

**PENGUNAAN METODE *MULTIPLE LINEAR REGRESSION* UNTUK
MEMPREDIKSI *PATHLOSS* PADA KOMUNIKASI 4G LTE DI KOTA
PALEMBANG**

TUGAS AKHIR

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



OLEH :

Muhammad Panca Anandri

09011281722069

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGGUNAAN METODE *MULTIPLE LINEAR REGRESSION* UNTUK
MEMPREDIKSI *PATHLOSS* PADA KOMUNIKASI 4G LTE DI KOTA
PALEMBANG**

TUGAS AKHIR

**Diajukan untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Strata 1**

Oleh :

MUHAMMAD PANCA ANANDRI

09011281722069

Mengetahui,

Palembang, November 2021

Pembimbing I

Deris Stawan, M.T., Ph.D.

NIP. 197806172006041002

Pembimbing II

Ahmad Hervanto, S.Kom., M.T.

NIP. 198701222015041002

Ketua Jurusan Sistem Komputer



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

NIP. 196612032006041001

HALAMAN PERSETUJUAN

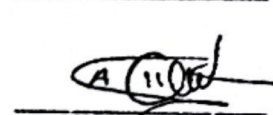
Telah diuji dan lulus pada:

Hari : Jum'at

Tanggal : 19 November 2021

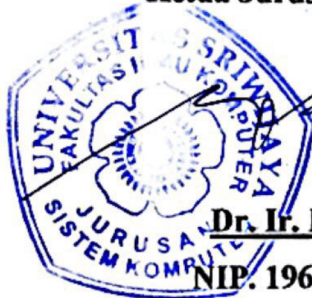
Tim Penguji:

1. Ketua Sidang : Sarmayanta Sembiring, M.T
2. Sekretasi Sidang : Iman Saladin B. Azhar, S.Kom., M.MSI.
3. Penguji : Ahmad Fali Oklilas, M.T.
4. Pembimbing I : Deris Stiawan, M.T, Ph.D.
5. Pembimbing II : Ahmad Heryanto, S.Kom, M.T.



Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer



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

NIP. 196612032006041001

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Panca Anandri

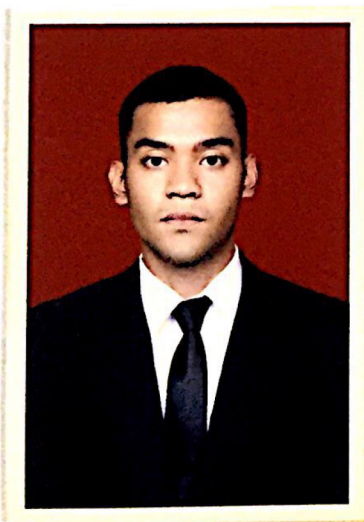
NIM : 09011281722069

Judul : Penggunaan Metode Multiple Linear Regression Untuk Memprediksi Pathloss pada Komunikasi 4G LTE di Kota Palembang

Hasil Pengecekan Software iThenticate/Turnitin : 8%

Menyatakan bahwa laporan tugas akhir saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan atau plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau 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.



Inderalaya, November 2021



Muhammad Panca Anandri

09011281722069

KATA PENGANTAR



Alhamdulillahirabbil'alamin. Puji dan syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT, atas segala karunia dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini dengan judul “Penggunaan Metode *Machine Learning Multiple Linear Regression* untuk memprediksi *Pathloss* pada komunikasi 4G LTE di kota Palembang”.

Dalam laporan ini penulis menjelaskan mengenai *pathloss* secara sederhana. Penulis berharap tulisan ini dapat bermanfaat bagi orang banyak, dan menjadi tambahan bahan bacaan bagi yang tertarik di bidang jaringan.

