



**RANCANG BANGUN MONITORING CUACA JALUR PENDAKIAN
MENGUNAKAN PROTOKOL MQTT**



**Program Studi
S1 TEKNIK KOMPUTER**

**UNIVERSITAS
Dinamika**

Oleh:

Rizaldi Wicaksana

17410200043

FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA

UNIVERSITAS DINAMIKA

2022

**RANCANG BANGUN MONITORING CUACA JALUR PENDAKIAN
MENGUNAKAN PROTOKOL MQTT**

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Sarjana Teknik**



UNIVERSITAS
Dinamika

Oleh:

Nama : Rizaldi Wicaksana
NIM : 17410200043
Program Studi : S1 Teknik Komputer

**FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS DINAMIKA
2022**

Tugas Akhir

RANCANG BANGUN MONITORING CUACA JALUR PENDAKIAN MENGUNAKAN PROTOKOL MQTT

Dipersiapkan dan disusun oleh

Rizaldi Wicaksana

NIM: 17410200043

Telah diperiksa, dibahas dan disetujui oleh Dewan Pembahas

Pada: Senin, 26 Januari 2022

Susunan Dewan Pembahas

Pembimbing:

I. **Harianto, S.Kom., M.Eng.**

NIDN 0722087701

II. **Musayyanah, S.ST., M.T.**

NIDN 0730069102

Pembahas:

I. **Yosefine Triwidyastuti, M.T.**

NIDN 0729038504

Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan

Untuk memperoleh gelar Sarjana



Digitally signed by
Universitas Dinamika
Date: 2022.02.10
15:56:05 +07'00'

Tri Sagirani, S.Kom., M.MT.

NIDN: 0731017601

Dekan Fakultas Teknologi dan Informatika

UNIVERSITAS DINAMIKA

"Asal niat baik, Pasti ada jalan."



UNIVERSITAS
Dinamika

*Kupersembahkan tugas akhir ini kepada kedua orang tua dan teman-teman
Teknik Komputer serta yang selalu memberikan dukungan serta semangat.*



UNIVERSITAS
Dinamika

SURAT PERNYATAAN
PERSETUJUAN PUBLIKASI DAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Sebagai mahasiswa Universitas Dinamika, saya :

Nama : Rizaldi Wicaksana
NIM : 17.41020.0043
Program Studi : S1 Teknik Komputer
Fakultas : Fakultas Teknologi dan Informatika
Jenis Karya : Laporan Tugas Akhir
Judul Karya : RANCANG BANGUN MONITORING CUACA JALUR
PENDAKIAN MENGGUNAKAN PROTOKOL MQTT

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Demi pengembangan Ilmu Pengetahuan, Teknologi dan Seni, saya menyetujui memberikan kepada Universitas Dinamika Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalti Free Right*) atas seluruh isi/ sebagian karya ilmiah saya tersebut di atas untuk disimpan, dialihmediakan dan dikelola dalam bentuk pangkalan data (*database*) untuk selanjutnya didistribusikan atau dipublikasikan demi kepentingan akademis dengan tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis atau sebagai pemilik pencipta dan Hak Cipta
2. Karya tersebut di atas adalah karya asli saya, bukan plagiat baik sebagian maupun keseluruhan. Kutipan, karya atau pendapat orang lain yang ada dalam karya ilmiah ini adalah semata hanya rujukan yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka saya
3. Apabila dikemudian hari ditemukan dan terbukti terdapat tindakan plagiat pada karya ilmiah ini, maka saya bersedia untuk menerima pencabutan terhadap gelar kesarjanaan yang telah diberikan kepada saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 12 Deseember 2021

Yang menyatakan



Rizaldi Wicaksana
NIM : 17.41020.0043

ABSTRAK

Mendaki adalah kegiatan petualangan yang melakukan perjalanan dari dataran rendah ke dataran tinggi, atau puncak gunung, di udara segar. Saat ini, mendaki gunung, seperti aktivitas liar lainnya, menjadi hobi yang semakin populer di kalangan anak muda karena memberi mereka rasa petualangan yang menantang dan ekstrem. Namun permasalahannya bagi pendaki baru akan kesulitan untuk memperkirakan cuaca di sekitar gunung tersebut sehingga resiko pendakian gunung dalam kondisi ekstrim kemungkinan besar terjadi. Dalam penelitian ini akan dirancang sebuah alat untuk membantu pendaki baru dalam memonitoring kondisi cuaca di sekitar gunung dengan sensor BME280 untuk memonitoring tekanan udara dan ketinggian, DHT22 untuk memonitoring suhu dan kelembaban, dan sensor hujan untuk memonitoring ada hujan tidaknya. Tujuan penelitian ini merancang monitoring cuaca jarak jauh untuk pendakian dan membuat komunikasi MQTT pada sistem monitoring cuaca jarak jauh. Pengambilan data yang diambil dari Sensor BME280, DHT22, dan Sensor Hujan, yaitu diambil sebanyak 30 data. Dari pengujian 30 data tersebut mendapatkan hasil yaitu memonitoring cuaca dengan tingkat error 3,876% pada sensor tekanan BME280, 24,104% pada sensor ketinggian BME280, 7,794% pada sensor kelembaban DHT22, dan 4,926% pada sensor suhu DHT22 setelah melakukan beberapa pengujian.

Kata Kunci : *Internet of Things*, MQTT, Mendaki, Monitoring Cuaca

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul “Rancang Bangun Monitoring Cuaca Jalur Pendakian Menggunakan Protokol MQTT”.

Dalam pelaksanaan Tugas Akhir dan penyelesaian laporan Tugas Akhir ini, penulis mendapatkan bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, karena dengan rahmatnya dan hidayahnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Orang Tua dan Seluruh Keluarga tercinta yang telah memberikan dorongan dan bantuan baik moral maupun materi sehingga penulis dapat menempuh tugas akhir dan dapat menyusun laporan Tugas Akhir.
3. Bapak Harianto, S.Kom., M.Eng., selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan saran dan juga wawasan bagi penulis selama pelaksanaan Tugas Akhir dan pembuatan laporan Tugas Akhir.
4. Ibu Musayyanah, S.ST., M.T. selaku dosen pembimbing 2 yang memberikan masukan serta koreksi bagi penulis selama pelaksanaan Tugas Akhir dan penyusunan laporan Tugas Akhir.
5. Ibu Yosefine Triwidyastuti, M.T. selaku dosen pembahas yang telah memberikan saran agar Tugas Akhir ini berjalan dengan baik.

Penulis berharap semoga laporan ini dapat berguna dan bermanfaat untuk menambah wawasan bagi pembacanya. Penulis juga menyadari dalam penulisan laporan ini banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik untuk memperbaiki kekurangan dan berusaha untuk lebih baik lagi.

