



POLITEKNIK NEGERI
CILACAP

TUGAS AKHIR

**PERANCANGAN KOMUNIKASI DATA MENGGUNAKAN
LORA DENGAN TOPOLOGI MESH PADA *EARLY
WARNING SYSTEM* BENCANA BANJIR**

***DESIGN OF DATA COMMUNICATION USING LORA
WITH MESH TOPOLOGY IN FLOOD DISASTER EARLY
WARNING SYSTEM***

Oleh :

RIAN

NPM. 21.01.01.041

DOSEN PEMBIMBING :

ARIF SUMARDIONO, S.Pd., M.T.

NIP. 198912122019031014

ERNA ALIMUDIN, S.T., M.Eng.

NIP. 199008292019032013

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK ELEKTRONIKA
JURUSAN REKAYASA ELEKTRO DAN MEKATRONIKA
POLITEKNIK NEGERI CILACAP
2024**



POLITEKNIK NEGERI
CILACAP

TUGAS AKHIR

**PERANCANGAN KOMUNIKASI DATA MENGGUNAKAN
LORA DENGAN TOPOLOGI MESH PADA *EARLY
WARNING SYSTEM* BENCANA BANJIR**

***DESIGN OF DATA COMMUNICATION USING LORA
WITH MESH TOPOLOGY IN FLOOD DISASTER EARLY
WARNING SYSTEM***

Oleh :

RIAN

NPM. 21.01.01.041

DOSEN PEMBIMBING :

ARIF SUMARDIONO, S.Pd., M.T.

NIP. 198912122019031014

ERNA ALIMUDIN, S.T., M.Eng.

NIP. 199008292019032013

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK ELEKTRONIKA
JURUSAN REKAYASA ELEKTRO DAN MEKATRONIKA
POLITEKNIK NEGERI CILACAP
2024**

**HALAMAN PENGESAHAN
PERANCANGAN KOMUNIKASI DATA MENGGUNAKAN
LORA DENGAN TOPOLOGI MESH PADA *EARLY WARNING*
SYSTEM BENCANA BANJIR**

Oleh

RIAN

NPM. 21.01.01.041

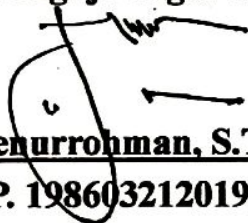
**Tugas Akhir ini Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Ahli Madya (A.Md)**

di

Politeknik Negeri Cilacap

Disetujui oleh

Penguji Tugas Akhir :



Zaenurrohman, S.T.,M.T.
NIP. 198603212019031007

Dosen Pembimbing :



Arif Sumardiono, S.Pd., M.T.
NIP. 198912122019031014



Riyani Prima Dewi, S.T.,M.T.
NIP.199505082019032022



Erna Alimudin, S.T., M.Eng.
NIP. 199008292019032013

Mengetahui :

Ketua Jurusan Rekayasa Elektro dan Mekatronika

18/9 29


Muhamad Yusuf, S.ST., M.T.
NIP. 198604282019031005

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa penulisan laporan akhir ini didasarkan pada penelitian, pemikiran, dan karya saya sendiri, termasuk perangkat keras, daftar program, dan teks laporan yang tercantum sebagai bagian dari laporan akhir ini. Jika ada karya orang lain yang digunakan, saya akan mencantumkan sumbernya dengan jelas.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya, dan jika di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian atau kebohongan dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pembatalan gelar yang diperoleh dari karya ini dan sanksi lainnya sesuai dengan standar yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Cilacap, 6 Agustus 2024

Yang menyatakan,



RIAN

NPM. 210101041

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai mahasiswa Politeknik Negeri Cilacap, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : RIAN
NPM : 210101041

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Cilacap Hak Bebas Royalti Non- Eksklusif (Non-Exclusive Royalty Free Right) atas karya ilmiah saya berjudul: **“PERANCANGAN KOMUNIKASI DATA MENGGUNAKAN LORA DENGAN TOPOLOGI MESH PADA *EARLY WARNING SYSTEM* BENCANA BANJIR”** beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non- Eksklusif ini, Politeknik Negeri Cilacap berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/ mempublikasikan di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Politeknik Negeri Cilacap, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini. Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Cilacap, 6 Agustus 2024

