ANALISA RSSI DAN QOS PADA SISTEM MONITORING UDARA AMBIEN BERBASIS WSN (STUDI KASUS: KAWASAN INDUSTRI DAN RURAL JAWA BARAT)

SKRIPSI

Skripsi diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Global Jakarta

Disusun Oleh:

ANA AULIA FAUZIAH

NPM : 092022090185

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK & ILMU KOMPUTER

UNIVERSITAS GLOBAL JAKARTA

2026

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Ana Aulia Fauziah

NIM : 092022090185

Program Studi : Teknik Elektro

Judul Skripsi : Analisa RSSI Dan QOS Pada Sistem Monitoring Udara Ambien Berbasis WSN (Studi Kasus: Kawasan Industri dan Rural Jawa Barat)

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Global Jakarta.

DEWAN PEMBIMBING

Pembimbing 1 : Sinka Wilyanti, S.T., M.T. ( )

Pembimbing 2 : Legenda Prameswono Pratama, S.ST., M.Sc. Eng ( )

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 28 Juli 2026

MENGETAHUI

Ketua Program Studi Teknik Elektro

Brainvendra Widi Dionova, S.ST., M.Sc. Eng

NIK. S092020080004

HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama	: Ana Aulia Fauziah
NIM	: 092022090185
Program Studi	: Teknik Elektro
Judul Skripsi	: Analisa RSSI Dan QOS Pada Sistem Monitoring Udara Ambien Berbasis WSN (Studi Kasus: Kawasan Industri dan Rural Jawa Barat)

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Global Jakarta.

DEWAN PENGUJI

Penguji 1	: Arisa Olivia Putri, S.ST., M.IT.	( )
Penguji 2	: Ir. Mauludi Manufaluthy, S.T., M.T., I.P.U	( )
Penguji 3	: Hamzah, S.T., M.T., Ph.D	( )

Ditetapkan di : Depok
Tanggal : 12 Juli 2026

MENGETAHUI
Ketua Program Studi Teknik Elektro

Brainvendra Widi Dionova, S.ST., M.Sc. Eng
NIK. S092020080004

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai mahasiswa Universitas Global Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	:	Ana Aulia Fauziah
NIM	:	092022090185
Program Studi	:	Teknik Elektro
Fakultas	:	Teknik dan Ilmu Komputer
Jenis Karya	:	Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Global Jakarta **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas kerya ilmiah saya yang berjudul:

ANALISA RSSI DAN QOS PADA SISTEM MONITORING UDARA AMBIEN BERBASIS WSN (STUDI KASUS: KAWASAN INDUSTRI DAN RURAL JAWA BARAT)

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Royalti Noneksklusif ini Universitas Global Jakarta berhak menyimpan, mengalih-media-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada Tanggal : 20 Juni 2026

Yang menyatakan,

Ana Aulia Fauziah

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa berdasarkan hasil penelusuran berbagaikarya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik disuatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalamsumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UUNo. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Depok, 1 Juli 2026

Yang Membuat Pernyataan

Ana Aulia Fauziah

NPM. 092022090185

LEMBAR PERSEMBAHAN

"Yang Maha Pengasih. Dialah yang telah mengajarkan Al-Qur'an. Dia menciptakan manusia. Mengajarinya pandai berbicara. Matahari dan bulan beredar menurut perhitungan. Tumbuh-tumbuhan dan pepohonan tunduk kepada-Nya. Dan langit telah Dia tinggikan serta Dia ciptakan keseimbangan. Agar kamu jangan melampaui batas dalam keseimbangan itu. Tegakkanlah keseimbangan itu dengan adil dan janganlah kamu mengurangi keseimbangan."
(QS. Ar-Rahman [55]: 1–9)

"Jalannya terjal untuk didaki tetapi tidak buntu untuk dilewati"
(Ana Aulia Fauziah)

"Kita tidak pernah tahu tentang masa depan bahkan satu detik kedepan pun kita tidak pernah tahu. Pahamilah situasi dan kondisi lalu melangkahlah sepenuh hati, keyakinan dan kepercayaan harus menjadi dasar atas semuanya. Teruslah berjalan dan tengoklah masa lalu hanya untuk melihat kita yang dulu."
(Sultan Salman Effendi)

Laporan Skripsi ini saya persembahkan untuk kedua orang tua tercinta Ibu Eli dan Ayah Nuroni, atas semangat dan kekuatan yang telah diberikan. Semoga proses dalam mencapai gelar sarjana ini dapat menjadikan saya sesuai dengan harapan mereka.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas berkat dan Rahmat-Nya saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "Analisa RSSI dan QoS pada Sistem Monitoring Udara Ambien Berbasis WSN (Studi Kasus: Kawasan Industri dan Rural Jawa Barat)" tepat pada waktunya. Saya menyadari dalam penyusunan penelitian ini tidak akan selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak. Ucapan terima kasih ini saya tujukan untuk :

1. Bapak Brainvendra Widi Dionova, S.ST., M.Sc.Eng. selaku Kepala Program Studi Teknik Elektro yang telah memberikan kesempatan kepada saya untuk melaksanakan penelitian tugas akhir.
2. Ibu Sinka Wilyanti, S.T.,M.T dan Bapak Legenda Prameswono Pratama S.S.T., M.Sc.Eng. Selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan saran dan masukan sehingga saya dapat menyelesaikan penelitian ini.
3. Bapak Untung Suprihadi**,** S.Kom., M.Pd. Selaku Wali Dosen yang telah memberikan bimbingan arahan, serta saran yang sangat berharga dalam penyusunan skripsi ini.
4. Terima kasih kepada Ayah dan Ibu tercinta serta keluarga besar Alm. Kyai Syamsuri atas kasih sayang dan doa.
5. Teman-teman seperjuangan yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah berjuang bersama menyelsaikan penelitian ini.

