



Pengujian variasi jumlah blade fiberglass kincir angin tipe horizontal untuk pemompa air garam

A. Sifa*, Badruzzaman, T. Endramawan, I. Maolana, A.R. Muhammad

Teknik Mesin Politeknik Negeri Indramayu, Jln.Raya Lohbener Lama No.08 Lohbener Indramayu
Pos: 45252, Telp. (0234) 5746464; Fax (0234) 5746464.

*Email:agus.sifa@polindra.ac.id

ARTICLE INFO

Article History:

Received 25 January 2018

Accepted 14 April 2018

Available online 1 July 2018

Keywords:

Blade variation

Fiberglass

Horizontal wind mild

Salted water pump



ABSTRACT

The management factor of the salt-making process needs to be considered. Site selection and seasons are essential to support salt salting. The windmill owned by farmers still using wooden material made annually is ineffective and the form of windmills being made does not meet the requirements without considering the wind speed. The pumping speed control is influenced by the size, weight and variation of the blade number and the size of the windmill affecting salt productivity, to optimize the function of the salt water pump by changing the blade material on the windmill by using composite materials and changing the variation of the blade number on the windmill which is 2,3,4 and 6. Test results using blower (fan) showed that the pump will be fully loaded only when the number of blade is 3, 4 and 6 with a speed of 3.49 m / s. As for power coefficient results, the increase of blade number leads to the greater the power efficiency produced. So from the results of simulations and lab tests the authors recommend variations in the number of blade 3.4 and 6. But the fact testing in the lab for variations in the number of blade 6 requires a high speed to start playing Blade, so Blade 4 is most recommended.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan Negara agraris yang kaya akan sumber daya laut. Perkembangan zaman 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 (Dinas Perikanan dan Kelautan Kabupaten Indramayu, 2013). 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. 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 (Solihin, 2012).

Faktor manajemen proses pembuatan garam perlu dipertimbangkan pemilihan lokasi dan musim sangat penting untuk mendukung upaya pengasinan air garam. Kincir angin yang dimiliki oleh petani masih menggunakan material kayu yang dibuat setiap tahun itu tidak efektif dilakukan dan bentuk kincir angin yang dibuat tidak sesuai dengan persyaratan tanpa mempertimbangkan kecepatan angin. Kontrol kecepatan pemompaan dipengaruhi oleh ukuran, berat dan variasi jumlah *blade* serta ukuran kincir angin yang mempengaruhi produktivitas garam.

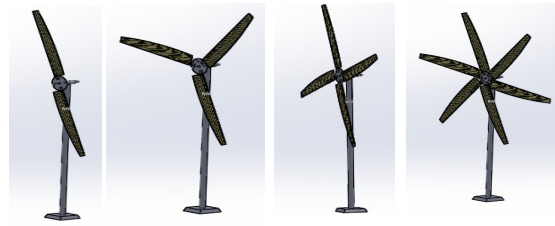
Untuk mengoptimalkan fungsi kincir angin pemompa air garam penulis merubah material *blade* pada kincir angin dengan menggunakan komposit. Berdasarkan hal ini, harus ada pengujian untuk mengoptimalkan fungsi kincir angin, simulasi aliran juga digunakan untuk memprediksi kondisi aliran pada rotor, nilai torsi rotor, nilai pembebanan pada rotor akibat kondisi aliran tersebut, pengujian kinerja turbin angin dilakukan untuk mendapatkan karakteristik daya turbin angin terhadap kecepatan angin (Andriyanto, 2008). Pemompa air garam dengan mengubah material *blade* pada kincir angin dengan menggunakan material komposit dan mengubah variasi jumlah *blade* pada kincir angin dengan jumlah *blade* 2, 4 dan 6. Keuntungan penelitian dengan mengurangi berat turbin *blade* bertujuan untuk kincir angin dapat digerakkan pada kecepatan angin rendah, dan mampu menggerakkan pompa air garam dengan optimal dari daya yang dihasilkan.

Dengan adanya latar belakang di atas, maka diperlukan pengujian tentang variasi jumlah *blade* pada kincir angin tipe *horizontal*, agar menghasilkan putaran yang cepat, putaran pada kincir juga tergantung dari kecepatan angin mengalir, semakin cepat aliran angin maka semakin cepat pula putaran yang dihasilkan kincir tersebut (Andika dkk, 2007). Kincir yang dibuat menggunakan material komposit, pada Hasil penelitian terhadap kincir angin poros horizontal 2 sudu dengan menggunakan bahan komposit memiliki daya terbesar yang dihasilkan dari kincir angin yaitu 23,08 watt pada torsi 0,64 N.m dengan kecepatan angin 9 m/s. Torsi terbesar yang dihasilkan oleh kincir angin 0,7 N.m pada kecepatan putar kincir 398 rpm terjadi pada kecepatan angin 9 m/s (Yerikho, 2016). Kincir angin yang akan digunakan petani dengan variasi jumlah *blade* diuji agar dapat memperoleh kincir angin yang cocok untuk memompa air garam, sehingga produktivitas panen garam lebih optimal.

