupakan perbandingan antara *inertia force* (UD) dan *viscous forces*. Bilangan *Reynolds* itu sendiri dirumuskan sebagai berikut :

$$Re = \frac{u_m \cdot D}{\mu} \quad (1)$$

2.3 Gaya Lift dan Drag

• Gaya lift

Gaya angkat (*lift*) adalah gaya pada arah tegak lurus arah aliran yang dihasilkan ketika fluida bergerak melalui benda yang berpenampang *airfoil* [5]. Besarnya gaya angkat dapat dihitung dengan rumus:

$$F_1 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 a \cdot A_T \cdot CL \quad (2)$$

• Gaya Drag

Drag merupakan gaya yang berlawanan dengan arah gerak benda. Besar gaya ini berbanding lurus dengan nilai kecepatan benda. Gaya *drag* yang terjadi dapat berupa *skin friction drag* (FDf), yaitu gaya hambat yang menyinggung permukaan secara tangensial yang timbul sebagai akibat adanya viskositas (tegangan geser antara fluida dan permukaan benda). Gaya *drag* juga bisa

terjadi berupa *pressure drag* (FDp) yaitu gaya hambat yang tegak lurus terhadap permukaan benda yang timbul karena adanya tekanan fluida. [4].

$$F_D = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot A_T \cdot C_D \quad (3)$$

2.4 Coefficient of Torque

Koefisien torsi atau C_T didefinisikan sebagai perbandingan antara torsi *actual* yang dihasilkan oleh turbin dengan torsi teoritis yang dimiliki oleh turbin. Semakin besar nilai maka semakin besar perbandingannya. Koefisien torsi yang lebih rendah menunjukkan bahwa reduksi putaran turbin pada saat pengujian dengan torsi yang dihitung secara teoritis lebih kecil (Eric Hau, 2005). Besarnya Koefisien torsi adalah:

$$C_T = \frac{4T}{\frac{1}{2}\rho v^2 D^2 H} \quad (4)$$

2.5 Coefficient of Power

Koefisien torsi atau C_T didefinisikan sebagai perbandingan antara torsi *actual* yang dihasilkan oleh turbin dengan torsi teoritis yang dimiliki oleh turbin. Semakin besar nilai maka semakin besar perbandingannya. Koefisien torsi yang lebih rendah menunjukkan bahwa reduksi putaran turbin pada saat pengujian dengan torsi yang dihitung secara teoritis lebih kecil [6]. Besarnya Koefisien torsi adalah:

$$C_T = \frac{4T}{\frac{1}{2}\rho v^2 D^2 H} \quad (5)$$

2.6 Sudut Serang (Angle of Attack)

Sudut serang atau *Angle of attack* adalah istilah yang dipakai di dinamika yang mengalir untuk menjelaskan sudut antar garis pemandu pada badan pengangkat (seringnya adalah garis korda disebut *airfoil*) dan vektor melambangkan gerakan relatif terhadap badan pengangkat dan aliran kemana dia bergerak. Sudut serang ialah sudut antara garis pemandu badan pengangkat dan aliran yang datang menyambut.

2.7 Solidity

Solidity atau soliditas merupakan rasio dari area terbuka ke area tertutup yang di sapu oleh rotor. Untuk desain rotor-H sederhana di mana bilah-bilahnya memiliki tali busur konstan dan terletak secara vertikal, definisi ini direduksi menjadi bentuk yang tidak bergantung pada tinggi rotor :

$$\sigma_s = \frac{N \cdot c}{\pi D} \quad (6)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data dan Geometri

Data perairan Gelombang yang digunakan pada penelitian ini di dapatkan dari Perairan Pantai Selatan Laut Jawa sesuai dengan data penelitian sebelumnya [7] Dengan menggunakan data perairan dalam (*deep water*) yang selanjutnya akan di hitung dengan formula untuk mencari karakteristik gelombang pada perairan dangkal (*shallow water*).

