

# RANCANG BANGUN ALAT DETEKSI KONDISI PENDAKI BERBASIS MODUL WIFI

## DESIGN OF DETECTION TOOLS CONDITION CLIMBER BASED WIFI MODULE

Bryan Ardyawan Imron<sup>1</sup>, Nyoman Bogi A.K, S.T., MSEE<sup>2</sup>, Ratna Mayasari, S.T, M.T.<sup>3</sup>

<sup>123</sup>Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>1</sup>bryanardyan@student.telkomuniversity.ac.id, <sup>2</sup>aditya@telkomuniversity.co.id,

<sup>3</sup>ratnamayasari@telkomuniversity.co.id

### Abstrak

Kegiatan mendaki gunung di Indonesia semakin berkembang akhir-akhir ini. Ilmu dasar dalam sebuah pendakian gunung sudah sepantasnya mengetahui dan memahami tentang perlengkapan pendakian, keselamatan, dan keamanan para pendaki gunung, tetapi pada kenyataannya masih banyak pendaki gunung yang lalai tentang masalah tersebut. Masalah yang sering terjadi yaitu terkena hipotermia, tersesat saat sedang mendaki, sampai dapat merenggut nyawa seorang pendaki gunung.

Dalam penelitian ini, penulis merancang alat untuk deteksi kondisi pendaki berbasis modul wifi. Sistem alat pelacakan ini menggunakan mikrokontroler ESP 32, dengan menggunakan sensor GPS NEO 6 M dan DHT11. Pengujian berdasarkan parameter-parameter yang sudah ditentukan. Seperti mengubah koordinat ketua dan anggota menjadi data jarak dengan GPS NEO 6 M, ketepatan akurasi data suhu dengan menggunakan DHT11, ketepatan akurasi data koordinat lokasi ketua dan pendaki dengan GPS NEO 6 M. semua hasil data dikirim ke aplikasi android.

Dengan alat ini, pendaki dapat lebih mengantisipasi hal-hal yang merugikan pendaki sendiri. Hal itu dikarenakan rata-rata akurasi dari alat ini adalah 99.62% untuk pengukuran jarak dan 99.93% untuk pengukuran suhu. Diharapkan *user* dapat dengan mudah untuk memonitoring pendaki dengan adanya aplikasi android yang dirancang.

**Kata Kunci:** *Internet of Things, WiFi Module, Aplikasi Android, DHT11, Global Positioning System.*

### Abstract

Mountain climbing activities in Indonesia has developed recently. Basic science in a climbing mountains is appropriately knowledge and understanding of climbing equipment, safety, and the safety of mountaineers, but in fact there are still many mountain climber who is unaware of the problem. There is often a problem that affected by hypothermia, got lost in were climbing to, to claim the life of a mountain climber.

In this research, writer design an instrument for the detection of the condition of climbers based wifi module. Tracking system instrument was used in the mikrokontroler esp 32, by means of sensors gps neo 6 m and dht11. Testing based on parameters that had already been fixed. As change the coordinates chief and member be data over distances with a gps fix neo 6 m, the accuracy of the accuracy of the data the temperature with using dht11, the head of the accuracy of the accuracy of the data coordinates the location and climbers with a gps fix neo 6 m. All of the proceeds of the data was sent to the android application.

With this device, climbers could be more anticipates things who have lost climbers own. It is because the average accuracy of these is 99.62% for measurements of the distance and 99.93% for the measurement of temperature. It is expected that user can easily on the monitoring of climbers by the presence of the android application designed.

**Keywords:** *Internet of Things, WiFi Module, Android Application, DHT11, Global Positioning System.*

### 1. Pendahuluan

Kegiatan mendaki gunung di Indonesia sudah berkembang pesat saat ini. Mendaki gunung akhir-akhir ini tidak lagi hanya dilakukan oleh orang-orang tertentu (kelompok pecinta alam, penjelajah alam dan semacamnya), melainkan kegiatan ini juga telah digemari oleh kalangan masyarakat umum. Tetapi masih banyak yang belum memahami aspek-aspek pendakian yang aman, seperti pengetahuan dasar mendaki serta keahlian dasar yang diperlukan oleh seorang pendaki gunung. Sehingga tidak sedikit kejadian yang tidak diinginkan menimpa para pendaki gunung, bahkan beberapa kasus berakhir dengan meninggal dunia.

