

***PATH LOSS PREDICTION* DENGAN MENGGUNAKAN
RANDOM FOREST DAN MODEL COST – HATA PADA
AREA JALUR *BUSWAY* KOTA PALEMBANG**

TUGAS AKHIR

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



DISUSUN OLEH :

Muhammad Wahyu Fadli

09011381823086

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

2022

LEMBAR PENGESAHAN

***PATH LOSS PREDICTION DENGAN MENGGUNAKAN
RANDOM FOREST DAN MODEL COST – HATA
PADA AREA JALUR BUSWAY KOTA PALEMBANG***

LAPORAN TUGAS AKHIR (SKRIPSI)
Program Studi Sistem Komputer
Jenjang S1

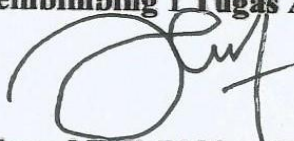
Oleh

Muhammad Wahyu Fadli
09011381823086

Palembang, 31 Maret 2022

Mengetahui,

Pembimbing 1 Tugas Akhir



Ahmad Fali Oklilas, M.T.
NIP. 197210151999031001

Pembimbing 2 Tugas Akhir



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

Ketua Jurusan Sistem Komputer



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

HALAMAN PERSETUJUAN

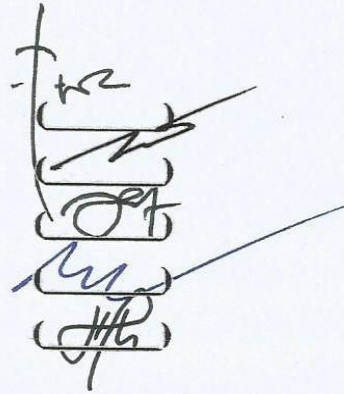
Telah diuji dan lulus pada :

Hari : Kamis

Tanggal : 31 Maret 2022

Tim Penguji :

1. Ketua : Firdaus, M.Kom.
2. Sekretaris : Rossi Passarella, S.T., M.Eng.
3. Pembimbing I : Ahmad Fali Oklilas, M.T.
4. Pembimbing II : Dr. Ir. H. Sukemi, M.T.
5. Penguji : Huda Ubaya, M.T.



Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer


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

NIP. 196612032006041001

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Wahyu Fadli
NIM : 09011381823086
Judul : *Path Loss Prediction* Dengan Menggunakan Random Forest dan Model Cost – Hata Pada Area Jalur *Busway* Kota Palembang

Hasil Pengecekan Software iTenticate/Turnitin : 18%

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, 13 April 2022



Muhammad Wahyu Fadli

09011381823086

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Setiap detik, setiap menit, setiap jam, dan setiap tahun tentu kita dihadapkan oleh sebuah masalah. Terlepas dari masalah yang timbul dapat diselesaikan atau tidak, kita selaku individu yang bersangkutan hendaknya melakukan yang namanya usaha. Kemudian, jangan lupa berdoa kepada Allah SWT supaya didapatkan dukungan dalam menyelesaikan suatu masalah.”

(Penulis, Muhammad Wahyu Fadli)

“Jangan lupakan siapa dirimu, tetapkanlah fokus, dan teruslah berproses untuk menggapai tujuanmu meskipun terkadang hasil yang diinginkan belum benar – benar sesuai yang diinginkan. Karena kamu yang mengetahui dirimu sendiri bukan orang lain.”

Skripsi ini kupersembahkan untuk :

- 1. Kedua Orang Tuaku.**
- 2. Kakak Kandungku.**
- 3. Keluarga Besarku.**
- 4. Teman – temanku.**
- 5. Dan Almamater Universitas Sriwijaya.**

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Marilah kita Bersama – sama puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia – Nya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir (skripsi) ini dengan judul “***Path Loss Prediction dengan Menggunakan Random Forest dan Model Cost – Hata Pada Area Jalur Busway Kota Palembang***”.

