

**ANALISA *PATH LOSS PREDICTION*
MENGUNAKAN PEMODELAN *MACHINE*
LEARNING DAN MODEL PROPAGASI DI KOTA
PALEMBANG**

TUGAS AKHIR

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



OLEH :

Muhammad Hafis

09011381823092

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISA PATH LOSS PREDICTION
MENGUNAKAN PEMODELAN MACHINE
LEARNING DAN MODEL PROPAGASI DI KOTA
PALEMBANG**

TUGAS AKHIR

Program Studi Sistem Komputer

Jenjang S1

Oleh

Muhammad Hafis

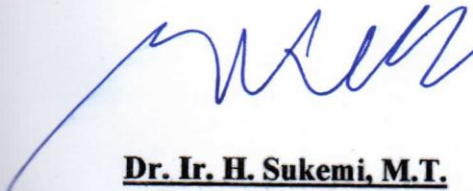
09011381823092

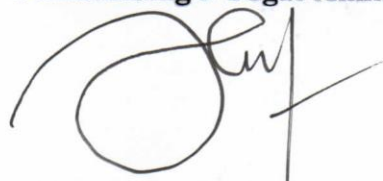
Palembang, 7/ Juni 2023

Mengetahui,

Pembimbing 1 Tugas Akhir

Pembimbing 2 Tugas Akhir


Dr. Ir. H. Sukemi, M.T.
NIP. 196612032006041001


Ahmad Fali Oklilas, M.T.
NIP. 197210151999031001

Ketua Jurusan Sistem Komputer


Dr. Ir. H. Sukemi, M.T.
NIP. 196612032006041001

HALAMAN PERSETUJUAN

Telah diuji dan lulus pada :

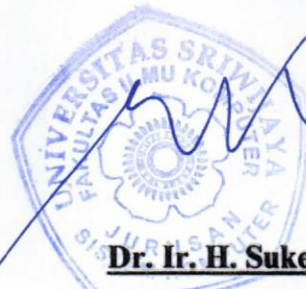
Hari : Rabu

Tanggal : 5 April 2023

Tim Penguji :

1. Ketua : Rossi Passarella, S.T, M.Eng (.....)
2. Sekretaris : Abdurahman, S.Kom., M.Han. (.....)
3. Pembimbing I : Dr. Ir. H. Sukemi, M.T. (.....)
4. Pembimbing II : Ahmad Fali Oklilas, M.T. (.....)
5. Penguji : Sutarno, S.T., M.T. (.....)

Mengetahui, 20/6/23
Ketua Jurusan Sistem Komputer



Dr. Ir. H. Sukemi, M.T

NIP. 196612032006041001

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Hafis

NIM : 09011381823092

Judul : *Analisa Path Loss Prediction Menggunakan Pemodelan Machine Learning dan Model Propagasi di Kota Palembang*

Hasil Pengecekan *Software iThenticate/Turnitin* : 17%

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

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



Palembang, 26 Mei 2023



Muhammad Hafis

NIM 09011381823092

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Hidup selalu berdampingan dengan ujian, hidup berbicara tentang perjuangan, kehidupan adalah berjuang melewati ujian-ujian, jika sabar adalah kunci maka cobaan adalah lika liku yang harus dilalui. Menjadi orang yang besar tak harus mempunyai harta yang banyak dan harga diri yang tinggi, orang yang besar adalah yang selalu membagikan ilmunya dan tidak lupa kepada agama dan Allah SWT. Karena Allah selalu ada untuk hamba-hambanya.”

“Jadilah seperti apapun yang kalian mau, tapi jangan lupa dengan tempat pulang kalian dan jangan lupa dengan hati kalian. Menjadi seseorang tak harus seperti apa yang orang lain katakan. Namun, ingat siapa diri kalian dan dari mana kalian berasal.”

Skripsi ini kupersembahkan untuk :

- 1. Kedua Orang Tuaku.**
- 2. Kakak dan Adik-adikku.**
- 3. Keluarga Besarku.**
- 4. Teman Seperjuanganku.**
- 5. Almamater Universitas Sriwijaya**

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah puji syukur atas kehadiran Allah SWT atas segala nikmat, rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **“Analisa Path Loss Prediction Menggunakan Pemodelan Machine Learning dan Model Propagasi di Kota Palembang”**.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada beberapa pihak yang telah memberikan ide, saran dan dukungan dalam menyelesaikan penulisan Tugas Akhir. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan rasa syukur kepada Allah SWT dan terima kasih sebesar besarnya kepada :

