PERANCANGAN AUTOMATIC WEATHER STATION (AWS) BERBASIS IOT BERTENAGAKAN PANEL SURYA DENGAN ARDUINO CLOUD SEBAGAI DATABASE

DESIGN OF AN IOT BASED AUTOMATIC WEATHER STATION (AWS) POWERED BY SOLAR PANELS WITH ARDUINO CLOUD AS DATABASE

Muhammad Khalil Jibran

Program Studi D3 Teknologi Telekomunikasi Fakultas Ilmu Terapan Universitas Telkom Bandung, Jl. Telekomunikasi No. 1, Bandung Terusan Buahbatu - Bojongsoang, Sukapura, Kec. Dayeuhkolot, Kabupaten Bandung, Jawa Barat
muhammadkhaliljibran@gmail.com

Abstrak

Cuaca merupakan kondisi atmosfer pada saat tertentu yang mencakup berbagai macam elemen seperti suhu, kelembaban, curah hujan, dan angin. Cuaca memiliki dampak yang besar pada sektor pertanian dikarenakan aktivitas pertanian sangat bergantung pada kondisi lingkungan. Perubahan pola cuaca yang diakibatkan oleh perubahan iklim seperti suhu yang meningkat, hujan yang tidak menentu akan memiliki efek serius yang mempengaruhi sektor pertanian. Dengan memahami pola cuaca dan efeknya, petani dapat mengambil langkah-langkah perisapan dan pencegahan yang tepat untuk mengurangi risiko. Teknologi modern, perencanaan yang baik, dan mempelajari pola pertanian secara berkelanjutan adalah kunci untuk menghadapi tantangan cuaca dalam sektor pertanian. Automatic Weather Station (AWS) merupakan sebuah alat yang dapat mengukur, memantau, dan merekam beberapa parameter cuaca secara real-time dan akurat yang dilakukan secara otomatis dan tanpa bantuan manusia secara langsung. AWS ini terdiri dari beberapa perangkat seperti sensor suhu dan kelembaban (DHT11), sensor kecepatan arah mata angin (anemometer), dan sensor curah hujan (Rain Gauge sensor). Semua alat akan bekerja merekam dan mengukur parameter cuaca yang akan ditenagakan oleh panel surya. Automatic Weather Station (AWS) ini menggunakan modul ESP8266 sebagai mikrokontroler yang mengontrol cara kerja masing – masing sensor dan menghubungkannya ke internet untuk mengirimkan data parameter cuaca ke pusat data, mikrokontroler ESP8266 di koding melalui Arduino Cloud yang juga menjadi pusat data pada alat AWS yang akan dirancang ini.

Hasil dari perancangan Automatic Weather Station (AWS) ini diharapkan dapat menghasilkan data suhu dalam satuan Celcius (°C), kelembaban udara, kecepatan angin dalam satuan meter per second (m/s) dan kekuatan curah hujan seperti (Gerimis, Hujan sedang, dan Hujan Lebat) pada perkebunan kecil di Greentech yang akan digunakan untuk perencanaan perkebunan.

Kata Kunci: Internet of Things, Automatic Weather Station, Solar Panel, Arduino Cloud, ESP8266.

Abstract

Weather is the condition of the atmosphere at a certain time, encompassing various elements such as temperature, humidity, rainfall, and wind. Weather has a significant impact on the agricultural sector because farming activities are highly dependent on environmental conditions. Changes in weather patterns caused by climate change, such as rising temperatures and unpredictable rainfall, can have serious effects on agriculture. By understanding weather patterns and their effects, farmers can take proper preparatory and preventive measures to reduce risks. Modern technology, good planning, and studying agricultural patterns sustainably are key to facing weather challenges in the agricultural sector.

An Automatic Weather Station (AWS) is a device capable of measuring, monitoring, and recording several weather parameters in real-time and accurately, done automatically without direct human intervention. The AWS consists of several devices such as a temperature and humidity sensor (DHT11), wind speed and direction sensor (anemometer), and rainfall sensor (Rain Gauge sensor). All these instruments work together to record and measure weather parameters, powered by solar panels. This Automatic Weather Station (AWS) uses the ESP8266 module as a microcontroller, which controls the operation of each sensor and connects it to the internet to send weather parameter data to a data center. The ESP8266 microcontroller is programmed through Arduino Cloud, which also serves as the data center for the AWS device being designed.

The result of designing this Automatic Weather Station (AWS) is expected to provide temperature data in Celsius (°C), air humidity, wind speed in meters per second (m/s), and rainfall intensity (such as Drizzle, Moderate Rain, and Heavy Rain) on a small plantation in Greentech, which will be used for plantation planning.

Keywords: Internet of Things, Automatic Weather Station, Solar Panel, Arduino Cloud, ESP8266.

1. PENDAHULUAN

Perubahan cuaca atau cuaca yang tidak menentu dapat menjadi tantangan bagi para petani. Suhu, kelembaban, curah hujan dan kecepatan angin dapat secara langsung berdampak pada tanaman hasil panen. Petani seringkali menghadapi kesulitan dalam menentukan waktu tanam dan waktu panen yang akhirnya dapat mempengaruhi penghasilan mereka. Automatic Weather Station (AWS) terdiri dari sensor, yang secara otomatis mengumpulkan dan mengirimkan data cuaca. Jika AWS ini diterapkan dalam jumlah besar, keandalan dan akurasi datanya akan meningkat, sehingga prediksi cuaca menjadi akurat [1]. Ada banyak keuntungan menggunakan sistem AWS, keunggulan ini mencakup kemampuan memantau data di wilayah yang jarang dan pedesaan, pengurangan biaya, pengurangan kesalahan acak, peningkatan keandalan, akurasi pengukuran, dll [2].

Perancangan sistem ini sebelumnya sudah diimplementasikan di Gunung Tangkuban Perahu dengan judul proyek akhir "Implementasi Telematri Pengamatan Profil Cuaca dan Kualitas Udara di Gunung Tangkuban Perahu" yang keluaranya berupa nilai parameter cuaca dan kualitas udara yang ditampilkan di dalam aplikasi berbasis Graphical User Interface (GUI) [3].

