



ANALISIS TRANSMISI DATA LORA PADA *MOBILE NODE*



TUGAS AKHIR

Program Studi

S1 TEKNIK KOMPUTER

Oleh:

Fikri Santoso Harjowinoto

17410200008

FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA

UNIVERSITAS DINAMIKA

2021

ANALISIS TRANSMISI DATA LORA PADA *MOBILE NODE*

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Sarjana Teknik**



UNIVERSITAS
Dinamika

Disusun Oleh :

Nama : Fikri Santoso Harjowinoto
NIM : 17410200008
Program Studi : S1 Teknik Komputer

**FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS DINAMIKA**

2021

TUGAS AKHIR

ANALISIS TRANSMISI DATA LORA PADA *MOBILE NODE*

Dipersiapkan dan disusun oleh
Fikri Santoso Harjowinoto
NIM: 17410200008

Telah diperiksa, diuji dan disetujui oleh Dewan Penguji
Pada: Juli 2021

Susunan Dewan Pembahas

Pembimbing:

I. Musayyanah, S.ST., M.T.

NIDN 0730069102

II. Yosefine Triwidyastuti, M.T.

NIDN 0729038504

Pembahas:

Harianto, S.Kom., M.Eng.

NIDN 0722087701


Digitally signed by musayyanah
DN: cn=musayyanah, o=Uindika,
ou=Teknik Komputer,
email=musayyanah@dinamika.a
cad, c=ID
Date: 2021.07.29 06:13:36
+07'00'
Adobe Acrobat Reader version:
2021.005.2005.8


Digitally signed by
Universitas Dinamika
Date: 2021.07.29
14:17:03 +07'00'


Digitally signed by
Universitas Dinamika
Date: 2021.07.29 14:13:37 +07'00'

Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar sarjana



Digitally signed by
Universitas Dinamika
Date: 2021.08.02
07:20:50 +07'00'

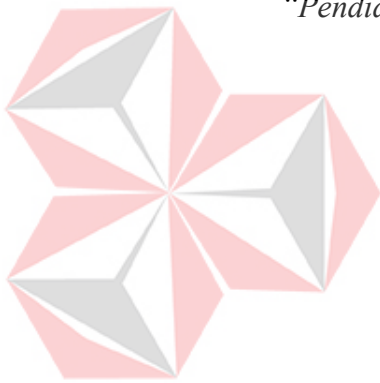
Tri Sagirani, S.Kom., M.MT.

NIDN 0731017601

Dekan Fakultas Teknologi dan Informatika
UNIVERSITAS DINAMIKA

“Pendidikan adalah senjata paling ampuh untuk mengubah dunia.”

~ Nelson Mandela ~



UNIVERSITAS
Dinamika



Dipersembahkan kepada Bapak, Ibu, Keluarga saya atas dukungan, motivasi dan doa terbaik yang diberikan kepada saya. Beserta semua orang yang selalu membantu, mendukung, memberi masukan, dan memberi motivasi agar tetap berusaha dan belajar agar menjadi lebih baik.

SURAT PERNYATAAN
PERSETUJUAN PUBLIKASI DAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Sebagai mahasiswa Universitas Dinamika, saya :

Nama : Fikri Santoso Harjowinoto
NIM : 17.41020.0008
Program Studi : S1 Teknik Komputer
Fakultas : Fakultas Teknologi dan Informatika
Jenis Karya : Laporan Tugas Akhir
Judul Karya : **Analisis Transmisi Data LoRa Pada Mobile Node**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Demi pengembangan Ilmu Pengetahuan, Teknologi dan Seni, saya menyetujui memberikan kepada Universitas Dinamika Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalti Free Right*) atas seluruh isi/ sebagian karya ilmiah saya tersebut di atas untuk disimpan, dialihmediakan dan dikelola dalam bentuk pangkalan data (*database*) untuk selanjutnya didistribusikan atau dipublikasikan demi kepentingan akademis dengan tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis atau sebagai pemilik pencipta dan Hak Cipta
2. Karya tersebut di atas adalah karya asli saya, bukan plagiat baik sebagian maupun keseluruhan. Kutipan, karya atau pendapat orang lain yang ada dalam karya ilmiah ini adalah semata hanya rujukan yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka saya
3. Apabila dikemudian hari ditemukan dan terbukti terdapat tindakan plagiat pada karya ilmiah ini, maka saya bersedia untuk menerima pencabutan terhadap gelar keserjanaan yang telah diberikan kepada saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 22 Juni 2021

Yang menyatakan



Fikri Santoso Harjowinoto
NIM : 17.41020.0008

ABSTRAK

Teknologi LPWAN sedang digunakan untuk pengembangan solusi IoT karena jangkauan luas, konsumsi energi yang rendah dan pengoperasian yang mudah. LoRa salah satu teknologi LPWAN yang dipakai untuk penelitian ini karena jangkauannya yang tinggi, biaya pengoperasian yang rendah, kecepatan data yang memadai dan *latency* rendah. Penelitian ini akan melakukan jangkauan transmisi data lora pada *node* bergerak dengan mengukur parameter *Throughput* dan *Packet Loss* untuk mengetahui *Quality of Service (QoS)* dan kekuatan sinyal dengan *Received Signal Strength Indicator (RSSI)* di lingkungan perkotaan, maka dari itu dibuatlah alat menggunakan dua buah *node* yang terhubung secara *point-to-point*. Pada *Node Transmitter* akan mengirimkan data dan lokasi menggunakan *Global Positioning System (GPS)* kepada *Node Receiver*. Dari pengujian yang telah dilakukan terdapat hasil yang dicapai, yaitu Pada analisis kecepatan disimpulkan bahwa semakin tinggi kecepatan kendaraan nilai *Throughput* semakin bertambah, sedangkan nilai *Packet Loss* semakin berkurang sedangkan pada analisis jarak semakin jauh jarak yang ditempuh maka nilai *Throughput* semakin kecil, sedangkan nilai *Packet Loss* semakin besar. Perbandingan hasil pengukuran *Packet Loss* Pagi hari dan Sore hari, dapat disimpulkan bahwa pengukuran pada Pagi hari mendapatkan rata – rata presentase *Packet Loss* lebih kecil sebesar 31.68 % dari pada pengukuran pada Sore hari mendapatkan 32.59 %. Perbandingan hasil pengukuran *Throughput* Pagi hari dan Sore hari, dapat disimpulkan bahwa pengukuran pada Pagi hari mendapatkan *Throughput* lebih tinggi yaitu 688.95 bps dari pada pengukuran pada Sore hari mendapatkan 659.03 bps.

Kata Kunci: LPWAN, LoRa, *Throughput*, *Packet Loss*.

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat yang telah diberikan - Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “ Analisis Transmisi Data LoRa pada *Mobile Node*”.

Dalam usaha menyelesaikan penulisan Laporan Tugas Akhir ini penulis banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, karena dengan rahmatnya dan hidayahnya penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Tri Sagirani, S.Kom., M.MT. selaku Dekan Fakultas Teknologi dan Informatika (FTI) Universitas Dinamika.
3. Bapak Pauladie Susanto, S.Kom., M.T. selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Komputer terima kasih atas bimbingan yang diberikan serta tuntunan baik secara tertulis maupun lisan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir.
4. Bapak Harianto, S.Kom., M.Eng. selaku Dosen Pembahas atas saran dan masukannya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
5. Ibu Musayyanah, S.ST., M.T. selaku dosen pembimbing pertama yang telah memberikan dukungan penuh berupa motivasi, saran, dan wawasan bagi penulis selama pelaksanaan tugas akhir dan pembuatan Laporan Tugas Akhir.
6. Ibu Yosefine Triwidyastuti, M.T. selaku dosen pembimbing kedua yang banyak memberikan masukan dan solusi agar tugas akhir ini menjadi lebih baik dan peniulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Orang Tua dan Seluruh Keluarga penulis tercinta yang telah memberikan dorongan sehingga penulis dapat menempuh dan menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
8. Teman - teman seperjuangan Teknik Komputer angkatan 2017 Universitas Dinamika yang bersama – sama berjuang dari masuk hingga lulus.
9. Athiyah Zayyanah yang selalu memberikan semangat dan dukungan kepada penulis untuk dapat segera menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.

Penulis berharap semoga laporan ini dapat berguna dan bermanfaat untuk menambah wawasan bagi pembacanya. Penulis juga menyadari dalam penulisan laporan ini banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik untuk memperbaiki kekurangan dan berusaha untuk lebih baik lagi.

Surabaya, 19 Juli 2021

Penulis



UNIVERSITAS
Dinamika

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 <i>Quality of Service (QoS)</i>	4
2.1.1 Parameter <i>Quality of Service</i>	4
2.2 <i>Received Signal Strength Indicator (RSSI)</i>	6
2.3 <i>Long Range (LoRa)</i>	7
2.4 Arduino	8
2.5 <i>Global Positioning System (GPS)</i>	9
2.5.1 <i>GPS NEO-6M Module</i>	9
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	11
3.1 Model Perancangan	11
3.1.1 <i>Transmitter</i>	11
3.1.2 <i>Receiver</i>	11
3.2 Perancangan Perangkat Keras.....	12
3.2.1 Skematik Node <i>Transmitter</i>	12
3.2.2 Skematik Node Receiver	14

3.3 Perancangan Perangkat Lunak.....	17
3.3.1 Algoritma Sistem <i>Transmitter</i>	17
3.3.2 Algoritma Sistem <i>Receiver</i>	18
3.4 Skenario Pengujian	19
3.4.1 Pemetaan Peta Lokasi Pengujian	19
3.4.2 Penempatan Lokasi Perangkat	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Rumus Penunjang Perhitungan Jarak	22
4.1.1 Perbandingan Jarak Maps dengan Modul Neo 6MS	23
4.2 Pengujian Pagi hari	24
4.2.1 Hasil Pagi ke-1	24
4.2.2 Hasil Pagi ke-2	25
4.2.3 Hasil Pagi ke-3	26
4.2.4 Rata - rata hasil pagi	27
4.3 Pengujian Sore hari	29
4.3.1 Hasil Sore ke-1	29
4.3.2 Hasil Sore ke-2	30
4.3.3 Hasil Sore ke-3	31
4.3.4 Rata -rata hasil sore	32
BAB V PENUTUP	35
5.1 Kesimpulan	35
5.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	39