Berikut ini data studi kasus yang penulis dapatkan, contoh kasus pertama adalah dua orang pendaki Gunung Sumbing yang mengalami hipotermia, kaki terkilir. Mereka terpaksa dievakuasi tim SAR (Security and Rescue) [1]. Kasus kedua adalah seorang mahasiswa yang terpisah dari rombongan dan dinyatakan menghilang [2]. Dan kasus kedua adalah Kasus kedua adalah pasutri asal Jakarta tersesat di gunung Salak. Berdasarkan studi kasus di atas, penulis memiliki keinginan untuk meminimalisir kasus-kasus yang dialami oleh pendaki gunung.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Internet of Things

*Internet of Things* (IoT) adalah arsitektur sistem yang terdiri dari perangkat keras, perangkat lunak, dan *website*. Karena perbedaan protokol antara perangkat keras dengan protokol *website*, maka diperlukan sistem *embedded* berupa *gateway* untuk menghubungkan dan menjembatani perbedaan protokol tersebut. Perangkat bisa terhubung ke *internet* menggunakan beberapa cara seperti *ethernet*, *WiFi*, dan lain sebagainya. Perangkat mungkin juga tidak terkoneksi dengan *internet* secara langsung, akan tetapi dibentuk kluster-kluster dan terhubung ke koordinator [3].

### 2.2 MQTT

*Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT) adalah protokol transport yang bersifat client server publish/subscribe. Protokol yang ringan, terbuka dan sederhana, dirancang agar mudah diimplementasikan. Karakteristik ini membuat MQTT dapat digunakan di banyak situasi, termasuk penggunaannya dalam komunikasi machine-to-machine (M2M) dan Internet of Things (IoT). Protokol ini berjalan pada TCP/IP. Protokol MQTT membutuhkan transportasi yang menjalankan perintah MQTT, byte stream dari client ke server atau server ke client. Protokol transport yang digunakan adalah TCP/IP. TCP/IP dapat digunakan untuk MQTT, selain itu TLS dan WebSocket juga dapat menggunakan TCP/IP. Jaringan yang bersifat connectionless seperti User Datagram Protocol (UDP) tidak dapat digunakan karena dapat berakibat reorder data [4].

### 2.3 DHT11

DHT11 adalah sensor suhu dan kelembaban udara, DHT11 memiliki keluaran sinyal digital yang dikalibrasi dengan sensor suhu dan kelembaban yang kompleks. Teknologi ini memastikan keandalan tinggi dan sangat baik stabilitasnya dalam jangka panjang. Mikrokontroler terhubung pada kinerja tinggi sebesar 8 bit. Sensor ini termasuk elemen resistif dan perangkat pengukur suhu NTC. Memiliki kualitas yang sangat baik, respon cepat, kemampuan antigangguan dan keuntungan biaya tinggi kinerja, dengan menggunakan teknik digital-signal eksklusif dan suhu & teknologipenginderaan kelembaban. Memastikan keandalan yang tinggi dan stabilitas jangka panjang yang sangat baik, sensor ini termasuk resistif-jenis komponen pengukuran kelembaban dan komponen pengukuran suhu NTC, dan terhubung ke kinerja tinggi 8-bit [5].

### 2.4 NodeMCU ESP 32

ESP 32 yang berbiaya rendah dan sistem tertanam daya rendah. Ini memiliki modul Wi-Fi dan modul bluetooth di dalamnya. ESP 32 mewarisi ESP8266 keuntungan. Misalnya, ESP 32 dapat menggunakan Arduino IDE untuk menyusun program. Banyak GPIO, PWM, ADC, Pin I2C dapat ditentukan pengguna. Selain itu, sangat murah untuk diproduksi, dan itu adalah konsumsi daya yang rendah. Ini hanya menggunakan 2 mA dalam mode tidur. ESP 32 juga terlampir banyak fungsi baru, misalnya Bluetooth modul transmisi, modul panel sentuh, dan juga pemrograman yang jauh lebih mudah dibandingkan dengan ESP8266 [6].

### 2.5 GPS NEO 6 M

GPS U-Blox 6M adalah sejenis penerima GPS yang berdiri sendiri yang menampilkan kinerja tinggi sebagai mesin pemosisian. Dengan arsitektur yang dioptimalkan, daya, dan memori modul ini sangat cocok untuk perangkat itu gunakan baterai sebagai sumber daya dengan biaya dan ruang terbatas membuatnya sangat cocok digunakan di CanSat, dengan memiliki 50 saluran pemosisian mesin, dapat mempercepat Time-ToFirst-Fix (TTFF) kurang dari 1 detik [9].

