

OPTIMASI NILAI RSSI UNTUK PENENTUAN NILAI JARAK ANTARA BASE TRANSCEIVER STATION DAN MOBILE STATION MENGGUNAKAN MODEL PROPAGASI LOG DISTANCE PATH LOSS

OPTIMIZING RSSI VALUES FOR DETERMINING DISTANCE BETWEEN BASE TRANSCEIVER STATION AND MOBILE STATION USING LOG DISTANCE PATH LOSS PROPAGATION MODEL

Lalu Moh Adam Kurniawan¹, Abdullah Zainuddin, S.T., M.T.², Dr. Ir. Misbahuddin, S.T., M.T., IPU.³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro Universitas Mataram

Jl. Majapahit No. 62, Mataram, Lombok, NTB, Indonesia

¹laluadamk@gmail.com, ²abdullahzain@unram.ac.id, ³misbahuddin@unram.ac.id

ABSTRAK

Lokalisasi merupakan salah satu metode alternatif dalam penentuan posisi berdasarkan perhitungan nilai jarak antara penerima (*Mobile Station*) dan pengirim (*Base Transceiver Station*). Berdasarkan nilai Received Signal Strength Indicator (RSSI) pengukuran, nilai jarak dapat dihitung menggunakan model propagasi *path loss*. Tujuan penelitian ini adalah melakukan optimasi perhitungan nilai jarak antara *Base Transceiver Station* dan *Mobile Station* menggunakan model propagasi *log distance path loss* berupa menentukan nilai faktor koreksi yang dapat ditambahkan pada nilai RSSI hasil pengukuran. Pengukuran data RSSI dilakukan pada lokasi urban open area Universitas Mataram dengan tiga jarak titik pengukuran yang berbeda pada provider Telkomsel. Penentuan nilai jarak dihitung menggunakan model propagasi *log distance path loss*. Proses optimasi perhitungan nilai jarak menggunakan penambahan nilai faktor koreksi pada nilai RSSI hasil pengukuran. Hasil penelitian ini didapatkan nilai faktor koreksi yaitu $(-17,333+0,088x)$. Setelah dilakukan optimasi, nilai rata-rata selisih jarak paling kecil didapatkan sebesar 10,906 meter pada titik 20λ yang sebelumnya sebesar 31,853 meter. Keseluruhan data hasil menunjukkan penambahan nilai faktor koreksi berupa persamaan regresi linier dapat digunakan untuk melakukan optimasi perhitungan nilai jarak dengan nilai rata-rata persentase optimasi jarak paling tinggi didapatkan pada titik 30λ sebesar 73.47%.

Kata Kunci: Lokalisasi, RSSI, Propagasi *Path Loss*, Perhitungan Jarak, Nilai Faktor Koreksi.

ABSTRACT

Localization is one of the alternative methods for determining position based on calculating the distance value between the receiver (Mobile Station) and the transmitter (Base Transceiver Station). Utilizing the Received Signal Strength Indicator (RSSI) measurements, the distance value can be computed using a path loss propagation model. The objective of this research is to optimize the distance calculation between the Base Transceiver Station and Mobile Station using the log distance path loss propagation model by determining a correction factor to be added to the measured RSSI values. RSSI data measurements were conducted in the urban open area of Universitas Mataram at different distances on the Telkomsel provider. The distance values were calculated using the log-distance path loss propagation model. The optimization process for distance calculation involved adding a correction factor to the measured RSSI values. The research yielded a correction factor value of $(-17.333 + 0.088x)$. After optimization, the smallest average difference in distance was obtained, amounting to 10.906 meters at the 20λ point, compared to the previous 31.853 meters. The overall data results indicate that adding a correction factor in the form of a linear regression equation can be used to optimize distance value calculations, with the highest average percentage optimization obtained at the 30λ point, reaching 73.47%.

Keywords: Localization, RSSI, Path Loss Propagation, Distance Calculation, Correction Factor Value.

PENDAHULUAN

Semakin pesatnya perkembangan teknologi internet seluler, menyebabkan permintaan akan layanan berbasis lokasi (*Location-Based Service*) juga meningkat. Saat ini penentuan posisi yang sering digunakan adalah GPS (*Global Positioning System*) yaitu suatu sistem yang menggabungkan banyak satelit untuk menentukan posisi. Namun, terdapat beberapa faktor kondisi lingkungan di permukaan bumi yang mempengaruhi transmisi sinyal satelit. Oleh karena itu, akurasi penentuan posisi dapat berkurang drastis sehingga tidak dapat memenuhi persyaratan untuk penentuan posisi yaitu sebesar 5-12 meter pada rentang kesalahan pengukuran dengan GPS (Wiyanti et al., 2014). Terdapat alternatif metode penentuan posisi yang dapat dilakukan menggunakan pengolahan data RSSI (*Received Signal Strength Indicator*) yang dipancarkan oleh suatu perangkat *transmitter*. Penentuan posisi dengan pengolahan data RSSI merupakan salah satu teknik dalam lokalisasi yaitu *range-based localization*.