1. Allah SWT, atas nikmat dan rahmat yang telah diberikan kepada saya, sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik
2. Kedua orang tua saya yang tercinta (Rifat, S.E., M.Si & Reseyelianda, S.E.) yang telah membesarkan saya dan telah memberikan pelajaran berharga dengan kasih sayang tiada hentinya dan kepada adik adik saya yang tercinta.
3. Bapak Dr. Ir. H. Sukemi, M.T., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir dan selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Reza Firsandaya Malik, M.T. (Almarhum), selaku Pembimbing Tugas Akhir yang telah berkenan menjadi pembimbing dan telah membagikan banyak ilmunya kepada saya sebelumnya.
5. Bapak Ahmad Fali Oklilas, S.T, M.T, selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah berkenan menjadi pembimbing untuk melanjutkan penelitian yang sebelumnya telah dilakukan Bersama bapak Dr. Reza Firsandaya Malik, M.T. (Almarhum).
6. Bapak Firdaus, S.T., M.Kom, selaku Dosen Pembimbing Akademik Jurusan

Sistem Komputer saya saat ini.

7. Mba Renny Virgasari dan Mba Sari Nuzulastri selaku Admin Jurusan Sistem Komputer yang senantiasa mengurus hal-hal berkaitan dengan administrasi untuk saya dan mahasiswa Jurusan Sistem Komputer.
8. Rekan-rekan tim penelitian *path loss* penulis (Septa, Nurul, Wahyu, Kak Iqbal dan Kak Panca) yang berjuang bersama dan saling memberi semangat dalam menyelesaikan tugas akhir.
9. Rekan seperjuangan Garinnang Baiduri Salasa, M Wahyu Fadli dan MDion Iqbal yang senantiasa membantu dan selalu memberikan semangat kepada saya selama penulisan tugas Akhir dan teman-teman satu angkatan Jurusan Sistem Komputer 2018 Kelas Palembang dan semua pihak yang telah membantu, memberikan ide dan saran serta semangat yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa banyak kekurangan sehingga jauh dari kata sempurna. Untuk itu kritik dan saran yang membangun sangat diperlukan dalam rangka penyegeraan perbaikan laporan sebagai bahan serta ide baru untuk pembahasan penelitian yang berkaitan.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Palembang, Juni 2023

Penulis,



Muhammad Hafis

NIM. 09011381823092

ANALYSIS OF PATH LOSS PREDICTION USING MACHINE LEARNING MODEL AND PROPAGATION MODEL IN PALEMBANG CITY

Muhammad Hafis (09011381823092)

Departement of Computer Engineering, Faculty of Computer Science, Sriwijaya University

Email : muhammadhafis040@gmail.com

ABSTRACT

The prediction of path loss plays a crucial role in the planning and construction of communication technology networks. Path loss itself describes the attenuation that occurs in signals transmitted from the transmitting antenna to the receiving antenna. In this research, the Random Forest machine learning model and the Okumura-Hata propagation model were used to seek accuracy. The objective of this study was to find the best accuracy value based on Root Mean Square Error (RMSE), then analyze and compare the accuracy results obtained to determine the model that is more relevant and accurate in making predictions. The data used for this study was obtained by conducting a drive test along the Trans Musi busway route corridor 5 in Palembang City. The results of this research yielded RMSE values for each model, and Random Forest outperformed the Okumura-Hata model in terms of prediction performance.

Keywords : *Path Loss*, Random Forest, Okumura-Hata, Accuracy, *Root Mean Square Error* (RMSE).

Palembang, ³⁰ June 2023

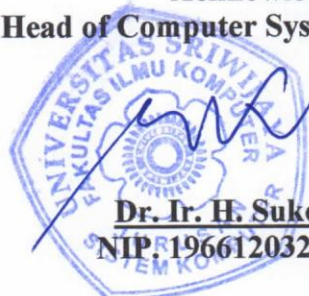
Supervisor 1

Dr. Ir. H. Sukemi, M.T.
NIP. 196612032006041001

Supervisor 2

Ahmad Fali Oklilas, M.T.
NIP. 197210151999031001

Acknowledged,
Head of Computer System Departement



Dr. Ir. H. Sukemi, M.T.
NIP. 196612032006041001

ANALISA *PATH LOSS PREDICTION* MENGGUNAKAN PEMODELAN *MACHINE LEARNING* DAN MODEL PROPAGASI DI KOTA PALEMBANG

Muhammad Hafis (09011381823092)

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

Email : muhammadhafis040@gmail.com

ABSTRAK

Prediksi *path loss* memiliki peranan penting dalam perencanaan dalam membangun jaringan teknologi komunikasi, *path loss* sendiri menggambarkan terjadinya redaman pada sinyal yang dikirimkan dari antenna pengirim ke antenna penerima. Pada penelitian ini untuk mencari akurasi digunakan model *machine learning* yaitu Random Forest dan model propagasi yaitu Okumura-Hata. Tujuan penelitian ini mencari nilai akurasi berdasarkan *Root Mean Square Error* (RMSE) terbaik lalu di analisis dan melakukan perbandingan hasil akurasi yang didapatkan untuk mengetahui model yang lebih relevan dan akurat dalam melakukan prediksi. Untuk data yang digunakan diperoleh dengan melakukan *drive test* pada jalur *busway* Trans Musi rute koridor 5 di Kota Palembang. Hasil dari penelitian ini diperoleh RMSE untuk setiap model, Random Forest memiliki performa yang lebih baik dalam melakukan prediksi dibandingkan model Okumura-Hata.