### 2.6 Hipotermia

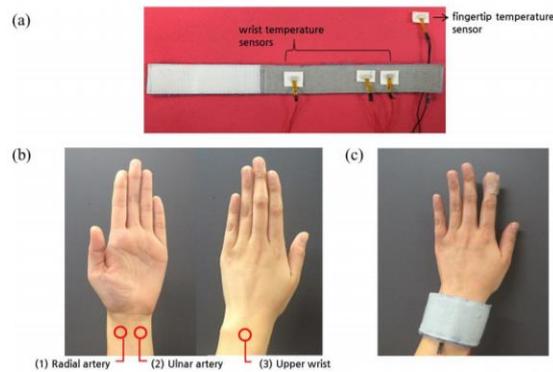
Sebuah studi yang diterbitkan bertahun-tahun yang lalu di Journal of American Medical Association menemukan suhu normal rata-rata untuk orang dewasa adalah 36,7°C, bukannya pas 37°C. Secara umum, dunia medis menyepakati bahwa suhu tubuh normal berkisar antara 36,1°C sampai 37,2°C. Meski standar tersebut juga akan banyak bergantung pada:

1. Kondisi fisik orang tersebut
2. Usia
3. Aktivitas apa saja yang telah mereka lakukan
4. Waktu di hari tersebut
5. Bagian tubuh mana yang diukur suhunya. Misalnya, pembacaan suhu dari ketiak biasanya menunjukkan 0.5°C lebih rendah dari suhu inti tubuh

### 2.7 Pemantau Suhu Kulit Pergelangan Tangan

Telah ditemukan gelang tangan yang secara bersamaan dapat memonitor suhu kulit dari tiga berbagai bagian pergelangan tangan wilayah arteri radial (RA), wilayah arteri ulnaris (UA), dan bagian atas pergelangan tangan (UW) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.4. Pertama, wilayah UW adalah kandidat yang berlaku untuk suhu kulit pemantauan untuk perangkat jenis jam tangan, karena bagian utama perangkat biasanya terletak di UW, dan mudah untuk menanamkan sensor suhu ke dalamnya. Area dekat RA dan UA dipertimbangkan cocok, karena merupakan arteri utama di pergelangan tangan, sehingga mengandung informasi yang bermanfaat pada termoregulasi. Band itu terbuat dari katun, dan perangkat termasuk tambahan sensor suhu yang dapat memonitor suhu kulit dari ujung jari. Suhu kulit ujung jari diakuisisi untuk mengevaluasi kinerja berdasarkan suhu kulit pergelangan tangan dibandingkan dengan itu dari suhu ujung jari.

Modul sensor suhu dirancang dengan bentuk yang menonjol untuk memastikan kontak yang stabil dengan kulit. Termistor tipe film NTC (LNJT103F, Lattron, Daejeon, Korea) digunakan, dan masing-masing sensor suhu ditutupi dengan penutup aluminium tipis. Karena ukuran pergelangan tangan masing-masing subjek berbeda, merancang modul sensor suhu sehingga dapat dipindahkan dan diposisikan sesuai wilayah pergelangan tangan setiap subjek [9].

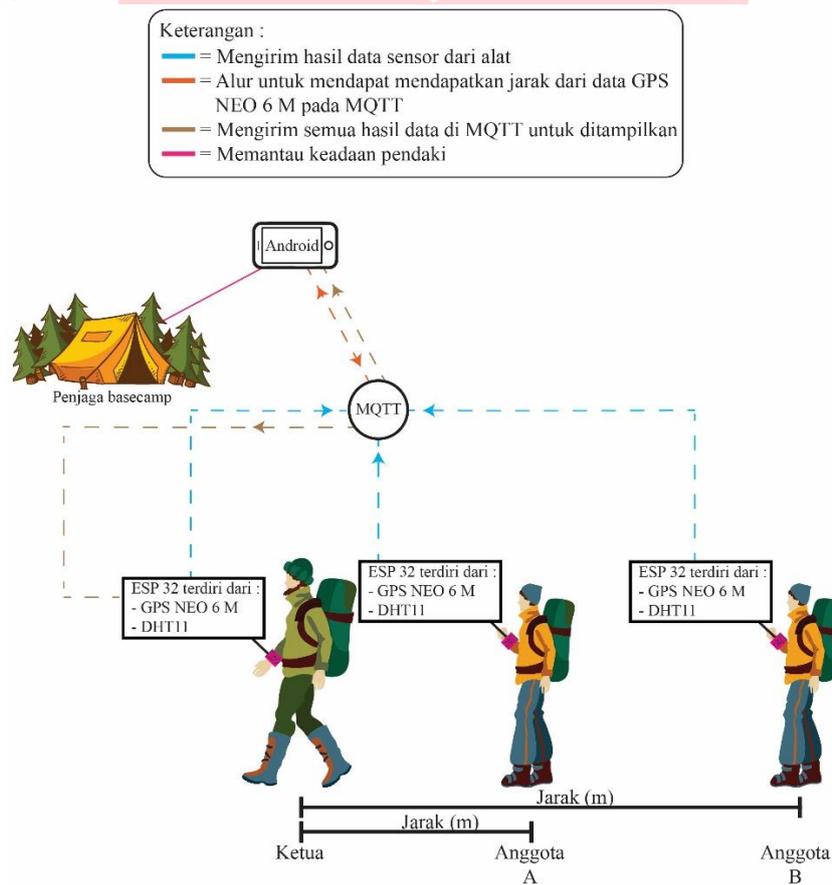


Gambar 2. 4 Sensor pada Gelang.

