

EM MONITORING CUACA PADA AUTOMATIC WEATHER STATION

Muhammad Ulum Burhani¹, Bagus Fathkurrozi², Ika Setyowati³
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tidar
Jln. Kapten Suparman 39 Potrobangsari, Magelang Utara
ulumburhani@rocketmail.com¹, bagusf@untidar.ac.id², ikasetyowati@untidar.ac.id³

INTISARI

Intisari - Pengaruh cuaca sangat berpengaruh terhadap berbagai kegiatan manusia. Pengembangan sistem *automatic weather station* secara nirkabel dapat menjadi solusi dalam pembacaan parameter cuaca dalam wilayah tertentu. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui sensor yang digunakan serta menganalisis akurasi sensor cuaca pada lokasi yang ditentukan. Metode yang digunakan merupakan metode eksperimental. Berdasarkan penelitian yang dilakukan rerata nilai *error* dari sensor yang digunakan 5.69% dengan 3.06% *error* pada sensor intensitas cahaya, 0.88% *error* pada sensor tekanan udara, 10.33% *error* pada sensor kecepatan angin, 6.5% *error* pada sensor curah hujan, 1.7% *error* pada sensor suhu dan 4.9% pada sensor kelembaban.

Kata kunci - *Sensor, cuaca, anomali, analog dan digital*

Abstract - *Influence of weather is very influential on various human activities. Development of an automatic weather station system can be a solution in reading weather parameters in a certain area. The purpose of this study is to know sensors error and their perform. The method used is an experimental method. Based on research conducted, the average error value of the sensor used is 5.69% with 3.06% error on the light intensity sensor, 0.88% error on the air pressure sensor, 10.33% error on the sensor wind speed, 6.5% error on the rainfall sensor, 1.7% error on the temperature sensor and 4.9% on the humidity sensor.*

Keywords - *Sensor, weather, anomaly, analog and digital*

I. PENDAHULUAN

Iklim menggambarkan sifat atmosfer dari suatu daerah tertentu. Sementara itu cuaca menggambarkan sifat atmosfer dari suatu daerah tertentu dalam periode waktu pendek. Parameter monitoring cuaca diantaranya intensitas cahaya, kecepatan angin, suhu, kelembaban, curah hujan dan tekanan udara[1].

Indonesia merupakan negara tropis yang memiliki 2 musim. Musim kemarau terjadi pada bulan mei hingga oktober dan musim penghujan pada bulan november hingga april. Akhir-akhir ini peristiwa anomali cuaca cenderung meningkat dengan adanya el nino yang umumnya terjadi pada musim kemarau atau el nina yang umumnya terjadi pada musim penghujan. Anomali cuaca ini menyebabkan turunnya produksi pangan (padi dan palawija) sebesar 3% yang diakibatkan oleh el nino dan el nina. Dalam menanggulangi el nino dan el nina diperlukan perangkat yang mampu memonitoring cuaca untuk digunakan acuan sebagai antisipasi anomali cuaca[2].

Di Indonesia cuaca dipantau oleh Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) melalui stasiun klimatologi. Stasiun klimatologi mampu membaca parameter cuaca pada cakupan daerah yang luas sehingga, stasiun ini tidak mampu membaca parameter cuaca pada daerah tertentu. Dalam perkembangannya di era modern monitoring cuaca menggunakan *Automatic Weather Station*, dimana perangkat ini akan otomatis membaca parameter-parameter yang diperlukan dan menyimpan data untuk diolah dan digunakan sebagai acuan untuk berbagai kegiatan manusia yang berkaitan dengan cuaca.

II. DASAR TEORI

Perangkat monitoring *Low cost automated weather station for real time* pencatatan parameter cuaca terpasang sensor suhu, kelembaban, tekanan udara, kecepatan angin, intensitas hujan, dan GPS. Perangkat ini terdiri dari 2 bagian utama yaitu *indoor* dan *outdoor*. Perangkat *outdoor* terdiri dari sensor yang digunakan untuk membaca parameter cuaca sedangkan untuk perangkat *indoor* berfungsi

untuk melakukan pencatatan serta mengunggah kedalam media sosial.[3].

