

Studi Pemilihan Ketebalan *Blade Fiberglass* Kincir Angin Tipe Horizontal Untuk Pemompa Air Garam di Kabupaten Indramayu

Badruzzaman¹, Agus Sifa², Saepul Anwar³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Indramayu, Indramayu 45252

¹E-mail : badruzzaman@polindra.ac.id

²E-mail : agus.sifa@polindra.ac.id

³E-mail : anwarshaeful.96@gmail.com

ABSTRAK

Kabupaten Indramayu merupakan pemasok garam di daerah Jawa Barat setelah Kabupaten Cirebon, namun masih butuh perhatian terhadap ratusan petani garam di Pantura untuk meningkatkan kualitas dan produksi garam mereka, sehingga mampu bersaing dengan produsen lain. Program penerapan teknologi *fiberglass* pada kincir angin pemompa air garam telah dilakukan petani garam di desa losarang dan muntur, yang mana petani yang telah menggunakan teknologi *fiber glass*. Tetapi hal ini masih perlu ada penelitian lanjutan terkait dengan kincir angin, salah satunya adalah penentuan ketebalan dan berat blade yang berpengaruh pada putaran. Oleh karena itu, perlu adanya pengujian untuk menentukan kekuatan mekanik pada *blade* dan pemilihan serat yang sesuai untuk *blade* kincir angin pemompa air garam, sehingga dapat mengetahui serat fiber yang sesuai untuk *blade* kincir angin pemompa air garam. Simulasi pembebanan static untuk menentukan kekuatan mekanik (*stress*, dan *strain*) pada *blade* dan *flow simulation* untuk mengetahui performa kincir angin (*Velocity*, *Force* dan *Pressure*) dengan menggunakan material *blade fiberglass*, pada ketinggian 4 m, dan potensi angin sebesar 5-9 m/s untuk menggerakkan kincir angin tersebut pada kondisi kecepatan angin maksimal 9 m/s, Ketebalan *fiberglass* yang dibuat untuk menentukan ketebalan *blade*, komposisi volume serat 60% serat E-gelas dan 40% volume *Epoxy* sebagai penguat. Pada simulasi static menunjukkan zona kritis yang terjadi pada ketebalan 1-10 mm menunjukkan area tumpuan, nilai *Von Mises* dan *strain* semakin tebal (pada ketebalan 8mm, 9mm, 10mm) maka memiliki nilai *von mises* dan *strain* lebih kecil dibandingkan nilai *von mises* dan *strain* pada ketebalan 1 mm, dan pada hasil simulasi pada kecepatan angin 5 m/s ketebalan 1-10 mm memungkinkan untuk digunakan dengan hasil gaya yang dihasilkan diatas 5 m/s. Kecepatan yang dihasilkan pada ketebalan 1-10 mm pada kecepatan minimum berbanding terbalik, pada ketebalan 1 mm, kecepatan minimum lebih besar dari pada ketebalan 10 mm, dan kecepatan maksimum pada ketebalan 1 mm lebih kecil dibandingkan hasil kecepatan pada ketebalan 10 mm.

Kata Kunci

Ketebalan, *Blade*, Kincir Angin, Garam, *Flow Simulation*, Pompa

1. PENDAHULUAN

Kincir angin adalah sebuah alat yang mampu memanfaatkan kekuatan angin untuk diubah menjadi kekuatan mekanik. Dari proses itu memberikan kemudahan berbagai kegiatan manusia yang memerlukan tenaga yang besar seperti memompa air ladang garam untuk mengairi sawah atau menggiling biji-bijian

Indonesia merupakan Negara agraris yang kaya akan sumber daya laut, perkembangan jaman saat ini menuntut masyarakat agar lebih maju dan produktif terutama di bidang pangan yang bersumber dari laut, salah satu sumber pangan yang saat ini memiliki kebutuhan yang tinggi adalah garam tidak hanya masyarakat namun kebutuhan industri pangan juga tinggi, kebutuhan garam yang tinggi berdampak pada ketersediaan garam yang ada belum mampu terpenuhi dikarenakan belum optimalnya pengelolaan ladang garam dan para petani belum mampu menerapkan teknologi yang saat ini sedang berkembang [1] [2].