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Kategori <i>Throughput</i>	5
Gambar 2.2 Kategori <i>Packet Loss</i>	6
Gambar 2.3 <i>LoRa Module</i>	8
Gambar 2.4 Arduino Mega	8
Gambar 2.5 Modul GPS NEO-6M.....	9
Gambar 3.1 Model Perancangan.....	11
Gambar 3.2 Skematik <i>Node Transmitter</i>	13
Gambar 3.3 Hasil Rangkaian <i>Node Transmitter</i> dengan <i>Black Box</i>	14
Gambar 3.4 Skematik <i>Node Receiver</i>	15
Gambar 3.5 Hasil Rangkaian <i>Node Receiver</i> dengan <i>Black Box</i>	16
Gambar 3.6 <i>Flowchart Transmitter</i>	17
Gambar 3.7 <i>Flowchart Receiver</i>	18
Gambar 3.8 Jarak 0 sampai 200 meter dari <i>google maps</i>	20
Gambar 3.9 Jarak 300 sampai 500 meter dari <i>google maps</i>	20
Gambar 3.10 Penempatan <i>Node Receiver</i>	21
Gambar 3.11 Penempatan <i>Node Transmitter</i>	21
Gambar 4.1 Pengukuran Jarak dari <i>Google Maps</i>	23
Gambar 4.2 Kondisi Jalan di Pagi ke-1.....	24
Gambar 4.3 Kondisi Jalan di Pagi ke-2.....	25
Gambar 4.4 Kondisi Jalan di Pagi ke-3.....	26
Gambar 4.5 Kondisi Jalan di Sore ke-1	29
Gambar 4.6 Kondisi Jalan di Sore ke-2	30
Gambar 4.7 Kondisi Jalan di Sore ke-3	31
Gambar 4.8 Tampilan Serial Monitor <i>Node Transmitter</i> 23 bytes	33
Gambar 4.9 Tampilan Serial Monitor <i>Node Receiver</i> 23 bytes	34
Gambar 4.10 Tampilan Serial Monitor <i>Node Transmitter</i> 46 bytes	34
Gambar 4.11 Tampilan Serial Monitor <i>Node Receiver</i> 46 bytes	34
Gambar L27. 1 Hasil <i>Similarity</i> Halaman 1.....	127
Gambar L27. 2 Hasil <i>Similarity</i> Halaman 2.....	128
Gambar L27. 3 Hasil <i>Similarity</i> Halaman 3.....	129
Gambar L27. 4 Hasil <i>Similarity</i> Halaman 4.....	130

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Kategori RSSI	7
Tabel 3.1 <i>Pinout Transmitter</i>	12
Tabel 3.2 <i>Pinout Receiver</i>	14
Tabel 4.1 Hasil Pagi ke-1	24
Tabel 4.2 Hasil Pagi ke-2	25
Tabel 4.3 Hasil Pagi ke-3	26
Tabel 4.4 Rata - Rata Hasil Pagi	27
Tabel 4.5 Rata - Rata Kecepatan Pagi.....	27
Tabel 4.6 Rata - Rata Jarak Pagi	28
Tabel 4.7 Hasil Sore ke-1	29
Tabel 4.8 Hasil Sore ke-2.....	30
Tabel 4.9 Hasil Sore ke-3.....	31
Tabel 4.10 Rata - Rata Hasil Sore.....	32
Tabel 4.11 Rata - Rata Kecepatan Sore	32
Tabel 4.12 Rata - Rata Jarak Sore.....	33
Tabel L3. 1 TX 23 bytes, 20km/jam, 0-200 meter pagi.....	47
Tabel L3. 2 RX 23 bytes, 20km/jam, 0-200 meter pagi.....	49
Tabel L4. 1 TX 46 bytes, 20km/jam, 0-200 meter pagi.....	51
Tabel L4. 2 RX 46 bytes, 20km/jam, 0-200 meter pagi.....	53
Tabel L5. 1 TX 23 bytes, 30km/jam, 0-200 meter pagi.....	55
Tabel L5. 2 RX 23 bytes, 30km/jam, 0-200 meter pagi.....	56
Tabel L6. 1 TX 46 bytes, 30km/jam, 0-200 meter pagi.....	59
Tabel L6. 2 RX 46 bytes, 30km/jam, 0-200 meter pagi.....	60
Tabel L7. 1 TX 23 bytes, 40km/jam, 0-200 meter pagi.....	62
Tabel L7. 2 RX 23 bytes, 40km/jam, 0-200 meter pagi.....	63
Tabel L8. 1 TX 46 bytes, 40km/jam, 0-200 meter pagi.....	65
Tabel L8. 2 RX 46 bytes, 40km/jam, 0-200 meter pagi.....	66
Tabel L9. 1 TX 23 bytes, 20km/jam, 300-500 meter pagi.....	68
Tabel L9. 2 RX 23 bytes, 20km/jam, 300-500 meter pagi.....	70
Tabel L10. 1 TX 46 bytes, 20km/jam, 300-500 meter pagi.....	72
Tabel L10. 2 RX 46 bytes, 20km/jam, 300-500 meter pagi.....	74

Tabel L11. 1 TX 23 bytes, 30km/jam, 300-500 meter pagi.....	76
Tabel L11. 2 RX 23 bytes, 30km/jam, 300-500 meter pagi.....	77
Tabel L12. 1 TX 46 bytes, 30km/jam, 300-500 meter pagi.....	79
Tabel L12. 2 RX 46 bytes, 30km/jam, 300-500 meter pagi.....	80
Tabel L13. 1 TX 23 bytes, 40km/jam, 300-500 meter pagi.....	82
Tabel L13. 2 RX 23 bytes, 40km/jam, 300-500 meter pagi.....	83
Tabel L14. 1 TX 46 bytes, 40km/jam, 300-500 meter pagi.....	85
Tabel L14. 2 RX 46 bytes, 40km/jam, 300-500 meter pagi.....	86
Tabel L15. 1 TX 23 bytes, 20km/jam, 0-200 meter sore.....	88
Tabel L15. 2 RX 23 bytes, 20km/jam, 0-200 meter sore.....	90
Tabel L16. 1 TX 46 bytes, 20km/jam, 0-200 meter sore.....	92
Tabel L16. 2 RX 46 bytes, 20km/jam, 0-200 meter sore.....	94
Tabel L17. 1 TX 23 bytes, 30km/jam, 0-200 meter sore.....	96
Tabel L17. 2 RX 23 bytes, 30km/jam, 0-200 meter sore.....	97
Tabel L18. 1 TX 46 bytes, 30km/jam, 0-200 meter sore.....	99
Tabel L18. 2 RX 46 bytes, 30km/jam, 0-200 meter sore.....	100
Tabel L19. 1 TX 23 bytes, 40km/jam, 0-200 meter sore.....	102
Tabel L19. 2 RX 23 bytes, 40km/jam, 0-200 meter sore.....	103
Tabel L20. 1 TX 46 bytes, 40km/jam, 0-200 meter sore.....	105
Tabel L20. 2 RX 46 bytes, 40km/jam, 0-200 meter sore.....	106
Tabel L21. 1 TX 23 bytes, 20km/jam, 300-500 meter sore.....	108
Tabel L21. 2 RX 23 bytes, 20km/jam, 300-500 meter sore.....	110
Tabel L22. 1 TX 46 bytes, 20km/jam, 300-500 meter sore.....	112
Tabel L22. 2 RX 46 bytes, 20km/jam, 300-500 meter sore.....	114
Tabel L23. 1 TX 23 bytes, 30km/jam, 300-500 meter sore.....	115
Tabel L23. 2 RX 23 bytes, 30km/jam, 300-500 meter sore.....	117
Tabel L24. 1 TX 46 bytes, 30km/jam, 300-500 meter sore.....	119
Tabel L24. 2 RX 46 bytes, 30km/jam, 300-500 meter sore.....	120
Tabel L25. 1 TX 23 bytes, 40km/jam, 300-500 meter sore.....	122
Tabel L25. 2 RX 23 bytes, 40km/jam, 300-500 meter sore.....	123
Tabel L26. 1 TX 46 bytes, 40km/jam, 300-500 meter sore.....	125
Tabel L26. 2 RX 46 bytes, 40km/jam, 300-500 meter sore.....	126

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Program <i>Node Transmitter</i>	39
Lampiran 2 Program <i>Node Receiver</i>	45
Lampiran 3 Tabel TX dan RX 23 byte, 20 km/jam, 0-200 meter Pagi.....	47
Lampiran 4 Tabel TX dan RX 46 byte, 20 km/jam, 0-200 meter Pagi.....	51
Lampiran 5 Tabel TX dan RX 23 byte, 30 km/jam, 0-200 meter Pagi.....	55
Lampiran 6 Tabel TX dan RX 46 byte, 30 km/jam, 0-200 meter Pagi.....	59
Lampiran 7 Tabel TX dan RX 23 byte, 40 km/jam, 0-200 meter Pagi.....	62
Lampiran 8 Tabel TX dan RX 46 byte, 40 km/jam, 0-200 meter Pagi.....	65
Lampiran 9 Tabel TX dan RX 23 byte, 20 km/jam, 300-500 meter Pagi.....	68
Lampiran 10 Tabel TX dan RX 46 byte, 20 km/jam, 300-500 meter Pagi.....	72
Lampiran 11 Tabel TX dan RX 23 byte, 30 km/jam, 300-500 meter Pagi.....	76
Lampiran 12 Tabel TX dan RX 46 byte, 30 km/jam, 300-500 meter Pagi.....	79
Lampiran 13 Tabel TX dan RX 23 byte, 40 km/jam, 300-500 meter Pagi.....	82
Lampiran 14 Tabel TX dan RX 46 byte, 40 km/jam, 300-500 meter Pagi.....	85
Lampiran 15 Tabel TX dan RX 23 byte, 20 km/jam, 0-200 meter Sore.....	88
Lampiran 16 Tabel TX dan RX 46 byte, 20 km/jam, 0-200 meter Sore.....	92
Lampiran 17 Tabel TX dan RX 23 byte, 30 km/jam, 0-200 meter Sore.....	96
Lampiran 18 Tabel TX dan RX 46 byte, 30 km/jam, 0-200 meter Sore.....	99
Lampiran 19 Tabel TX dan RX 23 byte, 40 km/jam, 0-200 meter Sore.....	102
Lampiran 20 Tabel TX dan RX 46 byte, 40 km/jam, 0-200 meter Sore.....	105
Lampiran 21 Tabel TX dan RX 23 byte, 20 km/jam, 300-500 meter Sore.....	108
Lampiran 22 Tabel TX dan RX 46 byte, 20 km/jam, 300-500 meter Sore.....	112
Lampiran 23 Tabel TX dan RX 23 byte, 30 km/jam, 300-500 meter Sore.....	115
Lampiran 24 Tabel TX dan RX 46 byte, 30 km/jam, 300-500 meter Sore.....	119
Lampiran 25 Tabel TX dan RX 23 byte, 40 km/jam, 300-500 meter Sore.....	122
Lampiran 26 Tabel TX dan RX 46 byte, 40 km/jam, 300-500 meter Sore.....	125
Lampiran 27 Hasil Cek Plagiasi.....	127

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi jaringan area luas daya rendah (LPWAN) sedang digunakan baru-baru ini untuk pengembangan solusi berbasis IoT karena jangkauan yang luas, konsumsi energi rendah dan pengoperasian yang mudah (Thoen, et al., 2019), Long-range (LoRa), Narrowband IoT (NB-IoT) , Sigfox , dan teknologi LPWAN lainnya telah digunakan untuk berbagai layanan koneksi perangkat dalam waktu dan jarak yang perlukan (Jovalekic, et al., 2018).

Salah satu teknologi LPWAN yaitu LoRa sesuai untuk komunikasi layanan mobilitas (misalnya, layanan pelacakan kendaraan atau benda berjalan) karena jangkauannya yang tinggi, biaya pengoperasian yang mudah, kecepatan data yang memadai dan *latency* rendah (Qadir, et al., 2018).

Tugas Akhir ini merupakan sub-topik dari Penelitian Kerjasama Antar Perguruan Tinggi (PKPT) dengan judul “Sistem Komunikasi Jarak Jauh untuk Pelacakan Posisi Pengunjung Tempat Wisata dalam Upaya Peningkatan Keamanan Pariwisata Nasional”. Kontribusi Tugas Akhir ini adalah meng node berjalan atau yang disebut *Node Mobile*, yang nantinya digunakan untuk melacak pengunjung wisata.

