

Deteksi Akurasi Dan Analisa Ekor Diferensial Kincir Angin

Syahrul Akhmal Hidayatulloh, Fathoni, Yulianto

Abstrak — Sebagai deteksi ekor untuk mengarahkan kincir angin pada arah datangnya angin, melihat perubahan tegangan yang dihasilkan oleh generator, dan menganalisa perubahan hasil tegangan dari kondisi pengujian setiap model ekor. Tujuan lain dilakukannya penelitian ini adalah untuk mendapatkan bukti empiris mengenai pengaruh model ekor untuk mengikuti arah datangnya angin. Pada penelitian model ekor kincir angin dilakukan dengan dua variasi kecepatan yaitu 10 m/s dan 12 m/s. Pengaruh setiap model ekor yang di alami oleh putaran poros kincir angin yang akan mempengaruhi perubahan tegangan. Pada penelitian yang telah dilakukan dapat di simpulkan bahwa.

Pengujian ketiga model ekor dengan pengambilan data per blok, disimpulkan bahwa ketiga model ekor mempunyai titik kesetabilan sendiri-sendiri. Ekor 1 stabil pada kecepatan rendah yaitu 10 m/s, ekor 2 dan 3 stabil pada kecepatan angin rendah ke tinggi yaitu 10 m/s dan 12 m/s. Pengujian model ekor 3 dapat digunakan pada kecepatan rendah dan tinggi, dan dapat menghasilkan tegangan yang lebih stabil yaitu 1,78 Volt.

Kata kunci : kecepatan putar kincir angin, pengaruh model ekor tegak lurus, bersayap 45°, bersayap 90°.

I. PENDAHULUAN

Angin menjadi salah satu pilihan sebagai sumber daya energi listrik diantara berbagai sumber energi lainnya, terutama untuk daerah-daerah terpencil yang jauh dari perkotaan. Pemanfaatan energi angin sangat jarang digunakan, dikarenakan arah dan kecepatan angin yang selalu berubah-ubah. Kecepatan dan arah mata angin itu sendiri berdatangan secara berubah-ubah dari berbagai sudut tertentu. Hal tersebut menjadi salah satu cobaan agar energi ini dapat dijadikan suatu sumber daya listrik dan bermanfaat bagi semua kalangan.

Alat yang dapat digunakan untuk mengkonversi energi angin adalah kincir angin, dimana energi angin yang merupakan energi kinetik dapat diubah menjadi energi mekanik (putaran) yang kemudian akan menghasilkan sumber daya listrik dan dapat dimanfaatkan sesuai dengan kebutuhan. Didalam perancangannya tidak hanya

mengutamakan bagaimana cara kincir mengkonversi sumber energi, mengingat bahwa energi angin sangat *fluktuatif*, maka kincir angin harus mampu menyesuaikan keadaan, sehingga pada penelitian ini bertujuan untuk menganalisa perbedaan model ekor kincir angin.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kayu Pinus

Pengolahan kayu tidak saja di manfaatkan untuk properti bangunan serta sebagai bahan furniture tetapi dapat dimanfaatkan untuk keperluanteknologi seperti sebagai bahan dasar dari teknologi arang aktif, serta getah dapat digunakan sebagai bahan pelapis lambung kapal, dahulu kala kayu digunakan sebagai bilah kincir angin untuk mengairi persawahan.

Kegunaan kayu dalam pengolahannya sebagai bahan material, bahan *furniture* dan pengolahan kayu sebagai bilah kincir angin tergantung pada jenis dan sifat-sifat kayu tersebut.

2.2 Data Logger Shield

Data logger shield adalah merupakan suatu instrument pengukuran dan perekaman yang dapat berdiri sendiri dan menggunakan memori internal sebagai tempat penyimpanan [1

Data logger shield merupakan *shield* yang digunakan untuk melakukan penyimpanan data pada *SD Card*, dimana *shield* ini kompatibel dengan Arduino Uno, Duemilanove, Diecimila, Leonardo, Mega R3/Mega ADK. *Shield* ini dilengkapi dengan RTC (*Real Time Clock*) yang digunakan untuk mengetahui waktu penyimpanan data yang dilakukan meskipun Arduino yang digunakan sudah tidak teraliri *power*. Akan tetapi RTC akan tetap berjalan karena terdapat baterai pada modul ini, sehingga prosespenyimpanan selanjutnya tetap akan memberikan waktu yang sesuai.

