



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**RANCANG BANGUN APLIKASI UNTUK EVALUASI
KINERJA LINK KOMUNIKASI LORA POINT-TO-
MULTIPOINT PADA SISTEM STASIUN CUACA DI
WILAYAH PEMUKIMAN**

**“Perancangan Perangkat Keras Unit Pemancar dan Penerima
Stasiun Cuaca Berbasis LoRa”**

TUGAS AKHIR

Muhamad Ivan Ramadhan

2303332010

**PROGRAM STUDI TELEKOMUNIKASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**RANCANG BANGUN APLIKASI UNTUK EVALUASI
KINERJA LINK KOMUNIKASI LORA POINT-TO-
MULTIPOINT PADA SISTEM STASIUN CUACA DI
WILAYAH PEMUKIMAN**

**"Perancangan Perangkat Keras Unit Pemancar dan Penerima
Stasiun Cuaca Berbasis LoRa"**

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Diploma Tiga**

Muhamad Ivan Ramadhan

2303332010

**PROGRAM STUDI TELEKOMUNIKASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
2026**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Muhamad Ivan Ramadhan

NIM : 2303332010

Tanda Tangan :

Tanggal : 6 Juli 2026





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir diajukan oleh :

Nama : Muhamad Ivan Ramadhan

NIM : 2303332010

Program Studi : Telekomunikasi

Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Aplikasi Untuk Evaluasi Kinerja Link Komunikasi Lora Point-To-Multipoint Pada Sistem Stasiun Cuaca Di Wilayah Pemukiman

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada Senin, 6 Juli 2026 dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing I : Shita Fitria Nurjihan, S.T.,M.T ()
NIP. 199206202019032028

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Depok, 22 Juli 2026

Disahkan Oleh

Ketua Jurusan teknik Elektro



D. W e Dwiyaniti, S.T., M.T.

NIP 197803312003122002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan kemudahan-Nya, sehingga laporan tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Diploma Tiga Politeknik. Tugas Akhir ini membahas judul "Rancang Bangun Aplikasi untuk Evaluasi Kinerja Link Komunikasi LoRa Point-to-Multipoint pada Stasiun Cuaca di Wilayah Pemukiman". Dalam penyusunan laporan ini, penulis memperoleh banyak bimbingan, dukungan, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Shita Fitria Nurjihan, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran serta dengan sabar memberikan bimbingan, masukan, serta motivasi selama proses pengerjaan tugas akhir ini;
2. Bapak/Ibu dosen Program Studi Telekomunikasi yang telah memberikan ilmu, pengetahuan, serta dukungan selama masa perkuliahan.
3. Kedua orang tua dan keluarga tercinta yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;
4. Winni Fatika Cahya, sebagai rekan kelompok tugas akhir yang sudah bekerja sama dengan baik dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Teman-teman kelas Telkom C 2023 dan terkhusus teman-teman yang telah memberikan bantuan, kerja sama, motivasi, dan dukungan selama proses pengerjaan tugas akhir.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan laporan ini. Akhirnya, semoga laporan ini dapat memberikan manfaat dan menambah wawasan bagi semua pihak yang membacanya.

Depok, 25 Juni 2026

Penulis

Muhamad Ivan Ramadhan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

RANCANG BANGUN APLIKASI UNTUK EVALUASI KINERJA LINK KOMUNIKASI LORA POINT-TO-MULTIPOINT PADA STASIUN CUACA DI WILAYAH PEMUKIMAN

ABSTRAK

Kondisi cuaca di area pemukiman padat sering kali sulit dipantau secara akurat karena keterbatasan penempatan stasiun cuaca standar. Penelitian ini bertujuan untuk merealisasikan perangkat keras stasiun pemantau cuaca portabel berbasis teknologi nirkabel LoRa (Long Range) frekuensi 915 MHz untuk mengukur parameter iklim mikro. Sistem ini dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32 DevKit V1 sebagai pusat pemroses data lapangan pada unit Transmitter. Sensor yang diintegrasikan meliputi sensor DHT11 untuk mengukur suhu dan kelembaban udara, Rain Sensor Module untuk mendeteksi status curah hujan, serta Anemometer untuk mengukur kecepatan tiupan angin. Sektor catu daya diimplementasikan secara mandiri menggunakan rangkaian seri 2 buah Baterai Lithium 18650 berkapasitas 2600 mAh yang langsung menyuplai pin VIN ESP32 tanpa komponen regulator luar. Berdasarkan hasil pengujian perangkat keras, sistem catu daya baterai mampu beroperasi dengan aman pada rentang tegangan 8,30 V DC hingga 6,46 V DC. Pengujian akurasi transduser secara lokal menunjukkan hasil yang sangat presisi dengan nilai rata-rata persentase kesalahan (error) sebesar 1,22% untuk suhu udara, 2,09% untuk kelembaban relatif, dan 3,76% untuk kecepatan angin, serta respons analog sensor hujan yang bekerja normal sesuai tingkat kebasahan lempeng. Pengujian performa link komunikasi radio LoRa SX1276 membuktikan bahwa paket string data cuaca tetap dapat ditransmisikan secara utuh tanpa packet loss pada pengujian jarak hingga 20 meter, bahkan dalam kondisi Non-Line of Sight (NLOS) di balik dinding pemukiman padat dengan metrik RSSI -108 dBm dan SNR -3,4 dB.

