

## Implementasi Weather Station Berbasis IoT Dengan ESP32

Beni Satria<sup>\*1</sup>, Rahmaniar<sup>2</sup>, M. Erpandi Dalimunthe<sup>3</sup>, M.Iqbal<sup>4</sup>, Bertauli.S<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Program Studi Teknik Elektro, Universitas Pembangunan Panca Budi

\*Correspondence Author: [benisatria@dosen.pancabudi.ac.id](mailto:benisatria@dosen.pancabudi.ac.id)

### Abstrak

Penelitian ini membahas tentang pengembangan stasiun cuaca berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan NodeMCU ESP32, sensor BMP280, dan DHT11. Stasiun cuaca ini dirancang untuk mengumpulkan data suhu, kelembaban, dan tekanan atmosferik secara real-time, dan mentransmisikannya ke platform online untuk analisis lebih lanjut. NodeMCU ESP32 digunakan sebagai mikrokontroler utama yang bertugas mengontrol dan mengumpulkan data dari kedua sensor. Sensor BMP280 digunakan untuk mengukur tekanan atmosferik dan suhu, sementara sensor DHT11 digunakan untuk mengukur kelembaban udara. Data yang terkumpul dikirimkan melalui koneksi Wi-Fi ke server Blynk untuk disimpan dan dianalisis. Melalui penggunaan teknologi IoT, stasiun cuaca ini memberikan kemampuan untuk memantau kondisi cuaca secara langsung dan mengambil tindakan yang diperlukan berdasarkan data yang terkumpul. Integrasi dengan platform online memungkinkan akses data dari jarak jauh, memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi cuaca dari mana saja. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya mengilustrasikan implementasi teknologi IoT dalam memantau cuaca, tetapi juga membuka peluang untuk aplikasi yang lebih luas dalam pemantauan lingkungan dan manajemen sumber daya.

**Kata Kunci:** Weather Station, IoT, Sensor, Blynk, NodeMCU

### Abstract

*This research investigates the development of an Internet of Things (IoT)-based weather station employing NodeMCU ESP32, BMP280, and DHT11 sensors. The primary purpose of this weather station is to gather real-time data on temperature, humidity, and atmospheric pressure and transmit it to an online platform for further analysis. NodeMCU ESP32 serves as the main microcontroller, responsible for controlling and collecting data from the sensors. The BMP280 sensor measures atmospheric pressure and temperature, while the DHT11 sensor measures air humidity. The collected data is transmitted via a Wi-Fi connection to the Blynk server for storage and analysis. By leveraging IoT technology, this weather station enables real-time weather monitoring and facilitates necessary actions based on the collected data. Integration with an online platform allows remote data access, enabling users to monitor weather*

*conditions from anywhere. Thus, this research not only demonstrates the implementation of IoT technology in weather monitoring but also opens up opportunities for broader applications in environmental monitoring and resource management.*