2.3 Sensor Kecepatan

Sensor kecepatan ini digunakan untuk menghitung kecepatan putaran poros kincir angin. Sensor kecepatan ini menggunakan photodiode sebagai pembacaan pantulan cahaya saat di pantulan oleh garis yang di tempel pada objek yang akan diukur. Frekuensi sensor photodiode tidak luas. Dari rentang tanggapan itu, sensor photodiode memiliki tanggapan paling baik terhadap cahaya, tepatnya pada cahaya dengan panjang gelombang sekitar 0,9 μm .

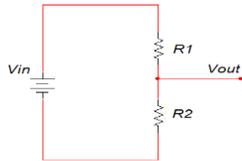
Syahrul Akhmal Hidayatulloh adalah mahasiswa D4 Teknik Elektronika Politeknik Negeri Malang, email : syahrulakhmalhidayatulloh@gmail.com
Fathoni dan Yulianto adalah dosen Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Malan, email : fathoniphyrus@gmail.com, yulianto@polinema.ac.id



Gambar 1 Sensor Photodioda

2.4 Sensor Tegangan

Pembagi tegangan adalah suatu sistem rangkaian sederhana yang mengubah tegangan besar menjadi tegangan yang lebih kecil. Fungsi dari pembagi tegangan ini pada rangkaian elektronika adalah untuk membagi tegangan input menjadi satu atau beberapa tegangan output yang diperlukan oleh komponen lainnya didalam rangkaian.



Gambar 2 Rangkaian Voltage Divider

2.5 Mikrokontroler Arduino Mega 2560

Pada papan arduino mega 2560 ini memiliki pin yang cukup banyak, sejumlah 54 buah digital I/O pin (15 pin diantaranya adalah PWM), 16 pin analog input, 4 pin UART (serial port hardware). arduino mega 2560 memiliki sebuah oscillator 16 Mhz, sebuah port USB, power jack DC, ICSP header, dan tombol reset. Board ini sudah sangat lengkap, sudah memiliki segala sesuatu yang dibutuhkan untuk sebuah mikrokontroler.



Gambar 3 Arduino Uno

2.6 Generator 3 Phasa

Generator berfungsi untuk mengubah energi mekanik putaran poros menjadi energi listrik, konveksi energi tersebut berlangsung melalui medium medan magnet. Tegangan output generator tergantung pada kecepatan putaran dan medan magnet yang terbentuk pada rotornya. Perubahan nilai arus rotor akan mempengaruhi besarnya flux magnet yang dihasilkan, sedangkan putaran rotor bersama dengan flux magnet akan mempengaruhi nilai tegangan outputnya.

2.7 Sensor Hall Effect

Sensor *hall effect* yaitu sensor yang berfungsi untuk mendeteksi medan magnet. Sensor ini memberikan keluaran berupa tegangan yang proporsional dengan kekuatan medan magnet yang diterima oleh sensor tersebut. Pada dasarnya, sensor ini mendeteksi tarikan gaya magnet yang ada disekitar penampang sensor. Pada saat perangkat didekatkan dengan medan magnet, maka garis fluks magnet mengakibatkan penyebaran muatan beban serta muatan elektron, sehingga terjadi perubahan tegangan keluaran dari sensor magnet.