Keterangan Gambar 2.4 adalah sebagai berikut, (a) Pita gelang yang berisi empat sensor suhu, (b) Tiga daerah pergelangan tangan untuk pemantauan suhu kulit, dan (c) Perangkat pemantauan suhu kulit yang bisa dipakai untuk pergelangan tangan dan ujung jari.

### 3. Perancangan Sistem

#### 3.1 Desain Sistem

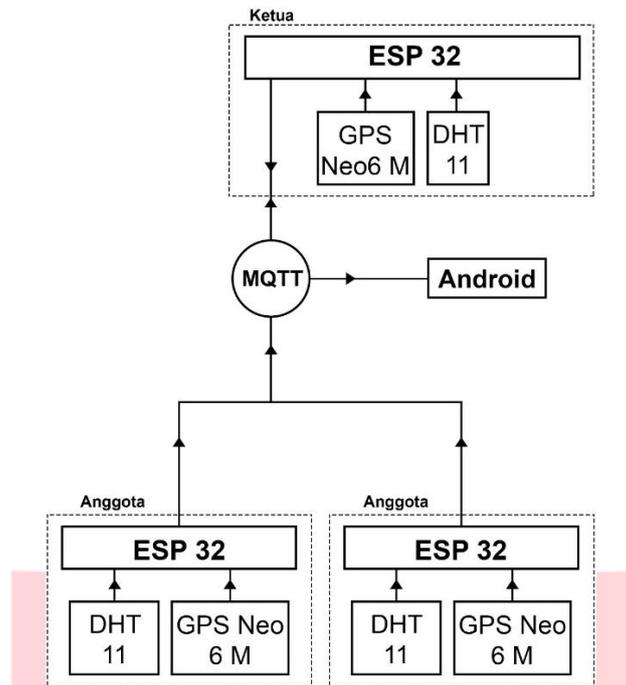


Gambar 1. Desain Sistem.

Alat deteksi kondisi pendaki ini diaplikasikan seperti pada Gambar 1. Alat ini akan diuji pada Gunung Puntang dengan ketinggian 2.223 mdpl, dengan mengukur akurasi jarak ketua ke anggota 1 dan ketua ke anggota 2. Pada saat mendaki, sensor GPS NEO 6 M dan DHT11 pada alat akan mulai aktif untuk bekerja, lalu hasil data kedua sensor dikirim ke MQTT. Data yang diterima akan diolah pada aplikasi android agar mendapatkan hasil data jarak antar pendaki. Lalu aplikasi android mengirim hasil data jarak ke MQTT, setelah MQTT mempunyai semua hasil data yang dibutuhkan. MQTT akan mengirim ke aplikasi android untuk ditampilkan dan apabila salah satu hasil data yang ditampilkan hilang dengan waktu yang sudah ditetapkan, penjaga *basecamp* akan mendatangi lokasi terakhir pendaki yang datanya hilang.

#### 3.2 Blok Diagram

Untuk perancangan alat pendeteksi pendaki terbagi menjadi 3 bagian, yaitu 2 anggota, 1 ketua, dan android. Berikut adalah blok diagram yang akan dibuat pada Tugas Akhir ini:

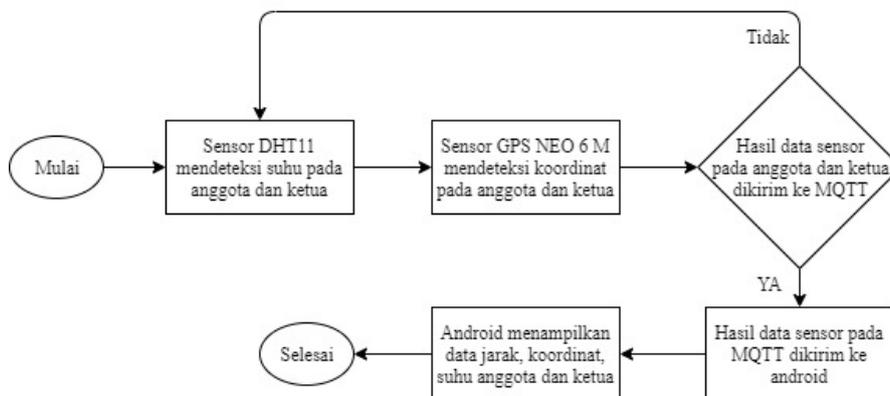


Gambar 2. Blok Diagram.