Kata Kunci: Perangkat Keras, ESP32, LoRa SX1276, Sensor Cuaca, Baterai 18650.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DESIGN AND DEVELOPMENT OF AN APPLICATION FOR EVALUATING THE PERFORMANCE OF POINT-TO-MULTIPOINT LORA COMMUNICATION LINKS AT WEATHER STATIONS IN RESIDENTIAL AREAS

ABSTRACT

Weather conditions in densely populated residential areas are often difficult to monitor accurately due to the limitations of standard weather station placement. This study aims to realize the hardware of a portable weather monitoring station based on 915 MHz LoRa (Long Range) wireless technology to measure microclimate parameters. The system is designed using the ESP32 DevKit V1 microcontroller as the field data processing center on the Transmitter unit. The integrated sensors include the DHT11 sensor to measure air temperature and humidity, the Rain Sensor Module to detect rainfall status, and the JL-FS2 Anemometer to measure wind speed. The power supply sector is independently implemented using a series arrangement of two 18650 Lithium Batteries with a capacity of 2600 mAh which directly supplies the ESP32 VIN pin without external regulator components. Based on hardware test results, the battery power supply system is capable of operating safely within a voltage range of 8.30 V DC to 6.46 V DC. Local transducer accuracy testing shows highly precise results with an average error percentage of 1.22% for air temperature, 2.09% for relative humidity, and 3.76% for wind speed, as well as a normal rain sensor analog response corresponding to the wetness level of the plate. The performance testing of the LoRa SX1276 radio communication link proves that the weather data string packets can still be transmitted completely without packet loss at a test distance of up to 20 meters, even in Non-Line of Sight (NLOS) conditions behind the walls of dense settlements with RSSI metrics of -108 dBm and SNR of -3.4 dB.

Keywords: Hardware, ESP32, LoRa SX1276, Weather Sensors, 18650 Battery.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Luaran.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Stasiun Cuaca	3
2.2 Internet of Things (IoT).....	3
2.3 Long Range (LoRa).....	4
2.4 Topologi Jaringan LoRa.....	6
2.5 LoRa Frekuensi	7
2.6 Regulasi Frekuensi LoRa di Indonesia	8
2.7 Sync Word pada Modul LoRa	9
2.8 Mikrokontroler ESP32 DevKit V1	9
2.9 Protokol Komunikasi <i>Serial Peripheral Interface (SPI)</i>	11
2.10 Sensor Parameter Cuaca	12
2.10.1 Sensor Anemometer	12
2.10.2 Sensor Suhu dan Kelembapan (DHT11).....	14
2.10.3 Sensor Hujan	15
2.11 Baterai	17
2.12 Arduino IDE	18
2.13 Parameter Performa Link Komunikasi LoRa	20
BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI	23
3.1 Rancangan Sistem	23
3.1.1 Deskripsi Sistem	23
3.1.2 Cara Kerja Sistem LoRa <i>Monitor Weather Station</i>	24
3.1.3 Spesifikasi Sistem LoRa <i>Monitor Weather Station</i>	25
3.1.4 Diagram Blok	25
3.1.5 Diagram Alir	26
3.1.6 Perancangan Perangkat Keras <i>Transmitter</i>	28
3.1.7 Perancangan Perangkat Keras <i>Receiver</i>	32
3.1.8 Perancangan <i>Software</i>	35
3.2 Realisasi Alat	40
3.2.1 Realisasi Rancang Bangun Alat Pemantau Cuaca	41
3.2.2 Pembuatan PCB	41
BAB IV PEMBAHASAN.....	45
4.1 Pengujian Sensor Suhu dan Kelembapan DHT11	45

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.1.1	Deskripsi Pengujian	45
4.1.2	Prosedur Pengujian Suhu dan Kelembapan	45
4.1.3	Data Hasil Pengujian DHT 11	46
4.1.4	Analisis Data / Evaluasi	46
4.2	Pengujian Sensor Curah Hujan (<i>Rain Sensor Module</i>)	46
4.2.1	Deskripsi Pengujian	46
4.2.2	Prosedur Pengujian Suhu dan Kelembapan	47
4.2.3	Data Hasil Pengujian Sensor Hujan	47
4.2.4	Analisa Data / Evaluasi	47
4.3	Pengujian Sensor Anemometer	49
4.3.1	Deskripsi Pengujian	49
4.3.2	Prosedur Pengujian	49
4.3.3	Data Hasil Pengujian Sensor Angin	49
4.3.4	Analisa Data / Evaluasi	50
4.4	Pengujian Kerja Mikrokontroler ESP32	51
4.4.1	Deskripsi Pengujian	51
4.4.2	Prosedur Pengujian	51
4.4.3	Data Hasil Pengujian	52
4.4.4	Analisis Data dan Evaluasi	52
4.5	Pengujian Fungsi LCD	53
4.5.1	Deskripsi Pengujian	53
4.5.2	Prosedur Pengujian	54
4.5.3	Data Hasil Pengujian	55
4.5.4	Analisa Data / Evaluasi	55
4.6	Pengujian Fungsi Modul Buzzer	56
4.6.1	Deskripsi Pengujian	56
4.6.2	Prosedur Pengujian	56
4.6.3	Data Hasil Pengujian	57
4.6.4	Analisa Data / Evaluasi	57
4.7	Pengujian Performa Komunikasi LoRa	58
4.7.1	Deskripsi Pengujian	58
4.7.2	Prosedur Pengujian	59
4.7.3	Data Hasil Pengujian	59
4.7.4	Analisa Data / Evaluasi	60
4.8	Analisa keseluruhan	61
BAB V PENUTUP		63
5.1 Kesimpulan		63
5.2 Saran		64
DAFTAR PUSTAKA		65
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		68
LAMPIRAN		69



