

SISTEM PENGUKURAN KECEPATAN ANGIN MENGGUNAKAN SENSOR ANEMOMETER BERBASIS IOT

Yan Anggata Putra^{1*}, Gaguk Firasanto², Pranoto Budi Laksono³

^{1,2} UNIVERSITAS PAMULANG

³ UNIVERSITAS PAMULANG

Keywords:

Wind, Anemometer, NodeMCU, IoT.

Correspondent Email:

yananggata@gmail.com

Abstrak. Dalam suatu tempat atau daerah alat ukur suatu objek sangat diperlukan, Salah satunya alat pengukur kecepatan angin yang bisa mengukur kecepatan angin di suatu daerah untuk menentukan keadaan angin di tempat tersebut maupun dapat menjadi tempat yang digunakan untuk turbin penghasil energi listrik terbarukan. Alat yang dirancang ini menggunakan sensor anemometer sebagai sensor untuk mengukur kecepatan angin yang kemudian data diproses oleh NodeMCU untuk ditampilkan di LCD sebagai *interface*. Pengujian dari alat ukur ini didapatkan hasil selisih rata-rata kecepatan angin pada 0.098 m/s, 0,134 m/s, 0,042 m/s dan hasil *error* dengan persentase terkecil 1,42% dan persentase *error* terbesar 16,6%. Serta pengujian alat selama 4 jam didapatkan hasil pengukuran yang beragam dengan hasil data paling rendah yaitu 40 rpm dan kecepatan angin 0,37 m/s dengan status “Angin Lemah” dan hasil data paling tinggi yaitu 580 rpm dan kecepatan angin 5,46 m/s dengan status “Angin Sedang”. Alat ini juga dilengkapi sistem *IoT* untuk memonitor kecepatan angin secara *real time* dengan rata-rata respon waktu data selama 16,88 detik-17,55 detik pada platform *Thingspeak*.



Copyright © [JITET](http://www.jitet.org) (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan). This article is an open access article distributed under terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC)

Abstract. In a place or area a measuring instrument for an object is needed, one of which is a wind speed measuring device that can measure wind speed in an area to determine the state of the wind in that place or can be a place used for turbines that produce renewable electricity. This designed tool uses an anemometer sensor as a sensor to measure wind speed which is then processed by the NodeMCU data to be displayed on the LCD as an interface. Testing of this measuring device yielded average wind speed differences of 0.098 m/s, 0.134 m/s, 0.042 m/s and error results with the smallest percentage of 1.42% and the largest error percentage of 16.6%. Furthermore, testing the device for 4 hours yielded varied measurement results, with the lowest data result being 40 rpm and a wind speed of 0.37 m/s with a status of ‘Light Wind’ and the highest data result being 580 rpm and a wind speed of 5.46 m/s with a status of ‘Moderate Wind’. This device is also equipped with an *IoT* system to monitor wind speed in real time, with an average data response time of 16.88 seconds to 17.55 seconds on the *Thingspeak* platform.

1. PENDAHULUAN

Angin dalam kehidupan manusia sangat penting keberadaannya sama halnya dengan air, udara, dan tanah. Manfaat dari angin sendiri cukup banyak, diantaranya sebagai media penyerbukan pada tanaman, kemudian angin juga dapat memperkirakan ramalan cuaca, menggerakkan benda seperti perahu, kemudian juga bisa menjadi sumber energi listrik [3].

Pengukuran suatu objek di zaman yang maju ini sangat penting bagi kehidupan manusia, salah satunya pengukuran kecepatan angin yang dapat membantu manusia antara lain untuk mengetahui ramalan cuaca di suatu daerah, atau bisa juga menjadi peringatan dini jika terjadi angin puting beliung atau badai [4].

Adapun penelitian yang dilakukan oleh Ridho Prabowo, yaitu rancang bangun alat pengukur kecepatan angin berbasis mikrokontroler ATmega 328P, alat itu menggunakan sensor kecepatan angin dengan baling-baling 3 cup yang hasil datanya ditampilkan di LCD dan disimpan pada *secure digital card (SD card)* [8]. Dan penelitian oleh Fannida Sheilla Harahap pada tahun 2018, alat pengukuran dan pengujian kecepatan angin dengan menggunakan sensor anemometer berbasis arduino uno R3, alat itu menggunakan sensor anemometer sebagai sensor kecepatan anginnya dan data kecepatan angin yang dihasilkan ditampilkan pada LCD [9].

