

Analisa Perhitungan Pathloss Propagasi Gelombang Radio Outdoor Menggunakan Model Hata dan Model Cost 231 Pada Jaringan 3G Telkomsel Lhokseumawe

Amir D¹, Naziruddin², Jamaluddin³, Ariefin⁴, Halim Saini⁵

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumaw

⁴Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe

⁵Jurusan Teknologi Kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe

*Koresponden email: amird@pnl.ac.id

Diterima: 13 Februari 2024

Disetujui: 2 April 2024

Abstract

The problem that arises in wireless communications is how to predict the transmission channel attenuation between Tx transmitters and Rx receivers that have different channel characteristics. This research explains the results of comparing the Hata empirical model with the Cost 231 model. The empirical model is a prediction model for radio wave attenuation used by engineers in the field without the use of experimental equipment. The aim of this research is to determine the accuracy of the calculation results in the two models. Three locations were used as research samples, namely Darussalam Road, Samudera Baru Road and Gudang Baru Road. The third locations have different distances and BTS. The standard deviation shows the amount of deviation from the average distribution of the predicted data group. Based on the prediction results at the three locations, the Cost 231 model produces larger predicted pathloss calculations compared to the Hata model, the average value of the pathloss prediction of the Cost 231 model is 260.47 dB and the Hata model is 196.46 dB, the difference between the two calculation results is 64.01. The empirical Cost 231 model gives a standard deviation of the mean distribution of 13.59, while the Hata model gives a standard deviation of 0.56 of the mean distribution of the calculated values.

Keywords: *empirical, wave, model, pathloss, prediction, radio*

Abstrak

Permasalahan yang terjadi pada komunikasi wireless adalah bagaimana memprediksi redaman saluran transmisi antara pemancar Tx dan penerima Rx memiliki variasi karakter saluran yang berbeda-beda. Pada penelitian ini akan dijelaskan hasil perbandingan model empiris Hata dengan model Cost 231. Model empiris adalah sebuah model prediksi redaman gelombang radio yang digunakan oleh para engineer dilapangan tanpa menggunakan perangkat alat eksperimen. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan akurasi hasil perhitungan pada kedua model tersebut. Ada 3 lokasi yang dijadikan sebagai sampel penelitian, yaitu lokasi jalan Darussalam, jalan Samudera Baru dan jalan Gudang Baru. Ke-3 lokasi memiliki jarak dan BTS yang berbeda-beda. Standar deviasi menunjukkan ukuran simpangan dari sebaran rata-rata kelompok data hasil prediksi. Berdasarkan hasil prediksi pada ketiga lokasi, maka model Cost 231 menghasilkan prediksi perhitungan pathloss lebih besar dibanding dengan model Hata, nilai prediksi pathloss model Cost 231 rata-rata sebesar 260,47 dB sedangkan model Hata 196,46 dB, rentang selisih kedua hasil perhitungan tersebut adalah 64,01. Model empiris Cost 231 menghasilkan standar deviasi terhadap sebaran rata-ratanya sebesar 13,59 sementara pada model Hata standar deviasi sebesar 0,56 terhadap sebaran nilai rata-rata hasil perhitungan.

Kata kunci: *empiris, gelombang, model, pathloss, prediksi, radio*

1. Pendahuluan

Permasalahan yang terjadi pada komunikasi wireless adalah saluran transmisi antara pemancar Tx dan penerima Rx memiliki variasi redaman yang berbeda antara jalur *Line of Sight* (LOS), jalur transmisi yang terhalang oleh bangunan, gunung, pepohonan. Model propagasi yang memprediksi kekuatan sinyal pada jarak antara Tx-Rx, disebut model propagasi skala besar[1][2].

Beberapa metode dan model telah digunakan untuk mengamati dan mengetahui redaman propagasi pada lintasan gelombang radio antara Tx dan Rx, redaman lintasan gelombang radio dimaksud disebut pathloss. Pada artikel ini, dijelaskan hasil penelitian tentang perhitungan pathloss menggunakan model prediksi. Model prediksi ini berbasis pendekatan empiris. Disebut pendekatan empiris karena tanpa

melakukan eksperimen. Biasanya model digunakan oleh para engineer untuk memprediksi *pathloss* lintasan gelombang radio tanpa alat ukur.

Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk sebagai acuan untuk memprediksi *pathloss* propagasi gelombang radio pada daerah urban, dalam rangka merancang cakupan cell pada sistem komunikasi cellular.