Pada Proyek Akhir ini akan dilakukan perancangan Automatic Weather Station (AWS) menggunakan basis IoT yang di tenagai oleh Panel surya di Gedung Fakultas Ilmu Terapan, Kota Bandung. Awal perancangan Automatic Weather Station (AWS) akan menggunakan mikrokontroller ESP8266 dan sensor DHT11, Anemometer, Rain Gauge Tipping Bucket yang akan terhubung ke mikrokontroller ESP8266. Alat ini akan di tenagai dengan panel surya yang terletak di bagian teratas atas gedung Fakultas Ilmu Terapan. Untuk implementasi IoT dan terhubungnya alat ke Database, Automatic Weather Station (AWS) di koneksikan melalui Access Point terdekat. Penggunaan Database dalam penelitian ini menggunakan website Arduino Cloud dikarenakan lebih mudah digunakan dan memudahkan pengembang untuk mengubah dan memperbaharui alat yang telah di buat. Dalam perencanaan ini akan dilakukan perencanaan dengan penggunaan Arduino Cloud sebagai

aplikasi yang dapat memudahkan pembuatan alat Automatic Weather Station (AWS) dan juga kegunaannya sebagai pusat data.

1.1 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari Proyek Akhir ini, sebagai berikut.

1. Bagaimanakah performa Automatic Weather Station (AWS) yang telah di rancang?
2. Bagaimanakah prinsip kerja Arduino Cloud untuk dapat meningkatkan kualitas dan efisiensi dalam merancang AWS?
3. Bagaimanakah hasil dari perancangan AWS yang menggunakan Arduino Cloud?

1.2 Tujuan

Adapun tujuan dari penulisan Proyek Akhir ini, sebagai berikut.

1. Memberikan data observasi cuaca kepada pengguna secara langsung yang akan digunakan untuk memprediksi dan merencanakan kegiatan di sektor pertanian.
2. Mengetahui prinsip kerja dari website Database Arduino Cloud.
3. Menjelaskan kemudahan yang diberikan oleh Arduino Cloud sebagai pusat data maupun sebagai aplikasi perancangan alat.
4. Menganalisis hasil perancangan alat Automatic Weather Station (AWS) yang menggunakan Arduino Cloud sebagai aplikasi perancangan dan sebagai pusat data.

1.3 Cakupan Pengerjaan

Adapun batasan masalah dari Proyek Akhir ini, sebagai berikut.

1. Perencanaan Automatic Weather Station (AWS) di rancang di Gedung Fakultas Ilmu Terapan, Kota Bandung.
2. Perencanaan AWS hanya untuk perkebunan kecil.

3. Perencanaan AWS menggunakan koneksi internet yang berada pada gedung Fakultas Ilmu Terapan, Kota Bandung.
4. Perencanaan alat hanya menggunakan sensor DHT11, Anemometer, dan Rain Gauge Tipping Bucket.
5. Pengkodingan alat hanya dilakukan pada Arduino Cloud.
6. Menggunakan panel surya yang dimiliki Gedung Fakultas Ilmu Terapan, Kota Bandung.

1.4 Tahapan Pengerjaan

Adapun tahapan pengerjaan pada penelitian Proyek Akhir ini, sebagai berikut.

1. Studi Literatur

   Studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan literatur-literatur dan kajian-kajian yang berkaitan dengan permasalahan yang ada pada penelitian Proyek Akhir ini, baik berupa buku referensi, artikel, maupun e-journal yang berhubungan dengan perancangan Automatic Weather Station (AWS).

2. Perancangan Alat

   Perancangan awal dilakukan dengan mengumpulkan data tentang alat dan sensor yang akan digunakan untuk AWS seperti sensor DHT11 sebagai sensor suhu dan kelembaban, anemometer sebagai sensor kecepatan angin, Rain Gauge Tipping Bucket sebagai sensor curah hujan, modul stepdown DC 12v untuk menghubungkan tenaga dari alat ke baterai panel surya, dan ESP8266 sebagai mikrokontroller pada AWS.

3. Percobaan Alat

   Percobaan alat dilakukan dengan cara merancang alat yang sudah dikumpulkan dan dilakukan tes secara lokal menggunakan koneksi internet yang ada di lokasi terdekat serta menghubungkan AWS ke laptop untuk konfigurasi.

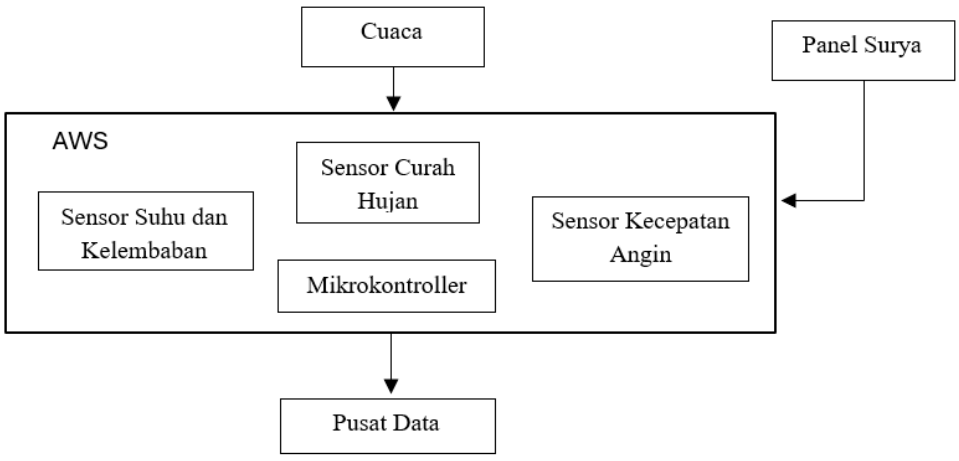
4. Analisis Perancangan

Analisis perancangan dilakukan dengan cara menganalisa hasil yang dikirimkan oleh Automatic Weather Station (AWS) ke pusat data yaitu Arduino Cloud. Hasil dari analisis perancangan ini diharapkan dapat diteruskan dan dikembangkan untuk penelitian lebih lanjut.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Automatic Weather Station