**Keywords:** *Weather Station, IoT, Sensor, Blynk, NodeMCU*

## **Pendahuluan**

Informasi tentang kondisi cuaca saat ini menjadi kebutuhan bersama masyarakat karena jumlahnya banyak aktivitas tergantung pada kondisi cuaca. Situasi cuaca dapat berubah dengan cepat dan radikal setiap saat dapat membuat masyarakat kurang tanggap terhadap dampak [1]. Faktor meteorologi yang harus diperhatikan dapat digunakan sebagai dokumen untuk meramalkan cuaca setiap saat masa depan. Informasi cuaca yang paling banyak digunakan adalah suhu, kelembaban, curah hujan, kecepatan angin, arah angin dan cahaya [2]. Lebih mudah untuk mendapatkan informasi hari ini dengan jangkauan internet yang luas. Semua pengguna internet bisa mendapatkan semua informasi apapun secara real time. Selain sebagai wahana berbagi informasi, internet juga dapat digunakan untuk mengontrol atau mengendalikan suatu objek melalui Internet of Things (IoT). Internet of Things adalah sebuah konsep bertujuan untuk memperluas manfaat konektivitas Internet terhubung secara permanen [3]. Pada era digital yang semakin berkembang, Internet of Things (IoT) telah menjadi konsep yang memungkinkan objek-objek dalam kehidupan sehari-hari untuk terhubung dan berkomunikasi melalui jaringan internet. Salah satu implementasi menarik dari konsep ini adalah stasiun cuaca berbasis IoT. Stasiun cuaca tradisional umumnya hanya memberikan informasi tentang suhu dan kelembaban pada lokasi tertentu. Namun, dengan penggabungan sensor-sensor canggih seperti BMP280 dan DHT11, stasiun cuaca berbasis IoT dapat memberikan informasi yang lebih komprehensif dan akurat tentang kondisi cuaca. Sensor BMP280 adalah sensor tekanan atmosfer dan suhu yang sangat presisi. Sensor ini mampu mengukur perubahan tekanan atmosfer dengan sangat akurat, sehingga dapat digunakan untuk memprediksi perubahan cuaca seperti terjadinya hujan atau cuaca cerah. Selain itu, sensor DHT11 adalah sensor suhu dan kelembaban yang juga memiliki akurasi yang tinggi. Kombinasi antara sensor BMP280 dan DHT11 dalam stasiun cuaca IoT memungkinkan pengukuran suhu, kelembaban, tekanan udara, dan bahkan perubahan suhu dan kelembaban seiring waktu. Dalam penelitian ini, akan membahas secara mendalam mengenai desain dan implementasi sebuah stasiun cuaca berbasis IoT yang menggunakan sensor BMP280 dan DHT11.

## **Metode Penelitian**

Salah satu studi yang dilakukan oleh Tri Rahajoeningroem dan Ivan Heru Saputra [1] adalah tentang sistem pemantauan cuaca dan deteksi banjir yang digunakan pada Android berbasis Internet of Things (IoT). Penelitian ini akan membuat sistem yang akan melacak cuaca dan ketinggian level air. Sistem ini akan memiliki kemampuan untuk memberikan peringatan kepada masyarakat di wilayah hilir jika terjadi perubahan cuaca yang ekstrim atau banjir di

wilayah hulu. Faza Ulya, Muhammad Kamal, dan Azhar [2] melakukan penelitian tentang pembuatan sistem pemantauan cuaca dengan tampilan Thingspeak. Tujuan penelitian ini adalah untuk mempermudah akses ke informasi cuaca melalui jaringan internet dan memiliki kemampuan untuk menganalisis langsung perubahan curah hujan, suhu, kelembaban, dan tekanan udara di lokasi tertentu. Studi Totok Sugiyanto, Arif Fahmi, dan Razki Nalandari [4] tentang Rancang Bangun Sistem Pengawasan Cuaca Berbasis Internet Of Things (IoT) menunjukkan bahwa tujuan dari sistem ini adalah untuk memberikan informasi tentang perubahan kondisi cuaca secara realtime kepada masyarakat, yang dapat diakses melalui internet. 4) Studi Ferdy Erwan, Abdul Muid, dan Irma Nirmala [5] Ada kuliah lapangan di Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura yang membutuhkan data cuaca untuk penelitian. Pengumpulan data cuaca biasanya sulit karena kekurangan alat informasi. Tujuan penelitian ini adalah membuat sensor BMP180 untuk sistem pengukur cuaca yang dapat mengukur suhu dan sensor BMP180 untuk mengukur tekanan udara, sensor BH1750 untuk mengukur intensitas cahaya, sensor kecepatan angin, sensor arah angin, dan sensor curah hujan. Data yang terkumpul dikirim ke server yang kemudian ditampilkan pada website

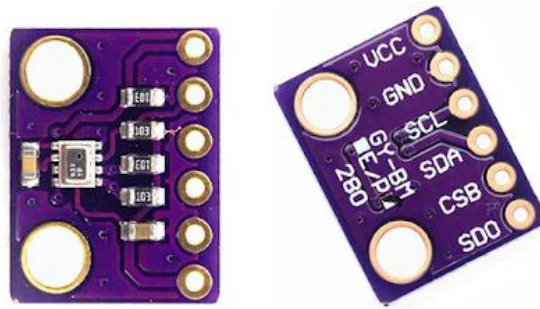
### **1. Internet Of Things (IoT)**

Internet of Things (IoT) adalah konsep teknologi yang mengacu pada jaringan atau koneksi antara berbagai objek fisik yang dapat berkomunikasi dan berinteraksi melalui jaringan internet. Objek-objek ini, yang bisa berupa perangkat elektronik, sensor, kendaraan, peralatan rumah tangga, atau bahkan pakaian yang dilengkapi dengan teknologi khusus, dapat saling bertukar data dan informasi tanpa interaksi langsung manusia ke manusia atau manusia ke perangkat.