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Cara Kerja IoT.....	4
Gambar 2. 2 LoRa RFM95W 915MHz Sumber: Adafruit Industries.com.....	5
Gambar 2. 3 Mikrokontroler ESP32 DevKit V1 Sumber: Espressif.com.....	10
Gambar 2. 4 Anemometer.....	12
Gambar 2. 5 DHT 11.....	14
Gambar 2. 6 Rain Sensor Module.....	16
Gambar 2. 7 Baterai Lithium 3,7 V.....	17
Gambar 3. 1 Diagram Blok Rancang Komunikasi Lora Point-To-Multipoint	26
Gambar 3. 2 Diagram Alir Komunikasi LoRa.....	27
Gambar 3. 3 Rangkaian Skematik LoRa Node Transmitter	28
Gambar 3. 4 Skematik Rangkaian ESP32 dengan Modul LoRa RFM95W	29
Gambar 3. 5 Skematik Rangkaian ESP32 dengan Sensor DHT11	30
Gambar 3. 6 Skematik Rangkaian ESP32 dengan Sensor Anemometer	31
Gambar 3. 7 Skematik Rangkaian ESP32 dengan Sensor Hujan	32
Gambar 3. 8 Rangkaian Skematik LoRa Node Gateway.....	32
Gambar 3. 9 Skematik ESP32 dengan Modul LoRa RFM95W	33
Gambar 3. 10 Skematik ESP32 dengan LCD I2C 16x2	34
Gambar 3. 11 Skematik ESP32 dengan Buzzer.....	35
Gambar 3. 12 Tampak Keseluruhan.....	41
Gambar 3. 13 Layout PCB Node Transmitter.....	42
Gambar 3. 14 Realisasi PCB Node Transmitter	42
Gambar 3. 15 Layout PCB Node Receiver.....	43
Gambar 3. 16 Realisasi PCB Node Receiver.....	43

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Modul LoRa RFM95W (SX1276)	6
Tabel 2. 2 World wide LoRaWAN Frequency Channel Distribution.....	7
Tabel 2. 3 Spesifikasi Mikrokontroler ESP32 DevKit V1	11
Tabel 2. 4 Spesifikasi Anemometer	13
Tabel 2. 5 Klasifikasi Kecepatan Angin Berdasarkan Skala Beaufort.....	13
Tabel 2. 6 Klasifikasi Tingkat Stres Termal Berdasarkan UTCI.....	15
Tabel 2. 7 Klasifikasi Intensitas Hujan	16
Tabel 2. 8 Spesifikasi Tegangan Baterai Lithium-Ion 18650	18
Tabel 2. 9 Kategori Kekuatan Sinyal RSSI.....	20
Tabel 2. 10 Standar Signal to Noise.....	21
Tabel 2. 11 Standar Packet Loss	22
Tabel 3. 1 Spesifikasi Komponen	25
Tabel 3. 2 Penggunaan PIN pada ESP32 Transmitter.....	29
Tabel 3. 3 Penggunaan PIN ESP32 dengan Sensor DHT11	30
Tabel 3. 4 Penggunaan PIN ESP32 dengan Sensor Anemometer	31
Tabel 3. 5 Penggunaan PIN ESP32 dengan Sensor Hujan.....	32
Tabel 3. 6 Penggunaan PIN pada ESP32 Receiver	33
Tabel 3. 7 Penggunaan PIN ESP32 dengan LCD I2C 16x2	34
Tabel 3. 8 Penggunaan PIN ESP32 dengan Buzzer	35
Tabel 3. 9 Library Program di Arduino	36
Tabel 4. 1 Pengujian Sensor DHT	46
Tabel 4. 2 Pengujian Sensor Hujan	47
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Sensor Kecepatan Angin	50
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Kerja internal Mikrokontroler ESP32	52
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Respons Tampilan Layar LCD	55
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Parameter Modul Buzzer	57
Tabel 4. 7 Pengujian Line of Sight	60
Tabel 4. 8 Pengujian Non Line of Sight.....	60



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

L.1-Program Node Transmitter.....	69
L.2-Program Node Receiver	74
L.3-Dokumentai Pengujian Siang Hari.....	79
L.4-Dokumentasi Keseluruhan Alat.....	80





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan akan sistem komunikasi nirkabel yang mampu mengirimkan data jarak jauh dengan efisiensi daya dan biaya yang optimal menjadi fokus penting dalam implementasi perangkat berbasis Internet of Things (IoT). Di antara berbagai opsi transmisi, teknologi LoRa (Long Range) muncul sebagai solusi unggul karena memiliki jangkauan area yang jauh lebih luas daripada Wi-Fi serta ketahanan yang andal terhadap gangguan sinyal (interferensi). Karakteristik ini membuat LoRa sangat ideal diaplikasikan pada stasiun cuaca lokal di area perumahan guna memantau dinamika kondisi lingkungan seperti suhu, kelembaban udara, intensitas curah hujan, hingga kecepatan angin secara real-time.

Meskipun demikian, area pemukiman padat menghadirkan tantangan tersendiri bagi perambatan gelombang radio. Keberadaan bangunan bertingkat, kerapatan rumah, dan pepohonan menciptakan kondisi Non-Line of Sight (NLOS) yang dapat memicu redaman sinyal dan mengganggu kestabilan transfer data cuaca. Berangkat dari kendala fisik tersebut, evaluasi terhadap keandalan link komunikasi LoRa menjadi sangat krusial. Parameter kualitas jaringan seperti Received Signal Strength Indicator (RSSI), Signal to Noise Ratio (SNR), throughput, serta persentase packet loss perlu diuji secara terukur untuk memetakan batas performa optimal perangkat saat beroperasi di lapangan.