Lokalisasi dapat didefinisikan sebagai memperkirakan atau menemukan posisi suatu *node*, yaitu dengan menentukan nilai jarak antara posisi perangkat penerima dan pengirim (Ismail et al., 2019). Pada sistem telekomunikasi seluler, lokalisasi dapat diterapkan dengan menjadikan MS (*Mobile Station*) sebagai penerima dan BTS (*Base Transceiver Station*) sebagai pengirim. Posisi *Mobile Station* sebagai penerima dapat diketahui melalui perhitungan jarak antara *Mobile Station* dengan *Base Transceiver Station*. Tingkat akurasi penentuan posisi sangat dipengaruhi oleh nilai selisih antara nilai jarak hasil perhitungan dengan nilai jarak sesungguhnya. Penentuan nilai jarak antara *Mobile Station* dan *Base transceiver Station* berdasarkan nilai RSSI dapat dihitung menggunakan sebuah model propagasi *path loss*. Adapun pemilihan model propagasi *path loss* yang digunakan dapat mempengaruhi hasil perhitungan jarak yang didapatkan. Terdapat beragam model propagasi *path loss* yang tersedia mengacu kepada kondisi lingkungan yang digunakan.

Berdasarkan uraian diatas, pada penelitian ini akan dilakukan optimasi perhitungan jarak antara *Base Transceiver*

Station dan *Mobile Station* menggunakan model propagasi *log distance path loss* berdasarkan nilai RSSI (*Received Signal Strength Indicator*). Adapun optimasi akan dilakukan berupa penambahan nilai faktor koreksi pada nilai RSSI hasil pengukuran, sehingga akan didapatkan hasil perhitungan nilai estimasi jarak yang lebih mendekati dengan kondisi jarak sesungguhnya serta memiliki nilai selisih yang kecil.

Base Transceiver Station

Base Transceiver Station (BTS), atau juga disebut sebagai *Base Station* (BS), adalah perangkat yang berfungsi sebagai pemancar dan penerima sinyal. BTS menangani akses radio dan berinteraksi langsung dengan perangkat *Mobile Station* (MS) atau telepon seluler. Satu sel akan dilayani oleh *site Base Transceiver Station* (BTS). Satu *site* bisa memiliki lebih dari satu sel. *Base Tranceiver Station* (BTS) memancarkan gelombang elektromagnetik dengan frekuensi berkisar antara 900 s/d 2200 MHz, yang dipancarkan oleh antena sektoral yang nantinya akan ditangkap oleh antena pada masing-masing perangkat penggunaanya (Miftachul, 2013). Di Indonesia, frekuensi 1800 MHz digunakan oleh Band 3 dalam jaringan 4G LTE, sehingga LTE 1800 MHz dapat disebut juga sebagai LTE Band 3.

Perhitungan Jarak Permukaan Bumi

Berdasarkan bentuk bumi yang bulat, menghitung jarak yang akurat antara dua titik diperlukan penggunaan fungsi geometri bola dan fungsi matematika trigonometri. Untuk menghitung jarak permukaan dari satu koordinat ke koordinat berikutnya, perlu menghitung jarak antara lintang dan bujur yang berurutan. Secara geometris, ada dua sisi yang disebut *catetus A* dan *catetus B*, serta sisi miring *d* yang menggambarkan jarak antara 2 lintang (*latitude*) dan bujur (*longitude*). Sehingga sisi miring *d* merupakan jarak antara dua titik koordinat yang didapatkan berdasarkan data GPS. Adapun perhitungan jarak memiliki persamaan sebagai berikut:

$$A = 69.1 \times (Lat2 - Lat1) \dots\dots\dots(1)$$

dimana *Lat1* adalah garis lintang (*latitude*) dari titik koordinat-1 dan *Lat2* adalah garis lintang (*latitude*) dari titik koordinat-2.

$$B = 69.1 \times (Lon2 - Lon1) \times \cos(Lat1/57.3) \dots\dots(2)$$

dimana Lon1 adalah garis bujur (*longitude*) dari titik koordinat-1 dan Lon2 adalah garis bujur (*longitude*) dari titik koordinat-2.

Konstanta 69.1 dan 57.3 digunakan untuk mengubah derajat koordinat menjadi jarak di atas permukaan bumi dalam satuan mil, dimana satu derajat lintang sama dengan 69.1 mil sedangkan satu derajat bujur sama dengan 57.3 mil.

$$d = \sqrt{A^2 + B^2} \times 1609.344 \dots\dots\dots(3)$$

dimana d adalah jarak di atas permukaan bumi dalam satuan meter, konstanta 1609.344 digunakan untuk mengubah satuan nilai mil menjadi meter (Jiménez-Meza et al., 2013).

Path Loss Komunikasi Radio

Path loss adalah suatu metode yang digunakan untuk mengukur suatu loss yang disebabkan oleh cuaca, kontur tanah dan lain-lain, agar tidak mengganggu pemancaran antar 2 buah antenna yang saling berhubungan. Nilai *path loss* menunjukkan level sinyal yang melemah (mengalami *attenuation*) yang disebabkan oleh propagasi *free space* seperti refleksi, difraksi, dan *scattering*. *Path loss* sangat penting dalam perhitungan *Link Budget*, ukuran *cell*, ataupun perencanaan frekuensi. *Path loss* dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$PL(dB) = ERP - Pr \dots\dots\dots(4)$$

dimana ERP (*Effective Radiated Power*) merupakan daya pancar efektif dan Pr merupakan daya terima dalam dBm (Fadhli & Soim, 2020).