Pada penelitian sebelumnya yang berjudul “*Parameter Lora Pada Lingkungan Outdoor*” (Firmansyah, 2020). Penelitian tersebut melakukan pengamatan pengaruh perubahan parameter untuk performa perangkat LoRa di lingkungan *outdoor*, penelitian ini masih menggunakan node diam atau node tidak bergerak. Performansi LoRa sebagai node bergerak dapat menentukan posisi dari node tersebut, sehingga pada Tugas Akhir ini penulis akan melakukan pengujian jangkauan transmisi data lora pada node bergerak untuk mengetahui *Quality of Service* (QOS) dan kekuatan sinyal dengan *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) di lingkungan perkotaan. Menurut (Kustiwan, 2014) Lingkungan perkotaan adalah kawasan terbangun (*built up area*) yang terletak saling berdekatan atau terkonsentrasi, yang meluas dari pusatnya hingga ke wilayah pinggiran, atau wilayah geografis yang didominasi oleh struktur binaan (*man made structure*). Ciri

utama dari lingkungan perkotaan adalah banyak penghalang berupa gedung, pohon, dan lalu lintas kendaraan yang dapat mempengaruhi performansi komunikasi data.

Menurut (Putra, et al., 2019), untuk mengetahui jangkauan dari perangkat komunikasi lora menggunakan metode *Quality of Service* (QOS) dengan mengukur parameter *Throughput* dan *Packet Loss*.

Pengujian pada Tugas Akhir ini akan menggunakan dua buah *node* yang terhubung secara *point-to-point*. *Node Transmitter* akan mengirimkan data karakter dan lokasi menggunakan *Global Positioning System* (GPS) kepada *Node Receiver*. *Node Transmitter* akan ditempatkan pada kendaraan yang berjalan sedangkan *Node Receiver* ditempatkan disuatu area dengan posisi diam. Pengujian ini dapat mempengaruhi nilai dari parameter *Quality of Service* (QOS) dan *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) dengan kecepatan yang ditentukan serta perubahan posisi pada *Node Transmitter* di lingkungan perkotaan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan dalam Tugas Akhir ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh kecepatan gerak pada lora *Mobile Node* dengan parameter *Throughput* dan *Packet Loss* yang menentukan hasil QoS dan RSSI pada perkotaan?
2. Bagaimana data GPS pada node bergerak dapat diterima oleh *Node Receiver* lora?

1.3 Batasan Masalah

Dalam pembuatan Tugas Akhir ini, pembahasan masalah dibatasi pada beberapa hal berikut:

1. Transmisi LoRa *point to point*.
2. LoRa yang digunakan adalah *End Device* LoRa dengan frekuensi 920 Mhz.
3. Pembatasan kecepatan pada kendaraan yaitu 20km/jam, 30km/jam dan 40km/jam.
4. Medan yang diuji di lingkungan perkotaan.

5. Koordinat GPS hanya *latitude* dan *longitude*.

1.4 Tujuan

Berdasarkan uraian latar belakang dan rumusan masalah di atas, dalam Tugas Akhir ini didapatkan tujuan pembuatan laporan sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh kecepatan gerak pada lora *Mobile Node* dengan parameter *Throughput* dan *Packet Loss* yang menentukan hasil QoS dan RSSI pada perkotaan.
2. Mengetahui data GPS pada node bergerak dapat diterima oleh node receiver lora.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diperoleh dari penyusunan Tugas Akhir ini adalah untuk mengetahui pengaruh kecepatan gerak pada *Node Mobile* yang diaplikasikan yang nantinya dipakai node pengunjung terhadap *Quality of Service* (QoS) dan *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) dari lora pada lingkungan perkotaan.



UNIVERSITAS
Dinamika

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Quality of Service (QoS)*

Menurut (Wulandari, 2016), *Quality of Service (QoS)* merupakan metode pengukuran kualitas jaringan dan untuk mendefinisikan karakteristik dari jaringan.

2.1.1 *Parameter Quality of Service*

Menurut (Sofana, 2011), terdapat beberapa *parameter Quality of Service (QoS)*, yaitu sebagai berikut :

a. *Throughput*

Throughput adalah suatu jaringan dalam keberhasilan pengiriman pesan melalui saluran komunikasi. *Throughput* dikaitkan dengan bandwidth dalam kondisi yang sebenarnya. *Bandwidth* lebih bersifat fix sementara *Throughput* sifatnya adalah dinamis tergantung trafik yang sedang terjadi. Beberapa faktor yang mempengaruhi *Bandwidth* dan *Throughput* yaitu antara lain piranti jaringan, tipe data yang ditransfer, banyaknya pengguna jaringan, topologi jaringan, spesifikasi computer client/user, spesifikasi server komputer, induksi listrik, cuaca dan lain sebagainya.

Throughput adalah kecepatan (rate) transfer data efektif yang diukur dalam bps. *Throughput* merupakan jumlah total kedatangan paket yang sukses yang diamati pada destination selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut. *Throughput* dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Throughput} : \frac{\text{Paket data diterima}}{\text{Waktu Pengamatan}}$$

Adapun standar *Throughput* menurut TIPHON adalah sebagai berikut:

Kategori <i>Throughput</i>	<i>Throughput</i>	Indeks
<i>Bad</i>	0 – 338 kbps	0
<i>Poor</i>	338 – 700 kbps	1
<i>Fair</i>	700 – 1200 kbps	2
<i>Good</i>	1200 kbps – 2,1 Mbps	3
<i>Excelent</i>	>2,1 Mbps	4

Gambar 2.1 Kategori *Throughput*
(Sumber : (NN, 2002))

b. *Packet Loss*

Packet loss adalah parameter yang menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang. Paket yang hilang ini dapat terjadi karena *collision* dan *congestion* pada jaringan. *Packet Loss* merupakan kegagalan transmisi paket data mencapai tujuannya yang disebabkan oleh beberapa kemungkinan, antara lain yaitu:

1. Terjadinya *overload* trafik didalam jaringan.
2. Tabrakan (*congestion*) dalam jaringan.
3. Error yang terjadi pada media fisik.
4. Kegagalan yang terjadi pada sisi penerima antara lain bisa disebabkan karena *Overflow* yang terjadi pada *buffer*.

Packet loss dapat terjadi karena kesalahan yang diperkenalkan oleh medium transmisi fisik. Hal hal yang mempengaruhi terjadinya packet loss juga bisa karena kondisi geografis seperti kabut, hujan, gangguan radio frekuensi, sel *handoff* selama roaming, dan interferensi seperti pohon-pohon, bangunan, dan pegunungan.

Packet Loss dihitung berdasarkan persentase paket yang berhasil dikirim, dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Packet loss} : \frac{\text{Paket data dikirim} - \text{Paket data diterima}}{\text{Paket data yang dikirim}} \times 100 \%$$

Adapun standar *Packet Loss* menurut TIPHON adalah sebagai berikut:

Kategori <i>Packet Loss</i>	<i>Packet Loss</i>	Indeks
<i>Poor</i>	>25%	1
<i>Medium</i>	12 – 24%	2
<i>Good</i>	3 – 14%	3
<i>Perfect</i>	0 – 2%	4

Gambar 2.2 Kategori *Packet Loss*
(Sumber : (NN, 2002))

2.2 *Received Signal Strength Indicator (RSSI)*

Received Signal Strength Indicator atau singkatan dari RSSI, ini adalah ukuran seberapa baik perangkat nirkabel dapat mendapatkan sinyal dari node. RSSI ini sangat berguna untuk mengelola *Access Point* (AP) dalam jumlah banyak atau akses untuk publik, karena berkaitan dengan cukupnya sinyal agar mendapatkan hasil koneksi yang baik. Setiap alat penerima sinyal nirkabel akan berbeda-beda kemungkinan besaran dbm akan berbeda antara satu device dengan device yang lainnya (Rhie.id, 2020).

RSSI adalah istilah yang digunakan untuk mengukur kualitas relatif dari sinyal yang diterima ke perangkat, tetapi tidak memiliki nilai absolut. Standar IEEE 802.11 menetapkan bahwa RSSI dapat dalam skala 0 sampai dengan 255 dan bahwa masing-masing produsen chipset dapat menentukan nilai maksimumnya dia sendiri. Misalnya salah satu perusahaan network card menggunakan skala 0-100, sedangkan perusahaan lainnya menggunakan 0-60 (Rhie.id, 2020). Kekuatan sinyal dapat diwakili oleh nilai RSSI dalam satuan negatif decibel-milliwatts (-dBm). Nilai RSSI semakin mendekati 0 maka semakin bagus.

untuk mengetahui batasan RSSI lihatlah tabel berikut ini,:

Tabel 2.1 Kategori RSSI

Kekuatan Sinyal	Keterangan
-30 dBm	Sangat Baik
-65 dBm	Baik
-70 dBm	Cukup
-80 dBm	Buruk
-90 dBm	Sangat Buruk

(Sumber : (Rhiel.id, 2020))

2.3 Long Range (LoRa)

Menurut (Qrimly, 2017), LoRa (*Long Range*) adalah suatu format modulasi yang unik dan mengagumkan yang dibuat oleh Semtech. modulasi yang dihasilkan menggunakan modulasi FM. Inti pada pemrosesan menghasilkan nilai frekuensi yang stabil. metode transmisi juga bisa menggunakan PSK (*Phase Shift Keying*), FSK (*Frequency Shift Keying*) dan lainnya. Menurut (Yunus, 2018), LoRa memiliki kelebihan dibandingkan dengan jenis komunikasi lainnya seperti seluler, BLE maupun WiFi. LoRa memiliki kemampuan komunikasi jarak jauh seperti selular namun berdaya rendah seperti BLE, sehingga penggunaannya sangat cocok untuk perangkat sensor yang dioperasikan tahunan dengan sumber daya baterai dan pada cakupan area yang luas.

Beberapa parameter dalam modulasi LoRa antara lain :

1. *Bandwidth* (BW) : *Bandwidth* merupakan parameter yang sangat penting pada penentuan chip rate. Pada modulasi LoRa besarnya bandwidth diatur sebesar 125-, 250-, 500-kHz.
2. *Spreading Factor* (SF) : Definisi *Spreading Factor* tidak terlepas dari dua hal : Banyaknya chip yang ada pada tiap simbol adalah 2^{SF} dan Banyaknya bit yang dapat di *encode* pada simbol adalah SF.
3. *Code Rate* (CR) : diformulasikan sebagai $CR = 4/(4+n)$ untuk menangani *Packet Error Rate* (PER) akibat adanya interferensi dimana n merupakan {1,2,3,4}.



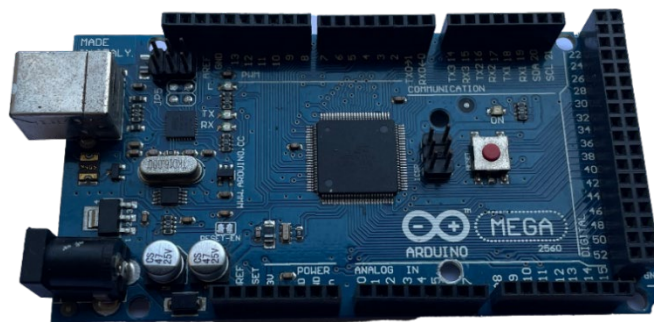
Gambar 2.3 LoRa Module

2.4 Arduino

Menurut (Efendi, 2018), Arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik *open source* yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip *mikrokontroler* dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel.

Mikrokontroler itu sendiri adalah chip atau *integrated circuit* (IC) yang bisa diprogram menggunakan komputer. Tujuan menanamkan program pada *mikrokontroler* adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca input, memproses input tersebut dan kemudian menghasilkan *output* sesuai yang diinginkan. Jadi *mikrokontroler* bertugas sebagai 'otak' yang mengendalikan *input*, proses dan *output* sebuah rangkaian elektronik.