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya maka perlu pengembangan dalam *internet of things "Sistem Pengukuran Kecepatan Angin Menggunakan Sensor Anemometer Berbasis IoT"*. Perancangan prototipe ini menggunakan sensor Anemometer sebagai sensor kecepatan angin yang kemudian data akan dikirim ke Mikrokontroler NodeMCU yang diproses sehingga akan menampilkan nilai kecepatan angin di LCD. Dan alat ini menggunakan IoT (*Internet of Thing*) sehingga data kecepatan angin juga dapat dipantau melalui web sehingga lebih efektif dan efisien tanpa harus melihat langsung data pada alat yang terpasang diluar ruangan [10].

Dalam pembahasan ini, sensor Anemometer sebagai sensor kecepatan angin yang datanya akan ditampilkan melalui LCD dan platform Thingspeak sebagai web yang dapat dengan mudah diakses

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Anemometer

Anemometer adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk mengukur kecepatan angin. Alat ini sangat dibutuhkan atau menjadi perangkat utama untuk instansi BMKG mengukur kecepatan angin. Kata anemos sendiri mempunyai arti udara/angin yang diambil dari bahasa Yunani. Leon Battista Alberti arsitek dari Itali yang pertama kali mengenalkan alat ini pada tahun 1450 [6].

Jika dilihat kerja alat ini sangat mirip dengan baling-baling atau kincir angin sederhana. Penempatan alat ini diletakan pada luar ruangan yang akan dihitung kecepatan anginnya, alat ini mempunyai cup yang jika tertiuip angin maka anemometer akan berputar. Semakin besar putaran cup maka semakin besar juga angin yang berhembus. Di sensor anemometer ini terdapat alat pencacah yang menghitung jumlah kecepatan angin, yang hasilnya akan dicatat dan disesuaikan dengan skala beaufort .



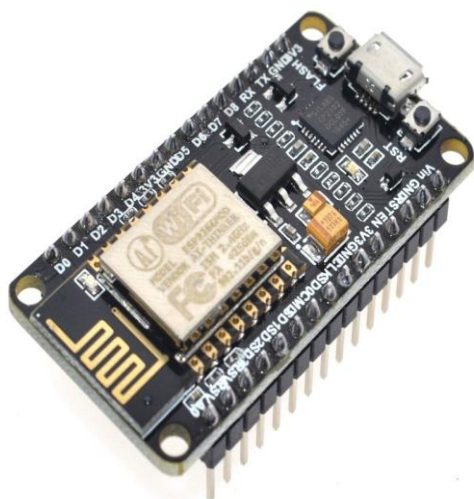
Gambar 2.1 Sensor Anemometer [5]

2.2 NodeMCU

NodeMCU yaitu sebuah platform open source (*Internet Of Things*), dan salah satu pengembangan alat untuk membantu membuat prototipe IoT atau bisa dengan memakai koding dengan Arduino IDE yang menggunakan bahasa pemrograman Lua. Pengembangan alat ini didasarkan pada modul yang telah ada sebelumnya yaitu ESP8266, NodeMCU ESP8266 sendiri telah terintegrasi GPIO, PWM, IIC, I-Wire dan ADC (Analog to Digital Converter) semua dalam satu papan .GPIO NodeMCU ESP8266 [15].

NodeMCU mempunyai spesifikasi ukuran kurang lebih 4,83cm untuk panjangnya, 2,54cm untuk lebarnya dan 7gr untuk beratnya. Papan ini bersifat open source yang telah dilengkapi fitur WiFi dan Firmware. Papan NodeMCU sendiri telah dilengkapi dengan modul Wifi yang memudahkan pengguna jika ingin digunakan sebagai platform IoT jika

dibandingkan dengan menggunakan papan arduino yang jika penggunaan untuk ke platform IoT atau penyambungan ke internet harus menggunakan tambahan driver Wifi sendiri agar dapat terhubung ke internet, jadi NodeMCU ini lebih praktis digunakan jika ingin terhubung atau ingin membuat project IoT [2].



Gambar 2.3 NodeMCU ESP8266 [2].

2.3 LCD (Liquid Cristal Display)

Pengertian Liquid Crystal Display atau biasa disingkat LCD yaitu sebuah jenis display media yang menggunakan kristal cair sebagai penampil data, angka, karakter atau juga grafik. Penggunaan LCD sendiri biasa kita jumpai pada alat elektronik, misalnya komputer, kalkulator, dll. LCD sendiri banyak digunakan karena tampilan dan penggunaannya yang menarik [11].