Ide utama di balik IoT adalah memberdayakan objek-objek sehari-hari dengan kecerdasan dan kemampuan komunikasi. Melalui sensor dan perangkat pendukung lainnya, objek-objek ini dapat mengumpulkan data dari lingkungan sekitarnya, seperti suhu, kelembaban, posisi geografis, tekanan, dan banyak lagi. Data ini kemudian dapat diolah, dianalisis, dan digunakan untuk tujuan yang beragam, mulai dari pemantauan lingkungan, analisis bisnis, hingga peningkatan efisiensi dalam berbagai industri.

### **2. Sensor BMP280**

Sensor BMP280 adalah sensor tekanan atmosfer dan suhu yang sangat akurat dan sering digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk stasiun cuaca berbasis IoT, pemantauan lingkungan, navigasi, dan banyak lagi. Berikut ini penjelasan lebih rinci tentang sensor BMP280:



**Figure 1.** Sensor BMP280

Berikut ini adalah spesifikasi dari Sensor Tekanan Udara BMP280:

- a. Dimensi : 2 mm x 2,5 mm x 0,95 mm
- b. Rentang Operasi : Tekanan 300 - 1100 Pa - Suhu 0 s/d 65 derajat Celcius
- c. Suplai Tegangan : 1,2 Volt s/d 3,6 Volt
- d. Antarmuka : I2C dan SPI
- e. Rata-Rata Arus : 2,74 uA
- f. Konsumsi Arus Sleep Mode : 0,1 uA
- g. Waktu pengukuran Minimum : 5,5 mS

**Tabel 1.** Deskripsi Pin Sensor BMP280

No. Pin	Nama Pin	Deskripsi Pin
1	Vcc	Ini adalah pin daya. Hubungkan suplai 3,3 volt dc pada pin ini
2	GND	Pin Ground
3	SCL	Pin Serial Clock untuk interface I2C
4	SDA	Pin Data Serial untuk interface I2C
5	CSB	Pin Chip Select untuk interface I2C dan SPI bila dilengkapi dengan sinyal rendah dan ground. Saat menerapkan sinyal HIGH 3,3 volt, pin ini akan memilih interface I2C
6	SDO	Pin Serial data Output, yang mengirimkan data output

### Prinsip Kerja

Sensor BMP280 beroperasi berdasarkan prinsip perubahan tekanan udara dengan perubahan ketinggian. Ketika ketinggian berubah, tekanan atmosfer juga berubah. Sensor ini menggunakan prinsip ini untuk mengukur perubahan tekanan atmosfer dan mengkonversinya menjadi nilai tekanan yang dapat diinterpretasikan.

### 3. Sensor DHT11

Sensor DHT11 adalah sensor suhu dan kelembaban yang ekonomis dan sering digunakan dalam berbagai proyek elektronik, termasuk sistem pemantauan cuaca, kendali lingkungan, peralatan rumah tangga pintar, dan lainnya. Berikut ini penjelasan rinci tentang sensor DHT11



**Figura 2.** Sensor DHT11

### **Prinsip Kerja**

Sensor DHT11 beroperasi berdasarkan perubahan resistansi bahan yang sensitif terhadap kelembaban udara. Perubahan resistansi ini dipengaruhi oleh tingkat kelembaban. Sensor ini menggunakan perubahan resistansi untuk menghitung suhu dan kelembaban udara.