Penjelasan dari blok diagram pada Gambar 2 akan dijelaskan sebagai berikut:

1. Anggota  
Alat pada anggota menggunakan mikrokontroler ESP 32 dan 2 sensor yaitu sensor DHT11 dan sensor GPS NEO 6 M. Sensor DHT11 berfungsi untuk mendeteksi suhu pada anggota, sensor GPS NEO 6 M berfungsi untuk mendeteksi koordinat (*longitude*, dan *latitude*) pada anggota. Mikrokontroler ESP 32 berfungsi untuk melakukan akuisisi data yang di dapat pada kedua sensor, kemudian data tersebut akan dikirimkan ke MQTT.
2. Ketua  
Alat yang pada ketua menggunakan mikrokontroler ESP 32 (perangkat yang digunakan ketua) dan memiliki 2 sensor yang sama seperti anggota dan memiliki fungsi yang sama, dan hasil data setiap sensor pada ketua dikirim juga ke MQTT untuk dikirim ke aplikasi android.
3. Aplikasi Android  
Aplikasi Android berfungsi menerima hasil data suhu dan hasil data koordinat setiap anggota dan ketua dari MQTT. hasil data koordinat setiap anggota dan ketua akan diolah untuk mendapatkan hasil data jarak, kemudian hasil data jarak dikirim kembali ke MQTT. Aplikasi Android memiliki fungsi lain yaitu untuk menampilkan hasil data suhu, koordinat, dan jarak setiap anggota dan ketua.

3.3 Diagram Alir Sistem



Gambar 3. Diagram Alir Sistem.

Pada Gambar 3 menjelaskan proses secara lengkap, anggota disini menggunakan ESP 32 dan ketua menggunakan ESP 32 (perangkat yang digunakan ketua). Langkah awal dalam proses ini yaitu sensor DHT11 yang digunakan untuk mengambil data suhu dan sensor GPS NEO 6 M yang digunakan untuk mengambil data koordinat anggota dan ketua, kemudian hasil data sensor diterima oleh MQTT. Jika salah satu atau kedua hasil data sensor suhu dan koordinat tidak tersimpan di MQTT, maka akan kembali lagi ke tahap awal untuk mengambil data sampai kedua sensor tersebut tersimpan di MQTT. Jika tersimpan di MQTT, hasil data kedua sensor tersebut dikirim ke aplikasi android dan di aplikasi android akan mengolah data koordinat menjadi jarak. Setelah sudah mengolah menjadi jarak, aplikasi android akan menampilkan hasil data suhu, koordinat, dan jarak.

3.3 Skenario Pengujian Sistem

Pengujian pada sistem ini dibagi menjadi 3:

1. Pertama, pengujian akurasi jarak yang didapat dari koordinat GPS Neo 6M, yang berawal dari ketua ke anggota 1 dan ketua ke anggota 2. Dengan cara membandingkan hasil pengukuran jarak dari alat yang dibuat dengan hasil pengukuran jarak dari google maps. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali dengan interval waktu pengiriman 10 detik. Menggunakan rumus berikut [10]:

$$\text{Jarak} = \sqrt{(\text{Lat1} - \text{Lat2})^2 + (\text{Long1} - \text{Long2})^2} \times 111390 \text{ m} \quad (1)$$

2. Kedua, pengujian akurasi sensor suhu yang didapat dari sensor DHT11 dan membandingkan dengan pengukuran alat termometer.
3. Ketiga, pengukuran untuk mengetahui QoS (*Quality of Service*) sistem dengan parameter-parameter adalah sebagai berikut:

- a. *Throughput* didefinisikan sebagai kecepatan *transfer* data efektif, yang diukur dalam *byte per second* (Bps) sebagai jumlah total paket yang diterima dalam bit dibagi jumlah waktu pengiriman.

$$\text{Throughput} = \frac{\sum \text{Ukuran paket yang diterima}}{\sum \text{Durasi pengukuran}} \quad (2)$$

- b. *Delay* yaitu waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk pengiriman paket mulai dari *end Node* pengirim sampai pada *end Node* penerima.

$$\text{Delay} = \frac{\text{Waktu penerimaan paket} - \text{waktu pengiriman paket}}{\sum \text{Paket yang diterima}} \quad (3)$$