Perangkat Sistem *IoT based Low Cost Weather Monitoring* terdapat 3 parameter cuaca yang digunakan yaitu curah hujan, kecepatan angin, suhu, serta kelembaban. Perangkat ini melakukan monitoring melalui sensor sensor yang digunakan dan data parameter cuaca disimpan pada *database*[4].

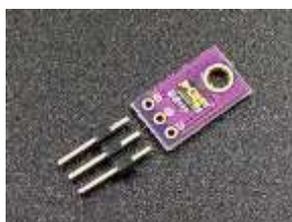
Perangkat *Smart Weather Station based on Sensor Technology* menggunakan parameter cuaca kecepatan angin, suhu, kelembaban, intensitas cahaya serta tekanan udara. Perangkat ini menggunakan *Arduino nano* sebagai mikrokontroler serta menggunakan *thinkspcak* untuk memonitoring data pengamatan[5].

Perangkat *IoT-Based Data Logger for Weathering Monitoring Using Arduino* membaca parameter cuaca diantaranya suhu, kelembaban serta kualitas udara disekitar perangkat. Perangkat ini mampu mengidentifikasi kandungan udara serta menyimpan data pengamat pada data logger sehingga data parameter cuaca dapat dilakukan pengolahan lebih lanjut[6].

Automatic Weather Station menggunakan berbagai macam sensor untuk membaca parameter parameter cuaca yang dibutuhkan. Sensor yang dibutuhkan untuk membaca parameter cuaca yaitu;

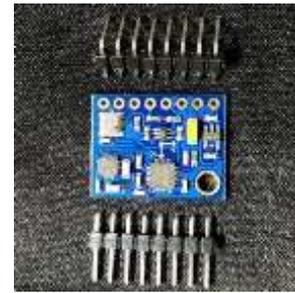
1. Sensor intensitas cahaya

Sensor yang digunakan adalah *TEMT6000*. Merupakan sensor fototransistor untuk mengukur intensitas cahaya. Dengan luas permukaan 2,45x2,00mm dengan sudut tangkap 60°. Sensor ini memiliki waktu respon 15 ms[7].



Gambar 1 Sensor intensitas cahaya

2. Sensor tekanan udara



Gambar 2 Sensor tekanan udara

Sensor tekanan udara yang digunakan yaitu *BMP-05*. Sensor ini berkomunikasi dengan mikrokontroler dengan komunikasi *I2C* dan tegangan input berkisar 3.3-5 volt DC. Sensor ini memiliki dimensi lebih kecil dibanding sensor sejenis serta harga yang lebih terjangkau[8].

3. Sensor kecepatan angin

Sensor Kecepatan Angin merupakan sensor kecepatan angin yang memanfaatkan *hall effect*. *Hall effect* sendiri memanfaatkan magnet dan transistor dimana ketika magnet mendekati transistor maka transistor akan memberikan sinyal output digital 1. Sehingga dengan berputarnya magnet tertempel pada *propeller* sensor akan mengakibatkan sensor mengeluarkan logika *high*[9].



Gambar 3 Sensor kecepatan angin

4. Sensor curah hujan

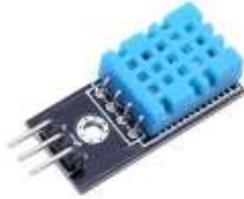


Gambar 4 Sensor intensitas hujan

Sensor Curah Hujan merupakan sensor untuk menghitung intensitas hujan yang memanfaatkan *hall effect*. Dipilihnya *hall effect* karena *hall effect* sendiri tidak membebani sensor dalam bergerak,

sehingga data yang terbaca oleh sensor lebih presisi dengan keadaan sebenarnya[10].