METODE PENELITIAN

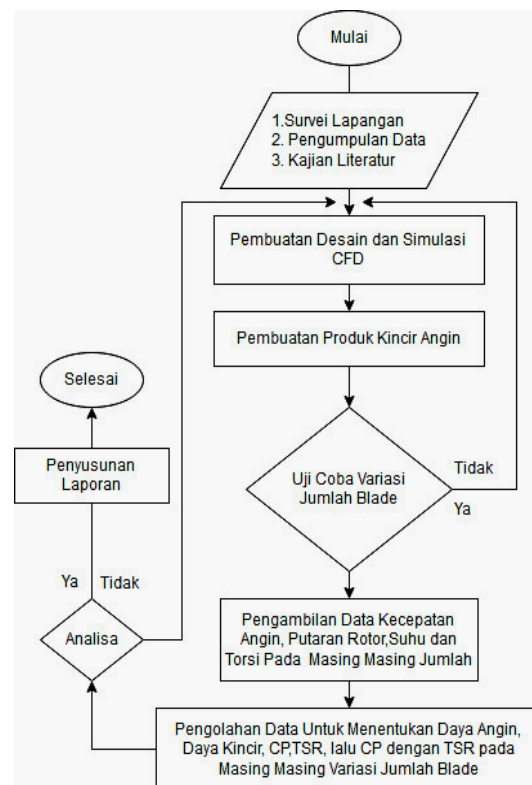
Spesifikasi Kincir Angin

Desain kincir angin yang dibuat dengan variasi jumlah *Blade* 2, 3, 4 dan 6.



Gambar 1. Desain variasi *blade* 2, 3, 4 dan 6

Metode

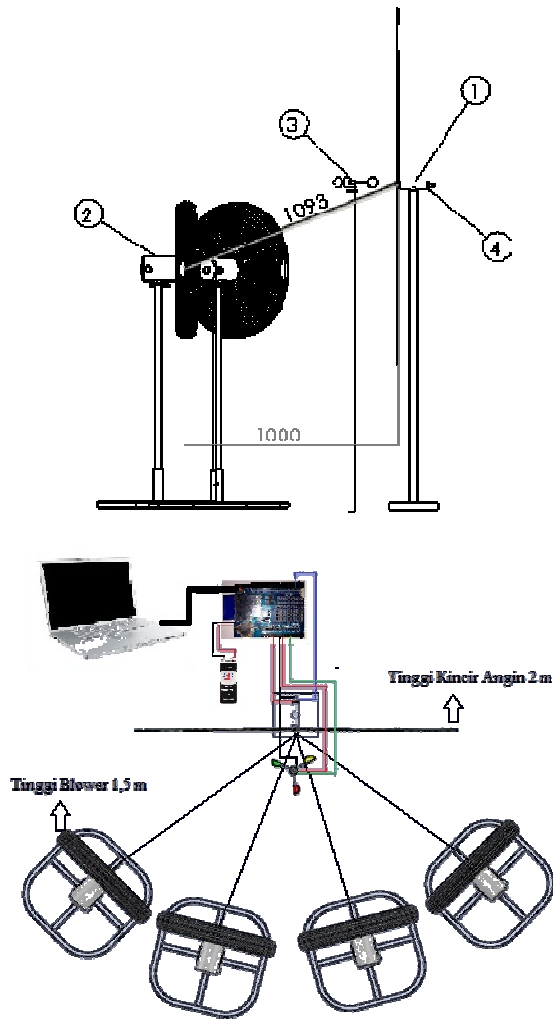


Gambar 2. Flow chart pengujian

Tabel 1. Dimensi kincir angin

Komponen	Dimensi	
<i>Blade</i>	Tebal 2 mm	Panjang 1 m lebar 150 mm dan 76 mm
Dudukan / <i>Hub</i>	Tebal 4 mm	Diameter 220 mm
Tiang	Diameter pipa 3 in	Panjang 2 m
Pompa	Diameter pipa 2,5 in	Panjang 1 m

Gambaran Proses Pengujian



Gambar 3. Gambaran Proses Pengujian

Keterangan Gambar :

1. Kincir Angin
2. Blower (Fan)
3. Sensor Anemometer
4. Sensor RpmMeter

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian performa variasi jumlah *blade* kincir angin tipe horizontal berbahan fiberglass dilakukan dengan empat variasi jumlah *blade* yaitu 2, 3, 4 dan 6. Pengujian yang dilakukan meliputi pengukuran kecepatan angin, kecepatan putar poros dan gaya. dengan menggunakan 4 buah *blower* dengan jarak *blower* dan kincir angin 1000 mm serta tinggi *blower* 1532 mm dan tinggi kincir angin 2000 mm. Sebelum proses pengujian sensor / alat

ukur dikalibrasi dengan membandingkan sensor dengan alat ukur LM8000A.