Automatic Weather Station merupakan alat yang terdiri dari sensor-sensor yang secara otomatis mengumpulkan dan mengirimkan data cuaca [1]. Perangkat yang digunakan berupa sensor DHT11 yang akan mengukur suhu dan kelembaban pada daerah sekitarnya, anemometer yang akan mengukur kecepatan arah angin, dan sensor curah hujan tipe tipping bucket yang akan mengukur curah air yang turun ketika hujan. Alat – alat tersebut akan secara kolektif mengumpulkan dan mengirimkan data ke dalam Arduino Cloud. Pengiriman dan pengumpulan data menggunakan internet sehingga tidak membutuhkan bantuan manusia serta menggunakan panel surya untuk masukan energi. Gambar blok diagram sistem AWS dapat dilihat pada Gambar 2.1



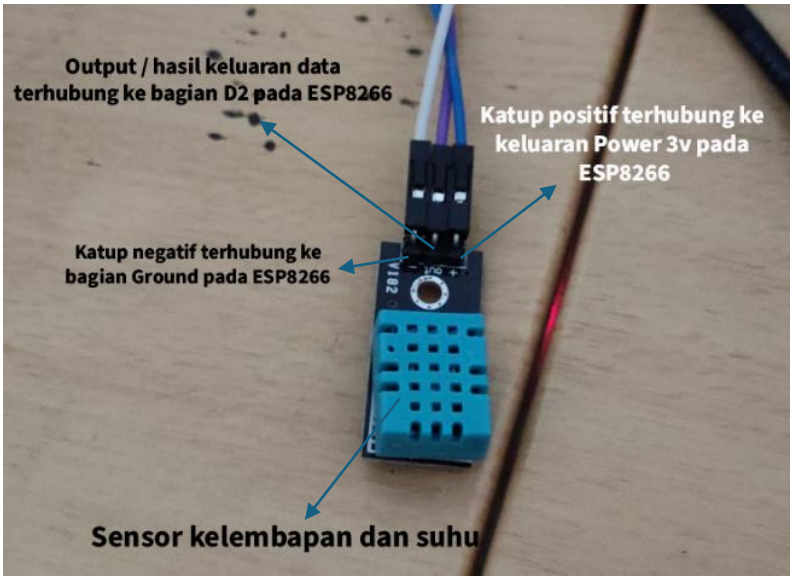
Gambar 2. 1 Blok Diagram Sistem AWS

2.2 Sensor Suhu dan Kelembaban

Sensor suhu dan kelembaban yang digunakan pada perangkat AWS yang akan dibuat adalah DHT11. DHT11 merupakan sebuah perangkat keras yang akan mengukur suhu dan kelembaban pada daerah di sekitarnya, perangkat ini dihubungkan ke modul pada AWS beserta perangkat keras lainnya.

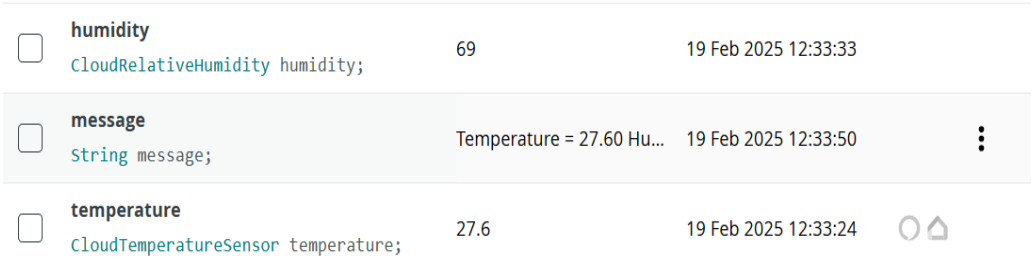
Alat tersebut mampu mengukur kelembapan relatif antara 20 dan 90% RH dalam kisaran suhu pengoperasian 0 hingga 50°C dengan akurasi ±5% RH. Suhu juga diukur dalam kisaran 0 hingga 50°C dengan akurasi ±2°C. Kedua nilai dikembalikan dengan resolusi 8-bit [4].

DHT11



Gambar 2. 2 DHT11

Untuk membuktikan bahwa sensor dapat bekerja, maka dilakukan pengujian berupa mendiamkan sensor DHT11 di ruang terbuka. Jika sensor menangkap suhu dan kelembaban pada ruang tersebut, akan tercatat angka suhu dan kelembaban pada website Arduino Cloud.

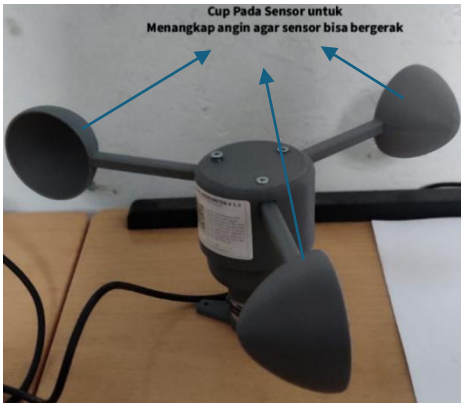


Gambar 2. 3 Tampilan setup DHT11 pada Arduino Cloud

2.3 Sensor Kecepatan Angin

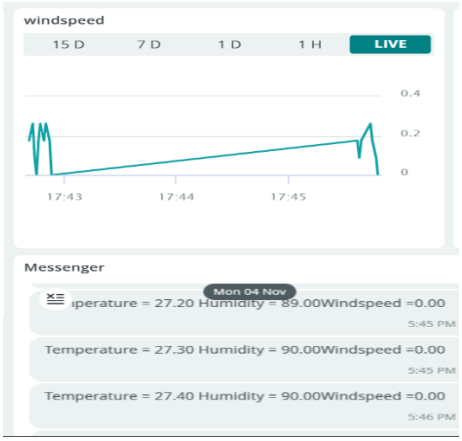
Sensor kecepatan angin atau anemometer adalah sebuah sensor untuk mengukur kecepatan angin. Di antara berbagai instrumen yang dikhususkan untuk mengukur kecepatan angin, anemometer cup saat ini masih merupakan perangkat yang paling banyak digunakan di sektor energi angin [5] , karena harganya yang murah dibandingkan dengan perangkat alternatif (misalnya, anemometer sonic) [6]. Maka berdasarkan penelitian tersebut anemometer cup digunakan untuk menghemat biaya dengan tetap menghasilkan data kecepatan angin dengan baik.