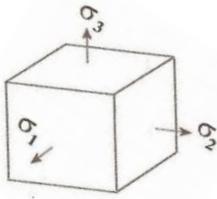
Kincir angin yang dimiliki para petani saat ini masih menggunakan kayu yang dibuat setiap tahun hal ini tidak

efektif dilakukan dan bentuknya kincir angin yang dibuat tidak sesuai dengan kebutuhan tanpa mempertimbangkan material *blade* yang kuat, berat *blade* yang berpengaruh pada putaran. Oleh karena itu, perlu adanya pengujian untuk menentukan kekuatan mekanik pada *blade*. Dan pemilihan serat yang sesuai untuk *blade* kincir angin pemompa air garam. Sehingga dapat mengetahui serat *fiber* yang sesuai untuk *blade* kincir angin pemompa air garam.

Ketebalan *fiberglass* pada *blade* kincir angin perlu diperhatikan kekuatan mekanik dari *blade* tersebut, kekuatan mekanik yang perlu diperhatikan berupa *von mises stress* dan *strain*, nilai *von mises stress* untuk menunjukkan batasan kekuatan material mampu menahan beban, ditunjukkan dengan persamaan berikut;

$$\sigma_{vm} = \sqrt{0,5[(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2]}$$

σ_{vm} = Von Mises Stress (MPa)



Gambar 1. 3D Stress [10]

Dengan meningkatnya performa kincir angin dan pompa air garam maka berdampak pula pada produktivitas garam para petani sehingga diharapkan berdampak *sequensial* pada kesejahteraan para petani.

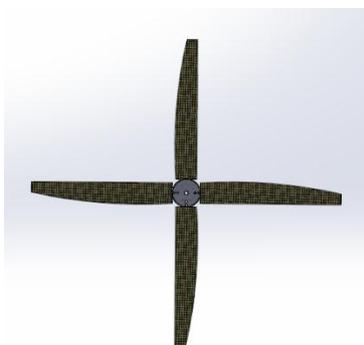
2. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi studi pemilihan variasi ketebalan *blade* pada penelitian ini dengan mendesain kincir angin yang dipilih dengan jumlah *blade* sebanyak 4 *blade* dengan menggunakan *Computer Aided Design* (CAD), untuk menentukan ketebalan *blade* pada kincir angin pemompa air garam, dengan simulasi pembebanan *static* untuk menentukan kekuatan mekanik (*stress*, dan *strain*) pada *blade* dan *flow simulation* untuk mengetahui performa kincir angin (*Velocity*, *Force* dan *Pressure*) dengan menggunakan material *blade fiberglass*, pada ketinggian 4 m, dan potensi angin sebesar 5-9 m/s untuk menggerakkan kincir angin tersebut pada kondisi kecepatan angin maksimal 9 m/s didapat gaya sebesar 120 N[8] , Ketebalan *fiberglass* yang dibuat untuk menentukan ketebalan *blade*, komposisi volume serat 60% serat E-gelas dan 40% volume Epoxy sebagai penguat[8].

3. DISKUSI DAN PEMBAHASAN

3.1 Desain Kincir

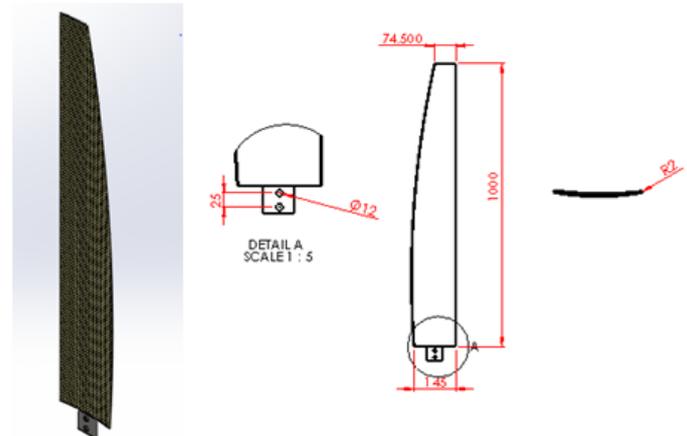
3.1.1 Desain Kincir Angin



Gambar 2. Desain Kincir Angin

Desain kincir angin pada pemompa air garam dipilih dengan jumlah *blade* 4 dengan type horizontal-propeller.[2][3][4][5]

