

**IMPLEMENTASI JARINGAN SENSOR NIRKABEL
JARAK JAUH UNTUK MENGUKUR KUALITAS
UDARA**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer**



OLEH :

**AHMAD ZAKI
09111001044**

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

IMPLEMENTASI JARINGAN SENSOR NIRKABEL JARAK JAUH UNTUK MENGUKUR KUALITAS UDARA

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer

Oleh :

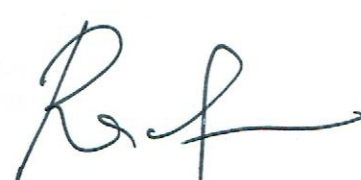
AHMAD ZAKI
09111001044

Mengetahui,
Ketua Jurusan Sistem Komputer

Indralaya, Januari 2018
Pembimbing



Rossi Passarella, M.Eng
NIP. 197806112010121004



Dr. Reza Firsandaya Malik, M.T
NIP. 197604252010121001

HALAMAN PERSETUJUAN

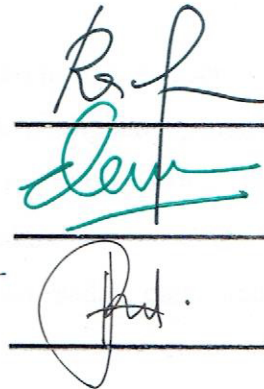
Nama : Ahmad Zaki
NIM : 09111001044
Judul Tugas Akhir : Implementasi Jaringan Sensor Nirkabel Jarak Jauh Untuk Mengukur Kualitas Udara

Telah diuji dan lulus pada:

Hari : Jum'at
Tanggal : 5 Januari 2018
Di : Palembang

Tim Penguji:

1. Ketua : Dr. Reza Firsandaya Malik, M.T.
2. Anggota 1 : Deris Stiawan, Ph.D
3. Anggota 2 : Rido Zulfahmi, M.T.



Mengetahui,
Ketua Jurusan Sistem Komputer




Rossi Passarella, M.Eng.
NIP. 197806112010121004

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ahmad Zaki

NIM : 09111001044

Judul Tugas Akhir : Implementasi Jaringan Sensor Nirkabel Jarak Jauh Untuk Mengukur Kualitas Udara

Hasil pengecekan *Software iThenticate* : 2 %

Menyatakan bahwa laporan tugas akhir saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/*plagiat* dalam laporan tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.



Indralaya, Januari 2018



Ahmad Zaki

HALAMAN PERSEMBAHAN

"Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan." (QS. Al-Insyirah: 6)

Hai orang-orang mukmin, jika kamu menolong (agama) Allah, niscaya Dia akan menolongmu dan meneguhkan kedudukanmu." (QS. Muhammad : 7)

Tugas Akhir ini ku persembahkan untuk:

- Allah SWT.
- Ibu dan Ayah tercinta
- Saudara-saudari ku, Sukhriwan, Syafrizal, Hadiandri, Zulhamid, Sul Ihsan, Munawwaroh, Kharisma, dan Masroini
- Seluruh Keluarga Besar
- Sahabat dan teman-temanku
- Teman-teman seperjuangan lab Connets, Himasisko, LDF Wifi (Lembaga Dakwah Fakultas Wahana Islamiyah dan Forum Ilmu), BEMF Fasilkom (Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Ilmu Komputer)
- Teman-teman Sistem Komputer 2011
- Almamater Universitas Sriwijaya

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “**Implementasi Jaringan Sensor Nirkabel Jarak Jauh Untuk Mengukur Kualitas Udara**”. Laporan ini disusun setelah melaksanakan tugas akhir yang diajukan untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer di jurusan Sistem Komputer, Universitas Sriwijaya. Penulis berharap tulisan ini dapat bermanfaat sebagai tambahan ilmu, bacaan, dan referensi bagi semua yang ingin mempelajari tentang WSN khususnya tentang logika fuzzy sebagai penentu tingkat polusi udara

Sholawat dan salam tidak lupa penulis kirimkan kepada Rasulullah Muhammad SAW yang menjadi panutan dan teladan bagi umat manusia sehingga kehidupan umat manusia menjadi lebih baik dalam segala bidang.