GAMBAR 4 SENSOR HALL EFFECT

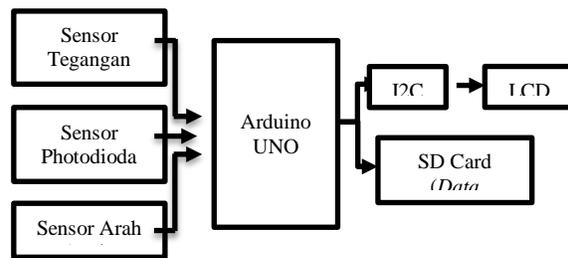
III. METODE PENELITIAN

3.1 Prinsip Kerja Alat

Prinsip kerja pada alat ini adalah menggerakkan baling-baling kincir angin untuk menghadap pada arah datangnya angin. Pada saat kincir angin bergerak untuk menyesuaikan arah datangnya angin, maka sensor *hall effect* akan menampilkan kemana arah kincir angin menghadap pada arah datangnya angin. Hasil pembacaan akan di olah oleh arduino nano dan akan ditampilkan pada LCD.

Sensor kecepatan akan membaca setiap perubahan gerak kincir angin saat menentukan kemana dia akan bergerak mengikuti arah datangnya angin. Pada saat kondisi kincir angin stabil menghadap arah datangnya angin, pembacaan sensor kecepatan akan di proses oleh arduino uno dan ditampilkan pada LCD berapakah kecepatan putaran poros kincir angin. Setiap pergerakan kincir angin dapat mempengaruhi kecepatan putaran poros kincir angin. Perubahan setiap putaran akan mempengaruhi tegangan yang dihasilkan oleh generator listrik, hal ini yang menyebabkan tegangan tidak stabil.

Setiap perubahan dalam kurun waktu 1 menit akan disimpan pada *data logger shiled*, *data logger shiled* akan menyimpan perubahan hasil tegangan sejumlah 25 data permenit. *Data logger shiled* digunakan sebagai penyimpanan perubahan hasil tegangan yang dihasilkan oleh generator listrik. Maka pada perubahan tersebut dapat di analisa menggunakan data tersebut perubahan yang dihasilkan dalam 1 menit yang berisi 25 data.



Gambar 5 Diagram Blok Sistem

3.2 Perencanaan Mekanik

Perencanaan dan pembuatan mekanik pada kincir angin horizontal 3 sudu.



Gambar 6 Kincir Angin 3 Sudu

Pada perencanaan alat yang akan di buat ini memiliki beberapa spesifikasi, diantaranya adalah:

1. A. Dimensi Alat

- Tinggi Keseluruhan : ± 1,5 m
- Berat : ± 5 kg
- Luas Diameter besi : 2,5 cm
- Panjang baling-baling : 50 cm

B. Panjang Ekor

- Ekor 1 : 28 cm
- Ekor 2 bersayap : 38 cm
- Ekor 3 bersayap : 38 cm

2. Bahan

- Kayu : Kayu Pinus
- Rangka Alat : Besi

3. Processor : Arduino Uno

4. Sensor

- Kecepatan Photodiode
- *Hall Effect*

5. Actuator

- Generator Listrik 3 Fasa

6. Display : LCD 16 x 2

7. Tegangan Aki : 12 Volt

3.3 Pembuatan Model Ekor

3.3.1 Model Ekor 1

Model ekor 1 dibuat seperti sirip hiu yang dapat sering dijumpai. Model ekor 1 ini berbentuk tegak lurus sehingga dapat disebut dengan sirip hiu. Model ekor yang pertama memiliki ketebalan 5 mm, panjang 28 cm dan tinggi sisi belakang 16 cm.



Gambar 7 Model Ekor 1

3.3.2 Model Ekor 2

Model ekor 2 mempunyai perbedaan pada model ekor 1, perbedaan tersebut terletak pada sisi belakang yaitu model ekor 2 mempunyai sayap dengan lebar 45°. Dibuatnya model ekor tersebut untuk melihat pergerakan kincir angin sebagai perbandingan daya tangkap angin dengan ekor yang pertama. Ketebalan pada ekor ini adalah 5 mm, panjang 38 cm, tinggi

16 cm dan lebar sayap 45°.