3.1.2 Blade

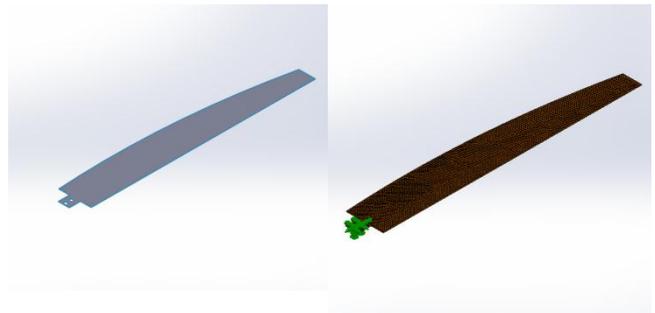


Gambar 3. Blade

Desain *blade* memiliki panjang 1 m, masing-masing *blade* memiliki dimensi yang sama dan berat yang sama [2][3][4][5].

3.2 Simulasi kekuatan fiberglass

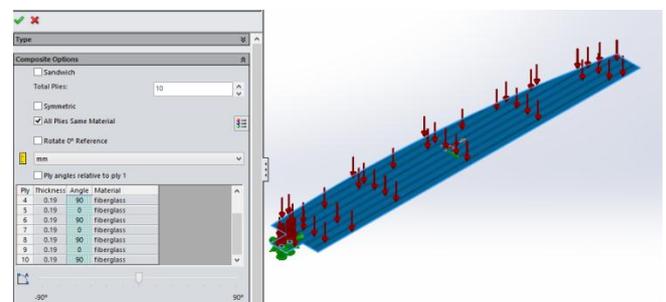
3.2.1 Initial Condition



Gambar 4 Model 3D Blade

Perancang Desain *blade* menggunakan planar surface Solidwork dengan panjang 1 m dan luas area (A) 130766.64 mm². [8]

3.2.2 Parameter



Gambar 5. Ketebalan lapisan

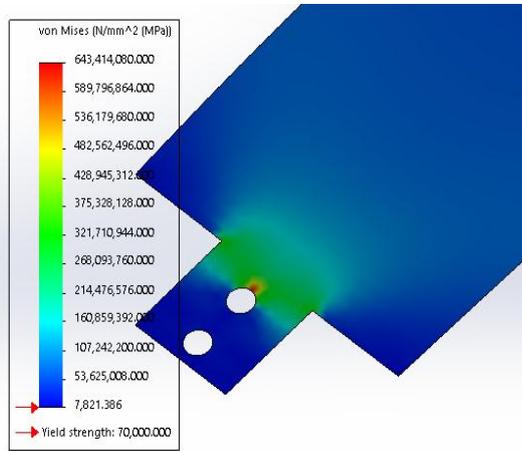
Ketebalan setiap 1 lapisan fiberglass yaitu 0.19 mm pengujian static ini bertujuan untuk mencari nilai *stress*, dan *strain* pada variasi ketebalan 1-10 yang diberi beban