Yang menyatakan,



RIAN

NPM. 210101041

ABSTRAK

Sistem peringatan dini (*Early Warning System*) untuk bencana banjir memerlukan infrastruktur komunikasi yang handal untuk menyebarkan informasi secara cepat dan efektif kepada masyarakat yang berpotensi terdampak. LoRa (Long Range) adalah teknologi komunikasi nirkabel yang memungkinkan transmisi data jarak jauh dengan konsumsi daya yang rendah, sehingga cocok untuk aplikasi di daerah yang sulit dijangkau. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem komunikasi data menggunakan teknologi LoRa dengan topologi mesh dalam konteks sistem peringatan dini bencana banjir. Dalam tugas akhir ini, mengembangkan dan menguji jaringan mesh menggunakan perangkat Heltec LoRa 32 V2. Setiap node dalam jaringan dapat berfungsi sebagai pengirim dan penerima, memungkinkan data untuk diteruskan melalui beberapa hop sebelum mencapai node penerima utama. Topologi mesh ini meningkatkan keandalan jaringan dengan menyediakan jalur alternatif jika salah satu node gagal atau berada di luar jangkauan. Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi kinerja jaringan dalam berbagai skenario, termasuk ketika beberapa node mengalami kegagalan. Data yang dikirim mencakup informasi penting seperti tingkat ketinggian air, kelembaban, suhu, kecepatan angin, dan curah hujan. Informasi ini kemudian ditampilkan pada layar lcd yang terpasang pada setiap node serta pada serial monitor untuk pemantauan langsung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jaringan mesh LoRa yang dirancang mampu mengirimkan data dengan handal melalui berbagai jalur, bahkan ketika beberapa node tidak aktif. Sistem ini berhasil mengurangi latensi pengiriman pesan dan meningkatkan keandalan penerimaan data. Implementasi sistem peringatan dini bencana banjir dengan menggunakan teknologi LoRa mesh diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam meningkatkan kesiapsiagaan dan mitigasi bencana, terutama di daerah-daerah terpencil dengan akses komunikasi yang terbatas.

Kata kunci : komunikasi data, LoRa mesh, EWS bencana banjir.

ABSTRACT

Early warning systems for flood disasters require reliable communication infrastructure to disseminate information quickly and effectively to potentially affected communities. LoRa (Long Range) is a wireless communication technology that enables long-distance data transmission with low power consumption, making it suitable for applications in hard-to-reach areas. This study aims to design and implement a data communication system using LoRa technology with a mesh topology in the context of a flood early warning system. In this final project, a mesh network is developed and tested using the Heltec LoRa 32 V2 device. Each node in the network can function as a sender and receiver, allowing data to be forwarded through multiple hops before reaching the main receiving node. This mesh topology improves network reliability by providing alternative paths if one node fails or is out of range. Testing is carried out to evaluate network performance in various scenarios, including when multiple nodes fail. The data sent includes important information such as water level, humidity, temperature, wind speed, and rainfall. This information is then displayed on the LCD screen installed on each node as well as on the serial monitor for direct monitoring. The results of the study show that the designed LoRa mesh network is able to transmit data reliably through various paths, even when some nodes are inactive. This system successfully reduces message delivery latency and increases data reception reliability. The implementation of a flood Early Warning System using LoRa mesh technology is expected to provide a significant contribution to improving disaster preparedness and mitigation, especially in remote areas with limited communication access.

Keywords: *data communication, LoRa mesh, flood disaster EWS.*

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu`alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena hanya dengan berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul :

“PERANCANGAN KOMUNIKASI DATA MENGGUNAKAN LORA DENGAN TOPOLOGI MESH PADA *EARLY WARNING SYSTEM* BENCANA BANJIR”

Pembuatan dan penyusunan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya (A.Md) di Politeknik Negeri Cilacap.

Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, baik dari segi isi maupun gaya penulisan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Wassamu`alaikum Warahmatullahi Wabarokatuh.