Pelaksanaan dan penyusunan tugas akhir ini tidak mungkin berhasil tanpa adanya bantuan dari pihak-pihak lain baik berupa do'a, petunjuk, bimbingan, semangat, saran, nasihat baik lisan maupun tulisan baik dari ayah ibu, keluarga, dan dari semua pihak. Terkhusus , penulis sampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat **Bapak Dr. Reza Firsandaya Malik, M.T** selaku pembimbing utama yang telah begitu baik dan sabar memberikan ilmu serta bimbingan, waktu, perhatian, dorongan dan fasilitas dalam penelitian ini hingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Kepada beliau saya berikan hormat saya dan saya ucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada beliau

Disamping itu penulis juga mengucapkan terima kasih kepada ::

1. Keluarga tercinta, ayah (Maslim) ibu (Darmasni), abang-abang dan adik-adik saya, serta saudara-saudara yang selalu mendukung penulis
2. Buk Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M.T selaku dosen pembimbing akademik, terimakasih saya ucapkan atas nasehatnya selama saya menempuh perkuliahan di Jurusan Sistem Komputer, Fasilkom, Universitas Sriwijaya

3. Bapak Deris Stiawan, Ph.D, bapak Aditya Prasetyo, M.T dan Kak Rido Zulfahmi, M.T selaku penguji sidang Tugas Akhir yang telah memberi masukan sehingga konten dari laporan ini jadi lebih baik
4. Bapak Rossi Passarella, M.Eng selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Sutarno, M.T. selaku Sekretaris Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya
6. Bapak Ibu dosen jurusan Sistem Komputer yang telah menyalurkan ilmu dan pengalamannya
7. Mbak Iis Oktaria, A.Md dan Mbak Rika Muliani staff admin sistem komputer yang telah membantu administrasi selama perkuliahan
8. Semua teman seperjuangan di jurusan Sistem Komputer Angkatan 2011, kakak tingkat dan adek tingkat, terimakasih segala dukungan dan bantuannya. Salam SK, salam Satu Keluarga, Selalu Kompak
9. Untuk temen-temen, adek-adek dan kakak tingkat seperjuangan di LDF WIFI, kak Fisika, Kak Dial, Kak Septian, Kak Khaidir, Kak Faris, Mbak Penta, Bang Haji Budi, Hikmah, Kahfi, Faris,Ratih dan temen-temen yang lain yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.
10. Terkhusus untuk sahabat-sahabat yang sudah banyak membantu pengumpulan data yang rela menemani hingga malam dan hujan-hujan Sujiyat, Jidi, Bayu, Satria, Maido, Agung, terimakasih saya ucapkan sebesar-besarnya. Saya doakan semoga kalian segera menyusul S.Kom dan sukses dengan kehidupan setelahnya
11. Untuk Syarif, Hikmah, Mareta, Bayu, Budi, Eko, Satria, Maido, Agung, Pia, Arif, Taufik, Badawi, Asrul, kak Adit, kak rendi, kak Bayu, Kak Randi, dan teman-teman lainnya yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, saya ucapkan terimakasih atas supportnya sehingga penulis bisa menyelesaikan laporan ini

12. Dan tak lupa teman seperjuangan penghuni malam (lab Comnets) Eko, Candra, Dimas, Syukron, Johan, Sulkan, Deni, Rendika, Riki, Edo, Kak wanda, serta bidadari comnets Yani, Leni, Mei, Fepi, Ratih, dan yang lainnya, terimakasih semua dukungannya, semooga kalian secepatnya S.Kom. aamiin

13. Seluruh teman-teman, sahabat dan kakak tingkat yang tidak mungkin penulis sebutkan satu persatu yang senantiasa memberikan semangat, dukungan dan bantuan kepada penulis yang sangat bermanfaat.

Penulis juga sadari dalam penulisan tugas akhir ini jauh dari kesempurnaan baik dari materi maupun penyajiannya karena kurangnya pengetahuan dan pengalaman penulis, maka dari itu sangat diharapkan saran dan kritik dari pembaca agar lebih baik lagi untuk hal berikutnya.

Wassalammu'alaikum Wr.Wb.

Inderalaya, Januari 2018

Ahmad Zaki

IMPLEMENTASI JARINGAN SENSOR NIRKABEL JARAK JAUH UNTUK MENGUKUR KUALITAS UDARA

Ahmad Zaki (09111001044)