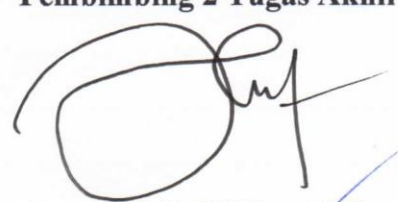
Kata Kunci : *Path Loss*, Random Forest, Okumura-Hata, Akurasi, *Root Mean Square Error* (RMSE).

Palembang, 20 Juni 2023

Pembimbing 1 Tugas Akhir

Pembimbing 2 Tugas Akhir


Dr. Ir. H. Sukemi, M.T.
NIP. 196612032006041001


Ahmad Fali Oklilas, M.T.
NIP. 197210151999031001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Sistem Komputer


Dr. Ir. H. Sukemi, M.T.
NIP. 196612032006041001

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan dan Manfaat.....	3
1.3.1 Tujuan Penelitian	3
1.3.2 Manfaat Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Penelitian Terdahulu.....	9
2.2 Landasan Teori	15
2.2.1 <i>Path Loss</i>	15
2.2.2 Teori Prediksi	19
2.2.3 <i>Machine Learning</i>	19
2.2.4 Random Forest	20
2.2.5 Model Propagasi	22
2.2.6 Okumura-Hata.....	23
2.2.7 Akurasi	23
2.2.8 <i>Busway</i>	24
2.2.9 Rute Koridor 5.....	26
2.2.10 Kota Palembang.....	30

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	33
3.1 Data.....	33
3.1.1 Pengumpulan Data.....	33
3.1.2 Format dan Jumlah Data	34
3.1.3 Contoh Data.....	34
3.2 Spesifikasi Perangkat Keras dan Perangkat Lunak	35
3.2.1 Perangkat Keras (Hardware).....	36
3.2.2 Perangkat Lunak (Software)	36
3.3 Kerangka Kerja Penelitian (Diagram Alir).....	38
3.3.1 Studi Pustaka	39
3.3.2 Peralatan yang Digunakan Untuk Pengumpulan Data.....	39
3.3.3 Penentuan Area Tempat Data yang Akan Diambil	43
3.3.4 Perhitungan Secara Manual Dengan model Okumura-Hata	44
3.3.5 Implementasi Model <i>Random Forest</i> dan Okumura-Hata Kedalam Program.....	45
3.3.6 Evaluasi Model.....	47
3.3.7 Analisis Perbandingan dari Hasil Pemodelan yang Telah Didapatkan ..	48
3.3.8 Kesimpulan.....	49
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	50
4.1 Import Library dan Load Data.....	50
4.2 Preprocessing Data	51
4.2.1 Informasi Data.....	51
4.2.2 Pembersihan Data	51
4.3 Visualiasi Grafik Korelasi Antar Variabel	55
4.4 Menghitung Akurasi Berdasarkan Indikator Metric Error	58
4.4.1 Menghitung Nilai RMSE Random Forest.....	58
4.4.2 Menghitung Nilai RMSE Okumura-Hata	59
4.5 Analisis Perbandingan Hasil RMSE.....	59
BAB V KESIMPULAN	60
5.1 Kesimpulan.....	60
LAMPIRAN	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Decision Tree Random Forest.....	21
Gambar 2.2 Bus Trans Musi	26
Gambar 2.3 Terminal Alang Alang Lebar	28
Gambar 2.4 Halte Asrama Haji.....	29
Gambar 2.5 Halte Bandara Sultan Mahmud Badarudin II.....	30
Gambar 2.6 Peta Kota Palembang	32
Gambar 3.1 Contoh Sebagian Data.....	35
Gambar 3.2 Diagram Alir Kerangka Kerja Penelitian	38
Gambar 3.3 Peta Rute Koridor 5.....	44
Gambar 4.1 Import Library	50
Gambar 4.2 Load Data	50
Gambar 4.3 Informasi Data Frame.....	51
Gambar 4.4 Informasi Data Frame Setelah Penghapusan Null.....	52
Gambar 4.5 Penghapusan Data Duplikat	53
Gambar 4.6 Box Plot Outliers A	53
Gambar 4.7 Box Plot Outliers B	54
Gambar 4.8 Pengecekan Outliers Menggunakan Metode IQR.....	55
Gambar 4.9 Data Frame Setelah Pembersihan Data	55
Gambar 4.10 Heatmap Korelasi Antar Variabel	56
Gambar 4.11 RegPlot Variabel LTE Serving Cell Distance Terhadap PUCCH Path Loss_All Logs.....	57
Gambar 4.12 RegPlot Variabel LTE Serving Cell Distance Terhadap Frequency	57
Gambar 4.13 Import Library, Splitting Data dan Modeling Data.....	58
Gambar 4.14 Hasil RMSE Setelah Melakukan Tunning Parameter	58