Sebelumnya, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada beberapa pihak atas pemberian ide, saran, dan dukungan selama penyusunan Proposal Tugas Akhir. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia – Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Tugas Akhir dengan baik.
2. Orang tua saya tercinta (Indra Gunawan, S.P. & Ir. Sri Lestari) yang telah membesarkan dan memberikan edukasi untuk saya hingga saat ini dan tak henti – hentinya dalam memberikan nasihat, memberikan semangat, dan memberikan motivasi. Selain itu, kepada Kakak saya yang tercinta, yaitu M. Alfian Gunawan, S.T. yang juga memberikan saya motivasi dan semangat selama penyusunan proposal Tugas Akhir.
3. Bapak Jaidan Jauhari, S. Pd. M.T. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya
4. Bapak Dr. Ir. H. Sukemi, M.T., selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Dr. Reza Firsandaya Malik, M.T. (Almarhum) selaku Dosen Pembimbing Akademik dan Pembimbing Tugas Akhir penulis yang pernah sebelumnya meluangkan waktunya dalam hal membimbing serta memberikan ilmunya kepada seluruh Mahasiswa Jurusan Sistem Komputer yang pernah diajarkan oleh beliau sebelumnya.

6. Bapak Ahmad Fali Oklilas, M.T. dan Bapak Dr. Ir. H. Sukemi, M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir untuk penulis yang telah berkenan meluangkan waktunya dalam membimbing, memberikan saran, dan motivasi kepada penulis dalam penyusunan Proposal Tugas Akhir.
7. Bapak Rendyansyah, M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik Jurusan Sistem Komputer penulis saat ini.
8. Bapak Bengawan Alfaresi, M.T. selaku Mahasiswa S3 dari Bapak Dr. Reza Firsandaya Malik, M.T. yang selama ini telah membimbing, memberi arahan, dan memberikan nasihat kepada penulis dan rekan – rekan tim *path loss*.
9. Mba Renny Virgasari dan Mba Sari Nuzulastri selaku Admin Jurusan Sistem Komputer yang selama proses perkuliahan senantiasa mengurus hal – hal yang berkaitan dengan administrasi untuk penulis maupun mahasiswa Jurusan Sistem Komputer.
10. Rekan – rekan tim penelitian *path loss* penulis (Nurul, Septa, Hafis, Kk Iqbal, dan Kk Panca) yang berjuang bersama, saling membantu, dan saling memberi semangat dalam menyelesaikan tugas akhir.
11. Rekan – rekan penulis dari JosmanTech (A Josman Pratama dan M. Daffa Badran Thoriq) yang senantiasa membantu dan memberikan saran kepada penulis selama penyusunan laporan skripsi.
12. Seluruh teman – teman satu angkatan penulis dari Jurusan Sistem Komputer 2018 Kelas Unggulan dan semua pihak yang telah membantu, memberikan saran dan ide, dan semangat yang penulis tidak bisa sebutkan satu persatu.

Penulis sadar bahwa penyusunan Laporan Tugas Akhir (skripsi) yang disusun tentu masih sangat jauh dari kata sempurna. Untuk itu penulis meminta kritik dan saran yang membangun supaya penyusunan akan menjadi lebih baik lagi untuk kedepannya.

Palembang, 31 Maret 2022

Penulis,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Wahyu Fadli', written in a cursive style.

Muhammad Wahyu Fadli
09011381823086

PATH LOSS PREDICTION USING RANDOM FOREST AND COST – HATA MODEL IN THE BUSWAY ROUTE AREA OF PALEMBANG CITY

Muhammad Wahyu Fadli (09011381823086)

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

Email : mwahyuf94@gmail.com

ABSTRACT

Path loss is a phenomenon in which attenuation occurs in a wireless network when transmitting from transmitter to receiver due to environmental field conditions. In order to achieve efficiency in telecommunication design, accurate and efficient calculations are required. Machine learning – based *path loss* prediction models, Random Forest and Cost – Hata as an empirical propagation model for comparing accuracy levels, are employed in this final project research. Machine learning – based *path loss* models have a low complexity with very high predictability. The data was collected through the drive test method in Palembang, South Sumatra, Indonesia, especially the Transmusi busway area with corridor 5 on the 4G network. From the research conducted, it is obtained that the prediction accuracy of Random Forest with the validation of the MAPE error values is better when compared to Cost – Hata.