Model Propagasi Free Space Loss

Free Space Loss (FSL) merupakan redaman yang muncul akibat perambatan sinyal dari pemancar ke penerima melalui ruang hampa. *Free Space Loss* dipengaruhi oleh jarak dan frekuensi. Pada ruang di sepanjang ruang antena pemancar dan pengirim ini tidak dibolehkan adanya penghalang, karena transmisinya sendiri bersifat *Line of Sight* (LOS) (Budi, 2022). Persamaan FSL yang digunakan adalah:

$$FSL = 32.44 + 20 \log d + 20 \log f \dots\dots\dots(5)$$

Dimana :

FSL = *Free Space Loss* (dB)

d = Jarak (km)

f = Frekuensi (MHz)

Model Propagasi Log Distance Path Loss

Pada model propagasi *log distance* ini dapat mengindikasikan bahwa rata-rata daya yang diterima akan menurun secara logaritmik dengan variasi jarak untuk kanal radio pada area *outdoor* maupun *indoor*. Persamaan model propagasi *log distance* yang digunakan sebagai berikut:

$$RSSI = A - 10n * \log[d] \dots\dots\dots(6)$$

dimana RSSI adalah kekuatan sinyal pada jarak (d) dari sumber transmisi, dan A mengacu pada kekuatan atau daya pancar sinyal (Li dkk., 2018). Mengacu pada persamaan (6) perhitungan nilai estimasi jarak (jarak hitung) dapat dinyatakan sebagai persamaan berikut:

$$d = 10^{\frac{(A-RSSI)}{10n}} \dots\dots\dots(7)$$

Berdasarkan model propagasi *log distance path loss*, diperlukan nilai n yaitu nilai *Path Loss Exponent* (PLE). *Path Loss Exponent* (PLE) adalah konstanta hasil pengukuran empiris yang menunjukkan besarnya redaman karena pengaruh lingkungan propagasi. Pada ruang bebas nilai n sama dengan 2, dan dalam praktiknya dapat bervariasi tergantung pada lingkungan sekitarnya serta dapat meningkat secara signifikan di lingkungan yang kompleks. Tabel 1 berikut menunjukkan nilai *path loss* eksponen dapat bergantung pada lingkungan dan jenis bangunan (Mehra & Singh, 2013).

Tabel 1. Nilai *Path Loss Exponent* pada lingkungan yang berbeda

Lingkungan	Path Loss Exponent
Free space	2
Urban area cellular radio	2.7 ~ 3.5
In-building LOS	1.6 ~ 1.8
Obstructed in-building	4 ~ 6
Shadowed urban area cellular radio	3 ~ 5

Selain berdasarkan tabel 1, nilai *Path Loss Exponent* dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$n = \frac{(Pt-Pr)}{10 * \log d} \dots\dots\dots(8)$$

Received Signal Strength Indicator (RSSI)

Received Signal Strength Indicator (RSSI) adalah parameter yang digunakan dalam komunikasi seluler untuk mengukur kekuatan sinyal yang diterima oleh penerima atau perangkat penerima. RSSI mengindikasikan besarnya daya sinyal yang diterima oleh antena penerima dari pemancar seluler. RSSI diukur dalam satuan dBm (*decibel-milliwatt*)

atau dalam bentuk angka yang menunjukkan kekuatan sinyal dalam skala relatif. Semakin tinggi nilai RSSI, semakin kuat sinyal yang diterima oleh perangkat. Sebaliknya, semakin rendah nilai RSSI, semakin lemah sinyal yang diterima. Nilai RSSI dapat menunjukkan variasi yang besar karena pengaruh propagasi sinyal antara pemancar dan penerima serta efek *fading multipath*.

Fading adalah fluktuasi level daya sinyal yang diterima oleh penerima. Fluktuasi level daya terima ini disebabkan oleh adanya pengaruh *multipath fading*, dan karakteristik dari lintasan propagasi. Hal ini dapat mengakibatkan sinyal daya terima menjadi saling menguatkan atau saling melemahkan. *Fading margin* adalah level daya yang harus dicadangkan yang besarnya merupakan selisih antara daya rata-rata yang sampai di penerima dan level sensitivitas penerima. Nilai *fading margin* biasanya sama dengan peluang level *fading* yang terjadi yang nilainya tergantung pada kondisi lingkungan dan sistem yang digunakan (Triana et al., 2022).

Regresi Linier Sederhana

Analisis regresi linier sederhana adalah hubungan secara linear antara satu variabel *independen* (X) dengan variabel *dependen* (Y). Analisis regresi sederhana dapat digunakan untuk mengetahui arah dari hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat, apakah memiliki hubungan positif atau negatif serta untuk memprediksi nilai dari variabel terikat apabila nilai variabel bebas mengalami kenaikan ataupun penurunan. Pada regresi sederhana biasanya data yang digunakan memiliki skala interval atau rasio. Persamaan regresi linear sederhana sebagai berikut:

$$y = a + bx \dots\dots\dots(9)$$

keterangan:

- y = Variabel *dependen* (variabel terikat)
- x = Variabel *independen* (variabel bebas)
- a = Konstanta (nilai dari y apabila x = 0)
- b = Koefisien regresi

Pada persamaan (7) nilai a dan b dapat dicari menggunakan persamaan berikut:

$$b = \frac{\sum(y_i - \bar{y})(x_i - \bar{x})}{\sum(x_i - \bar{x})^2} \dots\dots\dots(10)$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} \dots\dots\dots(11)$$

dimana:

\bar{y} adalah rata-rata dari nilai variabel *dependent* y_i

\bar{x} adalah rata-rata dari nilai variabel *independent* x_i (Abboud & Benmusa, 2015).