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Daftar Peralatan yang Digunakan.....	33
Tabel 2 Daftar Perangkat Keras Beserta Spesifikasinya	36
Tabel 3 Daftar Perangkat Lunak yang Digunakan Beserta Deskripsi	36
Tabel 4 Perbandingan Hasil Akurasi	59

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri 4.0 yang menghasilkan perubahan fundamental dalam memenuhi dan membantu manusia dalam kehidupan sehari-hari, terutama sejak diperkenalkannya jaringan Generasi keempat (4G). Penggunaan teknologi yang semakin canggih ini membuat perubahan yang pesat dalam berbagai bidang sehingga setiap orang bisa berkomunikasi dengan yang lainnya. Dengan pesatnya perkembangan teknologi komunikasi ini, membuat peningkatan akses data yang besar dan luas sehingga memiliki peran yang sangat penting untuk perkembangan di era industri 4.0 untuk saat ini. Sering kali terjadi disaat menggunakan teknologi komunikasi nirkabel mengalami gangguan rambatan gelombang sinyal dimana sinyal yang dikirim dari antena pengirim ke antena penerima mengalami pelemahan (*free-space loss*), refraksi, difraksi, dan absorpsi yang disebabkan oleh kontur medan lingkungan [1][2]. Sehingga menyebabkan atenuasi pada sinyal yang dikenal sebagai *path loss*.

Perkembangan pesat telah memungkinkan untuk penggunaan semua teknologi menjadi penting dalam kehidupan sehari-hari dalam penggunaannya, baik itu ditempat kerja ataupun sedang menaiki alat transportasi angkutan umum seperti *Busway* [3].

Path loss menggambarkan terjadinya redaman pada gelombang elektromagnetik atau atenuasi pada rambatan gelombang elektromagnetik disaat sinyal dikirimkan dari antenna pengirim (*Transmitter*) ke penerima (*Receiver*) [1]. Prediksi *path loss* berperan penting dalam perencanaan, evaluasi dan optimalisasi perangkat komunikasi sebagai parameter untuk mengetahui efisiensi propagasi sinyal. Upaya perancangan sistem komunikasi, faktor propagasi sangat mempengaruhi dikarenakan semakin kompleks lingkungan propagasi maka membuat prediksi kekuatan sinyal yang dapat diterima menjadi sulit [2].

Pemodelan *path loss* sendiri terdiri dari dua model, yaitu model empiris

dan model deterministik. Secara umum, Penyediaan deskripsi statistik hubungan antara *path loss* dan parameter propagasi sinyal seperti frekuensi, jarak antar antenna, ketinggian antenna dan sebagainya. Namun, kekurangan dari model ini adalah memiliki performa dan akurasi yang buruk karena tidak bisa digunakan pada frekuensi dan lingkungan propagasi yang berbeda tanpa penyetulan, serta sering kali mendapatkan akurasi prediksi yang terbatas dan juga tidak memadai untuk perencanaan tujuan optimasi [4][5]. Untuk model deterministik, secara umum seperti model berbasis *ray-tracing* dan *finite-difference time-domain* (FDTD), alat- alat ini tidak perlu informasi lingkungan yang mendalam dan telah terbukti efisien saat diterapkan dalam batasannya. Disisi lain, tantangan terbesar model ini adalah komputasi yang kompleks membutuhkan input dengan skala besar, dan pendetailan data yang susah untuk didapatkan [6].

Penelitian terkait tentang *path loss prediction* ini merupakan hal yang penting untuk mempercepat proses pengembangan terutama yang berkaitan tentang pengembangan jaringan telekomunikasi [7]. Diambil dari penelitian sebelumnya yang menggunakan pemodelan dari *machine learning* yang di teliti oleh Yan Zhang dan Jinxiao Wen dkk menggunakan metode *Back Propagation Neural Network* (BPNN), *Support Vector Regression* (SVR) dan *Random Forest* (RF) yang mana mendapatkan hasil *Root Mean Square Error* (RMSE) yang lebih baik dibanding menggunakan pemodelan empiris seperti *log-distance* [2]. Selain itu, ada juga penelitian yang dilakukan Yan Zhang dkk namun dengan tempat yang berbeda, mereka mengungkapkan bahwasanya penggunaan pemodelan *machine learning* mendapatkan hasil RMSE yang lebih baik dibandingkan dengan model empiris SUI dan Cost 231 model WI [8].