Surabaya, 10 Desember 2021

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II LANDASAN TEORI.....	4
2.1 Node MCU ESP-8266.....	4
2.2 Sensor DHT22.....	5
2.3 Sensor Hujan	6
2.4 Sensor BME280	7
2.5 Baterai	7
2.6 Protokol MQTT.....	8
2.6 LCD 16x2.....	10
2.7 HTC-2	11
2.8 Garmin GPSmap 64s.....	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1 Model Perancangan.....	13
3.1.1 Sensor	13
3.1.2 Mikrokontroler.....	14
3.1.3 Output	14

3.2 Perancangan Perangkat Keras	14
3.2.1 Perancangan Desain Rancang Bangun	14
3.2.2 Perancangan Rangkaian <i>Input</i>	15
3.2.3 Perancangan Monitoring dengan Protokol <i>MQTT</i>	16
3.3 Perancangan Perangkat Lunak	17
3.4 Rancangan Alat	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1 Pengujian Sensor dan Kalibrasi	19
4.1.1 Hasil Pengujian Sensor BME280	19
4.1.2 Hasil pengujian kalibrasi sensor DHT22.....	22
4.1.3 Analisis Pengujian Sensor dengan Alat Kalibrasi	24
4.2 Pengujian Aplikasi MQTT Panel.....	25
4.2.1 Tujuan Pengujian Aplikasi MQTT Panel	25
4.2.2 Peralatan yang Digunakan Pengujian Aplikasi MQTT Panel	25
4.2.3 Pengujian Aplikasi Aplikasi MQTT Panel.....	25
4.2.4 Hasil Pengujian Aplikasi MQTT Panel.....	25
4.2.5 Analisis Data Pengujian Aplikasi Panel MQTT.....	28
BAB V PENUTUP	29
5.1 Kesimpulan	29
5.2 Saran.....	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN.....	32
BIODATA PENULIS.....	44

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 Node MCU ESP-8266.....	4
Gambar 2. 2 Datasheet Analog to Digital Converter	5
Gambar 2. 3 Sensor DHT22.....	5
Gambar 2. 4 Sensor Hujan	6
Gambar 2. 5 Sensor BME280	7
Gambar 2. 6 Baterai 18650	8
Gambar 2. 7 LCD 16x2.....	10
Gambar 2. 8 HTC-2	11
Gambar 2. 9 Garmin GPSmap 64s.....	12
Gambar 3. 1 Model Perancangan.....	13
Gambar 3. 2 Desain Rancang Bangun	14
Gambar 3. 3 Tampilan pada rangkaian.....	15
Gambar 3. 4 Rangkaian Skematik dari Alat.....	15
Gambar 3. 5 Hasil Monitoring pada Aplikasi MQTT.....	16
Gambar 3. 6 Flowchart Program.....	17
Gambar 3. 7 Gambar Rancangan Alat	18
Gambar 3. 8 Gambar Rancangan Alat Tampak Atas.....	18
Gambar 4. 1 Konfigurasi MQTT Panel dengan ESP8266	26
Gambar 4. 2 Tampilan Aplikasi Panel MQTT yang sudah terhubung	27
Gambar 4. 3 Tampilan serial monitor	27
Gambar L. 1Hasil Alat Tampak Samping.....	32
Gambar L. 2 Hasil Alat Tampak Atas.....	32
Gambar L. 3 Hasil Alat Tampak Depan.....	33
Gambar L. 4 Hasil Turnitin Buku.....	41
Gambar L. 5 Hasil Turnitin Jurnal.....	43

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Pengujian sensor BME280.....	19
Tabel 4. 2 Pengujian hujan.....	22
Tabel 4. 3 Pengujian sensor DHT22	22
Tabel 4. 5 Hasil Error.....	24



UNIVERSITAS
Dinamika

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Foto Alat	32
Lampiran 2 Program Keseluruhan	34
Lampiran 3 Plagiasi Buku	39
Lampiran 4 Plagiasi Jurnal	42



UNIVERSITAS
Dinamika

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut (Niko, 2013) Mendaki gunung ialah salah satu aktifitas berpetualang yang melibatkan alam terbuka dengan perjalanan dari dataran rendah menuju ke dataran tinggi yaitu puncak gunung. Saat ini mendaki gunung sudah menjadi salah satu hobi yang mulai ramai digemari para kawula muda karena kegiatan ini menyajikan sensasi petualangan yang menantang dan ekstrim seperti halnya kegiatan lainnya yang dilakukan di alam bebas.

Dalam melakukan pendakian gunung, seorang pendaki harus mempunyai persiapan yang sangat matang dari aspek ketahanan fisik, ilmu dasar pendakian, Pengetahuan pertolongan pertama, teknik, dan keterampilan bertahan hidup dialam bebas. Dengan maraknya pendaki baru yang masih belum menguasai aspek-aspek tersebut, mengakibatkan sering terjadinya kecelakaan dan kerusakan lingkungan.

Berdasarkan penelitian sebelumnya dari (Ulya, Kamal, & Azhar, 2017) memiliki kelebihan pada nilai keakuratan tekanan udara yaitu 0,10% tetapi masih belum terdapat mendeteksi ketinggian dan alat rancang bangun tergolong terlalu besar untuk ukurannya terlebih belum dilengkapi dengan lcd.

Berdasarkan penelitian sebelumnya dari (Setiawan, Primananda, & Budi, 2020) memiliki kelebihan pada konsumsi daya listrik yang rendah tetapi masih belum terdapat mendeteksi tekanan udara pada bagian monitoring webnya dan belum dilengkapi dengan lcd karena keterbatasan ukuran rancang bangun dan berpatok pada konsumsi daya listrik rendah.

Berdasarkan permasalahan diatas dan seiring berkembangnya teknologi, diperlukan suatu alat yang mampu membaca cuaca pada pos pendakian yang kemudian memberikan data informasi hasil pembacaan ke pos penjagaan yang berada dipintu masuk atau ke pengguna pendakian dengan memanfaatkan MQTT sebagai media transimis datanya. Data informasi yang diperlukan akan didapatkan melalui beberapa sensor, seperti sensor BME280 yang mampu mengetahui ketinggian posisi pos pendakian (m) dan tekanan udara dalam satuan hecto pascal (hPa) di area pos pendakian, serta sensor DHT22 yang mampu mengetahui kondisi suhu ($^{\circ}\text{C}$) dan tingkat kelembababan udara (%) terkini di pos pendakian, dan sensor hujan yang berfungsi untuk mengetahui kondisi di pos pendakian sedang turun hujan atau tidak.

Dalam hal ini, peneliti datang dengan desain yang dapat menginformasikan masyarakat umum, terutama pendaki pemula, tentang kondisi cuaca. pada pos pendakian yang semua informasinya bisa didapatkan di pos penjagaan pintu masuk atau ke pengguna melalui Panel MQTT pada *handphone*. Sehingga pendaki yang masih baru akan memiliki pertimbangan sebelum melakukan pendakian.

1.2 Perumusan Masalah

Dengan latar belakang di atas, masalah dalam tugas akhir ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang monitoring cuaca jarak jauh untuk pendakian?
2. Bagaimana membuat komunikasi MQTT pada sistem monitoring cuaca jarak jauh?

1.3 Batasan Masalah

Dalam mengerjakan tugas akhir ini, ruang lingkup penelitian dibatasi pada:

1. Mikrokontroler yang digunakan adalah ESP8266 NodeMCU.
2. Perangkat diletakkan di pos yang sudah terjangkau jaringan WiFi.
3. Penggunaan protokol MQTT dibatasi untuk pemantauan saja.

4. Aplikasi pada *handphone* menggunakan Panel MQTT, di mana software program tersebut sudah ada dan hanya mendesain pada antarmuka.
5. Tidak ada pengaturan dan pembuatan server di MQTT.
6. Hanya dapat mendeteksi cuaca cerah dan hujan.

1.4 Tujuan

Berdasarkan penjelasan latar belakang dan permasalahan di atas, maka tujuan dari tugas akhir ini adalah:

1. Merancang monitoring cuaca jarak jauh untuk pendakian.
2. Membuat komunikasi MQTT pada sistem monitoring cuaca jarak jauh.