Penelitian Tugas Akhir ini bertujuan untuk merancang sistem pemantauan cuaca berbasis LoRa dengan menerapkan arsitektur *point-to-multipoint*. Pada penerapannya, unit node pemancar (*Transmitter*) bersensor cuaca dengan kendali mikrokontroler ESP32 akan mengirimkan paket data secara simultan ke satu unit penerima (*receiver gateway*) pusat. Melalui skema ini, fluktuasi data parameter telekomunikasi (RSSI, SNR, dan *packet loss*) dari tiap node lapangan akan dianalisis secara mendalam, lalu diteruskan ke database untuk divisualisasikan melalui aplikasi pemantau berbasis web. Hasil evaluasi ini diharapkan mampu memberikan data konkret mengenai batas keandalan link komunikasi LoRa multi-node di lingkungan urban, sekaligus menjadi referensi aplikatif bagi pengembangan teknologi telekomunikasi di masa mendatang



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membangun perangkat pengirim pada sistem stasiun cuaca berbasis komunikasi LoRa *point-to-multipoint* di wilayah pemukiman?
2. Bagaimana merancang dan membangun perangkat penerima pada sistem stasiun cuaca berbasis komunikasi LoRa *point-to-multipoint* di wilayah pemukiman?
3. Bagaimana melakukan pengujian sistem stasiun cuaca berbasis komunikasi LoRa *point-to-multipoint* di wilayah pemukiman?

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari tugas akhir ini adalah :

1. Mampu merancang dan membangun perangkat pengirim pada sistem stasiun cuaca berbasis komunikasi lora *point-to-multipoint* di wilayah pemukiman.
2. Mampu merancang dan membangun perangkat penerima pada sistem stasiun cuaca berbasis komunikasi lora *point-to-multipoint* di wilayah pemukiman.
3. Mampu melakukan pengujian sistem, serta kinerja link komunikasi LoRa *point-to-multipoint* pada berbagai variasi jarak.

1.4 Luaran

Luaran yang diharapkan dari tugas akhir ini adalah:

1. Prototipe sistem monitoring cuaca berbasis komunikasi LoRa *point-to-multipoint*.
2. Laporan tugas akhir
3. Artikel ilmiah

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, realisasi, dan pengujian yang telah dilakukan pada Tugas Akhir ini, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut, sesuai dengan rumusan masalah dan tujuan yang telah ditetapkan:

1. Perangkat pengirim (Node Transmitter) pada sistem stasiun cuaca berbasis komunikasi LoRa *point-to-multipoint* berhasil dirancang dan dibangun menggunakan mikrokontroler ESP32 yang diintegrasikan dengan modul komunikasi LoRa RFM95W dilengkapi chip Semtech SX1276, serta tiga sensor cuaca yaitu DHT11 suhu dan kelembapan, Anemometer kecepatan angin, dan sensor Hujan. Perangkat mampu membaca data sensor secara periodik setiap 3 detik, mengevaluasi status *Early Warning System* (EWS), serta mengirimkan data secara *broadcast* menuju dua unit *receiver* menggunakan konfigurasi frekuensi kerja 915 MHz.

2. Perangkat penerima (Node Receiver) berhasil dirancang dan dibangun menggunakan mikrokontroler ESP32 yang diintegrasikan dengan modul LoRa RFM95W, LCD I2C 16x2 sebagai media penampil data secara langsung, buzzer sebagai indikator suara EWS, serta koneksi Wi-Fi untuk meneruskan data ke *database* Supabase secara *real-time*. Perangkat mampu menerima paket data dari Node Transmitter, melakukan validasi dan *parsing* data, membaca kualitas sinyal (RSSI dan SNR) secara langsung dari modul radio, serta menghitung persentase *packet loss* berdasarkan urutan ID paket yang diterima.

3. Hasil pengujian kinerja link komunikasi LoRa menunjukkan bahwa kondisi lingkungan (LOS dan NLOS) memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kualitas sinyal. Pada kondisi *Line of Sight* (LOS), nilai RSSI berkisar antara -46,5 dBm hingga -72,1 dBm dengan SNR 11,9 dB hingga 8,9 dB pada rentang jarak 10-100 meter. Pada kondisi *Non-Line of Sight* (NLOS), nilai RSSI menurun signifikan menjadi -90,5 dBm hingga -101,9 dBm dengan SNR 8,3 dB hingga -6,6 dB pada rentang jarak 10-50 meter, yang mengindikasikan bahwa penghalang fisik seperti dinding dan struktur bangunan menyebabkan redaman tambahan yang jauh lebih

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

besar dibandingkan pengaruh jarak semata. Pengujian *packet loss* pada kondisi NLOS jarak 50 m menunjukkan nilai sebesar 4,78% pada RX-1 dan 21,12% pada RX-2, yang mengindikasikan bahwa kualitas link antar unit *receiver* dapat bervariasi tergantung kondisi penghalang di masing-masing lokasi penempatan.

5.2 Saran

Beberapa saran teknis yang dapat diberikan untuk pengembangan dan penyempurnaan sirkuit perangkat keras stasiun cuaca ini di masa yang akan datang adalah sebagai berikut:

1. Penambahan sistem catu daya alternatif seperti panel surya (*solar panel*) untuk mendukung operasional perangkat secara berkelanjutan di lapangan tanpa bergantung pada penggantian atau pengisian ulang baterai secara manual.
2. Penggunaan antena eksternal dengan *gain* yang lebih tinggi pada modul LoRa untuk meningkatkan jangkauan komunikasi, khususnya pada kondisi NLOS dengan penghalang fisik yang signifikan.
3. Penambahan sensor tekanan udara untuk melengkapi parameter cuaca yang diukur, mengingat tekanan udara merupakan salah satu parameter standar pada stasiun cuaca menurut WMO (2018).