Kritik dan saran yang membangun sangat diperlukan guna memperbaiki kekurangan, karena meski telah berusaha menyelesaikan penelitian ini dengan baik, saya sadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penelitian ini. Saya harap penelitian ini bermanfaat bagi pembaca, pihak-pihak yang berkepentingan, almamater, bangsa dan negara.

Abstrak

Monitoring parameter udara ambien pada sistem *High Volume Air Sampler* (HVAS) sebelumnya masih dilakukan secara manual sehingga berpotensi menimbulkan keterlambatan pengawasan dan kesalahan pencatatan data. Penelitian ini mengembangkan sistem monitoring udara ambien berbasis *Wireless Sensor Network* (WSN) menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor DHT22 yang mampu mengirimkan data suhu dan kelembapan secara *real-time* melalui jaringan Wi-Fi. Tujuan penelitian adalah menganalisis pengaruh *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) terhadap parameter *Quality of Service* (QoS) yang meliputi *delay, jitter, packet loss,* dan *throughput* pada kondisi jaringan statis dan dinamis. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan variasi jarak dan posisi node sensor terhadap *access point* pada lingkungan industri PT Delta Indonesia Laboratory. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai RSSI menurun seiring bertambahnya jarak, dari -42 dBm pada jarak 1 meter menjadi -95 dBm pada jarak 20 meter. Penurunan RSSI menyebabkan peningkatan nilai *delay, jitter,* dan *packet loss* serta penurunan *throughput*. Pada kondisi statis, parameter QoS masih berada pada kategori baik hingga sangat baik berdasarkan standar TIPHON, sedangkan pada kondisi dinamis kualitas jaringan cenderung menurun akibat pengaruh pergerakan *node* dan kondisi lingkungan industri. Pengujian akurasi sensor menggunakan metode *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) menunjukkan bahwa sistem monitoring memiliki tingkat kesalahan yang rendah dan mampu memberikan hasil pengukuran yang mendekati alat pembanding. Dengan demikian, sistem WSN yang dikembangkan dapat digunakan untuk mendukung monitoring udara ambien secara real-time dengan kualitas komunikasi jaringan yang memadai.

Kata kunci: WSN, RSSI, QoS, ESP32, DHT22, monitoring udara ambien, HVAS**.**

Abstrack

Monitoring ambient air parameters in the High Volume Air Sampler (HVAS) system was previously performed manually, which could lead to delays in supervision and data recording errors. This study developed an ambient air monitoring system based on a Wireless Sensor Network (WSN) using an ESP32 microcontroller and DHT22 sensor capable of transmitting temperature and humidity data in real time through a Wi-Fi network. The objective of this study was to analyze the effect of Received Signal Strength Indicator (RSSI) on Quality of Service (QoS) parameters, including delay, jitter, packet loss, and throughput under static and dynamic network conditions. The research employed an experimental method by varying the distance and position of sensor nodes relative to the access point within the industrial environment of PT Delta Indonesia Laboratory. The test results showed that the RSSI value decreased as the distance increased, from -42 dBm at 1 meter to -95 dBm at 20 meters. The decrease in RSSI resulted in higher delay, jitter, and packet loss values, while throughput decreased. Under static conditions, QoS parameters remained in the good to excellent category according to the TIPHON standard, whereas under dynamic conditions the network quality tended to decline due to node mobility and industrial environmental factors. Sensor accuracy testing using the Mean Absolute Percentage Error (MAPE) method indicated that the monitoring system had a low error rate and produced measurements close to the reference instrument. Therefore, the developed WSN system can be utilized to support real-time ambient air monitoring with adequate network communication quality.

Keywords: WSN, RSSI, QoS, ESP32, DHT22, ambient air monitoring, HVAS.