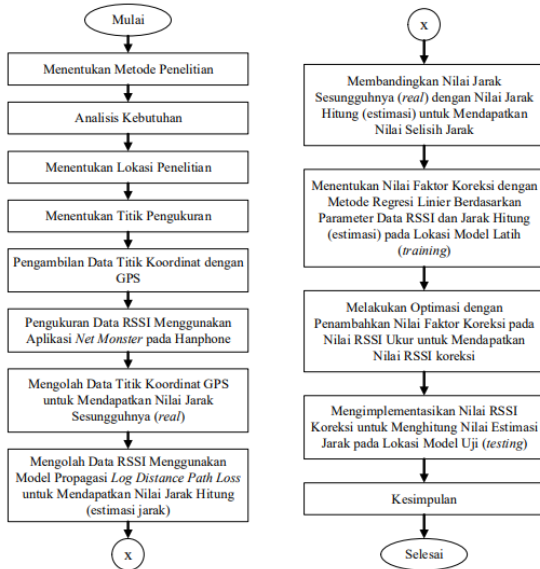
Mengacu pada (Alfaresi dkk, 2020) bahwa metode regresi linier dapat digunakan untuk memperoleh nilai koreksi sebagai upaya modifikasi model propagasi berdasarkan nilai selisih *path loss* hasil perhitungan model dengan *path loss* hasil pengukuran sebagai variabel *dependent* (y) dan nilai logaritmik jarak sebagai variabel *independent* (x). Oleh karena itu pada penelitian ini akan menggunakan regresi linier untuk menentukan nilai faktor koreksi berdasarkan nilai selisih RSSI hasil perhitungan model dengan RSSI hasil pengukuran sebagai variabel *dependent* (y) dan nilai jarak hasil perhitungan *log distance path loss* sebagai variabel *independent* (x). Sehingga diperoleh nilai faktor koreksi yaitu nilai selisih RSSI pada jarak hitung tertentu berupa persamaan (9).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada lokasi area *urban open area* Kota Mataram yaitu lapangan sepak bola Universitas Mataram dan lapangan rektorat Universitas Mataram. Lokasi penelitian tersebut memiliki kriteria lingkungan yang sama. Data pengukuran pada lokasi lapangan sepak bola akan dijadikan sebagai model latihan (*training*), sedangkan data pengukuran pada lokasi lapangan rektorat akan dijadikan model uji (*testing*) pada hasil optimasi perhitungan jarak antara *Base Transceiver Station* dan titik pengukuran (*Mobile Station*) menggunakan model propagasi *log distance path loss*.

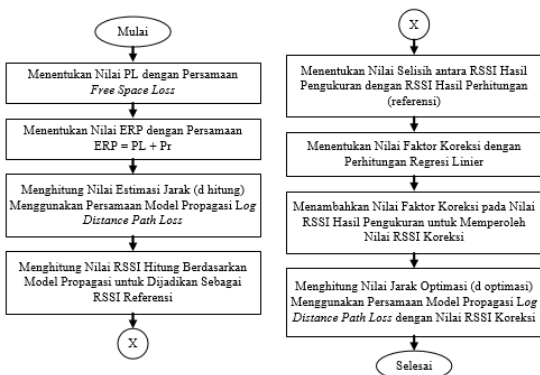
Adapun data pengukuran yang digunakan yaitu nilai kuat sinyal berupa parameter RSSI (*Received Signal Strength Indicator*) pada provider Telkomsel dan data titik koordinat *Base Transceiver Station* dan titik pengukuran. Jumlah titik pengukuran RSSI yang dilakukan sebanyak 240 titik dengan tiga variasi jarak antar titik yaitu 20λ (80 titik data), 30λ (80 titik data), dan 40λ (80 titik data).

Untuk menunjang penelitian ini, dibutuhkan desain diagram alir penelitian yang menggambarkan langkah-langkah yang akan dilakukan untuk mencapai tujuan dari penelitian sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Pada proses optimasi, dilakukan perhitungan yang ditunjukkan pada diagram alir berikut:



Gambar 2. Diagram Alir Proses Optimasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jarak Real Antara Base Transceiver Station dan Titik Pengukuran Diatas Permukaan Bumi

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan menggunakan persamaan (1), (2) dan (3), didapatkan keseluruhan hasil nilai jarak *real* sebagai berikut:

Tabel 2. Jarak *real* data provider Telkomsel

Kategori Nilai Jarak	Jarak (meter)			
	Jarak Titik Pengukuran 200.	Jarak Titik Pengukuran 300.	Jarak Titik Pengukuran 400.	Semua Titik Pengukuran
Maksimum	202.799	217.767	223.429	223.429
Minimum	167.673	160.719	148.269	148.269
Selisih	35.126	57.048	75.160	75.160