120 N[8]. Sudut antara lapisan longitudinal dan transversal 0° dan 90° [2] dengan menggunakan software solidworks.

3.3 Hasil

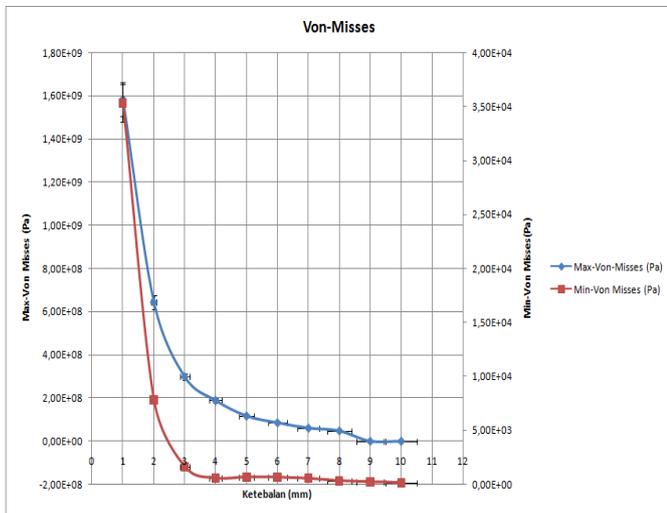
3.3.1 Simulasi Statis

a. Stress-Von Mises



Gambar 6. Visualisasi Von Mises Stress

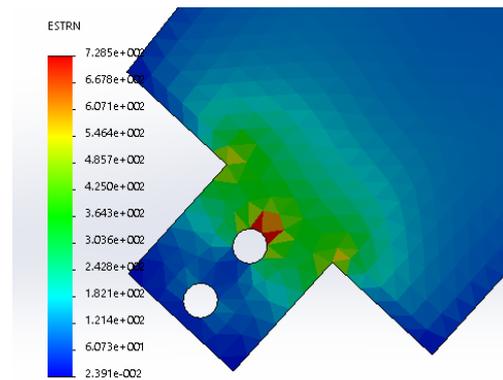
Pada gambar 5 menunjukkan hasil simulasi statis dengan beban 120 N, pada ketebalan 2 mm dengan orientasi longitudinal 0° dan transversal 90° , Kondisi maksimal pada area tumpuan.



Gambar 7. Grafik Von Mises (1-10 mm)

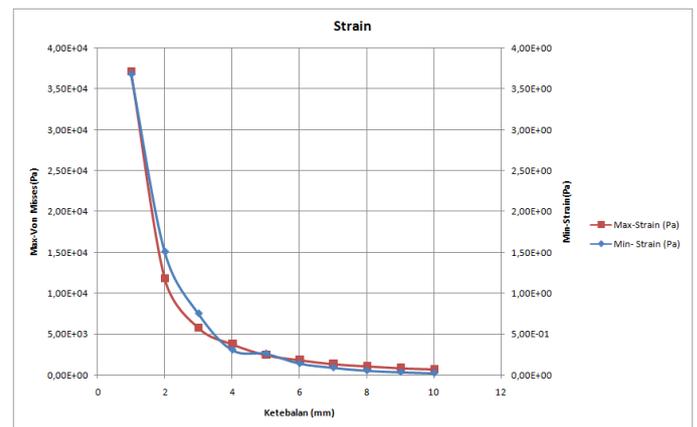
Hasil simulasi variasi ketebalan 1-10 mm, dengan orientasi serat longitudinal 0° dan transversal 90° , pada gambar 6 menunjukkan hasil simulasi variasi ketebalan dengan hasil minimal dan maksimal nilai von mises menunjukkan pada ketebalan 1 mm kondisi von mises memiliki nilai paling besar dan pada kondisi ketebalan 10 mm memiliki nilai von mises paling rendah baik kondisi minimal maupun maksimal.

b. Strain



Gambar 8. Visualisasi Strain

Pada gambar 7 menunjukkan hasil simulasi statis dengan beban 120 N, pada ketebalan 2 mm dengan orientasi longitudinal 0° dan transversal 90° , Kondisi maksimal pada area tumpuan.

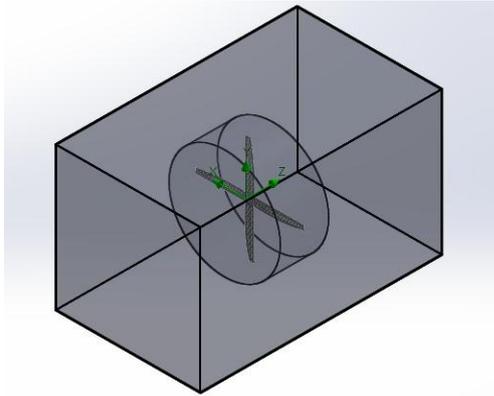


Gambar 9. Grafik Strain (1-10 mm)

Hasil simulasi variasi ketebalan 1-10 mm, dengan orientasi serat longitudinal 0° dan transversal 90° , pada gambar 6 menunjukkan hasil simulasi variasi ketebalan dengan hasil minimal dan maksimal nilai strain menunjukkan pada ketebalan 1 mm kondisi strain memiliki nilai paling besar dan pada kondisi ketebalan 10 mm memiliki nilai strain paling rendah baik kondisi minimal maupun maksimal.

3.3.2 Simulasi Aliran

Simulasi aliran / *flow simulation* merupakan simulasi aliran fluida untuk mengetahui rotasi yang terjadi pada blade yang dikenakan angin dengan kecepatan 5 m/s. berikut ditunjukkan kondisi awal proses simulasi aliran pada gambar 9.