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, M. F., Syauqy, D., & Setyawan, G. E. (2019). Sistem Notifikasi Kondisi Cuaca untuk Keselamatan Take Off Paralayang Menggunakan Metode Naïve Bayes (Studi Kasus: Paralayang Gunung Banyak, Batu). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 3(8), 7681-7687.
- Anjasmara, R., Suhendra, T., & Yunianto, A. H. (2019). Implementasi Sistem Monitoring Kecepatan Angin, Suhu, dan Kelembaban Berbasis Web di Daerah Kepulauan. *Journal of Applied Electrical Engineering*, 3(2), 29-35.
- Aroeboesman, F. N., Ichsan, M. H. H., & Primananda, R. (2019). Analisis Kinerja LoRa SX1278 Menggunakan Topologi Star Berdasarkan Jarak dan Besar Data pada WSN. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 3(4), 3860-3865.
- Badan Meteorologi dan Geofisika. (2008). *Klasifikasi Intensitas Curah Hujan*.
- Bayong, T. (2017). *Klimatologi*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Boylestad, R. L., & Nashelsky, L. (2013). *Electronic Devices and Circuit Theory* (11th ed.). New Jersey: Pearson.
- Brode, P., Fiala, D., Blazejczyk, K., Holmer, I., Jendritzky, G., Kampmann, B., Tinz, B., & Havenith, G. (2012). Deriving the Operational Procedure for the Universal Thermal Climate Index (UTCI). *International Journal of Biometeorology*, 56(3), 481-494.
- Espressif Systems. (2022). *ESP32 Series Datasheet*. Shanghai: Espressif Systems.
- Fazira, D., Jamaluddin, & Rusli. (2022). Rancang Bangun Alat Pengukur Kecepatan Angin dan Intensitas Hujan Berbasis IoT. *Jurnal Tektro*, 6(2), 164-170.
- Hikmah, I. N., & Adriansyah, N. M. (2024). Rancang Bangun Weather Station Menggunakan Koneksi WiFi Berbasis ESP32. *e-Proceeding of Engineering*, 11(6), 6521-6526.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Hitachi Ltd. (1998). HD44780U Dot Matrix Liquid Crystal Display Controller/Driver Datasheet.

Kementerian Komunikasi dan Informatika. (2019). Peraturan Menteri Kominfo Nomor 1 Tahun 2019 tentang Penggunaan Spektrum Frekuensi Radio Berdasarkan Izin Kelas.

LoRa Alliance. (2021). LoRaWAN Specification.

Mubarak, A., dkk. (2021). Perancangan Sistem Telemetri Stasiun Cuaca Mini Berbasis Mikrokontroler untuk Wilayah Urban. Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer, 9(2), 115-122.

Philips Semiconductors. (1997). PCF8574 Remote 8-Bit I/O Expander for I2C Bus Datasheet.

Prasetyo, P. C., & Ramadhani, W. (2024). Analisis Kinerja Low-Power Wide-Area Network (LPWAN) sebagai Solusi Komunikasi Jarak Jauh Berdaya Rendah dalam Aplikasi WSN. Karapan Network Journal, 1(1), 1-10.

Saputro, E., Marpaung, J., Yacoub, R. R., Imansyah, F., & W, F. T. P. (2023). Implementasi Sistem Komunikasi LoRa SX1276 untuk Mengukur Suhu dan Kelembaban di Udara Menggunakan Drone. Jurnal Opolektro: Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura, 11(2), 1-11.

Semtech Corporation. (2019). SX1276/77/78/79 Datasheet: Long Range Low Power Transceiver.

Setiawan, B., & Raharjo, T. (2023). Pengembangan Early Warning System Cuaca Mikro Berbasis IoT Menggunakan Topologi Nirkabel. Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi, 23(1), 45-53.

Setiyani, W. (2023). Rancang Bangun Sistem Pengukuran Kecepatan Angin, Suhu dan Kelembaban untuk Prediksi Cepat Kondisi Cuaca Menggunakan Sensor Anemometer (Wind Cup) dan Sensor DHT11 Berbasis Arduino Uno (Skripsi). Universitas Lampung.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

World Meteorological Organization. (2018). Guide to Instruments and Methods of Observation (WMO-No. 8). Geneva: World Meteorological Organization.

World Meteorological Organization & International Society of Biometeorology. (2012). Universal Thermal Climate Index (UTCI).



DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Muhamad Ivan Ramadhan

Lahir di Jakarta, 05 November 2004, Lulus dari SD Sumbangsih Grogol tahun 2017, SMPN 89 Jakarta tahun 2020, dan SMK Negeri 1 Jakarta pada tahun 2023. Mahasiswa aktif semester 6 Program Studi Teknik Telekomunikasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta.

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





LAMPIRAN

L.1-Program Node Transmitter

```
#include <SPI.h>
#include <LoRa.h>
#include <DHT.h>

// ----- Konfigurasi Alokasi Pin Modul LoRa SX1276 -----
--
#define SS      21    // Jalur pin NSS / Chip Select
#define RST     22    // Jalur pin Reset sirkuit
#define DIO0    5     // Jalur pin Interupsi eksternal radio

// ----- Konfigurasi Bus Jalur Komunikasi SPI Custom -----
--
#define SCK_PIN 18    // Pin Serial Clock kustom
#define MISO_PIN 19   // Pin Master In Slave Out kustom
#define MOSI_PIN 23   // Pin Master Out Slave In kustom

// ----- Inisialisasi Alokasi Pin Sensor DHT11 -----
#define DHTPIN    25
#define DHTTYPE   DHT11
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

// ----- Inisialisasi Alokasi Pin Sensor Anemometer -----
--
#define WIND_PIN 27

volatile unsigned long rpmcount    = 0;    // Register penghitung
akumulasi pulsa
volatile unsigned long last_micros = 0;    // Filter pencatatan waktu
debounce

unsigned long timeold = 0;    // Penanda siklus eksekusi program
float timemeasure = 3.0;    // Durasi sampling pengiriman (3 detik)

float rotasi_per_detik;
float kecepatan_meter_per_detik;
float kecepatan_kilometer_per_jam;

// ----- Inisialisasi Alokasi Pin Analog Sensor Hujan -----
--
#define RAIN_PIN 34

// ----- Konfigurasi Variabel Bantu Sistem Komunikasi -----
--
int packetID = 0;    // Pencatatan nomor
identitas paket data
unsigned long lastSend = 0;    // Penanda waktu operasional
fungsional watchdog

// ----- Batas Ambang Logika Logika Early Warning -----
--
const float WARNING_SUHU = 35.0;
const float BAHAYA_SUHU  = 40.0;

const float WARNING_KELEMBABAN = 85.0;
const float BAHAYA_KELEMBABAN  = 95.0;
```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
const float WARNING_ANGIN = 5.0;
const float BAHAYA_ANGIN = 10.0;