Gambar 8 Model Ekor 2

3.3.3 Model Ekor 3

Sedangkan pada model ekor 3 adalah pengembangan dari model ekor 2, perbedaan tersebut terletak pada sisi belakang yaitu model ekor 3 mempunyai sayap dengan lebar 90°. Dibuatnya model ekor tersebut untuk melihat pergerakan kincir angin sebagai perbandingan daya tangkap angin dengan ekor yang pertama dan kedua. Ketebalan pada ekor ini adalah 5 mm, panjang 38 cm, tinggi 16 cm dan lebar sayap 90°.



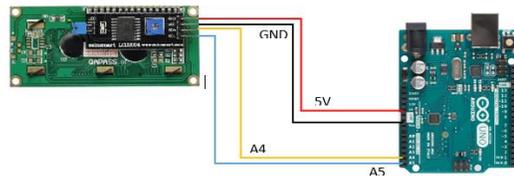
Gambar 9 Model Ekor 3

3.4. Perancangan Elektrik

Perancangan hardware atau elektrik ini meliputi seluruh bagian blok seperti input dan output dari segi elektronika sistem dan alat yang akan digunakan seperti rangkaian sensor tegangan, sensor arus, sensor kecepatan, sensor *hall effect* dan *LCD* sebagai parameter untuk mengetahui perubahan nilai tegangan, kecepatan poros kincir angin, dan arah kincir angin terhadap arah datangnya angin.

3.4.1 Perancangan LCD 2 x 16

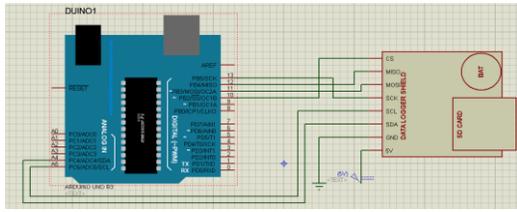
LCD berperan sebagai media untuk menampilkan selama pengendalian sistem berlangsung seperti menampilkan kondisi kecepatan poros kincir angin, arah datangnya angin, tegangan dan dihasilkan oleh generator listrik.



Gambar 10 Perancangan *LCD*

3.4.2 Data Logger Shield

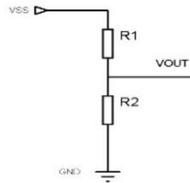
Mikrokontroler Arduino Uno digunakan sebagai master untuk pengolahan data dan pembacaan sensor. Untuk modul *data logger shield* digunakan untuk menyimpan data yang sudah diolah oleh Arduino Uno dengan periode waktu penyimpanan tertentu yang dibutuhkan oleh pengguna.



Gambar 11 Rangkaian Datta Logger Shield

3.4.3 Perancangan Sensor Tegangan

Sensor Tegangan atau pembagi tegangan pada kincir angin berguna sebagai pembacaan hasil tegangan dari generator yang dimana sensor ini diletakkan pada sisi input dan output dari generator sehingga dari input dan output sensor ini akan masuk pada pin analog dari mikrokontroller. Berikut adalah rancangan sensor tegangan.

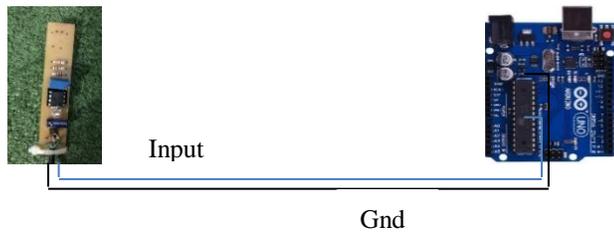


Gambar 12 Rangkaian Sensor Tegangan

Pada gambar 12 merupakan perancangan voltage divider atau sensor tegangan untuk generator kincir angin .Pada rangkaian pembagi tegangan ini yang digunakan untuk pembacaan nilai ADC oleh mikrokontroller adalah nilai pembagi tegangan pada R2. Nilai tegangan keluaran pada R2 (VArduino) tidak boleh melebihi dari nilai tegangan refrensi ADC dari mikrokontroller sebesar 5V.