Model Empiris

Adalah sebuah prediksi redaman gelombang radio tanpa menggunakan eksperimen atau alat ukur. Beberapa dari model *pathloss* empiris dijelaskan pada tinjauan pustaka berikut ini.

1. Model Hata. Model Hata pada dasarnya merupakan model empiris berdasarkan model Okumura dimana terdapat beberapa faktor koreksi disertakan dan valid dari 150 MHz hingga 1500 MHz. Model Hata mewakili kehilangan propagasi wilayah perkotaan sebagai formula standar bersama dengan faktor koreksi tambahan untuk aplikasi dalam situasi lain seperti pinggiran kota, pedesaan antara lain waktu komputasinya singkat dan hanya dibutuhkan empat parameter dalam model Hata [3][4][5]. *Pathloss* dalam dB untuk daerah perkotaan diberikan oleh persamaan (1).

$$PL (dB) = 69.55 + 26.16 \log_{10}(f) - 13.82 \log_{10}(h_{te}) - a(h_{re}) + 4.9 - 6.55 \log_{10}(h_{te}) \log_{10} D \quad (1)$$

Dimana *f* adalah Frekuensi dari 150 MHz hingga 1500 MHz, *h_{te}* adalah tinggi antenna base station efektif antara 30m hingga 200m, *h_{re}* adalah tinggi efektif antenna seluler, antara 1m hingga 10m, *D* adalah jarak pemancar-penerima (Tx-Rx) dalam km, *a(h_{re})* adalah faktor koreksi untuk ketinggian antenna bergerak efektif. Untuk kota berukuran kecil hingga sedang, mobile faktor koreksi antenna diberikan oleh persamaan (2).

$$a(h_{re}) = (1.1 \log_{10} f_c - 0.7) h_{re} - (1.56 \log_{10} f_c - 0.8) \quad (2)$$

Untuk kota besar diberikan oleh persamaan

$$a(h_{re}) = 8.29(\log_{10} 1.5 h_{re})^2 - 1.1 \text{ untuk } f_c \leq 300 \text{ MHz} \quad (3)$$

Untuk mendapatkan *pathloss* di daerah sub urban, persamaan standard model Hata dimodifikasi seperti pada persamaan (4).

$$PL(dB) = PL(\text{Perkotaan}) - 2[\log_{10}(f_c / 28)]^2 - .4 \quad (4)$$

Meskipun model Hata tidak memiliki koreksi khusus tentang lintasan yang tersedia dalam model Okumura. Model ini cocok untuk sistem seluler besar, tetapi tidak untuk komunikasi pribadi [1].

- 2) Model COST-231. Model COST-231 dirancang sebagai perpanjangan dari model Hata-Okumura, Model COST-231 dirancang untuk digunakan pada rentang frekuensi 1500MHz hingga 2GHz. Model ini memuat faktor koreksi untuk perkotaan, pinggiran kota dan lingkungan pedesaan (datar) [3][4][6]. Persamaan dasar model COST-231 untuk menghitung *pathloss* dalam dB diberikan oleh persamaan (5).

$$PL(dB) = 46.3 + 33.9 \log_{10}(f) - 13.82 \log_{10}(h_b) - a(h_r) + (44.9 - 6.55 \log_{10}(h_b)) \log_{10} D + c \quad (5)$$

Di mana *f* adalah frekuensi dalam MHz, *D* adalah jarak antara antenna Tx dan Rx dalam km, dan *h_b* adalah antenna Tx ketinggian di atas permukaan tanah dalam meter. Parameter *c_m* didefinisikan sebagai 0 dB untuk lingkungan kota berukuran sedang dan pinggiran kota dan 3dB untuk lingkungan perkotaan. Semua parameter lainnya frekuensi antara 1500 MHz sampai 2 GHz, ketinggian antenna pemancar *h_{te}* antara 30m hingga 200 m, ketinggian antenna penerima *h_{re}* antara 1 m sampai 10 m dan jarak *d* diantara 1 km hingga 20 km. Selanjutnya *c* = 0 dB untuk kota menengah dan kota sub urban 3 dB untuk pusat kota metropolitan $1500 \leq f_c \leq 2000 \text{ MHz}$, $30 \leq h_t \leq 200 \text{ m}$, $1 \leq d \leq 20 \text{ km}$, *a(h_r)* adalah faktor koreksi antenna mobile yang nilainya sebagai berikut:

- a. Untuk kota kecil dan menengah

Faktor koreksi antenna mobile atau penerima untuk kota kecil dan menengah dapat dilihat pada persamaan (6).

$$a(h_m) = (1.1 \log_{10} f_c - 0.7) h_m - (1.56 \log_{10} f_c - 0.8) \text{ dB} \quad (6)$$

dimana, $1 \leq h_m \leq 10$ m

b. Untuk kota besar

Faktor koreksi antena mobile untuk kota besar pada $f_c \leq 300$ MHz dapat dilihat pada persamaan (7).

$$a(h_R) = 8,29(\log 1,54h_m)^2 - 1,1 \text{ dB} \tag{7}$$

Sedangkan pada $f_c \geq 300$ MHz dapat dilihat pada persamaan (8).

$$(a(h_R)) = 3,2(\log 11,75h_R)^2 - 4,97 \text{ dB} \tag{8}$$

3) Standar deviasi. Standar deviasi adalah nilai statistik yang sering kali dipakai dalam menentukan kedekatan sebaran data yang ada di dalam sampel dan seberapa dekat titik data individu dengan mean atau rata-rata nilai dari sampel itu sendiri, dimana \bar{x} ukuran rata-rata dari data, x_i data ke I dan n jumlah data. Persamaan (9) merupakan rumus untuk menghitung ukuran rata-rata dari data.

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \tag{9}$$

dan rumus untuk menghitung standar deviasi dapat dilihat pada persamaan (10).

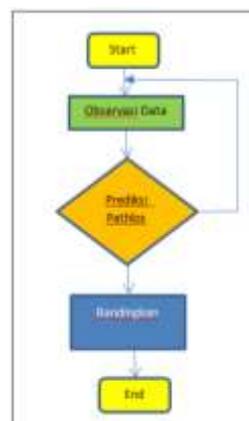
$$s = \sqrt{\frac{\sum f_i (x_i - \bar{x})^2}{n}} \tag{10}$$

Dimana s adalah standar deviasi, f_i frekuensi kelompok, x_i adalah nilai tengah x ke I, \bar{x} adalah nilai rata-rata data, n adalah banyaknya data [7].

2. Metode Penelitian

Prediksi pathloss pada lintasan gelombang radio pada daerah urban atau perkotaan mengikuti metodologi penelitian seperti diperlihatkan pada flowchart gambar 1. Untuk memprediksi pathloss menggunakan model Hata dan model Cost-321 dengan langkah-langkah sebagai berikut: mengumpulkan data-data teknis observasi, seperti; frekuensi operasi BTS (MHz), ketinggian antena BTS (h_{te}), ketinggian antena mobile station (h_b), faktor koreksi antena dan jarak pancaran BTS (d). Jika data-data observasi telah lengkap, selanjutnya dilakukan perhitungan prediksi pathloss.

Perhitungan prediksi pathloss yang pertama adalah menggunakan model Hata, jika telah selesai, maka dilakukan perhitungan prediksi pathloss menggunakan model Cost 231. Setelah hasil perhitungan kedua model tersebut dilakukan, maka selanjutnya kedua hasil prediksi tersebut dibandingkan dan dianalisis. Lebih jelasnya diperlihatkan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Metode penelitian pathloss model empiris

3. Hasil dan Pembahasan

A. Lokasi

Lingkungan gelombang radio urban yang dipilih untuk memprediksi pathloss, ada tiga lokasi, yaitu; lokasi di jalan Darussalam, jalan Gudang Baru dan jalan Samudra Baru, ketiga lokasi tersebut terletak di pusat kota Lhokseumawe. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Lokasi dan lingkungan gelombang radio (a) jalan Darussalam, (b) Jalan Gudang Baru, (c) Jalan Samudra Baru