3.2 Perhitungan Data Shallow Water

Perhitungan data *shallow water* ini digunakan beberapa formula untuk mencari nilai karakteristik gelombang yang dibutuhkan dalam penelitian ini, dengan kedalaman perairan 4 meter pada 7 titik Perairan Pantai Laut Jawa Selatan. Perhitungan data *shallow water* ditunjukkan pada titik ke-enam pada Pantai Tanjung Bili Kabupaten Malang.

a. Data *deep water*

$$\begin{aligned} D &= 19,5 \text{ m} \\ T &= 10,49 \text{ m} \\ H &= 0,96 \text{ m} \\ L_0 &= 1,56 \times 10,49^2 \\ &= 171,66 \text{ m} \\ C_0 &= 16,36 \text{ m/s} \end{aligned}$$

b. Perhitungan *shallow water* pada Pantai Tanjung Bili Kabupaten Malang dengan kedalaman 4 m

$$\frac{d}{L_0} = \frac{4}{171,66} = 0,0233$$

Didapatkan nilai d/L dari tabel iterasi dan dilakukan interpolasi = 0,06242

- $\frac{4}{0,06242} = 64,08 \text{ m}$
- $L = T \sqrt{g \times d}$
- $L = T \sqrt{g \times d} ; T = \frac{L}{\sqrt{g \times d}}$
- $T = \frac{64,08}{\sqrt{9,81 \times 4}} = 10,299 \text{ detik dan } f = 0,098 \text{ Hz}$
- $C = L / T = 6,26 \text{ m/s}$

K_s yang didapat tabel iterasi berdasar $d/L_0 = 1,189$

- $\sin \alpha = \frac{6,26}{16,36} \sin 45^\circ = 0,331$
- $\alpha = 19,35^\circ$
- $K_r = \sqrt{\frac{\cos 45^\circ}{\cos 19,35^\circ}} = 0,8745$

$$\begin{aligned} H_{shallow} &= K_s \times K_r \times H_0 \\ &= 1,189 \times 0,8754 \times 0,96 \\ &= 0,976 \end{aligned}$$

- $A = \frac{0,998}{2} = 0,488$
- $U_m = \sqrt{\frac{g}{d} \times \frac{H}{2}} = \sqrt{\frac{9,81}{4} \times \frac{0,976}{2}}$

$$= 0,764072 \text{ m/s}$$

3.3 Pemodelan dengan SALOME

Setelah diketahui ukuran dan data geometri model turbin dilanjutkan dengan pemodelan turbin dengan menggunakan *software SALOME*. dalam pemodelan menggunakan NACA 0018 dan memiliki variasi pada sudut serang 10° dan *solidity* 0,3 dan 0,15 dengan diameter turbin 1 m. sehingga dilakukan juga perhitungan untuk menentukan *chordlength* pada masing masing variasi *solidity*.

Sehingga *chordlength* dapat dihitung menjadi

Solidity 0,15 :

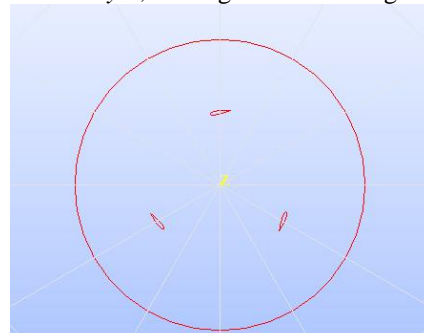
$$\begin{aligned} 0,15 &= \frac{N.c}{\pi D} \\ 0,15 &= \frac{3.c}{\pi D} \\ &= 0,14 \text{ m} \end{aligned}$$

Solidity 0,3 :

$$\begin{aligned} 0,3 &= \frac{N.c}{\pi D} \\ 0,3 &= \frac{3.c}{\pi D} \\ &= 0,28 \text{ m} \end{aligned}$$

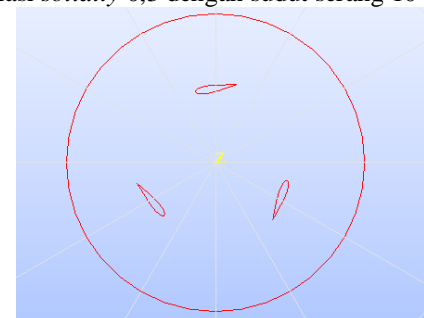
Sehingga dari perhitungan tersebut dapat ditentukan pemodelan sebagai berikut :

Variasi *solidity* 0,15 dengan sudut serang 10° :



Gambar 1 Tampak atas turbin *solidity* 0,15 *angle* 10° .