LCD 1602 sudah dilengkapi mikrokontroler yang berfungsi sebagai pengendali modul LCD itu sendiri, dilengkapi rangkaian pendukung seperti ROM sehingga tidak perlu rangkaian lain lagi. LCD sendiri mempunyai tampilan 2 baris x 16 kolom (2x16) dengan konsumsi daya yang rendah, juga mempunyai 192 karakter tersimpan, dilengkapi backlight, pengalamanan dengan mode 4-bit dan 8-bit. Mempunyai pin-pin antara lain sebagai pin data, catu daya, pengatur kontras, dll [13].



Gambar 2.4 Bentuk LCD 1602

2.4 ThingSpeak

Pada alat ini digunakan sebuah open source Internet of Things (IoT) aplikasi dan API yang digunakan untuk menyajikan dan menyimpan data dari sensor yang digunakan dengan melalui internet dengan menggunakan protokol HTTP atau LAN. ThingSpeak berfungsi pengambil data dari perangkat berupa sensor yang terhubung dengan internet dan juga memungkinkan pembuatan aplikasi sensor logging secara update status. ThingSpeak sendiri diperkenalkan oleh ioBridge sebagai layanan untuk mensupport aplikasi IoT pada tahun 2010.[12] Dengan telah terintegrasinya Thingspeak dengan komputasi software MATLAB dari Mathworks menjadi keunggulan tersendiri. Yang memungkinkan pengguna Thingspeak untuk menganalisa dan menyajikan data yang diupload menggunakan Matlab dan data tersebut juga dapat dilihat atau diakses oleh publik. Di dalam thingspeak sendiri terdapat banyak fitur yang dapat digunakan oleh pengguna, adapun fitur yang disediakan oleh thingspeak antara lain:

- a. Matlab Analyze dan visualisasi
- b. Koleksi data secara real time
- c. Geolocation data
- d. Thingspeak App
- e. Data processing
- f. Dapat menggunakan Chart & Channel API untuk menampilkan hasil analisis data secara mudah dan interaktif. [14].

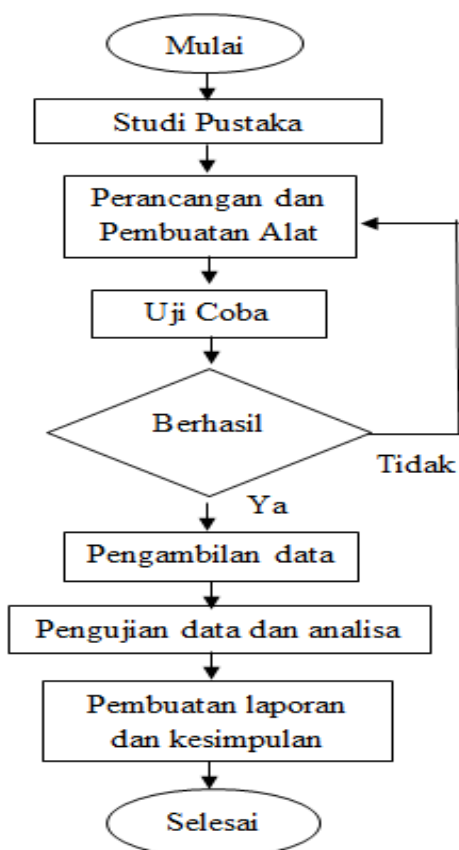


Gambar 2.5 Platform Thingspeak [7]

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Adapun diagram alir ini adalah langkah-langkah dari penyelesaian penelitian ini secara umum. Bisa dilihat dibawah ini rancangan diagram alir yang telah dibuat.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan untuk pembuatan Alat Ukur Kecepatan Angin yaitu, sebagai

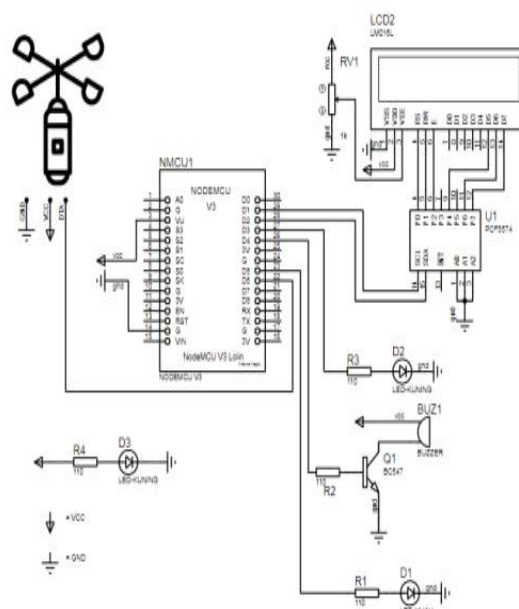
berikut: Sensor Anemometer, NodeMCU, LCD, LED, Buzzer, Kabel Penghubung.[1]