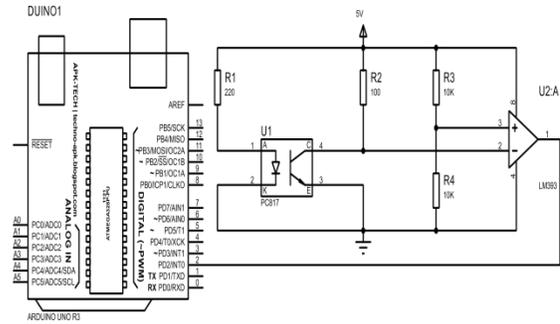
3.4.4 Sensor Kecepatan

Merupakan rangkaian sensor kecepatan menggunakan photodiode, sensor ini digunakan untuk menghitung putaran poros kincir angin. Dimana pin Vin pada sensor dihubungkan pada pin 5 digital Arduino Uno serta Ground dari sensor di hubungkan pada pin 12 digital Arduino Uno. Sensor kecepatan pada penelitian ini, menggunakan program library pada Arduino.



Gambar 13 Rancangan Sensor Kecepatan

Sensor kecepatan pada alat ini menggunakan photodiode yang berfungsi untuk membaca pantulan cahaya dari setiap garis yang telah di tempel pada objek. Rangkaian sensor kecepatan dapat dilihat pada gambar 3.14. Prinsip kerja rangkaian tersebut adalah membaca setiap pantulan dari lampu led, kemudian dibaca oleh photodiode. Setiap pantulan yang diterima berlogika 1, rumus yang digunakan tergantung pada garis yang akan diberikan pada objek. Sehingga setiap jumlah baris akan mempengaruhi rumus yang akan digunakan.



Gambar 14 Rangkaian Sensor Kecepatan

IV. HASIL DAN ANALISA

4.1 Pengujian Kecepatan Angin (Turbin Angin)

Pengujian pada kecepatan angin ini adalah pengujian angin yang berasal dari alat bantu yaitu turbin angin. Pengujian tersebut dilakukan untuk menentukan kecepatan yang akan diujikan pada kincir angin sebagai pengambilan data yang akan digunakan pada penelitian. Pengukuran kecepatan angin ini menggunakan anemometer dengan satuan m/s.

Tabel 1 Hasil Pengujian Kecepatan Angin

Turbin Angin (Volt)	Anemometer (m/s)
60	6,1
70	7
80	7,9
90	9,1
100	10
110	11,2
120	12,1

Pada tabel 1 dapat dilihat hasil pengujian kecepatan angin yang bersumber dari turbin angin dengan satuan (volt) akan dibandingkan dengan alat ukur anemometer dengan satuan (m/s). Dapat amati pada tabel bahwa pengujian kecepatan turbin angin saat berputar dengan konstan pada tegangan 60 volt, terukur pada alat ukur sebesar 6,1 m/s. Dan pada saat kecepatan turbin sebesar 100 volt terukur 10 m/s pada alat ukur. Hal ini menjadi bukti bahwa turbin angin dapat berputar secara konstan dan dapat digunakan sebagai sumber angin untuk pengujian kincir angin.

4.2 Pengujian Sensor Tegangan

Tabel 2 Hasil Pengujian Sensor Tegangan

Tegangan Input	Pembacaan Tegangan Dengan Sensor	Error (%)
2,9	2,7	0,1
3,9	3,7	0,2
4,9	4,7	0,1

5,9	5,7	0,1
6,0	6,7	0,7

Dari hasil pengujian pada tabel 2 dapat diketahui error yang dihasilkan kecil sehingga sensor dapat digunakan untuk pembacaan tegangan yang dihasilkan oleh generator. Pengujian pada sensor tegangan ini bertujuan untuk menemukan nilai kesalahan (*error*), dengan membandingkan nilai dari pembacaan oleh sensor tegangan terhadap tegangan masukan.