5. Sensor suhu dan kelembaban

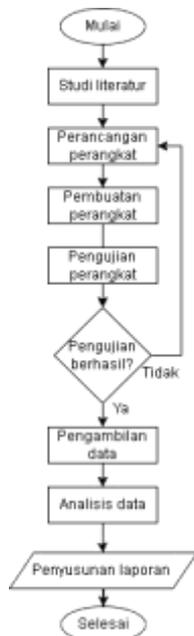


Gambar 5 Sensor suhu dan kelembaban

Sensor suhu dan kelembaban yang digunakan yaitu DHT11. DHT 11 merupakan sensor digital yang berfungsi untuk membaca suhu dan kelembaban. Sensor ini mampu membaca rentang suhu 0-50° celcius dengan toleransi +- 2° celcius serta kelembaban 20%-90% toleransi +- 4% [11]

METODE

Tahapan penelitian ini meliputi studi literatur, merancang perangkat, merakit perangkat, pengambilan data dan menganalisis hasil penelitian. Diagram alir penelitian ini tertampil pada Gambar 6.



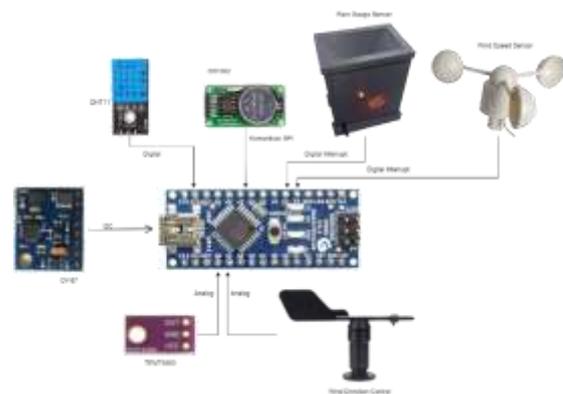
Gambar 7 Diagram alir penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2022 sampai dengan bulan Juni 2022 bertempat dilaboratorium Universitas Tidar serta pemasangan alat dikampung dumpoh. *Automatic Weather Station*

terdiri dari sensor intensitas cahaya, tekanan udara, kecepatan angin, curah hujan, suhu dan kelembaban. Diagram blok perangkat ini tertampil pada Gambar 8.



Gambar 9 Diagram blok perangkat



Gambar 10 Diagram rangkaian perangkat

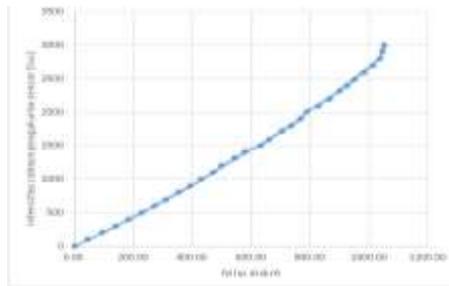
Arduino Nano sebagai mikrokontroller utama membaca nilai dari sensor DHT11, GY-87, TEMT6000, rain gauge sensor, wind direction sensor serta waktu dari modul DS1302. Kalibrasi dilakukan dengan membandingkan output analog dengan hasil pembacaan alat ukur terkalibrasi. Hasil output analog dilakukan perhitungan dengan pendekatan matematis dimana jika sifat grafik yang dihasilkan membentuk parabolis maka menggunakan rumus eksponensial. Apabila sifat grafik linear maka menggunakan rumus gradien. Hasil pembacaan sensor tersebut akan dibandingkan kembali dengan alat ukur terkalibrasi untuk mengetahui besar galat dari sensor.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini terdiri dari kalibrasi sensor beserta nilai error hasil kalibrasi.

1. Sensor intensitas cahaya

Kalibrasi yang dilakukan sensor ini yaitu membandingkan nilai output ADC dari sensor intensitas cahaya dengan lux meter dengan pertambahan mendekati 100 lux pada tempat tertutup sehingga diperoleh data seperti.



Gambar 1 Grafik nilai diskrit sensor intensitas cahaya

Berdasarkan gambar 11 diperoleh hubungan antara keluaran diskrit dengan nilai intensitas cahaya adalah polinomial orde 2 sehingga diperoleh persamaan garis sebagai berikut:

$$y = 0.0000 + 1.8877x + 0.0008x^2$$

Keterangan :

x : Nilai diskrit

y : Nilai sensor

Persamaan diatas dimasukkan kedalam kode pemrograman mikrokontroler sehingga didapat hasil seperti tabel 5.