1.5 Manfaat Penelitian

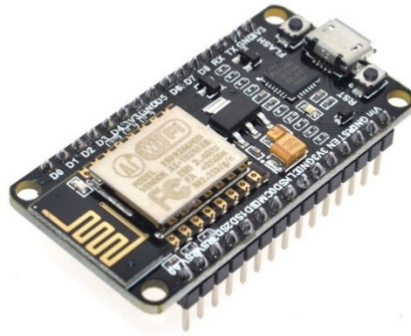
Kelebihan penyusunan tugas akhir ini bagi beberapa kelompok adalah sebagai berikut:

1. Bagi peneliti: kontribusi pengembangan teknologi untuk meningkatkan kegiatan pendakian gunung.
2. Bagi pengguna: mendapatkan kemudahan memperoleh informasi seputar cuaca pada gunung menggunakan IoT (*Internet of Things*).

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Node MCU ESP-8266



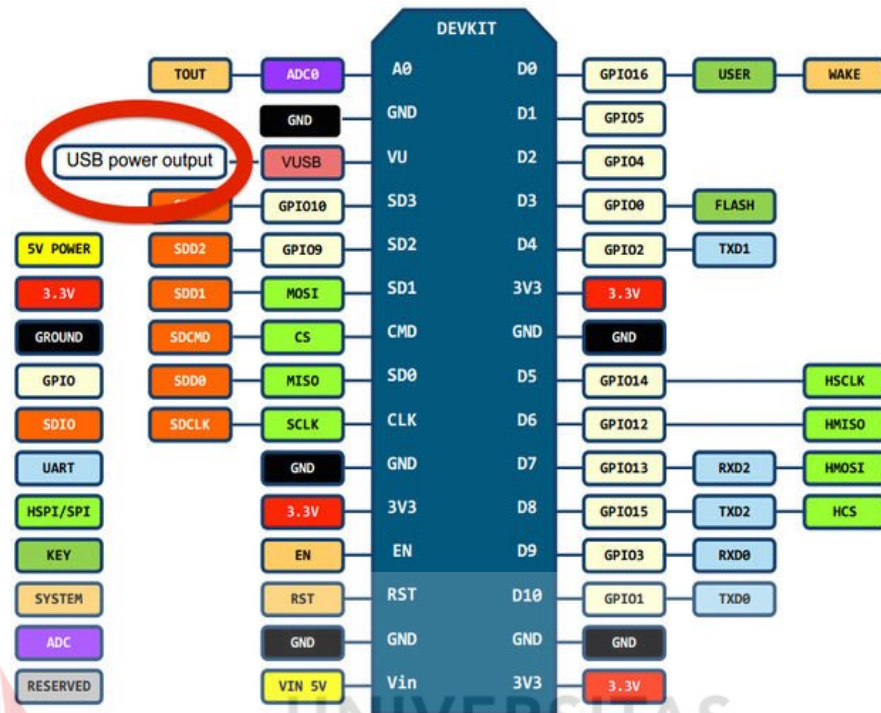
Gambar 2. 1 Node MCU ESP-8266
(Sumber: Rahmat, 2018)

Mikrokontroller yang digunakan pada Tugas Akhir ini ialah NodeMCU. Menurut (Saputro, 2017) NodeMCU adalah platform IoT sumber terbuka dan termasuk perangkat keras berupa SystemOnChip ESP8266 dari ESP8266 Sistem Esperesif.

Node MCU mungkin mirip dengan papan Arduino yang terhubung ke ESP8622. NodeMCU mengemas ESP8266 ke dalam sebuah board yang terintegrasi dengan berbagai fitur seperti mikrokontroler, akses WLAN, dan chip komunikasi gaya USB-serial USB, sehingga yang Anda butuhkan untuk memprogram hanyalah kabel data USB (Syahwil, 2013). Karena sumber utama NodeMCU adalah ESP8266, terutama seri ESP12 termasuk ESP12E, fungsionalitas NodeMCU mirip dengan ESP12. Beberapa fitur yang tersedia termasuk yang ditunjukkan pada Gambar 2.

1. 10 Port GPIO dari D0 – D10
2. Fungsionalitas PWM 3
3. Antarmuka I2C dan SPI 4

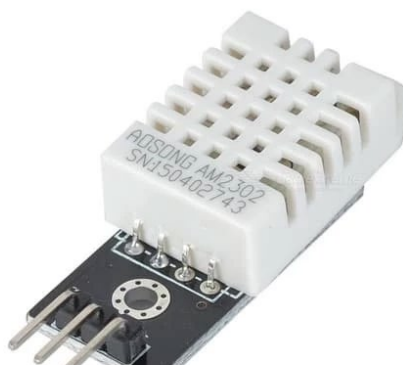
4. Antarka 1 Wire 5
5. Analog Digital Converter



Gambar 2. 2 Datasheet Analog to Digital Converter
(Sumber: Saputro, 2017)

2.2 Sensor DHT22

Menurut (Sipahutar, 2018) Sensor DHT22 adalah Modul sensor untuk merekam objek suhu dan kelembaban dengan output tegangan analog yang dapat diproses oleh mikrokontroler.



Gambar 2. 3 Sensor DHT22
(Sumber: Musbikhin, 2020)

Modul sensor ini tergolong elemen resistif seperti alat pengukur suhu seperti NTC. Keunggulan modul sensor ini dibandingkan modul sensor lainnya adalah pada pengukuran suhu dan kelembaban yang lebih akurat.

Sensor DHT22 secara umum, mereka memiliki kemampuan kalibrasi yang cukup akurat untuk pengukuran suhu dan kelembaban. Data kalibrasi disimpan dalam memori program OTP. Ini juga dikenal sebagai faktor kalibrasi. Sensornya ada 4 pin, dan ada juga sensor DHT22 dengan breakout PCB yang hanya ada 3 pin.

Spesifikasi:

- Voltase masukan : 5 Vdc
- Kisaran temperatur : $-40 - 80^{\circ}\text{C}$ Kesalahan $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$
- Kisaran Kelembapan : $0-100\% \text{ RH} \pm 2-5\% \text{ RH error}$

2.3 Sensor Hujan

Menurut (Putri, 2019) Sensor hujan adalah jenis sensor yang mendeteksi hujan atau tidak, dan dapat memenuhi semua kebutuhan sehari-hari Anda.

Prinsip fungsional dari modul sensor ini adalah saat air hujan jatuh dan mengenai bidang sensor, terjadi proses elektrolisis pada air hujan. Dan karena air hujan adalah elektrolit cair, cairan menghantarkan listrik.



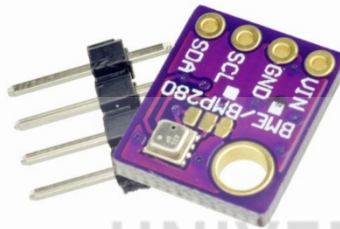
Gambar 2. 4 Sensor Hujan
(Sumber: Faudin, 2017)

Pada sensor hujan terdapat IC komparator yang dapat mengubah output dari sensor ini menjadi logika tinggi dan logika rendah (on atau off). Modul sensor ini

juga memiliki keluaran berupa tegangan. Ini memungkinkan Anda untuk menghubungkan 5 ke pin Arduino khusus, sebuah konverter analog-ke-digital. Artinya, Anda dapat menggunakan sensor ini untuk memantau keberadaan hujan di luar ruangan, dan output dari sensor ini dapat berupa analog atau digital.