### **4. NodeMCU ESP32**

Pada tahun 2016, Espressif system, sebuah perusahaan teknologi yang berbasis di Shanghai, China. Merilis produk terbarunya, ESP32. ESP32 hadir bukan untuk menggantikan ESP8266, tetapi memberikan peningkatan di semua lini. Tidak hanya memiliki dukungan untuk konektivitas WLAN, tetapi juga Bluetooth membuatnya lebih serbaguna. CPU yang dimilikinya mirip dengan yang disematkan pada ESP8266 – yaitu Xtensa® LX6 32-bit, namun dengan dual core. ESP32 adalah mikrokontroler opensource yang ditujukan untuk kebutuhan IOT (Internet Of Things), dengan harga murah dan hemat energi. Dengan menggunakan TSMC sebagai produsen inti dengan 40nm yang besar. Generasi ESP32 menggunakan mikroprosesor Tensilica Xtensa LX6 sebagai inti. Baik dalam mode single-core dan dual-core.

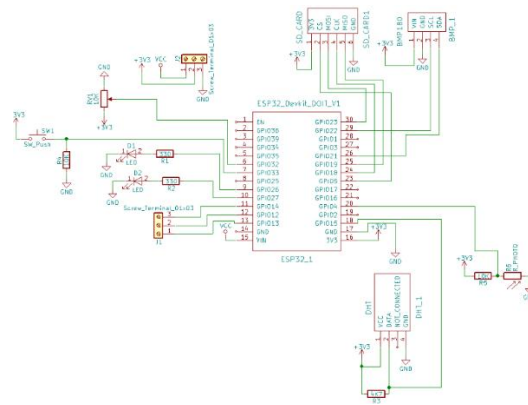


**Figure 3.** CPU ESP32

ESP32 tertanam didalamnya Mikroprosesor LX6 Single atau Dual-Core 32-bit dengan frekuensi clock hingga 240 MHz. Dan penyimpanan SRAM 520 KB, ROM 448 KB, dan SRAM RTC 16 KB. Selain itu, esp32 juga Mendukung konektivitas Wi-Fi 802.11 b/g/n dengan kecepatan hingga 150 Mbps dan dengan dukungan untuk spesifikasi Classic Bluetooth v4.2 dan BLE. Ditambah 34 GPIO yang dapat diprogram menambah kemudahan untuk melakukan interface dengan alat lain.

### **5. Skematik Rangkaian Weather Station Dengan NodeMCU ESP32**

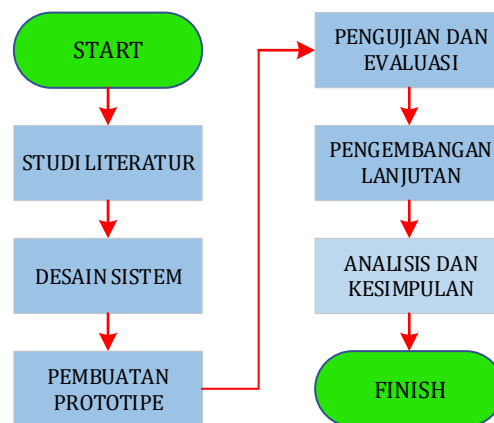
Skematik rangkaian weather station yang akan dibangun seperti pada gambar di bawah ini.



**Figure 4.** Rangkaian Lengkap Sistem Weather Station

## Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kombinasi antara penelitian eksperimental dan kuantitatif, seperti flow chart dibawah ini.



**Figure 5.** Flow Chart Penelitian

Dengan pendekatan ini, diharapkan sistem IoT weather station yang dikembangkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam monitoring kondisi cuaca dan lingkungan secara real-time.

## 1. Metode Analisis Data

### Pengumpulan Data:

- NodeMCU ESP32 akan mengumpulkan data dari sensor cuaca seperti suhu, kelembaban, tekanan udara, dan mungkin juga kecepatan dan arah angin.
- Data ini kemudian akan dikirim melalui koneksi WiFi ke server atau platform penyimpanan data.

### Penyimpanan Data:

- Data dapat disimpan di cloud menggunakan layanan seperti AWS, Google Cloud, atau Azure, atau Anda bisa menyimpannya secara lokal pada server Anda sendiri.

- b. Pastikan untuk menyimpan data dalam format yang mudah diakses dan diproses, seperti format CSV atau JSON.