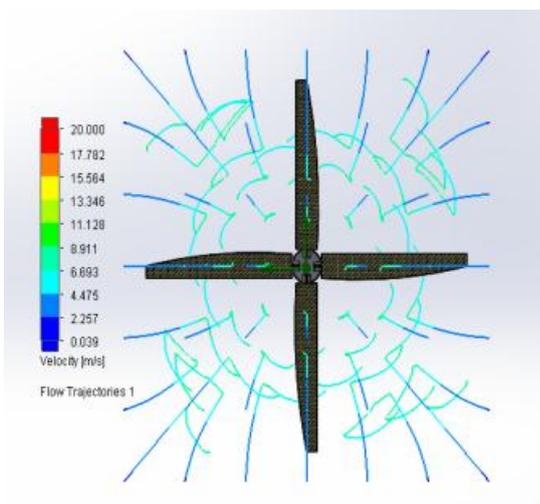
Gambar 10. Kondisi Awal *boundary condition*

Pada gambar diatas Tipe analisis untuk menentukan *ettingan* yang akan kita gunakan ,menggunakan jenis – *Internal , rotation tipe local region , referensi axis tipe z* jumlah *blade* 4 dengan variasi ketebalan *blade* yang berbeda (1-10mm).

Simulasi aliran udara pada turbin angin bertujuan untuk mengetahui hal-hal yang terjadi pada saat adanya aliran udara yang melewati *blade* dengan variasi ketebalan *blade* yang berbeda dengan input kecepatan angin 5 m/s dimana input kecepatan tersebut sebagai awalan untuk menggerakkan kincir berputar.

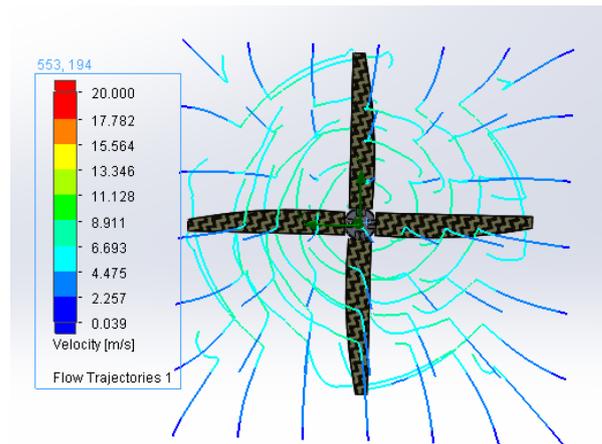
3.3.3 Hasil

Simulasi aliran pada masing-masing *blade* dengan ketebalan berbeda (1-10 mm) menggunakan *flow Simulation*, dengan parameter input kecepatan angin yang sama 5 m/s, dengan hasil simulasi sebagai berikut:



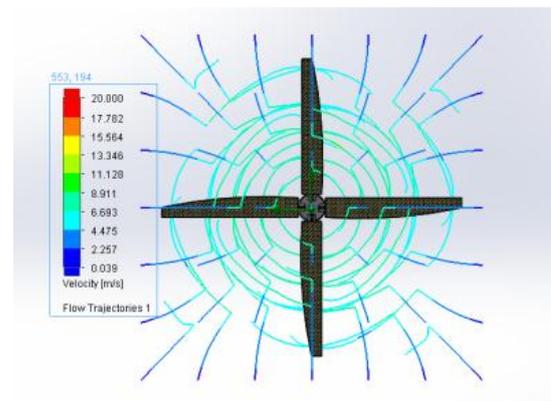
Gambar 11.1. *Blade* 1 mm

Pada gambar di atas menunjukkan hasil simulasi *flow simulation*, penunjukkan hasil simulasi pada garis warna kecepatan angin menunjukkan kecepatan 8,911 m/s namun secara *visual* kerapatan kecepatan angin pada sumbu kincir angin tidak ada.



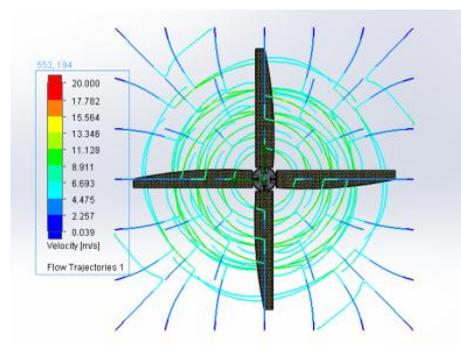
Gambar 11. 2 *Blade* 2 mm

Pada Gambar 11.2, secara visual hasil simulasi kecepatan angin pada kincir dengan ketebalan 2 mm, pada area *blade* kecepatan angin 11,128 m/s, kecepatan angin mengalami peningkatan dibandingkan dengan hasil simulasi ketebalan 1 mm, tampak pada sumbu kincir angin garis kecepatan menunjukkan adanya kerapatan angin.