2.4 Sensor BME280

Menurut (Faudin, 2019) Modul sensor BME280 merupakan modul sensor yang dapat mengukur data suhu, kelembaban, dan tekanan udara, yang dapat diakses melalui antarmuka I2C.



Gambar 2. 5 Sensor BME280
(Sumber: Faudin, 2019)

Sensor ini tidak memerlukan komponen tambahan dan telah dikalibrasi sebelumnya serta mudah digunakan. Sensor BME280 ini merupakan penerus sensor BMP180, BMP183 yang diproduksi oleh Bosch..

Tingkat akurasi dari modul sensor ini :

- Suhu dari range -40°C hingga 85°C dengan akurasi $\pm 1,0^{\circ}\text{C}$.
- Tekanan barometrik dalam kisaran 300 Pa hingga 1100 hPa dengan akurasi absolut ± 1 hPa
- Kelembaban dalam kisaran 0-100% dengan akurasi $\pm 3\%$

2.5 Baterai

Salah satu baterai yang paling banyak digunakan saat ini adalah Baterai Li-ion Pack 18650. Ini adalah baterai yang merupakan batai isi ulang. Sebagian besar perangkat elektronik portabel yang membutuhkan kapasitas tinggi dan daya konstan

dijamin menggunakan baterai 18650 seperti laptop, bank daya, speaker nirkabel Bluetooth, remote control, mobil, dan helikopter. Obeng bor atau tanpa kabel, senter LED, rokok elektrik, dll.



Gambar 2. 6 Baterai 18650
(Sumber: Jakartanotebook, 2018)

Baterai lithium-ion (Li-Ion) 18650 berbentuk silinder mengingat ukuran fisiknya. Angka 18 sesuai dengan diameter baterai 18 mm, dan angka 650 sesuai dengan tinggi baterai 65,0 mm. Angka "0" setelah titik desimal menunjukkan toleransi tinggi total baterai untuk setiap jenis baterai 18650.

2.6 Protokol MQTT

Menurut (Abilovani, Yahya, & Bakhtiar, 2018) Message Queuing Telemetry Transport, atau biasa disebut dengan MQTT, adalah protokol untuk komunikasi mesin-ke-mesin atau M2M yang bekerja dengan Layer 7 atau aplikasi dan merupakan pesan yang ringan. Semua pesan yang dikirim dijamin oleh protokol MQTT, bahkan ketika koneksi terputus. Metode tautan publish/subscribe adalah metode penerusan yang digunakan oleh protokol MQTT. Pesan MQTT dikirim ke broker dan berisi subjek yang dikirim oleh penerbit. Tema tersebut kemudian diedit dan dikirim ke pelanggan sesuai permintaan pengguna.

Menurut (Tarigan, Sitepu, & Hutagalung, 2014) ada 14 jenis pesan dalam protokol MQTT:

1. CONNECT : Klien *request to connect to Server*

2. CONNACK : *Connect Acknowledgment*
3. PUBLISH : *Publish message*
4. PUBACK : *Publish Acknowledgment*
5. PUBREC : *Publish Received-assured delivery part 1*
6. PUBREL : *Publish Release-assured delivery part 2*
7. PUBCOMP : *Publish Complete-assured delivery part 3*
8. SUBSCRIBE : *Klien Subscribe request*
9. SUBACK : *Subscribe Acknowledgment*
10. UNSUBSCRIBE : *Klien Unsubscribe request*
11. UNSUBACK : *Unsubscribe Acknowledgment*
12. PINGREQ : *PING Request*
13. PINGRESP : *PING Response*
14. DISCONNECT : *Klien is Disconnecting*

Menurut (Tarigan, Sitepu, & Hutagalung, 2014), protokol MQTT yang digunakan dalam penelitian ini adalah protokol MQTT v3.1. Protokol MQTT v3.1 berfungsi sebagai berikut:

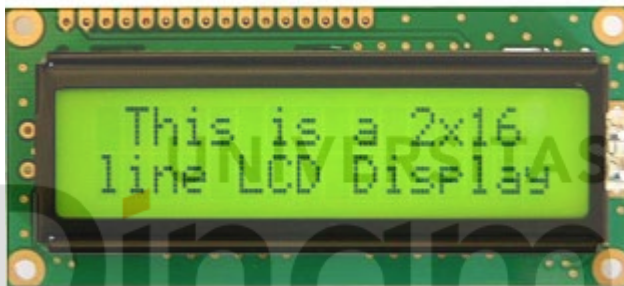
1. *Connection Setup*
Membangun sebuah komunikasi merupakan bagian pertama yang dilakukan *broker*, *subscriber*, dan *publisher*.
2. *Disconnecting*
Ketika pelanggan berhenti berlangganan dari topik yang diterbitkan oleh server, koneksi terputus.
3. *Heart Beat*
Heart beat merupakan tahap antara *broker*, *subscriber*, dan *publisher* sebelum memutuskan hubungan.
4. *Subscribing*
Langkah ini terjadi ketika *subscriber* berlangganan satu atau lebih topik di *server*.

5. *Publishing Message*

Server mengirimkan subjek seperti yang diminta oleh klien. *Server* menerbitkan topik untuk klien dengan level QoS.

2.6 LCD 16x2

Menurut (Munandar, 2012) LCD (Liquid Crystal Display) adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD sudah digunakan diberbagai bidang misalnya alat-alat elektronik seperti televisi, kalkulator, atau pun layar komputer. Pada postingan aplikasi LCD yang digunakan ialah LCD dot matrik dengan jumlah karakter 2 x 16. LCD sangat berfungsi sebagai penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan status kerja alat.



Gambar 2. 7 LCD 16x2
(Sumber: Munandar, 2012)

Fitur:

1. Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris.
2. Mempunyai 192 karakter tersimpan.
3. Terdapat karakter generator terprogram.
4. Dapat dialamati dengan mode 4-bit dan 8-bit.
5. Dilengkapi dengan back light.

2.7 HTC-2

Menurut (Hidayat, 2018) Hygrometer Thermometer HTC-2 merupakan sebuah alat yang digunakan untuk mengukur suhu dan juga kelembaban suatu ruangan. tidak hanya suhu di dalam ruangan saja, HTC-2 juga dapat digunakan untuk mengukur suhu di luar ruangan karena untuk tipe HTC-2 sudah dilengkapi dengan sensor kabel dengan panjang 1,5M yang dapat diletakkan di bagian lain dari alat ini. Selain dapat mengukur suhu dan kelembaban di dalam maupun di luar ruangan, HTC-2 juga dapat digunakan sebagai penjadwal kegiatan harian anda karena telah dilengkapi dengan display jam serta juga fungsi alarm. HTC-2 biasa digunakan oleh perkantoran, sekolah, industri, peternakan dan lainnya yang memerlukan pemantauan suhu serta juga kelembaban di suatu ruangan.



Gambar 2. 8 HTC-2
(Sumber: Alatuji, 2022)

Fitur :

1. Display Besar dengan 3 baris yang memisahkan antara hasil pengukuran luar dan dalam ruangan serta juga jam.
2. Dapat mengubah suhu dari C ke F.
3. Format jam 12/24 dalam sehari.
4. Dapat di setting berbunyi setiap jam.
5. Memiliki fitur Alarm yang hanya sekali setting dan akan berbunyi setiap hari.