Bahasa pemrograman Arduino adalah bahasa C. Tetapi bahasa ini sudah dipermudah menggunakan fungsi-fungsi yang sederhana sehingga pemula pun bisa mempelajarinya dengan cukup mudah.



Gambar 2.4 Arduino Mega

2.5 Global Positioning System (GPS)

Global Positioning System (GPS) adalah sistem navigasi radio berbasis satelit dikembangkan dan dioperasikan oleh departemen pertahanan Amerika Serikat. Pesawat penerima GPS menggunakan sinyal satelit untuk melakukan triangulasi posisi yang hendak ditentukan dengan cara mengukur lama perjalanan waktu sinyal dikirimkan dari satelit, kemudian mengalikannya dengan kecepatan cahaya (3×10^8 meter/detik) untuk menentukan secara tepat berapa jauh pesawat penerima GPS dari setiap satelit, dengan menggunakan sinyal yang dikirim oleh satelit minimal tiga sinyal dari satelit yang berbeda, pesawat penerima GPS dapat menghitung posisi tetap sebuah titik yaitu posisi lintang (*latitude*) dan bujur bumi (*longitude*). Penggunaan sinyal satelit yang keempat membuat pesawat penerima GPS dapat menghitung posisi ketinggian titik tersebut terhadap rata-rata permukaan laut dan keadaan ini yang ideal untuk melakukan navigasi (Abidin, 2002).

2.5.1 GPS NEO-6M Module

Modul GPS APM2.5 NEO-6M berukuran 25x35mm untuk modul, 25x25mm untuk antenna. Modul GPS APM2.5 NEO-6M berfungsi sebagai penerima GPS yang dapat mendeteksi lokasi dengan menangkap dan memproses sinyal dari satelit navigasi. Aplikasi dari modul ini melingkupi sistem navigasi, sistem keamanan terhadap kemalingan pada kendaraan atau perangkat bergerak, akuisisi data pada sistem pemetaan medan, penjejak lokasi atau *location tracking*, dan lainnya.



Gambar 2.5 Modul GPS NEO-6M

Modul ini kompatibel dengan APM2 dan APM2.5 dengan EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) terpadu yang dapat

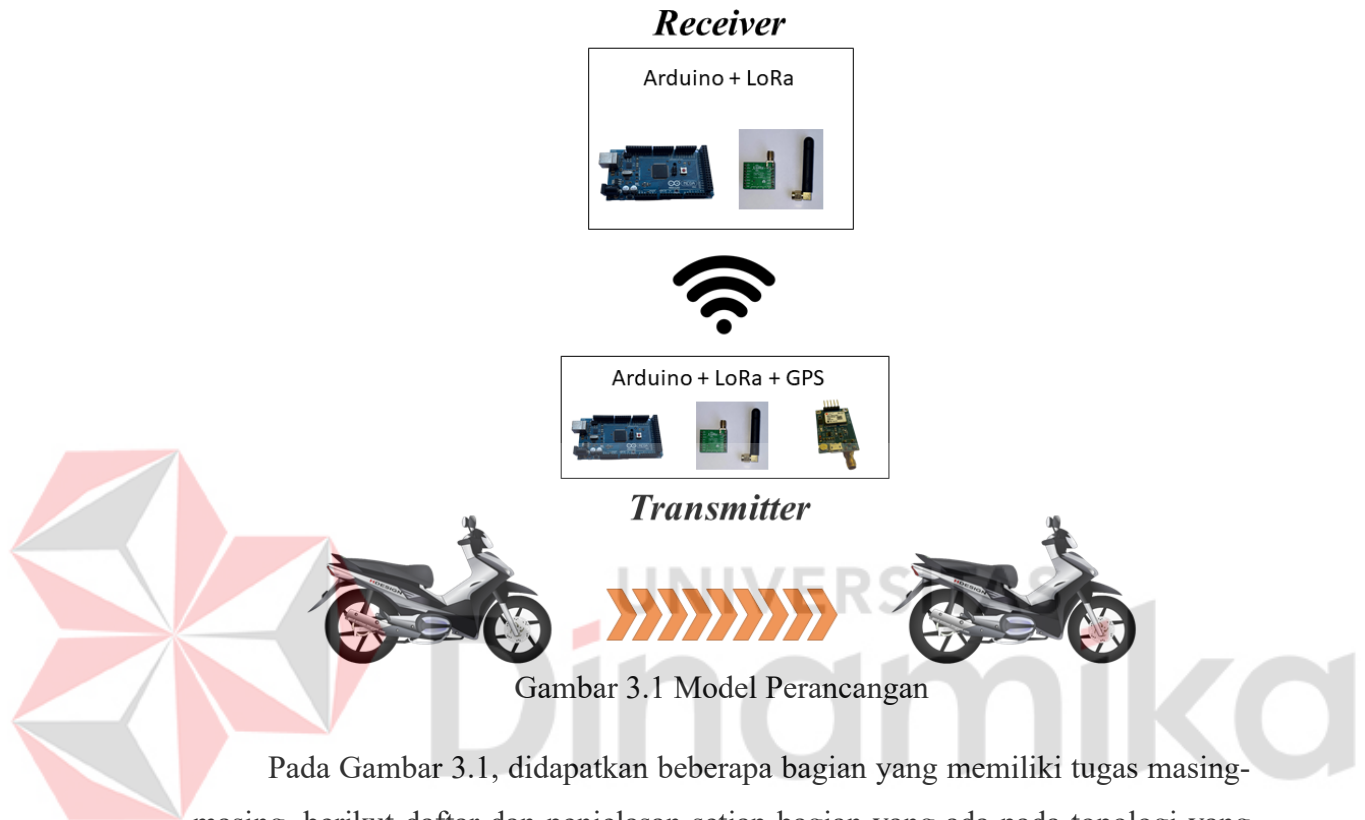
digunakan untuk menyimpan data konfigurasi. Komunikasi antarmuka menggunakan serial TTL (*Transistor Transistor Logic*) (RX/TX) yang dapat diakses dari 10 mikrokontroler yang memiliki fungsi UART (*Universal Asynchronous Receiver Transmitter*) atau emulasi serial TTL (pada Arduino dapat menggunakan pustaka komunikasi serial / serial communication library yang sudah tersedia dalam paket Arduino IDE). Baud rate diset secara default pada 9600 bps. GPS Processor dari modul ini menggunakan u-blox NEO-6 GPS Module Modul ini dapat memproses hingga 50 kanal sinyal secara cepat dengan waktu Cold TTFF (*Cold-Start Time-To-First-Fix*), waktu yang diperlukan untuk menentukan posisi dari kondisi mati total) kurang dari 27 detik.

Spesifikasi Modul u-blox NEO-6M :

- a) Tipe penerima: 50 channel, GPS L1 frekuensi, C/A Code. SBAS (Satellite Based Augmentation System): WAAS (Wide Area Augmentation System), EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service), MSAS (Multi-functional Satellite Augmentation System).
- b) Sensitivitas penjejak & navigasi: -161 dBm (reakuisisi dari blank-spot: -160 dBm).
- c) Sensitivitas saat baru memulai: -147 dBm pada cold-start, -156 dBm pada hot start.
- d) Kecepatan pembaharuan data / navigation update rate: 5 Hz
- e) Akurasi penetapan lokasi GPS secara horisontal: 2,5 meter (SBAS = 2m).
- f) Rentang frekuensi pulsa waktu yang dapat disetel: 0,25 Hz hingga 1 kHz.
- g) Akurasi sinyal pulsa waktu: RMS 30 ns (99% dalam kurang dari 60 ns) dengan granularitas 21 ns atau 15 ns saat terkompensasi.
- h) Akurasi kecepatan: 0,1 meter / detik.
- i) Akurasi arah (heading accuracy): 0,5°.
- j) Batasan operasi: daya tarik maksimum 4x gravitasi, ketinggian maksimum 50 Km, kecepatan maksimum 500 meter / detik (1800 km/jam).

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Model Perancangan



Gambar 3.1 Model Perancangan

Pada Gambar 3.1, didapatkan beberapa bagian yang memiliki tugas masing-masing, berikut daftar dan penjelasan setiap bagian yang ada pada topologi yang telah dibuat :

3.1.1 *Transmitter*

Pada Tugas Akhir ini *Node Transmitter* bertugas untuk mengirimkan data menuju *Node Receiver* pada transmisi LoRa. Data yang dikirim berupa paket dan lokasi GPS dengan posisi node bergerak.

3.1.2 *Receiver*

Pada Tugas Akhir ini *Node Receiver* bertugas untuk menerima data dan titik koordinat dari *Node Transmitter* kemudian menampilkan pada serial monitor arduino IDE untuk direkapitulasi hasil *Quality of Service (QoS)* dan *Received Signal Strength Indicator (RSSI)*.