DAFTAR ISTILAH

No	Istilah	Keterangan
1.	*Access Point* (AP)	Perangkat jaringan yang berfungsi sebagai penghubung antara perangkat nirkabel dengan jaringan internet atau jaringan kabel melalui sinyal Wi-Fi.
2.	*Bandwidth*	Kapasitas maksimum suatu jalur komunikasi untuk mentransmisikan data dalam periode waktu tertentu. Semakin besar *bandwidth*, semakin banyak data yang dapat dikirim.
3.	*Device*	Perangkat yang digunakan dalam jaringan komputer untuk mengatur dan mengelola lalu lintas data.
4.	*Jitter*	Variasi atau perubahan waktu tunda *(delay)* antar paket data yang diterima dalam jaringan.
5.	Latency (Delay)	Waktu yang dibutuhkan paket data untuk berpindah dari pengirim ke penerima dalam jaringan.
6.	Mode *Wireless Router*	Mode operasi perangkat jaringan yang memungkinkan beberapa pengguna terhubung ke internet melalui satu perangkat router.
7.	*NetSpot*	Perangkat lunak yang digunakan untuk menganalisis dan memantau kekuatan serta kestabilan sinyal jaringan Wi-Fi.
8.	*Packet*	Unit data yang dikirimkan melalui jaringan komputer dari sumber ke tujuan.
9.	*Packet Loss*	Kondisi ketika paket data yang dikirim tidak sampai ke tujuan selama proses transmisi jaringan.

10.	*Quality of Service* (QoS)	Parameter yang digunakan untuk mengukur kualitas layanan jaringan berdasarkan performa seperti *delay, jitter, packet loss,* dan *throughput*.
11.	*Received Signal Strength Indicator* (RSSI)	Indikator yang menunjukkan kekuatan sinyal nirkabel yang diterima oleh suatu perangkat.
12.	Standar Protokol Wi-Fi	Standar komunikasi jaringan nirkabel yang ditetapkan oleh IEEE untuk mengatur penggunaan teknologi Wi-Fi.
13.	*Throughput*	Jumlah data yang berhasil dikirim dan diterima dalam jaringan selama interval waktu tertentu, biasanya diukur dalam Mbps atau kbps.
14.	*Wireshark*	Perangkat lunak analisis jaringan yang digunakan untuk menangkap dan menganalisis paket data yang melewati jaringan komputer.
15.	*Wireless Sensor Network* (WSN)	Jaringan sensor nirkabel yang terdiri dari sejumlah node sensor yang saling terhubung untuk memantau kondisi lingkungan dan mengirimkan data secara nirkabel.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING ii

HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI iii

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS iv

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI v

LEMBAR PERSEMBAHAN vi

KATA PENGANTAR vii

Abstrak viii

Abstrack ix

DAFTAR ISTILAH x

DAFTAR ISI xii

DAFTAR GAMBAR xv

DAFTAR TABEL xvii

DAFTAR LAMPIRAN xix

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Perumusan Masalah 4

1.3 Tujuan Penelitian 4

1.4 Manfaat Penelitian 4

1.5 Batasan Masalah 5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 7

2.1 Landasan Teori 7

2.1.1 Wireless Sensor Network (WSN) 7

2.1.2 High Volume Air Sampler (HVAS) 8

2.1.3 Received Signal Strength Indicator (RSSI) 9

2.1.4 Quality of Service (QoS) 11

2.1.5 Throughput....11
2.1.6 Delay....12
2.1.7 Packet Loss....13
2.1.8 Jitter....14
2.1.9 ESP32....16
2.1.10 Sensor DHT22....17
2.2 Penelitian Terdahulu....18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN....21
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian....21
3.2 Metode Penelitian....21
3.3 Bahan Penelitian....21
3.4 Alat Penelitian....22
3.5 Perangkat Keras dan Perangkat Lunak....22
3.6 Diagram Blok....24
3.7 Diagram Alir Penelitian....27
3.8 Teknik Perancangan Alat....28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN....30
4.1 Hasil Penelitian Kondisi Statis....31
4.1.1 Analisis Kualitas Sinyal RSSI Pada Kondisi Statis....32
4.1.2 Analisis (Quality of Service) Parameter Jitter pada Kondisi Statis....40
4.1.3 Analisis (Quality of Service) Parameter Delay pada Kondisi Statis....45
4.1.4 Analisis (Quality of Service) Parameter Throughput pada Kondisi Statis .51
4.1.5 Analisis (Quality of Service) Parameter Packet loss pada Kondisi Statis ..56
4.2 Pengujian Kondisi Dinamis Jaringan WSN....63
4.2.1 Perbandingan Kualitas Sinyal RSSI Pada Kondisi Dinamis....64
4.2.2 Perbandingan Kualitas Sinyal Kondisi Dinamis Jitter....82
4.2.3 Perbandingan Kualitas Sinyal Kondisi Dinamis Delay/Latency....92
4.2.4 Perbandingan Kualitas Sinyal Kondisi Dinamis Throughput....102
4.2.5 Perbandingan Kualitas Sinyal Kondisi Dinamis Packet Loss....113

4.3 Pengujian Kalibrasi Instrument Menggunakan MAPE 123
4.3.1 Analisis Suhu 124
4.3.2 Analisis Kelembapan 141
4.3.3 Analisis Flow Meter 147
BAB V PENUTUP 151
5.1 Kesimpulan 151
5.2 Saran 152
DAFTAR PUSTAKA 154
DAFTAR LAMPIRAN 157
LAMPIRAN 1 - Biodata Peneliti 158
LAMPIRAN 2 - Form Bimbingan Skripsi 159
LAMPIRAN 3 - Data Penelitian 182
LAMPIRAN 4 - Hasil Perhitungan 187
LAMPIRAN 5 - Dokumentasi 188

