

**IMPLEMENTASI WIRELESS SENSOR NETWORK  
MENGUNAKAN NRF24L01 UNTUK SISTEM  
PENGUMPULAN DATA PADA SISTEM TURBIN ANGIN**

Skripsi



oleh:

**RAYMOND LINUSA PUTRA  
71180273**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI  
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA**

2022

**IMPLEMENTASI WIRELESS SENSOR NETWORK  
MENGUNAKAN NRF24L01 UNTUK SISTEM  
PENGUMPULAN DATA PADA SISTEM TURBIN ANGIN**

Skripsi



Diajukan kepada Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Informasi  
Universitas Kristen Duta Wacana  
Sebagai Salah Satu Syarat dalam Memperoleh Gelar  
Sarjana Komputer

Disusun oleh

**RAYMOND LINUSA PUTRA**

**71180273**

PROGRAM STUDI INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI  
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA

2022

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS  
SECARA ONLINE  
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA YOGYAKARTA**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

NIM : 71180273  
Nama : Raymond Linusa Putra  
Prodi / Fakultas : Teknologi Informasi / Informatika  
Judul Tugas Akhir : Implementasi Wireless Sensor Network  
Menggunakan NRF24L01 untuk Sistem  
Pengumpulan Data pada Sistem Turbin Angin.

bersedia menyerahkan Tugas Akhir kepada Universitas melalui Perpustakaan untuk keperluan akademis dan memberikan **Hak Bebas Royalti Non Eksklusif** (*Non-exclusive Royalty-free Right*) serta bersedia Tugas Akhirnya dipublikasikan secara online dan dapat diakses secara lengkap (*full access*).

Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini Perpustakaan Universitas Kristen Duta Wacana berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk *database*, merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Yogyakarta, 1 Juni 2022

Yang menyatakan,



**(71180273 – Raymond Linusa Putra)**

## HALAMAN PENGESAHAN

### IMPLEMENTASI WIRELESS SENSOR NETWORK MENGGUNAKAN NRF24L01 UNTUK SISTEM PENGUMPULAN DATA PADA SISTEM TURBIN ANGIN

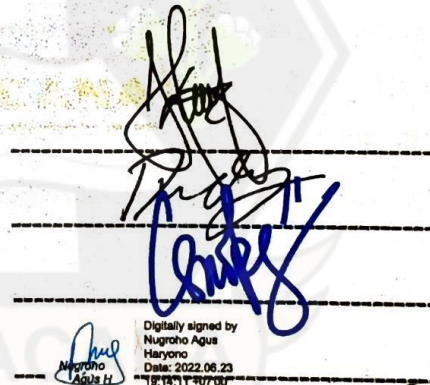
Oleh: RAYMOND LINUSA PUTRA / 71180273

Dipertahankan di depan Dewan Penguji Skripsi  
Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Informasi  
Universitas Kristen Duta Wacana - Yogyakarta  
Dan dinyatakan diterima untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Sarjana Komputer  
pada tanggal 15 Juni 2022

Yogyakarta, 21 Juni 2022  
Mengesahkan,

Dewan Penguji:

1. Laurentius Kuncoro Probo Saputra.,  
S.T., M.Eng.
2. I Kadek Dendy Senapartha. S.T., M.  
Eng.
3. Ir. Gani Indriyanta, M.T.
4. Nugroho Agus Haryono, S.Si., M.Si.



Digitally signed by  
Nugroho Agus  
Haryono  
Date: 2022.06.23  
18:14:11+07'00'



Dekan

(Restyandito, S.Kom., MSIS., Ph.D.)

Ketua Program Studi

(Gloria Virginia, S.Kom., MAI, Ph.D.)

## **PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

### **IMPLEMENTASI WIRELESS SENSOR NETWORK MENGGUNAKAN NRF24L01 UNTUK SISTEM PENGUMPULAN DATA PADA SISTEM TURBIN ANGIN**

yang saya kerjakan untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Komputer pada pendidikan Sarjana Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana, bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi kesarjanaan di lingkungan Universitas Kristen Duta Wacana maupun di Perguruan Tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Jika dikemudian hari didapati bahwa hasil skripsi ini adalah hasil plagiasi atau tiruan dari skripsi lain, saya bersedia dikenai sanksi yakni pencabutan gelar kesarjanaan saya.

Yogyakarta, 1 Juni 2022



**RAYMOND LINUSA PUTRA**  
71180273

## HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : IMPLEMENTASI WIRELESS SENSOR NETWORK  
MENGUNAKAN NRF24L01 UNTUK SISTEM  
PENGUMPULAN DATA PADA SISTEM TURBIN  
ANGIN

Nama Mahasiswa : RAYMOND LINUSA PUTRA

NIM : 71180273

Mata Kuliah : Skripsi (Tugas Akhir)

Kode : TIW276

Semester : Genap

Tahun Akademik : 2021/2022

Telah diperiksa dan disetujui di  
Yogyakarta,  
Pada tanggal 1 Juni 2022

Dosen Pembimbing I

  
Acc: 2022-06-02 07:52:29  
Raymond Linusa Putra  
2021/2022  
L. Kuncoro Probo S.

Laurentius Kuncoro Probo Saputra., S.T., M.Eng.

Dosen Pembimbing II

  
I Kadek Dendy  
Senapartha  
2022-06-02 07:52:  
29

I Kadek Dendy Senapartha. S. T., M. Eng.

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Tuhan yang maha kasih, karena atas segala rahmat, bimbingan, dan bantuan-Nya maka akhirnya Skripsi dengan judul “Implementasi Wireless Sensor Network Menggunakan NRF24L01 Untuk Sistem Pengumpulan Data Pada Sistem Turbin Angin” ini telah selesai disusun.