Menghitung Daya Angin

Daya angin adalah daya (*watt*) yang dibangkitkan oleh angin tiap luasan, dan pada dasarnya daya angin merupakan angin yang bergerak persatuan waktu, sehingga didapatkan rumus persamaan berikut (Andika dkk.,2007).

$$P_{\text{angin}} = 1/2 \rho A V^3 \quad (1)$$

Jadi, daya angin (P_{angin}) yang diperoleh kincir angin dengan jumlah sudu 4 dan kecepatan angin 3,49 m/s adalah 102,79 watt.

Menghitung Daya Kincir

Daya yang dihasilkan oleh kincir angin dapat dicari dengan menggunakan persamaan (3), untuk mendapatkan daya kincir harus diketahui torsi. Maka perlu dicari terlebih dahulu menggunakan Persamaan (3) untuk mencari gaya dan menghasilkan torsi, dengan menghitung beban kincir terlebih dahulu, dimana beban/gaya yang terjadi pada kincir dapat dicari dengan persamaan berikut (Andika dkk.,2007):

$$F = mV^2 / R \quad (2)$$

R adalah jari-jari blade (m), sedangkan untuk mencari nilai torsi dapat digunakan persamaan:

$$T = Fr \quad (3)$$

r menyatakan jari-jari engkol (m). Setelah mendapatkan nilai torsi maka dapat dihitung besar daya kincir dengan menggunakan data hasil uji putaran (n) sebesar 111 rpm, sehingga dapat di cari besar daya kincir sebagai berikut (Andika dkk.,2007):

$$P_{\text{kincir}} = 2\pi nT / 60 \quad (4)$$

Menghitung Koefisien Daya (C_p)

Dengan nilai daya kincir angin (P_{out}) *watt* dan nilai daya angin (P_{in}) *watt* maka nilai koefisien daya yang dihasilkan, koefisien daya kincir dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut (Andika dkk.,2007):

$$C_p = P_{\text{out}} / P_{\text{in}} \quad (5)$$

Menghitung Tip Speed Ratio (TSR)

Untuk mengetahui besarnya perbandingan kecepatan ujung kincir dengan kecepatan angin

atau *tip speed ratio* dengan menggunakan persamaan berikut (Andika dkk,2007).

$$TSR = \lambda = 2\pi nr / (60V) \quad (6)$$

Dengan diketahuinya daya angin, daya kincir, torsi, Cp, dan *tip speed ratio* maka

pengujian kincir angin telah selesai dilaksanakan, adapun hasil dan rekapitulasi antar pengambilan dan pengolahan data sebagai (tabel 2) :

Dari hasil pengujian pengambilan data dan pengolahan data agar memudahkan dalam menganalisis serta membandingkan dapat dibuat grafik seperti dibawah ini.

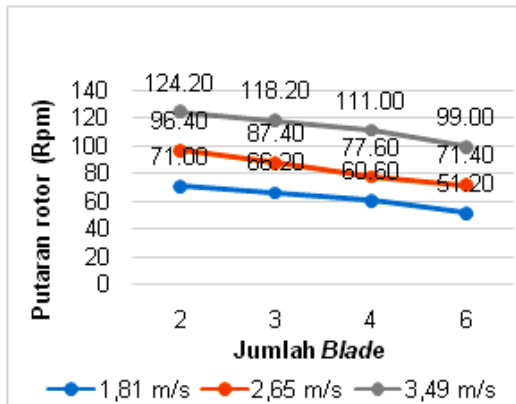
Tabel 2. Hasil pengujian pada jumlah variasi 2, 3, 4 dan 6 blade

Variasi Blade	Pengatur Kec blower	V angin (m/s)	n kincir (rpm)	F gaya (N)	T Torsi (N.m)
2	1	1,81	71,00	10,63	0,80
	2	2,65	96,40	22,78	1,71
	3	3,49	124,20	39,50	2,96
3	1	1,81	66,20	14,76	1,11
	2	2,65	87,40	31,63	2,37
	3	3,49	118,20	54,87	4,11
4	1	1,81	60,60	17,71	1,33
	2	2,65	77,60	37,96	2,85
	3	3,49	111,00	65,84	4,94
6	1	1,81	51,20	25,09	1,88
	2	2,65	71,40	53,78	4,03
	3	3,49	99,00	93,27	7,00