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 *Wireless Sensor Network* (WSN)..... 5

Gambar 2.2 *High Volume Air Sampler*..... 6

Gambar 2.3 ESP32.....11

Gambar 2.4 *Sensor DHT22*.....12

Gambar 3.1 Diagram Blok Alat WSN..... 21

Gambar 3.2 3D Alat HVAS..... 21

Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian..... 22

Gambar 3.4 Alat Sensor Berbasis WSN..... 22

Gambar 4.1 Dokumentasi Tampak Atas Struktur Penempatan Komponen…….24

Gambar 4.2 Proses Pengambilan Data……25

Gambar 4.3 Grafik Nilai RSSI Statis……...……27

Gambar 4.4 Grafik Nilai Data *Jitter*……....30

Gambar 4.5 Hasil Data *Jitter* Kondisi Statis Excel…….31

Gambar 4.6 Hasil Olah *Delay* Data File CSV Excel……...33

Gambar 4.7 Grafik Nilai *Delay* Kondisi Statis……33

Gambar 4.8 Capture *Wireshark* Total *Packets*……....35

Gambar 4.9 Grafik Nilai *Throughput* Kondisi Statis……...36

Gambar 4.10 Capture Terminate Hasil Data Paket yang hilang……..38

Gambar 4.11 Grafik Nilai *Packet Loss* Kondisi Statis…….39

Gambar 4.12 Denah Lokasi Pengujian 1 di PT Delta……..42

Gambar 4.13 Pengujian 1 Pada Gedung Dinamis……43

Gambar 4.14 Grafik Nilai RSSI pada Kondisi Dinamis Pengujian 1……...43

Gambar 4.15 Denah Lokasi Pengujian 2……..44

Gambar 4. 16 Grafik Nilai RSSI Pengujian 2……..45

Gambar 4.17 Denah Lokasi Pengujian 3…….46

Gambar 4.18 Grafik Nilai RSSI Pengujian 3……..47

Gambar 4.19 Hitung Nilai *Jitter* Pengujian 1……..49

Gambar 4.20 Grafik Nilai *Jitter* Pengujian 1,2,3…….51

Gambar 4.21 Nilai *Delay* Pengujian 1…….53

Gambar 4.22 Nilai *Delay* Pengujian 2…….54

Gambar 4.23 Nilai *Delay* Pengujian 3…….55

Gambar 4.24 Grafik Nilai *Delay* Pengujian 1,2,3……56

Gambar 4.25 *Capture Wireshark* Excel Nilai *Throughput* Pengujian 1……..58

Gambar 4.26 *Capture Wireshark* Excel Nilai *Throughput* Pengujian 2……..59

Gambar 4.27 *Capture Wireshark* Excel Nilai *Throughput* Pengujian 3……..60

Gambar 4.28 Grafik Nilai *Throughput* Pengujian 1,2,3……..62

Gambar 4.29 Grafik Nilai *Packet Loss* Pengujian 1,2,3……..66

Gambar 4.30 Monitoring Suhu dan Kelembapan pada *Weather Station Digital*..67

Gambar 4.31 Grafik Suhu Pada Multi Alat……..71

Gambar 4.32 Grafik Kelembapan Pada Multi Alat……..75

Gambar 4.33 Pengujian Sistem dan Monitoring Data Lapangan……76

Gambar 4.34 Pengujian Sistem dan Monitoring Data Lapangan……77

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komponen Utama *High Volume Air Sampler* 7