Dari beberapa penelitian terkait sebelumnya mengenai *path loss prediction* maka penelitian yang dilakukan untuk kali ini menggunakan *machine learning* untuk model yang digunakan, yaitu *Random Forest* dengan jenis regressor dengan salah satu model propagasi empiris, yaitu Okumura-Hata yang akan digunakan untuk pembanding hasil akurasi. Untuk melakukan evaluasi dari prediksi akurasi akan menggunakan indikator *Root Mean Square*

Error (RMSE).

Berdasarkan uraian diatas, mengenai *path loss* penulis tertarik dengan pemodelan *machine learning*. Oleh karena itu, penulis mengambil tugas akhir berjudul “**Analisa *Path Loss Prediction* Menggunakan Pemodelan *Machine Learning* dan Model Propagasi di Kota Palembang**”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas penulis mengambil keputusan yang menjadi rumusan masalah, yaitu :

1. Bagaimana mendapatkan hasil akurasi *path loss* ?
2. Bagaimana melakukan perbandingan hasil akurasi prediksi *path loss* antara model Random Forest dan model Okumura-Hata ?

1.3 Tujuan dan Manfaat

1.3.1 Tujuan Penelitian

Dari beberapa masalah yang diangkat Adapun beberapa tujuan sebagai tugas akhir, yaitu :

1. Analisa hasil akurasi prediksi *path loss* dari model Random Forest dan model propagasi yaitu Okumura-Hata.
2. Perbandingan hasil dari pemodelan *machine learning* yaitu *random forest* dengan model propagasi yaitu Okumura-Hata.

1.3.2 Manfaat Penelitian

Dengan adanya beberapa tujuan dari penelitian pasti adanya manfaat dari tujuan sebagai tugas akhir, sebagai berikut :

1. Penelitian ini dapat menunjukkan hasil akurasi dari model *Random Forest* dan model Okumura-Hata dengan cara mengevaluasi kinerja hasil pemodelan dan dilakukan perbandingan.
2. Hasil dari kedua pemodelan *Random Forest* dan Okumura-Hata bisa digunakan untuk pembuktian antara kedua jenis pemodelan *machine learning* dan model propagasi, apakah model propagasi masih relevan untuk digunakan kedepannya.

1.4 Batasan Masalah

Berikut batasan masalah dari tugas akhir ini, yaitu :

1. Pemodelan untuk mendapatkan akurasi *path loss* menggunakan model *machine learning* yaitu *random forest* dan model propagasi yaitu Okumura-Hata berdasarkan indikator *error metric* pemodelan.
2. Penelitian ini dilakukan hanya sebatas simulasi program.
3. Penelitian dilakukan pada daerah jalur *Busway* di Kota Palembang rute kordior 5 yang dimulai dari Bandara Sultan Mahmud Badarudin II sampai dengan pemberhentian Terminal Alang-Alang Lebar.

1.5 Sistematika Penulisan

Dalam konteks penyusunan tugas akhir, penulisan dilaksanakan dengan pendekatan yang sistematis, mengikuti urutan yang terdiri dari bab-bab terpisah. Setiap bab dirancang dengan mengandung beberapa sub bab yang secara rinci menggambarkan aspek penelitian yang dilakukan. Tujuan utamanya adalah untuk menyediakan struktur penulisan yang jelas dan teratur, sehingga memudahkan pemahaman dan mengikuti alur pembaca. Prosedur ini bertujuan untuk mencapai kelengkapan dan kekonsistenan dalam mengkomunikasikan informasi penelitian yang relevan dalam tugas akhir.

BAB I. PENDAHULUAN

Pada bab ini membahas tentang latar belakang dari masalah yang diangkat dalam penelitian. Penulis memberikan penjelasan yang mendalam mengenai rumuasn masalah, tujuan dan manfaat dari penelitian yang dilakukan dengan menguraikan detail mengenai latar belakang dari masalah yang sedang diteliti untuk memberikan pemahaman yang lebih baik terhadap konteks penelitian dan menjelaskan tujuan dan manfaat dari penelitian yang dilakukan mengenai hasil yang diharapkan dari penelitian.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian ini, terdapat uraian yang menguraikan dan menjelaskan mengenai kajian pustaka atau literatur yang telah dikaji dengan saksama.