3.3 Perancangan Perangkat Lunak

Untuk program pembuatan alat pengukur kecepatan angin ini digunakan program utama untuk menghitung kecepatan angin pada alat yang dibuat. Untuk program kecepatan angin rumus yang digunakan pada pengukuran kecepatan angin ini, dari dihitung hasil Rpm yang didapatkan lalu di konversi menjadi satuan m/s sebagai satuan kecepatan anginnya. Pembagian hasil kecepatan yang didapatkan dari pengukur yang telah didapatkan dari hasil program sebagai program pengukuran kecepatan anginnya. Pada program selanjutnya dibagi dengan 3 hasil pengukuran sebagai parameternya yaitu 0,3-5,2 m/s sebagai angin lemah, 5,3-7,4 m/s sebagai angin sedang, dan kecepatan diatas 7,5 m/s sebagai angin kencang.

3.3.1 Skema Rangkaian Keseluruhan

Pada tahap ini merupakan skema rangkaian keseluruhan yang akan dibuat pada alat yang akan dirancang, dengan menggabungkan semua komponen yang diperlukan sehingga nantinya alat dapat berfungsi sesuai dengan keinginan.



Gambar 3.2 Skema Rangkaian Keseluruhan

Pada Gambar 3.2 di atas adalah skema rangkaian keseluruhan yang digunakan pada pembuatan alat sistem pengukur kecepatan angin menggunakan sensor anemometer berbasis IoT. Di dalam rangkaian tersebut

terdapat komponen yang mendukung untuk pembuatan alat ini, dari mulai mikrokontroler NodeMCU, sensor anemometer, LCD, buzzer, dan LED. Untuk pemasangan dan skema per komponen telah di jelaskan sebelumnya di atas.

3.4 Pengujian dan Analisa Alat

Untuk poin ini yang dilakukan adalah pengujian dan analisa alat keseluruhan. Sehingga nantinya setelah pengujian dan analisa apakah rancangan tersebut sudah sesuai dan bekerja dengan fungsi yang baik. Tahap yang dilakuan pada Sistem Pengukur kecepatan angin ini adalah selain untuk mengetahui sensor berfungsi dengan baik dan untuk mengetahui kecepatan angin di suatu tempat tersebut. Untuk pengukuran konversi dari RPM ke m/s yaitu digunakan rumus [5]:

$$v = \frac{2\pi \times r \times w}{60}$$

Ket:

v: kecepatan linier

r: radius (m)

w: sudut kecepatan (rpm)

Hal ini dilakukan untuk mendapatkan keakuratan sensor mendeteksi kecepatan angin, selain itu juga untuk mengetahui tingkat kesalahan atau persentase error pada pengujian alat ini, maka ujicoba dilakukan sebanyak 5 kali untuk mendapatkan hasil nilai rata-rata yang akurat. Untuk mengetahui persentase tingkat kesalahan maka digunakan rumus [5]:

$$\text{Persentase Error} = \frac{\text{Nilai terukur} - \text{Nilai semestinya}}{\text{Nilai semestinya}} \times 100$$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Sensor Anemometer dengan Alat Standar. Pengujian pada sensor anemometer kali ini akan dilakukan dengan alat pembanding standar yang sudah dikalibrasi atau alat pabrikan. Dalam pengujian ini digunakan kipas angin sebagai sumber angin untuk melakukan pengujian alat, untuk pengujiannya akan dilakukan dengan 3 kecepatan angin pada kipas, dengan jarak 30 cm, 45 cm, dan 60 cm. Untuk alat pembanding sendiri digunakan alat pabrikan dengan merk Benetech GM816.