B. Lingkungan Lintasan Gelombang Radio

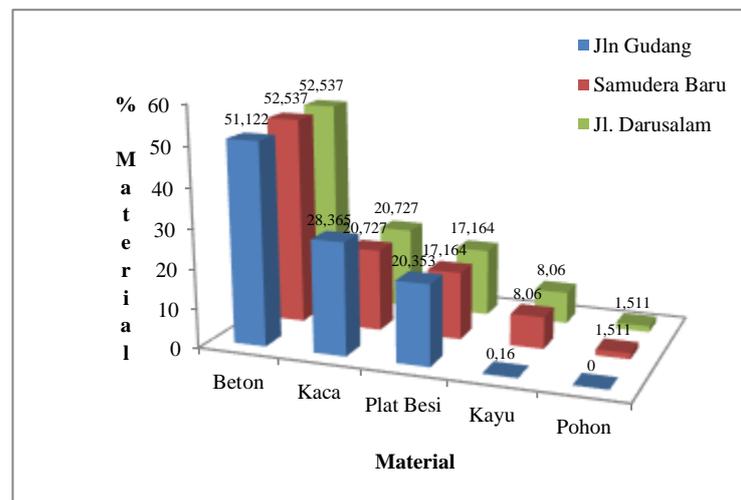
Gambaran umum situasi lingkungan lintasan gelombang radio antara pengirim dan penerima pada ketiga lokasi pengamatan diuraikan secara rinci pada tabel 1. Berdasarkan tabel tersebut diperoleh informasi bahwa lingkungan propagasi gelombang radio urban yang dipilih berkategori *small city* atau kota kecil, dengan ciri-ciri bangunan permanen didominasi oleh bangunan 2 sampai 3 lantai, lebar jalan 3m sampai 6 meter, papulasi penduduk tidak terlalu padat.

Sebagai kota kecil, daerah ini memiliki bangunan yang didominasi oleh struktur beton berlantai 1 sebagian berlantai 2 dan lainnya berlantai 3, beratap beton serta disekitar bangunan terdapat beberapa pepohonan. Persentase material yang terdapat pada ketiga daerah lingkungan disepanjang lintasan gelombang radio disajikan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Material lingkungan lintasan gelombang radio

Material	Gudang	Samudera Baru	Darusalam
Beton	51.122	52.537	52.537
Kaca	28.365	20.727	20.727
Plat Besi	20.353	17.164	17.164
Kayu	0.16	8.06	8.06
Pohon	0	1.511	1.511

Demikianlah gambaran umum lingkungan gelombang radio pada ketiga lokasi yang dijadikan sebagai objek penelitian untuk mengamati perbandingan pathloss atau rugi-rugi lintasan gelombang radio berdasarkan lingkungan propagasinya. Lebih rinci persentase material keadaan lingkungan gelombang radio diperlihatkan seperti pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Persentase material disekitar lintasan gelombang radio

Berdasarkan **Tabel 1** dan **Gambar 3** diketahui bahwa pada ketiga lokasi lingkungan gelombang radio didominasi pada material beton, selanjutnya kaca dan plat besi, kayu dan pohon.

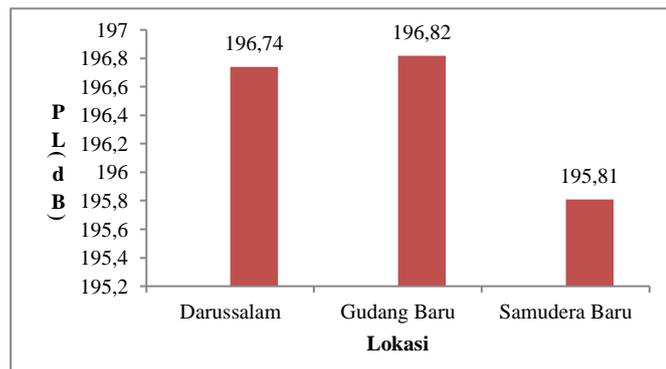
C. Model Empiris

Model Hata

Model Hata adalah sebuah formula standar untuk memprediksi rugi-rugi lintasan atau *losses* pada daerah perkotaan. Untuk 3 lokasi yang dipilih, merupakan lokasi dengan kategori *small city*. Berdasarkan data pada **Tabel 2**, maka dengan menggunakan persamaan 1, persamaan 2, persamaan 8 dan persamaan 9, maka pathloss, mean dan standar deviasi pada 3 lokasi yang dipilih dapat dihitung dan hasilnya diperlihatkan pada **Tabel 2** dan **Gambar 4**.