Cilacap, 6 Agustus 2024
Yang menyatakan,



RIAN

NPM. 210101041

UCAPAN TERIMAKASIH

Tugas Akhir yang dibuat dan dapat diselesaikan tepat waktu berkat rahmat Allah SWT. Saya mengucapkan terima kasih kepada Bapak Arif Sumardiono dan Ibu Erna Alimudin yang telah memberikan banyak waktu, pikiran dan tenaga untuk membimbing dan membantu dalam menyelesaikan tugas akhir. Semoga ilmu yang beliau sampaikan akan senantiasa bermanfaat.

Dalam proses penyusunan tugas akhir ini, penulis tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Orang tua dan keluarga tercinta, yang selalu memberikan dukungan moral, spiritual, serta materi yang tiada henti. Doa dan kasih sayang mereka merupakan sumber motivasi terbesar bagi penulis.
2. Bapak Arif Sumardiono, S.Pd., M.T., selaku pembimbing yang telah dengan sabar memberikan ide, bimbingan, saran, serta arahan yang sangat berharga selama proses pembuatan. Bimbingan dan nasihat yang diberikan sangat membantu penulis dalam menyelesaikan alat tugas akhir ini.
3. Ibu Erna Alimudin, S.T., M.Eng., selaku pembimbing 2 yang telah dengan sabar memberikan bimbingan, saran, serta arahan yang sangat berharga selama proses penyusunan tugas akhir ini. Bimbingan dan nasihat yang diberikan sangat membantu penulis dalam menyelesaikan laporan ini.
4. Seluruh Dosen Prodi Teknik Listrik dan Elektronika, yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat selama penulis menimba ilmu di Politeknik Negeri Cilacap.
5. Teman-teman mahasiswa dari Jurusan Teknik Rekayasa Elektro dan Mekatronika yang selalu membantu dalam pembelajaran dan pembuatan tugas akhir ini.

Semoga Allah SWT selalu memberikan perlindungan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua Aamiin.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
UCAPAN TERIMAKASIH.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR ISTILAH.....	xvii
DAFTAR SINGKATAN.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan dan Manfaat.....	2
1.2.1 Tujuan	2
1.2.2 Manfaat	2
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Metodologi	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1 Komunikasi Data	7
2.2 Topologi Mesh.....	7
2.3 <i>Early Warning System</i> Banjir.....	8
2.4 <i>Software</i> Arduino IDE	9
2.5 Parameter Pengujian LoRa	9
2.6 Arduino Mega 2560.....	11
2.7 Heltec LoRa SX 1278 (satuin dengan Dasar Teori LoRa)....	11
2.8 SIM 900 A	12
2.9 Sensor Ultrasonic HC – SR04	13
2.10 Sensor DHT11	14

2.11	Sensor Anemometer.....	15
2.12	Sensor Rain Gauge	16
2.13	LCD I21 20 X 4.....	18
2.14	Toa Alarm	19
2.15	Keypad 4 x 4.....	19
2.16	Saklar.....	19
2.17	Panel Surya.....	20
2.18	SCC (Solar Charger Controller)	21
2.19	Baterai Aki.....	21
2.20	XY – MOS.....	21
2.21	RTC (<i>Real time</i> Clock)	22
2.22	Relay DC 1 Chanel.....	22
2.23	Lampu Rotary.....	23
BAB III PERANCANGAN SISTEM.....		25
3.1	Perancangan EWS	25
3.1.1	Diagram Blok Sistem EWS	25
3.1.2	Kebutuhan Perangkat Keras.....	27
3.1.3	Kebutuhan Perangkat Lunak.....	29
3.1.4	Kebutuhan Daya	29
3.2	Perancangan Komunikasi Mesh LoRa.....	31
3.2.1	Arsitektur Sistem EWS Menggunakan Komunikasi Mesh LoRa.....	31
3.3	Flowchart LoRa Mesh	34
3.3.1	Flowchart Node 1.....	34
3.3.2	Flowchart Node 2 dan Node 3	35
3.3.3	Flowchart Receiver Node	36
3.4	Perancangan HardWare EWS	37
3.4.1	Perancangan Mekanik.....	37
3.5	Perancangan Elektrikal EWS.....	46
3.5.1	Rangkaian Skematik	46
3.5.2	Layot PCB	51
3.6	Perancangan <i>Software</i> EWS	52
3.6.1	Pemrograman Sensor Ultrasonik	52
3.6.2	Pemrograman Sensor DHT11	53
3.6.3	Pemrograman Sensor Anemometer.....	54
3.6.4	Pemrograman Sensor Rain Gauge	54