Kajian pustaka ini merujuk pada proses studi mendalam terhadap berbagai sumber informasi yang relevan dengan topik yang sedang diteliti. Sumber informasi ini meliputi buku-buku ilmiah, jurnal akademik, dan penelitian terkait yang telah dilakukan sebelumnya. Tujuan dari kajian pustaka ini adalah untuk memperoleh dasar pengetahuan yang kuat dan mendalam yang dapat mendukung serta memberikan landasan yang solid bagi penelitian ini. Melalui kajian pustaka yang cermat, diharapkan dapat menggambarkan pemahaman yang komprehensif tentang isu-isu terkini dan kontribusi penelitian ini terhadap perkembangan pengetahuan di bidang yang terkait.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini, terdapat penjelasan yang mendetail mengenai objek penelitian yang meliputi berbagai aspek, seperti proses pengumpulan data, lingkungan penelitian, spesifikasi perangkat keras dan lunak yang digunakan, serta rancangan blok diagram dan diagram alir yang diimplementasikan dalam penelitian. Penjelasan ini bertujuan untuk memberikan gambaran yang terperinci dan pemahaman yang jelas mengenai penelitian yang sedang dilakukan.

Pertama-tama, akan dijelaskan proses pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini. Metode-metode pengumpulan data yang digunakan akan diuraikan secara sistematis, termasuk teknik pengambilan sampel dan instrumen yang digunakan untuk mendapatkan data yang relevan dengan tujuan penelitian.

Selanjutnya, akan dijelaskan mengenai lingkungan penelitian yang meliputi lokasi, waktu, dan kondisi tempat penelitian dilakukan. Hal ini penting untuk memberikan konteks dan pemahaman tentang kondisi di mana penelitian ini dilakukan, sehingga pembaca dapat memperoleh informasi yang lebih komprehensif.

Selain itu, akan diberikan spesifikasi perangkat keras dan lunak yang digunakan dalam penelitian. Informasi mengenai jenis perangkat keras yang

digunakan, seperti komputer, sensor, atau peralatan khusus lainnya, akan dijelaskan secara rinci. Demikian pula, spesifikasi perangkat lunak yang digunakan, termasuk program-program atau aplikasi yang mendukung penelitian, akan dijabarkan dengan detail.

Terakhir, akan disajikan rancangan blok diagram dan diagram alir yang digunakan dalam penelitian. Rancangan ini memberikan gambaran visual mengenai struktur dan alur kerja yang digunakan dalam penelitian, sehingga membantu pembaca memahami secara visual tentang proses dan hubungan antara komponen-komponen dalam penelitian ini.

Dengan penjelasan yang terperinci dan sistematis mengenai objek penelitian ini, diharapkan bahwa pembaca akan memperoleh pemahaman yang lebih lengkap dan jelas mengenai penelitian yang sedang dilakukan.

BAB IV. HASIL DAN ANALISA

Bab ini berfokus pada pemaparan dan pembahasan mengenai hasil uji penelitian yang telah dilakukan. Pemaparan ini melibatkan penyajian data yang diperoleh dari proses pengumpulan data, serta uji coba dan analisis data menggunakan metode yang sesuai dengan tujuan penelitian. Selanjutnya, hasil uji penelitian tersebut akan dibahas secara mendalam untuk memberikan kejelasan dan memperkuat keabsahan hasil yang telah diperoleh.

Pada tahap awal, akan disajikan data yang diperoleh dari proses pengumpulan data yang telah dilakukan. Data ini akan dipresentasikan secara jelas dan terperinci, baik dalam bentuk tabel, grafik, atau diagram lain yang sesuai dengan jenis data yang diperoleh. Penting bagi pembaca untuk memahami bagaimana data tersebut dikumpulkan dan direpresentasikan agar dapat menginterpretasikan hasil dengan tepat.

Setelah itu, data yang telah diperoleh akan diuji coba dan dianalisis menggunakan metode yang relevan sesuai dengan tujuan penelitian. Metode analisis ini dapat mencakup penggunaan teknik statistik, perbandingan, pengukuran, atau pendekatan lainnya yang sesuai dengan sifat data yang

dikumpulkan. Proses analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi pola, hubungan, atau tren yang muncul dari data yang diperoleh.

Selanjutnya, hasil uji penelitian akan dibahas secara komprehensif. Pembahasan ini akan melibatkan interpretasi dan analisis mendalam terhadap temuan yang muncul dari data. Pembaca akan diperkenalkan dengan temuan utama penelitian, hubungan antara variabel-variabel yang diteliti, serta implikasi dan signifikansi temuan tersebut. Diskusi ini akan memberikan kejelasan dan kekuatan pada hasil yang telah diperoleh, serta menggambarkan kontribusi penelitian ini terhadap pemahaman yang lebih luas di bidang yang terkait.