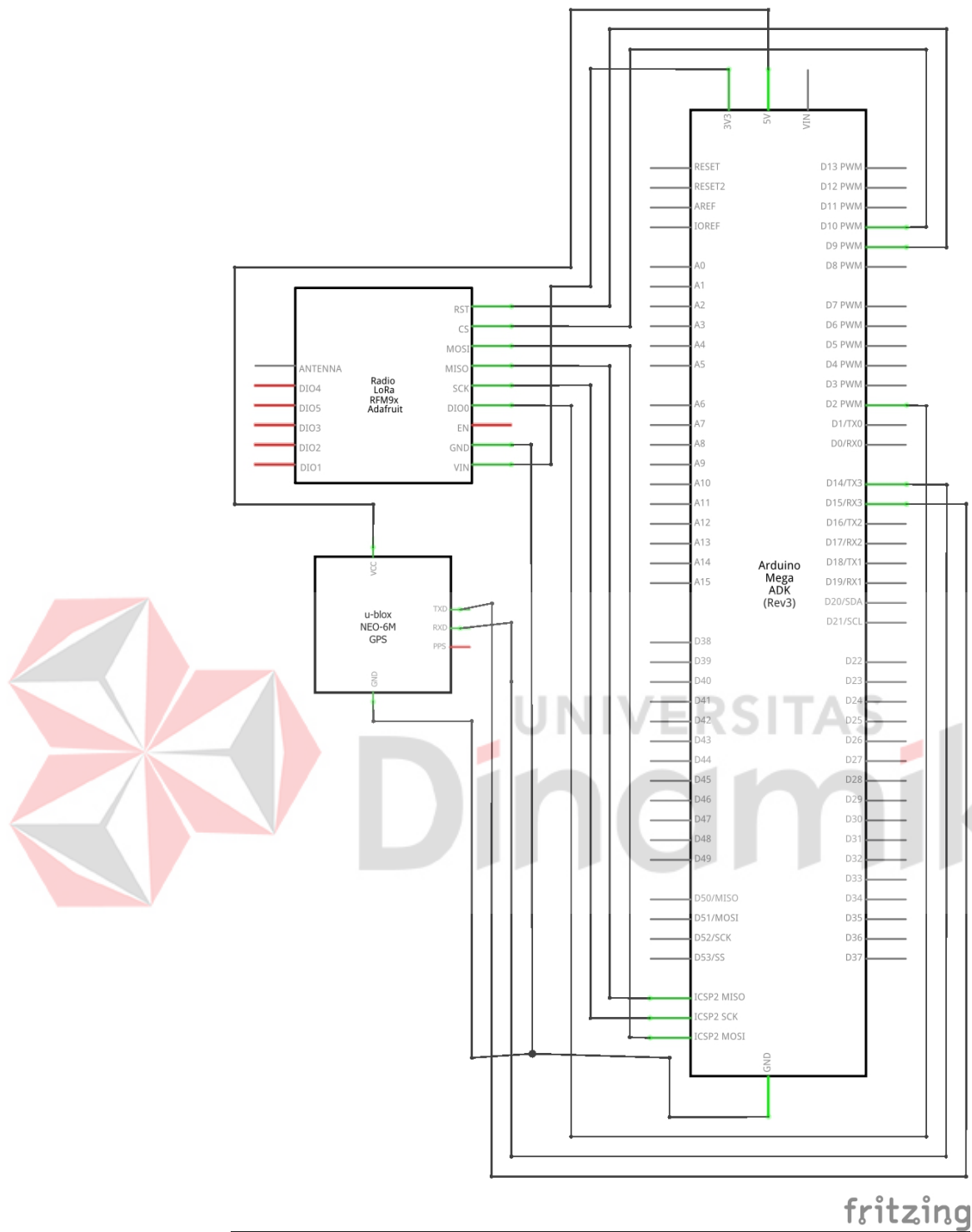
3.2 Perancangan Perangkat Keras

3.2.1 Skematik Node *Transmitter*

Pada Komponen *Transmitter* menggunakan *hardware* yang terdapat Arduino Mega, Modul LoRa dan Modul GPS, seperti pada Gambar 3.2. Modul GPS yang digunakan pada *node* ini adalah NEO-6MS yang dapat mendeteksi titik garis lintas (*Latitude*) dan garis bujur (*Longitude*). Modul Neo-6MS berkomunikasi dengan Arduino melalui komunikasi serial menggunakan pin TX dan RX. Modul LoRa yang digunakan adalah HopeRF RFM95 yang menggunakan chip SX1276 menggunakan Frekuensi 915 MHz. Pada penelitian ini frekuensi Lora diubah menjadi 920 MHz yang sesuai dengan peraturan LPWAN di Indonesia.

Tabel 3.1 *Pinout Transmitter*

Pin LoRa	Pin Arduino Mega
DIO0	D2
MISO	ICSP MISO
MOSI	ICSP MOSI
SCK	ICSP SCK
NSS	D10
RESET	D9
VCC	3.3V
GND	GND
Pin GPS	Pin Arduino Mega
TX	RX3
RX	TX3
VCC	5V
GND	GND



Gambar 3.2 Skematik Node Transmitter

Hasil dari perancangan skematik *Node Transmitter* yang telah disatukan dengan *Black Box* dapat dilihat pada Gambar 3.3.



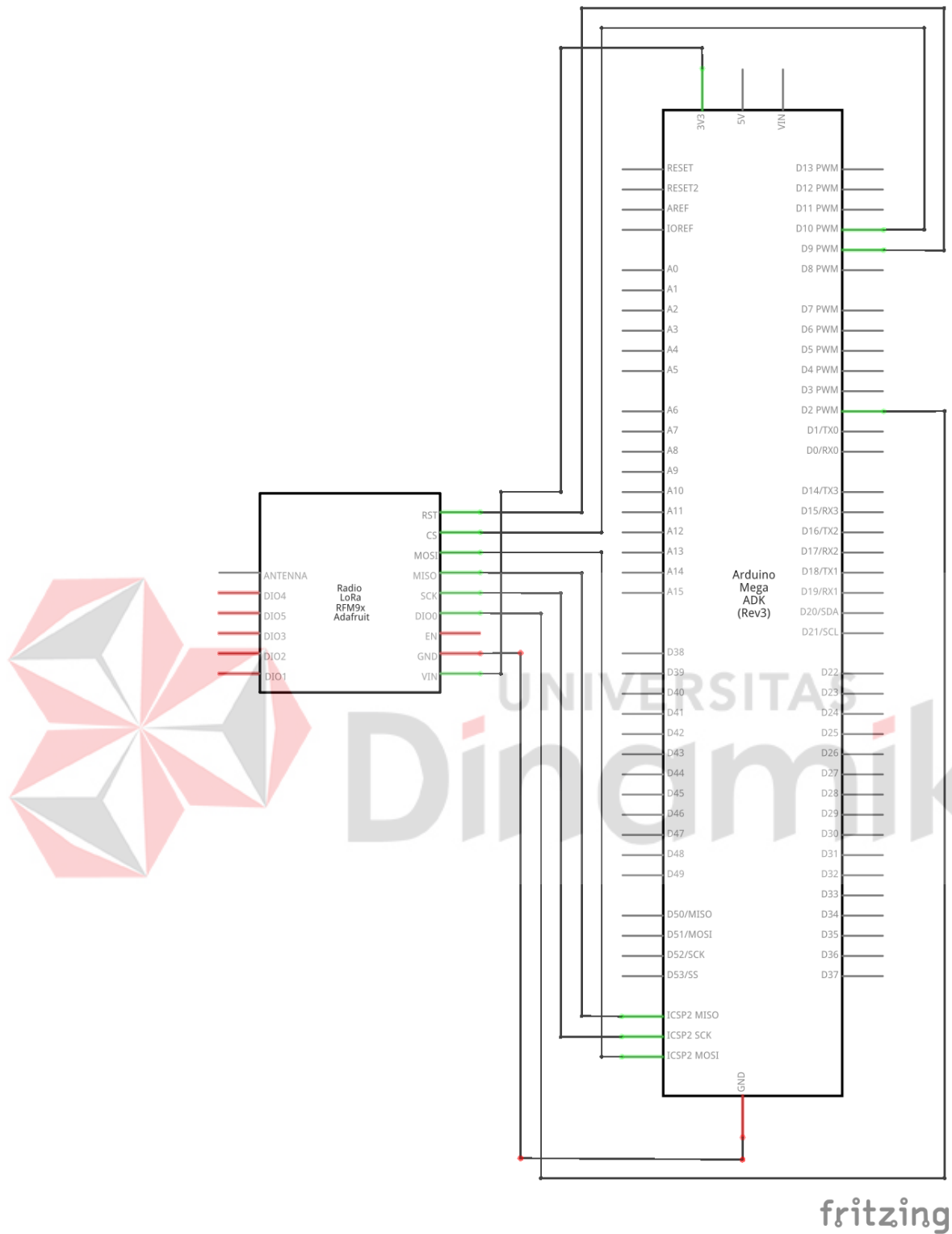
Gambar 3.3 Hasil Rangkaian *Node Transmitter* dengan *Black Box*

3.2.2 Skematik *Node Receiver*

Pada *Node Receiver* menggunakan komponen yaitu Arduino Mega dan Modul LoRa, seperti pada Gambar 3.4. Hasil dari perancangan skematik *Node Transmitter* yang telah disatukan dengan *Black Box* dapat dilihat pada Gambar 3.5.

Tabel 3.2 *Pinout Receiver*

Pin LoRa	Pin Arduino Mega
DIO0	D2
MISO	ICSP MISO
MOSI	ICSP MOSI
SCK	ICSP SCK
NSS	D10
RESET	D9
VCC	3.3V
GND	GND

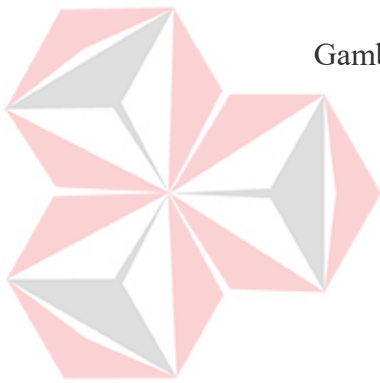


Gambar 3.4 Skematik Node Receiver

Hasil dari perancangan skematik *Node Transmitter* yang telah disatukan dengan *Black Box* dapat dilihat pada Gambar 3.5



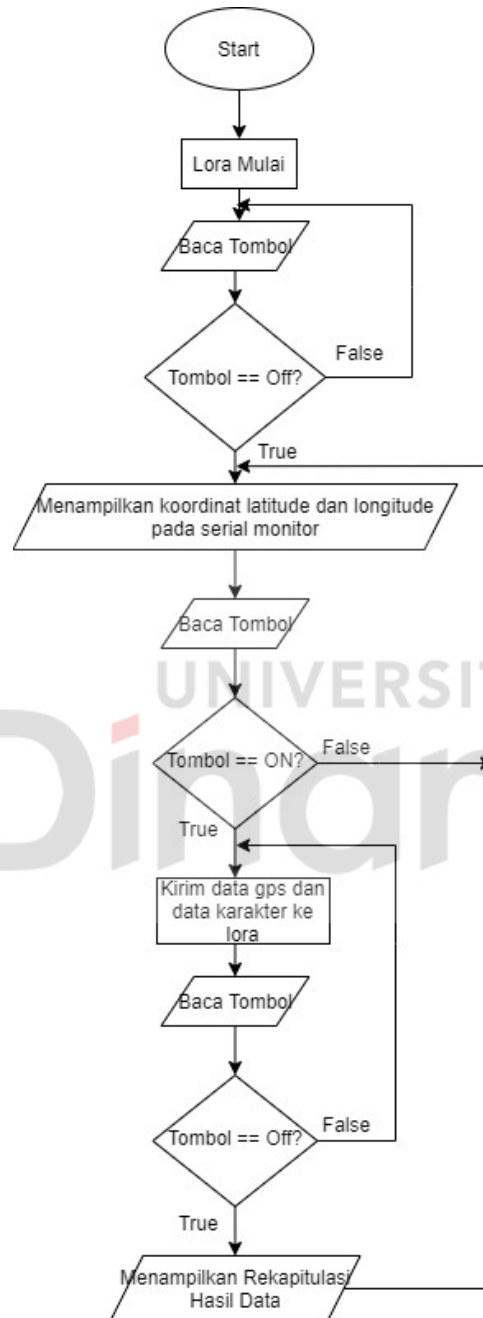
Gambar 3.5 Hasil Rangkaian *Node Receiver* dengan *Black Box*



UNIVERSITAS
Dinamika

3.3 Perancangan Perangkat Lunak

3.3.1 Algoritma Sistem *Transmitter*

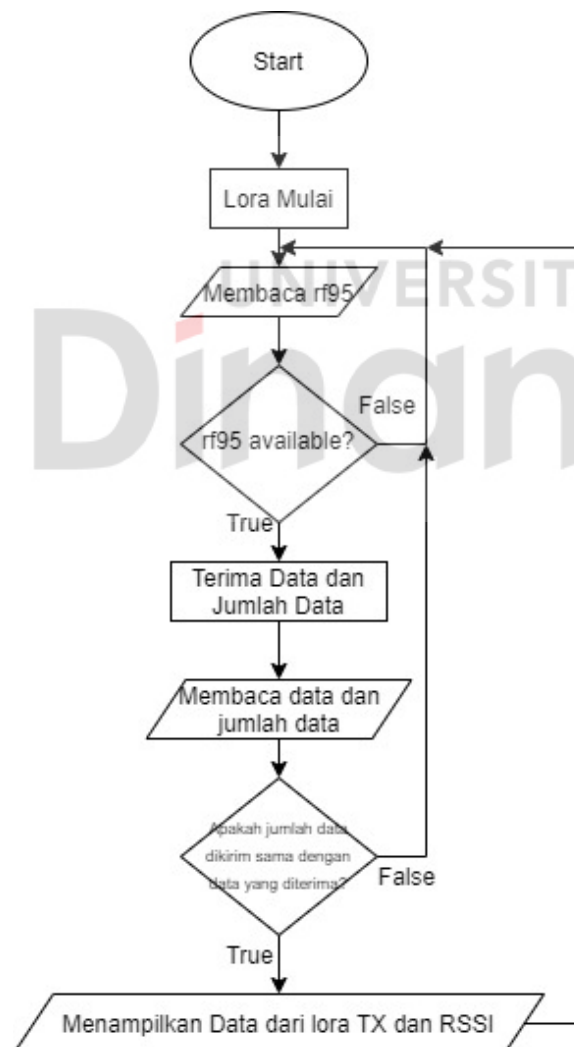


Gambar 3.6 Flowchart Transmitter

Pada Gambar 3.6 menjelaskan algoritma pada sistem *transmitter* dimulai dari start kemudian lora mulai selanjutnya baca input tombol lalu pengecekan kondisi nilai input tombol, apakah Tombol OFF?, jika *true* maka menampilkan koordinat latitude dan longitude pada serial monitor, jika *false* maka kembali ke baca input

tombol. Selanjutnya baca input tombol lagi dan pengecekan kondisi nilai input tombol, apakah Tombol ON?, jika *true* maka proses kirim data gps dan data karakter ke lora, jika *false* maka kembali ke menampilkan koordinat latitude dan longitude pada serial monitor. Selanjutnya baca input tombol lagi dan pengecekan kondisi nilai input tombol, apakah Tombol OFF?, jika *true* maka menampilkan rekapitulasi hasil data, jika *false* maka kembali ke proses kirim data gps dan data karakter ke lora. Selanjutnya program kembali ke menampilkan koordinat latitude dan longitude pada serial monitor.