3.6.5	Pemrograman LoRa Node 1.....	56
3.6.6	Pemrograman LoRa Node 2 dan Node 3	59
3.6.7	Pemrograman Received Node.....	62
3.7	Metode Pengujian.....	63
3.7.1	Pengujian Sensor Ultrasonik.....	63
3.7.2	Pengujian Sensor DHT11.....	64
3.7.3	Pengujian Sensor Anemometer	64
3.7.4	Pengujian Sensor Rain Gauge.....	64
3.7.5	Pengujian Komunikasi Mesh	64
3.7.6	Pengujian Alarm	65
3.7.7	Pengujian Keypad.....	65
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		67
4.1	Pengujian Sensor Ultrasonic SRF05.....	67
4.2	Pengujian Sensor DHT 11	69
4.3	Pengujian Anemometer.....	73
4.4	Pengujian Sensor Rain Gauge	76
4.5	Pengujian Keypad.....	79
4.6	Pengujian Toa Alarm	81
4.7	Pengujian Komunikasi Mesh LoRa	81
4.7.1	Pengujian Jarak Komunikasi LoRa Mesh Terhadap RSSI Pada LoS (<i>Line of Sight</i>).....	81
4.7.2	Pengujian Waktu <i>Delay</i> LoRa Mesh Pada LoS (<i>Line of Sight</i>).....	87
4.7.3	Pengujian Paket Los Lora Mesh Pada LoS (<i>Line of Sight</i>).....	92
4.7.4	Pengujian Jarak Komunikasi LoRa Mesh Terhadap RSSI Pada NLoS (Non-Line of Sight).....	98
4.7.5	Pengujian Waktu <i>Delay</i> LoRa Mesh Pada NLoS (Non- Line of Sight).....	104
4.7.6	Pengujia Paket Los LoRa Mesh Pada NLoS (Non-Line of Sight)	109
BAB V PENUTUP		117
5.1	Kesimpulan.....	117
5.2	Saran.....	118
DAFTAR PUSTAKA		119

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kategori Delay	10
Tabel 2. 2 Kategori Packet Los	11
Tabel 3. 1 Kebutuhan Perangkat Keras	27
Tabel 3. 2 Kebutuhan Perangkat Lunak	29
Tabel 3. 3 Kebutuhan Daya Node Transmitter	29
Tabel 3. 4 Kebutuhan Daya Node Receiver	30
Tabel 3. 5 Konfigurasi Pin Node Transmitter.....	48
Tabel 4. 1 Pengujian Sensor Ultrasonic SRF-05	67
Tabel 4. 2 Pengujian Sensor DHT11	70
Tabel 4. 3 Pengujian Kelembaban Sensor DHT11	72
Tabel 4. 4 Pengujian Sensor Anemometer.....	74
Tabel 4. 5 Pengujian Rain Gauge	77
Tabel 4. 6 Pengujian Keypad Node Transmitter.....	79
Tabel 4. 7 Pengujian Keypad Node Receiver.....	80
Tabel 4. 8 Pengujian Toa Alarm	81
Tabel 4. 9 Pengujian Jarak Terhadap Nilai RSSI Pada Node 1 ke Receiver	82
Tabel 4. 10 Pengujian Jarak Terhadap Nilai RSSI Pada Node 2 ke Receiver	83
Tabel 4. 11 Pengujian Jarak Terhadap Nilai RSSI Pada Node 3 ke Receiver	84
Tabel 4. 12 Pengujian Jarak Terhadap Nilai RSSI dari Node 1 melewati Node 2 ke Receiver	85
Tabel 4. 13 Pengujian Jarak Terhadap Nilai RSSI dari Node 1 melewati Node 3 ke Receiver	86
Tabel 4. 14 Jarak Terhadap Delay dari Node 1 ke Receiver.....	87
Tabel 4. 15 Jarak Terhadap Delay dari 2 ke Receiver	88
Tabel 4. 16 Jarak Terhadap Delay dari Node 3 ke Receiver.....	89
Tabel 4. 17 Jarak Terhadap Delay Dari Node 1 ke Node 2 Lalu ke Receiver	90
Tabel 4. 18 Jarak Terhadap Delay Dari Node 1 ke Node 3 Lalu ke Receiver	91
Tabel 4. 19 Pengujian Paket Los dari Node 1 ke Receiver.....	92
Tabel 4. 20 Pengujian Paket Los dari Node 2 ke Receiver.....	93