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu komputer

Universitas Sriwijaya

Email: bukanzaki@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk mengukur kualitas udara dengan parameter CO (Karbon monoksida), CO₂ (Karbon dioksida), dan O₃ (Ozon) dengan mengimplementasikan Fuzzy Sugeno berdasarkan nilai Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) sebagai penentu kualitas udara pada jaringan *Wireless Sensor Network* (WSN). Selain itu penelitian ini juga menghitung *Quality of Service* (QoS) pada jaringan WSN dengan parameter *throughput*, *delay*, dan *packet loss*. Terdapat dua skenario penelitian yaitu pengujian komunikasi Xbee dengan jarak 50 m, 100 m, dan 150 m dengan kondisi *Non Line Of Sight* (NLOS), dan melakukan pengumpulan data kondisi udara sekitar dengan alat pendeteksi kualitas udara yang sudah dirancang serta menghitung QoS pada jaringan WSN dengan jarak node ke *sink/co-ordinator* 160 m, 220 m, dan 260 m pada area dengan kondisi NLOS. Sedangkan skenario kedua yaitu melakukan uji coba Fuzzy Sugeno pada alat penelitian dimana hasilnya ditampilkan pada *interface* yang telah dirancang dengan pemrograman Visual Basic, dan juga menghitung QoS pada jaringan WSN, serta mengukur area yang bisa di cakup xbee dengan kondisi *Line of Sight* (LOS). Hasil pengujian menunjukkan komunikasi antar node dengan jarak 50, 100, dan 150 m dapat berlangsung dengan baik tanpa ada komunikasi yang terputus selama 1,5 jam penelitian. *Delay* terbesar pada skenario pertama yaitu 3,697 detik dan *delay* terkecil yaitu 0,017 detik. Untuk *throughput* yang berhasil dihitung yaitu 1,4412 Kbps serta rata-rata *packet loss* pada skenario ini yaitu 3,07 %. Hasil pengujian skenario kedua menunjukkan pada *interface* dapat ditampilkan *output* berupa kualitas udara dengan Fuzzy Sugeno sebagai penentu keputusan dengan nilai *throughput* yang berhasil dihitung yaitu 436,8 bps dan *packet loss* sebesar 0% serta *delay* terbesar yaitu 1,544 detik dan terkecil yaitu 0,013 detik dengan kondisi area LOS dengan area cakupan xbee sejauh 2,12 km.

Kata kunci: *Wireless Sensor Network*, Fuzzy Sugeno, Indeks Standar Pencemar Udara, *Quality of Service* (QoS)

WIRELESS SENSOR NETWORK IMPLEMENTATION FOR MEASURING AIR QUALITY

Ahmad Zaki (09111001044)

Department of Computer Systems, Faculty of Computer Science

Universitas Sriwijaya

Email: bukanzaki@gmail.com

Abstract

This research was conducted to measure air quality with parameters of CO (Carbon monoxide), CO₂ (Carbon dioxide), and O₃ (Ozone) by implementing Fuzzy Sugeno based on Air Pollution Standard Index (ISPU) as a determinant of air quality in *Wireless Sensor Network* (WSN)). Besides this research also calculate *Quality of Service* (QoS) on WSN network with parameter of *throughput*, *delay*, and *packet loss*. There are two scenarios of Xbee communication test with distance 50 m, 100 m, and 150 m with *Non Line Of Sight* (NLOS) condition, and collecting data of air condition around with designed air quality detector as well as calculating QoS on WSN network with the distance of node to sink / co-ordinator 160 m, 220 m, and 260 m in area with NLOS condition. While the second scenario is to test Fuzzy Sugeno on the research tool where the results are displayed on the interface that has been designed with Visual Basic programming, and also calculate the QoS on the WSN network, as well as measuring the area that can cover xbee with Line of Sight (LOS) condition. The test results show the communication between nodes with a distance of 50, 100, and 150 m is succes without any communication interrupted during 1.5 hours of research. The biggest *delay* in the first scenario is 3.697 seconds and the smallest *delay* is 0.017 seconds. For successful *throughput* calculated is 1.4412 Kbps and average *packet loss* in this scenario is 3.07%. The second scenario test results show on the interface can be displayed output of air quality with Fuzzy Sugeno as decision makers with successful *throughput* value is 436.8 bps and *packet loss* of 0% and the largest *delay* is 1.544 seconds and the smallest is 0.013 seconds with the condition of the area LOS with *coverage* of xbee is 2.12 km

Keyword: *Wireless Sensor Network*, Fuzzy Sugeno, Air Pollution Standards Index (ISPU), *Quality of Service* (QoS)

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan	ii
Halaman Persetujuan	iii
Halaman Pernyataan	iv
Halaman Persembahan	v
Kata pengantar	vi
Abstrak	ix
<i>Abstract</i>	x
Daftar Isi.....	xi
Daftar Gambar.....	xv
Daftar Tabel	xvii
Daftar Lampiran	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan.....	2
1.3 Manfaat.....	3
1.4 Rumusan Masalah	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Metode Penelitian.....	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Jaringan Sensor Nirkabel (JSN)	6
2.2 Arsitektur Jaringan Sensor Nirkabel (JSN)	7
2.3 Topologi Jaringan Sensor Nirkabel (JSN).....	8
2.4 Teknik <i>Routing</i> Pada Jaringan Sensor Nirkabel (JSN)	10
2.4.1 Protokol <i>Routing</i> Berdasarkan Struktur Jaringannya	11