3.3.2 Algoritma Sistem Receiver



Gambar 3.7 Flowchart Receiver

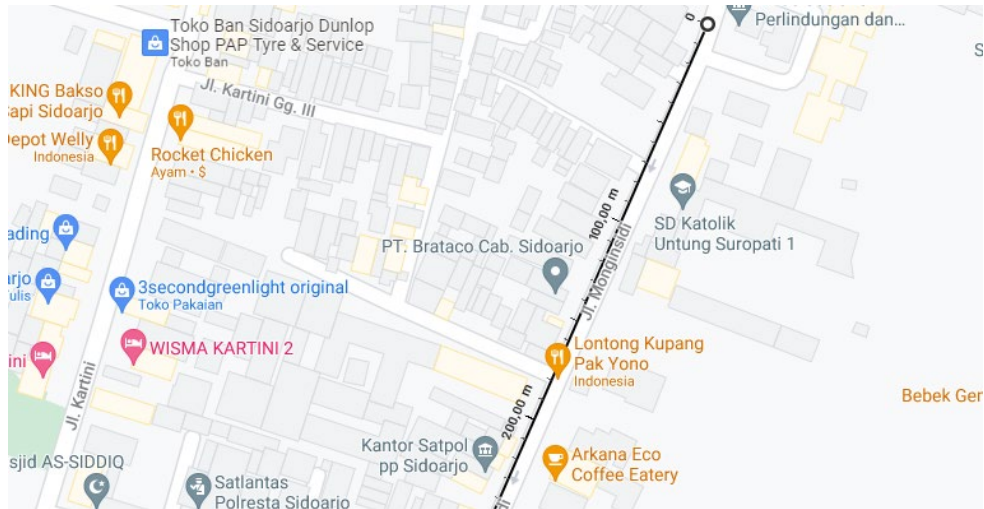
Pada Gambar 3.7 menjelaskan algoritma pada sistem *receiver* dimulai dari start kemudian kemudian lora mulai selanjutnya membaca rf95. rf95 adalah function dari library lora yang digunakan pada penelitian ini. Lalu melakukan pengecekan kondisi, apakah rf95.available?, jika *true* maka terima data dan jumlah data, jika *false* maka kembali membaca rf95. Selanjutnya melakukan pembacaan data dan jumlah data yang masuk lalu melakukan pengecekan apakah jumlah data dikirim sama dengan jumlah data yang diterima?, jika *true* maka menampilkan data dari lora TX dan RSSI pada serial monitor, jika *false* maka kembali ke pembacaan rf95.

3.4 Skenario Pengujian

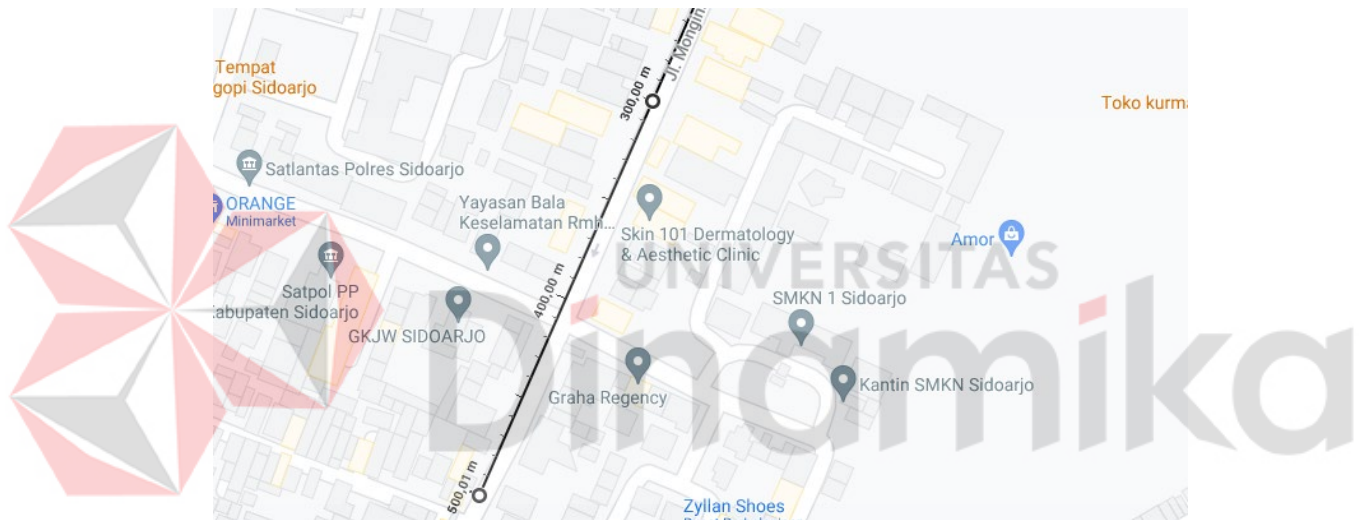
Pada Pengujian ini skenario uji coba dilakukan dengan mengirim data dari *Node Transmitter* bergerak ke *Node Receiver* pada jarak 0 sampai 200 meter dan 300 sampai 500 meter dengan variasi jarak kecepatan 20km/jam, 30km/jam, 40km/jam dengan kapasitas data 23 bytes dan 46 bytes. Pada kapasitas data 23 bytes data yang dikirim berupa data counter + data lokasi (*latitude* dan *longitude*). Pada kapasitas data 46 bytes data yang dikirim berupa data counter + data lokasi (*latitude* dan *longitude*) + data karakter “-0-1-2-3-4-5-6-7-8-9-0#”. Lokasi percobaan dilakukan di Jl. Monginsidi Sidoarjo dengan waktu pengujian dilakukan pada Pagi hari dan Sore hari.

3.4.1 Pemetaan Peta Lokasi Pengujian

Adapun pengujian dilakukan dengan jarak 0 sampai 200 meter yang pemetaannya dapat dilihat pada Gambar 3.8 dan 300 sampai 500 meter yang pemetaannya dapat dilihat pada Gambar 3.9 dimana *Node Receiver* berada di depan kantor dinas sosial kab. Sidoarjo. *Node Transmitter* berjalan di Jl. Monginsidi.



Gambar 3.8 Jarak 0 sampai 200 meter dari *google maps*



Gambar 3.9 Jarak 300 sampai 500 meter dari *google maps*

3.4.2 Penempatan Lokasi Perangkat

Adapun penempatan perangkat *Node Receiver* dan *Node Transmitter* pada pengujian dimana *Node Receiver* berada di depan Kantor Dinas Sosial kab. Sidoarjo seperti Gambar 3.10. *Node Transmitter* berjalan di Jl. Monginsidi seperti Gambar 3.11.



Gambar 3.10 Penempatan *Node Receiver*



Gambar 3.11 Penempatan *Node Transmitter*

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Rumus Penunjang Perhitungan Jarak

Pada penelitian ini perhitungan jarak menggunakan metode *Euclidean distance*. *Euclidean distance* adalah perhitungan untuk mengukur jarak dua titik dalam *euclidean space* yang mempelajari hubungan antara sudut dan jarak. Dalam matematika *euclidean distance* digunakan untuk mengukur dua titik dalam satu dimensi yang memberikan hasil seperti perhitungan *phytagoras*.

Metode *Euclidean distance* cocok digunakan dipenelitian ini karena membutuhkan rumus untuk mengukur jarak dua titik dari nilai *longitude* dan *latitude* untuk mengetahui jarak dari titik start *Node Transmitter* sampai titik finish *Node Transmitter*.

Berikut adalah persamaan 1 *euclidean distance*:

$$d = \sqrt{(x1 - x2)^2 + (y1 - y2)^2} * (1 \text{ derajat bumi})$$

Keterangan:

d = jarak

x1 = Koordinat *latitude* 1

x2 = Koordinat *latitude* 2

y1 = Koordinat *longitude* 1

y2 = Koordinat *longitude* 2

1 derajat bumi = 111,322 km

4.1.1 Perbandingan Jarak Maps dengan Modul Neo 6MS

Pada jarak 0 sampai 200, titik koordinat start mendapatkan nilai latitude dari modul gps sebesar -7.448822 dan nilai longitude sebesar 112.724050, titik koordinat finish mendapatkan nilai latitude dari modul gps sebesar -7.450477 dan nilai longitude sebesar 112.723310. Dari hasil nilai yang sudah ada, maka dihitung menggunakan rumus *euclidean distance*.

$$d = \sqrt{(-7.448822 - (-7.450477))^2 + (112.724050 - 112.723310)^2} * 111.322$$

$$d = \sqrt{(0.0016550)^2 + (0.000740)^2} * 111.322$$

$$d = \sqrt{0.0000027390 + 0.00000055} * 111.322$$

$$d = \sqrt{0.0000032866} * 111.322$$

$$d = 0.00181291 * 111.322$$

$$d = 0.201816225 \text{ km}$$

$$d = 201.816 \text{ meter}$$



Gambar 4.1 Pengukuran Jarak dari *Google Maps*

Dari pengukuran jarak menggunakan rumus *euclidean distance* dengan pengukuran jarak *Google Maps* pada Gambar 4.1, hasil dari rumus *euclidean distance* adalah 201.816 meter sedangkan hasil dari *Google Maps* adalah 201.950 meter, maka nilai error dari perbandingan ini adalah 0.134 meter.

4.2 Pengujian Pagi hari

Pengujian pada pagi hari dilakukan pada jarak 200 meter dan jarak 500 meter dengan masing - masing jarak dilakukan pengambilan data sebanyak 3 kali di hari yang berbeda.

4.2.1 Hasil Pagi ke-1

Pada Gambar 4.2 merupakan gambaran kondisi lalu lintas di Jl. Monginsidi pada Pagi ke-1. Pada Tabel 4.1 merupakan hasil pengambilan data di pagi ke-1.