Pada penyusunan laporan ini, penulis banyak mendapatkan ide dan saran serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan rasa syukur kepada Allah SWT dan terimakasih kepada yang terhormat :

1. Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga pelaksanaan riset dan penulisan laporan tugas akhir ini dapat berjalan dengan lancar.
2. Kedua orang tua beserta keluarga yang selalu mendoakan serta memberikan motivasi dan semangat.
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 Ahmad Zarkasi, M.T. selaku Pembimbing Akademik penulis.
6. Bapak Deris Stiawan, M.T., Ph.D. dan bapak Ahmad Heryanto S.Kom., M.T. selaku Pembimbing Tugas Akhir Penulis yang telah membantu dan mengarahkan penulis agar menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
7. Bapak Alm. Dr. Reza Firsandaya Malik, M.T. selaku Pembimbing Tugas Akhir Pertama Penulis dan telah memberikan penulis judul dan ilmu untuk

menyelesaikan tugas akhir ini. Semoga amal ibadah beliau diterima di sisi Tuhan Yang Maha Esa.

8. Bapak Bengawan Alfaresi, M.T. yang telah berkenan meluangkan waktunya guna membimbing, memberikan saran dalam penulisan tugas akhir ini.
9. Abdi, Divo, Iqbal, Syafiq sebagai teman-teman yang sangat berkesan dan telah memberikan semangat juga arahan kepada penulis.
10. Teman-teman satu grup dalam penelitian *Pathloss Prediction* yang sudah membantu.
11. Seluruh teman-teman Jurusan Sistem Komputer khususnya kelas Unggulan angkatan 2017 yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.
12. Dan semua pihak yang telah membantu.
13. Almamater.

Penulis menyadari bahwa Laporan ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun agar lebih baik lagi dikemudian hari.

Akhir kata dengan segala keterbatasan, penulis berharap semoga laporan ini menghasilkan sesuatu yang bermanfaat bagi kita semua khususnya bagi mahasiswa Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya secara langsung ataupun tidak langsung sebagai sumbangan pikiran dalam peningkatan mutu pembelajaran.

Palembang, 21 Januari 2021

Penulis,



Muhammad Panca Anandri

NIM. 09011281722069

**USAGE OF THE METHOD MULTIPLE LINEAR REGRESSION TO
PREDICATE PATHLOSS IN 4G LTE COMMUNICATIONS IN
PALEMBANG CITY**

MUHAMMAD PANCA ANANDRI (09011281722069)

Computer Engineering Department, Computer Science Faculty, Sriwijaya
University

E-mail : m.pancaanandri@gmail.com

ABSTRACT

Radio Propagation is a wireless delivery of information and data through electromagnetic waves between two antennas. The electromagnetic waves will face a certain hindrance in a form of signal level reduction caused by certain factors such as environmental condition interferences which are the amount of objects between antennas, the shape of the terrain, and an occurrence of diffraction, reflection, refraction, called Pathloss. In this research a prediction with the highest accuracy possibly achieved will be done to an acquired data about Pathloss to hit the maximum efficiency in telecommunication planning. The Method Multiple Linear Regression is going to be used towards the acquired data which is obtained by doing drive test to certain areas in Palembang city using the Trans Musi Route on 4G LTE Networks.. The prediction will be continued with comparisons between different distributions of training data and testing data. The first ratio which is of the most importance is 70:30, in which then will be compared to the ratios 80:20 and 90:10. The Accuracy achieved will be given validation parameters to check the genuinity with certain. The best results achieved occurred in the 70:30 ratio with the accuracy of 97,676%, accompanied with the R^2 Score of 97,63%, MAE of 1,39, MSE of 4,657, and RMSE of 2,158.

Keywords: *Pathloss, electromagnetic waves, Multiple Linear Regression, validation parameters.*

**PENGUNAAN METODE *MULTIPLE LINEAR REGRESSION* UNTUK
MEMPREDIKSI *PATHLOSS* PADA KOMUNIKASI 4G LTE DI KOTA
PALEMBANG**

MUHAMMAD PANCA ANANDRI (09011281722069)