Tabel 2. Hasil perhitungan pathloss dengan model Hata

Lokasi	Parameter Yang Diketahui				Hasil Perhitungan	STDEV
	f (MHZ)	hte (m)	a(hre)	D	L (urban, d)(dB)	
Darussalam	1870	35	-8.94	136.47	198.74	0,56
Samudera Baru	1870	32	-8.94	646.24	195.81	
Gudang Baru	1870	32	-8.94	138.91	196.82	



Gambar 4. Hasil prediksi pathloss pada ketiga lokasi dengan Model Hata

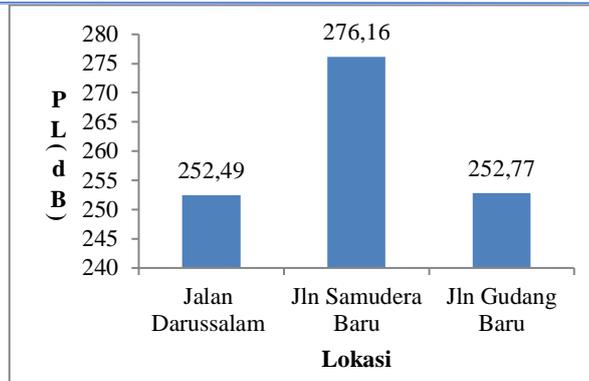
Berdasarkan hasil perhitungan tabel 2 dan gambar 4 menggunakan model Hata, maka pathloss pada ketiga lokasi jalan Darussalam, Jalan Samudera Baru dan Jalan Gudang Baru, diketahui masing-masing sebesar 196,74 dB, 195,81 dB dan 196,82 dB. Pathloss gelombang radio pada ketiga lintasan tersebut memiliki nilai yang hampir sama dan nilainya hanya berbeda tipis.

Model Cost-231

Model ini cocok digunakan mengestimasi pathloss pada lingkungan urban, untuk range frekuensi seluler $1500 \leq f_c \leq 2000$ MHz. Berdasarkan data pada **Tabel 3**, maka dengan menggunakan persamaan (5) dan persamaan (6), maka faktor koreksi antenna a_{hm} dan pathloss $L(\text{urban}, d)$ dapat dihitung dan hasilnya ditampilkan pada **Tabel 3** dan **Gambar 5**.

Tabel 3. Hasil perhitungan path loss dengan Cost 231 model

Lokasi	Parameter Yang Diketahui					Hasil Perhitungan	STDEV
	f (MHZ)	h_b (m)	h_m (m)	$a(h_{re})$	d	L (urban, d)	
Jalan Darussalam	1870	35	1.6	0.334	136.47	252.49	13.59
Jln Samudera Baru	1870	32	1.6	0.334	646.24	276.16	
Jln Gudang Baru	1870	32	1.6	0.334	138.91	252.77	

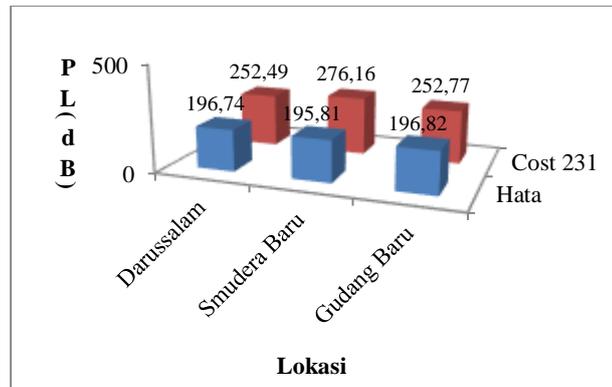


Gambar 5, Hasil prediksi pathloss pada ketiga lokasi dengan Cost 231 model

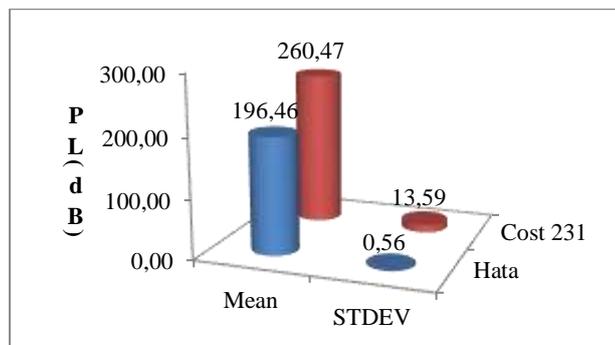
Dengan menggunakan model Cost 231, persamaan (5) dan persamaan (6), maka pathloss pada ketiga lokasi, yaitu; jalan Darussalam, Jalan Samudera Baru dan jalan Gudang Baru dapat dihitung dan diketahui, dimana masing-masing nilainya sebesar 276,16 dB; 252,77 dB dan 252, 49 dB, standar deviasi dari ketiga hasil perhitungan tersebut adalah 13,59, simpangan data antara data satu dengan data lainnya relatif kecil. Pathloss terbesar menurut perhitungan empiris terjadi pada lokasi jalan Samudera Baru dengan nilai sebesar 276,16 dB. Hal ini terjadi karena jarak cakupan gelombang radio pada daerah tersebut relatif jauh dibanding 2 lokasi lainnya.