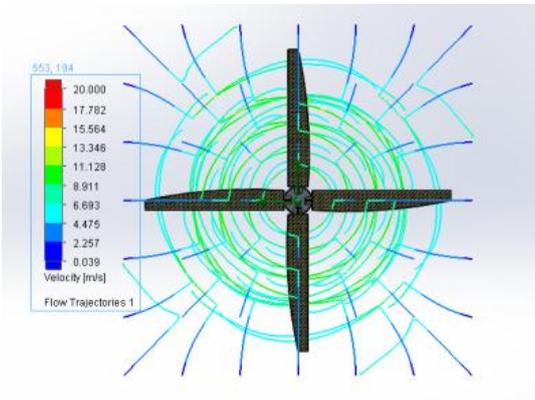
Gambar 11.3. *Blade* 3 mm

Hasil simulasi kecepatan angin pada *blade* 3 mm, kecepatan angin menunjukkan 11,128 m/s menunjukkan nilai sama dengan hasil simulasi pada *blade* 2 mm, namun memiliki kerapatan angin lebih tinggi dibandingkan dengan *blade* 2 mm (*Gambar* 11.2).



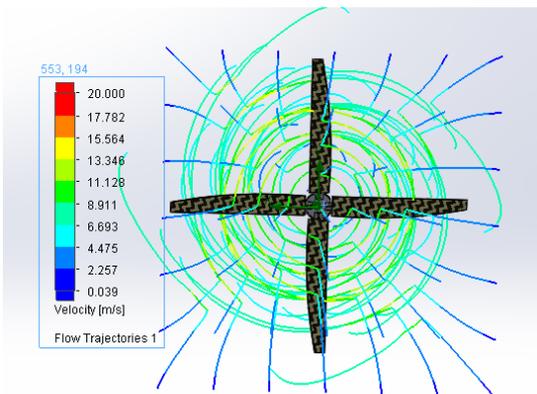
Gambar11.4. *Blade* 4 mm

Pada *blade* 4 mm, hasil simulasi kecepatan menunjukkan 13,346 m/s, dan kerapatan angin meningkat dibandingkan dengan hasil simulasi kecepatan *blade* 3 mm (Gambar 10.3), pada gambar 11.4 menunjukkan kerapatan kecepatan angin lebih banyak dibandingkan dengan gambar 11.3.



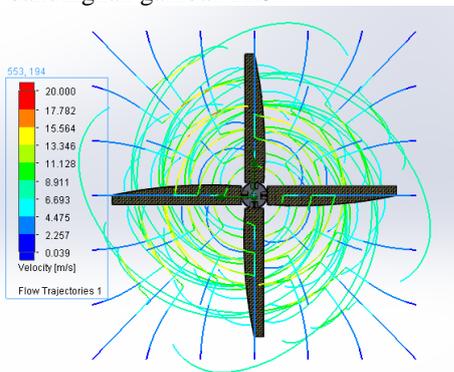
Gambar 11.5. *Blade* 5 mm

Hasil simulasi kecepatan pada *blade* 5 mm, menunjukkan peningkatan kecepatan angin 13,346 m/s, kerapatan kecepatan angin pada sumbu kincir secara visual ditunjukkan pada gambar 11.5 cukup banyak.



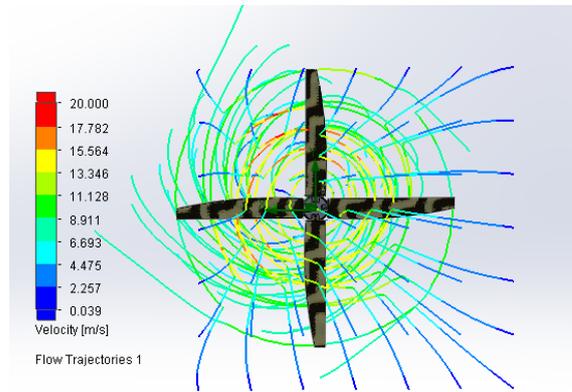
Gambar 11.6. *Blade* 6 mm

Hasil simulasi kecepatan pada *blade* 5 mm, menunjukkan peningkatan kecepatan angin 15,564 m/s, kerapatan kecepatan angin pada sumbu kincir secara visual lebih banyak di bandingkan gambar 11.5