Tabel 4. 21 Pengujian Paket Los dari Node 3 ke Receiver.....	94
Tabel 4. 22 Pengujian Paket Los dari Node 1 ke Node 2 lalu ke Receiver	95
Tabel 4. 23 Pengujian Paket Los dari Node 1 ke Node 3 lalu ke Receiver	96
Tabel 4. 24 Pengujian Jarak Terhadap Nilai RSSI dari Node 1 ke Receiver Pada NLoS	98
Tabel 4. 25 Pengujian Jarak Terhadap Nilai RSSI dari Node 2 ke Receiver	99
Tabel 4. 26 Pengujian Jarak Terhadap Nilai RSSI dari Node 3 ke Receiver	100
Tabel 4. 27 Pengujian Jarak Terhadap Nilai RSSI dari Node 1 melewati Node 2 ke Receiver	101
Tabel 4. 28 Pengujian Jarak Terhadap Nilai RSSI dari Node 1 melewati Node 3 ke Receiver	102
Tabel 4. 29 Jarak Terhadap Delay dari Node 1 ke Receiver.....	104
Tabel 4. 30 Jarak Terhadap Delay dari Node 2 ke Receiver.....	105
Tabel 4. 31 Jarak Terhadap Delay dari Node 3 ke Receiver.....	106
Tabel 4. 32 Jarak Terhadap Delay dari Node 1 Melewati Node 2 ke Receiver	107
Tabel 4. 33 Jarak Terhadap Delay dari Node 1 melewati 3 ke Receiver	108
Tabel 4. 34 Jarak Terhadap Los Paket dari Node 1 ke Receiver	109
Tabel 4. 35 Jarak Terhadap Los Paket dari Node 2 Ke Receiver	110
Tabel 4. 36 Jarak Terhadap Los Paket dari Node 3 ke Receiver	111
Tabel 4. 37 Jarak Terhadap Los Paket dari Node 1 melewati Node 2 ke Receiver	112
Tabel 4. 38 Jarak Terhadap Los dari Node 1 melewati Node 3 ke Receiver	114

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Arduino Mega 2560.....	11
Gambar 2. 2 Heltec LoRa 32 V2.....	12
Gambar 2. 3 SIM 900 A.....	13
Gambar 2. 4 Sensor Ultrasonik HC - SR04	13
Gambar 2. 5 Cara Kerja Sensor Ultrasonic	14
Gambar 2. 6 Sensor DHT11	15
Gambar 2. 7 Anemometer	16
Gambar 2. 8 Cara Kerja Sensor Rain Gauge.....	16
Gambar 2. 9 Sensor Rain Gauge.....	17
Gambar 2. 10 LCD I2C 20 X 4	18
Gambar 2. 11 Toa Alarm	19
Gambar 2. 12 Keypad 4 X 4.....	19
Gambar 2. 13 Saklar.....	20
Gambar 2. 14 Panel Surya.....	20
Gambar 2. 15 SCC	21
Gambar 2. 16 Baterai Aki	21
Gambar 2. 17 Module XY-MOS	22
Gambar 2. 18 RTC	22
Gambar 2. 19 Relay DC 1 Chanel.....	23
Gambar 2. 20 Lampu Rotary.....	23
Gambar 3. 1 Blok Diagram Transmitter Node	25
Gambar 3. 2 Blok Diagram Received Node.....	26
Gambar 3. 3 Arsitektur LoRa Mesh	31
Gambar 3. 4 Alur Pengujian Node 1 ke Receiver	32
Gambar 3. 5 Alur Pengujian Node 1 melewati Node 2 ke Receiver	32
Gambar 3. 6 Alur Pengujian Node 1 melewati Node 2 ke Receiver	32
Gambar 3. 7 Alur Pengujian Node 2 ke Receiver	33
Gambar 3. 8 Alur Pengujian Node 2 ke Receiver	33
Gambar 3. 9 Flowchart Node 1	34
Gambar 3. 10 Flowchart Node 2 dan Node 3.....	35
Gambar 3. 11 Flowchart Receiver Node	36
Gambar 3. 12 Perancangan Mekanik Rangka Node Transmitter	38
Gambar 3. 13 Panel Box Node Transmitter	39
Gambar 3. 14 Komponen Transmitter	40