**Visualisasi Data:**

- a. Buatlah antarmuka pengguna atau dashboard untuk memvisualisasikan data cuaca yang dikumpulkan. Dapat menggunakan alat seperti Grafana, Plotly, atau Matplotlib untuk membuat grafik dan diagram yang menarik dan informatif.
- b. Grafik yang berguna mungkin mencakup tren suhu harian, kelembaban relatif, dan tekanan udara, serta mungkin angin.

**Analisis Data:**

- a. Lakukan analisis statistik sederhana seperti rata-rata, median, dan deviasi standar untuk melihat tren dan pola dalam data cuaca.
- b. Juga bisa menggunakan teknik analisis lanjutan seperti regresi untuk memprediksi pola cuaca di masa depan berdasarkan data historis.

**Notifikasi atau Tindakan Otomatis (Opsional):**

- a. Jika ingin mengambil tindakan berdasarkan kondisi cuaca tertentu, dapat membuat sistem notifikasi atau tindakan otomatis.
- b. Misalnya, jika suhu mencapai tingkat yang ekstrim, sistem dapat mengirimkan pemberitahuan atau mengaktifkan perangkat pendingin atau pemanas.

**Keamanan Data:**

- a. Pastikan untuk mengamankan data cuaca, terutama jika kita menyimpannya di cloud. Gunakan protokol enkripsi dan otentikasi yang kuat untuk melindungi data dari akses yang tidak sah.

**Pemeliharaan dan Pemantauan Sistem:**

- b. Terakhir, pastikan untuk melakukan pemeliharaan rutin pada sistem kita dan memantau kinerjanya. Periksa sensor secara berkala untuk memastikan bahwa mereka berfungsi dengan baik dan pastikan bahwa sistem pengiriman data berjalan lancar.

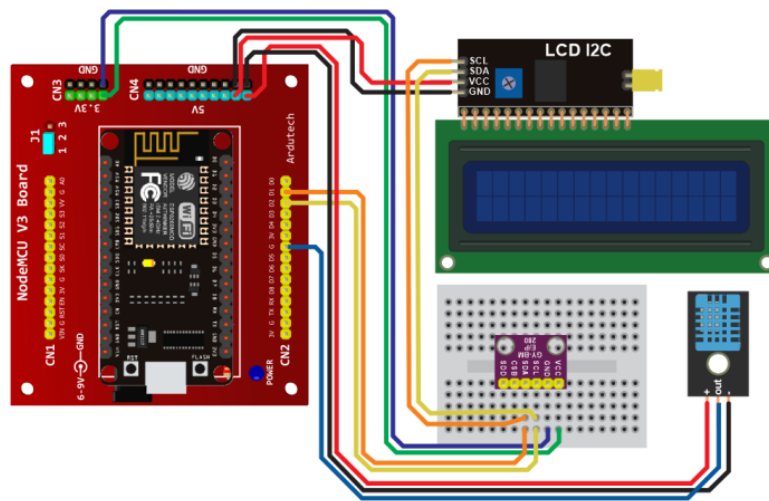
Dengan mengikuti langkah-langkah ini, kita akan memiliki metode analisis data yang kuat untuk sistem IoT Weather Station Anda dengan NodeMCU ESP32.

**Hasil**

Sistem ini terdiri dari dua bagian utama yaitu hardware dan software. Setelah selesai dirakit maka rangkaian seperti pada gambar 4.1 di bawah ini.

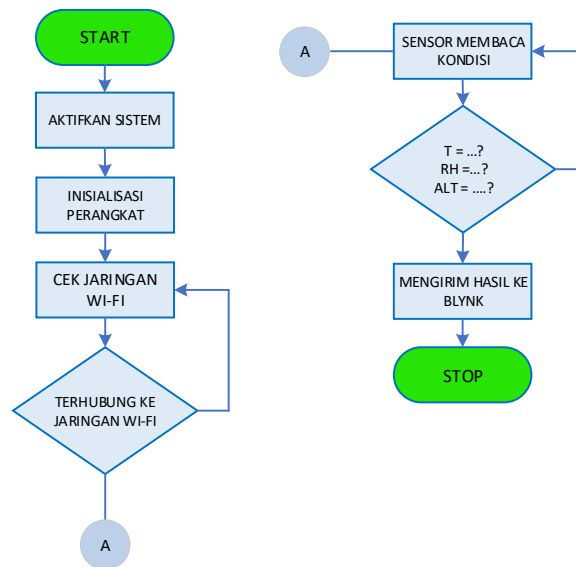
Rangkaian hardware terdiri dari 3 bagian yaitu, board nodemcu, board sensor BMP 280 dan DHT11 serta board LCD yang dilengkapi dengan interface I2C.