D. Perbandingan Hasil Perhitungan Model Hata dan Model Cost 231

Berdasarkan hasil perhitungan pathloss menggunakan model Hata dan model Cost 231, maka dengan membandingkan kedua hasil perhitungan tersebut, diketahui bahwa model Cost 231 menghasilkan prediksi perhitungan pathloss lebih besar dibanding dengan Model Hata, terlihat pada Gambar 6. Nilai prediksi pathloss Cost 231, menurut persamaan (9) pathloss rata-rata sebesar 260,47 dB dan pathloss rata-rata Model Hata 196,46 dB, rentang selisih kedua hasil perhitungan tersebut adalah 64,01.



Gambar 6. Perbandingan pathloss model Hata dan model Cost 231



Gambar 7. Perbandingan mean dan standard deviasi \ Model Hata dan model Cost 231

Berdasarkan persamaan (10), maka model Cost 231 menghasilkan standard deviasi terhadap sebaran rata-ratanya sebesar 13,59, sementara pada model Hata, standard deviasi hasil perhitungan sebesar 0,56. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa model prediksi Hata lebih akurat dibanding model Cost 231 dalam menghitung losess pada lintasan gelombang radio.

4. Kesimpulan

Dari pembahasan yang telah dijelaskan sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa model Cost 231 menghasilkan prediksi perhitungan loss lebih besar dibanding dengan model Hata. Nilai prediksi pathloss Cost 231 rata-rata sebesar 260,47 dB dan Model Hata 196,46 dB, rentang selisih kedua hasil perhitungan tersebut adalah 64,01. Model empiris Cost 231 menghasilkan standard deviasi terhadap sebaran rata-ratanya sebesar 13,59 sementara pada Model Hata standard deviasi sebesar 0,56 terhadap sebaran nilai rata-rata hasil perhitungan. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa model prediksi Model Hata lebih akurat dibanding Cost 231 model.

5. Referensi

- [1] Lay, Leonardo F., Kalvein Rantelobo, and Beby HA Manafe. "Analisis Propagasi pada Kawasan Kampus Universitas Nusa Cendana Penfui Kupang." *Jurnal Media Elektro* (2019): 7-14.
- [2] D. Amir and F. Razi, "Analisa Propagasi Gelombang Radio Broadcast Terhadap Variasi Statistik Faktor Lingkungan," *Pros. Semin. Nas. Politek. Negeri ...*, vol. 2, no. 1, pp. 182–185, 2018, [Online]. Available: <http://e-jurnal.pnl.ac.id/semnaspnl/article/view/766>
- [3] Aini, Nurul, Munawar Munawar, and D. Amir. "Analisa Karakteristik Propagasi Gelombang Radio Pada Komunikasi Bergerak." *Jurnal TEKTR0 4.2* (2020): 113-117..
- [4] Amir, D., et al. "Analisa Eksponen Rugi-rugi Lintasan Propagasi Gelombang Radio Dalam Ruang Pada Jaringan Komunikasi Bergerak." *Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*. Vol. 4. No. 1. 2020
- [5] Tahcfulloh, Syahfrizal, and Eka Riskayadi. "Optimized suitable propagation model for GSM 900 path loss prediction." *Telkonnika Indonesian Journal of Electrical Engineering* 14.1 (2015): 154-162.
- [6] M. P. A. Simarmata, S. Soim, and M. Fadhli, "Analisa Link Budget Dengan Perbandingan Pemodelan Propagasi Pada Komunikasi Selular Daerah Urban," *J. Elektro dan Telekomun. Terap.*, vol. 5, no. 2, p. 712, 2019, doi: 10.25124/jett.v5i2.1989.
- [7] Febriani, Suci. "Analisis Deskriptif Standar Deviasi." *Jurnal Pendidikan Tambusai* 6.1 (2022): 910-913.