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

E-mail : m.pancaanandri@gmail.com

ABSTRAK

Propagasi radio adalah penyampaian informasi dan data secara nirkabel melalui sinyal elektromagnetik antara dua antenna. Gelombang elektromagnetik tersebut akan menemui hambatan dalam bentuk penurunan sinyal yang disebabkan oleh faktor-faktor tertentu seperti gangguan kondisi lingkungan yaitu banyaknya objek antara antenna, bentuk kontur medan, dan juga karena terjadinya difraksi, refleksi, refraksi yang dinamakan dengan *Pathloss*. Pada penelitian ini akan dilakukan prediksi yang se-akurat mungkin pada *Pathloss* agar dapat mencapai efisiensi yang maksimal dalam perancangan telekomunikasi. Metode *Machine Learning Multiple Linear Regression* akan dipakai kepada data yang telah diambil dengan melakukan *drive test* pada beberapa daerah di kota Palembang mengikuti rute Trans Musi pada jaringan 4G LTE. Hasil Prediksi tersebut akan dilanjutkan dengan perbandingan nilai rasio pembagian jumlah data latih dan data uji yang berbeda. Rasio data uji dan data latih yang diutamakan adalah 70:30, lalu akan dibandingkan dengan rasio 80:20 dan 90:10. Hasil Akurasi akan diberikan parameter validasi untuk memeriksa kebenarannya dengan parameter-parameter tertentu. Hasil yang terbaik yang dicapai terjadi pada rasio 70:30 dimana nilai akurasi adalah 97,676 dengan R^2 Score sebesar 97,63, *MAE* sebesar 1,39, *MSE* sebesar 4,657, dan *RMSE* sebesar 2,158.

Kata Kunci: *Pathloss*, gelombang elektromagnetik, *Multiple Linear Regression*, parameter validasi.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRACT	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Metodologi Penelitian	3
1.5.1 Perumusan Masalah	3
1.5.2 <i>Literature Review</i>	3
1.5.3 Pengolahan data	3
1.5.4 Prediksi	3
1.5.5 Analisis	3
1.6 Sistematika Penelitian	4
BAB I PENDAHULUAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	4
BAB IV HASIL DAN ANALISIS	4
BAB V KESIMPULAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Propagasi Radio	5
2.1.1 Model Propagasi Radio	6
2.1.1.1 Model Okumura.....	6

2.1.1.2	Model Okumura-Hatta.....	6
2.1.1.3	Model <i>COST-231</i>	7
2.2	Antena.....	7
2.3	<i>Pathloss</i>	9
2.4	Jaringan Seluler.....	9
2.4.1	Jaringan 1G.....	10
2.4.2	Jaringan 2G.....	10
2.4.3	Jaringan 3G.....	10
2.4.4	Jaringan 4G.....	11
2.4.4.1	Jaringan 4G LTE.....	12
2.4.5	Jaringan 5G.....	12
2.5	<i>Dataset Pathloss Trans Musi</i>	13
2.6	<i>Machine Learning</i>	14
2.7	<i>Linear Regression</i>	15
2.8	<i>Multiple Linear Regression</i>	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		18
3.1	Pendahuluan.....	18
3.2	Kerangka Penelitian.....	18
3.3	Kerangka Kerja Metode Penelitian.....	20
3.4	Persiapan Dataset.....	21
3.4.1	Tahap Pengambilan Dataset.....	21
3.4.2	<i>Input Dataset</i>	22
3.5	<i>Preprocessing Dataset</i>	23
3.6	Visualisasi Dataset.....	23
3.7	Pembagian data latih dan data uji.....	25
3.8	Prediksi dengan metode <i>MLR</i>	25
3.9	Validasi Data.....	26
3.9.1	Koefisien Determinasi.....	27
3.9.2	<i>Mean Absolute Error</i>	27
3.9.3	<i>Mean Squared Error</i>	27
3.9.4	<i>Root Mean Squared Error</i>	27
3.9.5	Rasio Pembagian data uji dan latih berbeda.....	28
BAB IV HASIL DAN ANALISIS.....		30
4.1	Pendahuluan.....	30
4.2	Input dataset <i>pathloss Busway Trans Musi</i>	30
4.3	<i>Preprocessing dataset</i>	31

4.4	Visualisasi Dataset	32
4.5	Pembagian data latih dan data uji	38
4.6	Hasil prediksi <i>Pathloss</i> dengan <i>Multiple Linear Regression</i>	38
4.7	Validasi data menggunakan parameter yang ditentukan.....	40
4.8	Validasi dengan rasio pembagian data uji dan latih berbeda	41
4.8.1	Pembagian 80% data uji dan 20% data latih.....	42
4.8.2	Pembagian 90% data uji dan 10% data latih.....	44
4.9	Perbandingan validasi rasio pembagian data	47
BAB V KESIMPULAN		50
5.1	Kesimpulan	50
5.2	Saran	50
DAFTAR PUSTAKA.....		52