Gambar 4.1 Benetech GM816

4.1 Pengujian Data Kecepatan 1

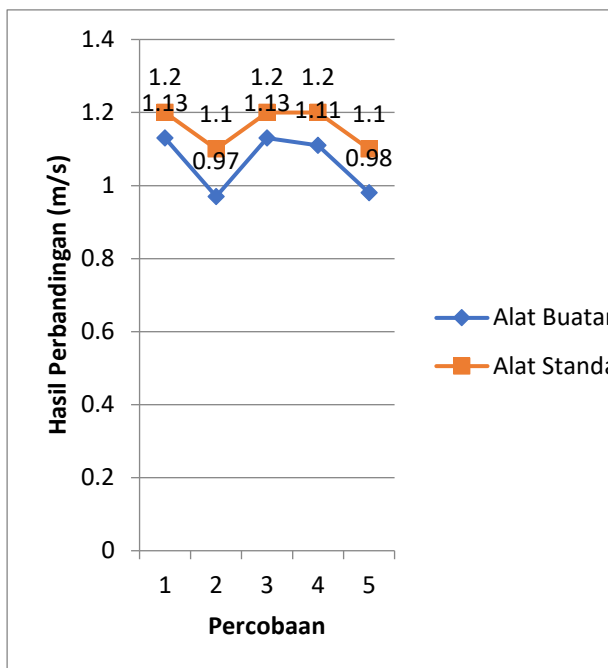
Pada pengujian data kecepatan 1 ini, kipas angin dihadapkan pada sensor anemometer dan alat pembanding untuk diuji berapa persentase errornya.

Pada pengujian kecepatan 1 ini jarak antara kipas dan alat ukur 30 cm, dengan hasil data dibawah ini.



Gambar 4.2 Hasil Perbandingan Kecepatan 1 Jarak 30 cm

Hasil yang ditunjukkan pada gambar 4.2 yaitu alat buatan menunjukkan hasil 1,13 m/s dan alat standar menunjukkan hasil kecepatan angin 1,2 m/s. Dilakukan 5 kali pengujian untuk mengambil data kecepatan angin pada kecepatan 1 dengan jarak 30 cm, untuk hasil pengujiannya bisa dilihat pada grafik berikut.



Gambar 4.3 Grafik Data Kecepatan 1 jarak 30 cm

Pada gambar 4.3 dapat dilihat dari 5 kali pengujian antara alat buatan dan alat standar menghasilkan selisih kecepatan dengan selisih antar 0,07 m/s-0,13 m/s dan beberapa persentase error (%) dengan hasil error terendah yaitu 5,83% dan hasil error tertinggi yaitu 11,8% pada kecepatan 1 kipas angin dengan jarak 30 cm.

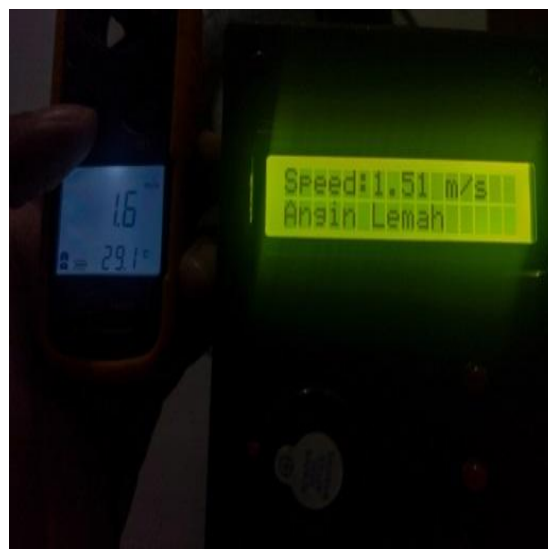
Adapun selisih rata-rata dari pengujian data kecepatan 1 dengan jarak 30 cm bisa dilihat sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Selisih}_{\text{rata-rata}} &= \frac{t1 + t2 + t3 + t4 + t5}{N} \\
 &= \frac{0,07 + 0,13 + 0,07 + 0,09}{5} \\
 &= \frac{0,49}{5} = 0,098 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