Penulis memperoleh banyak bantuan dari kerja sama baik secara moral maupun spiritual dalam penulisan Skripsi ini, untuk itu tak lupa penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

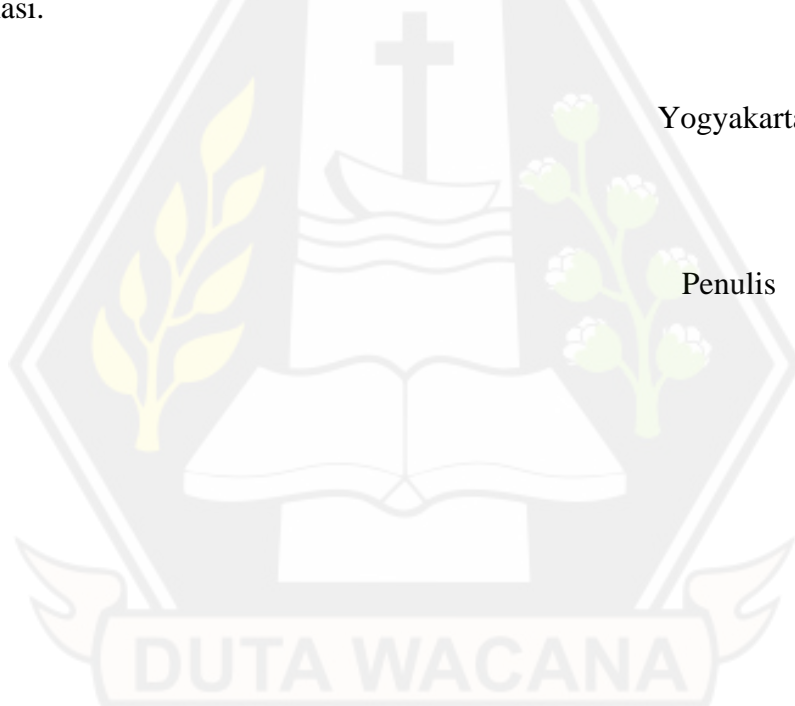
1. Tuhan yang maha kasih atas berkat dan penyertaan-Nya pada penulis selama proses pembuatan tugas akhir,
2. Orang tua serta keluarga besar yang selama ini telah sabar membimbing dan mendoakan penulis tanpa kenal untuk selama-lamanya,
3. Bapak Restyandito, S.Kom, MSIS., Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana,
4. Ibu Gloria Virginia, S.Kom., MAI., Ph.D selaku Kepala Program Studi Informatika Universitas Kristen Duta Wacana,
5. Bapak Laurentius Kuncoro Probo Saputra., S.T., M.Eng selaku Dosen Pembimbing 1, yang telah memberikan ilmunya dan dengan penuh kesabaran membimbing dan menolong penulis dalam pembuatan tugas akhir ini dari awal hingga akhir,
6. Bapak I Kadek Dendy Senapartha. S. T., M. Eng selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah memberikan ilmu dan kesabaran dalam membimbing penulis menyelesaikan tugas akhir dari awal hingga selesai,
7. Tim PT. Lentera Bumi Nusantara yang telah memberikan banyak kesempatan dan informasi yang mendukung penulisan tugas akhir ini,
8. Terkhusus untuk teman penulis yang bernama Wayan, Rindho, Ale yang telah membantu dan membagikan ilmu yang mendukung dalam penulisan tugas akhir ini,

9. Para teman dekat penulis yang bernama Joel, Lyan, Yosua, Yogis yang telah mendukung moral, spiritual, dan dana untuk belajar selama ini,
10. Terkasih, Melin yang selalu memberikan dukungan serta motivasi pada penulis agar dapat menyelesaikan tugas akhir ini,
11. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini,

Laporan skripsi ini tentunya tidak lepas dari segala kekurangan dan kelemahan, untuk itu segala kritikan dan saran yang bersifat membangun guna kesempurnaan skripsi ini sangat diharapkan. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca semua dan lebih khusus lagi bagi pengembangan ilmu komputer dan teknologi informasi.

Yogyakarta, 1 Juni 2022

Penulis





## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
INTISARI.....	xvi
ABSTRACT.....	xviii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian .....	3
1.5. Manfaat Penelitian .....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka .....	5
2.2 Landasan Teori.....	7
2.2.1. Internet of Things.....	7
2.2.2. <i>Wireless Sensor Network</i> .....	8
2.2.3. NRF24L01.....	9
2.2.4. Modul Anemometer .....	13
2.2.5. DS3231.....	14
2.2.6. ADS1115.....	15

2.2.7. NodeMCU ESP32 .....	16
2.2.8. API .....	17
2.2.9. Arduino Nano.....	18
2.2.10. DC Power Sensor Module.....	19
2.2.11. Black Box Testing.....	21
<b>BAB III.....</b>	<b>22</b>
<b>METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>22</b>
3.1 Analisis Kebutuhan Sistem .....	22
3.2 Perancangan Penelitian .....	23
3.3 Diagram Alir .....	23
3.4 <i>Use Case Diagram</i> .....	26
3.5 Perancangan Basis Data .....	30
3.6 Perancangan Antarmuka Pengguna.....	32
3.6.1 Antarmuka Halaman Login.....	32
3.6.2 Antarmuka Halaman Register .....	33
3.6.3 Antarmuka Halaman Dashboard.....	34
3.6.4 Antarmuka Halaman Wind Turbine.....	34
3.6.5 Antarmuka Halaman Add Wind Turbine.....	35
3.6.6 Antarmuka Halaman Wind Potential .....	36
3.6.7 Antarmuka Halaman Controller.....	37
3.7 Perancangan Perangkat Jaringan.....	38
3.7.1 Node Sensor .....	38
3.7.2 Node Gateway.....	39
3.7.3 Protokol Komunikasi .....	41
3.8 Perancangan Pengujian Sistem .....	41
3.8.1 Pengujian Fungsionalitas Modul NRF24L01.....	41
3.8.2 Pengujian Topologi Star.....	43