Gambar 3. 15 Desain Keseluruhan Node Transmitter.....	41
Gambar 3. 16 Desain Mekanik Rangka Node Receiver.....	42
Gambar 3. 17 Panel Box Node Receiver.....	43
Gambar 3. 18 Komponen Node Receiver	44
Gambar 3. 19 Desain Keseluruhan Node Receiver	45
Gambar 3. 20 Elektrikal Wiring Node Transmitter	47
Gambar 3. 21 Elektrikal Wiring Node Receiver.....	49
Gambar 3. 22 Layout PCB Node Transmitter	52
Gambar 3. 23 Layout PCB Node Receiver	52
Gambar 4. 1 Pengujian Sensor ultrasonik	68
Gambar 4. 2 Jarak Terukur Pada Meteran	68
Gambar 4. 3 Jarak Terukur Pada Sensor Ultrasonik.....	69
Gambar 4. 4 Pengujian Sensor DHT11	70
Gambar 4. 5 Suhu Terukur Pada Sensor dan Alat Ukur	71
Gambar 4. 6 Pengujian Kelembaban Sensor DHT11	72
Gambar 4. 7 Kelembaan Terukur Pada Alat ukur dan Sensor	73
Gambar 4. 8 Grafik Pengujian Sensor Anemometer	75
Gambar 4. 9 Kecepatan Angin Terbaca Pada Alat Ukur	75
Gambar 4. 10 Kecepatan Angin Terbaca Pada Sensor Anemometer	76
Gambar 4. 11 Pengujian Sensor Rain Gauge	77
Gambar 4. 12 Kapasitas Air Terukur Pada Alat Ukur	78
Gambar 4. 13 Kapasitas Air Terukur Pada sensor	78
Gambar 4. 14 Grafik Jarak Terhadap Nilai RSSI pada Pengiriman Node 1 ke Receiver.....	82
Gambar 4. 15 Grafik Jarak Terhadap Nilai RSSI pada Pengiriman Node 2 ke Receiver.....	83
Gambar 4. 16 Grafik Jarak Terhadap Nilai RSSI pada Pengiriman Node 3 ke Receiver.....	84
Gambar 4. 17 Grafik Jarak Terhadap Nilai RSSI pada Pengiriman Node 1 melewati Node 2 ke Receiver	85
Gambar 4. 18 Grafik Jarak Terhadap Nilai RSSI pada Pengiriman Node 1 Melewati Node 3 ke Receiver	86
Gambar 4. 19 Grafik Jarak Terhadap Delay dari Node 1 ke Receiver ..	87
Gambar 4. 20 Grafik Jarak Terhadap delay dari Node 2 ke Receiver ...	88
Gambar 4. 21 Grafik Jarak Terhadap Delay dari Node 3 ke Receiver ..	89

