

SKRIPSI
PEMODELAN *PATH LOSS* PADA LINGKUNGAN PERAIRAN
SUNGAI MENGGUNAKAN REGRESI LINIER BERGANDA
BERBASIS MODEL *OKUMURA-HATTA*



Diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang

Disusun Oleh :
DZAKI NOSA RAMADHAN
132022065

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2026

SKRIPSI
PEMODELAN *PATH LOSS* PADA LINGKUNGAN PERAIRAN
SUNGAI MENGGUNAKAN REGRESI LINIER BERGANDA
BERBASIS MODEL *OKUMURA-HATTA*



Diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang

Disusun Oleh :
DZAKI NOSA RAMADHAN
132022065

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2026

SKRIPSI
PEMODELAN PATH LOSS PADA LINGKUNGAN PERAIRAN SUNGAI
MENGGUNAKAN REGRESI LINIER BERGANDA BERBASIS
MODEL OKUMURA-HATTA



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Telah dipertahankan di depan dewan penguji
24 Agustus 2026

Dipersiapkan dan Disusun Oleh
DZAKI NOSA RAMADHAN

SUSUNAN DEWAN PENGUJI

Pembimbing 1

Dr. Bengawan Alfaresi, S.T., M.T
NIDN. 0205118504

Pembimbing 2

Dr. Wiwin A. Oktaviani, S.T., M.Sc
NIDN. 0002107302

Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik

Dr. A. Sunaidi, M.T
NIDN. 0202026502

Penguji 1

Rika Noverianty, S.T., M.T
NIDN. 0214117504

Penguji 2

Fadilah, S.T., M.T
NIDN. 0215089003

Menyetujui
Ketua Program Studi Teknik Elektro

Dr. Feny Ardianto, S.T., M.Cs
NIDN. 0207038101

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu Perguruan Tinggi, sepanjang pengetahuan saya yang tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan di dalam daftar pustaka.

Palembang, 24 Agustus 2026
Yang membuat pernyataan



Dzaki Nosa Ramadhan

MOTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO:

“Boleh jadi kamu membenci sesuatu padahal itu baik bagimu, dan boleh jadi kamu menyukai sesuatu padahal itu tidak baik bagimu. Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui.”

(Q.S Al-Baqarah 216)

“Selesaikan apa yang telah dimulai, bukan aku yang kuat tapi doa Ibuku yang hebat.”

(Penulis)

“Apabila sudah terwujud jangan lupa bersujud, terwujud atau tidak terwujud jangan lupa bersujud. ”

(Penulis)

PERSEMBAHAN

1. Kepada Sang pencipta seluruh Alam Allah SWT yang Maha membolak balikan hati. Terima kasih atas segala nikmat, karunia, rezeki, dan rahmat yang tiada terhingga, yang senantiasa melimpahkan kesehatan, perlindungan, serta kemudahan di setiap langkah penulis hingga skripsi ini dapat diselesaikan tepat waktu.
2. Skripsi ini penulis persembahkan dengan penuh rasa cinta dan hormat kepada kedua orang tua yaitu Ayah dan Ibu tercinta, dari anak Sulung yang mungkin belum mampu membalas semua kasih sayang, doa, dan pengorbanan yang telah diberikan. Terima kasih karena selalu menjadi tempat pulang, menjadi penguat di saat lelah, dan tetap percaya di setiap langkah perjalanan ini. Di balik terselesaikannya skripsi ini, ada doa Ayah dan Ibu yang selalu menyertai, ada kesabaran yang menguatkan, serta ada pengorbanan yang mungkin tidak akan pernah mampu saya balas sepenuhnya. Sebagai anak sulung, penulis ingin menjadikan pencapaian ini

sebagai salah satu bentuk kecil rasa terima kasih dan bukti bahwa setiap doa dan harapan Ayah dan Ibu tidak pernah sia-sia. Semoga keberhasilan ini dapat menjadi kebahagiaan dan kebanggaan untuk kalian , karena sampai di titik ini, saya tidak pernah benar-benar berjalan sendirian. Doa dan restu Ayah dan Ibu akan selalu menjadi bagian terpenting dalam setiap langkah penulis menuju masa depan, Terima kasih telah menjadi alasan untuk terus berjuang dan tidak menyerah.