3.8.3	Pengujian Fungsionalitas Aplikasi Website Monitoring.....	46
BAB IV	.....	51
IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN	.....	51
4.1	Implementasi Sistem .....	51
4.1.1	Hasil Perakitan Perangkat Node Gateway .....	51
4.1.2	Hasil Perakitan Perangkat Node Sensor.....	56
4.1.3	Hasil Pengembangan Aplikasi Website Monitoring .....	63
4.2	Pengujian dan Analisis Sistem.....	77
4.2.1	Hasil Pengujian Fungsionalitas Modul NRF24L01 .....	78
4.2.1.1	Pengujian Pengiriman Payload dengan PA Level MIN.....	78
4.2.1.2	Pengujian Pengiriman Payload dengan PA Level LOW.....	80
4.2.1.3	Pengujian Pengiriman Payload Antar Bangunan dilokasi PT. Lentera Bumi Nusantara .....	81
4.2.2	Hasil Pengujian Topologi Star .....	84
4.2.2.1	Uji Topologi Menggunakan 1 <i>Node Gateway</i> dan 4 <i>Node Sensor</i> dengan 2 <i>Data Pipe</i> .....	84
4.2.2.2	Uji Topologi Menggunakan 2 <i>Node Gateway</i> dan 4 <i>Node Sensor</i> dengan 4 <i>Data Pipe</i> .....	87
4.2.3	Hasil Pengujian Fungsionalitas Aplikasi Website .....	89
4.3	Implementasi dan Skalabilitas Jaringan Monitoring.....	92
BAB V	.....	95
KESIMPULAN DAN SARAN	.....	95
5.1	Kesimpulan .....	95
5.2	Saran.....	96
DAFTAR PUSTAKA	.....	97
LAMPIRAN	.....	100

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.2.1.1 Contoh produk Smart Home (bardi.co.id).....	8
Gambar 2.2.2.1 Skema WSN (sensornetwork.mipa.ugm.ac.id) .....	8
Gambar 2.2.3.1 Ilustrasi frekuensi channel pada NRF24L01 (lastminuteengineers.com) .....	9
Gambar 2.2.3.2 Ilustrasi multiceiver dengan data pipe pada NRF24L01 (lastminuteengineers.com) .....	10
Gambar 2.2.3.3 Format packet Enhanced ShockBurst pada modul NRF24L01 (lastminuteengineers.com) .....	11
Gambar 2.2.3.4 Skema pinout modul NRF24L01 (lastminuteengineers.com).....	12
Gambar 2.2.4.1 Modul anemometer <i>Inspeed Vortex “FlexWire”</i> (inspeed.com) 13	
Gambar 2.2.5.1 Skema pinout modul RTC DS3231 (lastminuteengineers.com) .	14
Gambar 2.2.6.1 Skema pinout modul ADS1115 (nn-digital.com) .....	15
Gambar 2.2.7.1 Skema pinout microcontroller NodeMCU ESP32 (studiopieters.nl).....	17
Gambar 2.2.8.1 Alur kerja dari API (altexsoft.com).....	18
Gambar 2.2.9.1 Skema pinout microcontroller Arduino Nano (commons.wikimedia.org) .....	19
Gambar 2.2.10.1 DC Sensor Module buat PT. Lentera Bumi Nusantara .....	20
Gambar 3.3.1 Activity diagram sistem monitoring yang akan dibangun .....	25
Gambar 3.4.1 <i>Use case diagram</i> sistem monitoring yang akan dibangun.....	26
Gambar 3.5.1 <i>Database</i> yang sudah dimiliki PT. Lentera Bumi Nusantara.....	30
Gambar 3.6.1.1 Rancangan antarmuka halaman Login .....	33
Gambar 3.6.2.1 Rancangan antarmuka halaman Register .....	33
Gambar 3.6.3.1 Rancangan antarmuka halaman Dashboard .....	34
Gambar 3.6.4.1 Rancangan antarmuka halaman wind turbine .....	35
Gambar 3.6.5.1 Rancangan antarmuka halaman Add Wind Turbine .....	36
Gambar 3.6.6.1 Rancangan antarmuka halaman wind potential.....	37
Gambar 3.6.7.1 Rancangan antarmuka halaman controller .....	37
Gambar 3.7.1.1 Rangkaian perancangan node sensor.....	38
Gambar 3.7.2.1 Rangkaian perancangan node gateway .....	40