2.4.1.1	<i>Flat Routing</i> JSN	11
2.4.1.2	<i>Routing</i> Hirarki	12
2.4.1.3	<i>Routing</i> Berdasarkan Lokasi.....	13
2.4.2	Protokol <i>Routing</i> Berdasarkan Operasi Protokol	14
2.5	Teknologi IEEE 802.15.4	14
2.5.1	Arsitektur Zigbee	14
2.5.2	Metode Transmisi Pada Jaringan Zigbee.....	16
2.6	Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	17
2.6.1	Modul Radio Frekuensi (RF) Xbee Pro S2	17
2.6.2	Arduino Uno R3	18
2.6.3	Sensor CO (MQ 7).....	19
2.6.4	Sensor Gas Ozone / O3 (MQ131)	20
2.6.5	Sensor Gas CO2 (MG 811)	20
2.6.6	<i>Breakout Board</i> MG811	21
2.6.7	XBee USB Adapter	22
2.6.8	I/O <i>Expansion Shield</i> V7.1	23
2.6.9	Daya	24
2.7	<i>Fuzzy Logic</i> Atau Logika Fuzzy	24
2.7.1	Gambaran Umum Logika Fuzzy	24
2.7.2	Sistem Logika Fuzzy	24
2.7.3	Fuzzy Dengan Metode Sugeno	25

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Pendahuluan	29
3.2	Kerangka Kerja.....	29
3.3	Studi Pustaka	30
3.4	Perancangan Jaringan Sensor Nirkabel (JSN).....	31
3.4.1	Perancangan Node Dan Topologi.....	31
3.4.2	Perancangan <i>Software</i> / Perangkat Lunak	34
3.4.2.1	Konfigurasi Node Dan <i>Sink</i>	36
3.4.2.2	Skema <i>Flat Routing</i>	40
3.4.2.3	Algoritma Pembacaan Sensor.....	41

3.4.2.4 <i>Quality of Servis (QoS)</i>	43
3.4.2.5 Algoritma Fuzzy Sebagai Metode Untuk Menentukan Kualitas Udara	45
3.4.2.4.1 Proses Fuzifikasi	47
3.4.2.4.2 <i>Rule Base</i>	51
3.4.2.4.3 Defuzifikasi.....	53
3.4.2.5 ISPU	54
3.4.3 Perancangan <i>Hardware</i>	55
3.4.4 Perancangan GUI.....	56
3.4.5 Integrasi <i>Hardware</i> ke <i>Software</i>	57
3.4.6 Penentuan Lokasi Penelitian	57
3.5 Pengambilan Data.....	58

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1 Pendahuluan	59
4.2 Pengujian Komunikasi Node Dengan <i>Sink</i>	60
4.3 Pengumpulan Data Dengan Skenario Penelitian 1	63
4.3.1 Pengamatan Hari Pertama	64
4.3.1.1 Pengukuran Kualitas Udara	64
4.3.1.2 Persentase Paket <i>Loss</i>	69
4.3.1.3 <i>Delay</i> Proses Pengiriman Paket Data	70
4.3.1.4 <i>Throughput</i>	72
4.3.2 Pengamatan Hari Ke-Dua	73
4.3.2.1 Pengukuran Kualitas Udara	73
4.3.2.2 Persentase Paket <i>Loss</i> Hari Ke-2	78
4.3.2.3 <i>Delay</i> Proses Pengiriman Paket Data	79
4.3.3 Pengamatan Hari Ke-Tiga.....	81
4.3.3.1 Pengukuran Kualitas Udara	81
4.3.3.2 Persentase Paket <i>Loss</i> Hari Ke-3	86
4.3.3.3 <i>Delay</i> Proses Pengiriman Paket Data	86
4.4 Pengujian Dengan Skenario Penelitian 2	88
4.4.1 Pengujian <i>Range Max</i> dan QoS Xbee Pada Jaringan Zigbee	88

4.4.1.1 Pengujian <i>Coverage</i> Maksimal Modul Xbee	88
4.4.1.2 Pengukuran QoS Pada Modul Xbee	90
4.4.2 Pengujian Dengan Metode Fuzzy dan Hitungan Manual ISPU	93
4.4.3 Hitungan Manual Fuzzy Logic Sugeno	96

BAB V KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan.....	100
---------------------	-----