3. Kepada kedua adikku tercinta yang telah menjadi salah satu sumber semangat dan kebahagiaan dalam hidup, Terima kasih atas do'a, dukungan, dan semangat yang selalu mengiringi setiap langkah perjuangan penulis. Semoga pencapaian ini dapat menjadi motivasi bagi kalian untuk terus bermimpi, berjuang, dan meraih cita-cita. Semoga kita selalu tumbuh bersama, saling mendukung, dan membanggakan kedua orang tua. Teruslah melangkah dan jangan pernah menyerah dalam mengejar impian kalian.
4. Kepada keluarga besar tercinta yang senantiasa memberikan do'a, dukungan moral maupun materil, kasih sayang, dan semangat selama perjalanan penulis menempuh pendidikan. Terima kasih atas segala perhatian, kepedulian, dan motivasi yang telah diberikan, sehingga saya dapat terus berjuang hingga menyelesaikan skripsi ini. Semoga pencapaian ini menjadi kebahagiaan dan kebanggaan bagi kita semua, serta menjadi pengingat bahwa setiap langkah perjuangan akan terasa lebih ringan dengan dukungan keluarga. Semoga tali silaturahmi, kasih sayang, dan kebersamaan kita selalu terjaga.
5. Bapak Dr. Bengawan Alfaresi, S.T., M.T dan Ibu Dr. Wiwin A. Oktaviani, S.T., M.Sc. Penulis mengucapkan terima kasih sebesar besarnya atas semua kesabaran, tenaga , waktu, usaha, ilmu dan nasehatnya yang telah diberikaan selama membimbing dan mengarahkan penulis sampai dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Terima kasih telah mengajarkan bahwa sesuatu yang dikerjakan dengan ketekunan dapat membuahkan hasil yang terbaik. Semoga segala kebaikan dan ketulusan Bapak dan Ibu mendapatkan balasan terbaik dari Allah SWT.

6. Seluruh Dosen dan Staf Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang, yang telah memberikan pelayanan, bimbingan, dan pengalaman berharga selama masa perkuliahan. Terima kasih atas segala dedikasi, kesabaran, serta ilmu yang telah menjadi bekal bagi penulis dalam menyelesaikan pendidikan dan menghadapi perjalanan masa depan.
7. Kepada sahabat teman seperjuangan penulis ucapkan terima kasih karena selalu kompak, saling membantu, menjaga, dan memberikan dukugan tanpa henti terutama dalam proses menulis skripsi kita masing masing. Terima kasih atas kebersamaan, pengalaman, canda tawa, dan cerita yang selalu menjadi kenangan selama perkuliahan yang dapat menjadi kenangan berharga bagi penulis. Semoga segala perjuangan yang telah kita lalui menjadi awal dari kesuksesan masing-masing, dan semoga persahabatan serta silaturahmi ini tetap terjaga meskipun kelak kita menempuh jalan yang berbeda.
8. Kepada teman-teman seperjuangan kader Ikatan Mahasiswa Muhammadiyah (IMM) yang telah menjadi bagian berharga dalam perjalanan perjuangan, pembelajaran, dan pendewasaan diri. Terima kasih atas kebersamaan, semangat, serta pengalaman berharga dalam menapaki jalan perjuangan ikatan. Bersama kalian, penulis belajar tentang arti pengabdian, persaudaraan, tanggung jawab, dan keikhlasan dalam berproses. Semoga nilai-nilai perjuangan yang telah kita tanamkan kepada kita masing-masing maupun penerus pimpinan komisariat IMM FATESA UMPalembang dan pimpinan cabang IMM UMPalembang agar senantiasa hidup dalam diri kita semua, dan semoga kita tetap teguh menjadi kader yang berilmu, berintegritas, serta bermanfaat bagi umat, bangsa, dan persyarikatan. Semoga semangat perjuangan ini terus menyala dalam setiap langkah kita, di mana pun jalan pengabdian membawa kita kelak. Jangan pernah lelah berjuang, karena perjuangan bukan sekadar tentang hari ini, melainkan tentang kebermanfaatan yang kita tinggalkan untuk masa depan.