Variasi *solidity* 0,3 dengan sudut serang 10° :

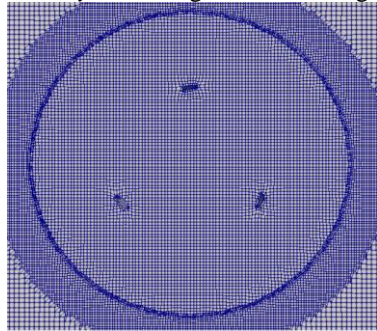


Gambar 2 Tampak atas turbin *solidity* 0,3 *angle* 10° .

3.4 Meshing

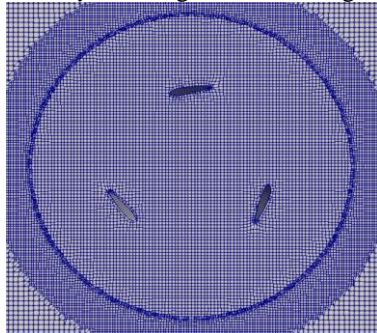
Pembangunan Mesh pada kasus variasi ini disimulasikan dengan aliran bolak-balik pada turbin menggunakan *algorithm Netgen 1D-2D* kemudian dilakukan *meshing* ulang menggunakan *Cartesian2D Mesh* Pembangunan *mesh* bertujuan agar aliran fluida yang terbentuk jelas.

Variasi *solidity* 0,15 dengan sudut serang 10° :



Gambar 3 Meshing *solidity* 0,15 angle 10°.

Variasi *solidity* 0,3 dengan sudut serang 10° :



Gambar 4 Meshing *solidity* 0,3 angle 10°.

Pada simulasi ini turbin diberikan gaya putaran (*Type Speed Ratio*) TSR dan dilakukan perhitungan gaya kecepatan sudut (ω) pada tiap variasi yang di simulasikan. seperti pada Tabel.

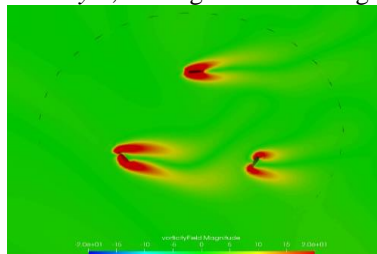
Tabel 1 TSR dan Omega untuk simulasi

TSR	U_tip	$\omega=U/R$ (rad/s)
0,25	0,25	0,5

3.5 Hasil Simulasi

Berikut adalah hasil *Computational Fluid Dynamic* (CFD) yang menggambarkan aliran yang terbentuk pada NACA 0018 dengan variasi sudut serang dan *solidity* yang telah dihasilkan *software*.

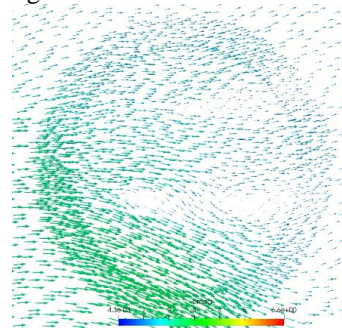
Variasi *solidity* 0,15 dengan sudut serang 10° :



Gambar 5 Vorticity *solidity* 0,15 angle 10°.

Aliran *vortex* yang telah melewati putaran turbin menunjukkan bahwa aliran yang mengalir melewati putaran turbin melaju menuju searah jarum jam terlihat juga perbedaan aliran pada saat melewati blade 2 dengan aliran yang melewati blade terbentuk lebih besar dibandingkan aliran

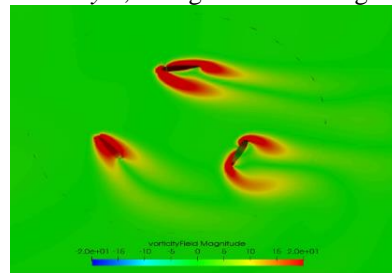
pada blade 1 dan blade ke 2 yang menghasilkan *vortex* yang lebih kecil.



Gambar 6 U magnitude *solidity* 0,15 angle 10°.

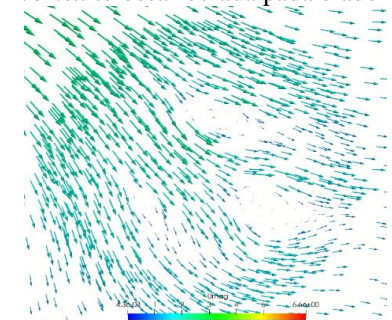
Bentuk aliran *U magnitude* terlihat bahwa aliran yang mengalir setelah menyapu blade turbin menunjukkan sumbu panah mengalir bervariasi terdapat panah aliran pada blade ke 2 menuju ke arah *bottom* dan pada blade ke 1 menuju ke arah *top* dan aliran setelah melwati blade ke 3 menuju ke arah *outlet*.