Tabel 3. Hasil perhitungan performa dari data hasil pengujian

Variasi Blade	Pengatur Kec blower	ω Kec sudut (rad/s)	P angin (Watt)	P kincir (Watt)	Cp (%)	λ TSR
2	1	7,43	14,34	5,92	41,30	4,56
	2	10,09	45,00	17,24	38,30	4,23
	3	13,00	102,79	38,51	37,47	4,13
3	1	6,93	14,34	7,67	53,49	4,25
	2	9,15	45,00	21,70	48,23	3,83
	3	12,37	102,79	50,91	49,53	3,93
4	1	6,34	14,34	8,42	58,75	3,89
	2	8,12	45,00	23,12	51,39	3,40
	3	11,62	102,79	57,37	55,81	3,70
6	1	5,36	14,34	10,08	70,32	3,29
	2	7,47	45,00	30,14	66,98	3,13
	3	10,36	102,79	72,49	70,52	3,30

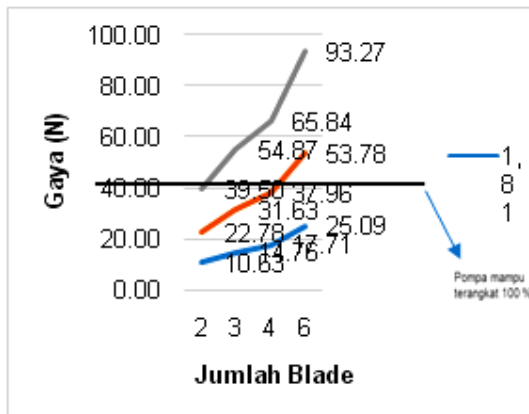
Putaran Rotor (Rpm)



Gambar 4. Hubungan putaran rotor (rpm) dengan jumlah blade.

Pada gambar 4 menunjukkan hasil putaran rotor permenit, dimana semakin sedikit variasi Blade maka rpm yang dihasilkan semakin besar bisa kita lihat pada variasi blade 2 menghasilkan rpm maksimal pada kecepatan 3,49 m/s adalah 124,20 rpm, sebaliknya semakin banyak variasi Blade maka rpm yang dihasilkannya semakin kecil bisa dilihat pada blade 6 dari kecepatan 3,49 m/s menghasilkan 99 rpm.

Gaya (Force)



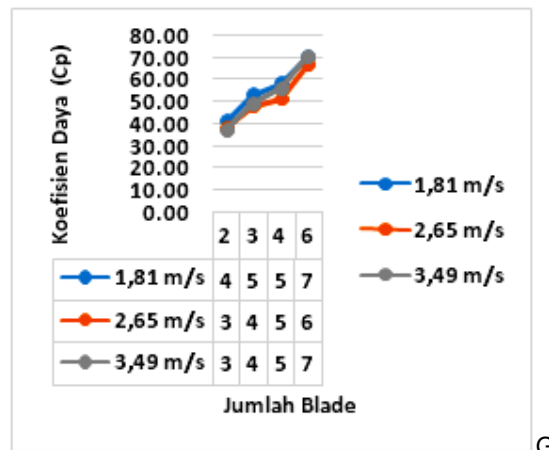
Gambar 5. Hubungan gaya dengan jumlah blade.

Pada gambar 5 menunjukkan kondisi gaya dengan input kecepatan berbeda 1,81 m/s, 2,65 m/s dan 3,49 m/s, dimana beban menarik pompa mengacu pada penelitian Sifa dkk. (2017) dengan judul “perancangan variasi jumlah blade pada kincir angin horizontal tipe untuk pemompa air garam” dengan melakukan pengukuran beban pompa diperoleh dari hasil pengukuran beban untuk mengangkat air dan pompa sebesar 4,5 kg

5 kg, secara penuh pada kedalam 1 m, maka pada kecepatan angin 2,65 m/s dengan jumlah

blade 6 dan pada kecepatan angin 3,49 m/s dengan jumlah blade 3,4 dan 6 yang mampu melakukan pemompaan secara maksimal, untuk jumlah blade 2 hanya mampu memompa air 80% dari ketinggian pompa dengan gaya yang diperoleh pada saat kecepatan angin 3,49 m/s.