**Figure 6.** Rangkaian Lengkap IoT Weather Station

Untuk memudahkan kita dalam memahami cara kerja sistem, maka dapat dilihat seperti pada flowchart di bawah ini.



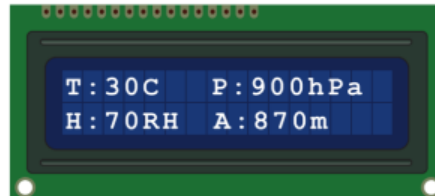
**Figure 7.** Flow chart cara kerja sistem

Cara kerja sistem adalah sebagai berikut:

Ketika pertama kali di-on kan maka sistem akan menginisialisasi perangkat. Ia memeriksa perangkat apa saja yang terhubung dengannya. Kemudian sistem mencoba untuk membuat sambungan ke wifi, sesuai dengan SSID dan password yang sudah di setting. Apabila sudah sesuai maka sistem akan terhubung ke wifi. Kemudian masing-masing sensor membaca kondisi lingkungan sekitar dan mengirimkannya hasilnya ke Blynk. Blynk kemudian mengirimkan hasilnya ke Smart Phone Android.



Kemudian agar sistem dapat dipantau melalui smart phone maka kita harus menghubungkan sistem ke Blynk. Kemudian install Blynk IoT dari Play Store. Install sampai selesai kemudian **Login** dengan akun yang sama dengan akun yang telah dibuat di web tadi. Setelah muncul tampilan Blynk, selanjutnya kita ikuti prosedur seperti di web Blynk. Setelah selesai konfigurasi di HP dan sudah tampil, di LCD menampilkan nilai pembacaan sensor BMP280 dan kelembaban dari sensor DHT11.



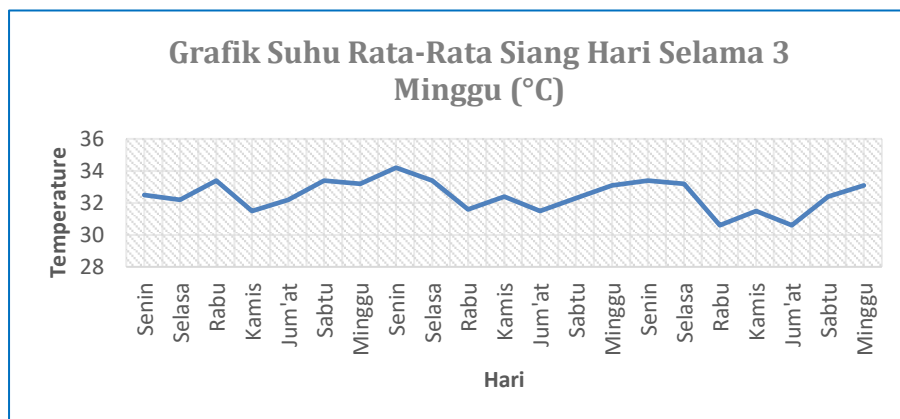
**Figure 8.** Nilai Pembacaan Sensor Juga Tampil Di Aplikasi Blynk Android.