Variasi *solidity* 0,3 dengan sudut serang 10° :



Gambar 7 Vorticity *solidity* 0,3 angle 10°.

Aliran *vortex* yang telah melewati putaran turbin menunjukkan bahwa aliran yang mengalir melewati turbin memunculkan *vortex* yang *relative* sama besar pada tiap bagian blade, bentuk *vortex* terbesar berada pada blade ke 1.

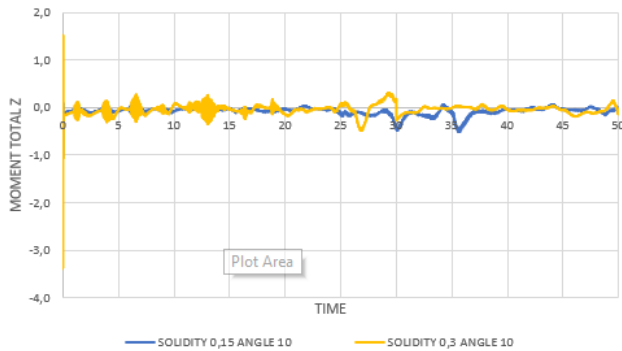


Gambar 8 U magnitude *solidity* 0,15 angle 10°.

Bentuk aliran *U magnitude* terlihat bahwa aliran yang mengalir dari arah atas (*top*) setelah menyapu blade turbin menunjukkan sumbu panah mengalir berlawanan arah jarum jam, aliran yang melewati masing masing blade menunjukkan bahwa pada blade 1 terjadi sapuan aliran yang begitu besar dan pada blade ke 2 dan ke 3 terjadi sapuan aliran sedang.

3.6 Pembahasan

Pada pembahasan ini akan ditampilkan grafik momen total z dan juga tabel nilai RMS C_T dan C_P dari tiap variasi yang telah dilakukan serta grafik dari C_T (*Coefficient Torque*) dan C_P (*Coefficient Power*) yang dihasilkan dari simulasi yang telah dilakukan dan juga grafik C_D (*Coefficient Drag*) dan C_L (*Coefficient Lift*).



Gambar 9 Grafik momen total z.

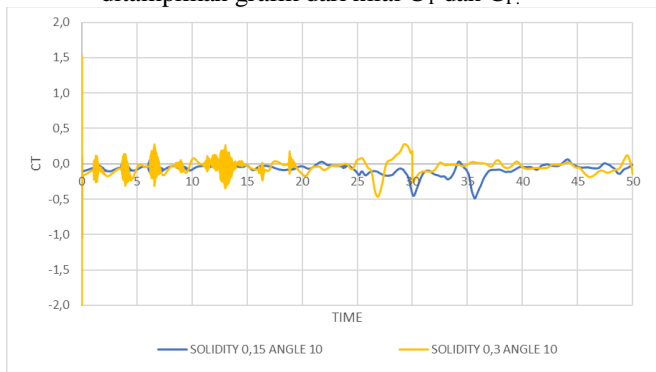
Dapat dilihat pada grafik bahwa hasil simulasi pada setiap variasi *solidity* dan sudut serang yang telah dilakukan masih menunjukkan grafik naik dan turun sampai dengan *end time* yang telah ditentukan sampai 50 detik.

Tabel 2 Hasil nilai RMS C_T dan C_P dari simulasi

Variasi	TSR	ω	RMS	
			C_t	C_p
<i>Solidity</i> 0,15 <i>Angle</i> 10°	0,25	0,5	0,1512	0,075
<i>Solidity</i> 0,3 <i>Angle</i> 10°	0,25	0,5	0,1326	0,0663