5.2 Saran	100
-----------------	-----

Daftar Pustaka	101
----------------------	-----

Lampiran

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Arsitektur JSN	7
Gambar 2.2. Topologi <i>Star</i> atau bintang.....	8
Gambar 2.3. Topologi <i>Tree</i> atau <i>Cluster</i>	9
Gambar 2.4. Topologi <i>Mesh</i>	10
Gambar 2.5. Taksonomi <i>Routing</i> protokol pada JSN	11
Gambar 2.6. Arsitektur Zigbee	15
Gambar 2.7. Modul Xbee.....	17
Gambar 2.8. Arduino Uno	18
Gambar 2.9. Sensor gas CO MQ 7	19
Gambar 2.10. Sensor MQ 131	20
Gambar 2.11. Sensor MG 811	21
Gambar 2.12 Struktur <i>breakout board</i> MG 811	22
Gambar 2.13 <i>Breakout board</i> MG 811	22
Gambar 2.14 Xbee USB Adapter.....	23
Gambar 2.15 I/O <i>Expansion Shield</i> V7.1	23
Gambar 2.16. Sistem logika fuzzy	25
Gambar 2.17. Fungsi keanggotaan segitiga	26
Gambar 2.18. Fungsi keanggotaan kurva trapesium.....	26
Gambar 3.1. Diagram alir penelitian.....	30
Gambar 3.2. Skema komunikasi dan perancangan <i>hardware</i>	32
Gambar 3.3. Perancangan topologi penelitian	33
Gambar 3.4. Tampilan aplikasi X-CTU.....	35
Gambar 3.5. Tahapan konfigurasi node	37
Gambar 3.6. Konfigurasi modul radio Xbee	39
Gambar 3.7. Algoritma <i>flat routing</i>	40
Gambar 3.8. <i>Flowchart</i> skema <i>flat routing</i>	41
Gambar 3.9. Algoritma pembacaan gas	42
Gambar 3.10. <i>Flowchart</i> pembacaan gas	43

Gambar 3.11. <i>Flowchart</i> algoritma fuzzy	45
Gambar 3.12. <i>Pseudocode</i> pendeteksi polusi udara.....	46
Gambar 3.13. Grafik himpunan Fuzzy CO	48
Gambar 3.14. Grafik himpunan Fuzzy O ₃	48
Gambar 3.15. Grafik himpunan Fuzzy CO ₂	49
Gambar 3.16. Grafik <i>singleton Output Fuzzy</i>	49
Gambar 3.17. Perancangan GUI kualitas udara.....	57
Gambar 3.18. Integrasi perangkat lunak ke perangkat keras	57
Gambar 4.1. Data yang diterima <i>Sink</i> pada jarak 50 meter	61
Gambar 4.2. Data yang diterima <i>Sink</i> pada jarak 100 meter	62
Gambar 4.3. Data yang diterima <i>Sink</i> pada jarak 150 meter	63
Gambar 4.4. Perkembangan gas CO pada hari ke-1	68
Gambar 4.5. Perkembangan gas O ₃ pada hari ke-1	69
Gambar 4.6. <i>Delay</i> pada pengamatan di hari ke-1	72
Gambar 4.7. Grafik perkembangan gas CO di hari ke-2	77
Gambar 4.8. Grafik perkembangan gas O ₃ pada hari ke-2	78
Gambar 4.9. Grafik <i>delay</i> pada pengamatan di hari ke-2	81
Gambar 4.10 Grafik perkembangan gas CO di hari ke-3	85
Gambar 4.11 Grafik perkembangan gas O ₃ pada hari ke-3	85
Gambar 4.12 Grafik <i>Delay</i> Pada Pengamatan Di Hari Ke-3	88
Gambar 4.13 Map lokasi penelitian dan jarak <i>coverage</i> -nya	89
Gambar 4.14 Proses pengujian <i>coverage</i> modul Xbee	90
Gambar 4.15 Grafik <i>delay</i> skenario 2	92
Gambar 4.16 Proses pengambilan data dan pengujian logika fuzzy	94
Gambar 4.17 Topologi pengujian skenario 2	95
Gambar 4.18 <i>Grafik User Interface</i> pendeteksi polusi udara	96
Gambar 4.19 Fungsi keanggotaan untuk CO 1,74 ppm	97
Gambar 4.20 Fungsi keanggotaan untuk O ₃ 43,25 ppm	97
Gambar 4.21 Fungsi keanggotaan untuk CO ₂ 2131,87 ppm	98
Gambar 4.22 Fungsi <i>Output</i> berupa <i>Singleton</i> proses defuzifikasi	99

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Inputan sensor CO	47
Tabel 2. Inputan Sensor O ₃	47
Tabel 3. Inputan Sensor CO ₂	47
Tabel 4. Output Fuzzy	48
Tabel 5. <i>Rule base</i> logika Fuzzy.....	51
Tabel 6. Angka dan kategori Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU).....	54
Tabel 7. Batas Indeks Standar Pencemar Udara dalam satuan SI	55
Tabel 8. Rata-rata nilai gas pada masing-masing node di hari ke-1	64
Tabel 9. <i>Delay</i> masing-masing node hari ke-1	71
Tabel 10. Rata-rata nilai gas pada masing-masing node di hari ke-2.....	73
Tabel 11. <i>Delay</i> masing-masing node hari ke-2.....	79
Tabel 12. Rata-rata nilai gas pada masing-masing node di hari ke-3.....	81
Tabel 13. <i>Delay</i> masing-masing node pada hari ke-3.....	86
Tabel 14. <i>Delay</i> proses pengiriman pada penelitian skenario 2	91

DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN 1.** *Pseudocode* Logika Fuzzy Sugeno
- LAMPIRAN 2.** *Listing Code* Pendeteksi Polusi Udara
- LAMPIRAN 3.** Hasil Pengamatan Pada Hari Ke-1
- LAMPIRAN 4.** Hasil Pengamatan Pada Hari Ke-2
- LAMPIRAN 5.** Hasil Pengamatan Pada Hari Ke-3
- LAMPIRAN 6.** Log File Pengujian Coverage XBee
- LAMPIRAN 7.** Hasil Pengamatan Dengan Metode Fuzzy Sugeno
- LAMPIRAN 8.** Form Revisi TA 2
- LAMPIRAN 9.** Kartu Kendali Plagiat

BAB I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Saat ini teknologi sangat cepat berkembang dan lebih mudah di dapatkan. Perkembangan teknologi bukan hanya di bidang seluler tapi juga di semua bidang, termasuk kendaraan, mesin-mesin alat berat, mesin-mesin pabrik dan lain-lainnya. Perkembangan teknologi ini tentunya bertujuan untuk mempermudah pekerjaan manusia. Namun perkembangan teknologi tidak di imbangi dengan minimalisasi dampak negatifnya. Salah satu dampak negatifnya adalah polusi udara.

Beberapa penyebab polusi antara lain reaksi kimia limbah, sisa pembuangan kendaraan bermotor, kebakaran hutan, gunung meletus, sisa pembakaran dari pabrik dan mesin-mesin industri [1]. Gas-gas polutan yang dihasilkan dari sisa-sisa buangan kendaraan bermotor, mesin-mesin pabrik dan lainnya antara lain adalah Karbon dioksida (CO_2), Karbon monoksida (CO), Hidrogen sulfida (H_2S), Ozon (O_3), Nitrogen dioksida (NO_2) dan gas lainnya.

Gas Karbon monoksida (CO) dalam kadar tertentu dapat membuat sesak nafas dan gas Karbon dioksida (CO_2) dapat menyebabkan pusing, sedangkan gas Nitrogen dioksida (NO_2) dapat menyebabkan kerusakan paru-paru [2]. Gas-gas tersebut pada umumnya tidak berbau dan tidak berwarna sehingga manusia baru dapat mengetahui keadaan gas ketika sudah merasakan dampaknya. Untuk mengetahui kadar gas dan mengurangi resiko terkena polusi udara, maka dibuat suatu alat pendeteksi polusi udara yang mampu mendeteksi dan memutuskan suatu keadaan apakah di tempat tersebut kualitas udaranya sehat atau tidak.

Jaringan sensor nirkabel (JSN) merupakan jaringan nirkabel berupa node-node yang terdiri dari sensor, baterai, mikrokontroler yang diletakkan secara terpisah yang digunakan untuk memantau suatu lokasi [3]. Pada umumnya parameter-parameter yang dipantau pada jaringan sensor nirkabel ini berupa deteksi kebakaran hutan, banjir, pemetaan lahan, presisi agrikultural, monitoring hewan

dan tumbuhan [4], suhu, kelembaban udara, tekanan udara, polusi udara, dan lain sebagainya. Node-node JSN memiliki kemampuan untuk mengolah data.

Data-data yang diperoleh dari masing-masing sensor yang terpasang di setiap node akan dikirim ke *sink/cordinator* melalui komunikasi yang difasilitasi oleh masing-masing xbee dimasing-masing node. Data tersebut akan diolah di server dan ditampilkan melalui *Grafik User Interface* (GUI). *Output* dari pendeteksi polusi udara akan ditentukan oleh logika *fuzzy* seperti yang telah di terapkan oleh Gopal Upadhyaya and Nilesh Dashore [5] dan Dunea, Daniel et.al [6] pada penelitian tentang pemodelan fuzzy Inferensi Sistem untuk monitoring indeks kualitas udara.

Merujuk penelitian Gopal Upadhyaya dkk [5] dan Daniel Dunea dkk [6] tentang pemodelan fuzzy inferensi sistem untuk memonitoring indeks kualitas udara, maka akan dirancang sebuah alat pendeteksi kualitas udara menerapkan jaringan JSN yang menggunakan komunikasi zigbee dengan modul xbee dan sensor MQ7 (sensor CO), MG811 (sensor CO₂), dan MQ131 (sensor O₃) dengan mengimplementasikan logika fuzzy dalam penentuan kualitas udara yang akan di pantau.