Koefisien Daya



Gambar 6. Koefisien daya (Cp)

Pada gambar 6 menunjukkan hasil koefisien daya dengan input kecepatan berbeda 1,81 m/s, 2,65 m/s dan 3,49 m/s, dimana pada blade 6 menghasilkan nilai Cp yang tinggi dari pada jumlah blade lainnya yaitu pada kecepatan angin 3,49 m/s menghasilkan nilai Cp yang paling tinggi yaitu 70,52 %.

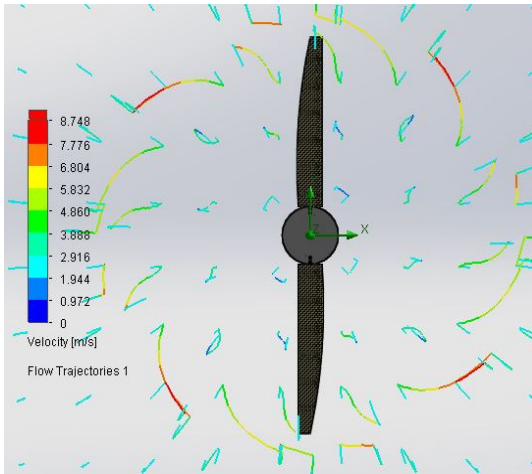
Simulasi

Perhitungan kecepatan putaran kincir angin menggunakan flow simulation, dengan para meter input kecepatan angin (Sifa dkk., 2017) sebesar 1,81, 2,65 dan 3,49 m/s dengan hasil simulasi.

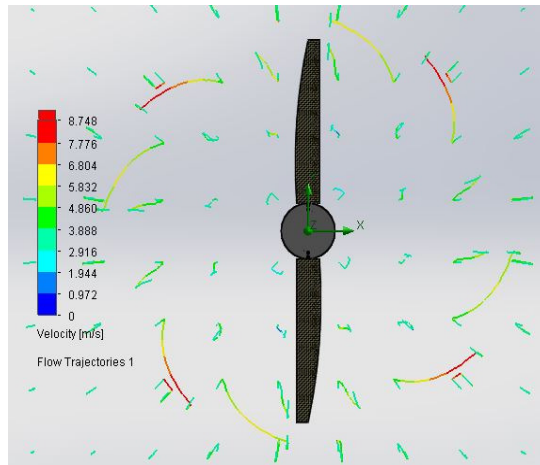
Pada gambar 7 visualisasi kecepatan hasil simulasi 2 blade, menunjukkan kecepatan angin maksimum 8,748 m/s dan aliran angin lebih rapat pada area putaran blade.

Gambar 8 menunjukkan kecepatan angin maksimum 8,748 m/s, namun aliran angin tidak lebih rapat pada area putaran blade dibandingkan gambar 7.

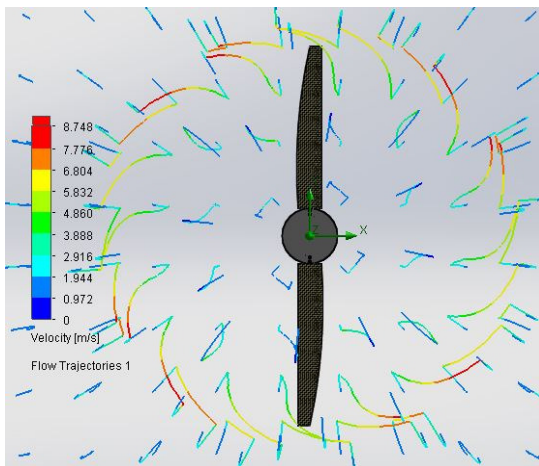
Pada gambar 9 menunjukkan simulasi yang dilakukan untuk jumlah blade 2 dengan variasi kecepatan input sebesar 1,81 m/s, 2,65 m/s dan 3,49 m/s, menunjukkan kecepatan angin maksimum 8,748 m/s, namun aliran angin menunjukkan kerapatan yang tidak sama.



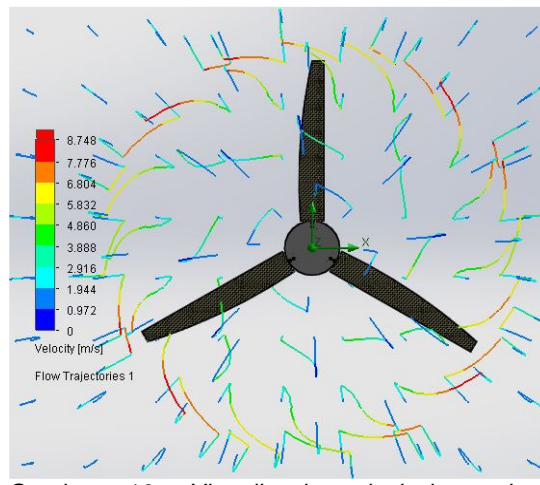
Gambar 7. Visualisasi *velocity* dengan *input* kecepatan angin sebesar 1,81 m/s pada 2 blade



Gambar 9. Visualisasi *velocity* dengan *input* kecepatan angin sebesar 3,49 m/s pada 2 blade



Gambar 8. Visualisasi *velocity* dengan *input* kecepatan angin sebesar 2,65 m/s pada 2 blade.