Tabel 2.2 Klasifikasi Nilai RSSI.....8

Tabel 2.3 Nilai Exponent *Path Loss* (n*)*.....8

Tabel 2.4 Parameter *Throughput*……..……10

Tabel 2.5 Parameter *Delay*……11

Tabel 2.6 Parameter *Packet Loss*.....12

Tabel 2.7 Parameter *Jitter*.....13

Tabel 2.8 *Datasheet* Ringkas ESP32 untuk Pengukuran QoS WSN–HVAS..… 14

Tabel 2.9 Datasheet Ringkas Sensor DHT22.....……15

Tabel 2.10 Penelitian Terdahulu yang Relevan.....…..16

Tabel 3.1 Perangkat Keras Penelitian.....20

Tabel 3.2 Perangkat Lunak Penelitian.....20

Tabel 4.1 Hasil Nilai RSSI Dalam Kondisi Statis……...26

Tabel 4.2 Hasil Pengujian *Jitter* pada Kondisi Statis……..…….29

Tabel 4.3 Hasil Pengujian *Delay* pada Kondisi Statis…….…..32

Tabel 4.4 Data Hasil Pengujian Parameter *Throughput* Statis Jaringan WSN.....36

Tabel 4.5 Hasil Kualitas Sinyal terhadap *Packet Loss* pada Kondisi Statis…….38

Tabel 4.6 Hasil Nilai RSSI Pengujian 1……42

Tabel 4. 7 Hasil Nilai RSSI Pengujian 2…….…..45

Tabel 4. 8 Hasil Nilai RSSI Pengujian 3……..…….47

Tabel 4.9 Hasil Nilai ***Jitter*** Pengujian 1……..…….48

Tabel 4.10 Hasil Nilai ***Jitter*** Pengujian 2……..50

Tabel 4.11 Hasil Nilai ***Jitter*** Pengujian 3……..51

Tabel 4.12 Hasil Nilai *Delay* Pengujian 1…….53

Tabel 4.13 Hasil Nilai *Delay* Pengujian 2…….55

Tabel 4.14 Hasil Nilai *Delay* Pengujian 3…….56

Tabel 4.15 Hasil Nilai *Throughput* Pengujian 1……58

Tabel 4.16 Hasil Nilai *Throughput* Pengujian 2……59

Tabel 4.17 Hasil Nilai *Throughput* Pengujian 3……60

Tabel 4.18 Hasil Nilai *Packet Loss* Pengujian 1……...……64

Tabel 4.19 Hasil Nilai *Packet Loss* Pengujian 2……...……65

Tabel 4.20 Hasil Nilai *Packet Loss* Pengujian 3…….……..65

Tabel 4.21 Hasil Nilai Pengujian Akurasi Sensor Suhu (Alat 1)…….…….68

Tabel 4.22 Hasil Nilai Pengujian Akurasi Sensor Suhu (Alat 2)……..69

Tabel 4.23 Hasil Nilai Pengujian Akurasi Sensor Suhu (Alat 3)……..70

Tabel 4.24 Hasil Nilai Pengujian Akurasi Sensor Kelembapan (Alat 1)……..72

Tabel 4.25 Hasil Nilai Pengujian Akurasi Sensor Kelembapan (Alat 2)……..73

Tabel 4.26 Hasil Nilai Pengujian Akurasi Sensor Kelembapan (Alat 3)…… 74

Tabel 4.27 Data Hasil Pengujian (Sampel 1 - 7)……...……76

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Biodata Peneliti

Lampiran 2. Form Bimbingan Skripsi

Lampiran 3. Data Penelitian

Lampiran 4. Hasil Perhitungan

Lampiran 5. Dokumentasi Alat

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi yang semakin pesat mendorong pemanfaatan *Internet of Things* (IoT) dalam berbagai bidang, termasuk industri, kesehatan, pertanian, dan pemantauan lingkungan. IoT memungkinkan perangkat elektronik saling terhubung dan bertukar data secara *real-time* sehingga proses monitoring dapat dilakukan secara otomatis tanpa bergantung pada pengamatan manual. Penerapan teknologi ini memberikan keuntungan berupa peningkatan efisiensi, kecepatan pengambilan data, dan akurasi informasi yang diperoleh, Ilmiah, J., & Grafis, K. (2026).

Salah satu teknologi yang banyak digunakan dalam implementasi IoT adalah *Wireless Sensor Network* (WSN). WSN terdiri atas beberapa node sensor yang mampu melakukan pengukuran parameter lingkungan dan mengirimkan data secara nirkabel ke pusat pemrosesan. Teknologi ini dipilih karena memiliki konsumsi daya yang relatif rendah, biaya implementasi yang efisien, serta mampu mendukung monitoring secara berkelanjutan, Mirza, R. (2024). Dalam konteks pemantauan udara ambien, WSN dapat dimanfaatkan untuk memperoleh data suhu, kelembapan, dan parameter pendukung lainnya secara terus-menerus.

Pencemaran udara merupakan salah satu masalah lingkungan yang berdampak langsung terhadap kesehatan manusia. *World Health Organization* melaporkan bahwa sekitar 7 juta kematian prematur setiap tahun berkaitan dengan paparan polusi udara, dan lebih dari 99% populasi dunia hidup pada wilayah dengan kualitas udara yang melebihi batas pedoman (WHO, 2022).

Pada sistem *High Volume Air Sampler* (HVAS), proses pemantauan kondisi alat dan lingkungan sebelumnya masih banyak dilakukan secara manual melalui pengecekan operator di lapangan perubahan parameter

operasional seperti suhu, kelembapan, dan laju aliran udara dapat menjadi indikator awal terjadinya gangguan proses sampling. Oleh karena itu, parameter tersebut berfungsi sebagai *warning system* yang perlu dipantau secara *real-time* untuk menjaga validitas hasil pengukuran kualitas udara ambien Prasetia, R. D., & Widiasari, I. R. (2025). Berdasarkan praktik operasional umum, pemeriksaan dilakukan setiap 1–2 jam sehingga dalam satu hari diperlukan sekitar 12–24 kali pemeriksaan. Metode tersebut memiliki beberapa keterbatasan, seperti keterlambatan pengawasan, risiko kesalahan pencatatan data, dan ketidakmampuan melakukan pemantauan secara kontinu. Sensor DHT22 memiliki akurasi pengukuran suhu sekitar ±0,5 °C dan kelembapan ±2–5 % RH, sehingga sensitivitas pengukuran berada pada kisaran 95–99% terhadap alat pembanding pada kondisi pengujian laboratorium. (Purwaka & Wijanarko, 2022). Jika terjadi gangguan di antara interval pemeriksaan, maka data pengukuran berpotensi hilang selama beberapa jam dan menurunkan validitas hasil pemantauan. Kondisi ini menjadi kurang efektif terutama pada lingkungan industri yang membutuhkan informasi kualitas udara secara cepat dan akurat Prasetyo, S., Ulil Hidayat, Yosafat Donni Haryanto, & Nelly Florida Riama. (2021). Oleh karena itu, penerapan sistem monitoring berbasis *Wireless Sensor Network* (WSN) dan *Internet of Things* (IoT) diperlukan untuk mendukung pengiriman data secara *real-time* dan meningkatkan keandalan pengawasan kualitas udara. Sistem komunikasi pada HVAS yang digunakan dalam penelitian ini adalah komunikasi nirkabel berbasis Wi-Fi menggunakan standar IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) pada frekuensi 2,4 GHz dengan topologi jaringan star. Data suhu, kelembapan, dan laju aliran udara dikirim oleh node sensor ESP32 menuju access point, kemudian diteruskan ke laptop atau server untuk proses monitoring dan analisis *Quality of Service*, (Utomo, 2025).