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Ilustrasi fenomena refleksi pada propagasi gelombang radio.....	7
Gambar 2.2 Evolusi Jaringan Seluler	12
Gambar 2.3 Rute Trans Musi Koridor 1.....	13
Gambar 2.4 Struktur <i>Multiple Linear Regression</i>	17
Gambar 3.1 Kerangka kerja penelitian secara menyeluruh.....	19
Gambar 3.2 Kerangka metode penelitian	20
Gambar 3.3 Tampilan dataset jika dilihat dari Microsoft Excel.....	22
Gambar 3.4 Kumpulan plot scatter perbandingan tiap variabel	24
Gambar 3.5 Arsitektur Algoritma <i>Multiple Linear Regression</i>	25
Gambar 3.6 Flowchart <i>Multiple Linear Regression</i>	26
Gambar 4.1 Tampilan dataset pada Jupyter Notebook.....	29
Gambar 4.2 Preprocessing data pada Jupyter Notebook	30
Gambar 4.3 Analisa Perbandingan RSRP dengan Pathloss	31
Gambar 4.4 Analisa Perbandingan RSSI dengan Pathloss.....	32
Gambar 4.5 Analisa Perbandingan PCCPUSCH dengan Pathloss.....	33
Gambar 4.6 Analisa Perbandingan jarak LTE serving cell dengan Pathloss	33
Gambar 4.7 Analisa Perbandingan frekuensi dengan Pathloss	34
Gambar 4.8 Analisa Perbandingan tinggi antena pengirim dengan Pathloss	34
Gambar 4.9 Analisa Perbandingan tinggi antena penerima dengan Pathloss.....	35
Gambar 4.10 Analisa Perbandingan lebar jalan dengan Pathloss	35
Gambar 4.11 Analisa Perbandingan tinggi gedung sekitar dengan Pathloss.....	36
Gambar 4.12 Analisa Perbandingan jarak antar gedung dengan Pathloss.....	36
Gambar 4.13 Pembagian data uji dan data latih pada jupyter notebook	37
Gambar 4.14 Akurasi dari prediksi menggunakan <i>MLR</i>	38
Gambar 4.15 Plot Distribusi <i>Linear Regression</i>	38
Gambar 4.16 Hasil R2 Score	39
Gambar 4.17 Hasil Mean Absolute Error.....	40
Gambar 4.18 Hasil Mean Squared Error	40
Gambar 4.19 Hasil Root Mean Squared Error	40
Gambar 4.20 Hasil Akurasi rasio 80:20	42
Gambar 4.21 Hasil Model Akurasi rasio 80:20.....	43
Gambar 4.22 R2 Score rasio 80:20.....	44

Gambar 4.23 Mean Absolute Errori rasio 80:20	44
Gambar 4.24 Mean Squareed Error 80:20.....	44
Gambar 4.25 Root Mean Squared Error rasio 80:20.....	45
Gambar 4.26 Hasil Akurasi rasio 90:10	45
Gambar 4.27 Hasil Model Akurasi rasio 90:10.....	46
Gambar 4.28 R2 Score rasio 90:10.....	47
Gambar 4.29 Mean Absolute Errori rasio 90:10	47
Gambar 4.30 Mean Squareed Error 90:10.....	47
Gambar 4.31 Root Mean Squared Error rasio 90:10.....	47
Gambar 4.32 Perbandingan model akurasi tiap rasio	49

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1 Tabel deskripsi jenis frekuensi radio.....	7
Tabel 3.1 Tabel rasio pembagian data.....	28
Tabel 4.1 Tabel perbandingan akurasi setiap rasio	47
Tabel 4.2 Tabel R2 Score setiap rasio	47
Tabel 4.3 Tabel Error setiap rasio	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 .Data Mahasiswa

Lampiran 2. Hasil Pengecekan Plagiat

Lampiran 3. USEPT

BAB I

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Pada dunia jaringan telekomunikasi, sebuah transmitter biasanya menciptakan sinyal dengan kekuatan tertentu menggunakan antenna. Sinyal ini merambat pada lingkungan menggunakan gelombang elektromagnetik dan biasa menderita sebuah fenomena yang dinamakan *Pathloss*[1]. *Pathloss* adalah pengurangan kepadatan daya gelombang elektromagnetik saat merambat melalui ruang. Kehilangan jalur merupakan komponen utama dalam analisis dan desain tautan anggaran dari sistem telekomunikasi [2].