/*
 *
 *=====
 *=====
 * INTERRUPT SERVICE ROUTINE (ISR) - ANEMOMETER
 *
 *=====
 * Memproses pemicu pulsa digital eksternal dengan saringan waktu
interupsi
 * menggunakan filter perangkat lunak debounce sebesar 5000
mikrodetik.
 *
 *=====
 */
void IRAM_ATTR rpm_anemometer() {
  if ((micros() - last_micros) >= 5000) {
    rpmcount++;
    last_micros = micros();
  }
}

/*
 *
 *=====
 *=====
 * SETUP INISEDIPAKAI SIKLUS BOOTING PERANGKAT
 *
 *=====
 */
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  delay(1000);

  // Inisialisasi parameter fungsional komponen sensor
  dht.begin();
  pinMode(WIND_PIN, INPUT_PULLUP);
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(WIND_PIN),
rpm_anemometer, RISING);
  pinMode(RAIN_PIN, INPUT);

  // Inisialisasi interkoneksi perangkat keras LoRa dan SPI Custom
  SPI.begin(SCK_PIN, MISO_PIN, MOSI_PIN, SS);
  LoRa.setPins(SS, RST, DIO0);

  if (!LoRa.begin(915E6)) {
    Serial.println("LoRa gagal!");
    while (1);
  }

  // Konfigurasi internal parameter modulasi RF Semtech SX1276
  LoRa.setTxPower(5); // Konfigurasi level daya
pancar 5 dBm
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

    LoRa.setSpreadingFactor(9);          // Pemilihan nilai Spreading
    Factor 9
    LoRa.setSignalBandwidth(125E3);      // Lebar pita frekuensi
    Bandwidth 125 kHz
    LoRa.setCodingRate4(5);              // Pemilihan nilai Coding Rate
    4/5
    LoRa.enableCrc();                    // Aktivasi proteksi deteksi
    galat data CRC
    LoRa.setSyncWord(0xF3);              // Konfigurasi kata sinkronisasi
    kustom
    LoRa.idle();

    Serial.println("TX READY");
    lastSend = millis();
}

/*
 *
=====
* PROGRAM UTAMA LOOP OPERASIONAL ESP32
 *
=====
*/
void loop() {
    // Pembatasan pengekseskuan blok utama setiap interval 3 detik
    sekali
    if ((millis() - timeold) >= (timemeasure * 1000)) {

        // 1. Ekstraksi register hitung pulsa mekanis anemometer
        secara aman
        noInterrupts();
        unsigned long count = rpmcount;
        rpmcount = 0;
        interrupts();

        rotasi_per_detik = count / timemeasure;

        // Persamaan kalibrasi kuadratik pembacaan sensor angin
        linear
        kecepatan_meter_per_detik = ((-0.0181 * (rotasi_per_detik *
        rotasi_per_detik)) + (1.3859 * rotasi_per_detik) + 1.4055);

        if (kecepatan_meter_per_detik <= 1.5) {
            kecepatan_meter_per_detik = 0.0;
        }

        kecepatan_kilometer_per_jam = kecepatan_meter_per_detik *
        3.6;

        // 2. Pembacaan transduser digital suhu dan kelembapan DHT11
        float suhu = dht.readTemperature();
        float hum = dht.readHumidity();