Spesifikasi :

- Jarak Pengukuran Suhu : $-50\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-58\text{ }^{\circ}\text{F} \sim 158\text{ }^{\circ}\text{F}$)
- Keakurasian Suhu : $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($1,8\text{ }^{\circ}\text{F}$)
- Resolusi Suhu : $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($0,2\text{ }^{\circ}\text{F}$)
- Jarak Pengukuran kelembapan : $10\text{ \% RH} \sim 99\text{ \% RH}$
- Keakurasian Pengukuran Kelembapan : $\pm 5\text{ \% RH}$
- Resolusi Kelembapan : $1\text{ \%}$

2.8 Garmin GPSmap 64s

Menurut (Managemen, 2017) GPSMAP 64s memiliki layar warna 2,6 inci yang dapat dibaca sinar matahari dan GPS dengan sensitivitas tinggi dan penerima GLONASS dengan antena quad helix untuk penerimaan superior. GPSMAP 64 mencakup kompas elektronik 3 sumbu dengan Citra Burung BirdsEye 1 tahun.

Gambar 2. 9 Garmin GPSmap 64s



(Sumber: TokoGPS, 2017)

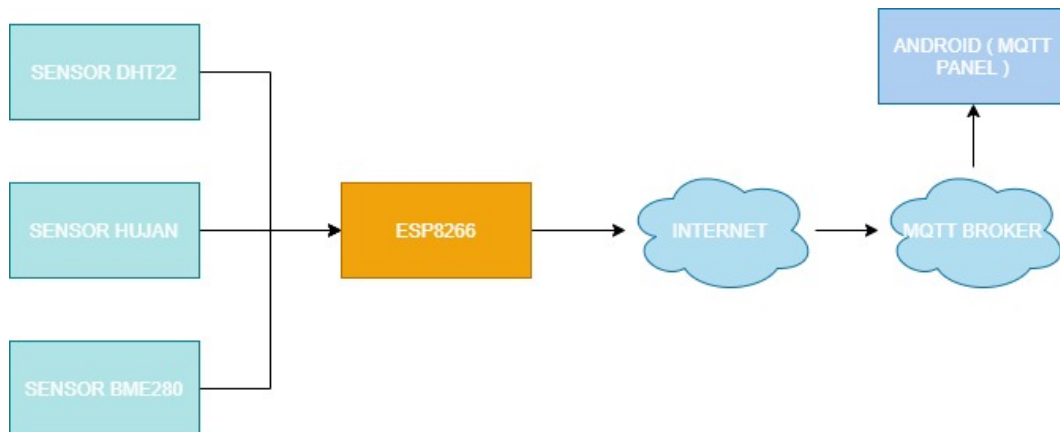
Fitur:

1. Kompas elektronik (kompensasi kemiringan, 3-axis)
2. Altimeter Barometrik
3. Dapat digunakan untuk pencarian cache geografis dan penghitungan area
4. Kompatibel custom maps

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Model Perancangan



Gambar 3. 1 Model Perancangan
(Sumber: Wicaksana, 2021)

Gambar 3.1 menunjukkan beberapa bagian topologi dengan tugas terkait. Di bawah ini adalah daftar dan deskripsi masing-masing bagian pada Gambar 3.1.

3.1.1 Sensor

Dalam tugas akhir ini, penulis menggunakan tiga jenis sensor yang disebut sensor hujan yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan air. Dengan adanya air, sensor hujan mentransmisikan data pada tegangan keluaran yang lebih rendah dan sebaliknya. Lalu sensor DHT22 digunakan untuk mengukur kelembapan dengan tugas mendeteksi uap air dengan mengukur hambatan listrik antara dua elektroda. Komponen pendeteksi kelembapan yang digunakan adalah substrat pelembab dengan elektroda. Kemudian sensor BME280 digunakan untuk mengukur tekanan udara dan ketinggian.

3.1.2 Mikrokontroler

Alat ini menggunakan mikrokontroler ESP8266 yang memungkinkan transfer data melalui jaringan nirkabel. Mikrokontroler bertindak sebagai sistem pemrosesan terhadap ketiga sensor agar bekerja secara maksimal.

3.1.3 Output

Pada tugas akhir ini, keluaran dari sistem terdiri dari informasi berupa informasi cuaca, sistem keamanan yang hanya dapat dimonitor oleh user tertentu yang mengetahui password menggunakan aplikasi dashboard MQTT, dan informasi status dan monitoring. Server MQTT yang dikirimkan dapat memantau aplikasi panel MQTT. Dalam mode offline, data suhu, kelembaban, ketinggian, dan tekanan udara dapat dipantau di LCD.

3.2 Perancangan Perangkat Keras

3.2.1 Perancangan Desain Rancang Bangun

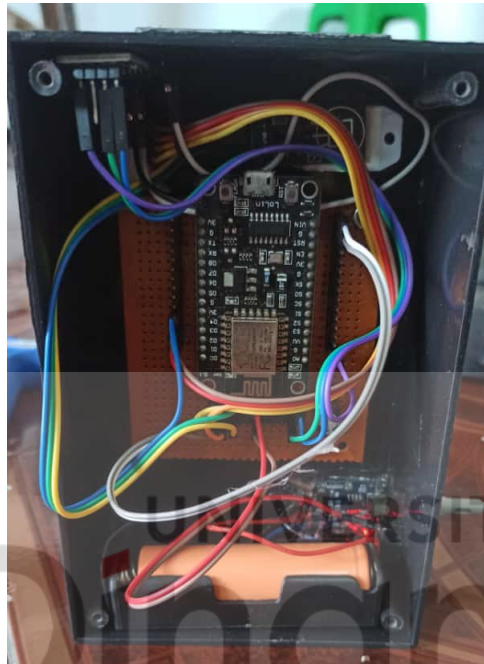
Kami meninjau desain desain yang diselesaikan oleh penulis sebagai tugas akhir. Ada beberapa komponen seperti bme280, sensor hujan, DHT22, sakelar sakelar. Desainnya dapat dilihat pada Gambar 3.2.



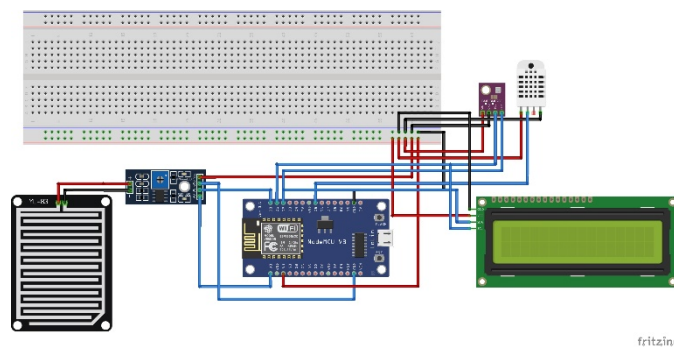
Gambar 3. 2 Desain Rancang Bangun
(Sumber: Wicaksana, 2021)

3.2.2 Perancangan Rangkaian *Input*

Dalam perancangan rangkaian input terdapat sensor yang dipakai buat memonitoring cuaca. Terdapat 3 sensor yaitu DHT22, BME280, dan sensor hujan. Perancangan rangkaian *input* tersebut diletakkan pada kotak hitam seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Tampilan pada rangkaian
(Sumber: Wicaksana, 2021)



Gambar 3. 4 Rangkaian Skematik dari Alat
(Sumber: Wicaksana, 2021)

Pada gambar 3.4 menunjukkan sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembaban, BME280 untuk mengukur kelembaban udara dan ketinggian suatu titik dari permukaan laut, sensor hujan untuk mendeteksi adanya hujan tidaknya.