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan sistem monitoring berbasis *Wireless Sensor Network* (WSN) yang mampu mengirimkan data secara real-time menggunakan mikrokontroler ESP32

dan sensor DHT22. ESP32 mendukung komunikasi Wi-Fi IEEE 802.11 n dengan kecepatan transmisi hingga 150 Mbps pada konfigurasi tertentu, sedangkan sensor DHT22 memiliki rentang pengukuran suhu -40 °C hingga 80 °C dengan akurasi sekitar ±0,5 °C dan kelembapan 0–100% RH dengan akurasi sekitar ±2–5% RH. Kombinasi kedua perangkat tersebut memungkinkan pengiriman data lingkungan secara otomatis tanpa ketergantungan pada pencatatan manual oleh operator. Parameter QoS yang umum digunakan meliputi *delay, jitter, packet loss*, dan *throughput*, Utomo, A. A. S. (2025). *Delay* menunjukkan waktu yang dibutuhkan paket data untuk mencapai tujuan, *jitter* menunjukkan variasi waktu kedatangan paket, *packet loss* menunjukkan jumlah paket yang hilang selama transmisi, sedangkan *throughput* menunjukkan kemampuan jaringan dalam mentransfer data.

Dalam penelitian ini dilakukan pengujian pada dua kondisi operasional, yaitu kondisi statis dan kondisi dinamis. Kondisi statis digunakan untuk mengetahui performa dasar jaringan ketika posisi *node* sensor dan perangkat penerima tidak mengalami perpindahan sehingga lingkungan komunikasi relatif stabil (Dwikiarta, 2024). Sementara itu, kondisi dinamis digunakan untuk merepresentasikan situasi nyata di lapangan ketika terjadi pergerakan *node* atau perubahan lingkungan, seperti kendaraan yang melintas atau aktivitas di sekitar area pengujian yang dapat mempengaruhi propagasi sinyal (Khairuni & Mirza, 2025).

Melalui analisis QoS tersebut, penelitian ini diharapkan dapat menentukan performa komunikasi sistem monitoring HVAS berbasis WSN pada berbagai kondisi jarak dan lingkungan, sehingga diperoleh konfigurasi jaringan yang mampu mendukung pengiriman data secara *real-time* dengan tingkat kehilangan paket yang rendah dan keterlambatan transmisi yang memenuhi kebutuhan pemantauan kualitas udara industri.

1.2 Perumusan Masalah

Untuk melengkapi pembahasan dalam penulisan ini, dirumuskan permasalahan penelitian ini, diantaranya sebagai berikut:

1. Bagaimana kinerja *Quality of Service* (QoS) yang meliputi *delay, jitter, throughput*, dan *packet loss* pada sistem *Wireless Sensor Network* (WSN) dalam kondisi jaringan statis?
2. Bagaimana kinerja *Quality of Service* (QoS) yang meliputi *delay, jitter, throughput*, dan *packet loss* pada sistem *Wireless Sensor Network* (WSN) dalam kondisi jaringan dinamis?
3. Bagaimana penerapan metode *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) pada sistem monitoring udara ambien serta bagaimana perbandingan hasil pengukuran sensor dengan alat *High Volume Air Sampler* (HVAS) sebagai alat pembanding?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk melihat dan menganalisis performa sistem monitoring parameter RSSI, QoS, serta pengaruh jarak atau posisi node terhadap kualitas jaringan. Adapun tujuan penelitian ini sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh perbedaan jarak antar *node* terhadap nilai RSSI pada sistem *Wireless Sensor Network* (WSN) yang digunakan pada alat HVAS.
2. Menganalisis kinerja *Quality of Service* (QoS) jaringan WSN HVAS berdasarkan parameter *delay, packet loss, jitter,* dan *throughput.*
3. Mengevaluasi tingkat akurasi sensor suhu dan kelembapan pada sistem HVAS dengan membandingkannya terhadap alat ukur konvensional.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa manfaat penelitian sebagai berikut :

1. Bagi PT Delta Indonesia Laboratory (PT DIL)

Penelitian ini dapat menjadi bahan evaluasi teknis terhadap kinerja sistem WSN yang digunakan pada alat HVAS dalam monitoring suhu dan kelembapan udara. Hasil analisis RSSI dan QoS diharapkan dapat membantu PT DIL dalam meningkatkan keandalan sistem pengiriman data secara *real-time*, sehingga mendukung akurasi dan kualitas pengujian udara ambien di kawasan industri.