Perhitungan Nilai Effective Radiated Power (ERP)

Effective Radiated Power (ERP) merupakan daya pancar efektif dari suatu BTS. Parameter nilai ERP sangat berpengaruh pada penentuan nilai *Path Loss* dan perhitungan nilai estimasi jarak menggunakan model propagasi *log distance path loss*. Pada penelitian ini tidak didapatkan data spesifikasi BTS seperti nilai *Power Transmitted* (P_t) dan nilai *Gain Transmitted* (G_t), sehingga untuk menentukan nilai daya pancar BTS digunakan asumsi nilai ERP yang dapat diperoleh melalui perhitungan matematis *Path Loss* komunikasi radio dengan parameter nilai *Path Loss* (PL) dan nilai daya terima sinyal (P_r).

Setelah mengolah semua data hasil menggunakan persamaan (5) dan (4), didapatkan nilai ERP untuk lokasi data model latihan sebesar 4,86 dB dan untuk lokasi data model uji sebesar 6,67dB.

Hasil Perhitungan Nilai Path Loss Eksponen

Perhitungan ini digunakan untuk menentukan tipe lingkungan yang digunakan pada lokasi pengukuran. Setelah dilakukan perhitungan nilai *Path Loss Eksponen* (n) menggunakan persamaan (8), didapatkan nilai *Path Loss Eksponen* (n) untuk lokasi data model latihan sebesar 3,64 sedangkan untuk lokasi data model uji sebesar 3,65.

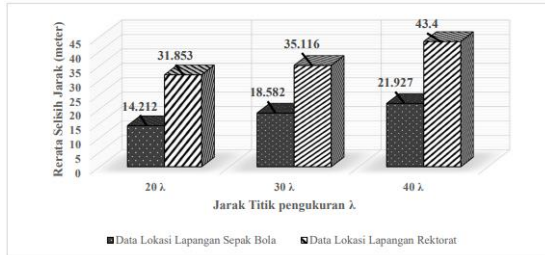
Kedua lokasi pengukuran termasuk kedalam tipe lingkungan *Shadowed Urban Area Cellular Radio*, hal tersebut sesuai dengan Tabel 1 yaitu tipe lingkungan *Shadowed Urban Area Cellular Radio* berada pada rentang nilai *Path Loss Eksponen* 3 ~ 5.

Jarak Base Transceiver Station dari Titik Pengukuran Menggunakan Perhitungan Log Distance Path Loss

Perhitungan nilai jarak antara *Base Transceiver Station* dan titik pengukuran menggunakan model propagasi *log distance path loss* dilakukan berdasarkan data nilai RSSI hasil pengukuran. Hasil perhitungan yang didapatkan akan dijadikan sebagai nilai estimasi jarak (jarak hitung) *Base Transceiver Station* dari titik pengukuran. Selanjutnya hasil nilai estimasi jarak dibandingkan dengan nilai jarak *real* untuk didapatkan besaran nilai selisihnya. Menggunakan persamaan (7), didapatkan hasil perhitungan nilai jarak sebagai berikut:

Tabel 7. Hasil Perhitungan Nilai Jarak pada Provider Telkomsel

Kategori Nilai Jarak	Data Lokasi Lapangan Sepak Bola			Data Lokasi Lapangan Rektorat		
	Jarak Titik Referensi Pengukuran					
	20 λ (meter)	30 λ (meter)	40 λ (meter)	20 λ (meter)	30 λ (meter)	40 λ (meter)
Maksimum	215.353	215.807	227.974	251.664	238.375	409.226
Minimum	176.260	173.791	182.697	71.580	124.471	143.303
Rerata	193.944	195.344	200.977	182.994	192.222	197.640
Rerata Selisih	14.212	18.582	21.927	31.853	35.116	43.400

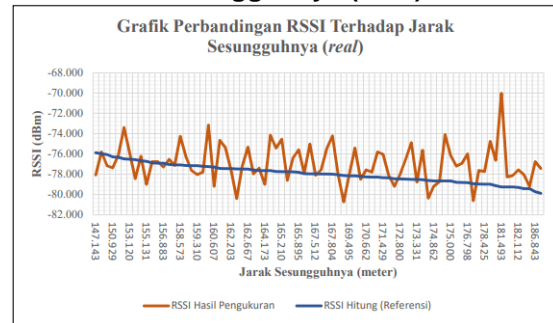


Gambar 3. Perbandingan Hasil Jarak Sesuai Lokasi pada Provider Telkomsel

Berdasarkan gambar 3 menunjukkan hasil perhitungan estimasi jarak menggunakan model propagasi *log distance path loss* pada lokasi lapangan sepak bola memberikan nilai jarak yang paling mendekati dengan jarak sesungguhnya (*real*) karena memiliki nilai selisih yang lebih kecil dibandingkan dengan hasil perhitungan estimasi jarak pada lokasi lapangan rektorat. Berdasarkan hasil tersebut data lokasi lapangan sepak bola dapat dijadikan sebagai data model latih karena memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi, sedangkan data lokasi lapangan rektorat dijadikan sebagai data model uji.