4.2 Pengujian Data Kecepatan 2

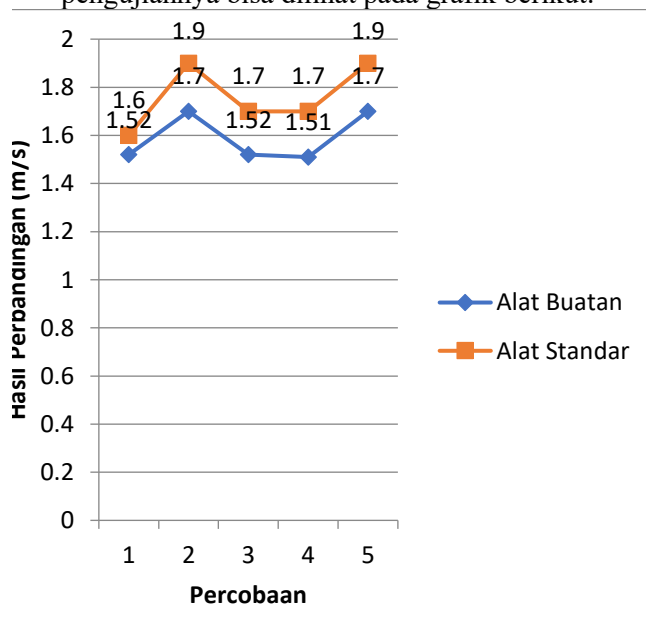
Pada pengujian data kecepatan 2 ini, kipas angin dihadapkan pada sensor anemometer dan alat pembanding untuk diuji berapa persentase errornya. Sama seperti pengujian data kecepatan 1, pengujian kali ini juga dilakukan 5 kali pengujian untuk melihat seberapa efektif pengukuran dari alat yang telah dibuat.

Pada pengujian kecepatan 2 ini jarak antara kipas dan alat ukur 30 cm, dengan hasil data berikut ini.



Gambar 4.4 Hasil Perbandingan Kecepatan 2 Jarak 30 cm

Hasil yang ditunjukkan pada gambar 4.4 yaitu alat buatan menunjukkan hasil 1,51 m/s dan alat standar menunjukkan hasil kecepatan angin 1,6 m/s. Dilakukan 5 kali pengujian untuk mengambil data kecepatan angin pada kecepatan 2 dengan jarak 30 cm, untuk hasil pengujiannya bisa dilihat pada grafik berikut.



Gambar 4.5 Grafik Data Kecepatan 2 jarak 30 cm

Pada Gambar 4.5 dapat dilihat dari 5 kali pengujian antara alat buatan dan alat standar menghasilkan selisih kecepatan dengan selisih antar 0,09 m/s-0,20 m/s beberapa persentase error (%) dengan hasil error terendah yaitu 4,75% dan hasil error tertinggi yaitu 10% pada kecepatan 2 kipas angin dengan jarak 30 cm.

Adapun selisih rata-rata dari pengujian data kecepatan 2 dengan jarak 30 cm bisa dilihat sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Selisih}_{\text{rata-rata}} &= \frac{t1 + t2 + t3 + t4 + t5}{N} \\
 &= \frac{0,09 + 0,20 + 0,09 + 0,09}{5} \\
 &= \frac{0,67}{5} = 0,134 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

4.3 Pengujian Data Kecepatan 3

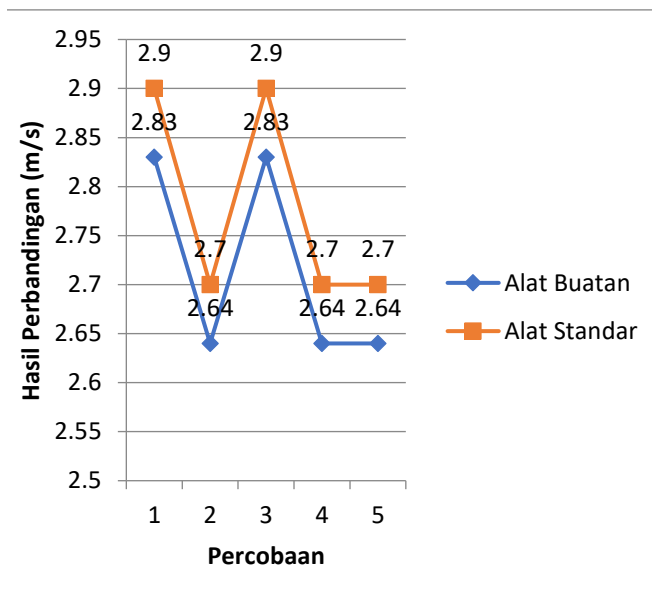
Pada pengujian data kecepatan 3 ini, kipas angin dihadapkan pada sensor anemometer dan alat pembanding untuk diuji berapa persentase errornya. Sama seperti pengujian data kecepatan 1 dan 2, pengujian kali ini juga dilakukan 5 kali pengujian untuk melihat seberapa efektif pengukuran dari alat yang telah dibuat.

Pada pengujian kecepatan 3 ini jarak antara kipas dan alat ukur 30 cm, dengan hasil data berikut ini.