Berlomba-lombalah dalam kebaikan di jalan Allah, dengan teguh membela kebenaran. Anggun dalam moral, unggul dalam intelektual.

9. Untuk seseorang yang kelak menjadi bagian dari masa depan penulis, yang namanya belum tertulis dalam cerita hari ini, tetapi semoga kelak menjadi bagian Indah dari perjalanan hidup. Skripsi ini dipersembahkan sebagai bukti bahwa sebelum kita berjalan bersama, penulis telah berusaha mempersiapkan diri, memperjuangkan cita-cita, dan membangun masa depan yang lebih baik. Semoga ketika takdir mempertemukan kita, penulis datang bukan hanya membawa cinta, tetapi juga hasil dari perjuangan, doa, dan tanggung jawab yang telah ditanamkan sejak hari ini.
10. Dan yang terakhir skripsi ini dipersembahkan untuk penulis sendiri yaitu Dzaki Nosa Ramadhan yang telah bertahan melewati berbagai proses, menghadapi keraguan, dan terus melangkah di tengah segala keterbatasan. Terima kasih telah memilih untuk tidak menyerah, meskipun perjalanan ini tidak selalu mudah. Setiap lelah, air mata, dan perjuangan yang dilalui menjadi bagian dari proses pendewasaan yang mengajarkan arti kesabaran, keikhlasan, dan keteguhan hati. Skripsi ini bukan sekadar hasil dari sebuah pendidikan, melainkan bukti bahwa diri ini mampu menyelesaikan apa yang telah dimulai. Semoga pencapaian ini menjadi awal dari perjalanan yang lebih besar, tetap rendah hati dalam keberhasilan, kuat dalam menghadapi kesulitan, dan senantiasa bermanfaat bagi sesama. Untuk diri yang telah berjuang, terima kasih telah bertahan hingga sejauh ini.

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, nikmat, kesehatan, serta petunjuk-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik skripsi ini dengan judul **PEMODELAN *PATH LOSS* PADA LINGKUNGAN PERAIRAN SUNGAI MENGGUNAKAN REGRESI REGRESI LINIER BERGANDA BERBASIS MODEL *OKUMURA- HATTA***. Penulisan proposal skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana pada program studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.

Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan teladan dan membawa umat manusia dari masa kegelapan menuju kehidupan yang penuh dengan ilmu pengetahuan dan kemajuan seperti yang dirasakan hingga saat ini.

Dalam proses penyusunan dan penyelesaian skripsi ini, penulis menyadari bahwa banyak pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, bimbingan, serta motivasi. Pada kesempatan ini penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada,

1. Bapak Dr. Bengawan Alfaresi, S.T., M.T, Selaku Dosen Pembimbing I
2. Ibu Dr. Wiwin A. Oktaviani, S.T., M.Sc, Selaku Dosen Pembimbing II

dan tak lupa pula penulis mengucapkan terima kasih kepada,

1. Bapak Prof. Dr. Abid Djazuli, S.E., M.M, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang.
2. Bapak Ir. A. Junaidi, M.T, Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
3. Bapak Dr . Feby Ardianto, S.T, M.Cs, selaku Ketua Progran Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

4. Bapak Muhammad Hurairah, S.T., M.T, selaku Sekertaris Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
5. Bapak dan Ibu Staf Dosen pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
6. Bapak dan Ibu Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
7. Rekan-rekan Seperjuangan Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang angkatan 2022.

Yang telah banyak membantu penulis baik secara moril maupun material dalam menyelesaikan skripsi ini, semoga amal baik yang diberikan kepada penulis mendapatkan imbalan yang sesuai dari Allah SWT. Penulis menyadari penulisan skripsi ini jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran dari pembaca akan penulis terima sangat senang hati. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis sendiri dan umumnya bagi rekan-rekan pembaca di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Palembang, Juni 2026