Anemometer



Gambar 2. 4 Anemometer

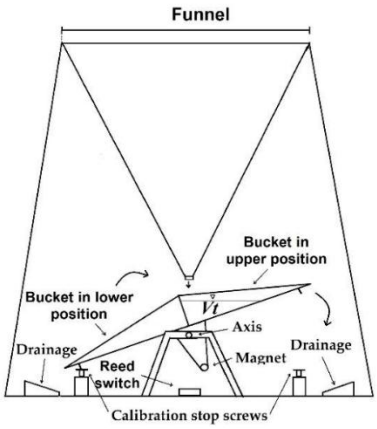
Kecepatan angin pada Anemometer ditentukan dengan menggunakan Tick per putaran cup pada sensor. Setiap Tick akan dihitung satu nilai variabel dan nilai akan kembali ke nol setiap satu detik. Seperti sensor yang lainnya, jika Anemometer menghasilkan sebuah nilai kecepatan angin maka nilai tersebut akan tercatat pada website Arduino Cloud.



Gambar 2. 5 Tampilan antarmuka *Anemometer* pada *Arduino Cloud*

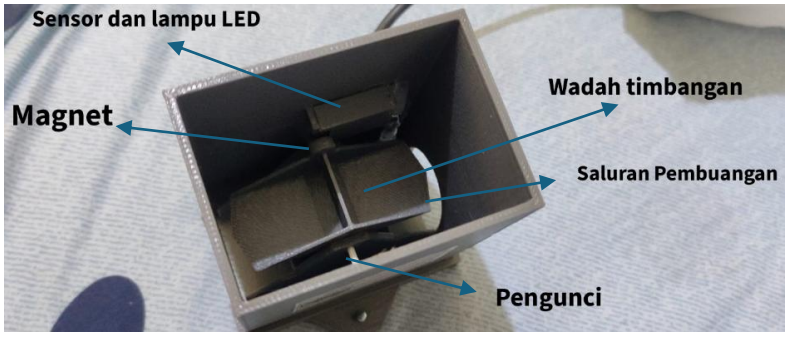
2.4 Sensor Curah Hujan

Sensor curah hujan yang akan digunakan adalah Rain Gauge Tipping Bucket. Tiga model tipping-bucket raingage dikalibrasi di laboratorium dengan menyesuaikan volume yang diperlukan untuk memberi tip pada bucket dan dengan mengoreksi pembacaan output tipping-bucket. Dalam kalibrasi volumetrik, pengaruh instalasi air hujan, pembasahan ember, dan tegangan permukaan cairan yang digunakan dipertimbangkan [7].



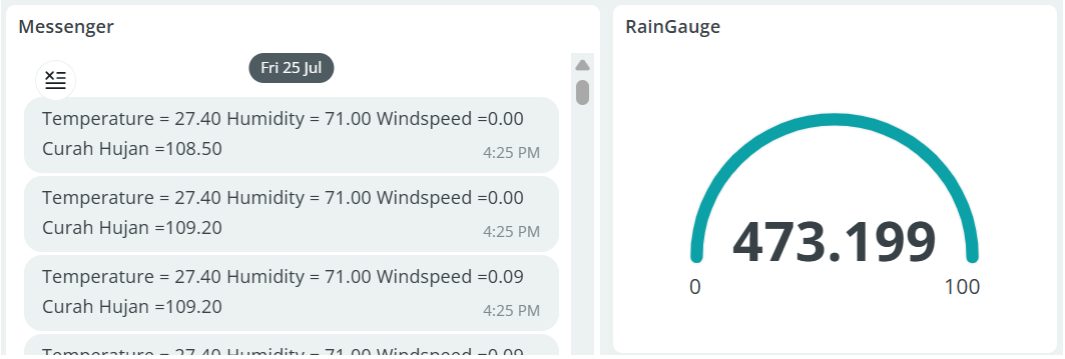
Gambar 2. 6 Blok Diagram *Rain Gauge Tipping Bucket [12]*

Curah hujan dapat dihitung melalui tetesan air yang akan meng aktifkan mekanisme di dalam sensor dengan cara menyentuh pivot point agar terjadi tipping. Setiap tipping akan dihitung seberapa banyak air menetes.



Gambar 2. 7 RainGauge Tipping Bucket

Jika sensor dapat menghitung jumlah tetesan air dalam jangka waktu tertentu, maka sensor bekerja dengan baik. Hasil tangkapan sensor akan tercatat pada website Arduino Cloud.



Gambar 2. 8 *Dashboard* untuk *Raingauge* pada *Arduino Cloud*

3. PEMBAHASAN

3.1 Arsitektur Sistem

Pengujian Automatic Weather Station (AWS) Berbasis IoT Bertenagakan Panel Surya dengan Arduino Cloud sebagai Database merupakan tahap penting untuk memastikan sistem berfungsi dengan baik, akurat, dan andal. Berikut adalah langkah-langkah dan proses pengujian yang dapat dilakukan:

Pengujian Sensor dan Akurasi Data

Untuk memastikan panel surya dapat mengisi baterai dengan baik dan sistem daya bekerja optimal, maka pada tahap ini dilakukan pengukuran pengisian baterai pada panel surya menggunakan Multimeter dan indikator pada baterai panel surya tersebut. Untuk menguji tingkat akurasi sistem Automatic Weather Station, maka diuji dengan membandingkan data yang terukur dengan data yang terkirim pada website