Tabel 1 Hasil pengujian sensor intensitas cahaya

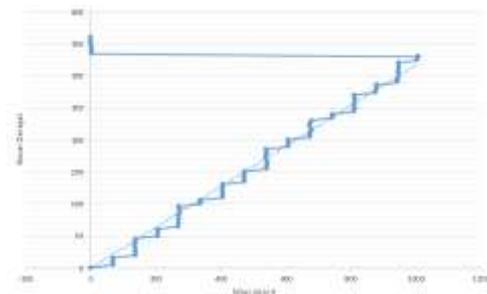
No	Nilai intensitas cahaya (Lux)	Nilai pembacaan sensor (Lux)	Error
1	0	0.00	0%
2	401	376.75	6.05%
3	806	767.23	4.81%
4	1203	1146.02	4.74%
5	1596	1595.69	0.02%
6	2010	1984.16	1.29%
7	2400	2432.90	1.37%
8	2800	2807.66	0.27%

Berdasarkan perhitungan diatas maka indeks akurasi dari sensor intensitas cahaya yang digunakan adalah sangat baik dimana nilai galat dibawah 10% yaitu 2,32%.

2. Sensor arah angin

Kalibrasi yang dilakukan sensor ini yaitu membandingkan nilai output analog tegangan yang telah diubah menjadi nilai diskrit dari sensor arah

angin dengan papan arah mata angin dari 0 derajat hingga 360 derajat dengan pertambahan 5 derajat. sehingga diperoleh data seperti pada grafik berikut:



Gambar 11 Grafik perbandingan diskrit dengan arah mata angin

Gambar 12 diperoleh hubungan antara keluaran diskrit dengan derajat arah adalah linier sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$y = 0.3179x$$

Keterangan :

x : Nilai diskrit

y : derajat arah angin

Tabel 2 Hasil pengujian sensor arah angin

No.	Derajat terhadap utara	Keluaran sensor	Keterangan
1	0	Utara	Sesuai
2	22.5	Utara	Sesuai
3	45	Timur Laut	Sesuai
4	67.5	Timur Laut	Sesuai
5	90	Timur Laut	Tidak Sesuai
6	122.5	Timur	Sesuai
7	135	Tenggara	Sesuai
8	157.5	Tenggara	Sesuai
9	180	Selatan	Sesuai
10	202,5	Selatan	Sesuai
11	225	Barat Daya	Sesuai
12	247.5	Barat Daya	Sesuai
13	270	Barat	Sesuai
14	292.5	Barat	Sesuai
15	315	Barat Laut	Sesuai
16	337.5	Utara	Tidak Sesuai

Dari tabel 6 maka dapat diperoleh nilai galat seperti operasi hitung berikut:

$$Galat = \frac{a - b}{a} \times 100\%$$

$$Galat = \frac{16 - 14}{16} \times 100\%$$

$Galat = 12,5\%$

Keterangan:

a : Jumlah data keseluruhan

b: Jumlah data yang benar

Berdasarkan perhitungan diatas maka indeks akurasi dari sensor intensitas arah angin yang digunakan adalah baik dimana nilai *GALAT* dibawah 19%.

3. Sensor tekanan udara

Pengujian sensor GY-87 dilakukan dengan membandingkan nilai keluaran dari sensor GY-87 dengan alat ukur terkalibrasi.

Tabel 3 Hasil pengujian sensor tekanan udara

No.	Sensor GY-87 (P)	Altimeter (P)	<i>GALAT</i>
1	32145	31848	0.92%
2	31381	31464	0.69%
3	31747	31834	0.87%

Berdasarkan perhitungan diatas maka indeks akurasi dari sensor tekanan udara yang digunakan adalah sangat baik dimana nilai *GALAT* dibawah 10%.