Dengan demikian, melalui pemaparan yang komprehensif dan pembahasan mendalam mengenai hasil uji penelitian, diharapkan pembaca akan memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang temuan yang dihasilkan dan pentingnya penelitian ini dalam konteks yang lebih luas.

BAB V. KESIMPULAN

Bab ini menampilkan kesimpulan yang dihasilkan dari penelitian yang telah dilakukan. Penulis menyajikan kesimpulan-kesimpulan tersebut secara sistematis dan jelas, berdasarkan temuan yang telah dibahas sebelumnya dalam bab-bab sebelumnya. Tujuan utamanya adalah memberikan gambaran yang lengkap dan komprehensif mengenai hasil dari penelitian yang telah dilakukan.

Dalam bab ini, kesimpulan-kesimpulan yang disajikan akan merangkum temuan-temuan penting yang muncul dari analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan. Hal ini dilakukan dengan cara menyajikan informasi secara singkat namun informatif, sehingga pembaca dapat memperoleh gambaran yang komprehensif tentang hasil penelitian.

Kesimpulan-kesimpulan ini akan menyoroti temuan-temuan utama yang menjadi jawaban dari pertanyaan penelitian yang diajukan. Selain itu, kesimpulan juga dapat mencakup implikasi praktis dari penelitian serta saran-saran untuk penelitian lanjutan dalam bidang yang terkait.

Dalam penyajian kesimpulan, akan ditekankan pentingnya temuan-temuan tersebut dalam konteks yang lebih luas, misalnya relevansinya dengan teori yang ada, kontribusi terhadap pemahaman ilmiah di bidang yang terkait, dan implikasi praktis yang mungkin timbul. Kesimpulan akan disajikan dengan bahasa yang jelas dan ringkas, sehingga dapat dengan mudah dipahami dan diingat oleh pembaca.

Dengan menyajikan kesimpulan-kesimpulan yang sistematis dan jelas, diharapkan pembaca dapat menghargai pentingnya hasil penelitian yang telah dilakukan dan memperoleh pemahaman yang komprehensif tentang kontribusi penelitian ini terhadap bidang yang terkait. Kesimpulan ini juga dapat menjadi titik pangkal bagi penelitian lanjutan dan diskusi ilmiah yang lebih mendalam.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. I. Popoola *et al.*, “Determination of neural network parameters for path loss prediction in very high frequency wireless channel,” *IEEE Access*, vol. 7, pp. 150462–150483, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2947009.
- [2] Y. Zhang, J. Wen, G. Yang, Z. He, and J. Wang, “Path loss prediction based on machine learning: Principle, method, and data expansion,” *Appl. Sci.*, vol. 9, no. 9, 2019, doi: 10.3390/app9091908.
- [3] H. K. Hoomod, I. Al-Mejibli, and A. I. Jabboory, “Analyzing Study of Path loss Propagation Models in Wireless Communications at 0.8 GHz,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1003, no. 1, pp. 0–8, 2018, doi: 10.1088/1742-6596/1003/1/012028.
- [4] G. Yang, Y. Zhang, Z. He, J. Wen, Z. Ji, and Y. Li, “Machine-learning-based prediction methods for path loss and delay spread in air-to-ground millimetre-wave channels,” *IET Microwaves, Antennas Propag.*, vol. 13, no. 8, pp. 1113–1121, 2019, doi: 10.1049/iet-map.2018.6187.
- [5] H. Cheng, S. Ma, and H. Lee, “CNN-Based mmWave Path Loss Modeling for Fixed Wireless Access in Suburban Scenarios,” *IEEE Antennas Wirel. Propag. Lett.*, vol. 19, no. 10, pp. 1694–1698, 2020, doi: 10.1109/LAWP.2020.3014314.
- [6] N. Faruk *et al.*, “Path Loss Predictions in the VHF and UHF Bands within Urban Environments: Experimental Investigation of Empirical, Heuristics and Geospatial Models,” *IEEE Access*, vol. 7, pp. 77293–77307, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2921411.
- [7] S. I. Popoola, A. A. Atayero, and N. Faruk, “Received signal strength and local terrain profile data for radio network planning and optimization at GSM frequency bands,” *Data Br.*, vol. 16, pp. 972–981, 2018, doi: 10.1016/j.dib.2017.12.036.
- [8] Y. Zhang, J. Wen, G. Yang, Z. He, and X. Luo, “Air-to-Air Path Loss Prediction Based on Machine Learning Methods in Urban Environments,” *Wirel. Commun. Mob. Comput.*, vol. 2018, 2018, doi: 10.1155/2018/8489326.
- [9] I. Mohamed, “Path-Loss Estimation for Wireless Cellular Networks Using Okumura/Hata Model,” *Sci. J. Circuits, Syst. Signal Process.*, vol. 7, no. 1, p. 20, 2018, doi: 10.11648/j.cssp.20180701.13.
- [10] J. Wen, Y. Zhang, G. Yang, Z. He, and W. Zhang, “Path Loss Prediction Based on Machine Learning Methods for Aircraft Cabin Environments,” *IEEE Access*, vol. 7, pp. 159251–159261, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2950634.
- [11] M. Mollel and M. Kisangiri, “Comparison of Empirical Propagation Path