2. Tujuan

Adapun tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengimplementasikan logika *fuzzy* sugeno sebagai pengambil keputusan pada alat pendeteksi polusi udara berbasis JSN
2. Untuk membandingkan penerapan logika fuzzy sugeno dengan perhitungan manual ISPU dalam menentukan kualitas udara.
3. Untuk mengukur performa xbee berdasarkan parameter QoS pada proses transmisi data pada jaringan JSN
4. Untuk menguji *coverage* proses transmisi jaringan JSN

3. Manfaat

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut, yaitu :

1. Untuk menentukan seberapa besar pengaruh penerapan logika *Fuzzy Sugeno* pada pendeteksi polusi udara berbasis JSN
2. Sebagai salah satu solusi dalam menentukan kualitas udara pada suatu lokasi
3. Pendeteksi polusi udara ini dapat mengurangi biaya operasi dalam penentuan kualitas udara suatu lokasi.
4. Bisa menjadi referensi untuk pengembangan teknologi JSN berikutnya.
5. Memberikan kemudahan dalam menentukan kualitas udara pada suatu lokasi yang dapat dipantau dari jarak jauh.

4. Rumusan Masalah

Penelitian alat pendeteksi polusi udara berbasis JSN ini berdasarkan permasalahan sebagai berikut yaitu :

1. Bagaimana mengimplementasikan logika *fuzzy* pada JSN dalam menentukan kualitas udara?
2. Berapa besar akurasi penerapan logika *fuzzy* pada JSN dalam penentuan kualitas udara suatu lokasi?
3. Bagaimana cara kalibrasi data sensor ke satuan bakunya?

5. Batasan Masalah

Agar tujuan yang ingin di capai dapat terwujud dalam penelitian ini, maka penelitian ini akan membahas permasalahan tugas akhir ini terbatas pada ruang lingkup yaitu :

1. Menggunakan *fuzzy Sugeno* pada proses penentuan *output* alat pendeteksi polusi udara.
2. Sensor yang digunakan dalam proses *routing* yaitu sensor gas CO (MQ7), CO₂ (MG811), dan O₃ (MQ131)
3. Jumlah *node* yang menjadi objek penelitian ini adalah 4 buah yang salah satu *node* memiliki peran sebagai *Sink / coordinator*

4. Pengambilan data dilakukan pada *out door*
5. Tampilan output hanya dapat diakses secara lokal dan tidak berbasis web

6. Metode Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penelitian akan melewati beberapa tahap, yaitu :

1. Tahap Pertama (Studi Pustaka/ Literatur dan Konsultasi)

Studi literatur merupakan proses mencari, mengumpulkan, dan memahami dari berbagai literatur atau sumber informasi sebagai referensi sekaligus penunjang tugas akhir. Selain itu, untuk menunjang tugas akhir ini dilakukan konsultasi dengan orang-orang yang berkopetensi di bidangnya dalam hal ini tentang jaringan sensor nirkabel.

2. Tahap Kedua (Perancangan Sistem)

Tahap ini merupakan tahap dimana *hardware* dan *software* yang sesuai dan cocok untuk eksperimen yang dilakukan

3. Tahap Ketiga (Pengujian eksperimen)

Tahap ini dilakukan saat pengujian dan pengambilan data pada proses implementasi sistem komunikasi JSN yang dibangun, serta melakukan berbagai skenario pengukuran sesuai dengan batasan masalah yang dibuat.

4. Tahap Keempat (Analisis Sistem)

Pada tahap ini dilakukan analisa terhadap hasil dari pengujian berupa data yang sudah di kumpulkan sesuai dengan tujuan penelitian sehingga dapat dilakukan pengembangan pada penelitian selanjutnya.

5. Kesimpulan

Setelah di analisa pada proses sebelumnya, maka hasil dari analisa dan pengolahan data selanjutnya ditarik kesimpulan dari hasil yang sudah didapat.

7. Sistematika Penulisan

Untuk lebih memudahkan dalam menyusun tugas akhir dan memperjelas isi dari setiap bab yang terdapat pada laporan ini, maka dibuatlah sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I.PENDAHULUAN

Bagian pendahuluan berisi latar belakang, tujuan dan manfaat penulisan, perumusan masalah, pembatasan masalah, metode penelitian yang digunakan, serta sistematika penulisan

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi tentang pengenalan jaringan sensor nirkabel, *node* sensor, arsitektur *node* sensor, contoh implementasi *node* sensor, *Fuzzy* Sugeno, Jaringan *Zigbee*, dan spesifikasi *hardware*. Selanjutnya akan dibahas tentang karakteristik protokol *routing* JSN pada umumnya, serta mekanisme algoritma *routing* yang digunakan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisi tentang perencanaan tugas akhir, yang meliputi perancangan, membangun komunikasi dan melaksanakan eksperimen terhadap sistem JSN dan implementasi *Fuzzy* Sugeno pada alat yang outputnya berupa indeks tingkat kualitas udara pada suatu lokasi.