Gambar 4.6 Hasil Perbandingan Kecepatan 3 Jarak 30 cm

Hasil yang ditunjukkan pada gambar 4.6 yaitu alat buatan menunjukkan hasil 2,9 m/s dan alat standar menunjukkan hasil kecepatan angin 2,83 m/s. Dilakukan 5 kali pengujian untuk mengambil data kecepatan angin pada kecepatan 3 dengan jarak 30 cm, untuk hasil pengujiannya bisa dilihat pada graifk berikut.



Gambar 4.7 Grafik Data Kecepatan 3 jarak 30 cm

Pada gambar 4.7 dilakukan pengujian 5 kali, menghasilkan selisih kecepatan dengan selisih antar 0,03 m/s-0,06 m/s beberapa persentase error (%) dengan hasil error terendah yaitu 2,41% dan hasil error tertinggi yaitu 3,70% pada kecepatan 3 kipas angin dengan jarak 30 cm.

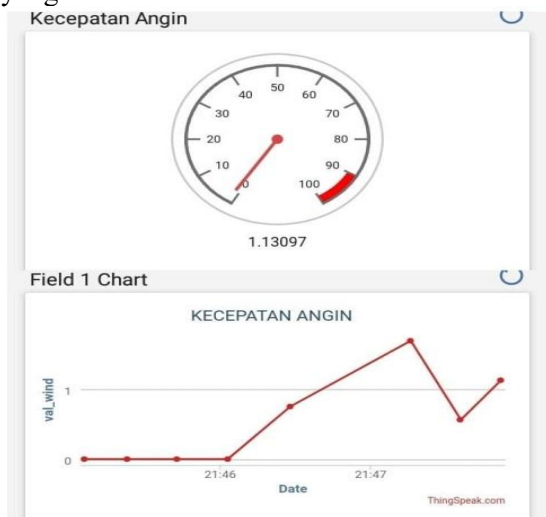
Adapun selisih rata-rata dari pengujian data kecepatan 3 dengan jarak 30 cm bisa dilihat sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Selisih}_{\text{rata-rata}} &= \frac{t1 + t2 + t3 + t4 + t5}{N} \\
 &= \frac{0,06 + 0,03 + 0,06 + 0,03}{5} \\
 &= \frac{0,21}{5} = 0,042 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

4.4 Pengujian IoT

Pengujian IoT pada Platform Thingspeak dilakukan dengan melihat hasil pengukuran dari alat pengukur kecepatan angin yang dibaca oleh sensor anemometer yang selanjutnya diproses dan dikirim oleh NodeMCu melalui media IoT ke Platform Thingspeak secara real time yang dapat dipantau melalui seluler dan computer, dan pengujian ini untuk mengetahui waktu respon yang dibutuhkan pada saat pengiriman data ke Thingspeak. Dilakukan 3 pengujian dengan kipas angin sebagai sumber daya angin, setiap pengujian berbeda kecepatan dari kecepatan 1

sampai kecepatan 3 pada kipas angin dengan tiap pengujian dilakukan 7 percobaan. Pengujian Waktu Respon IoT, Pada pengujian kali ini akan diuji untuk waktu respon pengiriman data dari alat ukur yang diproses oleh NodeMCU yang kemudian dikirim ke IoT Platform Thingspeak dengan menggunakan kipas angin kecepatan 1 sebagai sumber anginnya, dilakukan 7 percobaan dengan jarak yang berbeda.



Gambar 4.8 Tampilan Data Kecepatan Angin Thingspeak

Hasil pembacaan data pengukuran kecepatan angin di Platform IoT Thingspeak dapat dipantau dan dilihat di perangkat ponsel android dan komputer. Tampilan pembacaan data pengukuran kecepatan angin pada Thingspeak dapat dilihat pada gambar 4.8.

Tabel 4.1 Pengujian Waktu Respon IoT Kecepatan 1

Pengujian Waktu Respon IoT			
Jarak (cm)	RPM	Hasil Pengukuran (m/s)	Waktu Respon (detik)
30	120	1,13	18,16
35	120	1,13	16,75
40	120	1,13	17,65
45	100	0,97	16,20
50	80	0,75	15,43
55	80	0,75	18,31
60	60	0,53	18,93
Rata-rata			17,34