Keywords : Path loss prediction, Drive Test, Machine Learning, Random Forest, Cost – Hata, MAPE.

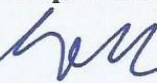
Palembang, 31 March 2022

Supervisor 1



Ahmad Fali Oklilas, M.T.
NIP. 197210151999031001

Supervisor 2



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

Acknowledged,
Head of Computer Systems Department



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

PATH LOSS PREDICTION DENGAN MENGGUNAKAN RANDOM FOREST DAN MODEL COST – HATA PADA AREA JALUR BUSWAY KOTA PALEMBANG

Muhammad Wahyu Fadli (09011381823086)

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

Email : mwahyuf94@gmail.com

ABSTRAK

Path loss adalah fenomena dimana terjadi atenuasi (penurunan daya) ketika melakukan pengiriman dari pemancar ke penerima dalam jaringan nirkabel dikarenakan kondisi medan lingkungan. Terkait hal tersebut dibutuhkan perhitungan yang akurat dan efisien supaya diperoleh efisiensi dalam perancangan telekomunikasi. Dalam penelitian tugas akhir ini digunakan model prediksi *path loss* berbasis *machine learning*, yaitu salah satunya Random Forest dan Cost – Hata selaku model propagasi empiris sebagai pembanding tingkat akurasi. Model *path loss* berbasis *machine learning* mempunyai kompleksitas yang rendah dengan kemampuan memprediksi sangat tinggi. Adapun data yang diperoleh melalui metode *drive test* di lingkungan Kota Palembang, Sumatera Selatan, Indonesia, khususnya area *busway* Transmisi dengan jalur koridor 5 dalam jaringan 4G. Dari penelitian yang dilakukan diperoleh hasil akurasi prediksi Random Forest dengan validasi nilai eror MAPE yang lebih baik jika dibandingkan dengan Cost - Hata.

Kata Kunci : *Prediksi path loss, Drive Test, Machine Learning, Random Forest, Cost – Hata, MAPE.*

Palembang, 31 Maret 2022

Pembimbing 1 Tugas Akhir



Ahmad Fath Oklilas, M.T.
NIP. 197210151999031001

Pembimbing 2 Tugas Akhir



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

**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	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan dan Manfaat	3
1.3.1 Tujuan	3
1.3.2 Manfaat	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Terkait/Terdahulu	7
2.2 Ringkasan Hasil Kajian Literatur	19
2.3 Landasan Teori	26
2.3.1 Path Loss	26
2.3.2 Teori Prediksi	28
2.3.3 Random Forest	28
2.3.4 Model Cost – Hata	29
2.3.5 Busway	30
2.3.6 Koridor 5 Rute Trans Musi	32
2.3.7 Kota Palembang	35
BAB III METODOLOGI	38
3.1 Data	38

3.1.1	Asal Data.....	38
3.1.2	Format dan Jumlah Data	39
3.1.3	Contoh Data	39
3.2	Lingkungan dan Spesifikasi Perangkat Keras dan Perangkat Lunak .	40
3.2.1	Perangkat Keras (Hardware).....	40
3.2.2	Perangkat Lunak (Software)	41
3.3	Diagram Alir Langkah – Langkah Penelitian	43
3.3.1	Studi Pustaka.....	44
3.3.2	Peralatan Yang Dibutuhkan Untuk Pengumpulan Data.....	44
3.3.3	Penentuan Lingkup Area Dimana Tempat Data Akan Diambil.....	44
3.3.4	Perhitungan Manual Dengan Menggunakan Model Cost – Hata....	45
3.3.5	Implementasi Model Random Forest dan Cost – Hata dalam Program.....	45
3.3.7	Evaluasi Model.....	46
3.3.8	Analisis Perbandingan dari Hasil yang Diperoleh	46
3.3.9	Kesimpulan	47
BAB IV ANALISIS DAN HASIL.....		48
4.1	Load Data.....	48
4.2	Pra Proses Data	49
4.2.1	Info Data	49
4.2.2	Penghapusan Data.....	50
4.2.3	Deteksi dan Penghapusan Outliers	53
4.3	Visualisasi Hubungan Antar Kedua Variabel.....	57
4.3.1	Grafik Hubungan Antara <i>Path Loss</i> Dengan Jarak Tx ke Rx.....	57
4.3.2	Grafik Hubungan Antara Path Loss Dengan Tinggi Antena Pemancar (Tx)	60
4.3.3	Grafik Hubungan Antara Path Loss Dengan Tinggi Penerima (Rx)	61
4.3.4	Grafik Hubungan Antara Path Loss Dengan Sudut Vertikal Rx dari Pancaran Utama Tx	62
4.3.5	Grafik Hubungan Antara Path Loss Dengan Sudut Horizontal dari Pancaran Utama Tx	63
4.3.6	Grafik Hubungan Antara Path Loss Dengan Lebar Jalan	64