BAB IV HASIL DAN ANALISA

Pada bab ini berisi tentang proses pengolahan data dari hasil pengujian sistem kerja JSN yang telah dirancang.

BAB V KESIMPULAN

Berisi tentang kesimpulan yang terkait dengan analisa data dan saran-saran yang diperlukan bagi pengembangan lebih lanjut

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. W. K. Ratri, “Alat Pendeteksi Pencemaran Udara untuk Parameter Kadar Gas Hidrogen Berbasis AVR ATmega8,” no. 1. 2013
- [2] A. Suismono, “Deteksi Gas Berbahaya Co, Co₂, Nox dengan Penampil Dot Matrix dan Level Bahaya Serta Besarnya,” no. X, 2011.
- [3] Y. B. . Pramono, “Implementasi Wireless Sensor Network (WSN) Untuk Sistem Perkiraan Cuaca Dengan Menggunakan Logika Fuzzy,” 2015.
- [4] K. K. Khedo, R. Perseedoss, and A. Mungur, “A wireless sensor network air pollution monitoring system,” *Int. J. Wirel. Mob. Networks*, vol. 2, no. 2, pp. 32–45, 2010.
- [5] G. Upadhyaya and N. Dashore, “Fuzzy logic based model for monitoring air quality index,” vol. 4, no. 3, pp. 215–218, 2011.
- [6] D. Dunea, A. A. Pohoat, and E. Lungu, “Fuzzy Inference Systems for Estimation of Air Quality Index,” *ROMAI J.*, vol. 7, no. 2, pp. 63–70, 2011.
- [7] H. Karl and A. Willig, *Protocols and Architectures for Wireless Sensor Networks*. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd, 2005.
- [8] L. J. G. Villalba, A. L. S. Orozco, A. T. Cabrera, and C. J. B. Abbas, “Routing protocols in wireless sensor networks.,” *Sensors (Basel)*, vol. 9, no. 11, pp. 8399–421, Jan. 2009.
- [9] C. Buratti, A. Conti, D. Dardari, and R. Verdone, “An overview on wireless sensor networks technology and evolution.,” *Sensors (Basel)*, vol. 9, no. 9, pp. 6869–96, Jan. 2009.
- [10] B. Fajriansyah, M. Ichwan, and R. Susana, “Evaluasi Karakteristik XBee Pro dan nRF24L01+ sebagai Transceiver Nirkabel,” vol. 4, no. 1, pp. 2459–9638, 2016.
- [11] B. Sugiarto, “Perancangan Sistem Pengendalian Suhu pada Gedung Bertingkat dengan Teknologi Wireless Sensor Network,” *J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 4, no. 1, pp. 62–68, 2010.
- [12] J. N .Al-Karaki and a. E. Kamal, “Routing techniques in wireless sensor

- networks:a survey,” *IEEE Wireless Communication* . , vol. 11, no. 6 , pp. 6–28,Dec.2004
- [13] Digi International, “XBee/XBee-PRO ZB RF Modules,” p. 198, 2010.
- [14] Sutojo,T.Dkk, 2011, *Kecerdasan Buatan*. .Penerbit Andi :Yogyakarta:
- [15] I. W. Sutikno, “Perbandingan Metode Defuzzifikasi Sistem Kendali Logika Fuzzy Model Mamdani Pada Motor DC,” *ISSN 2086 – 4930*, vol. 2, pp. 27–38.
- [16] M. K. Nanda rezky, Meqorry yusfi,M.Si., Dodon yendri, “Rancangan Bangun Prototipe Pengurang Bahaya Gas Polutan Dalam Ruangan Dengan Metode Elektrolisis Berbasis Mikrokontroler,” pp. 1–12, 2013.
- [17] K. Agnawatri, Sukiswo, and A. A. Zahra, “Analisis Kinerja ZIGBEE (802.15.4) Pada Perumahan Menggunakan Network Simulator 2,” *e-ISSN 2407–6422*, vol. 18, pp. 8–14, 2016.
- [18] R. A. Putri, Jusak, and A. Sukmaaji, “Analisis Perbandingan Kinerja Protokol On-Demand Routing Pada Jaringan Sensor Nirkabel AD HOC,” *J. Control Netw. Syst.*, vol. 2, no. 1, pp. 16–25, 2013.
- [19] B. A.Forouzan, *Data Communications And Networking*, Fourth Edi. New York: Alan R.apt, 2007.
- [20] Kepala Bapedal, “Keputusan Kepala Bapedal No . 107 Tahun 1997 Tentang : Perhitungan Dan Pelaporan Serta Informasi Indeks Standar Pencemar Udara,” no. 107, 1997.
- [21] Nurul Hikmah, "Implementasi JSN Pada Pendeteksi Dini Kebakaran Dengan Metode Fuzzy Logic Sugeno", Tugas Akhir, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya, 2016