Berdasarkan hasil pengujian waktu respon IoT diatas, didapatkan waktu respon yang berbeda-

beda dalam 7 percobaan, waktu respon yang dikirimkan NodeMCU ke IoT Thingspeak diperoleh rata-rata waktu yang dibutuhkan saat pengiriman data ke Thingspeak, sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 t_{rata-rata} &= \frac{t_1 + t_2 + t_3 \dots + t_7}{N} \\
 &= \frac{18,16 + 16,75 + 17,65 + 16,20 + 15,43 + 18,31 + 18,93}{7} \\
 &= \frac{121,43}{7} = 17,34 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

4.5 Pengujian Alat Secara Real Time

Pada pengujian kali ini dilakukan pengujian terhadap alat secara real time atau dilakukan pengambilan data langsung di luar ruangan terbuka agar mengetahui bagaimana alat berfungsi, sudah sesuai dengan cara kerja atau belum. Pengujian kali ini dilakukan diatas bangunan terbuka dengan ketinggian kurang lebih sekitar 8-10 meter.



Gambar 4.9 Pengujian Real Time

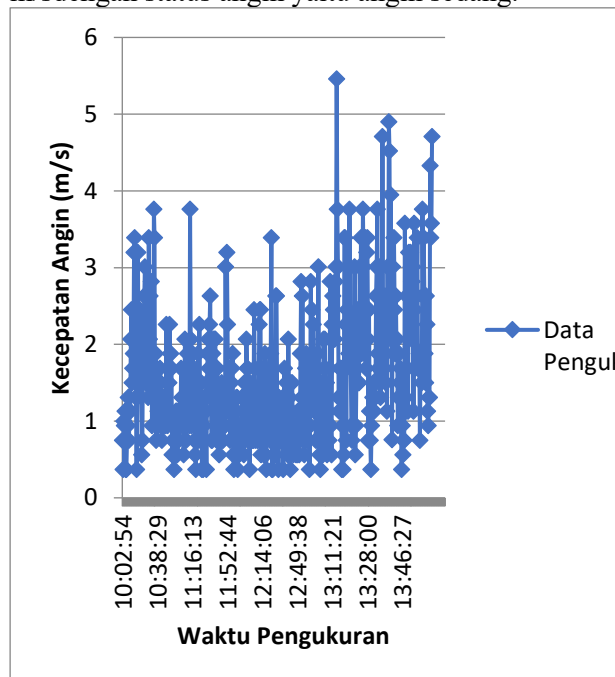


Gambar 4.10 Pengujian Real Time

Pengujian ini dilakukan pada jam 10.00 sampai jam 14.00 pada tanggal 19 Juni 2022.

Adapun data yang diperoleh dapat dilihat pada tabel berikut.

Data yang didapatkan pada selang waktu sekitar 4 jam yaitu 488 data, adapun data yang terkecil berada pada 40 rpm dan kecepatan angin 0,37 m/s dan kecepatan paling tinggi berada pada 580 rpm dan kecepatan angin 5,46 m/s dengan status angin yaitu angin sedang.



- Arduino Uno*". Medan: Universitas Sumatera Utara.
- [10] Saputra, A., dkk. (2023). "Rancang Bangun Alat Deteksi Kebocoran Gas LPG Menggunakan Sensor MQ-6 Berbasis NodeMCU dengan Notifikasi Buzzer dan LCD." *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*.
- [11] Hutagalung, S. N. (2021). "Alat Pengukur Detak Jantung dan Suhu Tubuh Portabel dengan Tampilan LCD 16x2 Berbasis Arduino." *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*.
- [12] Dedi Suryadi, Syahlahudhin Al Ayufhi, Ahmad Fauzan Suryono, Maimuzar.2019, "Pembuatan Alat Ukur Kecepatan Angin Optocoupler dengan SMS Berbasis Mikrokontroler" *Padang: Politeknik Negeri Padang*
- [13] Wicaksono, M. F. (2020). "Implementasi Modul I2C LCD 16x2 untuk Efisiensi Pin Mikrokontroler pada Sistem Monitoring Kelembapan Tanah." *Jurnal Komputika*.
- [14] Pratama, I. G. S., dkk. (2022). "Pengembangan Trainer Kit Elektronika Dasar Berbasis Mikrokontroler untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Rangkaian Seri dan Paralel." *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*.
- [15] Junaidi, J., & Yuliana, Y. (2022). "Sistem Keamanan Rumah Berbasis IoT Dengan NodeMCU ESP8266 Menggunakan Sensor PIR Sebagai Pendeteksi Gerakan". *Jurnal Informatika Komputer, Bisnis, Dan Manajemen*, 21(3), 210-218