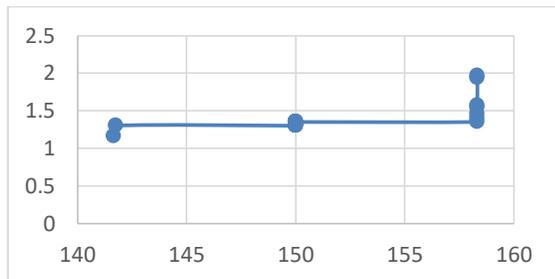
4.3 Pengujian 3 Model Ekor Kincir Angin

Pengujian yang dilakukan per blok sistem pada alat ini adalah untuk mencari perbedaan kondisi kincir angin dengan menggunakan beberapa model ekor yang berbeda. Pengujian model ekor kincir angin ini dilakukan dengan memberikan kecepatan angin, beban, dan arus eksitasi yang sama. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan alat bantu yaitu *wind turbine* sebagai sumber daya angin dengan memberikan dua variasi kecepatan angin yaitu 10 dan 12 m/s.

4.3.1 Pengujian Model Ekor 1

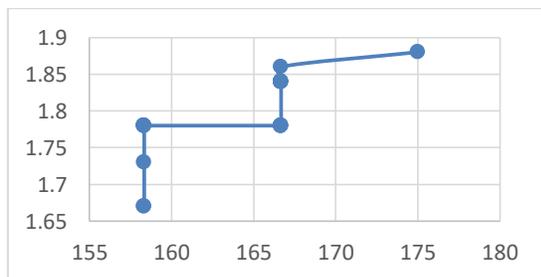
Pengujian dilakukan dengan mengamati perubahan tegangan dan kecepatan putaran kincir angin. Pengambilan data pada penelitian ini menggunakan *data logger shield* selama 1 menit dengan kecepatan 10 dan 12 m/s.

A. Grafik Hasil Pengujian Model Ekor 1



Gambar 15 Kecepatan Poros Kincir Terhadap Tegangan Dengan Kecepatan 10 m/s

Hasil pengujian kecepatan poros kincir angin terhadap tegangan yang dihasilkan. Pengujian ini dilakukan dengan kecepatan turbin angin sebesar 10 m/s. Dapat dilihat pada gambar diatas bahwa hasil tegangan yang didapatkan tidak selisih terlalu jauh dari kecepatan terendah hingga tertinggi.



Gambar 16 Kecepatan Poros Kincir Terhadap Tegangan Dengan Kecepatan 12 m/s

Hasil pengujian kecepatan poros kincir angin terhadap tegangan yang dihasilkan. Pengujian ini dilakukan dengan kecepatan turbin angin sebesar 12 m/s. Dapat dilihat pada gambar diatas bahwa hasil tegangan yang didapatkan tidak selisih terlalu jauh dari kecepatan terendah hingga tertinggi.

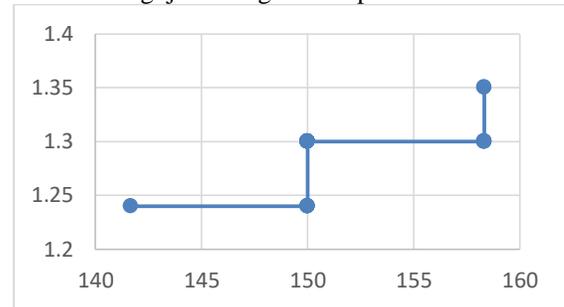
Diketahui pada pengujian ekor kincir angin model 1, selisih pembacaan kecepatan terjauh sebesar 16,76 Rpm dan selisih tegangan yang dihasilkan sebesar 1,24 Volt, dapat dikatakan bahwa kondisi ekor 1 tidak stabil pada kecepatan angin 12 m/s.

4.3.2 Pengujian Model Ekor 2

Pengujian dilakukan dengan mengamati perubahan tegangan dan kecepatan putaran kincir angin. Pengambilan data pada penelitian ini menggunakan *data logger shield* selama 1 menit dengan kecepatan 10 dan 12 m/s.