        if (isnan(suhu) || isnan(hum)) {
            suhu = 0;
            hum = 0;
        }
    }
}

```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
// 3. Pembacaan konversi level analog sensor kebasahan air
hujan
int rain = analogRead(RAIN_PIN);

// 4. Pengolahan tingkat prioritas logika Early Warning System
String status = "AMAN";
String parameter = "-";

if (suhu >= BAHAYA_SUHU) {
    status = "BAHAYA";
    parameter = "SUHU";
} else if (suhu >= WARNING_SUHU) {
    status = "WARNING";
    parameter = "SUHU";
}

if (hum >= BAHAYA_KELEMBABAN) {
    status = "BAHAYA";
    parameter = "KELEMBABAN";
} else if (hum >= WARNING_KELEMBABAN && status != "BAHAYA") {
    status = "WARNING";
    parameter = "KELEMBABAN";
}

if (kecepatan_meter_per_detik >= BAHAYA_ANGIN) {
    status = "BAHAYA";
    parameter = "ANGIN";
} else if (kecepatan_meter_per_detik >= WARNING_ANGIN &&
status != "BAHAYA") {
    status = "WARNING";
    parameter = "ANGIN";
}

// 5. Pembentukan format parsing string paket data sebelum
dipancarkan
String data = "ID:" + String(packetID) + ",T:" + String(suhu,
2) + ",H:" + String(hum, 2) + ",W:" +
String(kecepatan_meter_per_detik, 2) + ",R:" + String(rain) +
",STS:" + status + ",PARAM:" + parameter + "#";

// 6. Transmisi data nirkabel broadcast melalui media udara
LoRa.beginPacket();
LoRa.print(data);
int state = LoRa.endPacket();

delay(50);
yield();

// 7. Visualisasi keluaran ringkasan log data menuju terminal
Serial Monitor

Serial.println("\n=====
");
    Serial.println("          SISTEM MONITORING CUACA");

Serial.println("=====")
;
;
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

Serial.println("[DHT11]");
Serial.print("Suhu           : "); Serial.print(suhu);
Serial.println(" C");
Serial.print("Kelembaban       : "); Serial.print(hum);
Serial.println(" %");
Serial.println("\n[ANEMOMETER]");
Serial.print("Pulse Count  : "); Serial.println(count);
Serial.print("Kecepatan           : ");
Serial.print(kecepatan_meter_per_detik); Serial.println(" m/s");
Serial.println("\n[RAIN SENSOR]");
Serial.print("ADC Value       : "); Serial.println(rain);
Serial.println("\n[LORA TRANSMIT]");
Serial.print("Packet ID       : "); Serial.println(packetID);
Serial.print("Send Status    : "); Serial.println(state == 1 ?
"BERHASIL" : "GAGAL");

Serial.println("=====");
;

packetID++;
timeold = millis();
lastSend = millis();
}

// 8. Logika pengaman sistem internal Watchdog Perangkat Keras
if (millis() - lastSend > 30000) {
  Serial.println("TX HANG - Restart ESP...");
  delay(1000);
  ESP.restart();
}
}

```

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

L.2-Program Node Receiver

```
#include <SPI.h>
#include <LoRa.h>
#include <WiFi.h>
#include <HTTPClient.h>
#include <WiFiClientSecure.h>

// ----- Konfigurasi Kredensial Jaringan Wi-Fi -----
const char* ssid      = "Your_SSID";
const char* password  = "PASSWORD";

// ----- Konfigurasi Identitas Perangkat Keras Node -----
const char* NODE_ID = "node_1";

// ----- Konfigurasi Endpoint Rest API Database Supabase -----
const char* supabaseUrl = "YOURS";
const char* supabaseKey = "YOURS";

// ----- Konfigurasi Jalur Pin Bus SPI Custom RX-1 -----
#define SCK_PIN  18
#define MISO_PIN 23
#define MOSI_PIN 19

// ----- Konfigurasi Alokasi Pin Modul LoRa SX1276 -----
#define SS      21
#define RST     22
#define DIO0    5

// ----- Konfigurasi Batas Waktu Watchdog Timer (12 Menit) -----
unsigned long lastReceive = 0;
const unsigned long WATCHDOG_TIMEOUT = 720000;

// ----- Registrasi Variabel Perhitungan Metrik Packet Loss -----
long lastSeq = -1; // Indikator ID paket terakhir
long totalReceived = 0; // Akumulasi paket sukses diterima
long totalLost = 0; // Akumulasi paket terdeteksi hilang
float packetLoss = 0.0; // Persentase deviasi packet loss (%)

/*
 *
 * =====
 *
 * * SETUP INISIALISASI AWAL REBOOT RECEIVER
 *
 * =====
 */

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  delay(1000);
  Serial.println("\nStart RX...");
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
// Inisialisasi interkoneksi jaringan nirkabel lokal Wi-Fi
Serial.print("Menghubungkan ke Wi-Fi: ");
Serial.println(ssid);
WiFi.begin(ssid, password);

int timeout_counter = 0;
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED && timeout_counter < 30)
{
    delay(500);
    Serial.print(".");
    timeout_counter++;
}

if (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    Serial.println("\nWi-Fi Gagal Konek! Coba restart/cek modem.");
} else {
    Serial.println("\nWi-Fi Terhubung!");
    Serial.print("IP Address: ");
    Serial.println(WiFi.localIP());
}

// Inisialisasi interkoneksi sirkuit LoRa dan SPI Kustom
SPI.begin(SCK_PIN, MISO_PIN, MOSI_PIN, SS);
LoRa.setPins(SS, RST, DIO0);

if (!LoRa.begin(915E6)) {
    Serial.println("LoRa gagal!");
    while (1);
}

// Konfigurasi penyamaan parameter modulasi Semtech SX1276
LoRa.setTxPower(17);
LoRa.setSpreadingFactor(9);
LoRa.setSignalBandwidth(125E3);
LoRa.setCodingRate4(5);
LoRa.enableCrc();
LoRa.setSyncWord(0xF3);

Serial.println("RX-1 READY");
LoRa.receive(); // Mengondisikan radio dalam status kontinyu menerima paket

    lastReceive = millis();
}

/*
 *
 * =====
 * =====
 * PROGRAM UTAMA LOOP OPERASIONAL RECEIVER
 * =====
 * =====
 */
void loop() {
    // Logika penyambungan kembali (auto-reconnect) koneksi Wi-Fi
    if (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

Serial.println("Wi-Fi Putus! Mencoba menyambungkan kembali...");
WiFi.disconnect();
WiFi.begin(ssid, password);
delay(5000);
return;
}

// Pengecekan ketersediaan data paket masuk pada penyangga radio LoRa
int packetSize = LoRa.parsePacket();
if (packetSize) {

    String incoming = "";
    while (LoRa.available()) {
        incoming += (char)LoRa.read();
    }

    Serial.println("RAW: " + incoming);

    // 1. Logika filter penyaringan interferensi noise data luar
    if (incoming.length() < 10 || !incoming.endsWith("#")) {
        Serial.println("Data Noise / Tidak Lengkap");
        return;
    }

    incoming.replace("#", "");

    if (incoming.indexOf("ID:") == -1 || incoming.indexOf("T:") == -1 ||
        incoming.indexOf("H:") == -1 || incoming.indexOf("W:") == -1 ||
        incoming.indexOf("R:") == -1 || incoming.indexOf("STS:") == -1 ||
        incoming.indexOf("PARAM:") == -1) {
        Serial.println("Format Parsing Salah");
        return;
    }

    // 2. Proses pembongkaran muatan data terformat (parsing string manual)
    int id = incoming.substring(incoming.indexOf("ID:") + 3, incoming.indexOf(",")).toInt();
    float t = incoming.substring(incoming.indexOf("T:") + 2, incoming.indexOf(",H")).toFloat();
    float h = incoming.substring(incoming.indexOf("H:") + 2, incoming.indexOf(",W")).toFloat();
    float w = incoming.substring(incoming.indexOf("W:") + 2, incoming.indexOf(",R")).toFloat();
    int r = incoming.substring(incoming.indexOf("R:") + 2, incoming.indexOf(",STS")).toInt();
    String status = incoming.substring(incoming.indexOf("STS:") + 4, incoming.indexOf(",PARAM"));
    String parameter = incoming.substring(incoming.indexOf("PARAM:") + 6);

    // 3. Ekstraksi langsung metrik parameter link sirkuit LoRa
    int rssi = LoRa.packetRssi();
    float snr = LoRa.packetSnr();