3.2.3 Perancangan Monitoring dengan Protokol *MQTT*

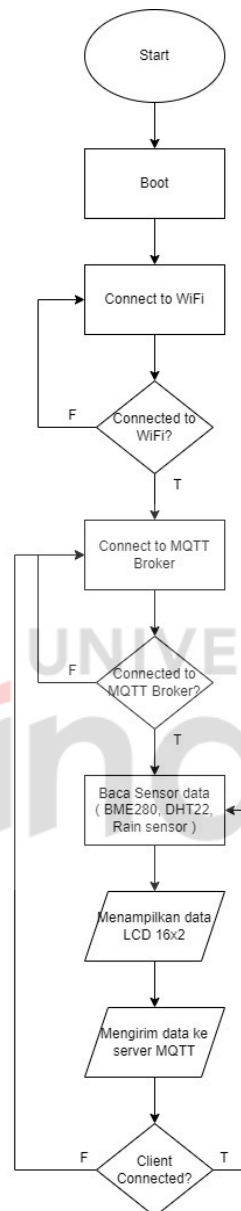
Pada rangkaian output berupa MQTT panel Ini bertindak sebagai antarmuka untuk menampilkan data yang perlu diteruskan ke pengguna. Rencana jaringan keluaran ditunjukkan pada Gambar 3.5.



Gambar 3. 5 Hasil Monitoring pada Aplikasi MQTT
(Sumber: Wicaksana, 2021)

Pada gambar 3.5 menampilkan data berupa suhu, kelembaban yang didapatkan dari sensor DHT22, tekanan dan ketinggian yang didapatkan dari sensor BME280, dan data hujan dari sensor hujan.

3.3 Perancangan Perangkat Lunak



Gambar 3. 6 Flowchart Program
(Sumber: Wicaksana, 2021)

Pada Gambar 3.6 menjelaskan bahwa sistem dimulai dari menyalakan switch alat, lalu cek kondisi apakah sudah terhubung ke wifi dan cek kondisi apakah sudah terhubung ke MQTT Broker. Jika sudah terkoneksi, sensor membaca nilai atau data

yang akan diolah atau diproses oleh mikrokontroler ESP-8266. Pembacaan data sensor nantinya ditampilkan pada *Smartphone* dan data juga dikirim ke server MQTT.

3.4 Rancangan Alat



Gambar 3. 7 Gambar Rancangan Alat
(Sumber: Wicaksana, 2021)

Gambar 3.7 – 3.8 menunjukkan rancangan alat yang terdiri dari ESP 8266 sebagai pengirim data ke MQTT, sensor hujan untuk mendeteksi adanya hujan, BME280 untuk mengukur ketinggian dan tekanan udara, DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembaban yang disuplai tegangan 5v dan dikemas pada kotak hitam



Gambar 3. 8 Gambar Rancangan Alat Tampak Atas
(Sumber: Wicaksana, 2021)

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil tes dan hasil belajar terlampir pada bab ini. Pengujian tugas akhir dilakukan dalam beberapa tahap. Sebagai berikut:

4.1 Pengujian Sensor dan Kalibrasi

4.1.1 Hasil Pengujian Sensor BME280

Pada Tabel 4. 1 merupakan hasil dari pengujian data sensor BME280.

Tabel 4.1 Pengujian sensor BME280

No	Tempat	Sensor BME280 Tekanan (hPa)	Sensor BME280 Ketinggian (m)	Garmin Tekanan (hPa)	Garmin Ketinggian (m)	Error Tekanan (%)	Error Ketinggian (%)
1	Taman Bermain Darmo Surabaya Kel.	1007,96	44,11	1011	40	0,301	10,275
2	Karangpoh Surabaya Masjid al	1007,82	45,33	1011	37	0,315	22,514
3	hidayah Surabaya Masjid At	1007,8	45,5	1010	35	0,218	30,000
4	tauhid Surabaya SDN	1007,69	46,26	1010	29	0,229	59,517
5	Balongsari Surabaya Rumah	1009,69	47,5	1010	31	0,031	53,226
6	bersalin Surabaya	1007,64	46,84	1009	26	0,135	80,154

No	Tempat	Sensor BME280 Tekanan (hPa)	Sensor BME280 Ketinggian (m)	Garmin Tekanan (hPa)	Garmin Ketinggian (m)	Error Tekanan (%)	Error Ketinggian (%)
7	Kantor RW VII Kel.manukan Surabaya Pom bensin	1007,6	47,15	1009	25	0,139	88,600
8	balongsari Surabaya Agen Terapi	1007,67	46,59	1009	22	0,132	111,773
9	Air Sehat Surabaya Toko Sahabat	1008,51	43,21	1010	38	0,148	13,711
10	Jaya Surabaya Remaja	1008,11	43,31	1010	36	0,187	20,306
11	Boutique Surabaya Warung Bu	1007,21	42,3	1010	36	0,276	17,500
12	Tun Surabaya Musholla Al	1009,24	45,64	1009	38	0,024	20,105
13	Ikhlas Surabaya	1007,35	48,7	1010	30	0,262	62,333
14	Toko Ari Surabaya Bunderan	1006,3	49,2	1011	35	0,465	40,571
15	Margomulyo Surabaya Hotel Grand	1008,06	50,7	1010	46	0,192	10,217
16	Trawas Mojokerto	936,97	655	1014	678	7,597	3,392
17	Jungle Camp Mojokerto	936,25	661	1025	774	8,659	14,599

No	Tempat	Sensor BME280 Tekanan (hPa)	Sensor BME280 Ketinggian (m)	Garmin Tekanan (hPa)	Garmin Ketinggian (m)	Error Tekanan (%)	Error Ketinggian (%)
	Pos Pintu						
18	Masuk Jungle Café Mojokerto	930,61	711	1018	766	8,584	7,180
19	Griya Kulo Mojokerto	927,08	743	1013	760	8,482	2,237
20	Lereng Asri Mojokerto	929,11	725	1015	760	8,462	4,605
21	Vanda Hotel Mojokerto	934,23	679	1013	696	7,776	2,443
	Taman						
22	Ghanjaran Mojokerto	932,2	697	1014	717	8,067	2,789
23	The Mumbul Mojokerto	928,83	727	1014	754	8,399	3,581
	Padusan Air						
24	Panas Mojokerto	910,71	890	1014	919	10,186	3,156
25	Vila Stikom Mojokerto	947,31	564	1014	589	6,577	4,244
26	GriaKu Mojokerto	939,92	629	1018	687	7,670	8,443
	Kembangore						
27	Park Mojokerto	950,4	536	1016	575	6,457	6,783
28	Paten Pacet Mojokerto	952,42	519	1015	547	6,166	5,119
	Indrapasta						
29	View Mojokerto	954,98	496	1015	528	5,913	6,061
	Pacet Mini						
30	Park Mojokerto	972,1	348	1015	377	4,227	7,692

Pada Tabel 4. 2 berikut merupakan hasil dari pengujian sensor hujan

Tabel 4. 2 Pengujian hujan

Percobaan	Nilai Analog	Keterangan
Tidak Ditetesi Air	1024	Tidak Hujan
Diberi 1 Tetes Air	902	Hujan
Diberi 2 Tetes Air	866	Hujan
Diberi 3 Tetes Air	793	Hujan
Diberi 4 Tetes Air	718	Hujan
Diberi 5 Tetes Air	681	Hujan

4.1.2 Hasil pengujian kalibrasi sensor DHT22

Pada Tabel 4. 3 merupakan hasil dari kalibrasi untuk dapat dibandingkan dengan nilai sensor.