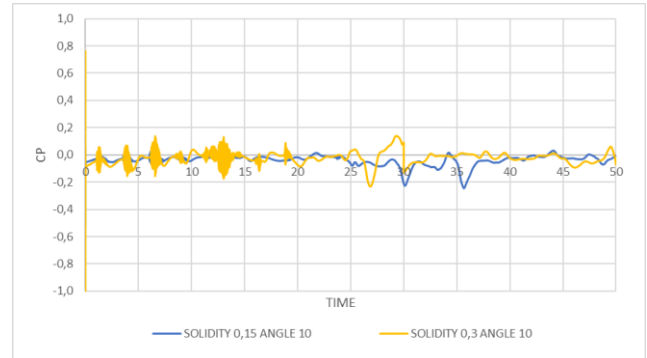
Hasil nilai RMS C_T dan C_P yang telah dihasilkan dari simulasi Turbin *Darrieus*, dapat dilihat bahwa nilai RMS dari C_T (*Coefficient Torque*) dan C_P (*Coefficient Power*) tertinggi terdapat pada variasi NACA 0018 dengan *solidity* 0,15 dan sudut serang 10° menggunakan TSR 0,25 dan omega (ω) 0,5 dengan nilai C_T sebesar 0,1512 dan nilai RMS C_P sebesar 0,075.

Variasi *solidity* dan sudut serang yang disimulasikan pada turbin *Darrieus* sangat berpengaruh pada hasil dari simulasi terhadap nilai RMS C_T dan C_P . Pada pembahasan ini juga ditampilkan grafik dari nilai C_T dan C_P .



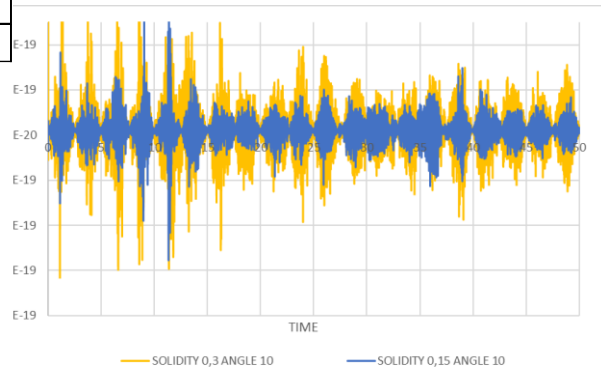
Gambar 10 Grafik C_T (*Coefficient Torque*).

Pada variasi *solidity* dan sudut serang yang telah dilakukan menghasilkan grafik C_T yang berbeda pada masing masing variasi, Pada variasi *solidity* 0,15 sudut serang 10° terjadi penurunan terbesar pada waktu 27 detik dan kenaikan terbesar pada waktu 30 detik dan *solidity* 0,3 sudut serang 10° terjadi kenaikan terbesar pada waktu 28 detik dan penurunan terbesar pada waktu 35 detik.



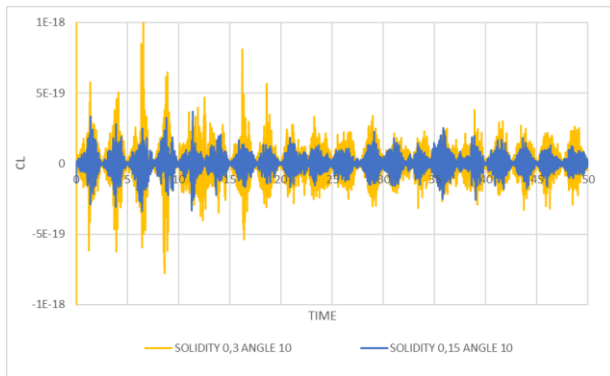
Gambar 11 Grafik C_P (*Coefficient Power*).

Pada variasi *solidity* dan sudut serang yang telah dilakukan menghasilkan grafik C_P yang berbeda pada masing masing variasi, Pada variasi *solidity* 0,15 sudut serang 10° terjadi penurunan terbesar pada waktu 27 detik dan kenaikan terbesar pada waktu 30 detik dan *solidity* 0,3 sudut serang 10° terjadi kenaikan terbesar pada waktu 28 detik dan penurunan terbesar pada waktu 35 detik.



Gambar 12 C_D (*Coefficient Drag*).

Pada grafik menunjukkan bahwa nilai C_D pada tiap variasi yang telah dilakukan mengalami kenaikan dan penurunan, pada variasi *solidity* 0,3 sudut serang 10° terjadi kenaikan dan penurunan yang cukup signifikan disbanding dengan variasi *solidity* 0,15 sudut serang 10°.



Gambar 13 C_L (Coefficient Lift).