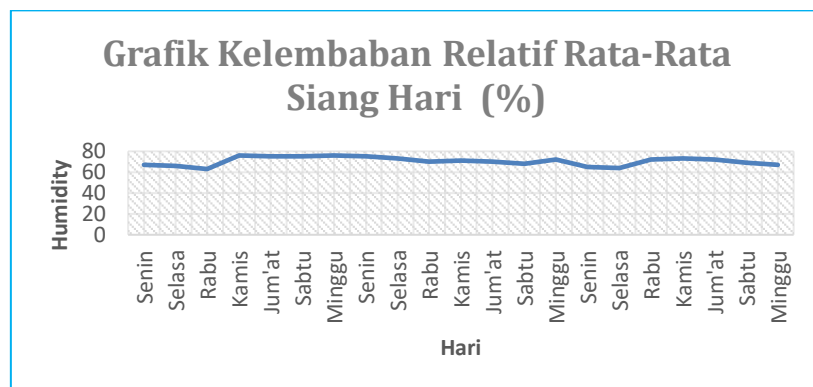
**Figure 9.** Nilai Pembacaan Sensor Yang Tampil Di Smart Phone Andoid

### Pembahasan

Hasil monitoring suhu udara rata-rata pada siang hari di kota Medan selama 21 hari dapat dilihat seperti pada tabel di bawah ini. Pengukuran dilakukan dari jam 10.00 wib dan 15.00 wib.



**Figure 10.** Grafik Suhu Rata-Rata Siang Hari Selama 3 Minggu



**Figure 11.** Grafik Kelembaban Relatif Rata-Rata Pada Siang Hari

Grafik menunjukkan suhu rata-rata siang hari selama tiga minggu dalam satuan derajat Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ). Berikut adalah beberapa poin yang dapat dibahas dari grafik tersebut:

**1. Pergerakan Suhu:**

- Suhu rata-rata berkisar antara  $29^{\circ}\text{C}$  hingga  $34^{\circ}\text{C}$ .
- Ada fluktuasi suhu yang cukup signifikan dari hari ke hari, yang menunjukkan variasi iklim yang mungkin disebabkan oleh faktor-faktor seperti cuaca, curah hujan, dan tingkat kelembaban.

**2. Tren Mingguan:**

- Pada minggu pertama, suhu rata-rata terlihat stabil dengan sedikit peningkatan pada hari Rabu.
- Minggu kedua menunjukkan peningkatan suhu yang lebih tinggi dibandingkan minggu pertama, dengan puncak suhu tertinggi terjadi pada hari Kamis dan Jumat.
- Minggu ketiga menunjukkan variasi suhu yang lebih besar dengan penurunan yang signifikan pada hari Rabu, tetapi kemudian meningkat lagi hingga akhir minggu.

**3. Hari Tertentu:**

- Hari Senin di minggu kedua menunjukkan salah satu suhu tertinggi pada grafik.
- Suhu terendah terjadi pada hari Rabu di minggu ketiga.
- Terdapat peningkatan suhu yang konsisten menuju akhir minggu ketiga.

**4. Analisis Lebih Lanjut:**

- Untuk analisis lebih lanjut, penting untuk mempertimbangkan faktor-faktor eksternal yang mungkin mempengaruhi suhu, seperti pola cuaca musiman, kejadian alam seperti hujan atau badai, dan aktivitas manusia yang dapat mempengaruhi suhu lokal.

Grafik ini memberikan gambaran yang jelas tentang bagaimana suhu rata-rata siang hari bervariasi dalam periode tiga minggu dan dapat digunakan untuk analisis lebih mendalam mengenai tren iklim di wilayah tertentu.

## Kesimpulan

Dari pembahasan diatas maka dapat disimpulkan hasil penelitian ini sebagai berikut :

- Sistem yang dirancang telah sesuai dengan yang diharapkan yaitu dapat memonitoring kondisi cuaca sekitar seperti, suhu, kelembaban relatif, tekanan udara dan altitude (ketinggian).
- Akurasi dari pengukuran lebih kurang 5%, sehingga dapat dinyatakan cukup akurat.

3. Koneksi ke Blynk cloud juga cepat dan hasilnya tergantung dari provider internet yang digunakan.
4. Dapat memonitor kondisi cuaca melalui smart phone Android dan iOS.