Tabel 4. 3 Pengujian sensor DHT22

No	Tempat	Sensor DHT22 Kelembaban (%)	Sensor DHT22 Suhu (°C)	HTC-2 Kelembaban (%)	HTC-2 Suhu (°C)	Error Kelembaban (%)	Error Suhu (%)
1	Taman Bermain Darmo	67	32,9	64	34	4,688	3,235
2	Kelurahan karangpoh	67,2	33,4	57	30,8	17,895	8,442
3	Masjid al hidayah	67,9	33,5	60	35,3	13,167	5,099
4	Masjid At tauhid	66,7	33,2	61	34	9,344	2,353
5	SDN Balongsari	65,21	34,23	63	33,5	3,508	2,179
6	Rumah bersalin bunda Kantor RW	73,5	32,3	72	32,9	2,083	1,824
7	VII Kel.manukan	73	32,3	76	33,1	3,947	2,417

No	Tempat	Sensor DHT22 Kelembaban (%)	Sensor DHT22 Suhu (°C)	HTC-2 Kelembaban (%)	HTC-2 Suhu (°C)	Error Kelembaban (%)	Error Suhu (%)
8	Pom bensin balongsari	74,1	32	68	32,8	8,971	2,439
9	Agen Terapi Air Sehat	68	33,3	58	34,2	17,241	2,632
10	Toko Sahabat Jaya	67,4	33,4	55	33,9	22,545	1,475
11	Remaja Boutique	66,3	32,5	53	33	25,094	1,515
12	Warung Bu Tun	68,8	34,31	73	31	5,753	10,677
13	Musholla Al Ikhlas	66,87	33,7	65	31,5	2,877	6,984
14	Toko Ari	71,3	32,9	67	32,5	6,418	1,231
15	Bunderan Margomulyo	64,6	31,6	62	32,4	4,194	2,469
16	Hotel Grand Trawas	95	24	87	26,2	9,195	8,397
17	Jungle Camp Pos Pintu	95	23	90	22,8	5,556	0,877
18	Masuk Jungle Café	96	23	90	25,7	6,667	10,506
19	Griya Kulo	96	23	87	23,7	10,345	2,954
20	Lereng Asri	97	22	90	24,9	7,778	11,647
21	Vanda Hotel	97	23	89	24	8,989	4,167
22	Taman Ghanjara	95	23	88	24,5	7,955	6,122
23	The Mumbul	93	23	93	23,7	0,000	2,954
24	Padusan Air Panas	98	22	99	24,3	1,010	9,465
25	Vila Stikom	99	22	99	23,2	0,000	5,172
26	GriaKu	99	23	99	24,7	0,000	6,883
27	Kembangore Park	97	23	90	23,4	7,778	1,709
28	Paten Pacet	98	23	91	24,6	7,692	6,504

No	Tempat	Sensor DHT22 Kelembaban (%)	Sensor DHT22 Suhu (°C)	HTC-2 Kelembaban (%)	HTC-2 Suhu (°C)	Error Kelembaban (%)	Error Suhu (%)
29	Indrapasta View	97	23	92	24,2	5,435	4,959
30	Pacet Mini park	98	23	91	25,7	7,692	10,506

4.1.3 Analisis Pengujian Sensor dengan Alat Kalibrasi

Pada Tabel 4.1 ini menunjukkan ekstraksi data yang diterima dari Sensor BME280, DHT22, dan Sensor Hujan, yaitu sebanyak 30 data. Data berasal dari lokasi yang berbeda. Data dicatat bersamaan dengan alat kalibrasi. Error yang diterima pada setiap titik kemudian dihitung menggunakan rumus:

$$Error_i (\%) = \left| \frac{\text{Hasil Pembacaan Kalibrator} - \text{Hasil Pembacaan Sensor Uji}}{\text{Hasil Pembacaan Kalibrator}} \right| \times 100$$

$$Av_Error (\%) = \frac{(Error_1 + Error_2 + \dots + Error_n)}{\text{Jumlah Data}}$$

Dimana $Error_i$ adalah error dari pengamatan ke I, Av_Error adalah rata-rata error, i adalah index dari pengamatan, n adalah jumlah error dalam pengamatan.

Tabel 4. 4 Hasil Error

	Nilai Tekanan (%)	Nilai Ketinggian (%)	Nilai Kelembaban (%)	Nilai Suhu (%)
Jumlah	116,273	723,125	233,816	147,792
Rata-rata Av error	3,876	24,104	7,794	4,926

Pada Tabel 4. 4 merupakan perolehan hasil error dari 30 titik yaitu 3,876% untuk nilai tekanan, 24,104% untuk nilai ketinggian, 7,794% untuk nilai kelembaban, 4,926% untuk nilai suhu. Maka bisa disimpulkan bahwa nilai sensor tersebut cukup akurat.

4.2 Pengujian Aplikasi MQTT Panel

4.2.1 Tujuan Pengujian Aplikasi MQTT Panel

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa aplikasi panel MQTT dapat berkomunikasi seperti yang diprogramkan.

4.2.2 Peralatan yang Digunakan Pengujian Aplikasi MQTT Panel

1. DHT22.
2. BME280.
3. Sensor Hujan
4. *Smartphone* android.
5. PC/Laptop.

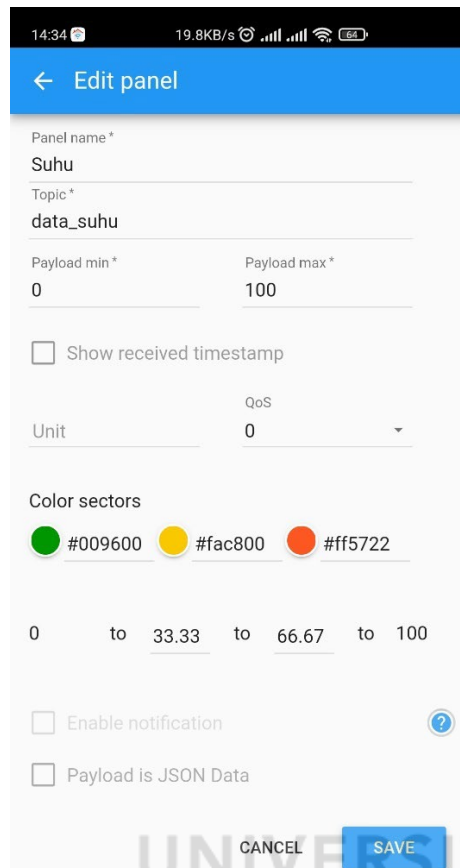
4.2.3 Pengujian Aplikasi Aplikasi MQTT Panel

1. Menghubungkan sensor DHT22, BME280, dan Sensor Hujan ke ESP8266.
2. Menghubungkan ESP8266 ke PC/Laptop.
3. Mendownload dan membuka aplikasi arduino IDE pada PC/Laptop.
4. Mendownload dan membuka Aplikasi Panel MQTT pada *handphone*.
5. Konfigurasi Aplikasi Panel MQTT pada *handphone*.
6. Membuka atau membuat program yang dibuat sebelumnya.
7. Meng-*upload* program ke ESP8266.
8. Membuka *serial monitor* pada arduino.