Gambar 3.7.3.1 Alur kerja API dalam menerima data dari node gateway .....	41
Gambar 3.8.1.1 Skema pengujian di lingkungan PT. Lentera Bumi Nusantara ...	42
Gambar 3.8.1.2 Skema pengujian didalam bangunan Battery Station menuju bangunan Office di PT. Lentera Bumi Nusantara.....	43
Gambar 3.8.2.1 Contoh rancangan jaringan NRF24L01 dengan banyak transmitter dalam 1 data pipe .....	44
Gambar 3.8.2.2 Rancangan evaluasi pengujian model pertama .....	45
Gambar 3.8.2.3 Rancangan evaluasi pengujian model kedua.....	45
Gambar 3.8.2.4 Posisi perangkat pada evaluasi topologi.....	46
Gambar 4.1.1.1 Perangkat node gateway.....	51
Gambar 4.1.1.2 Perangkat node gateway dalam project box.....	51
Gambar 4.1.1.3 Potongan kode konfigurasi node gateway.....	52
Gambar 4.1.1.4 Potongan kode proses pengecekan konektivitas WLAN dan NRF24L01.....	53
Gambar 4.1.1.5 Potongan kode fungsi pengecekan konektivitas WLAN.....	53
Gambar 4.1.1.6 Potongan kode saat node gateway menerima payload dari node sensor.....	54
Gambar 4.1.1.7 Potongan kode pengiriman JSON ke server.....	55
Gambar 4.1.2.1 Perangkat node sensor.....	56
Gambar 4.1.2.2 Potongan kode list konfigurasi ID Node dan alamat data pipe ...	56
Gambar 4.1.2.3 Potongan kode konfigurasi NRF24L01 perangkat node sensor..	57
Gambar 4.1.2.4 Potongan kode struct payload .....	58
Gambar 4.1.2.5 Potongan kode fungsi loop.....	59
Gambar 4.1.2.6 Potongan kode pembacaan nilai sensor.....	59
Gambar 4.1.2.7 Grafik rumus persamaan linear untuk kalibrasi pembacaan kecepatan angin.....	60
Gambar 4.1.2.8 Grafik rumus persamaan linear untuk kalibrasi pembacaan arus	61
Gambar 4.1.2.9 Grafik rumus persamaan linear untuk kalibrasi pembacaan tegangan .....	61
Gambar 4.1.2.10 Proses kalibrasi pembacaan frekuensi.....	62
Gambar 4.1.2.11 Proses kalibrasi pembacaan arus dan tegangan.....	62

Gambar 4.1.3.1 Halaman login .....	63
Gambar 4.1.3.2 Notifikasi alert pada kolom input login.....	64
Gambar 4.1.3.3 return request API login .....	64
Gambar 4.1.3.4 Potongan kode proses simpan return request API login .....	65
Gambar 4.1.3.5 Halaman register .....	65
Gambar 4.1.3.6 Notifikasi alert pada kolom input register.....	66
Gambar 4.1.3.7 Return request API register berupa error message.....	67
Gambar 4.1.3.8 Return request API register bila sukses.....	67
Gambar 4.1.3.9 Halaman dashboard .....	67
Gambar 4.1.3.10 Potongan kode untuk refresh card view tiap 1 detik pada dashboard .....	68
Gambar 4.1.3.11 Hasil return dari request API dashboard .....	68
Gambar 4.1.3.12 Potongan kode untuk menyimpan kembalian request API dashboard .....	69
Gambar 4.1.3.13 Potongan kode untuk menampilkan data pada card view dihalaman dashboard.....	69
Gambar 4.1.3.14 Halaman profile.....	69
Gambar 4.1.3.15 Potongan kode fungsi logout.....	70
Gambar 4.1.3.16 Halaman wind turbine .....	70
Gambar 4.1.3.17 Potongan kode tombol download pada action button .....	71
Gambar 4.1.3.18 Potongan kode fungsi untuk request data turbine .....	71
Gambar 4.1.3.19 Halaman detail wind turbine .....	72
Gambar 4.1.3.20 Halaman detail wind turbine lanjutan .....	72
Gambar 4.1.3.21 Halaman add wind turbine .....	73
Gambar 4.1.3.22 Halaman add wind turbine lanjutan .....	73
Gambar 4.1.3.23 Potongan kode fungsi addDataTurbine .....	74
Gambar 4.1.3.24 Halaman wind potential .....	75
Gambar 4.1.3.25 Potongan kode untuk rerata 60 data pada chart kecepatan angin .....	76
Gambar 4.1.3.26 Potongan kode untuk refresh tabel dan chart setiap 30 detik....	76
Gambar 4.1.3.27 Halaman controller .....	77

Gambar 4.1.3.28 Halaman controller lanjutan .....	77
Gambar 4.2.1.1.1 Grafik <i>success rate</i> jumlah <i>payload</i> diterima dipengujian pengiriman dengan PA Level MIN .....	79
Gambar 4.2.1.2.1 Grafik <i>success rate</i> jumlah <i>payload</i> diterima dipengujian pengiriman dengan PA Level LOW .....	81
Gambar 4.2.1.3.1 Grafik <i>success rate</i> jumlah <i>payload</i> diterima dipengujian pengiriman antar bangunan dengan PA Level MIN dan LOW .....	83
Gambar 4.2.1.3.2 Denah bangunan pada pengujian pengiriman antar bangunan .	83
Gambar 4.2.2.1.1 Grafik <i>success rate</i> jumlah <i>payload</i> diterima dipengujian pengiriman 4 <i>node sensor</i> dan 1 <i>node gateway</i> dengan 2 <i>data pipe</i> .....	86
Gambar 4.2.2.2.1 Grafik <i>success rate</i> jumlah <i>payload</i> diterima dipengujian pengiriman 4 <i>node sensor</i> dan 2 <i>node gateway</i> dengan 4 <i>data pipe</i> .....	88
Gambar 4.3.1 Skema jaringan sistem monitoring yang akan dibangun.....	93
Gambar 4.3.2 Turbin angin PT. Lentera Bumi Nusantara .....	94