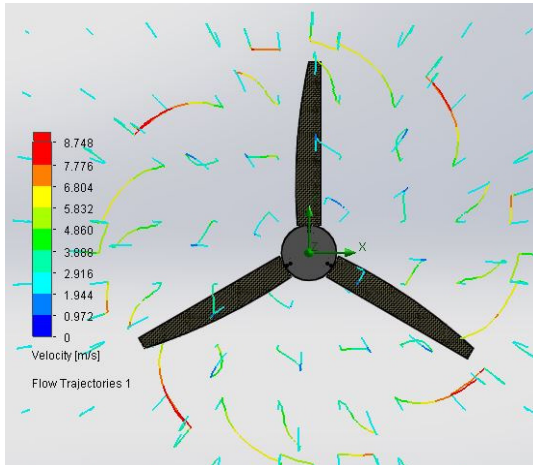


Gambar 10. Visualisasi *velocity* dengan *input* kecepatan angin sebesar 1,81 m/s pada 3 blade

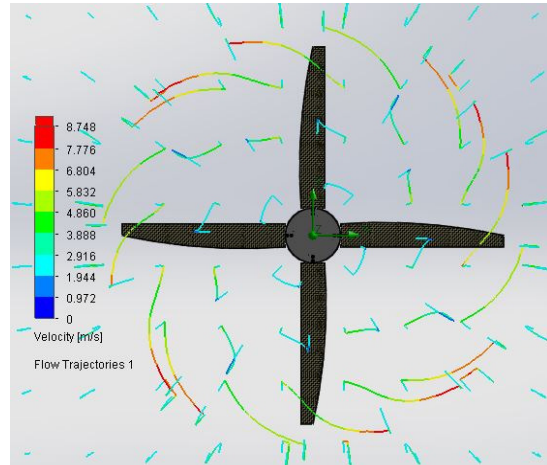
Hasil simulasi pada 3 blade dengan input kecepatan 1,81 m/s, 2,65 m/s dan 3,49 m/s, menunjukkan kerapatan angin yang berbeda, pada input 1,81 m/s kerapatan angin lebih tinggi dibandingkan dengan kerapatan angin pada input kecepatan 2,65 m/s dan 3,49 m/s.

Hasil simulasi pada 4 blade dengan input kecepatan 1,81 m/s, 2,65 m/s dan 3,49 m/s, menunjukkan kerapatan angin yang berbeda, pada input 1,81 m/s kerapatan angin lebih tinggi dibandingkan dengan kerapatan angin pada input kecepatan 2,65 m/s dan 3,49 m/s.

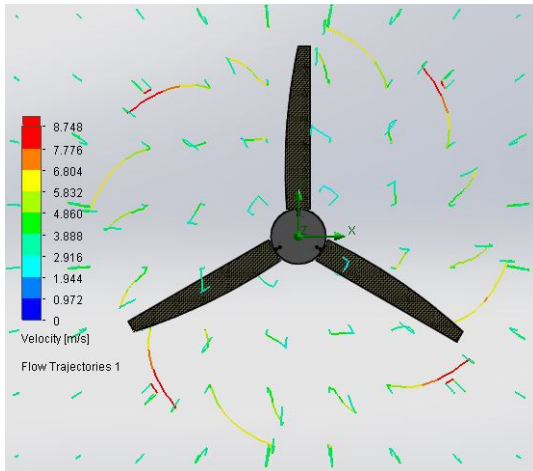
Dari hasil *flow simulation* dengan *input* parameter kecepatan angin 1,81, 2,65 dan 3,49 m/s kita bisa lihat secara visual bahwa semakin banyak *blade* maka aliranpun semakin rapat dan berlaku sebaliknya, namun untuk input kecepatan angin, jika semakin besar maka aliran yang diperoleh akan semakin sedikit dan sebaliknya.