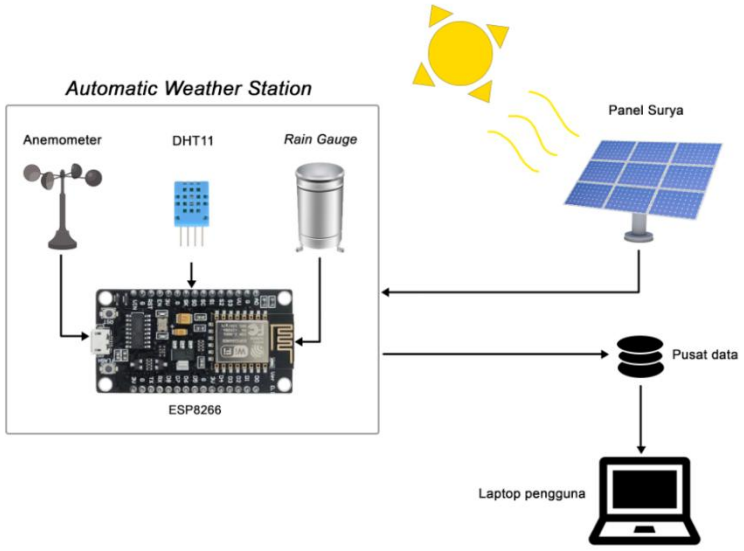
Langkah Pengujian:

1. Ukur tegangan dan arus output panel surya di bawah kondisi cahaya matahari. Mengukur tegangan pada baterai panel surya menggunakan multimeter dengan cara mengatur tegangan pada multimeter ke DC, lalu hubungkan probe merah ke terminal positif (+) dan probe hitam ke terminal negative (-). Dengan membaca tegangan yang telah ditampilkan oleh multimeter bisa disimpulkan bahwa pada baterai 24V jika tertulis 25,2–25,6V baterai penuh sedangkan pada 23,6–24V baterai belum terisi/kosong. Menggunakan Luxmeter untuk mengukur intensitas sebuah Cahaya yang akan membantu untuk menentukan energi yang akan di dapatkan oleh panel surya.

2. Verifikasi efisiensi pengisian baterai dan penggunaan daya oleh sistem.

3. Uji setiap sensor (suhu, kelembaban, tekanan udara, kecepatan angin, curah hujan) secara terpisah

Berikut penjelasan mengenai perancangan aplikasi sistem pemantauan cuaca menggunakan Automatic Weather Station (AWS) bertenagakan panel surya dengan pemantauan real-time pada Arduino Cloud. Adapun model sistem monitoring yang telah dibuat dapat dilihat pada Gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3. 1 Model Sistem Perancangan Perangkat *Automatic Weather Station*

3.2 Tahapan Perancangan

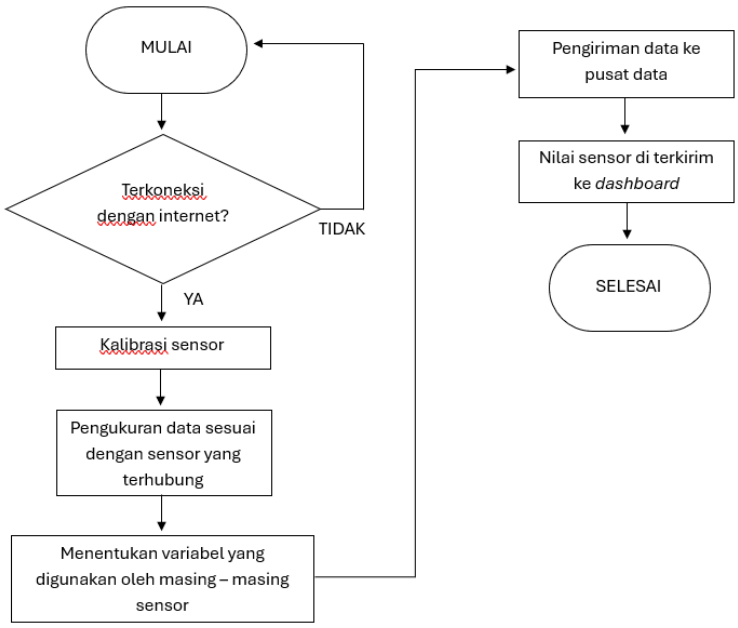
Proses perancangan AWS ini dilakukan menggunakan metode eksperimental dan prosesnya dapat dilihat pada Gambar 3.2 , tahapan pembuatanya adalah sebagai berikut:

1. Penyambungan alat

Langkah pertama dalam merancang AWS adalah dengan menghubungkan semua alat sensor seperti DHT11, anemometer, dan Rain gauge pada ESP8266.

2. Kalibrasi

Kalibrasi dilakukan untuk mengatur arah kerja model perangkat agar bekerja sesuai harapan, dari tahapan utama diatas, ada beberapa tahapan pendukung dan berikut adalah flowchart yang telah dibentuk:



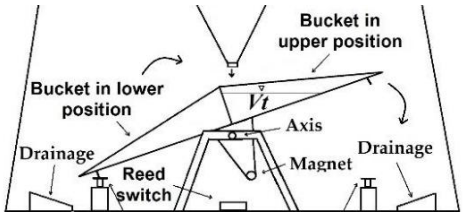
Gambar 3. 2 Diagram alir proses kerja *Automatic Weather Station*

Pada Proyek Akhir ini akan dirancang AWS dengan panel surya. Mikrokontroller yang sudah di isi dengan proses yang akan dilakukan setiap sensor seperti Anemometer, Rain Gauge Tipping Bucket, DHT 11 akan di hubungkan ke baterai pada panel surya dan dihubungkan ke internet. Panel surya akan menerima energi dari cahaya matahari dengan rata rata pengisian daya 1 amp per jam. Setelah Automatic Weather Station sudah terhubung dengan internet dan baterai di panel surya, sensor Anemometer, Rain Gauge Tipping Bucket, dan DHT 11 akan bekerja sesuai peruntukannya.

Anemometer akan menghitung kecepatan angin jika Cup pada alat terdorong oleh angin, kecepatan angin akan diukur sesuai dengan seberapa cepat Cup pada alat berputar.

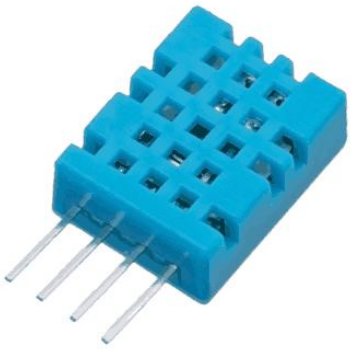
Gambar 3. 3 *Cup* pada *Anemometer*

Raingauge Tipping Bucket akan mengukur curah hujan jika tetesan air menetes pada Tipping bucket yang ada di dalam sensor. Disaat air telah menetes, Tipping Bucket akan merubah posisi dari tinggi ke rendah. Frekuensi tetesan air akan mempengaruhi nilai curah hujan.