### Daftar Pustaka

- [1] Alifia Sekar Ratri, Vecky C. Poekoel, Arthur M. Rumagit, "Design Of Weather Condition Monitoring System Based On Internet Of Things", Jurnal Teknik Informatika vol.17 no. 1 January – March 2021, pp. 1-10, available at : <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/informatika>
- [2] A. Munandar, H. Fakhurroja, M. I. Rizqyawan, R. P. Pratama, J. W. Wibowo, and I. A. F. Anto, "Design Of Real Time Weather Monitoring System Based On Mobile Application Using Automatic Weather Station," 2017 2nd Int. Conf. Atom.Cogn.Sci.Opt. Micro Electro-Mechanical Syst. Inf. Technology, Oct 2017, pp. 44-47, doi : 10.1109/ICACOMIT.2017.8253384
- [3] F. Erwan, A. Muid, and I. Nirmala, "Rancang Bangun Sistem Pengukur Cuaca Otomatis Menggunakan Arduino Dan Terintegrasi Dengan Website," J. Coding, Sist. Komput. Untan, vol. 06, no. 03, pp. 255–264, 2018.
- [4] F. Ulya and M. Kamal, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Cuaca Dengan Tampilan Thingspeak," J. Tektro, vol. 1, no. 1, pp. 23–28, 2017.
- [5] H. Fuad, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Ternak Ayam Berbasis Internet Of Things (IoT)," Inst. Teknol. Telkom Purwokerto, vol. 02, no. 01, pp. 1–5, 2019.
- [6] M. Yusuf and L. , Alrijadjis, "Desain Sensor Kecepatan Angin Dengan Kontrol Adaptif Untuk Anemometer Tipe Thermal," pp. 1–6, 2011.
- [7] N. L. Mufidah, "Sistem Informasi Curah Hujan Dengan Nodemcu Berbasis Website," Ubiquitous Comput. Its Appl. J., vol. 1, pp. 25–34, 2018, doi: 10.51804/ucaiaj.v1i1.25-34.
- [8] N. Ulpah, L. Kamelia, T. Prabowo, T. Elektro, T. Elektro, and F. Sains, "Rancang Bangun Penyiraman Otomatis Berbasis IoT Menggunakan Smartphone," Tek. Elektro, Fak. Sains dan Teknologi. UIN Sunan Gunung Djati, no. November 2020, pp. 279–286, 2020.
- [9] Rahmaniar, A. Junaidi, and D. Keumala Sari, "Model and Analysis of Photovoltaic Modules with Irradiation and Temperature Variations using Simulation Technology Model dan Analisis Modul Photovoltaic dengan Variasi Iradiasi dan Temperatur menggunakan Teknologi Simulasi," *Semin. Nas. Call Pap. Fak. Sains dan Teknol.*, vol. 4, no. June, pp. 0–7, 2023.
- [10] Satria, B. (2022). IoT Monitoring Suhu dan Kelembaban Udara dengan Node MCU ESP8266. *sudo Jurnal Teknik Informatika*, 1(3), 136-144.
- [11] Satria, B., Alam, H., & Rahmaniar, R. (2023). MONITORING AIR QUALITY SYSTEM BASED ON SMART DEVICE INTELLIGENT. *Jurnal Ekonomi*, 12(01), 1745-1752.
- [12] S. Aryza, A. N. Abdalla, Z. Khalidin, and Z. Lubis, "Adaptive Speed Estimation Of Induction Motor Based on Neural Network Inverse," *Procedia Eng.*, vol. 15, pp. 4188–4193, 2011, doi: 10.1016/j.proeng.2011.08.786.

- [13] S. Anisah, Z. Tharo, and F. Prayogi, “Sistem Monitoring Daya dan Arus Listrik Pada Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Berbasis Thingspeak,” vol. 8, no. 1, pp. 189–194, 2024, doi: 10.31289/jesce.v6i2.12617.
- [14] T. Rahajoeningoem and I. H. Saputra, “Sistem Monitoring Cuaca dan Deteksi Banjir pada Android Berbasis Internet of Things (IoT),” Pros. SAINTIKS FTIK UNIKOM, pp. 33–40, 2017.
- [15] Y. Efendi, “Internet Of Things (IoT) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile,” J. Ilm. Ilmu Komput., vol. 4, no. 2, pp. 21–27, 2018, doi: 10.35329/jiik.v4i2.41.