Objek-objek yang mengitari *transmitter* dan *receiver* sangat mempengaruhi karakteristik propagasi dari segala siaran radio[3]. Kemampuan komunikasi nirkabel kapasitas tinggi dalam gedung terbatas oleh karakteristik-karakteristik propagasi. Maka, penting untuk memahami bagaimana benda-benda fisik yang ada sekitar mempengaruhi lingkungan propagasi [4].

Pertumbuhan komunikasi bergerak saat ini sangatlah pesat, karena memungkinkan adanya penyebaran teknologi yang lebih luas. Secara historis, pertumbuhan di bidang komunikasi bergerak kini cenderung lambat, dibandingkan dengan kemajuan teknologi[5]. Kebutuhan akan kualitas layanan yang tinggi dan jaringan berkapasitas tinggi, cakupan baik telah menjadi tuntutan yang penting. Oleh karena itu untuk desain cakupan yang lebih akurat dari jaringan selular modern maka pengukuran kekuatan sinyal harus dipertimbangkan dalam rangka memberikan cakupan area layanan yang efisien dan dapat diandalkan. Pada frekuensi yang lebih tinggi nilai *pathloss* yang diberikan relatif besar, sehingga diperlukan sel-sel lainnya untuk menutupi daerah tertentu [6] [7].

Untuk dapat mengukur kekuatan sinyal yang diterima oleh receiver pada jarak tertentu dapat menggunakan model propagasi. Propagasi sinyal adalah proses perambatan gelombang radio dari antenna pemancar sampai ke antenna penerima. Redaman propagasi merupakan salah satu parameter penting untuk menentukan power transmit dan coverage dari suatu site [8].

Pada penelitian ini penulis akan melakukan penelitian tentang pengaruh parameter frekuensi, jarak, dan tinggi BTS (*Base Transceiver Station*) terhadap propagasi path loss pada jaringan seluler dengan menggunakan metode regresi linier yang digunakan untuk memodelkan hubungan diantara respons scalar dengan variabel penjelas yang berjumlah lebih dari satu yaitu *Multiple Linear Regression*. Penelitian ini akan menggunakan Jupyter Notebook sebagai media perhitungan dan penyajian datanya.

2. Perumusan Masalah

Dari hasil penjelasan latar belakang yang sudah dipaparkan di atas, penulis dapat mengambil beberapa perumusan masalah:

1. Bagaimana tahapan prediksi *Pathloss* pada jaringan 4G LTE menggunakan metode *Multiple Linear Regression*?
2. Bagaimana hasil kinerja algoritma *Multiple Linear Regression* dalam melakukan prediksi pada *Pathloss* jaringan komunikasi 4G LTE di kota Palembang?

3. Batasan Masalah

Beberapa batasan masalah dalam perancangan sistem pada penelitian ini adalah:

1. Membuat simulasi program untuk memprediksi *Pathloss* dengan bahasa pemrograman python.
2. Menunjukkan dan melakukan analisis pada tingkat akurasi *Multiple Linear Regression* menggunakan parameter-parameter validasi tertentu.

4. Tujuan

Adapun pada penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut :

1. Mengimplementasikan metode *Multiple Linear Regression* untuk mengolah dataset agar dapat memprediksi nilai *Path Loss*.
2. Menganalisa hasil dari simulasi program prediksi *Pathloss* menggunakan bahasa *Python* pada *Anaconda*.

5. Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam tugas akhir ini akan melewati beberapa tahapan sebagai berikut:

a. Perumusan masalah

Tahap ini adalah penentuan pokok permasalahan mengenai *pathloss* dengan merancang sistem prediksi *pathloss* menggunakan bahasa *python* pada *Anaconda*.

b. Literature Review

Tahap ini mengenai pencarian referensi atau literatur yang berkaitan dengan metode penelitian untuk menyelesaikan rumusan masalah pada bab sebelumnya.

c. Pengolahan data

Tahap ini berisi rancangan proses dilakukannya pengolahan data seperti *input data*, *preprocessing data*, memvisualisasikan data.

d. Prediksi

Tahap ini penulis akan melakukan prediksi *pathloss* dengan menggunakan algoritma *Multiple Linear Regression*. Setelah melakukan prediksi akan dilanjutkan dengan validasi menggunakan parameter pengujian tertentu.

e. Analisis

Tahap ini merupakan hasil dari pengambilan data dan menganalisa berdasarkan algoritma pemrograman penelitian prediksi *pathloss*, serta menyajikan data akurasi dan durasi proses testing yang dilakukan, dan hasilnya digunakan untuk menggambarkan performa dari sistem yang digunakan pada penelitian.

6. Sistematika Penulisan

Sistematika Penulisan yang digunakan dalam tugas akhir ini akan melewati beberapa tahapan sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi tentang isi dari latar belakang, perumusan, batasan masalah, tujuan, dan sistematika penulisan

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab kedua menjelaskan tentang dasar-dasar teori pembahasan dari penelitian ini. Isinya yaitu tentang penjelasan model propagasi, *pathloss,python* dan metode *Machine Learning Multiple Linear Regression*.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ketiga membahas tahapan penelitian seperti pengambilan datasheet, uji coba, dan analisis.

BAB IV HASIL DAN ANALISIS

Pada bab keempat menjelaskan hasil yang telah didapat dan melakukan analisa terhadap penelitian yang sudah dilakukan.

BAB V KESIMPULAN

Pada bab kelima akan menarik kesimpulan terhadap analisa yang sudah dilakukan.

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] H. S. Jo, C. Park, E. Lee, H. K. Choi, and J. Park, "Path loss prediction based on machine learning techniques: Principal component analysis, artificial neural network and gaussian process," *Sensors (Switzerland)*, vol. 20, no. 7, 2020, doi: 10.3390/s20071927.
- [3] U. K. Usman, "Propagasi Gelombang Radio Pada Teknologi Seluler," *Konf. Nas. Sist. Inf. 2018*, pp. 267–274, 2018, [Online]. Available: <http://jurnal.atmaluhur.ac.id/index.php/knsi2018/article/download/370/295>.
- [4] J. Milanović, S. Rimac-Drlje, and I. Majerski, "Radio wave propagation mechanisms and empirical models for fixed wireless access systems," *Teh. Vjesn.*, vol. 17, no. 1, pp. 43–52, 2010.
- [5] M. S. S. Abadpour, "KIT Chapter 2 : Radio Wave Propagation Fundamentals Scope of the (Today ' s) Lecture."
- [6] 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.
- [7] A. Neskovic, N. Neskovic, and G. Paunovic, "Modeling of Mobile Radio Systeme Ms," pp. 2–12, 2000.
- [8] G. Durgin, T. S. Rappaport, and H. Xu, "Measurements and models for radio path loss and penetration loss in and around homes and trees at 5.85 GHz," *IEEE Trans. Commun.*, vol. 46, no. 11, pp. 1484–1496, 1998, doi: 10.1109/26.729393.
- [9] M. Ulfah and N. Djamal, "Perhitungan Pathloss Teknologi Long Term Evolution (LTE) Berdasarkan Parameter Jarak E Node-B Terhadap Mobile Station di Balikpapan," *J. Nas. Tek. Elektro*, vol. 5, no. 3, 2016, doi:

10.20449/jnte.v5i3.315.