- c. *Packet loss* merupakan banyaknya suatu paket yang hilang pada saat dilakukan proses transmisi yang disebabkan oleh tabrakan, penuhnya kapasitas ketika melakukan pengiriman data dan penurunan paket yang disebabkan oleh habisnya TTL (*Time to Live*) paket. Berikut merupakan rumus untuk mencari nilai dari *packet loss*:

$$\text{Packet Loss} = \frac{\text{Data yang dikirim} - \text{Data yang diterima}}{\text{Data yang dikirim}} \times 100\% \quad (4)$$

## 4. Hasil dan Analisis

### 4.1 Analisis Hasil Pengujian Jarak

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui besarnya akurasi jarak ketua ke anggota dari hasil pengujian sesuai parameter yang telah ditentukan. Berikut merupakan hasil dari analisis pengujian jarak:

**Tabel 1.** Jarak Ketua ke Anggota.

No	Jarak Ketua ke Anggota Dengan Alat		Jarak Ketua ke Anggota Dengan Google Maps	
	Ketua ke Anggota 1	Ketua ke Anggota 2	Ketua ke Anggota 1	Ketua ke Anggota 2
1	13.02	12.23	13.00	12.26
2	14.46	2.34	14.45	2.33
3	11.33	10.23	11.31	10.22
4	11.04	7.01	11.11	7.05
5	3.89	6.0	3.85	6.07
6	11.26	11.38	11.25	11.45
7	1.45	0.56	1.41	0.52
8	12.96	2.11	12.92	2.14
9	24.98	3.56	24.97	3.55
10	2.22	1.22	2.30	1.26

Tabel 1 merupakan hasil jarak dari ketua ke anggota 1 dan ketua ke anggota 2 dengan parameter-parameter yang sudah ditentukan. Didapatkan hasil akurasi rata-rata dari ketua ke anggota 1 adalah 99.624%, dan hasil akurasi rata-rata dari ketua ke anggota 2 adalah 99.629%.

### 4.2 Analisis Hasil Pengujian Suhu

Analisis ini merujuk pada pernyataan pada sub Bab 2.6 tentang hipotermia, hasil pengujian sesuai parameter yang telah ditentukan. Berikut merupakan hasil dari analisis pengujian suhu:

**Tabel 2.** Suhu Ketua.

No	Suhu dengan DHT11	Suhu dengan Termometer
1	36.2	36.1
2	35.9	36.0
3	36.2	36.2
4	36.4	36.3
5	36.1	36.3
6	36.3	36.3
7	36.3	36.4
8	36.3	36.1
9	36.2	36.3

10	36.1	36.3
----	------	------

Tabel 2 merupakan data hasil pengukuran suhu pendaki yang dihasilkan oleh sensor DHT11 dan termometer, didapatkan hasil akurasi rata-rata adalah 99.917%.

**Tabel 3. Suhu Anggota 1.**

No	Suhu dengan DHT11	Suhu dengan Termometer
1	35.9	36.2
2	36.2	36.1
3	36.2	36.2
4	36.3	36.2
5	36.1	36.3
6	36.4	36.3
7	36.2	36.4
8	36.3	36.3
9	36.2	36.2
10	36.3	36.1

Tabel 3 merupakan data hasil pengukuran suhu pendaki yang dihasilkan oleh sensor DHT11 dan termometer, didapatkan hasil akurasi rata-rata adalah 99.945%.

**Tabel 4. Suhu Anggota 2.**

No	Suhu dengan DHT11	Suhu dengan termometer
1	36.0	36.1
2	36.2	35.9
3	36.2	36.2
4	36.4	36.3
5	36.1	36.3
6	36.3	36.2
7	36.2	36.4
8	36.3	36.2
9	36.2	36.3
10	36.2	36.0

Tabel 4 merupakan data hasil pengukuran suhu pendaki yang dihasilkan oleh sensor DHT11 dan termometer, didapatkan hasil akurasi rata-rata adalah 99.945%.

### 4.3 Analisis Hasil QoS (*Quality of Service*)

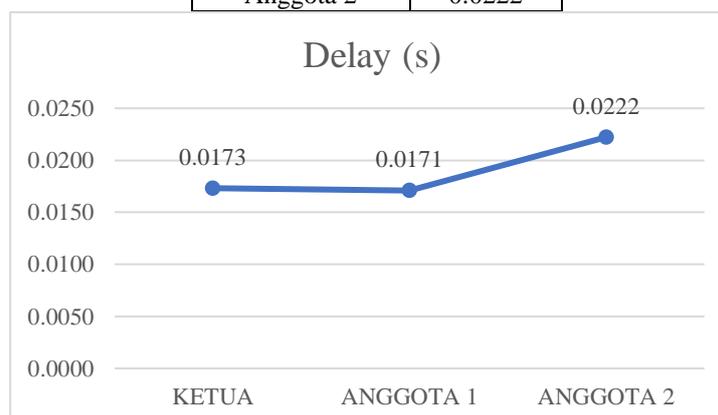
Pada tahapan ini akan menjelaskan analisis dari hasil pengujian sesuai parameter yang telah ditentukan. Berikut merupakan analisis dari hasil pengujian yang telah dilakukan:

#### 4.3.1 Analisis Delay

Analisis pengukuran *Delay* dilakukan untuk mengetahui perbedaan waktu pengiriman dan waktu penerimaan data yang dikirimkan dari ketua, anggota 1, dan anggota 2 ke *cloud* MQTT. Berikut adalah hasil dari analisis pengujian *Delay*:

**Tabel 5. Rata-rata Waktu Delay Pengiriman Data.**

Data	Delay (s)
Ketua	0.0173
Aanggota 1	0.0171
Anggota 2	0.0222



**Gambar 4. Grafik Rata-rata Waktu Delay.**

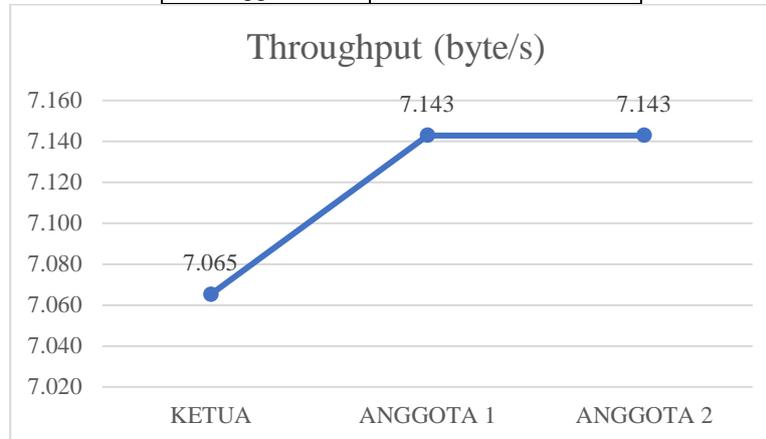
Pada saat melakukan pengujian, hasil rata-rata waktu *delay* pada saat pengiriman data dari ketua adalah 0.0173 s, dari anggota 1 adalah 0.0171 s, dan dari anggota 2 adalah 0.0222 s.

#### 4.3.2 Analisis *Throughput*

Analisis *throughput* dilakukan untuk mengukur sejumlah paket data yang dikirimkan dari pengirim menuju penerima pada suatu satuan tertentu. Pada analisis *throughput* ini satuan yang digunakan ialah *byte per second* (*byte/s*). Berikut adalah hasil dari analisis pengujian *throughput*:

**Tabel 6.** Hasil *Throughput* Pengiriman Data.

Data	<i>Throughput</i> ( <i>byte/s</i> )
Ketua	7.065
Anggota 1	7.143
Anggota 2	7.143



**Gambar 5.** Grafik Rata-rata *Throughput* Ketua ke MQTT.

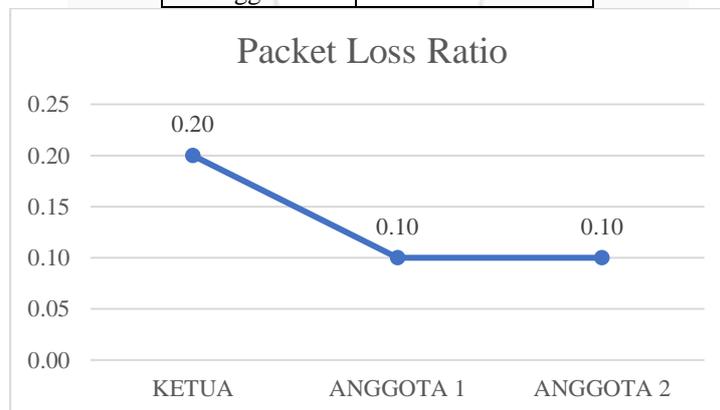
Pada saat melakukan pengujian, hasil *throughput* dari pengiriman data ketua ke MQTT adalah 7.065 (*byte/s*), data anggota 1 ke MQTT adalah 7.143 (*byte/s*), dan data anggota 2 ke MQTT adalah 7.143 (*byte/s*).