Pada grafik menunjukkan bahwa nilai C_L pada tiap variasi yang telah dilakukan mengalami kenaikan dan penurunan, sama dengan grafik dari nilai C_d pada variasi *solidity* 0,3 sudut serang 10° terjadi kenaikan dan penurunan yang cukup signifikan disbanding dengan variasi *solidity* 0,15 sudut serang 10° .

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan peneliti, maka dapat diambil beberapa kesimpulan seperti dibawah ini :

1. Penelitian dengan pemodelan variasi sudut serang terhadap koefisien torsi yang telah disimulasikan dapat disimpulkan bahwa penambahan beberapa variasi sudut serang 10° berpengaruh pada hasil koefisien torsi turbin *Darrieus*, bahwa nilai RMS C_T terbesar terdapat pada *solidity* 0,15 sudut serang 10° dengan nilai RMS C_T 0,1512 dan disimpulkan bahwa menaikkan nilai sudut pada derajat sudut serang dapat berpengaruh pada nilai C_T yang dihasilkan.
2. Penelitian dengan pemodelan variasi sudut serang terhadap koefisien daya yang telah disimulasikan dapat disimpulkan bahwa penambahan beberapa variasi sudut serang 10° berpengaruh pada hasil koefisien daya turbin *Darrieus*, bahwa nilai RMS C_P terbesar terdapat pada *solidity* 0,15 sudut serang 10° dengan nilai RMS C_P 0,075 disimpulkan bahwa menaikkan nilai sudut pada derajat sudut serang dapat berpengaruh pada nilai C_P yang dihasilkan
3. Penelitian dengan pemodelan variasi *solidity* terhadap koefisien torsi yang telah disimulasikan dapat disimpulkan bahwa, nilai RMS C_T dengan *solidity* 0,15 lebih besar dibandingkan nilai C_T dengan *solidity* 0,3 disimpulkan bahwa nilai *solidity* lebih besar tidak selamanya berpengaruh lebih baik terhadap koefisien torsi pada turbin *Darrieus* yang disimulasikan pada penelitian ini.
4. Penelitian dengan pemodelan variasi *solidity* terhadap koefisien daya yang telah disimulasikan dapat disimpulkan bahwa

nilai RMS C_P dengan *solidity* 0,3 lebih kecil dibandingkan nilai C_P dengan *solidity* 0,15 disimpulkan bahwa nilai *solidity* lebih besar berpengaruh tidak selamanya lebih baik terhadap koefisien daya pada turbin *Darrieus* yang disimulasikan pada penelitian ini.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari penyelesaian penelitian ini tidak terlepas atas bimbingan, doa, dan motivasi dari berbagai pihak, penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua serta keluarga besar penulis yang telah memberikan semangat, dukungan, serta do'a selama menempuh pendidikan di Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
2. Bapak Burniadi Moballa, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan arahan dan saran selama penulisan penelitian.
3. George Endri Kusuma, S.T., M.Sc.Eng selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan arahan dan saran selama penulisan penelitian.
4. Seluruh Dosen dan Karyawan Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya yang telah memberikan banyak ilmu selama masa perkuliahan.
5. Teman – teman seperjuangan Program Studi D4 Teknik Permesinan Kapal angkatan 2019 atas kerjasama dan kekompakan selama menempuh studi di Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.

6. PUSTAKA

- [1] B. Metheny dan R. Permatasari, "PEMODELAN TURBIN SAVONIUS-DARRIEUS PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ARUS LAUT MENGGUNAKAN CFD," 2019.
- [2] W. B. Wan Nik, A. M. Muzathik, K. B. Samo, M. Z. Ibrahim, dan H. B. Senin, "Study on the Use of Ocean Wave as Renewable Energy," *Rd Brunei Int. Conf. Eng. Technol.*, vol. 2017, no. November, hlm. 3–5, 2008.
- [3] R. D. Edfi dan I. K. A. P. Utama, "Analisa Perubahan Gaya Angkat dan Hambatan Total Terhadap Variasi Aspect Ratio dan Winglet pada Sayap Kapal Wing In Surface Effect Menggunakan Aplikasi CFD," *J. Tek. ITS*, vol. 7, no. 2, hlm. 204–209, Feb 2019, doi: 10.12962/j23373539.v7i2.35471.
- [4] D. R. Andhika, "STUDI POTENSI ENERGI GELOMBANG LAUT DI PANTAI SELATAN JAWA TIMUR," 2021.