4.4	Seleksi Pemilihan Fitur Dengan Korelasi Heatmap	65
4.5	Menghitung Metric Error Berdasarkan Interpretasi Nilai MAPE.....	66
4.6	Uji Prediksi Path Loss Dengan Model Random Forest	68
4.6.1	Pengujian di Area Frekuensi Band 1800 MHz	68
4.6.2	Pengujian di Area Frekuensi Band 2100 MHz	71
4.7	Perbandingan Penggunaan Kedua Model	73
4.7.1	Hasil Akurasi Prediksi di Area Band Frekuensi 1800 MHz.....	73
4.7.2	Hasil Akurasi Prediksi di Area Band Frekuensi 2100 MHz.....	75
BAB V PENUTUP.....		77
5.1	Kesimpulan	77
5.2	Saran	78
DAFTAR PUSTAKA		79
LAMPIRAN.....		83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Busway Trans Musi Kota Palembang.....	31
Gambar 2.2 Terminal Alang - alang Lebar sebagai titik awal keberangkatan	32
Gambar 2.3 Salah satu titik pemberhentian di Koridor 5 (Halte Simpang Asrama Haji).....	33
Gambar 2.4 Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II sebagai titik terakhir	34
Gambar 2.5 Rute Koridor 5 Trans Musi Kota Palembang	35
Gambar 2.6 Peta Kota Palembang	36
Gambar 3.1 Tampilan Data yang ditampilkan Sebagian.....	39
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian.....	43
Gambar 4.1 Data Transmisi Koridor 5	48
Gambar 4.2 Ringkasan Info Data	49
Gambar 4.3 Pengecekan nilai yang hilang atau null	50
Gambar 4.4 Proses penghapusan data yang mengandung nilai null	51
Gambar 4.5 Proses penghapusan duplikat data	52
Gambar 4.6 Ukuran data setelah dilakukan penghapusan duplikat data	52
Gambar 4.7 Tampilan Bloxplot bagian kolom bertipe data integer	53
Gambar 4.8 Tampilan Boxplot pada bagian kolom bertipe data float.....	54
Gambar 4.9 Cek Outliers dari masing - masing kolom dataset	55
Gambar 4.10 Jumlah data saat ini setelah penghapusan outliers.....	56
Gambar 4.11 Grafik Hubungan Antara Path Loss dengan Jarak Pemancar (Tx) ke Penerima (Rx).....	57
Gambar 4.12 Grafik Hubungan Antara Path Loss dengan Jarak Antena Pemancar (Tx) ke Penerima (Rx) (4.11a)	57
Gambar 4.13 Grafik Hubungan Antara Path Loss dengan Jarak Antena Pemancar (Tx) ke Penerima (Rx) (4.11b).....	58
Gambar 4.14 Grafik Hubungan Antara Path Loss dengan Jarak Antena Pemancar (Tx) ke Penerima (Rx) (4.11c)	58
Gambar 4.15 Grafik Hubungan Antara Path Loss terhadap Tinggi Antena Pemancar (Tx).....	60
Gambar 4.16 Grafik Hubungan Antara Path Loss terhadap Tinggi Penerima (Rx)	61
Gambar 4.17 Grafik Hubungan Antara Path Loss terhadap	62
Gambar 4.18 Grafik Hubungan Antara Path Loss terhadap	63
Gambar 4.19 Grafik Hubungan Antara Path Loss terhadap Lebar Jalan	64
Gambar 4.20 Heatmap untuk menunjukkan korelasi (hubungan sebab akibat) antar fitur.....	66
Gambar 4.21 Random Forest (Tanpa Hyperparameter) dengan	68
Gambar 4.22 Random Forest (Menggunakan Hyperparameter) dengan.....	69