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.2.3.1 Penjelasan pin pada modul NRF24L01 .....	12
Tabel 2.2.5.1 Penjelasan pin pada modul RTC DS3231 .....	15
Tabel 2.2.6.1 Penjelasan pin pada modul ADS1115.....	16
Tabel 2.2.7.1 Penjelasan pin yang digunakan pada ESP32.....	17
Tabel 2.2.9.1 Penjelasan pin yang digunakan pada Arduino Nano .....	19
Tabel 2.2.10.1 Penjelasan DC power sensor module.....	20
Tabel 3.4.1 Deskripsi Use Case Login.....	27
Tabel 3.4.2 Deskripsi Use Case Register .....	27
Tabel 3.4.3 Deskripsi Use Case Melihat Data Turbin .....	27
Tabel 3.4.4 Deskripsi Use Case Unduh Data Turbin.....	28
Tabel 3.4.5 Deskripsi Use Case Edit Data Turbin .....	28
Tabel 3.4.6 Deskripsi Use Case Hapus Data Turbin.....	29
Tabel 3.4.7 Deskripsi Use Case Input Data Turbin .....	29
Tabel 3.7.1.1 Detail pin yang digunakan pada rangkaian node sensor .....	39
Tabel 3.7.2.1 Detail pin yang digunakan pada rangkaian node gateway .....	40
Tabel 3.8.3.1 Skenario pengujian dengan role admin.....	47
Tabel 3.8.3.2 Skenario pengujian dengan role user .....	49
Tabel 4.2.1.1.1 Hasil pengujian pengiriman payload dengan PA Level MIN .....	78
Tabel 4.2.1.2.1 Hasil pengujian pengiriman payload dengan PA Level LOW .....	80
Tabel 4.2.1.3.1 Hasil pengujian pengiriman payload antar bangunan dengan receiver di bangunan Office dan PA Level MIN .....	82
Tabel 4.2.1.3.2 Hasil pengujian pengiriman payload antar bangunan dengan receiver di bangunan Office dan PA Level LOW .....	82
Tabel 4.2.2.1.1 Hasil pengujian pengiriman payload antar 4 transmitter dan 1 receiver dengan 2 data pipe.....	85
Tabel 4.2.2.2.1 Hasil pengujian pengiriman payload antar 4 transmitter dan 2 receiver dengan 4 data pipe.....	87
Tabel 4.2.3.1 Hasil pengujian skenario test case admin .....	89
Tabel 4.2.3.2 Hasil pengujian skenario test case user.....	91



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A - Kode Sumber Program .....	100
Lampiran B - Konsultasi Dosen 1 .....	115
Lampiran C - Konsultasi Dosen 2 .....	117
Lampiran D - Lain-lain .....	120



## INTISARI

### IMPLEMENTASI WIRELESS SENSOR NETWORK MENGUNAKAN NRF24L01 UNTUK SISTEM PENGUMPULAN DATA PADA SISTEM TURBIN ANGIN

Oleh

RAYMOND LINUSA PUTRA

71180273

PT. Lentera Bumi Nusantara memiliki turbin angin berskala mikro sebagai fasilitas riset pengembangan Energi Baru Terbarukan (EBT). Dalam hal ini, pegawai serta mahasiswa magang memerlukan data hasil pembacaan turbin angin untuk keperluan pengembangan riset. Namun, PT. Lentera Bumi Nusantara belum memiliki sistem monitoring untuk turbin angin. Sementara itu, latar tempat PT. Lentera Bumi Nusantara yang berada pada pesisir pantai di Kabupaten Tasikmalaya menjadi salah satu penyebab infrastruktur jaringan yang kurang baik. Berdasarkan masalah tersebut, penelitian dilakukan untuk mengembangkan sistem monitoring turbin angin yang dapat diimplementasi di PT. Lentera Bumi Nusantara.

Sistem monitoring yang dibangun dengan implementasi *wireless sensor network* menggunakan jaringan NRF24L01 dapat menjadi solusi untuk permasalahan yang dihadapi. Sistem dibangun menggunakan 2 jenis perangkat berupa *node gateway* dan *node sensor* yang saling berkomunikasi menggunakan jaringan NRF24L01. Selain itu, *node gateway* terhubung dengan basis data melalui API. Segala data monitoring akan ditampilkan dalam sebuah aplikasi web lokal secara *realtime*.

Berdasarkan hasil yang didapatkan, dapat disimpulkan bahwa implementasi dapat berjalan dengan baik meskipun lokasi *node gateway* dan *node sensor* tidak berada pada kondisi jarak pandang namun dengan jarak antar perangkat disekitar

21 m. Sistem yang sukses diimplementasikan memungkinkan pengguna dapat mengakses data pembacaan turbin angin dengan lebih cepat dan mudah melalui aplikasi web lokal.

**Kata-kata kunci** : NRF24L01, *Wireless Sensor Network*, sistem monitoring, Turbin angin



## **ABSTRACT**

### **IMPLEMENTATION OF WIRELESS SENSOR NETWORK USING NRF24L01 FOR DATA LOGGER SYSTEM IN WIND TURBINE SYSTEM**

By

RAYMOND LINUSA PUTRA

71180273

PT. Lentera Bumi Nusantara had a micro-scale wind turbine as a research facility for the development of new renewable energy. Staff and interns need output data from wind turbine for research development purposes. In fact, PT. Lentera Bumi Nusantara did not have a monitoring system for monitoring wind turbine data output in real-time. Moreover, PT. Lentera Bumi Nusantara is located on the coast in Tasikmalaya Regency which has a poor network infrastructure. This research was conducted to solve the problem and develop a monitoring system in PT. Lentera Bumi Nusantara.

The research built a wireless sensor network (WSN) design using NRF24L01 implementation to provide a monitoring system for wind turbine. A system built with node gateway and node sensor for transmitting and receiving payload contains wind turbine data output using NRF24L01 and stores it to a database using API. In addition, a local web application was built for monitoring purposes to provide wind turbine data output in real-time.

Overall WSN using NRF24L01 is successfully implemented for wind turbine monitoring system even though the position of node gateway and node sensor is not in line of sight but can work well with a distance of 21 m or less between node gateway and node sensor. The system that has been successfully implemented allows users to access wind turbine data output in real-time.