4.2.4 Hasil Pengujian Aplikasi MQTT Panel

Pada gambar 4.1 - 4.3 bahwa ESP8266 dan sensor BME280, DHT22, dan Sensor Hujan dapat terhubung dengan aplikasi Panel MQTT. ESP8266 dapat mengirim data dari MQTT Panel.

Gambar 4.1 ialah contoh dari pengaturan aplikasi Panel MQTT pada *smartphone* agar terhubung dengan *broker* MQTT.



14:34 19.8KB/s

← Edit panel

Panel name *
Suhu

Topic *
data_suhu

Payload min *
0

Payload max *
100

☐ Show received timestamp

Unit QoS
0

Color sectors

● #009600 ● #fac800 ● #ff5722

0 to 33.33 to 66.67 to 100

☐ Enable notification ?

☐ Payload is JSON Data

CANCEL SAVE

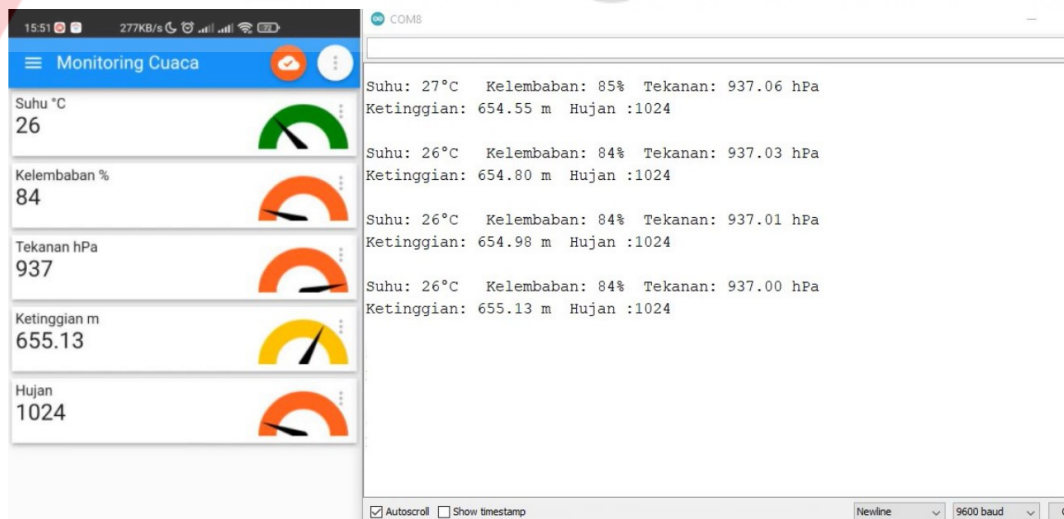
Gambar 4. 1 Konfigurasi MQTT Panel dengan ESP8266
(Sumber: Wicaksana, 2021)

Pada Gambar 4.2 merupakan contoh dari tampilan MQTT yang akan digunakan. Dimana terdapat tampilan informasi suhu, kelembaban, tekanan, ketinggian, dan hujan.



Gambar 4. 2 Tampilan Aplikasi Panel MQTT yang sudah terhubung
(Sumber: Wicaksana, 2021)

Pada Gambar 4.3 Contoh data yang dikirim dari ESP8266 ke aplikasi panel MQTT. Data kemudian diterima dari panel MQTT dan ditampilkan dalam aplikasi panel MQTT.



Gambar 4. 3 Tampilan serial monitor
(Sumber: Wicaksana, 2021)

4.2.5 Analisis Data Pengujian Aplikasi Panel MQTT

ESP8266 mampu terhubung dengan aplikasi panel MQTT. Pengujian di internet pribadi (hotspot) maupun wifi dengan baud rate 9600 dibuktikan pada Gambar 4.3 data yang ada serial monitor tersebut sesuai dengan data yang di *smartphone* pada Gambar 4.3.



UNIVERSITAS
Dinamika

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Perancangan pemantauan cuaca untuk jalur pendakian yang dilakukan dengan menggunakan protokol MQTT menghasilkan beberapa kesimpulan:

1. Rancang bangun yang telah dibuat mampu memonitoring pada aplikasi MQTT panel dengan tingkat error 3,876% pada sensor tekanan BME280. 24,104% pada sensor ketinggian BME280. 7,794% pada sensor kelembaban DHT22, dan 4,926% pada sensor suhu DHT22 setelah melakukan beberapa pengujian.
2. MQTT panel dapat menerima sebuah data dan sesuai dengan sensor rancang bangun.

5.2 Saran

Untuk penelitian lebih lanjut, ada beberapa saran yang dapat digunakan:

1. Membangun aplikasi pemantauan cuaca sendiri dan didesain dengan lebih banyak fitur.
2. Menambahkan berupa GPS untuk dapat mengetahui posisi rancang bangun.
3. Menambahkan notifikasi pada MQTT apabila baterai sudah lemah.

DAFTAR PUSTAKA

- Abilovani, Z. B., Yahya, W., & Bakhtiar, F. A. (2018). Implementasi Protokol MQTT Untuk Sistem Monitoring Perangkat IoT. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 7521-7527.
- Faudin, A. (2019, August 25). *Nyebartilmu*. Retrieved from Nyebartilmu Web Site: <https://www.nyebartilmu.com/tutorial-mengakses-module-sensor-bme280/>
- Hidayat, A. (2018, October). *pH Meter Murah*. Retrieved from pH Meter Murah Jual Alat Ukur Murah se-Indonesia: <https://www.phmetermurah.com/product/hygrometer-htc2-in-out-thermometer-dengan-kabel-3-baris/>
- Managemen, A. (2017, August 29). *tokoGPS*. Retrieved from tokoGPS.com: <http://tokogps.com/blogs/28-keunggulan-garmin-64s-yang-wajib-dimiliki-oleh-pencinta-travelling.html>
- Munandar, A. (2012, June 12). *Les Elektronika*. Retrieved from Padepokan Pendekar Solder: <http://www.leselektronika.com/2012/06/liquid-crystal-display-lcd-16-x-2.html>
- Niko, J. (2013). HUBUNGAN KEPERCAYAAN DIRI, DAYA TAHAN TERHADAP TINGKAT KECEMASAN TIM PENDAKI GUNUNG MAPALA UNIMED DALAM MENGHADAPI EXPEDISI RIMBA GUNUNG SUMATERA UTARA. 1-2.
- Putri, S. N. (2019). PENJEMUR OTOMATIS. 25.
- Saputro, T. T. (2017, April 19). *Embeddednesia*. Retrieved from Embeddednesia Web site: <https://embeddednesia.com/v1/tutorial-nodemcu-pertemuan-pertama/>
- Setiawan, H., Primananda, R., & Budi, A. S. (2020). Rancang Bangun Monitoring Cuaca Low Power Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*.

Sipahutar, F. H. (2018). SISTEM PENGAMATAN SUHU DAN KELEMBAPAN PADA JAMUR MENGGUNAKAN SENSOR DHT-11 BERBASIS ATMEGA328P DENGAN TAMPILAN MENGGUNAKAN LCD. 20-21.

Tarigan, S. O., Sitepu, H. I., & Hutagalung, M. (2014). Pengukuran Kinerja Sistem Publish/ Subscribe Menggunakan Protokol MQTT (Message Queuing Telemetry Transport). *Jurnal Telematika*, vol. 9 no. 1, 25-30.

Ulya, F., Kamal, M., & Azhar. (2017). RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING CUACA DENGAN TAMPILAN THINGSPEAK. *JURNAL TEKTR0*.



UNIVERSITAS
Dinamika