A. Grafik Hasil Pengujian Model Ekor 2

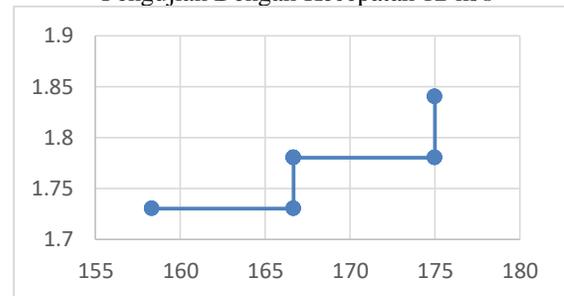
- Pengujian Dengan Kecepatan 10 m/s



Gambar 17 Kecepatan Poros Kincir Terhadap Tegangan

Pengujian pada Gambar 17 sebagai hasil pengujian kecepatan poros kincir angin terhadap tegangan yang dihasilkan. Pengujian ini dilakukan dengan kecepatan turbin angin sebesar 10 m/s. Dapat dilihat pada gambar diatas bahwa hasil tegangan yang didapatkan tidak stabil, dengan kecepatan yang naik turun sehingga mempengaruhi hasil tegangan.

- Pengujian Dengan Kecepatan 12 m/s



Gambar 18 Kecepatan Poros Kincir Terhadap Tegangan

Pengujian hasil kecepatan poros kincir angin terhadap tegangan yang dihasilkan. Pengujian ini dilakukan dengan kecepatan turbin angin sebesar 12 m/s. Dapat dilihat pada gambar diatas bahwa hasil tegangan yang didapatkan tidak stabil, dengan kecepatan yang naik tiap wktunya sehingga mempengaruhi hasil tegangan dari kecil ke tinggi yang dipengaruhi kecepatan poros kincir angin.

Diketahui pada pengujian ekor kincir angin model 2, selisih pembacaan kecepatan terjauh sebesar 8,33 rpm dan selisih tegangan yang dihasilkan sebesar 0.11 Volt, dapat

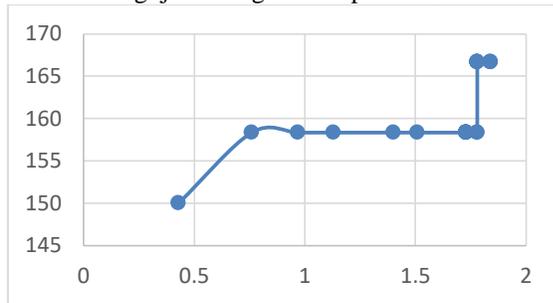
dikatakan bahwa kondisi ekor 2 stabil pada kecepatan angin 12 m/s.

4.3.3 Pengujian Model Ekor 3

Pengujian dilakukan dengan mengamati perubahan tegangan dan kecepatan putaran kincir angin. Pengambilan data pada penelitian ini menggunakan *data logger shield* selama 1 menit dengan kecepatan 10 dan 12 m/s.

A. Grafik Hasil Pengujian Model Ekor 2

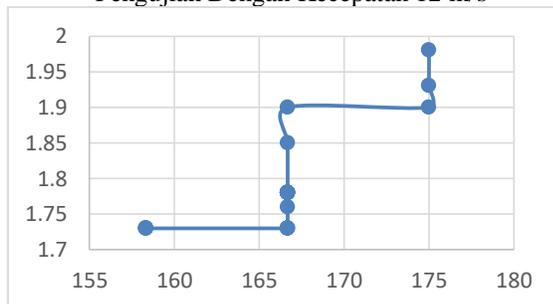
- Pengujian Dengan Kecepatan 10 m/s



Gambar 19 Kecepatan Poros Kincir Terhadap Tegangan

Pengujian hasil kecepatan poros kincir angin terhadap tegangan yang dihasilkan. Pengujian ini dilakukan dengan kecepatan turbin angin sebesar 10 m/s. Dapat dilihat pada gambar diatas bahwa hasil tegangan yang didapatkan stabil pada tegangan 1 – 1,5 volt pada kecepatan 158 rpm.