Gambar 4. 22 Grafik Jarak Terhadap Delay Dari Node 1 ke Node 2 Lalu ke Receiver.....	90
Gambar 4. 23 Grafik Jarak Terhadap Delay Dari Node 1 ke Node 3 Lalu ke Receiver.....	91
Gambar 4. 24 Grafik Paket Los dari Node 1 ke Receiver	92
Gambar 4. 25 Grafik Paket Los dari Node 2 ke Receiver	93
Gambar 4. 26 Grafik Paket Los dari Node 3 ke Receiver	94
Gambar 4. 27 Grafik Paket Los dari Node 1 ke Node 2 lalu ke Receiver	95
Gambar 4. 28 Grafik Paket Los dari Node 1 ke Node 3 lalu ke Receiver	97
Gambar 4. 29 Grafik Jarak Terhadap Nilai RSSI dari Node 1 ke Receiver Pada NLoS	98
Gambar 4. 30 Grafik Jarak Terhadap Nilai RSSI dari Node 2 ke Receiver	99
Gambar 4.31 Grafik Jarak Terhadap Nilai RSSI dari Node 3 ke Receiver	100
Gambar 4. 32 Grafik Jarak Terhadap Nilai RSSI dari Node 1 melewati Node 2 ke Receiver	101
Gambar 4. 33 Grafik Nilai RSSI dari Node 1 melewati Node 3 ke Receiver	103
Gambar 4.34 Grafik Jarak Terhadap Delay dari Node 1 ke Receiver .	104
Gambar 4. 35 Grafik Jarak Terhadap Delay dari Node 2 ke Receiver	105
Gambar 4. 36 Grafik Jarak Terhadap Delay dari Node 3 ke Receiver	106
Gambar 4. 37 Grafik Jarak Terhadap Delay dari Node 1 Melewati Node 2 ke Receiver.....	107
Gambar 4. 38 Grafik Jarak Terhadap Delay dari Node 1 melewati 3 ke Receiver	108
Gambar 4. 39 Grafik Jarak Terhadap Los Paket dari Node 1 ke Receiver	109
Gambar 4.40 Grafik Jarak Terhadap Los Paket dari Node 2 Ke Receiver	110
Gambar 4. 41 Grafik Jarak Terhadap Los Paket dari Node 3 ke Receiver	111
Gambar 4. 42 Grafik Jarak Terhadap Los Paket dari Node 1 melewati Node 2 ke Receiver	113

Gambar 4 43 Grafik Jarak Terhadap Los Paket dari Node 1 melewati Node 3 ke Receiver	114
--	-----

DAFTAR ISTILAH

<i>Early Warning System</i>	: Sistem peringatan dini
<i>Node</i>	: Titik akhir komunikasi
<i>Flowchart</i>	: Diagram alir
<i>Monitoring</i>	: Pemantauan yang berfungsi untuk mengumpulkan data
<i>Microcontroller</i>	: Komponen pengontrol kerja sistem
<i>Output</i>	: Keluaran
<i>Input</i>	: Masukan
<i>Transmitter</i>	: Pengirim / pemancar
<i>Receiver</i>	: Penerima
<i>Sensor</i>	: Komponen yang digunakan untuk mengukur besaran fisik dan mengkonversi menjadi besaran listrik
<i>Software</i>	: Perangkat lunak
<i>Troubleshooting</i>	: Pencarian sumber masalah secara sistematis sehingga masalah tersebut dapat dipecahkan
<i>Parsing Data</i>	: Proses pengambilan data dalam satu format kemudian diubah ke format yang lain
<i>Hardware</i>	: Perangkat keras
<i>Layout</i>	: Tata letak jalur tembaga dan komponen elektronika pada sebuah PCB

DAFTAR SINGKATAN

EWS	: <i>Early Warning System</i>
PCB	: <i>Printed Circuit Board</i>
IoT	: <i>Internet of Things</i>
LoRa	: <i>Long Range</i>
PWM	: <i>Pulse Width Modulation</i>
UART	: <i>Universal Asynchronous Receiver-Transmitter</i>
MHz	: <i>Mega Herz</i>
USB	: <i>Universal Serial Bus</i>
ICSP	: <i>In-Circuit Serial Programming</i>
SPI	: <i>Serial Peripheral Interface</i>
Wi-Fi	: <i>Wireless Fidelity</i>
SIM	: <i>Subscribe Identity Module</i>
GSM	: <i>Global System for Mobile Communications</i>
SCC	: <i>Solar Charger Control</i>
I/O	: <i>Input / Output</i>
I2C	: <i>Inter-Integrated Circuit</i>
SDA	: <i>Serial Data Line</i>
SCL	: <i>Serial Clock Line</i>
RX	: <i>Receive / Receiver</i>
TX	: <i>Transmit / Transmitter</i>

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A LISTING PROGRAM NODE 1

LAMPIRAN B LISTING PROGRAM NODE 2 DAN NODE 3

LAMPIRAN C LISTING PROGRAM *RECEIVER*

**LAMPIRAN D MECHANICAL SYSTEM EWS BENCANA
BANJIR**

LAMPIRAN E ELECTRICAL SYSTEM EWS BENCANA BANJIR

LAMPIRAN F PENGUJIAN LORA

**LAMPIRAN G TAMPILAN SERIAL MONITOR PADA
RECEIVER LORA**