Gambar 4.23 Random Forest dengan menggunakan data dari Band Frekuensi 2100 MHz	71
Gambar 4.24 Pengujian Kinerja Prediksi Random Forest dan Cost - Hata.....	73
Gambar 4.25 Pengujian Kinerja Prediksi Random Forest dan Cost - Hata.....	75

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Daftar Peralatan untuk pengumpulan data	38
Tabel 3.2 Daftar Spesifikasi Perangkat Keras dari Laptop Penulis Untuk Penelitian.....	40
Tabel 3.3 Daftar Spesifikasi Perangkat Lunak dari Laptop Penulis Untuk Penelitian.....	41
Tabel 4.1 Interpretasi Nilai MAPE Menurut Lewis (1982)	67
Tabel 4.2 Hasil Akurasi Prediksi Random Forest di Area Frekuensi	70
Tabel 4.3 Hasil Akurasi Prediksi Random Forest di Area Band Frekuensi 2100 MHz	72
Tabel 4.4 Perbandingan Hasil Akurasi Random Forest dan Cost - Hata	74
Tabel 4.5 Perbandingan Hasil Akurasi Prediksi antara Random Forest dan Cost - Hata	76

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan komunikasi dalam suatu jaringan dari tahun ke tahun merupakan suatu hal yang penting. Dengan menggunakan perangkat komunikasi maka antar individu atau kelompok bisa melakukan komunikasi antar sesama. Namun, terkadang ketika ingin melakukan komunikasi seringkali adanya gangguan dalam mengirim maupun menerima yang dikarenakan kondisi lingkungan tersebut. Sinyal – sinyal yang dikirimkan atau melewati pada area lingkungan secara fisis menyebabkan sinyal tersebut menjadi terpantul, terdifraksi, dan tersebar secara acak [1][2]. Selain itu, faktor – faktor lain yang menyebabkan gangguan ketika berkomunikasi dikarenakan jarak antar sinyal pemancar, tinggi antar antenna, adanya hambatan oleh objek fisik dalam lingkungan propagasi yang menghalangi jalur yang disebut dengan *Line of Sight* (LOS), dsb [3][4]. Fenomena tersebut disebut dengan *path loss*.

Path Loss merupakan atenuasi pada sinyal sehingga selama melakukan pengiriman dari stasiun Tx (pengirim) ke stasiun Rx (penerima) maka kepadatan daya sinyal menjadi berkurang atau tidak stabil [2]. Contoh dari permasalahan *path loss*, yaitu pada lingkungan kabin pesawat terbang yang mana ketidakstabilan sinyal jaringan sehingga menyebabkan kecepatan koneksi masih tergolong lambat untuk berkomunikasi [5]. Maka dari itu, untuk menyelesaikan kabin tersebut diperlukan adanya pemodelan *path loss* itu sendiri. Pemodelan tersebut terdiri dari dua, yaitu model empiris dan model deterministik [6]. Model empiris merupakan pemodelan yang berdasarkan pada analisis statistic dan pengukuran [5]. Namun, pemodelan empiris mempunyai kekurangan, yaitu hasil akurasi yang diukur belum benar – benar maksimal dan tergolong buruk [1], sedangkan model deterministik merupakan pemodelan yang

berdasarkan pada *ray tracing and finite – difference time – domain* (FDTD) dengan menerapkan mekanisme propagasi serta teknik analisis untuk pemodelan komputasi elektromagnetik [1][5][6]. Untuk model deterministik dalam menggunakannya perlu membutuhkan komputasi yang tinggi serta adanya kompleksitas karena berkaitan dengan informasi lingkungan yang mendetail [7]. Seperti penelitian yang dilakukan di Negara Nigeria yang mana area – area sudah ditandai dan ketika hasil didapatkan dengan model empiris maka benar – benar gagal untuk *path loss prediction* meskipun pada jarak – jarak yang diukur sudah pasti optimis [4].