Gambar 3. 4 Blok Diagram *Rain Gauge Tipping Bucket [12]*

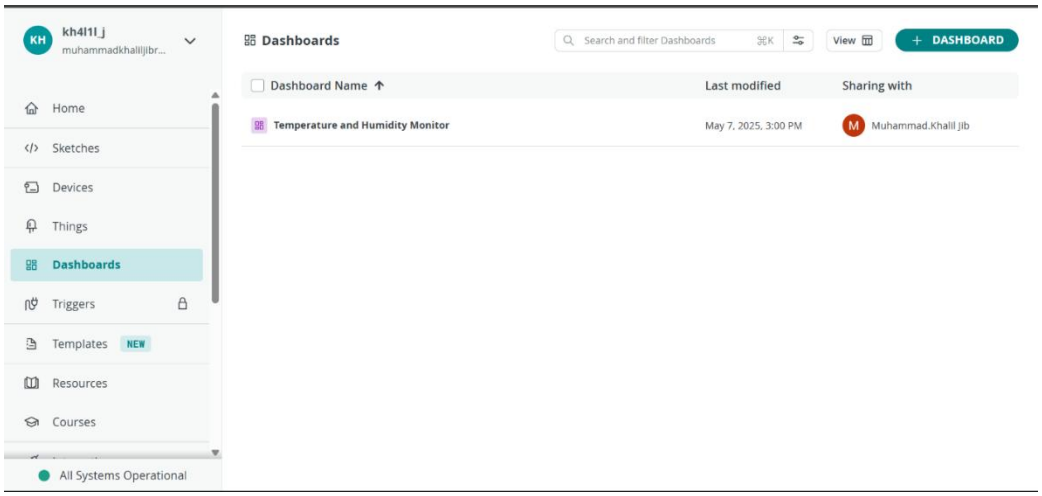
DHT11 akan mengukur suhu dan kelembapan pada area di sekitarnya sejauh 20 meter. Sensor DHT11 memberikan nilai kelembapan relatif dalam persentase (20 hingga 90% RH) dan nilai suhu dalam derajat Celsius (0 hingga 50 °C) [4].



Gambar 3. 5 DHT11

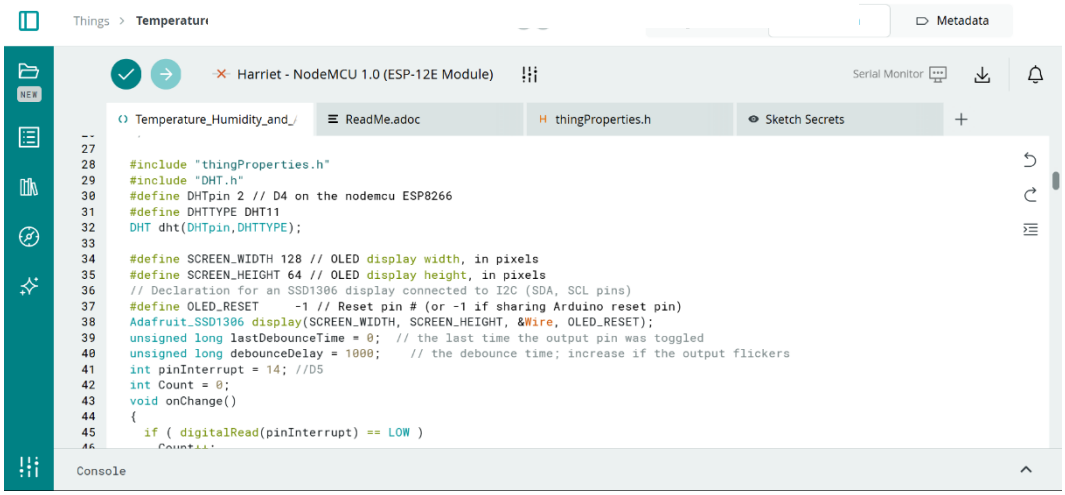
Jika semua alat telah bekerja dengan baik, aktif dan telah terhubung dengan internet dan baterai pada panel surya, AWS telah siap mengirim data yang dihasilkan oleh sensor ke Database yang berupa Arduino Cloud.

Arduino Cloud merupakan perangkat lunak berbasis website yang akan menjadi Database pada AWS. Arduino Cloud akan menerima data yang dikirimkan oleh sensor pada AWS agar memungkinkan pengguna untuk melihat data yang telah dihasilkan oleh sensor menggunakan menu Dashboard yang telah menjadi fitur pada Arduino Cloud.

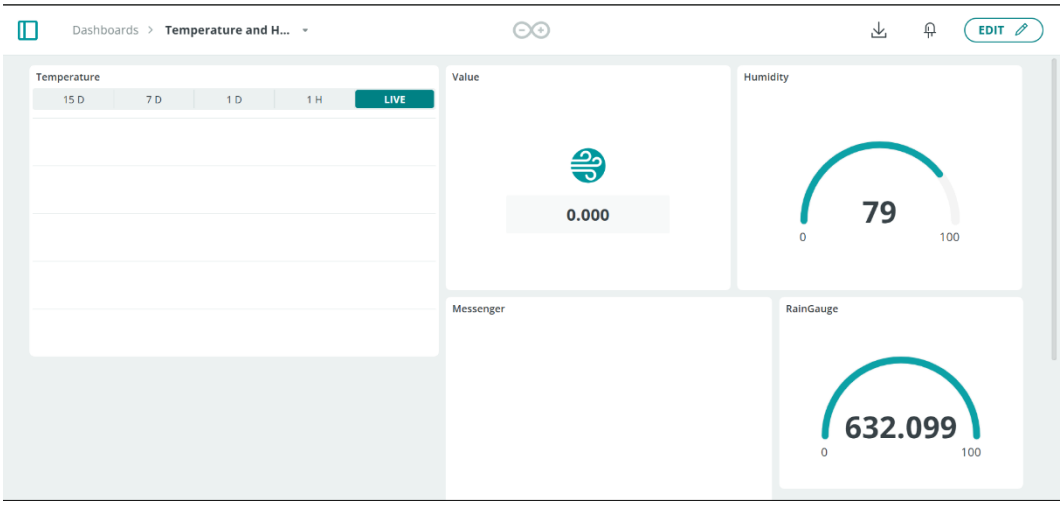


Gambar 3. 6 Tampilan *Dashboard* pada *Arduino Cloud*

Gambar 3. 7 Tampilan *Sketch* dan Koding pada *Arduino Cloud*



3.3 Perancangan Anatarmuka Pengguna



Gambar 3. 8 Tampilan antarmuka pada *Arduino Cloud*

Perancangan antarmuka dilakukan pada Arduino Cloud. Tampilan antarmuka berdasarkan banyak sensor yang ada pada AWS. Terdapat tampilan suhu, kelembapan, kecepatan angin, dan curah hujan.