2. Bagi Pengembangan Sistem Monitoring Lingkungan

   Hasil penelitian ini dapat menjadi acuan dalam perancangan dan optimasi sistem monitoring suhu dan kelembapan udara berbasis WSN, khususnya pada kondisi lingkungan industri yang memiliki potensi gangguan sinyal *nirkabel*.

3. Bagi Peneliti Selanjutnya

   Penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi dan dasar pengembangan penelitian lanjutan terkait optimasi jaringan WSN, pemilihan teknologi komunikasi *nirkabel*, serta peningkatan kinerja QoS pada sistem monitoring.

1.5 Batasan Masalah

Pembatasan masalah diperlukan dalam pelaksanaan penelitian ini agar pokok pembahasan tidak melebar. Masalah yang dibahas penelitiam ini dibatasi dengan ruang lingkup :

1. Sistem yang dirancang menggunakan konsep *Wireless Sensor Network* (WSN) berbasis Wi-Fi IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) 802.11n pada frekuensi 2,4 GHz karena standar tersebut kompatibel dengan modul ESP32 dan mampu mendukung pengiriman data monitoring HVAS secara real-time dengan kualitas komunikasi yang memadai.
2. Perangkat keras yang digunakan terdiri dari mikrokontroler ESP32 sebagai pengendali utama dan modul komunikasi Wi-Fi, sensor DHT22

untuk mengukur suhu dan kelembapan udara, serta flow meter untuk memantau laju aliran udara pada sistem HVAS.

3. Komunikasi data dibatasi menggunakan protokol Wi-Fi IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) 802.11n pada frekuensi 2,4 GHz. Pengujian dilakukan pada jarak 1 meter, 5 meter, 10 meter, 15 meter, dan 20 meter dengan cakupan maksimum pengujian dibatasi hingga 20 meter antara *node* sensor dan *access point*.
4. Implementasi sistem dilakukan pada satu unit *High Volume Air Sampler* (HVAS) sebagai prototipe pengujian di lingkungan PT Delta Indonesia Laboratory. Sistem digunakan untuk mengevaluasi kinerja komunikasi jaringan WSN pada pengiriman data suhu, kelembapan, dan laju aliran udara dengan cakupan komunikasi maksimum 20 meter antara *node* sensor dan *access point*.
5. Penelitian tidak membahas pengukuran konsentrasi partikulat PM10, PM2,5, maupun TSP, melainkan berfokus pada kinerja komunikasi jaringan dan monitoring parameter pendukung operasional HVAS.

DAFTAR PUSTAKA

Abdul Rosid, R., & Ali, I. (2023). ANALISIS INTERNET NETWORK PERFORMANCE MENGGUNAKAN PARAMETER QUALITY OF SERVICE. In *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika* (Vol. 7, Issue 1).

Afdal Bintang Syahputra, & Agus Ulinuha. (2025). Integrasi Komponen Elektonika Berbasis ESP32 dan Sensor Kelembapan untuk Penyiraman Otomatis Pada Tanaman Anggrek. *JST (Jurnal Sains Dan Teknologi)*, *14*(1), 47–55. https://doi.org/10.23887/jstundiksha.v14i1.93007

Bisma Hasmar, D., Primananda, R., & Budi, A. S. (2026). *Purwarupa Sistem Monitoring Dan Pengelolaan Parkir Tepi Jalan (On-Street Parking) Kendaraan Mobil Berbasis Raspberry pi 4 dan ESP-32* (Vol. 10, Issue 1). http://j-ptiik.ub.ac.id

Djefzy Romadhoni, R., & Wahyudi, D. (2025). Mengoptimalkan Jaringan Sensor Nirkabel dalam Aplikasi Monitor Lingkungan dengan Teknologi IoT di Indonesia. *Karapan Network Journal*, *I, No.I*. https://doi.org/10.20473/KNJ.I.I.255-264

Hidayat, D. (n.d.). *MONITORING SUHU DAN KELEMBABAN BERBASIS INTERNET of THINGS (IoT)*. Retrieved www.Blynk.cc

Illa Sari, A., & Mahmudi, D. (2025a). Integrasi Wireless Sensor Network (WSN) dalam Sistem Energi Cerdas. *Karapan Network S Journal*, *I, No.I*. https://doi.org/10.20473/KNJ.X.X.146-157

Illa Sari, A., & Mahmudi, D. (2025b). Integrasi Wireless Sensor Network (WSN) dalam Sistem Energi Cerdas. *Karapan Network S Journal*, *I, No.I*. https://doi.org/10.20473/KNJ.X.X.146-157

Ilmiah, J., & Grafis, K. (2026). *Analisis Pemanfaatan Internet of Things (IoT) dalam Meningkatkan Efisiensi Kehidupan Sehari-hari: Studi Literatur* (Vol. 19, Issue 1). http://journal.stekom.ac.id/index.php/pixel