Penelitian terkait *path loss prediction* merupakan hal yang penting dan perlu diperhatikan dikarenakan pada saat ini. Terutama kaitannya dalam pengembangan jaringan 5G yang untuk kedepannya akan benar – benar merata dan sekaligus menjadi tantangan untuk melakukan optimalisasi dari perkembangan tersebut [8]. Terdapat penelitian *path loss prediction* dengan menggunakan *machine learning*. Misalnya, penelitian yang dilakukan oleh J. Wen dkk [5] yang menggunakan *machine learning* dengan metode SVR, RF, BPNN, dan *Adaboost* yang masing – masing mendapatkan hasil RMSE lebih baik jika dibandingkan dengan model empiris, yaitu salah satunya log – distance. Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh S. I. Popoola dkk [4] dengan penggunaan *machine learning* yang didapatkan hasil kinerja lebih baik jika dibandingkan dengan model empiris seperti Cost – 231, Okumura – Hata, ECC – 33, dan sebagainya.

Berdasarkan pemaparan yang disampaikan sebelumnya terkait *path loss prediction* maka akan digunakan *machine learning* dengan salah satu jenis dari algoritma *supervised learning*, yaitu Random Forest dengan jenis regressor dan salah satu jenis dari model propagasi empiris, yaitu model Cost – Hata sebagai pembanding tingkat akurasi. Random Forest merupakan sekumpulan dari klasifikasi *un-pruned* atau *regression tree* yang dibuat dari seleksi acak pada sampel training data [9]. Berdasarkan penelitian dari jurnal [1][5][10] didapatkan hasil bahwa jika dibandingkan

dengan model *machine learning* lain bahwa Random Forest mendapatkan hasil yang lebih baik meskipun model jenis *machine learning* yang lain baik juga. Pada jurnal [10] diukur dari hasil prediksi dengan *metrics* MSE dan MAE didapatkan hasil ANN memiliki nilai yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan Random Forest yang hasilnya sangat kecil yang berarti model dari Random Forest tersebut lebih baik. Dalam mengevaluasi akurasi, indikator kinerja dilihat berdasarkan *Mean Absolute Error* (MAE), *Root Mean Square Error* (RMSE), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

Dari uraian diatas tersebut maka penulis mengambil judul tugas akhir, yaitu “*Path Loss Prediction* dengan Menggunakan Random Forest dan model Cost – Hata pada Area Jalur Busway Kota Palembang”.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas maka rumusan masalah penelitian ialah bagaimana mendapatkan hasil akurasi terbaik dengan model yang berdasarkan pada *machine learning* (Random Forest) sebagai model untuk memprediksi *path loss*. Hasil akurasi dengan menggunakan model berdasarkan *machine learning* (Random Forest) tersebut akan dibandingkan kinerja hasil dengan model propagasi (Cost – Hata) yang sebagai pembanding tingkat akurasi.

1.3 Tujuan dan Manfaat

1.3.1 Tujuan

Adapun tujuan dari penyusunan tugas akhir, yaitu :

1. Untuk menganalisis dan mendapatkan keakuratan hasil dalam memprediksi *path loss* dengan menggunakan pemodelan yang berdasarkan pada *machine learning* (Random Forest).

2. Untuk membandingkan pemodelan berdasarkan *machine learning* (Random Forest) dan model propagasi (Model Cost – Hata).

1.3.2 Manfaat

Adapun manfaat dari penyusunan tugas akhir, yaitu :

1. Mampu menunjukkan hasil akurasi yang dimiliki oleh pemodelan yang berdasarkan pada *machine learning* (Random Forest) untuk memprediksi *path loss* dengan cara evaluasi kinerja hasil yang mana hasil pemodelan tersebut (Random Forest) akan dibandingkan dengan salah satu jenis model propagasi, yaitu model Cost – Hata.
2. Mampu mendapatkan hasil dari kedua pemodelan tersebut (Random Forest dan Model Cost – Hata) dalam memprediksi *path loss* sehingga didapatkan pembuktian apakah model – model umum (model propagasi) yang digunakan sebelumnya masih relevan untuk kedepannya atau tidak.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan – batasan masalah dari penyusunan tugas akhir ini, yaitu :

1. Penelitian yang dilakukan hanya mencakup sebuah hasil akurasi prediksi yang mana hasil tersebut berdasarkan indikator metric eror dari model *path loss prediction* (Random Forest dan Cost – Hata) yang digunakan.
2. Penelitian hanya sebatas pada simulasi program sehingga tidak akan diterapkan ke dalam kejadian asli (nyata).
3. Penelitian dilakukan hanya pada area jalur *busway* Kota Palembang koridor 5 dengan rute dari Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II sampai dengan Terminal Alang –alang Lebar.