3.4 Kebutuhan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak

3.4.1 Pengembangan Sistem

Untuk perangkat keras menggunakan ESP8266 sebagai otak dari Automatic Weather Station, Anemometer sebagai sensor kecepatan angin, DHT11 sebagai sensor suhu dan kelembapan, RainGauge Tipping Bucket sebagai sensor curah hujan dan Panel Surya sebagai masukan energi. Arduino Cloud berperan sebagai alat untuk memasukkan kodingan ke ESP8266, serta berperan sebagai antarmuka untuk pengguna.

3.4.2 Implementasi Sistem

Sensor pada AWS akan bekerja sesuai input yang telah di masukkan ke ESP8266, AWS akan bekerja setelah menerima masukkan energi yang cukup dari panel surya dan mengirimkan data kepada Arduino Cloud

4. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

4.1 Implementasi

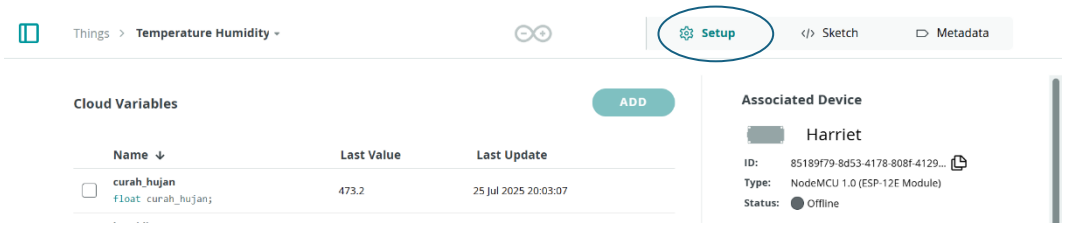
Gambar 4. 1 Rancangan *Automatic Weather Station*

Automatic Weather Station akan di implementasikan pada GreenHouse dan lahan pertanian yang kecil dimana tidak membutuhkan jangkauan yang luas. AWS di letakkan pada tempat yang tidak terhalang oleh struktur apapun di sekitarnya agar dapat berfungsi dengan baik dan akurat. Automatic Weather Station yang akan di rancang sebaiknya di maintenance secara berkala dikarenakan material yang dipakai akan usang jika terkena cuaca yang ekstrim secara terus menerus.

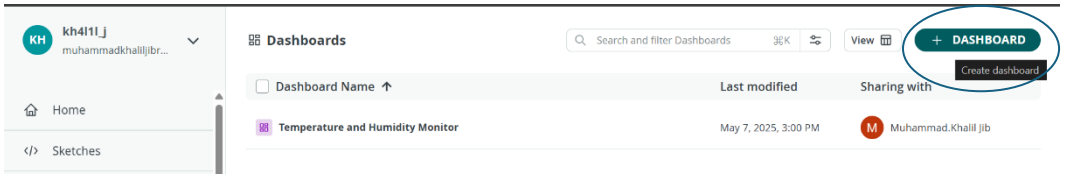
AWS ini memungkinkan untuk di tingkatkan lebih lanjut dengan cara menambahkan sensor yang sebelumnya belum terpasang dan membutuhkan masukan koding untuk bekerja sesuai dengan sensor yang akan dipasang. Hasil koding dapat dimasukkan pada Arduino Cloud pada menu sketch.

Gambar 4. 2 Menu Sketch pada Arduino Cloud

Pada saat penambahan sensor, diperlukan juga penambahan setup dan antarmuka agar hasil nilai sensor dapat ditampilkan dan ter representasi dengan baik.



Gambar 4. 3 Menu *Setup* pada *Arduino Cloud*



Gambar 4. 4 Menu *Dashboard* pada *Arduino Cloud*

4.2 Pengujian

Automatic Weather Station yang telah di rancang terdapat 3 sensor, DHT11, anemometer, dan rain gauge tipping bucket. Ketiga sensor tersebut telah di uji secara individual dengan hasil yang bervariasi.

Sensor yang di gunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan merupakan sensor DHT11 yang telah umum digunakan. Menurut [8] Modul DHT11 bekerja pada komunikasi serial dengan kabel tunggal. Modul ini mengirimkan data dalam bentuk rangkaian pulsa dengan periode waktu tertentu. Berdasarkan penelitian yang telah di lakukan, DHT11 tidak mengirimkan data secara langsung, melainkan sensor ini membutuhkan waktu sejenak sebelum dapat mengirimkan data dengan waktu proses 4ms [9].

Modul ini menggunakan elemen pengukur kelembaban kapasitif (dengan rentang pengukuran 20% hingga 80% dan akurasi ±5%)

yang dikalibrasi dengan termistor NTC (dengan rentang pengukuran 0°C hingga 50°C dan akurasi ±0,2°C) untuk mengukur udara di sekitarnya dan memberikan sinyal digital terkalibrasi untuk suhu dan kelembaban relatif (tanpa memerlukan pin input analog) Satu-satunya kelemahan sensor ini adalah data baru hanya dapat diperoleh setiap 2 detik [10].