Kualitas Udara Ambien Berdasarkan Konsentrasi, S. P., Kawasan Industri Batamindo, di, & Batam Neza Putri Karenina, K. (2026). ISSN : XXXX-XXXX. In *Jurnal Teknik Lingkungan* (Vol. 1, Issue 1). https://publikasi.feliciajurnal.com/index.php/JTL

Lingkungan, J. T., Fitriani, R., Putra, D. B., Akhadi, D. H., Riyalda, B. F., Nur Sulistiawan, I., & Astasari, A. (2023). *Analisis Received Signal Strength Indicator (RSSI) Menggunakan Protokol ZigBee sebagai Media Transmisi Data Landslide Early Warning System (LEWS) di Area Bervegetasi Rapat: Studi Kasus Desa Cililin, Bandung Barat Received Signal Strength Indicator (RSSI) Analysis Using Zigbee Protocols for Data Transmission in Landslide Early Warning System (LEWS) at Dense Plantation Area: Case Study in Cililin, West Bandung*. *24*(2), 323–329.

Made, I., Dwikiarta, S., Putu, I., Prabhadika, Y., Ayu, I., Dewinta, R., & Korespondensi, E. P. (2024). *Dike : Jurnal Ilmu Multidisiplin Quality of Service (QoS) Prototype Smart Bulding Protocol Zigbee 802.15.4 Xbee Series 1 berbasis Jaringan Sensor Nirkabel*.

Mahfudi, I., Soelistianto, F. A., Aditya, A., Meylinda, Y. D., Program,), Telekomunikasi, S. T., & Elektro, J. T. (n.d.). *Jurnal Riset Sains dan Teknologi Analisis dan Optimasi Kinerja Transmisi LoRa SX1278 Ra-02 untuk Sistem Monitoring Kualitas Air Berbasis Internet of Things*. https://doi.org/10.30595/jrst.v10i1.28610

Mirza, R. (2024). *Evaluasi Kinerja Jaringan Sensor Nirkabel Berbasis Lorawan Untuk Pemantauan Kualitas Udara Indoor Berdasarkan Parameter Packet Loss Dan RSSI*. *02*(02). https://jurnal.komputasi.org/index.php/jst/article/view/36

Nurfiqin, L., Sari, Z., Dwi, F., & Sumadi, S. (2021). Analisis Quality of Service (QoS) Protokol MQTT dan HTTP Pada Sistem Smart Metering Arus Listrik. *REPOSITOR*, *3*(1), 121–130.

Prasetia, R. D., & Widiasari, I. R. (2025). Perancangan IoT Monitoring Lingkungan Berbasis Wireless Sensor Network (WSN) Dengan Menerapkan Multi Sensor Network (MSN). *JIPI (Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika)*, *10*(1), 652–666. https://doi.org/10.29100/jipi.v10i1.6040

Prasetyo, S., Ulil Hidayat, Yosafat Donni Haryanto, & Nelly Florida Riama. (2021). Karakteristik Suhu Udara di Pulau Jawa Kaitannya Dengan Kelembapan

Udara, Curah Hujan, SOI, dan DMI. *Jurnal Geografi, Edukasi Dan Lingkungan (JGEL)*, *5*(1), 15–26. https://doi.org/10.22236/jgel.v5i1.5971

Purwaka, P. B., & Wijanarko, S. A. (2022). Uji Banding Kinerja Alat High Volume Air Sampler untuk Pengukuran Total Suspended Particulate (TSP) di Udara Ambien. *Ecolab*, *16*(2), 87–98. https://doi.org/10.20886/jklh.2022.16.2.87-98

Setiawan, Z., Hiswara, A., & Muthmainah, H. N. (2023). Mengoptimalkan Jaringan Sensor Nirkabel dalam Aplikasi Monitor Lingkungan dengan Teknologi IoT di Indonesia. In *Jurnal Multidisiplin West Science* (Vol. 02, Issue 10).

Sistem, J., & Tgd, K. (2024). *Implementasi PWM Pada Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan Berbasis Mikrokontroler*. *3*(4), 118–126. https://ojs.trigunadharma.ac.id/index.php/jskom

Utami, P. R. (2020). ANALISIS PERBANDINGAN QUALITY OF SERVICE JARINGAN INTERNET BERBASIS WIRELESS PADA LAYANAN INTERNET SERVICE PROVIDER (ISP) INDIHOME DAN FIRST MEDIA. *Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Rekayasa*, *25*(2), 125–137. https://doi.org/10.35760/tr.2020.v25i2.2723

Utomo, A. A. S., Supandi, & Rozzaqi, A. R. (2025). Analisis Kinerja Jaringan Wireless Berdasarkan Parameter QoS (Throughput, Delay, Packet Loss) Terhadap Variasi Trafik Jam Operasional Pada Pengguna Di Lingkungan Sekolah Di SMP Negeri 1 Ngaringan. *Sibatik Journal*, 4(9), 2961-2970. https://doi.org/10.54443/sibatik.v4i9.3428