4. Data penelitian tidak memiliki waktu pengambilan dan titik – titik lokasi data yang diambil.

1.5 Sistematika Penulisan

Adapun dalam penyusunan tugas akhir penulis akan disusun secara sistematis dengan cara urutan per-bab. Selanjutnya, di dalam tiap bab sendiri berisikan masing – masing sub bab yang sebagaimana isinya adalah menjelaskan secara detail dari sub bab yang bersangkutan. Secara sistematika penulisan, penyusunan tersebut tersusun sebagai berikut :

BAB I – PENDAHULUAN

Pada bagian **BAB I** akan menjelaskan terhadap sub bab seperti latar belakang, perumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II – TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian **BAB II** akan menjelaskan terhadap sub bab seperti penelitian terkait/terdahulu ringkasan hasil kajian literatur, dan landasan teori.

BAB III – METODOLOGI

Pada bagian **BAB III** akan menjelaskan terhadap sub bab seperti pengumpulan data, lingkungan dan spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak, rancangan blok diagram serta metode dan diagram alir.

BAB IV – ANALISIS DAN HASIL

Pada bagian **BAB IV** akan menjelaskan terhadap sub bab seperti analisis dari penelitian yang dilakukan serta hasil yang didapatkan dari penelitian tersebut.

BAB V – PENUTUP

Pada bagian **BAB V** akan menjelaskan terhadap sub bab seperti kesimpulan dan saran.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] F. Perez Fontan, N. Moraitis, P. Constantinou, and P. Valtr, "Propagation measurements and comparison with EM techniques for in-cabin wireless networks," *Eurasip J. Wirel. Commun. Netw.*, vol. 2009, 2009, doi: 10.1155/2009/784905.
- [7] M. Ayadi, A. Ben Zineb, and S. Tabbane, "A UHF Path Loss Model Using Learning Machine for Heterogeneous Networks," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 65, no. 7, pp. 3675–3683, 2017, doi: 10.1109/TAP.2017.2705112.
- [8] M. Chen, U. Challita, W. Saad, C. Yin, and M. Debbah, "Artificial Neural

- Networks-Based Machine Learning for Wireless Networks: A Tutorial,” *IEEE Commun. Surv. Tutorials*, vol. 21, no. 4, IEEE Communications Surveys and Tutorials, pp. 3039–3071, 2019, doi: 10.1109/COMST.2019.2926625.
- [9] J. Ali, R. Khan, N. Ahmad, and I. Maqsood, “Random Forests and Decision Trees,” *Int. J. Comput. Sci. Issues*, vol. 9, no. 5, pp. 272–278, 2012.
- [10] H. Singh, S. Gupta, C. Dhawan, and A. Mishra, “Path Loss Prediction in Smart Campus Environment: Machine Learning-based Approaches,” *IEEE Veh. Technol. Conf.*, vol. 2020-May, 2020, doi: 10.1109/VTC2020-Spring48590.2020.9129444.
- [11] L. Wu *et al.*, “Artificial Neural Network Based Path Loss Prediction for Wireless Communication Network,” *IEEE Access*, vol. 8, pp. 199523–199538, 2020, doi: 10.1109/access.2020.3035209.
- [12] 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.
- [13] 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.
- [14] S. P. Sotiroudis, P. Sarigiannidis, S. K. Goudos, and K. Siakavara, “Fusing Diverse Input Modalities for Path Loss Prediction: A Deep Learning Approach,” *IEEE Access*, vol. 9, pp. 30441–30451, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3059589.
- [15] S. Aldossari and K. C. Chen, “Predicting the Path Loss of Wireless Channel Models Using Machine Learning Techniques in MmWave Urban Communications,” *Int. Symp. Wirel. Pers. Multimed. Commun. WPMC*,