4. Sensor kecepatan angin

Sensor kecepatan angin yang digunakan memiliki keluaran data digital dimana sensor kecepatan angin menggunakan interrupt. Data digital logika *HIGH* akan dikeluarkan sensor kecepatan angin ketika sensor telah berputar sejauh setengah lingkaran dengan kecepatan tertentu. Sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$y = \frac{\pi D x}{1200}$$

Keterangan :

y : Kecepatan angin (m/s)

x : Jumlah *interrupt*

Tabel 4 Hasil pengujian sensor kecepatan angin

No	Pembacaan anemometer	Pembacaan sensor	galat
1	2.1	2.23	6.2%
2	2	2.12	6.0%
3	1.8	2.08	15.6%
4	1.7	1.78	4.7%

5	1.6	1.76	10.0%
6	1.5	1.66	10.7%
7	1.5	1.56	4.0%
8	1.3	1.41	8.5%
9	1.4	1.29	7.9%
10	1.3	1.22	6.2%
11	1.4	1.18	15.7%

Diperoleh rerata galat pembacaan sensor sebesar 8.21%. Berdasarkan perhitungan diatas maka indeks akurasi dari sensor kecepatan angin yang digunakan adalah baik dimana nilai galat dibawah 10%.

5. Sensor intensitas hujan

Sensor intensitas hujan yang digunakan memiliki keluaran data digital interrupt. Sensor akan mengeluarkan sinyal *HIGH* ketika jungkat jungkit berayun, yang disebabkan penuhnya volume air. Data digital keluaran sensor intensitas hujan dapat dilakukan perhitungan intensitas hujan.

Tabel 5 Hasil pengujian sensor intensitas hujan

No.	Volume masukan (ml)	Volume pembacaan (ml)	Keterangan
1	20	20	Sesuai
2	30	30	Sesuai
3	40	40	Sesuai
4	50	50	Sesuai
5	60	60	Sesuai
6	70	70	Sesuai
7	80	80	Sesuai
8	90	90	Sesuai
9	100	100	Sesuai

$$galat = \frac{a - b}{a} \times 100\%$$

$$galat = \frac{9 - 9}{9} \times 100\%$$

$$galat = 0\%$$

Keterangan:

a : Jumlah data keseluruhan

b: Jumlah data yang benar

Berdasarkan perhitungan diatas maka indeks akurasi dari sensor intensitas hujan yang digunakan adalah sangat baik dimana nilai galat dibawah 10% yaitu 0%.

6. Sensor suhu

Sensor Suhu udara DHT11 menggunakan output data digital. Pengujian sensor DHT11 dilakukan dengan membandingkan nilai keluaran dari sensor DHT 11 dengan alat ukur terkalibrasi.

Tabel 6 Hasil pengujian sensor suhu

No.	Sensor DHT 11 (°C)	Termometer (°C)	galat (%)
1	40.6	40	1.5
2	38.2	37.5	1.9
3	23.8	23.4	1.7

$$\text{Rerata galat} = \frac{1.5\% + 1.9\% + 1.7\%}{3}$$

$$\text{Rerata galat} = 1.7\%$$

Berdasarkan perhitungan diatas maka indeks akurasi dari sensor suhu yang digunakan adalah sangat baik dimana nilai galat dibawah 10% yaitu 1.7%.

7. Sensor kelembaban

Sensor kelembaban udara DHT11 menggunakan output data digital. Pengujian sensor DHT11 dilakukan dengan membandingkan nilai keluaran dari sensor DHT11 dengan alat ukur terkalibrasi.

Tabel 7 Hasil pengujian sensor kelembaban

No.	Sensor DHT 11 (%)	Higrometer (%)	galat (%)
1	87	83.3	4.4
2	74	70.8	4.5
3	60	56.7	5.8

$$\text{Rerata galat} = \frac{4.4\% + 4.5\% + 6.8\%}{3}$$

$$\text{Rerata galat} = 4.9\%$$

Berdasarkan perhitungan diatas maka indeks akurasi dari sensor suhu yang digunakan adalah sangat baik dimana nilai galat dibawah 10% yaitu 4.9%.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian serta pengujian yang dilakukan maka dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan diantaranya Sensor yang digunakan pada penelitian ini berfungsi dengan baik dimana nilai rerata galat pada penelitian ini 4.27% dengan nilai galat < 10% dengan indeks kategori sangat