Hasil rerata selisih jarak yang didapatkan pada masing-masing lokasi memiliki nilai yang cukup besar yaitu berkisar diantara 14,212–43,4 meter, sehingga jika dilakukan penentuan posisi antara *Base Transceiver Station* dengan titik pengukuran berdasarkan data estimasi jarak hitung yang didapatkan akan memiliki tingkat akurasi yang kecil. Perlu dilakukan peningkatan akurasi berupa optimasi pada perhitungan estimasi jarak menggunakan model propagasi *log distance path loss* untuk mendapatkan hasil nilai estimasi jarak hitung yang lebih mendekati dengan jarak sesungguhnya (*real*), sehingga memiliki nilai selisih yang kecil. Adapun upaya peningkatan akurasi jarak yang akan dilakukan menggunakan parameter data RSSI hasil pengukuran serta data estimasi jarak hasil perhitungan model propagasi *log distance path loss*.

Analisa Perbandingan Nilai RSSI Terhadap Nilai Jarak Sesungguhnya (*Real*)



Gambar 4. Grafik perbandingan nilai RSSI terhadap nilai jarak (*real*)

Berdasarkan gambar 4 merupakan grafik perbandingan nilai RSSI hasil pengukuran dan nilai RSSI hasil perhitungan (referensi) terhadap nilai jarak sesungguhnya (*real*) pada salah satu data yaitu pengukuran RSSI *provider* Telkomsel dengan jarak titik pengukuran 20 λ pada lokasi lapangan sepak bola. Nilai RSSI hitung didapatkan berdasarkan perhitungan model propagasi *log distance path loss* menggunakan persamaan (6). Nilai RSSI hitung dijadikan sebagai nilai RSSI referensi yang menunjukkan besaran nilai RSSI ideal yang seharusnya diperoleh pada jarak sesungguhnya (*real*), dimana pada setiap titik pengukuran didapatkan penurunan nilai RSSI seiring dengan meningkatnya nilai jarak titik pengukuran dari posisi *Base Transceiver Station*.

Terdapat perbedaan antara nilai pada RSSI ukur dengan nilai RSSI hitung yang mempengaruhi tingkat akurasi dalam perhitungan estimasi jarak (jarak hitung) menggunakan model propagasi *log distance path loss*. Oleh karena itu, berdasarkan perbedaan tersebut dapat ditentukan nilai selisih antara RSSI ukur dengan RSSI hitung yang dapat menjadi nilai koreksi pada RSSI ukur sehingga dapat mendekati nilai RSSI idealnya.

Hasil Penentuan Nilai Faktor Koreksi

Perbedaan nilai antara RSSI hasil pengukuran dengan RSSI hasil perhitungan (referensi) menyebabkan adanya nilai selisih RSSI yang dapat menjadi nilai koreksi pada RSSI ukur, sehingga nilai RSSI ukur dapat lebih mendekati nilai RSSI idealnya yaitu nilai RSSI hitung (referensi). Penentuan nilai faktor koreksi dilakukan menggunakan metode

regresi linier berdasarkan nilai selisih RSSI yang dihitung menggunakan persamaan (6) sebagai variabel dependent y dan nilai estimasi jarak (jarak hitung) yang dihitung menggunakan persamaan (7) sebagai variabel independent x . Adapun berdasarkan persamaan (10) dan (11) didapatkan perhitungan untuk menentukan nilai koefisien regresi (b) dan nilai konstanta (a) sebagai berikut:

$$b = \frac{\sum(y_i - \bar{y})(x_i - \bar{x})}{\sum(x_i - \bar{x})^2}$$

$$b = \frac{1.842,7}{20.893,26}$$

$$b = 0,088$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

$$a = (-0.055) - (0,088 * 196,755)$$

$$a = (-0.055) - (17,278)$$

$$a = -17,333$$

Hasil nilai koefisien regresi (b) dan nilai konstanta (a) selanjutnya disubstitusi kedalam persamaan (9) sebagai persamaan regresi linier yang dapat dijadikan sebagai nilai faktor koreksi sebagai berikut:

$$y = a + bx$$

$$y = -17,333 + 0,088x$$

Berdasarkan hasil tersebut variabel *dependent* y merupakan nilai selisih RSSI sedangkan variabel *independent* x merupakan nilai estimasi jarak (jarak hitung) yang telah didapatkan menggunakan perhitungan model propagasi *log distance path loss*. Selanjutnya, nilai faktor koreksi pada masing-masing *provider* tersebut akan digunakan untuk melakukan optimasi perhitungan nilai estimasi jarak (jarak hitung) *Base Transceiver Station* dari titik pengukuran berdasarkan data model uji data lapangan rektorat universitas mataram.

Peningkatan Akurasi Perhitungan Jarak Antara Base Transceiver Station dan Titik Pengukuran

Peningkatan akurasi jarak melalui optimasi perhitungan nilai estimasi jarak (jarak hitung) antara *Base Transceiver Station* dan titik pengukuran dilakukan menggunakan optimasi melalui penambahan nilai faktor koreksi pada nilai RSSI hasil pengukuran. Koreksi pada nilai RSSI ukur bertujuan agar nilai RSSI ukur dapat lebih mendekati nilai idealnya sesuai dengan nilai RSSI hasil perhitungan model, sehingga hasil perhitungan estimasi jarak (jarak hitung) yang diperoleh menggunakan parameter nilai RSSI ukur yang

telah dikoreksi tersebut dapat memiliki nilai yang lebih mendekati nilai jarak sesungguhnya (*real*) dan memiliki nilai *error* atau selisih jarak yang kecil.