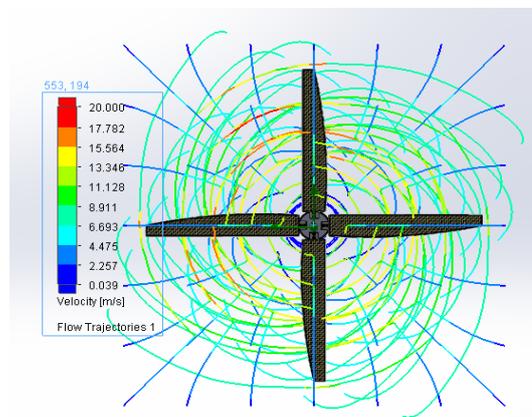


Gambar 11.7. *Blade* 7 mm

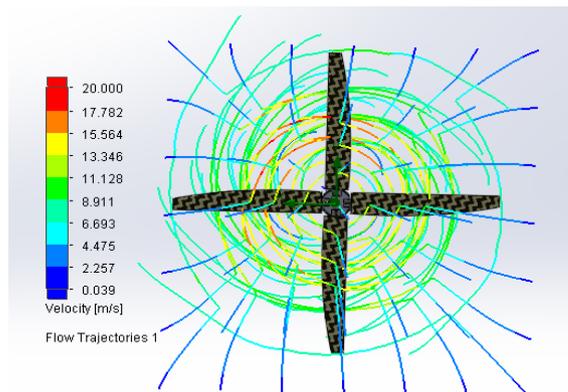
Pada gambar 11.7 menunjukkan hasil simulasi kecepatan 17,782 m/s namun kerapatan angin pada nilai tersebut masih sedikit, kerapatan angin pada sumbu kincir menunjukkan kecepatan angin semakin tinggi.



Gambar 11.8. *Blade* 8 mm



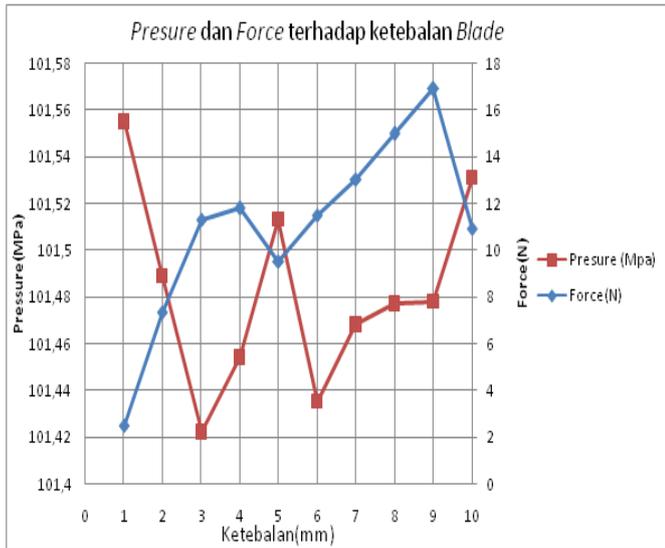
Gambar 11.9. *Blade* 9 mm



Gambar 10.10. *Blade* 10 mm

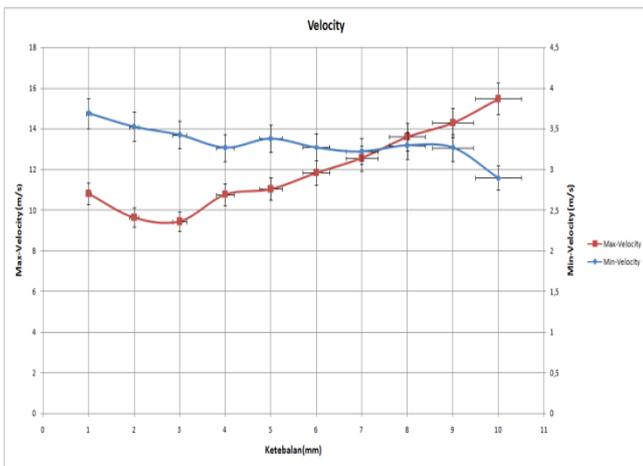
Pada gambar (10.8,10.9,10.10) di atas terlihat jelas mengalami peningkatan kecepatan dari ketebalan sebelumnya, namun nilai memiliki nilai maksimum yang sama sebesar 20 m/s, namun memiliki perbedaan kerapatan kecepatan angin pada sumbu kincir, semakin besar ketebalannya maka semakin rapat kecepatan angin yang terjadi, dapat dikatakan bahwa variasi ketebalan *blade*