**Keywords :** NRF24L01, wireless sensor network, monitoring system, wind turbine



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Data merupakan sesuatu yang sangat penting dan diperlukan dalam kehidupan manusia sehari-hari. Kemudahan mengakses data menjadi prioritas utama dewasa ini. Namun pada kenyataannya, beberapa data yang ada tidak bisa diperoleh dengan mudah dan cepat. Keterbatasan dalam mengakses data dialami oleh sistem pemantauan pada beberapa sistem turbin angin. Akibatnya data tersebut tidak dapat diakses kapanpun saat dibutuhkan oleh pengguna. Keterbatasan dalam mengakses data muncul dikarenakan data tersebut tidak tersimpan dalam *database*, melainkan tersimpan dalam kartu memori (*memory card*). Data yang tersimpan dalam kartu memori (*memory card*) membutuhkan waktu akses yang lama dikarenakan pengguna harus mengakses kartu memori tersebut untuk dapat melihat data pembacaan dari sensor.

Latar belakang permasalahan berasal dari sistem pemantauan turbin angin di PT. Lentera Bumi Nusantara yang masih melakukan penyimpanan data pada *memory* di *microcontroller*. Hal ini membuat data pemantauan tidak dapat dilihat secara langsung oleh pengguna di PT. Lentera Bumi Nusantara. Dampak dari penyimpanan data ke dalam *memory* pada *microcontroller* membuat pengguna harus mengakses *memory* secara langsung untuk dapat melihat hasil pemantauan turbin angin dan tidak dapat melihat pembacaan turbin angin yang sedang berjalan.

Penelitian ini dilakukan dari keterbatasan tersebut untuk mengalihkan penyimpanan data hasil pembacaan sensor ke dalam *database* lokal melalui API dan komunikasi nirkabel radio. Penggunaan komunikasi nirkabel radio dan API dalam jaringan lokal sebagai metode pengiriman data. API berfungsi untuk menghubungkan antara *database* dengan *microcontroller* yang berperan sebagai *node gateway* melalui jaringan lokal. Selanjutnya, komunikasi nirkabel radio berperan sebagai jalur komunikasi antara *node gateway* dengan *node* sensor yang berada pada turbin angin. Dengan adanya data pada *database* lokal maka dapat

mempermudah pengguna untuk mengolah data menjadi bentuk yang diinginkan. Dikatakan dapat mempermudah pengguna karena data pada *database* cenderung lebih mudah diakses dibandingkan mengakses *memory* pada *microcontroller*.

Dalam penelitian ini penulis berupaya menerapkan sistem pengumpulan data berbasis IoT dengan Jaringan Sensor Nirkabel yang memungkinkan komunikasi antar *server* dengan seluruh sensor yang terpasang pada masing-masing turbin angin. Dengan menerapkan modul NRF24L01 pada sistem pengumpulan data maka sistem yang dibentuk akan dapat bekerja pada infrastruktur jaringan internet yang minim. Hal ini mempermudah proses pemantauan di tempat yang memiliki infrastruktur jaringan yang minim. Pengujian performa jaringan NRF24L01 serta jaringan topologi NRF24L01 akan dilakukan dan dianalisis untuk mengetahui kemampuan NRF24L01 dalam penggunaan sistem monitoring. Selain itu, sebuah aplikasi web akan dirancang sebagai aplikasi monitoring data turbin angin pada *server* lokal. Data yang akan dikumpulkan ke dalam *database* merupakan data kecepatan angin, hasil arus dan tegangan dari tiap turbin di kincir angin.

## **1.2. Perumusan Masalah**

Berdasarkan uraian pada latar belakang di atas, maka masalah yang akan diteliti dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana *wireless sensor network* menggunakan NRF24L01 diterapkan untuk sistem monitoring pada sistem turbin angin?
2. Seberapa baik performa sistem monitoring dengan implementasi NRF24L01 untuk sistem turbin angin?

## **1.3. Batasan Masalah**

Penelitian ini akan dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Objek penelitian adalah sistem turbin angin di PT. Lentera Bumi Nusantara.

2. Fokus penelitian adalah pada alur data dari sensor pada *microcontroller* menuju *database* lokal pada PT. Lentera Bumi Nusantara.
3. Metode pengiriman data dari *microcontroller* menuju *database* lokal menggunakan API.
4. Metode komunikasi antar *microcontroller* pada tiap *node* menggunakan NRF24L01 melalui jaringan nirkabel radio.
5. Komputer *server* untuk *database* lokal sudah tersedia beserta dengan API dan *database* *mysql*.
6. Aplikasi *monitoring* data yang dibangun berupa aplikasi *website* yang dikonfigurasi pada server lokal.

#### **1.4. Tujuan Penelitian**

Tujuan utama penelitian ini adalah membuat implementasi *Wireless Sensor Network* menggunakan modul komunikasi radio NRF24L01 untuk pengumpulan data sistem turbin angin menuju *database* lokal. Selain itu, untuk mengetahui performa dari sistem monitoring yang dibangun dengan menggunakan jaringan komunikasi radio NRF24L01.

#### **1.5. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai pertimbangan untuk perancangan sebuah sistem monitoring berskala lokal yang akan diimplementasikan pada daerah dengan cakupan wilayah yang luas dengan memanfaatkan komunikasi jaringan radio dari modul NRF24L01. Selain itu, penelitian ini memudahkan pengguna dalam proses pemantauan serta pengolahan data turbin angin melalui aplikasi sistem monitoring yang telah dibangun oleh penulis.



## 1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan pada penulisan skripsi ini disesuaikan dengan ketentuan penulisan skripsi yang telah diatur pada tata acara penulisan tugas akhir Program Studi.

BAB I membahas terkait pendahuluan yang berisi tentang latar belakang masalah yang akan diteliti oleh penulis, rumusan masalah yang dihadapi penulis, batasan masalah dalam penelitian, tujuan penelitian, metodologi penelitian, serta sistematika penulisan yang dilakukan oleh penulis.

BAB II membahas terkait tinjauan pustaka yang berisi referensi-referensi tentang teori yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan penulis serta landasan teori yang digunakan oleh penulis dalam melakukan penelitian.