- Loss Models for Mobile Communication,” *Comput. Eng. Intell. Syst.*, vol. 5, no. 9, pp. 1–11, 2014, [Online]. Available: <http://iiste.org/Journals/index.php/CEIS/article/view/15435>.
- [12] S. I. Popoola, E. Adetiba, A. A. Atayero, N. Faruk, and C. T. Calafate, “Optimal model for path loss predictions using feed-forward neural networks,” *Cogent Eng.*, vol. 5, no. 1, 2018, doi: 10.1080/23311916.2018.1444345.
- [13] D. Sharma, “The Effect of Path Loss on QoS at NPL,” vol. 2, no. 7, pp. 3018–3023, 2010.
- [14] Herdianto, “Prediksi Kerusakan Motor Induksi Menggunakan Tesis Oleh Herdianto Fakultas Teknik,” (*Tesis*). *Fak. Tek. Univ. Sumatera Utara, Medan*, 2013.
- [15] E. P. K. Orpa, E. F. Ripanti, and T. Tursina, “Model Prediksi Awal Masa Studi Mahasiswa Menggunakan Algoritma Decision Tree C4.5,” *J. Sist. dan Teknol. Inf.*, vol. 7, no. 4, p. 272, 2019, doi: 10.26418/justin.v7i4.33163.
- [16] Y. Xin *et al.*, “Machine Learning and Deep Learning Methods for Cybersecurity,” *IEEE Access*, vol. 6, no. c, pp. 35365–35381, 2018, doi: 10.1109/ACCESS.2018.2836950.
- [17] T. Chauhan, S. Rawat, S. Malik, and P. Singh, “Supervised and Unsupervised Machine Learning based Review on Diabetes Care,” *2021 7th Int. Conf. Adv. Comput. Commun. Syst. ICACCS 2021*, pp. 581–585, 2021, doi: 10.1109/ICACCS51430.2021.9442021.
- [18] S. P. Sotiroidis, S. K. Goudos, and K. Siakavara, “Neural Networks and Random Forests: A Comparison Regarding Prediction of Propagation Path Loss for NB-IoT Networks,” *2019 8th Int. Conf. Mod. Circuits Syst. Technol. MOCAST 2019*, pp. 1–4, 2019, doi: 10.1109/MOCAST.2019.8741751.
- [19] W. Elshennawy, “Large Intelligent Surface-Assisted Wireless Communication and Path Loss Prediction Model Based on Electromagnetics and Machine Learning Algorithms,” *Prog. Electromagn. Res. C*, vol. 119, no. January, pp. 65–79, 2022, doi: 10.2528/PIERC22013002.
- [20] S. D. Susanti, I. Erfan, A. Dahlan, M. F. Edy, and P. St, “Analisis Penerapan Model Mobile Worldwide Interoperability for Microwave Access (Wimax),” pp. 1–6, 2013.
- [21] C. M. K. Swain and S. Das, “Development of an empirical path loss model for a deployed 2.63GHz WiMAX network in a rural environment,” *2015 IEEE Power, Commun. Inf. Technol. Conf. PCITC 2015 - Proc.*, pp. 355–360, 2016, doi: 10.1109/PCITC.2015.7438191.
- [22] A. Gide, *Accuracy Verification Methods*. 1967.

- [23] “What is BRT? - Institute for Transportation and Development Policy.” <https://www.itdp.org/library/standards-and-guides/the-bus-rapid-transit-standard/what-is-brt/> (accessed Oct. 27, 2021).
- [24] “TRANS MUSI PILIHAN WARGA KOTA PALEMBANG.” <http://dephub.go.id/post/read/trans-musi-pilihan-warga-kota-palembang-5558> (accessed Oct. 27, 2021).
- [25] “Sejarah Kota Palembang.” <https://palembang.go.id/sejarah-kota-palembang> (accessed Oct. 27, 2021).
- [26] “PU-net.” <http://perkotaan.bpiw.pu.go.id/v2/kota-besar/89> (accessed Oct. 27, 2021).
- [27] X. Wang and M. Meng, “A hybrid neural network and ARIMA model for energy consumption forecasting,” *J. Comput.*, vol. 7, no. 5, pp. 1184–1190, 2012, doi: 10.4304/jcp.7.5.1184-1190.