Parameter data yang digunakan dalam optimasi perhitungan ini adalah nilai RSSI hasil pengukuran dan nilai estimasi jarak (jarak hitung) hasil perhitungan menggunakan model propagasi *log distance path loss* biasa yang telah dilakukan sebelumnya sebagai nilai variabel *independent* x pada nilai faktor koreksi. Adapun salah satu perhitungan RSSI koreksi dan optimasi nilai jarak pada titik pengukuran A0 Merah (20λ) adalah sebagai berikut:

Diketahui nilai RSSI hitung (referensi) sebesar -75,932 dBm dan nilai jarak *real* = 183,264 m.

$$RSSI \text{ koreksi} = RSSI \text{ ukur} + (a + bx) \dots(12)$$

$$RSSI \text{ koreksi} = -75,932 + (-17,333 + 0,088 * 167,431)$$

$$RSSI \text{ koreksi} = -75,932 + (-2,599)$$

$$RSSI \text{ koreksi} = -77,099 \text{ dBm}$$

Selanjutnya menghitung nilai optimasi estimasi jarak menggunakan persamaan model propagasi *log distance path loss* berdasarkan hasil nilai RSSI koreksi (12) sebagai berikut:

$$d = 10^{\frac{(A-RSSI \text{ koreksi})}{10n}} \dots\dots\dots(13)$$

$$d = 10^{\frac{(6,67 - (-77,099))}{10 * 3,65}}$$

$$d = 197,262 \text{ m}$$

Perhitungan selisih jarak *real* dengan jarak hitung:

$$selisih = \text{jarak hitung} - \text{jarak real} \dots\dots(14)$$

$$selisih = 197,262 - 183,264$$

$$selisih = 13,998 \text{ meter}$$

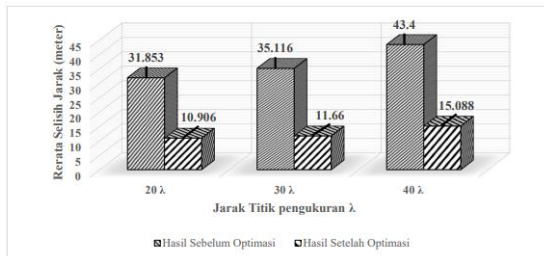
Berdasarkan data hasil tersebut nilai RSSI koreksi yang didapatkan setelah dilakukan optimasi memiliki nilai yang lebih mendekati dengan nilai RSSI referensi dibandingkan nilai RSSI hasil pengukuran. Kemudian RSSI koreksi tersebut digunakan untuk menghitung optimasi nilai estimasi jarak (optimasi jarak hitung) sehingga didapatkan nilai jarak hitung yang lebih mendekati dengan nilai jarak *real*, adapun hal tersebut ditunjukkan dengan dihasilkannya nilai selisih jarak yang lebih kecil dibandingkan dengan hasil nilai selisih jarak sebelum dilakukan optimasi.

Selanjutnya dilakukan optimasi perhitungan keseluruhan data menggunakan persamaan (12), (13), (14) dan nilai faktor koreksi yang telah didapatkan. Adapun hasil

keseluruhan data optimasi ditunjukkan pada tabel 8 dan gambar 5 berikut.

Tabel 8. Hasil Optimasi Jarak pada Lokasi Model Uji

Kategori Nilai Jarak	Data Sebelum Optimasi			Data Setelah Optimasi		
	Jarak Titik Referensi Pengukuran					
	20 λ (meter)	30 λ (meter)	40 λ (meter)	20 λ (meter)	30 λ (meter)	40 λ (meter)
Maksimum	251.664	238.375	409.226	197.777	197.777	197.777
Minimum	71.580	124.471	143.303	143.580	186.145	125.954
Rerata	182.994	192.222	197.640	193.780	194.171	193.574
Rerata Selisih	31.853	35.116	43.400	10.906	11.660	15.088



Gambar 5. Perbandingan Nilai Rerata Selisih Jarak Setelah Optimasi

Berdasarkan gambar 5 menunjukkan rerata selisih antara nilai jarak *real* dengan nilai jarak hitung hasil perhitungan menggunakan model propagasi *log distance path loss* sebelum dan setelah dilakukan optimasi pada data model uji lokasi lapangan rektorat. Setelah dilakukan optimasi perhitungan, data hasil yang diperoleh menunjukkan adanya penurunan nilai selisih jarak dibandingkan dengan sebelum dilakukan optimasi perhitungan. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa terdapat peningkatan nilai akurasi dalam optimasi perhitungan nilai estimasi jarak (jarak hitung) yang telah dilakukan.

Analisa Hasil Optimasi Jarak Pada Data Model Uji

Pada bagian ini akan dianalisa hasil optimasi berupa tingkat keberhasilan optimasi, nilai selisih estimasi jarak, dan persentase peningkatan akurasi jarak pada data model uji lapangan rektorat berdasarkan penambahan nilai faktor koreksi yang diperoleh dari pengolahan data model latihan lapangan sepak bola.