berpengaruh terhadap *velocity* dan *pressure* yang diterima oleh *blade* dengan kecepatan 5 m/s. visualisasi variasi ketebalan menunjukkan kerapatan angin yang berbeda.



Gambar 12. *Pressure dan Force*

Pada Gambar 12, hasil simulasi flow simulation menunjukkan hasil perhitungan tekanan dan gaya yang dihasilkan nilai yang fluktuatif namun mengacu pada gaya yang dibutuhkan untuk mengangkat pompa sebesar 5 Kg, maka dapat dilihat gaya yang dihasilkan diatas 5 Kg dapat digunakan.



Gambar 13. *Kecepatan Blade*

Pada Gambar 13, hasil simulasi flow simulation menunjukkan hasil perhitungan kecepatan pada kondisi ketebalan 1-10 mm pada kecepatan minimal semakin tebal semakin menurun kecepatan minimalnya dan berbanding terbalik dengan kecepatan maksimum.

4. KESIMPULAN

Pada studi ini dapat disimpulkan pada hasil simulasi *static* menunjukkan zona kritis yang terjadi pada ketebalan 1-10 mm menunjukkan area tumpuan, nilai *von mises* dan strain semakin tebal (pada ketebalan 8mm, 9mm, 10mm) maka memiliki nilai *von mises* dan strain lebih kecil dibandingkan nilai *von mises* dan strain pada ketebalan 1mm, dan pada hasil simulasi kecepatan angin dengan input angin 5 m/s ketebalan 1-10 mm memungkinkan untuk digunakan dengan hasil gaya yang dihasilkan diatas 5 m/s. Kecepatan yang dihasilkan pada ketebalan 1-10 mm pada kecepatan minimum berbanding terbalik, pada ketebalan 1 kecepatan minimum lebih besar dari pada ketebalan 10mm, dan kecepatan maksimum pada ketebalan 1mm lebih kecil dibandingkan hasil kecepatan pada ketebalan 10 mm.

UCAPAN TERIMA KASIH

1. Direktur DP2M Dirjen DIKTI
2. Direktur Politeknik Negeri Indramayu

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Petunjuk Teknis produksi garam menggunakan teknologi geo membran di kabupaten Indramayu <http://diskanla.indramayukab.go.id/> accessed on 10 April 2017.
- [2]. Peter Grand dan Carl. Q Rousseau 2000 Composite Structure (USA: Theory and Practice, ASTM International)
- [3]. Daniel Gay 2003 Composite Materials Design and Applications, Editions Hermes (California, USA)
- [4]. Burton Tony 2001 Wind Energy Handbook (England: John Wiley and Son. Ltd) Crossref
- [5]. Ragheb Magdi 2011 Fundamental and Advanced Topics in Wind Power ISBN: 978-953-307-508-2 accessed on 15 September 2015 www.intechopen.com
- [6]. Hirshberg Gary 1982 The New Alchemy Water Pumping Windmill Book (USA)
- [7]. Supeni. 2012 2nd Malaysian Postgraduate Conference (MPC2012). Design of Smart Structures for Wind Turbine Blades (Queensland, Australia: Bond University) 20-36
- [8]. Sifa, Agus, et al. Ply Thickness Fiber Glass on Windmill Drive Salt Water Pump. In: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. IOP Publishing, 2016. p. 012024.
- [9]. Sifa, Agus, and Casiman Casiman. "Pengujian Kincir Angin Horizontal Type di Kawasan Tambak sebagai Energi Listrik Alternatif untuk Penerangan." Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar. Vol. 5. 2014.
- [10]. Kurowski, P.M. 2012. Failure Assesment, http://debis.deu.edu.tr/userweb/zeki.kiral/MEE5049_2014/Failure_Assesment.pdf di akses pada tanggal 6 Juli 2017