Penulis,



Dzaki Nosa Ramadhan

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik path loss pada lingkungan perairan Sungai Musi serta mengembangkan model prediksi *path loss* menggunakan regresi linier berganda berbasis model *Okumura-Hatta*. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan pengukuran lapangan pada lingkungan perairan sungai. Data hasil pengukuran digunakan untuk memperoleh nilai *path loss* aktual, kemudian dibandingkan dengan nilai *path loss* hasil perhitungan model *Okumura-Hatta*. Selisih antara kedua nilai tersebut digunakan sebagai Delta *Path Loss* yang selanjutnya dimodelkan menggunakan regresi linier berganda dengan variabel independen berupa jarak *BTS–Border* dan jarak *Border–User*. Hasil regresi digunakan sebagai faktor koreksi terhadap model *Okumura-Hatta* untuk membentuk model *OH_New*. Berdasarkan hasil evaluasi, model *OH_New* menghasilkan nilai *Mean Squared Error* (MSE) sebesar 71,45212, lebih rendah dibandingkan model *Okumura-Hatta* sebesar 206,4901821, dengan penurunan sebesar 65,40%. Nilai *Root Mean Squared Error* (RMSE) juga menurun dari 14,36976625 dB menjadi 8,452935 dB atau sebesar 41,18%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penerapan regresi linier berganda sebagai faktor koreksi mampu meningkatkan performa prediksi *path loss* pada lingkungan perairan Sungai Musi dibandingkan model *Okumura-Hatta* tanpa modifikasi.

Kata kunci: *Path Loss*, Sungai Musi, *Okumura-Hatta*, Regresi Linier Berganda, MSE, RMSE.

ABSTRACT

This study aims to analyze the characteristics of path loss in the Musi River aquatic environment and develop a path loss prediction model using multiple linear regression based on the Okumura-Hatta model. The research employed a quantitative approach through field measurements in a river environment. The measurement data were used to obtain actual path loss values, which were then compared with path loss values calculated using the Okumura-Hatta model. The difference between the two values was defined as Delta Path Loss and subsequently modeled using multiple linear regression with BTS–Border distance and Border–User distance as independent variables. The regression results were then used as a correction factor for the Okumura-Hatta model to develop the OH_New model. The evaluation results showed that the OH_New model achieved a Mean Squared Error (MSE) of 71.45212, lower than the Okumura-Hatta model at 206.4901821, representing a reduction of 65.40%. The Root Mean Squared Error (RMSE) also decreased from 14.36976625 dB to 8.452935 dB, representing a reduction of 41.18%. These results indicate that the application of multiple linear regression as a correction factor improves path loss prediction performance in the Musi River aquatic environment compared with the unmodified Okumura-Hatta model.

Keywords: *Path Loss, Musi River, Okumura-Hatta, Multiple Linear Regression, MSE, RMSE.*

DAFTAR ISI

HALAMAN SKRIPSI.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN.....	iii
MOTO DAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	viii
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Sistem Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Propagasi Gelombang Radio	5
2.2 Path Loss	7
2.3 Model Propagasi <i>Okumura-Hatta</i>	9
2.4 Lingkungan Perairan Sungai dan Karakteristiknya.....	12
2.5 Regresi Linier Berganda.....	14
2.6. Regresi Linier Berganda Berbasis <i>Okumura-Hatta</i>	16
2.7 Evaluasi Kinerja Model Prediksi <i>Path Loss</i>	21
2.8 Penelitian Terdahulu	23
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	29
3.1 Lokasi Penelitian.....	29
3.2 Objek Penelitian	32
3.1 Teknik Pengumpulan Data.....	33
3.3 Jenis dan Variabel Penelitian	34

3.4 Diagram Alir Penelitian	38
BAB 4 DATA, PERHITUNGAN, PEMBAHASAN & ANALISA	41
4.1 Perhitungan	41
4.1.1 Perhitungan dengan Menggunakan Okumura-Hatta	41
4.1.2 Persamaan Model Okumura-Hatta.....	41
4.1.3 Parameter Perhitungan	42
4.1.4 Perhitungan Okumura Hatta	43
4.1.5 Perhitungan Seluruh Data Pengukuran	44
4.2 Regresi Linear Berganda Berbasis Okumura-Hatta	45
4.2.1 Penentuan Variabel Regresi	46
4.2.2 Perhitungan Koefisien Regresi dengan Metode Determinan	47
4.2.3 Pembentukan Model Koreksi	51
4.2.4 Pembentukan Model Koreksi	51
4.2.5 Perhitungan Nilai Path Loss Hasil Prediksi	52
4.3 Evaluasi Model	53
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	57
5.1 Kesimpulan	57
5.2 Saran	58
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Gambar Lokasi Pengambilan Data.....	29
Gambar 3.2 Gambar Kondisi Bangunan di Sekitar Sungai Musi.....	30
Gambar 3.3 Gambar Flowchart.....	..37