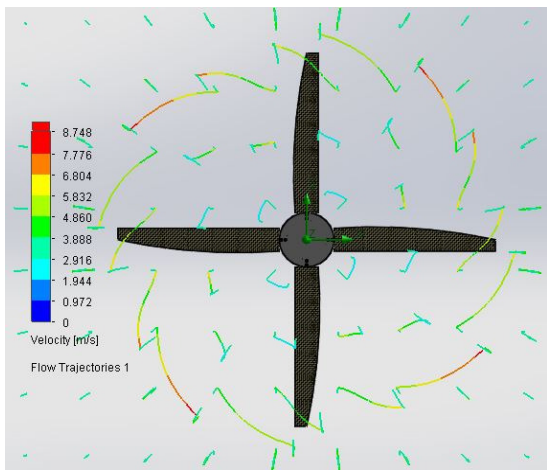
Gambar 13. Visualisasi *velocity* dengan *input* kecepatan angin sebesar 1,81 m/s pada 4 blade.



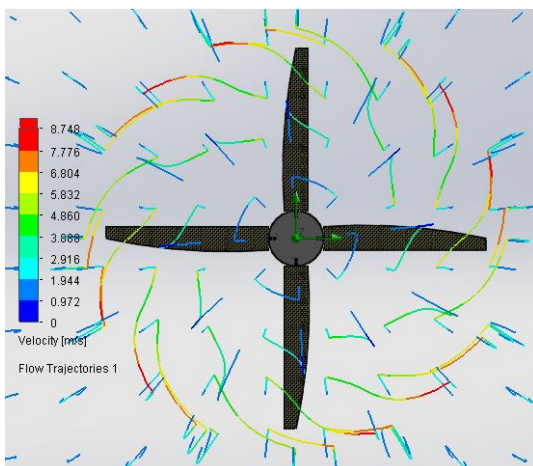
Gambar 14. Visualisasi *velocity* dengan *input* kecepatan angin sebesar 2,65 m/s pada 4 blade.



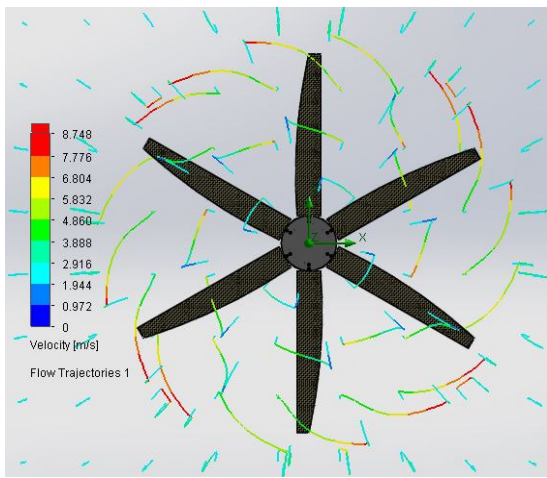
Gambar 11. Visualisasi *velocity* dengan *input* kecepatan angin sebesar 2,65 m/s pada 3 blade



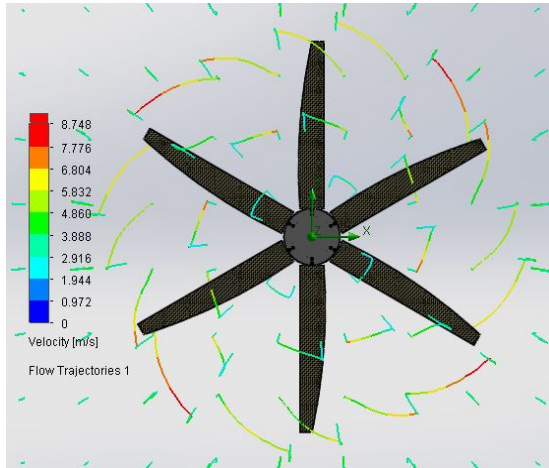
Gambar 15. Visualisasi *velocity* dengan *input* kecepatan angin sebesar 3,49 m/s pada 3 blade.



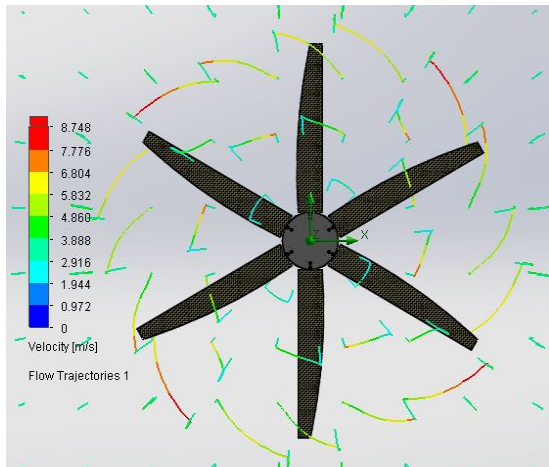
Gambar 12. Visualisasi *velocity* dengan *input* kecepatan angin sebesar 3,49 m/s pada 3 blade



Gambar 16. Visualisasi *velocity* dengan *input* kecepatan angin sebesar 1,81 m/s pada 6 blade.