BAB III membahas terkait metodologi dan perancangan sistem yang akan dilakukan oleh penulis dalam menjalankan penelitian secara terperinci mulai dari kebutuhan perangkat desain sistem, desain *database* hingga pengujian dan evaluasi dari sistem yang dibangun penulis.

BAB IV membahas terkait hasil penelitian dari penulis dimana pada bagian ini akan menjabarkan isi dari hasil penelitian dan analisis dari sistem yang dibangun penulis.

BAB V akan berisi terkait kesimpulan dan saran dari hasil penelitian penulis tentang keseluruhan sistem yang telah dibangun oleh penulis. Berdasarkan hasil yang diperoleh penulis akan berguna untuk pengembangan sistem selanjutnya.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem monitoring turbin angin di PT. Lentera Bumi Nusantara dengan mengimplementasikan *wireless sensor network* menggunakan NRF24L01 berhasil diterapkan. Hasil pengujian di lokasi menunjukkan bahwa pengiriman *payload* antar ruangan memungkinkan dilakukan dengan jaringan NRF24L01 menggunakan konfigurasi PA Level MIN dengan LNA aktif pada NRF24L01. Fitur LNA yang aktif akan memperkuat sinyal dan memperluas jarak jangkauan NRF24L01. Oleh karena itu, implementasi perangkat diletakkan sesuai dengan lokasi perangkat pada saat pengujian. Dengan demikian, *node sensor* berada di bangunan Battery Station. Sementara itu, *node gateway* diletakkan di bangunan Office. Masing-masing perangkat menggunakan konfigurasi PA Level LOW dan LNA aktif. Penggunaan PA Level yang berbeda dari pengujian didasarkan pada kesimpulan bahwa menaikkan tingkat PA Level dapat meningkatkan kestabilan sinyal.

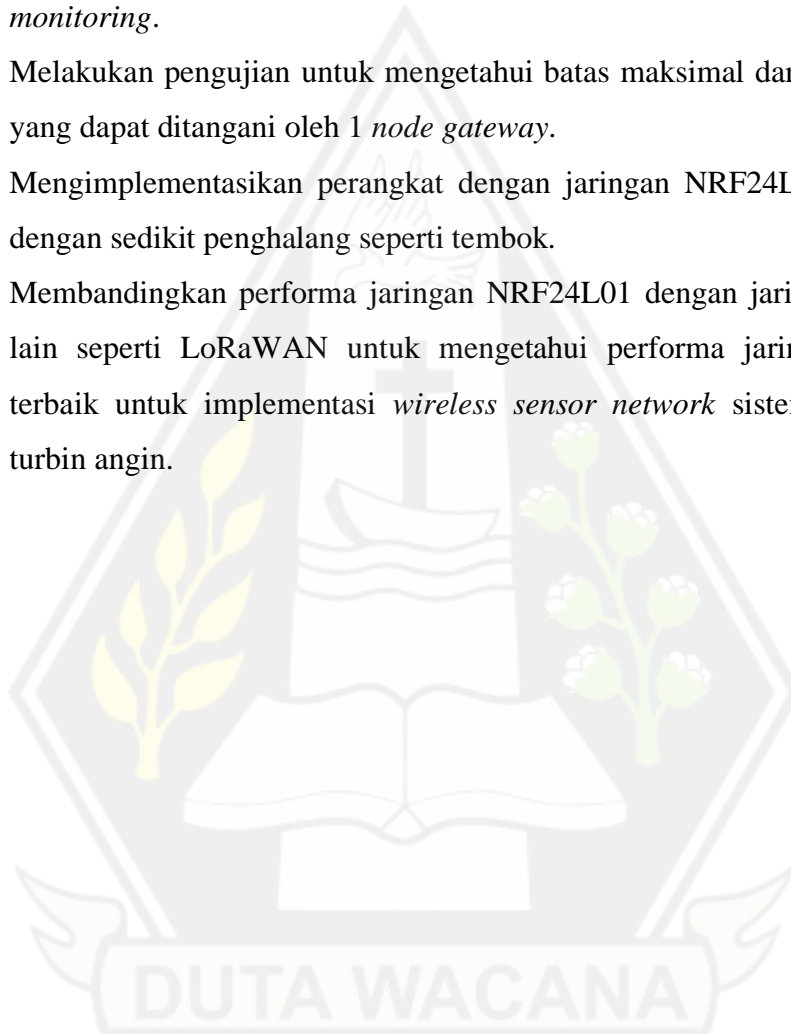
Aplikasi website yang dibangun dapat melewati pengujian, sehingga dinyatakan lolos untuk dapat digunakan sebagai aplikasi monitoring. Dengan demikian, pengguna dapat mengakses data turbin angin secara langsung menggunakan aplikasi website tersebut. Namun sistem monitoring yang telah diimplementasi masih memiliki beberapa kekurangan sebagai berikut:

1. Tidak semua turbin angin di PT. Lentera Bumi Nusantara terhubung dengan sistem monitoring karena keterbatasan sumber daya.
2. Sistem monitoring masih berskala lokal sehingga belum mendukung pemantauan dari luar site PT. Lentera Bumi Nusantara.
3. Belum mengetahui batas maksimal dari *node sensor* yang dapat terhubung pada 1 *node gateway* dikarenakan keterbatasan sumber daya.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil dari implementasi yang dilakukan pada sistem monitoring turbin angin, berikut merupakan saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya:

1. Menambah fitur pencarian dan edit informasi turbin angin pada aplikasi *monitoring*.
2. Melakukan pengujian untuk mengetahui batas maksimal dari *node sensor* yang dapat ditangani oleh 1 *node gateway*.
3. Mengimplementasikan perangkat dengan jaringan NRF24L01 di tempat dengan sedikit penghalang seperti tembok.
4. Membandingkan performa jaringan NRF24L01 dengan jaringan nirkabel lain seperti LoRaWAN untuk mengetahui performa jaringan nirkabel terbaik untuk implementasi *wireless sensor network* sistem *monitoring* turbin angin.