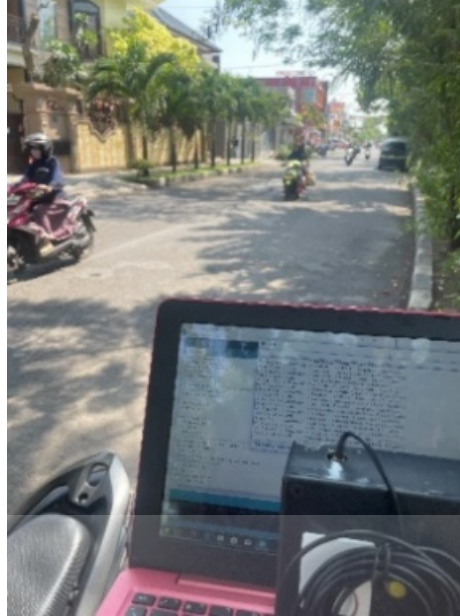
Gambar 4.2 Kondisi Jalan di Pagi ke-1

Tabel 4.1 Hasil Pagi ke-1

Jarak	Kec epat an	Panja ng data	Paket Dikirim	Paket Diterima	Paket Hilang	Packet Loss (%)	Through put (bps)	Waktu Tempuh (detik)
0 - 200	20	23	100	97	3	3.00	540.85	33
		46	108	94	14	12.96	1081.00	32
	30	23	81	67	14	17.28	536.00	23
		46	75	62	13	17.33	950.67	24
	40	23	55	49	6	10.91	500.89	18
		46	55	49	6	10.91	1001.78	18
300 - 500	20	23	108	57	51	47.22	456.00	23
		46	112	42	70	62.50	417.73	37
	30	23	78	47	31	39.74	332.62	26
		46	78	54	24	30.77	1104.00	18
	40	23	61	60	1	1.64	552.00	20
		46	61	28	33	54.10	936.73	11

4.2.2 Hasil Pagi ke-2

Pada Gambar 4.3 merupakan gambaran kondisi lalu lintas di Jl. Monginsidi pada Pagi ke-2. Pada Tabel 4.2 merupakan hasil pengambilan data di pagi ke-2.



Gambar 4.3 Kondisi Jalan di Pagi ke-2

Tabel 4.2 Hasil Pagi ke-2

Jarak	Kec epat an	Panja ng data	Paket Dikirim	Paket Diterima	Paket Hilang	Packet Loss (%)	Through put (bps)	Waktu Tempuh (detik)
0 - 200	20	23	108	105	3	2.78	552.00	35
		46	111	97	14	12.61	964.76	37
	30	23	76	74	2	2.63	544.64	25
		46	77	70	7	9.09	1030.40	25
	40	23	60	56	4	6.67	515.20	20
		46	60	60	0	0.00	1104.00	20
	20	23	106	40	66	62.26	294.40	25
		46	112	31	81	72.32	671.06	17
300 - 500	30	23	82	34	48	58.54	260.67	24
		46	77	21	56	72.73	594.46	13
	40	23	60	35	25	41.67	536.67	12
		46	60	39	21	35.00	755.37	19

4.2.3 Hasil Pagi ke-3

Pada Gambar 4.4 merupakan gambaran kondisi lalu lintas di Jl. Monginsidi pada Pagi ke-3. Pada Tabel 4.3 merupakan hasil pengambilan data di pagi ke-3.



Gambar 4.4 Kondisi Jalan di Pagi ke-3

Tabel 4.3 Hasil Pagi ke-3

Jarak	Kec epat an	Panja ng data	Paket Dikirim	Paket Diterima	Paket Hilang	Packet Loss (%)	Through put (bps)	Waktu Tempuh (detik)
0 - 200	20	23	105	91	14	13.33	478.4	35
		46	107	100	7	6.54	1051.43	35
	30	23	74	73	1	1.35	537.28	25
		46	73	66	7	9.59	1012.00	24
	40	23	55	53	2	3.64	541.78	18
		46	56	48	8	14.29	981.33	18
	20	23	110	33	77	70.00	404.8	15
		46	108	48	60	55.56	1104.00	16
300 - 500	30	23	78	29	49	62.82	444.67	12
		46	77	26	51	66.23	956.80	10
	40	23	59	19	40	67.80	582.67	6
		46	59	9	50	84.75	473.14	7

Rekapitulasi data pada pagi hari dapat dilihat di halaman lampiran pada laporan ini.

4.2.4 Rata - rata hasil pagi

Pada Tabel 4.4 menunjukkan hasil rata-rata parameter *Throughput* dan *Packet Loss* pada pengambilan data pagi hari.

Tabel 4.4 Rata - Rata Hasil Pagi

Jarak	Kecepatan	Panjang data	Packet Loss (%)	Throughput (bps)
0 - 200	20	23	6.37	523.75
		46	10.71	1032.40
	30	23	7.09	539.31
		46	12.00	997.69
	40	23	7.07	519.29
		46	8.40	1029.04
300 - 500	20	23	59.83	385.07
		46	63.46	730.93
	30	23	53.70	345.98
		46	56.58	885.09
	40	23	37.03	557.11
		46	57.95	721.75

Dilihat dari Tabel 4.4 pada pengukuran *Packet Loss*, *Packet Loss* terkecil didapatkan sebesar 6.37 % dan *Packet Loss* terbesar didapatkan sebesar 63.46 % sedangkan untuk *Throughput*, *Throughput* terkecil didapatkan sebesar 345.98 bps dan *Throughput* terbesar didapatkan sebesar 1032.40 bps.

Tabel 4.5 Rata - Rata Kecepatan Pagi

Kecepatan	Packet Loss (%)	Throughput (bps)
20	35.09	668.04
30	32.34	692.02
40	27.61	706.80
Rata - Rata	31.68	688.95

Dilihat dari Tabel 4.5 pada kecepatan 20 km/jam mendapat rata – rata *Throughput* sebesar 668.04 bps dan rata – rata *Packet Loss* sebesar 35.09%, pada kecepatan 30 km/jam mendapat rata – rata *Throughput* sebesar 692.02 bps dan rata

– rata Packet Loss sebesar 32.34%, pada kecepatan 40 km/jam mendapat rata – rata *Throughput* sebesar 706.80 bps dan rata – rata Packet Loss sebesar 31.68% Dari data diatas, Analisis pada kecepatan, disimpulkan bahwa semakin tinggi kecepatan kendaraan nilai *Throughput* semakin bertambah, sedangkan nilai *Packet Loss* semakin berkurang.

Tabel 4.6 Rata - Rata Jarak Pagi

Jarak	Packet Loss (%)	Throughput (bps)
0-200	8.61	773.58
300-500	54.76	604.32
Rata - Rata	31.68	688.95

Berdasarkan Tabel 4.6 pada jarak 0 - 200 meter mendapat rata – rata *Throughput* sebesar 773.58 bps dan rata – rata *Packet Loss* sebesar 8.61%. Pada jarak 300 - 500 meter mendapat rata – rata *Throughput* sebesar 604.32 bps dan rata – rata *Packet Loss* sebesar 54.76%. Dari data atas, Analisis pada jarak, disimpulkan semakin jauh jarak yang ditempuh maka nilai *Throughput* semakin kecil, sedangkan nilai *Packet Loss* semakin besar.

4.3 Pengujian Sore hari

Pengujian pada sore hari dilakukan pada jarak 200 meter dan jarak 500 meter dengan masing - masing jarak dilakukan pengambilan data sebanyak 3 kali di hari yang berbeda.

4.3.1 Hasil Sore ke-1

Pada Gambar 4.5 merupakan gambaran kondisi lalu lintas di Jl. Monginsidi pada sore ke-1. Pada Tabel 4.7 merupakan rangkuman hasil pengambilan data di sore ke-1.



Gambar 4.5 Kondisi Jalan di Sore ke-1

Tabel 4.7 Hasil Sore ke-1

Jarak	Kec epat an	Panja ng data	Paket Dikirim	Paket Diterima	Paket Hilang	Packet Loss (%)	Through put (bps)	Waktu Tempuh (detik)
0 - 200	20	23	119	89	30	25.21	419.90	39
		46	99	88	11	11.11	981.33	33
	30	23	75	64	11	14.67	490.67	24
		46	76	55	21	27.63	809.60	25
	40	23	62	46	16	25.81	423.20	20
		46	54	47	7	12.96	1017.41	17
300 - 500	20	23	120	56	64	53.33	515.20	20
		46	121	4	117	96.69	163.56	9
	30	23	74	41	33	44.59	538.86	14
		46	72	30	42	58.33	920.00	12
	40	23	59	42	17	28.81	552.00	14
		46	57	34	23	40.35	1042.67	12

4.3.2 Hasil Sore ke-2

Pada Gambar 4.6 merupakan gambaran kondisi lalu lintas di Jl. Monginsidi pada sore ke-2. Pada Tabel 4.8 merupakan rangkuman hasil pengambilan data di sore ke-2.



Gambar 4.6 Kondisi Jalan di Sore ke-2

Tabel 4.8 Hasil Sore ke-2

Jarak	Kec cepat an	Panja ng data	Paket Dikirim	Paket Diterima	Paket Hilang	Packet Loss (%)	Through put (bps)	Waktu Tempuh (detik)
0 - 200	20	23	109	96	13	11.93	504.69	35
		46	114	105	9	7.89	1073.33	36
	30	23	81	48	33	40.74	420.57	21
		46	82	62	20	24.39	845.04	27
	40	23	60	43	17	28.33	465.41	17
		46	65	48	17	26.15	841.14	21
	20	23	108	16	92	85.19	163.56	18
		46	104	26	78	75.00	434.91	22
300 - 500	30	23	74	17	57	77.03	347.56	9
		46	74	67	7	9.46	1072.00	23
	40	23	59	31	28	47.46	570.40	10
		46	58	3	55	94.83	138.00	8

4.3.3 Hasil Sore ke-3

Pada Gambar 4.7 merupakan gambaran kondisi lalu lintas di Jl. Monginsidi pada sore ke-3. Pada Tabel 4.9 merupakan rangkuman hasil pengambilan data di sore ke-3.



Gambar 4.7 Kondisi Jalan di Sore ke-3

Tabel 4.9 Hasil Sore ke-3

Jarak	Kec epat an	Panja ng data	Paket Dikirim	Paket Diterima	Paket Hilang	Packet Loss (%)	Through put (bps)	Waktu Tempuh (detik)
0 - 200	20	23	114	105	9	7.89	508.42	38
		46	115	94	21	18.26	910.32	38
	30	23	78	75	3	3.85	552.00	25
		46	78	73	5	6.41	1119.33	24
	40	23	60	56	4	6.67	515.20	20
		46	60	57	3	5.00	1104.00	19
	20	23	112	74	38	33.93	412.61	33
		46	109	100	9	8.26	1022.22	36
300 - 500	30	23	79	58	21	26.58	464.00	23
		46	78	49	29	37.18	721.28	25
	40	23	58	43	15	25.86	565.14	14
		46	59	44	15	25.42	1079.47	15

Rekapitulasi data pada sore hari dapat dilihat di halaman lampiran pada laporan ini.

4.3.4 Rata -rata hasil sore

Pada Tabel 4.10 menunjukkan hasil rata-rata parameter *Throughput* dan *Packet Loss* pada pengambilan data sore hari.

Tabel 4.10 Rata - Rata Hasil Sore

Jarak	Kecepatan	Panjang data	Packet Loss (%)	Throughput (bps)
0 - 200	20	23	15.01	477.67
		46	12.42	988.33
	30	23	19.75	487.75
		46	19.48	924.66
	40	23	20.27	467.94
		46	14.71	987.52
	20	23	57.48	363.79
		46	59.98	540.23
300 - 500	30	23	49.40	450.14
		46	34.99	904.43
	40	23	34.04	562.51
		46	53.53	753.38

Dilihat dari Tabel 4.10 pada pengukuran *Packet Loss*, *Packet Loss* terkecil didapatkan sebesar 12.42 % dan *Packet Loss* terbesar didapatkan sebesar 59.98 % sedangkan untuk *Throughput*, *Throughput* terkecil didapatkan sebesar 363.79 bps dan *Throughput* terbesar didapatkan sebesar 988.33 bps.