Untuk sensor kecepatan angin, di penelitian ini menggunakan anemometer 3 cup. Menggunakan 3 cup sebagai bagian untuk menangkap angin yang kemudian berputar sehingga sensor di dalam aktif. Sensor perputaran yang digunakan merupakan sistem berbasis magnet yang memberikan 1 sampai 3 pulsa per putaran [5]. Berdasarkan jurnal [6] Fungsi alih dapat ditulis ulang dalam frekuensi rotasi anemometer, fr, sebagai pengganti frekuensi keluaran, f:

$$V=Ar\cdot fr+B$$

di mana Ar adalah hasil perkalian antara konstanta kalibrasi A dengan jumlah pulsa per revolusi yang dihasilkan oleh anemometer, Np. Jumlah pulsa ini berbeda-beda tergantung pada sistem internal anemometer yang mengubah rotasi menjadi pulsa listrik.

Sensor yang selanjutnya merupakan sensor curah hujan , sensor yang digunakan merupakan tipe Tipping Bucket yang berbentuk balok.

Di dalam balok terdapat bagian bagian lain seperti pada Gambar 2.7. Menurut jurnal [11] rumus tingkat hujan rata-rata antara setiap pasang dua tip berturut-turut adalah sebagai berikut:

$$R_{\text{interp}}(t_i, t_{i+1}) = \frac{V_b}{t_i - t_{i+1}},$$

Gambar 4. 5 Rumus tingkat hujan rata-rata [11]

di mana V_b adalah resolusi volume ember per 1-tip yang setara dengan 0,254 mm dalam kasus ini, sedangkan t_i dan t_{i+1} adalah waktu saat dua tip terjadi. Kemudian, kami menggunakan fungsi konstan-sepotong ini yang merepresentasikan tingkat hujan kuasi-instan untuk menghitung akumulasi curah hujan sebagai fungsi waktu pada setiap alat penakar hujan. Dari fungsi akumulasi ini, kami dapat menghitung intensitas hujan rata-rata interval untuk skala waktu yang diperlukan dengan membagi akumulasi dalam suatu interval dengan panjang interval tersebut [11].

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Performa pada Automatic Weather Station yang telah dirancang belum sepenuhnya bekerja dengan baik dikarenakan sensor RainGauge yang masih membutuhkan perbaikan lebih lanjut.

Website Arduino Cloud terbukti dapat mempermudah perancangan sistem AWS dan perancangan antarmuka pada AWS dengan menyediakan menu sketch, setup, dan template dashboard.

Hasil yang di keluarkan oleh masing-masing sensor dapat terkemukakan dengan baik pada Arduino Cloud berkat fitur pada dashboard yang telah menyediakan template antarmuka untuk pengguna.

5.2 Saran

Alat Automatic Weather Station ini belum sepenuhnya bekerja dengan baik dikarenakan beberapa hal seperti sensor Rain gauge yang peng kodingan harus diteliti lebih lanjut sehingga dapat bekerja sama dengan kedua sensor lainnya.

Direkomendasikan untuk menambahkan sensor yang lebih akurat dan kuat dikarenakan sensor yang digunakan pada penelitian ini merupakan sensor sederhana.

Menggunakan fitur tambahan berbayar pada Arduino Cloud juga dapat membantu perancangan Automatic Weather Station ini dengan memperbanyak jumlah sensor yang dapat terhubung oleh mikroprosesor dan database.

DAFTAR PUSTAKA

[1] M. B. M. K. E. &. O. J. S. Nsabagwa, "Towards a robust and affordable Automatic Weather Station," *Development Engineering 4,* p. 100040, 2019.

[2] K. K. D. A. P. A. V. &. K. I. Ioannou, "Low-cost automatic weather stations in the internet of things," *Information,* p. 146, 2021.

[3] F. Z. Akbar, S. Pangesti dan I. Yuniar, Aplikasi Pengadaan Berbasis Web, Bandung: Telkom University, 2014.

[4] W. Gay, "DHT11 Sensor," dalam *Advanced Raspberry Pi*, St. Catharine's, Ontario, Apress, Berkeley, CA, 2018, p. 399–418.

[5] S. Pindado, E. Vega, A. Martínez, E. Meseguer, S. Franchini dan I. Pérez, "Analysis of calibration results from cup and propeller anemometers. Influence on wind turbine Annual Energy Production (AEP) calculations," *Wind Energy,* p. 119–132, 2011.

[6] S. C. J. &. S.-P. F. Pindado, "The cup anemometer, a fundamental meteorological instrument for the wind energy industry.," *Sensors,* pp. 21418-21452, 2014.

[7] J. Marsalek, "Calibration of the tipping-bucket raingage," *Journal of Hydrology,* pp. 343-354, 1981.

[8] Y. K. A. E. M. A. A. R. A. A. A. A. A. H. E. E.-S. G. A. .. &. K. A. G. Ahmed, "Comparative Analysis of Genetic Diversity among Egyptian Commercial Maize Hybrids Obtained by SRAP Markers," *Met., Env. & Arid Land Agric. Sci.,* vol. 29, no. 1, p. 79 – 86, 2020.

[9] F. E. M. a. E. M. Ztt, "DHT11 Based Temperature and Humidity Measuring System," *Journal of Electrical Engineering and Electronic Technology,* p. 5, 2022.

[10] B. C, "Introducing the arduino," *Beginning IoT projects,* no. 3, pp. 31-70, 2021.

[11] G. J. Ciach, "Local random errors in tipping-bucket rain gauge measurements," *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology ,* no. 20.5, pp. 752-759, 2003.

[12] S. Afnarius dan H. Y. Putra, Pengembangan Aplikasi Web GIS Pariwisata Backpacker, Yogyakarta: Deepublish, 2017.

[13] S. Bahri, Pengantar Akuntansi, Yogyakarta: CV. Andi Offset, 2016.

[14] A. F. Larasati, I. Yuniar dan I. Samaji, Aplikasi Berbasis Web Untuk Pengadaan Barang dan Pemotongan PPH Pasal 22 di PT. PINDAD, Bandung: Telkom University, 2017.

[15] N. W. Utami, "klikpajak," Mitra Pajak Resmi, 23 November 2018. [Online]. Available: https://klikpajak.id/pajak-pertambahan-nilai-ppn/. [Diakses 16 May 2019].

[16] D. &. B. B. C. &. S. L. Segovia Cardozo, "Tipping Bucket Rain Gauges in Hydrological Research: Summary on Measurement Uncertainties, Calibration and Error Reduction Strategies.," *preprints,* p. 5, May 2023.