baik. Mikrokontroler Arduino untuk mengakomodir sensor parameter cuaca yang digunakan. Hal ini ditunjukkan dengan pembacaan sensor dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Wijayanti, H. Mahmudah, N. S. Adi, and H. Alfian Prodi Teknik Telekomunikasi Politeknik Elektronika Negeri Surabaya Kampus PENS Keputih Sukolilo Surabaya, "RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI MONITORING CUACA," vol. 4, no. 1, pp. 17–25, 2014.
- [2] F. Penelitian and A. Ekonomi, "FENOMENA ANOMALI IKLIM EL NINO DAN LA NINA: KECENDERUNGAN JANGKA PANJANG DAN PENGARUHNYA TERHADAP PRODUKSI PANGAN," vol. 24, no. 1, pp. 28–45, 2006.
- [3] M. Abdul-Niby, M. Farhat, M. Abdullah, and A. Nazzal, "A Low Cost Automated Weather Station for Real Time Local Measurements," *Engineering, Technology & Applied Science Research*, vol. 7, no. 3, pp. 1615–1618, Jun. 2017, doi: 10.48084/ETASR.1187.
- [4] P. Siva Nagendra Reddy, D. Vishnu Vardhan, K. Tharun Kumar Reddy, and P. Ajay Kumar Reddy, "An IoT-based low-cost weather monitoring and alert system using node MCU," *Smart Innovation, Systems and Technologies*, vol. 77, pp. 265–274, 2018, doi: 10.1007/978-981-10-5544-7_27.
- [5] M. Djordjevic and D. Dankovic, "A smart weather station based on sensor technology," *Facta universitatis - series: Electronics and Energetics*, vol. 32, no. 2, pp. 195–210, 2019, doi: 10.2298/FUEE1902195D.
- [6] J. Mabrouki, M. Azrou, D. Dhiba, Y. Farhaoui, and S. el Hajjaji, "IoT-based data logger for weather monitoring using arduino-based wireless sensor networks with remote graphical application and alerts," *Big Data Mining and Analytics*, vol. 4, no. 1, pp. 25–32, Mar. 2021, doi: 10.26599/BDMA.2020.9020018.

- [7] M. Ahsanit Taqwim, I. Sucahyo dan, and M. Yantidewi, "RANCANG BANGUN ALAT PENENTU PANJANG FOKUS PADA LENSEA BIKONVEKS MENGGUNAKAN SENSOR TEMT6000 DAN MOTOR STEPPER," *Inovasi Fisika Indonesia*, vol. 10, no. 2, pp. 81–86, Jul. 2021, doi: 10.26740/IFI.V10N2.P81-86.
- [8] A. Prakiraan Cuaca dengan Parameter Suhu, T. Udara, dan Kecepatan Angin Menggunakan Regresi Linear Berganda Ardytha Luthfiarta, A. Febriyanto, H. Lestiawan, and W. Wicaksono, "Analisa Prakiraan Cuaca dengan Parameter Suhu, Kelembaban, Tekanan Udara, dan Kecepatan Angin Menggunakan Regresi Linear Berganda," *JOINS (Journal of Information System)*, vol. 5, no. 1, pp. 10–17, May 2020, doi: 10.33633/JOINS.V5I1.2760.
- [9] T. Hardianto, B. Supeno, D. K. Setiawan, S. Arifin, Gunawan, and A. Ekky Wahyu, "Design of real time anemometer based on wind speed and direction," *International Conference on Electrical Engineering, Computer Science and Informatics (EECSI)*, vol. 2, pp. 243–246, Aug. 2015, doi: 10.11591/IJPEDS.V8.I2.PP677-685.
- [10] J. A. Prakosa, D. Rustandi, B. H. Sirenden, and T. Maftukhah, "PENGENDALIAN POTENSIMETER POMPA OTOMATIS PADA SISTEM PENGUJIAN ALAT UKUR CURAH HUJAN TIPE CAWAN BERJUNGKIT," *Instrumentasi*, vol. 40, no. 2, pp. 81–89, Dec. 2016, doi: 10.14203/INSTRUMENTASI.V40I2.138.
- [11] M. A. Riyadi, U. Al-Anshory, and I. Setiawan, "Pengendali Suhu Purwarupa Pengeriing Gabah Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Metode Kendali PI," *TELKA - Jurnal Telekomunikasi, Elektronika, Komputasi dan Kontrol*, vol. 5, no. 1, pp. 74–82, May 2019, doi: 10.15575/TELKA.V5N1.74-82.