- vol. 2019-Novem, 2019, doi: 10.1109/WPMC48795.2019.9096057.
- [16] C. Phillips, D. Sicker, and D. Grunwald, "A survey of wireless path loss prediction and coverage mapping methods," *IEEE Commun. Surv. Tutorials*, vol. 15, no. 1, pp. 255–270, 2013, doi: 10.1109/SURV.2012.022412.00172.
- [17] C.A.D Pahalson, N.S. Tarkaa and G.A.Igwue, "Method for Analysis of System Coverage and Capacity for a GSM Based Cellular Network," *Int. J. Mod. Trends Sci. Technol.*, vol. 5, no. August, pp. 74–87, 2019.
- [18] D. Sharma, "The Effect of Path Loss on QoS at NPL," vol. 2, no. 7, pp. 3018–3023, 2010.
- [19] L. Bäumer, "Identification in prediction theory," *Proc. 1999 IEEE Inf. Theory Commun. Work.*, vol. 35, no. 4, p. 83, 1999, doi: 10.1109/ITCOM.1999.781418.
- [20] Herdianto, "Prediksi Kerusakan Motor Induksi Menggunakan Tesis Oleh Herdianto Fakultas Teknik," (*Tesis*). *Fak. Tek. Univ. Sumatera Utara, Medan*, 2013.
- [21] S. P. Sotiroudis, 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. MOCAS 2019*, pp. 1–4, 2019, doi: 10.1109/MOCAS.2019.8741751.
- [22] V. G. Drozdova and R. V. Akhpashev, "Ordinary least squares in COST 231 Hata key parameters optimization base on experimental data," *Proc. - 2017 Int. Multi-Conference Eng. Comput. Inf. Sci. Sib. 2017*, vol. 7, pp. 236–238, 2017, doi: 10.1109/SIBIRCON.2017.8109878.
- [23] A. Deme, D. Dajab, and D. Choji, "Computer Analysis of the COST 231 Hata Model and Least Squares Approximation for Path Loss Estimation at 900MHz on the Mountain Terrains of the Jos-Plateau, Nigeria," *Comput.*

- Eng. Intell. Syst.*, vol. 4, no. 9, pp. 39–48, 2013, [Online]. Available: <file:///C:/Users/Casa/Downloads/7022-9168-1-PB.pdf>.
- [24] H. Levinson *et al.*, *Transit Cooperative Research Program - Report 90*, vol. 1. 2003.
- [25] Institute for Transportation & Development Policy (ITDP), “Bus Rapid Transit Planning Guide,” no. June, p. 45, 2009, [Online]. Available: [http://www.itdp.org/documents/Bus Rapid Transit Guide - Part%28Intro%29 2007 09.pdf](http://www.itdp.org/documents/Bus%20Rapid%20Transit%20Guide%20Part%28Intro%29%202007%2009.pdf).
- [26] B. K. dan I. Publik, “TRANS MUSI PILIHAN WARGA KOTA PALEMBANG,” *dephub.go.id*, 2011. <http://dephub.go.id/post/read/trans-musi-pilihan-warga-kota-palembang-5558> (accessed Sep. 26, 2021).
- [27] “Profil Kota Palembang,” *perkotaan.bpiw.pu.go.id*. <http://perkotaan.bpiw.pu.go.id/v2/kota-besar/89> (accessed Sep. 26, 2021).
- [28] “Sejarah Kota Palembang,” *palembang.go.id*. <https://palembang.go.id/sejarah-kota-palembang> (accessed Sep. 26, 2021).
- [29] F. F. Utama, B. Warsito, and S. Sugito, “MODEL FEED FORWARD NEURAL NETWORK (FFNN) DENGAN ALGORITMA PARTICLE SWARM SEBAGAI OPTIMASI BOBOT (Studi Kasus : Harga Daging Sapi dari Bank Dunia Periode Januari 2007 – Desember 2018),” *J. Gaussian*, vol. 8, no. 1, pp. 117–126, 2019, doi: 10.14710/j.gauss.v8i1.26626.