```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
// 4. Logika komparatif matematika pencatatan persentase
Packet Loss
if (lastSeq != -1) {
  int expected = lastSeq + 1;
  if (id > expected) {
    totalLost += (id - expected);
  }
  if (id < lastSeq) {
    Serial.println("TX RESTART DETECTED");
    totalReceived = 0;
    totalLost = 0;
    lastSeq = id;
  }
}

totalReceived++;
lastSeq = id;

long totalSent = totalReceived + totalLost;
if (totalSent > 0) {
  packetLoss = ((float)totalLost / totalSent) * 100.0;
}

lastReceive = millis(); // Refresh watchdog register

// 5. Visualisasi log ringkasan data fungsional sirkuit menuju
Serial Monitor

Serial.println("\n=====
=====");
Serial.println("          RECEIVER LORA WEATHER STATION");

Serial.println("=====
====");
Serial.print("Packet ID      : "); Serial.println(id);
Serial.println("\n[DATA SENSOR]");
Serial.print("Suhu          : "); Serial.print(t);
Serial.println(" C");
Serial.print("Kelembaban      : "); Serial.print(h);
Serial.println(" %");
Serial.print("Kecepatan Angin: "); Serial.print(w);
Serial.println(" m/s");
Serial.print("Curah Hujan    : "); Serial.println(r);
Serial.println("\n[KUALITAS LINK LORA]");
Serial.print("RSSI           : "); Serial.print(rssi);
Serial.println(" dBm");
Serial.print("SNR            : "); Serial.print(snr);
Serial.println(" dB");
Serial.print("Packet Loss     : "); Serial.print(packetLoss,
1); Serial.println(" %");
Serial.println("\n[EARLY WARNING]");
Serial.print("Status          : "); Serial.println(status);
Serial.print("Parameter       : "); Serial.println(parameter);

// 6. Enkapsulasi data JSON dan transmisi menuju Cloud
Supabase REST API
if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {
  WiFiClientSecure client;
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

client.setInsecure(); // Akselerasi bypass sertifikat SSL
untuk skala TA

HttpClient http;
http.begin(client, supabaseUrl);
http.addHeader("Content-Type", "application/json");
http.addHeader("apikey", supabaseKey);
http.addHeader("Authorization", "Bearer " +
String(supabaseKey));

String json = "{";
json += "\"node_id\": \"" + String(NODE_ID) + "\", ";
json += "\"seq_no\": \"" + String(id) + "\", ";
json += "\"suhu\": \"" + String(t) + "\", ";
json += "\"kelembaban\": \"" + String(h) + "\", ";
json += "\"angin\": \"" + String(w) + "\", ";
json += "\"curah_hujan\": \"" + String(r) + "\", ";
json += "\"rssi\": \"" + String(rssi) + "\", ";
json += "\"snr\": \"" + String(snr) + "\", ";
json += "\"packet_loss\": \"" + String(packetLoss, 1) + "\", ";
json += "\"status\": \"online\", ";
json += "\"ews_status\": \"" + status + "\", ";
json += "\"ews_parameter\": \"" + parameter + "\", ";
json += "}";

int httpCode = http.POST(json);

Serial.println("\n[SUPABASE]");
Serial.println(httpCode == 201 ? "Status      : BERHASIL"
: "Status      : GAGAL");
Serial.print("HTTP Code      : "); Serial.println(httpCode);
http.end();
} else {
  Serial.println("\n[SUPABASE]\nStatus      : Wi-Fi Tidak
Terhubung");
}

Serial.println("=====
=====\n");
}

// 7. Pengaman sistem eksekusi internal Watchdog Timer Receiver
if (millis() - lastReceive > WATCHDOG_TIMEOUT) {
  Serial.println("RX HANG (Lama tidak ada data masuk dari TX)");
  Serial.println("Restarting ESP32...");
  delay(1000);
  ESP.restart();
}
}
}

```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

L3-Dokumentai Pengujian Siang Hari



L3	DOKUMENTASI PENGUJIAN 1	
 Politeknik Negeri Jakarta	Muhamad Ivan Ramadhan	
	TT-6C	16 Juni 2026



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

L.4-Dokumentasi Keseluruhan Alat

		L4		DOKUMENTASI KESELURUHAN ALAT	
		Politeknik Negeri Jakarta		Muhamad Ivan Ramadhan	13 JuLi 2026
		TT-6C			