#### 4.3.3 Analisis *Packet Loss Ratio*

Analisis *packet loss ratio* merupakan perbandingan antara jumlah paket data yang hilang terhadap jumlah paket data. Pada analisis *packet loss ratio* ini satuan yang digunakan yaitu *percent*. Berikut adalah hasil dari analisis pengujian *packet loss ratio*:

**Tabel 7.** *Packet Loss Ratio* Ketua ke Anggota.

Data	<i>Packet Loss Ratio</i>
Ketua	0.20
Anggota 1	0.10
Anggota 2	0.10



**Gambar 6.** Grafik Rata-rata *Packet Loss Ratio* Ketua ke MQTT.

Pada saat melakukan pengujian, pengiriman data dari ketua ke MQTT dengan rata-rata *packet loss* yang dihasilkan adalah 0.20%, pengiriman data dari anggota 1 ke MQTT dengan rata-rata *packet loss* yang dihasilkan adalah 0.10%, dan pengiriman data dari anggota 2 ke MQTT dengan rata-rata *packet loss* yang dihasilkan adalah 0.10%.

## 5. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil pengujian dan analisis pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Pada pengujian akurasi jarak dari ketua ke anggota 1 dan ketua ke anggota 2, hasil akurasi jarak pada ketua ke anggota 1 adalah 99.624%, dan hasil akurasi jarak pada ketua ke anggota 2 adalah 99.629%.
2. Pada pengujian akurasi suhu yang di dapat dari ketua, anggota 1 dan anggota 2 adalah 99.917%, 99.945%, dan 99.945%.

3. Pada pengujian hasil nilai rata-rata *delay* pada saat pengiriman data dari ketua adalah 0.0173 s, dari anggota 1 adalah 0.0171 s, dan dari anggota 2 adalah 0.0222 s. Dengan hasil nilai *throughput* dari pengiriman data ketua ke MQTT adalah 7.065 *byte/s*, data anggota 1 ke MQTT adalah 7.143 *byte/s*, dan data anggota 2 ke MQTT adalah 7.143 *byte/s*. Dan hasil pengiriman data dari ketua ke MQTT dengan rata-rata *packet loss* yang dihasilkan adalah 0.20%, pengiriman data dari anggota 1 ke MQTT dengan rata-rata *packet loss* yang dihasilkan adalah 0.10%, dan pengiriman data dari anggota 2 ke MQTT dengan rata-rata *packet loss* yang dihasilkan adalah 0.10%.

#### Daftar Pustaka

- [1] Liputan6.com, "Kena Hipotermia, Pendaki Gunung Sumbing Dievakuasi." August 5, 2018. Available: <https://www.liputan6.com/regional/read/3610337/kena-hipotermia-pendaki-gunung-sumbing-dievakuasi>. [Accessed on August 25 2018, 02:09 WIB].
- [2] I. Rachmawati, "Seorang Mahasiswa Tersesat di Gunung Raung - Kompas." February 2, 2018. Available: <https://regional.kompas.com/read/2018/02/02/20261711/seorang-mahasiswa-tersepat-di-gunung-raung>. [Accessed on August 25 2018, 02:18 WIB].
- [3] P. Dias, "Penerapan Internet of Things ( IoT ) Dalam Pembelajaran Di UNISNU Jepara," *J. SIMETRIS*, vol. 7, no. 2, pp. 567–574, 2016.
- [4] R. J. Cohn, "MQTT Version 3.1.1," 2014.
- [5] Amri, M.Faisal. 2015. Perancangan Alat Ukur Suhu dan Kelembapan Berbasis Mikrokontroler Atmega16A dengan Menggunakan sensor DHT11. Skripsi. Universitas Sumatera Utara.
- [6] D. Sasmoko *et al.*, "Implementasi Penerapan Internet of Things (IoT) Pada Monitoring Infus Menggunakan ESP8266 Dan Web Untuk Berbagi Data."
- [7] M. Asadullah, I. S. Member, K. Ullah, and I. Member, "Smart Home Automation System Using Bluetooth Technology, " 2017 Int. Conf. Innov. Electr. Eng. Comput. Technol., pp. 1–6, 2017.
- [8] Hello Sehat: "Suhu Tubuh Normal." Agustus, 14 2018. Available: <https://hellosehat.com/hidup-sehat/tips-sehat/berapa-suhu-tubuh-normal/>. [Accessed on Desember 30 2019, 20:00 WIB].
- [9] Y. Sim, Soo *et al.*, " Estimation of Thermal Sensation Based on Wrist Skin Temperatures, " 2016.
- [10] ADIARRAY, "Menghitung Jarak Dua Koordinat." November 26, 2019. Available: <http://android-lp2maray.blogspot.com/2017/01/menghitung-jarak-dua-koordinat.html?m=1> [Accessed on November 25 2019, 19:00 WIB].