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Ringkasan Penelitian Terdahulu	23
Tabel 3. 1 Variabel Bebas	35
Tabel 3. 2 Variabel Terikat	36
Tabel 4. 1 Variabel Independen Penelitian	32
Tabel 4. 2 Parameter Perhitungan Model Okumura-Hatta.....	42
Tabel 4. 3 Perhitungan Path Loss Okumura Hatta pada Seluruh Data pengukuran	44
Tabel 4. 4 Variabel Penelitian.....	46
Tabel 4. 5 Perhitungan Variabel Regresi Linear Berganda.....	48
Tabel 4. 6 Hasil perhitungan Determinan	50
Tabel 4. 7 Perbandingan Perhitungan Path Loss.....	54

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi komunikasi nirkabel mengalami peningkatan yang sangat pesat, terutama dalam mendukung kebutuhan konektivitas di berbagai wilayah, termasuk wilayah terpencil dan wilayah dengan kondisi geografis khusus. Salah satu wilayah yang memiliki karakteristik propagasi sinyal yang unik adalah lingkungan perairan sungai. Pada lingkungan ini, propagasi gelombang radio dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti refleksi permukaan air, kelembaban tinggi, kondisi atmosfer, serta minimnya hambatan fisik seperti bangunan. Kondisi ini menyebabkan karakteristik *path loss* atau redaman sinyal menjadi berbeda dibandingkan dengan lingkungan perkotaan maupun pedesaan.

Path loss merupakan parameter penting dalam perencanaan jaringan komunikasi karena bisa menentukan kekuatan sinyal yang diterima oleh pengguna. Kesalahan dalam memodelkan *path loss* dapat menyebabkan ketidaktepatan dalam desain jaringan, misalnya penempatan *base station* yang tidak optimal, cakupan sinyal yang tidak merata, dan penurunan kualitas layanan komunikasi. Karena itu, diperlukan model propagasi yang mampu menggambarkan kondisi lingkungan secara lebih akurat.

Model propagasi seperti *Okumura-Hatta* sudah banyak digunakan dalam perancangan jaringan komunikasi karena kesederhanaan dan kemampuan dalam memberikan estimasi *path loss* di berbagai kondisi lingkungan. Tetapi, model ini pada dasarnya dikembangkan untuk lingkungan perkotaan, suburban, dan rural, sehingga akurasi pada lingkungan perairan sungai masih perlu dikaji lebih lanjut. Perbedaan karakteristik lingkungan tersebut menyebabkan adanya perbedaan antara hasil prediksi model dengan kondisi aktual di lapangan.

Untuk meningkatkan akurasi prediksi, pendekatan berbasis data seperti regresi linier berganda dapat digunakan. Metode ini memungkinkan integrasi

berbagai parameter lingkungan seperti jarak, frekuensi, tinggi antena, kelembaban, dan kondisi permukaan air ke dalam model matematis yang lebih adaptif. Dengan mengombinasikan model empiris *Okumura-Hatta* dengan pendekatan regresi linier berganda, diharapkan dapat diperoleh model path loss yang lebih sesuai dengan kondisi nyata di lingkungan perairan sungai.

Penelitian ini mengenai pemodelan propagasi sinyal pada lingkungan khusus seperti perairan masih relatif terbatas, terutama di Indonesia yang memiliki banyak wilayah sungai dan perairan sebagai jalur transportasi utama. Maka dari itu, penelitian ini menjadi penting untuk memberikan kontribusi dalam pengembangan model propagasi yang lebih akurat dan aplikatif. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai referensi dalam perencanaan jaringan komunikasi di wilayah perairan, sehingga dapat meningkatkan kualitas layanan dan efisiensi infrastruktur telekomunikasi.