- Pengujian Dengan Kecepatan 12 m/s



Gambar 20 Kecepatan Poros Kincir Terhadap Tegangan

Pengujian hasil kecepatan poros kincir angin terhadap tegangan yang dihasilkan. Pengujian ini dilakukan dengan kecepatan turbin angin sebesar 12 m/s. Dapat dilihat pada gambar diatas bahwa hasil tegangan yang didapatkan stabil pada tegangan 1,9 volt pada kecepatan 175 Rpm.

Diketahui pada pengujian ekor kincir angin model 3, selisih pembacaan kecepatan terjauh sebesar 3,34 rpm dan selisih tegangan yang dihasilkan sebesar 0.8 Volt, dapat dikatakan bahwa kondisi ekor 3 stabil pada kecepatan angin 12 m/s.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Secara umum tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mendapatkan bukti empiris mengenai pengaruh model ekor tegak lurus, bersayap 45°, dan ekor bersayap 90° apakah dapat bergerak mengikuti arah datangnya angin. Pada

penelitian model ekor kincir angin dilakukan dengan dua variasi kecepatan yaitu 10 m/s dan 12 m/s. Pada penelitian yang telah dilakukan dapat di simpulkan bahwa :

1. Pengujian model ekor tegak lurus, bersayap 45°, dan bersayap 90° dilakukan dengan cara pengambilan data per blok, dapat disimpulkan bahwa model ekor bersayap 90° dapat mengikuti arah datangnya angin dan menghadap lurus pada arah datangnya angin.
2. Pengujian model ekor bersayap 90° dapat digunakan pada kecepatan rendah dan tinggi, dan dapat menghasilkan tegangan yang lebih stabil yaitu 1,78 Volt.

5.2 Saran

Berdasarkan keterbatasan penelitian yang telah dilakukan, maka diberikan saran untuk penelitian selanjutnya yaitu peneliti dapat merubah posisi dudukan generator pada kincir angin agar mengurangi beban gaya putar baling-baling sehingga baling-baling dapat berputar lebih cepat dibanding penelitian sebelumnya. Kemudian penelitian selanjutnya juga dapat mengatur putaran kincir angin agar bergerak di sudut arah datangnya angin. Perbaikan tempat sensor arah angin agar kabel dari sensor dapat di input pada Arduino Uno agar dapat masuk dalam *data logger shield*. Penelitian selanjutnya juga dapat membuat 2 kincir angin untuk mempermudah dalam pengambilan data sebagai perbandingan model ekor yang digunakan.

DAFTAR PUSAKA

- [1] JIkhsan dan Yuwaldi,2014. Teknik Reduksi Energi pada Perancangan Data Logger Parameter Matahari . Online (<https://jurnal.unsyiah.ac.id/JRE/article/download/1993/1937>)
- [2] Erni Setyaningsih, *et al* 2017. Penggunaan Sensor *Photodiode* sebagai Sistem Deteksi Api pada Wahana Terbang *Vertical Take-Off Landing* (VTOL). Online (<https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/jte/article/download/11155/7331>)
- [3] Elektronika Dasar. Pembagi Tegangan (Voltage Divider). Online (<https://elektronika-dasar.web.id/pembagi-tegangan-voltage-divider/>)
- [4] Bahrin, 2017. Sistem Kontrol Penerangan Menggunakan Arduino Uno Pada Universitas Ichsan Gorontalo. Online (<https://media.neliti.com/media/publications/258989-sistem-kontrol-penerangan-menggunakan-ar-9ae949f0.pdf>)
- [5] Triyanto, 2016. Media Pembelajaran Sensor Pir Parallax, Hall Effect, Dan Sensor DS18B20 Pada Mata Pelajaran Sensor Dan Aktuator Di SMK Muhammadiyah Prambanan. Online (<https://eprints.uny.ac.id/44387/1/.ANDHI%2012502241009.pdf>)