Tabel 4.11 Rata - Rata Kecepatan Sore

Kecepatan	Packet Loss (%)	Throughput (bps)
20	36.22	592.50
30	30.91	691.74
40	30.64	692.84
Rata - Rata	32.59	659.03

Dilihat dari Tabel 4.11 pada kecepatan 20 km/jam mendapat rata – rata *Throughput* sebesar 592.50 bps dan rata – rata *Packet Loss* sebesar 36.22%, pada kecepatan 30 km/jam mendapat rata – rata *Throughput* sebesar 691.74 bps dan rata

– rata Packet Loss sebesar 30.91% pada kecepatan 40 km/jam mendapat rata – rata *Throughput* sebesar 692.84 bps dan rata – rata Packet Loss sebesar 30.64%. Dari data diatas, Analisis pada kecepatan, disimpulkan bahwa semakin tinggi kecepatan kendaraan nilai *Throughput* semakin bertambah, sedangkan nilai *Packet Loss* semakin berkurang.

Tabel 4.12 Rata - Rata Jarak Sore

Jarak	Packet Loss (%)	Throughput (bps)
0-200	16.94	722.31
300-500	48.24	595.75
Rata - Rata	32.59	659.03

Berdasarkan *Tabel 4.12* pada jarak 0 - 200 meter mendapat rata – rata *Throughput* sebesar 722.31 bps dan rata – rata *Packet Loss* sebesar 16.94%. Pada jarak 300 - 500 meter mendapat rata – rata *Throughput* sebesar 595.75 bps dan rata – rata *Packet Loss* sebesar 48.24%. Dari data atas, Analisis pada jarak, disimpulkan semakin jauh jarak yang ditempuh maka nilai *Throughput* semakin kecil, sedangkan nilai *Packet Loss* semakin besar.

Data GPS pada node bergerak bisa diterima oleh *Node Receiver* karena menggunakan frekuensi yang sama yaitu menggunakan frekuensi sebesar 920MHz. Maka dari itu data yang dikirim bisa diterima pada *Node Receiver*. Data GPS dikirim melalui panjang bytes data.

```
08:36:05.721 -> Kirim Data ke- 001-7.448822,112.724050
08:36:06.283 -> Kirim Data ke- 002-7.448896,112.724020
08:36:06.330 -> Kirim Data ke- 003-7.448896,112.724020
08:36:06.705 -> Kirim Data ke- 004-7.448896,112.724020
08:36:07.268 -> Kirim Data ke- 005-7.448967,112.723990
08:36:07.315 -> Kirim Data ke- 006-7.448967,112.723990
08:36:07.690 -> Kirim Data ke- 007-7.448967,112.723990
08:36:08.299 -> Kirim Data ke- 008-7.449029,112.723980
08:36:08.346 -> Kirim Data ke- 009-7.449029,112.723980
08:36:08.721 -> Kirim Data ke- 010-7.449029,112.723980
```

Gambar 4.8 Tampilan Serial Monitor *Node Transmitter* 23 bytes

```

08:36:05.863 -> Terima Data: 001-7.448822,112.724050
08:36:06.429 -> Terima Data: 002-7.448896,112.724020
08:36:06.761 -> Terima Data: 003-7.448896,112.724020
08:36:07.044 -> Terima Data: 004-7.448896,112.724020
08:36:07.418 -> Terima Data: 005-7.448967,112.723990
08:36:07.753 -> Terima Data: 006-7.448967,112.723990
08:36:08.084 -> Terima Data: 007-7.448967,112.723990
08:36:08.459 -> Terima Data: 008-7.449029,112.723980
08:36:08.743 -> Terima Data: 009-7.449029,112.723980
08:36:09.076 -> Terima Data: 010-7.449029,112.723980

```

Gambar 4.9 Tampilan Serial Monitor *Node Receiver* 23 bytes

Dari gambar diatas *Node Transmitter* mengirim data sebesar 23 bytes dan pada *Node Receiver* menerima data sebesar 23 bytes.

```

15:15:12.904 -> Kirim Data ke- 001-7.448834,112.723980-0-1-2-3-4-5-6-7-8-9-0#
15:15:12.951 -> Kirim Data ke- 002-7.448834,112.723980-0-1-2-3-4-5-6-7-8-9-0#
15:15:13.279 -> Kirim Data ke- 003-7.448834,112.723980-0-1-2-3-4-5-6-7-8-9-0#
15:15:13.513 -> Kirim Data ke- 004-7.448834,112.723980-0-1-2-3-4-5-6-7-8-9-0#
15:15:13.889 -> Kirim Data ke- 005-7.448882,112.723970-0-1-2-3-4-5-6-7-8-9-0#
15:15:14.138 -> Kirim Data ke- 006-7.448882,112.723970-0-1-2-3-4-5-6-7-8-9-0#
15:15:14.873 -> Kirim Data ke- 007-7.448919,112.723950-0-1-2-3-4-5-6-7-8-9-0#
15:15:14.920 -> Kirim Data ke- 008-7.448919,112.723950-0-1-2-3-4-5-6-7-8-9-0#
15:15:15.295 -> Kirim Data ke- 009-7.448919,112.723950-0-1-2-3-4-5-6-7-8-9-0#
15:15:15.529 -> Kirim Data ke- 010-7.448919,112.723950-0-1-2-3-4-5-6-7-8-9-0#

```

Gambar 4.10 Tampilan Serial Monitor *Node Transmitter* 46 bytes

```

15:15:13.154 -> Terima Data: 001-7.448834,112.723980-0-1-2-3-4-5-6-7-8-9-0#
15:15:13.439 -> Terima Data: 002-7.448834,112.723980-0-1-2-3-4-5-6-7-8-9-0#
15:15:13.769 -> Terima Data: 003-7.448834,112.723980-0-1-2-3-4-5-6-7-8-9-0#
15:15:14.054 -> Terima Data: 004-7.448834,112.723980-0-1-2-3-4-5-6-7-8-9-0#
15:15:14.385 -> Terima Data: 005-7.448882,112.723970-0-1-2-3-4-5-6-7-8-9-0#
15:15:14.670 -> Terima Data: 006-7.448882,112.723970-0-1-2-3-4-5-6-7-8-9-0#
15:15:15.144 -> Terima Data: 007-7.448919,112.723950-0-1-2-3-4-5-6-7-8-9-0#
15:15:15.427 -> Terima Data: 008-7.448919,112.723950-0-1-2-3-4-5-6-7-8-9-0#
15:15:15.759 -> Terima Data: 009-7.448919,112.723950-0-1-2-3-4-5-6-7-8-9-0#
15:15:16.042 -> Terima Data: 010-7.448919,112.723950-0-1-2-3-4-5-6-7-8-9-0#

```

Gambar 4.11 Tampilan Serial Monitor *Node Receiver* 46 bytes

Dari gambar diatas *Node Transmitter* mengirim data sebesar 46 bytes dan pada *Node Receiver* menerima data sebesar 46 bytes.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Hasil dari beberapa pengujian Transmisi Data pada *Mobile Node* yang telah dilakukan terdapat beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Pada analisis kecepatan disimpulkan bahwa semakin tinggi kecepatan kendaraan nilai *Throughput* semakin bertambah, sedangkan nilai *Packet Loss* semakin berkurang.
2. Pada analisis jarak disimpulkan semakin jauh jarak yang ditempuh maka nilai *Throughput* semakin kecil, sedangkan nilai *Packet Loss* semakin besar.
3. Perbandingan hasil pengukuran *Packet Loss* Pagi hari dan Sore hari, dapat disimpulkan bahwa pengukuran pada Pagi hari mendapatkan rata – rata presentase *Packet Loss* lebih kecil sebesar 31.68 % dari pada pengukuran pada Sore hari mendapatkan 32.59 %.
4. Perbandingan hasil pengukuran *Throughput* Pagi hari dan Sore hari, dapat disimpulkan bahwa pengukuran pada Pagi hari mendapatkan *Throughput* lebih tinggi yaitu 688.95 bps dari pada pengukuran pada Sore hari mendapatkan 659.03 bps.
5. Data GPS pada node bergerak dapat diterima oleh *Node Receiver* karena menggunakan frekuensi yang sama yaitu menggunakan frekuensi sebesar 920MHz, maka dari itu data yang dikirim dapat diterima pada *Node Receiver*.

5.2 Saran

Saran untuk pengembangan penelitian yang lebih baik. Terdapat beberapa saran untuk penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Meperbarui topologi menjadi Point to Multipoint.
2. Menguji dilintasan berbentuk lingkaran.
3. Menggunakan spesifikasi antena yang bisa menjangkau jarak lebih jauh sehingga dapat menjangkau jarak maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z. H., 2002. *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya..* Pradnya Paramita. Jakarta: ISBN 979-408-377-1.
- Efendi, I., 2018. *Pengertian dan Kelebihan Arduino.* [Online]
Available at: <https://www.it-jurnal.com/pengertian-dan-kelebihan-arduino/>
- Firmansyah, M. S. R., 2020. Parameter Lora Pada Lingkungan Outdoor. *JCONES*.
- Jovalekic, N. et al., 2018. Experimental Study of LoRa Transmission over Seawater. *Sensors*, pp. 18, 2853.
- Kustiwan, I., 2014. *Pengertian Dasar dan Karakteristik Kota, Perkotaan, dan Perencanaan Kota.* Tangerang Selatan: Universitas Terbuka.
- NN, T., 2002. *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON General Aspects of Quality of s.l.:s.n.*
- Putra, D. S., Bogi, N. & Mayasari, R., 2019. Rancang Bangun Smart Lighting Dan Monitoring Kondisi Lampu Jalan Berbasis Wireless Sensor Network Menggunakan Lora. *e-Proceeding of Engineering*, p. 4748.
- Qadir, Q. et al., 2018. Low Power Wide Area Networks: ASurvey of Enabling Technologies, Applications and Interoperability Needs. *IEEE Access*, pp. 6, 77454–77473.
- Qrimly, K., 2017. *APA ITU LORA?.* [Online]
Available at: <https://www.logicgates.id/blogs/news/apa-itu-lora>
- Rhiel.id, 2020. *Memahami Fitur Received Signal Strength Indication (RSSI) Pada Wireless dan Implementasinya.* [Online]
Available at: <https://rhiel.id/memahami-fitur-received-signal-strength-indication-rssi-pada-wireless-dan-implementasinya/>
- Sofana, I., 2011. *Teori dan Modul Praktikum Jaringan Komputer.* Bandung: Modula.

Thoen, B., Callebaut, G., Leenders, G. & Wielandt, S., 2019. A Deployable LPWAN Platform for Low-Cost and. *Sensors*, pp. 19, 585.

Wulandari, R., 2016. *QOS (Quality of Service) pada Jaringan Internet (Studi Kasus: UPT Loka Uji Teknik Penambangan Jampang Kulon – LIPI)*. s.l.:s.n.

Yunus, M., 2018. *Sistem komunikasi wireless jarak jauh dan berdaya rendah*. [Online]

Available at: <https://yunusmuhammad007.medium.com/1-lora-sistem-komunikasi-wireless-jarak-jauh-dan-berdaya-rendah-70dfc4d3c97d>



UNIVERSITAS
Dinamika