Gambar 17. Visualisasi *velocity* dengan *input* kecepatan angin sebesar 2,65 m/s pada 6 blade.



Gambar 14. Visualisasi *velocity* dengan *input* kecepatan angin sebesar 3,49 m/s pada 6 blade.

KESIMPULAN

Dari beberapa hal yang telah dibahas pada bab sebelumnya tentang pengujian kincir angin sumbu *horizontal* untuk memompa air garam dapat disimpulkan. Dari hasil pengujian di lab bahwa pompa yang akan terangkat penuh secara maksimal pada variasi jumlah *blade* 4 dan 6 dengan kecepatan 2,65 dan 3,49 m/s. Sedangkan untuk hasil koefisien daya, semakin banyak jumlah *blade* maka semakin besar efisiensi daya yang dihasilkan. Dalam penentuan jumlah variasi *blade* terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi yaitu hasil dari koefisien daya (C_p), gaya dorong awal untuk memutar *blade*, putaran motor, massa *blade*, ukuran *blade* dan gaya yang diperoleh untuk menggerakkan pompa. Dari data yang diperoleh dan dari hasil uji di lab maka penulis merekomendasikan bahwa variasi *blade* 4 yang efisien untuk menggerakkan pompa air garam, karena dari sisi

gaya dorong awal untuk memutar *blade*, jumlah 4 *blade* mulai berputar pada kecepatan 5 m/s dan putarannya stabil.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis pada kesempatan ini mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang membantu baik berupa materi maupun pikiran sehingga penelitian dan paper ini dapat terselesaikan. Yang kedua penulis mengucapkan terimakasih kepada Politeknik Negeri Indramayu atas bantuan hibah penelitian 2017. Yang ke tiga penulis mengapresiasi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Indramayu atas fasilitas yang dipergunakan dalam penelitian ini.

DAFTAR NOTASI

A	: Luas sapuan <i>Bladerotor</i> turbin (m^2)
F	: Force (N)
m	: Massa <i>Blade</i> (kg)
n	: Putaran (rpm)
P_{in}	: Daya Angin (W)
P_{out}	: Daya Kincir Angin (W)
P_{angin}	: Daya angin (W)
r	: Jari-jari engkol (m)
R	: Jari-jari <i>Blade</i> (m)
V	: Kecepatan angin (m/s)
ρ	: Kerapatan udara (kg/m^3)
λ	: Tip Speed Ratio
T	: Torsi (Nm)

DAFTAR PUSTAKA

- Andika M.N., Triharyanto Y.T., Prasetya R.O., 2007, Kincir angin sumbu *horizontal* bersudu banyak, Tugas Akhir, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.
- Andriyanto A., 2008, Perancangan dan pembuatan turbin angin sumbu *horizontal* tiga sudu berdiameter 3.5 meter dengan modifikasi pemotong dan pengaturan sudut pitch, Tugas Sarjana, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Aryanto F., Mara I.M., Nuarsa M., 2016, Pengaruh kecepatan angin dan variasi jumlah sudu terhadap unjuk kerja turbin angin poros *horizontal*, Jurnal Dinamika Teknik Mesin, Vol. 3, No. 1, 50-59.
- Badruzzaman B., Sifa A., Anwar S., 2017, Studi pemilihan ketebalan blade fiberglass kincir angin tipe *horizontal* untuk pemompa air garam di Kabupaten Indramayu, Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar (IRWNS), Bandung, 26 Juli 2017.
- Badruzzaman B., Sifa A., 2018, Study orientation ply of fiberglass on blade salt water pump windmill using abaqus, IOP Conference Series: Materials Science

- and Engineering, Vol. 306, No. 1, IOP Publishing.
- Solihin E., 2012, Dinas : Musim kemarau produksi garam Indramayu meningkat. <http://www.jabar.antaraneews.com/>
- Sifa A., Badruzamman B., Endramawan T., 2017, Perancangan variasi jumlah blade pada kincir angin hotizontal type untuk pemompa air garam, Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar (IRWNS), Bandung, 26 Juli 2017.
- Sifa A., Suwandi D., 2016, Ply thickness fiber glass on windmill drive salt water pump, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Vol. 128, No. 1, p. 012024, IOP Publishing.
- Yerikho S., 2016, Unjuk kerja kincir angin poros horizontal 2 sudu diameter 1 meter berbahan komposit dengan lebar maksimal 10 sentimeter dari pusat poros. Skripsi, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.