1.2. Tujuan Penelitian

Kajian penelitian diarahkan pada tujuan sebagai berikut:

1. Menganalisis karakteristik *path loss* pada lingkungan perairan sungai.
2. Mengembangkan model prediksi *path loss* menggunakan regresi linier berganda berbasis *Okumura-Hatta*.
3. Membandingkan akurasi model hasil pengembangan dengan model *Okumura-Hatta*.

1.3. Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terarah dan tidak terlalu luas, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian difokuskan pada lingkungan perairan sungai dengan menggunakan model *Okumura-Hatta* sebagai dasar analisis.
2. Parameter yang dikaji meliputi jarak, frekuensi, tinggi antena, dan dianalisis menggunakan metode regresi linier berganda.

3. Penelitian dibatasi pada analisis, pemodelan, dan perbandingan hasil, tanpa membahas implementasi sistem secara langsung.

1.4. Sistem Penulisan

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi uraian dasar yang melandasi dilakukannya penelitian. Pada bab ini dijelaskan mengenai latar belakang masalah yang mengangkat pentingnya pemodelan *path loss* pada lingkungan perairan sungai, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, serta sistematika penulisan. Bab ini menjadi dasar dan arah dalam pelaksanaan penelitian.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi teori-teori yang mendukung penelitian, meliputi konsep dasar propagasi gelombang radio, pengertian dan faktor-faktor yang mempengaruhi *path loss*, serta penjelasan mengenai model propagasi seperti model Okumura-Hatta. Selain itu, dibahas pula konsep regresi linier berganda sebagai metode analisis yang digunakan dalam penelitian. Bab ini juga memuat hasil penelitian terdahulu yang relevan sebagai bahan perbandingan dan referensi.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian, mulai dari perancangan penelitian, lokasi dan waktu penelitian, metode pengumpulan data, hingga teknik analisis data. Pada bab ini juga dijelaskan variabel penelitian, alat dan bahan yang digunakan, serta proses pemodelan *path loss* menggunakan regresi linier berganda berbasis model Okumura-Hatta.

BAB 4 ANALISIS & PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil pengolahan data serta analisis terhadap pemodelan *path loss* pada lingkungan perairan sungai. Data hasil pengukuran dianalisis menggunakan metode regresi linier berganda untuk memperoleh model yang sesuai dengan kondisi lapangan. Selain itu, dilakukan perbandingan antara model Okumura-Hatta standar dengan model hasil pengembangan, serta

evaluasi tingkat akurasi menggunakan parameter statistik seperti MSE, RMSE, dan koefisien determinasi (R^2). Pembahasan juga mencakup pengaruh kondisi lingkungan perairan terhadap propagasi sinyal.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya. Kesimpulan memuat hasil utama terkait keakuratan model dan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap *path loss*. Saran berisi rekomendasi untuk penelitian lanjutan, seperti penggunaan metode lain atau pengembangan pada kondisi lingkungan yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Afape, J. O., Willoughby, A. A., Sanyaolu, M. E., Obiyemi, O. O., Moloi, K., Jooda, J. O., & Dairo, O. F. (2024). Improving millimetre-wave path loss estimation using automated hyperparameter-tuned stacking ensemble regression machine learning. *Results in Engineering*, 22(May), 102289. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102289>
- Alobaidy, H. A. H., Abdullah, N. F., Nordin, R., Behjati, M., Abu-Samah, A., Maizan, H., & Mandeep, J. S. (2024). Empowering Extreme Communication: Propagation Characterization of a LoRa-Based Internet of Things Network Using Hybrid Machine Learning. *IEEE Open Journal of the Communications Society*, 5, 3997–4023. <https://doi.org/10.1109/OJCOMS.2024.3420229>
- Azevedo, J. A., & Mendonça, F. (2024). A Critical Review of the Propagation Models Employed in LoRa Systems. *Sensors*, 24(12), 1–41. <https://doi.org/10.3390/s24123877>
- Brata, M., & Zakia, I. (2024). Path Loss Estimation at Sub-6 GHz and Millimeter Wave Frequencies Using Fine-Tuning. *IEEE Access*, 12, 138142–138154. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3465653>
- Chiroma, H., Nickolas, P., Faruk, N., Alozie, E., Olayinka, I. F. Y., Adewole, K. S., Abdulkarim, A., Oloyede, A. A., Sowande, O. A., Garba, S., Usman, A. D., Taura, L. S., & Adediran, Y. A. (2023). Large scale survey for radio propagation in developing machine learning model for path losses in communication systems. *Scientific African*, 19, e01550. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2023.e01550>
- Elmezughi, M. K., Salih, O., Afullo, T. J., & Duffy, K. J. (2023). Path loss modeling based on neural networks and ensemble method for future wireless networks. *Heliyon*, 9(9), e19685. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19685>
- Erunkulu, O. O., Gwebu, T. I., Zungeru, A. M., Lebekwe, C., & Modisa, M. (2023).