- [10] Z. Nadir and M. I. Ahmad, "Pathloss determination using Okumura-Hata model and cubic regression for missing data for Oman," *Proc. Int. MultiConference Eng. Comput. Sci. 2010, IMECS 2010*, vol. II, no. 1, pp. 804–807, 2010.
- [11] K. Zhang, B. Li, X. Tang, D. Wang, and L. Wei, "Path loss measurement and modeling for industrial environment," *IEEE Int. Conf. High Perform. Switch. Routing, HPSR*, vol. 2019-May, no. 1, pp. 1–5, 2019, doi: 10.1109/HPSR.2019.8808124.
- [12] D. Cama-Pinto, M. Damas, J. A. Holgado-Terriza, F. Gómez-Mula, and A. Cama-Pinto, "Path loss determination using linear and cubic regression inside a classic tomato greenhouse," *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 16, no. 10, 2019, doi: 10.3390/ijerph16101744.
- [13] R. A. Becker *et al.*, "A tale of one city: Using cellular network data for urban planning," *IEEE Pervasive Comput.*, vol. 10, no. 4, pp. 18–26, 2011, doi: 10.1109/MPRV.2011.44.
- [14] Y. Cai, Z. Qin, F. Cui, G. Y. Li, and J. A. McCann, "Modulation and Multiple Access for 5G Networks," *IEEE Commun. Surv. Tutorials*, vol. 20, no. 1, pp. 629–646, 2018, doi: 10.1109/COMST.2017.2766698.
- [15] D. J. Olive, *Linear regression*. 2017.
- [16] M. Ulfah and N. Jamal, "Perhitungan Pathloss Teknologi 4G," *JTT (Jurnal Teknol. Terpadu)*, vol. 4, no. 2, p. 71, 2016, doi: 10.32487/jtt.v4i2.142.
- [17] N. Hassan, K. L. A. Yau, and C. Wu, "Edge computing in 5G: A review," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 127276–127289, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2938534.
- [18] X.-D. Zhang, *Chapter 6 Machine Learning*, vol. 45, no. 13. 2017.
- [19] G. K. Uyanık and N. Güler, "A Study on Multiple Linear Regression Analysis," *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 106, pp. 234–240, 2013, doi:

10.1016/j.sbspro.2013.12.027.

- [20] BURCHFIELD PB, “Multiple linear regression,” *J. Qual. Technol.*, vol. 3, no. 4, pp. 184–189, 1971, doi: 10.1080/00224065.1971.11980492.
- [21] B. Wang, “Multiple Linear Regression Analysis of lncRNA – Disease,” vol. 2018, 2018.
- [22] K. Kaemarungsi, “Distribution of WLAN received signal strength indication for indoor location determination,” *2006 1st Int. Symp. Wirel. Pervasive Comput.*, vol. 2006, pp. 1–6, 2006, doi: 10.1109/iswpc.2006.1613601.
- [23] L. Aiken, S. West, S. Pitts, A. Baraldi, and I. Wurpts, “Data Analysis Issues: Multiple Linear Regression,” *Res. Methods Psychol.*, pp. 511–542, 2012.
- [24] M. Tranmer, J. Murphy, M. Elliot, and M. Pampaka, “Multiple Linear Regression (2nd Edition),” *Cathie Marsh Inst. Work. Pap.*, no. 01, p. 59, 2020, [Online]. Available: <https://hummedia.manchester.ac.uk/institutes/cmist/archive-publications/working-papers/2020/2020-1-multiple-linear-regression.pdf>.
- [25] J. T. Townsend, “Erratum to: Theoretical analysis of an alphabetic confusion matrix,” *Percept. Psychophys.*, vol. 10, no. 4, p. 256, 1971, doi: 10.3758/BF03212817.
- [26] E. R. Dougherty, S. Kim, and Y. Chen, “Coefficient of determination in nonlinear signal processing,” *Signal Processing*, vol. 80, no. 10, pp. 2219–2235, 2000, doi: 10.1016/S0165-1684(00)00079-7.
- [27] H. A. Martens and P. Dardenne, “Validation and verification of regression in small data sets,” *Chemom. Intell. Lab. Syst.*, vol. 44, no. 1–2, pp. 99–121, 1998, doi: 10.1016/S0169-7439(98)00167-1.
- [28] T. Chai and R. R. Draxler, “Root mean square error (RMSE) or mean absolute error (MAE)? -Arguments against avoiding RMSE in the literature,” *Geosci. Model Dev.*, vol. 7, no. 3, pp. 1247–1250, 2014, doi: 10.5194/gmd-7-1247-2014.

- [29] F. Anifowose, A. Khoukhi, and A. Abdulraheem, “Investigating the effect of training–testing data stratification on the performance of soft computing techniques: an experimental study,” *J. Exp. Theor. Artif. Intell.*, vol. 29, no. 3, pp. 517–535, 2017, doi: 10.1080/0952813X.2016.1198936.