## DAFTAR PUSTAKA

- Arduino. (2021, June 30). *ARDUINO NANO Pinout*.  
[https://content.arduino.cc/assets/Pinout-NANO\\_latest.pdf](https://content.arduino.cc/assets/Pinout-NANO_latest.pdf)
- Bento, A. C., Da Silva, E. M. L., & De Souza, E. M. (2019). An Experiment with NRF24L01+ and Arduino Pro Micro Data Transmission for IoT. *2019 10th International Conference on Computing, Communication and Networking Technologies, ICCCNT 2019, July 2020*.  
<https://doi.org/10.1109/ICCCNT45670.2019.8944813>
- Brito, T., Pereira, A. I., Lima, J., & Valente, A. (2020). Wireless sensor network for ignitions detection: An IoT approach. *Electronics (Switzerland)*, 9(6).  
<https://doi.org/10.3390/electronics9060893>
- Cholifah, W. N., Yulianingsih, Y., & Sagita, S. M. (2018). Pengujian Black Box Testing pada Aplikasi Action & Strategy Berbasis Android dengan Teknologi Phonegap. *STRING (Satuan Tulisan Riset Dan Inovasi Teknologi)*, 3(2), 206. <https://doi.org/10.30998/string.v3i2.3048>
- Espressif Systems. (2021, August). *ESP32-WROOM-32 Datasheet*.  
<https://www.espressif.com/en/support/download/documents>
- Hanifah, U., Alit, R., & Sugiarto. (2016). Penggunaan Metode Black Box Pada Pengujian Sistem Informasi Surat Keluar Masuk. *SCAN - Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 11(2), 33–40.  
<http://ejournal.upnjatim.ac.id/index.php/scan/article/view/643>
- Inspeed.com. (n.d.). *Vortex "FlexWire" Anemometer*. Retrieved April 11, 2022, from <https://www.store.inspeed.com/Inspeed-Version-II-Hall-Sensor-Anemometer-Sensor-Only-WS2H.htm>
- Kuo, Y. W., Li, C. L., Jhang, J. H., & Lin, S. (2018). Design of a Wireless Sensor Network-Based IoT Platform for Wide Area and Heterogeneous Applications. *IEEE Sensors Journal*, 100(12), 285–289.  
<https://doi.org/10.1109/JSEN.2018.2832664>
- LEM. (2015, December 21). *Current transducer CKSR series*.  
[https://www.lem.com/sites/default/files/products\\_datasheets/cksr\\_series.pdf](https://www.lem.com/sites/default/files/products_datasheets/cksr_series.pdf)

- Maxim Integrated Products, Inc. (2015, March 15). *DS3231 Extremely Accurate I2C-Integrated RTC/TCXO/Crystal*. [www.maximintegrated.com](http://www.maximintegrated.com)
- Nordic Semiconductor. (2008, March). *nRF24L01+ Preliminary Product Specification*.  
[https://www.sparkfun.com/datasheets/Components/SMD/nRF24L01Pluss\\_Preliminary\\_Product\\_Specification\\_v1\\_0.pdf](https://www.sparkfun.com/datasheets/Components/SMD/nRF24L01Pluss_Preliminary_Product_Specification_v1_0.pdf)
- Optimized high speed nRF24L01+ driver class documentation*. (2021, November 28). <https://nrf24.github.io/RF24/index.html>
- Patil, H. K., & Chen, T. M. (2017). Wireless Sensor Network Security. In *Computer and Information Security Handbook* (pp. 317–337). Elsevier.  
<https://doi.org/10.1016/b978-0-12-803843-7.00018-1>
- Prasetyo, R. E., Rizqika Akbar, S., & Maulana, R. (2018). *Rancang Bangun Low Power Pada Wireless Sensor Node Berbasis NRF24L01+*. 2(10), 2548–2964.  
<http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Saha, H., Mandal, S., Mitra, S., Banerjee, S., & Saha, U. (2017). Comparative Performance Analysis between nRF24L01+ and XBEE ZB Module Based Wireless Ad-hoc Networks. *International Journal of Computer Network and Information Security*, 9(7), 36–44. <https://doi.org/10.5815/ijcnis.2017.07.05>
- Syafiqoh, U., Sunardi, S., & Yudhana, A. (2018). Pengembangan Wireless Sensor Network Berbasis Internet of Things Syafiqoh, U., Sunardi, S., & Yudhana, A. (2018). Pengembangan Wireless Sensor Network Berbasis Internet of Things untuk Sistem Pemantauan Kualitas Air dan Tanah Pertanian. *Jurnal Informatika. Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, 3(2), 285–289.
- Texas Instruments. (2018, January). *ADS111x Ultra-Small, Low-Power, I2C-Compatible, 860-SPS, 16-Bit ADCs With Internal Reference, Oscillator, and Programmable Comparator*.  
[https://www.ti.com/lit/ds/symlink/ads1115.pdf?ts=1640502353699&ref\\_url=https%253A%252F%252Fwww.google.com%252F](https://www.ti.com/lit/ds/symlink/ads1115.pdf?ts=1640502353699&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.google.com%252F)
- Vikram, N., Harish, K. S., Nihaal, M. S., Umesh, R., Shetty, A., & Kumar, A. (2017). A low cost home automation system using wi-fi based wireless sensor network incorporating internet of things (IoT). *Proceedings - 7th*

*IEEE International Advanced Computing Conference, IACC 2017, 100, 174–178.* <https://doi.org/10.1109/IACC.2017.0048>