- Propagation channel characterization for mobile communication based on measurement campaign and simulation. *Results in Engineering*, 20(November), 101620. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2023.101620>
- Iliev, I., Velchev, Y., Petkov, P. Z., Bonev, B., Iliev, G., & Nachev, I. (2024). A Machine Learning Approach for Path Loss Prediction Using Combination of Regression and Classification Models. *Sensors*, 24(17). <https://doi.org/10.3390/s24175855>
- Joseph, I., Oghu, E., & Roberts, O. O. (2023). Path Loss and Models: A Survey and Future Perspective for Wireless Communication Networks. *International Journal of Advanced Networking and Applications*, 15(02), 5892–5907. <https://doi.org/10.35444/ijana.2023.15209>
- Kwon, B., & Son, H. (2024). Accurate Path Loss Prediction Using a Neural Network Ensemble Method. *Sensors*, 24(1), 1–20. <https://doi.org/10.3390/s24010304>
- Qin, L., Wang, W., Shi, M., Liang, Y., & Tan, P. (2024). Attitude Calculation Method of Drilling Tools Based on Cross-Correlation Extraction and ASRUKF. *Electronics (Switzerland)*, 13(9). <https://doi.org/10.3390/electronics13091707>
- Seretis, A., & Sarris, C. D. (2022). An Overview of Machine Learning Techniques for Radiowave Propagation Modeling. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, 70(6), 3970–3985. <https://doi.org/10.1109/TAP.2021.3098616>
- Shaibu, F. E., Onwuka, E. N., Salawu, N., Oyewobi, S. S., Djouani, K., & Abu-Mahfouz, A. M. (2023). Performance of Path Loss Models over Mid-Band and High-Band Channels for 5G Communication Networks: A Review. *Future Internet*, 15(11). <https://doi.org/10.3390/fi15110362>
- Tanveer, J., Haider, A., Ali, R., & Kim, A. (2022). Machine learning for physical layer in 5g and beyond wireless networks: A survey. *Electronics (Switzerland)*, 11(1), 1–44. <https://doi.org/10.3390/electronics11010121>

- Tikaria, M., & Saxena, V. (2024). *Multi-Layered Dual-Input Integrative Attention Model for Path Loss Prediction*. 0–29.
- Vasudevan, M., & Yuksel, M. (2024). Machine Learning for Radio Propagation Modeling: A Comprehensive Survey. *IEEE Open Journal of the Communications Society*, 5, 5123–5153. <https://doi.org/10.1109/OJCOMS.2024.3446457>
- Wang, C., Ai, B., He, R., Yang, M., Zhou, S., Yu, L., Zhang, Y., Qiu, Z., Zhong, Z., & Fan, J. (2024). Channel Path Loss Prediction Using Satellite Images: A Deep Learning Approach. *IEEE Transactions on Machine Learning in Communications and Networking*, 2, 1357–1368. <https://doi.org/10.1109/tmlcn.2024.3454019>
- Yeaser, K. M. A., & Hassan, K. M. A. (2025). A Comprehensive Study on Path Loss Estimation Using Deep Hybrid Learning in 5G Networks. *Journal of Telecommunications and Information Technology*, 101(3), 86–94. <https://doi.org/10.26636/jtit.2025.3.2100>
- Zhang, G., Lei, T., Huo, X., Li, Y., Geng, M., Yang, H., Yang, Y., & Chen, X. (2024). Path loss prediction for air-to-ground communication links via scenario transfer technology. *Complex Engineering Systems*, 4(3). <https://doi.org/10.20517/ces.2024.55>