Secara keseluruhan (80 data) untuk ketiga *provider* (Tri, Telkomsel, dan XL) pada jarak titik pengukuran 20 λ didapatkan hasil data yang berhasil dioptimasi sejumlah 68 data, sedangkan data yang tidak berhasil dioptimasi sejumlah 12 data, dan rata-rata persentase optimasi jarak dari data yang berhasil

dioptimasi sebesar 65.69%. Pada jarak titik pengukuran 30 λ didapatkan hasil data yang berhasil dioptimasi sejumlah 66 data, sedangkan data yang tidak berhasil dioptimasi sejumlah 14 data, dan rata-rata persentase optimasi jarak dari data yang berhasil dioptimasi sebesar 73.47%. Pada jarak titik pengukuran 40 λ didapatkan hasil data yang berhasil dioptimasi sejumlah 71 data, sedangkan data yang tidak berhasil dioptimasi sejumlah 9 data, dan rata-rata persentase optimasi jarak dari data yang berhasil dioptimasi sebesar 68%.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Optimasi perhitungan nilai estimasi jarak (jarak hitung) dapat dilakukan melalui penambahan nilai faktor koreksi pada nilai RSSI hasil pengukuran. Penentuan nilai faktor koreksi dilakukan menggunakan metode regresi linier dengan memanfaatkan selisih antara nilai RSSI pengukuran dan nilai RSSI hasil perhitungan model berdasarkan nilai estimasi jarak (jarak hitung). Adapun hasil nilai faktor koreksi yang didapatkan pada Telkomsel yaitu $(-17,333+0,088x)$
2. Optimasi perhitungan nilai estimasi jarak (jarak hitung) dapat dikatakan berhasil dengan dihasilkannya optimasi nilai jarak hitung yang lebih mendekati dengan nilai jarak sesungguhnya (*real*). Nilai rata-rata selisih jarak paling kecil didapatkan pada data dengan titik jarak pengukuran 20 λ . Setelah dilakukan optimasi, pada data lapangan rektorat didapatkan hasil rata-rata selisih jarak paling kecil sebesar 10,906 meter yang sebelumnya sebesar 31,853 meter.
3. Tingkat keberhasilan optimasi paling tinggi yang diperoleh dari keseluruhan data (80 data) adalah pada pengukuran titik 40 λ dengan jumlah data yang berhasil dilakukan optimasi sebesar 71 data. Sedangkan nilai rata-rata persentase optimasi jarak paling tinggi didapatkan pada pengukuran titik 30 λ dengan nilai sebesar 73.47%.

DAFTAR PUSTAKA

- Abboud, E. R., & Benmusa, T. (2015). Propagation Model For the 900 MHz Almadar Aljadid Mobile Network at Tripoli Area Using Linear Regression Method. *The Second International Conference on Electrical and Electronics Engineering, Clean Energy and Green Computing (EEECEGC2015)*, 5.
- Alfaresi, B., Barlian, T., Ardianto, F., & Hurairah, M. (2020). Path loss propagation evaluation and modelling based ECC-Model in Lowland Area on 1800 MHz. *Journal of Robotics and Control (JRC)*, 1(5), 167–171. <https://doi.org/10.18196/jrc.1534>
- Budi, W. A. C. (2022). *Rancang Bangun Alat Bantu Navigasi Bagi Tunanetra Berbasis Mikrokontroler Arduino Terintegrasi Smartphone Aandroid*. Universitas Nasional.
- Fadhli, M., & Soim, S. (2020). Komparasi dan Optimasi Model Propagasi Pada Sistem Komunikasi Seluler Di Kota Palembang. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 9(2), 92. <https://doi.org/10.25077/jnte.v9n2.773.2020>
- Ismail, M. I. M., Dzyauddin, R. A., Samsul, S., Azmi, N. A., Yamada, Y., Yakub, M. F. M., & Salleh, N. A. B. A. (2019). *An RSSI-based Wireless Sensor Node Localisation using Trilateration and Multilateration Methods for Outdoor Environment*. <http://arxiv.org/abs/1912.07801>
- Jiménez-Meza, A., Arámburo-Lizárraga, J., & de la Fuente, E. (2013). Framework for Estimating Travel Time, Distance, Speed, and Street Segment Level of Service (LOS), based on GPS Data. *Procedia Technology*, 7, 61–70. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2013.04.008>
- Li, G., Geng, E., Ye, Z., Xu, Y., Lin, J., & Pang, Y. (2018). Indoor positioning algorithm based on the improved rssi distance model. *Sensors (Switzerland)*, 18(9), 1–15. <https://doi.org/10.3390/s18092820>
- Mehra, R., & Singh, A. (2013). Real time RSSI error reduction in distance estimation using RLS algorithm. *Proceedings of the 2013 3rd IEEE International Advance Computing Conference, IACC 2013, February*, 661–665. <https://doi.org/10.1109/IAdCC.2013.6514305>
- Miftachul, M. (2013). *LKP: Studi Literatur Penerapan Teknologi Microcell Untuk Mengurangi Pertumbuhan Tower Base Transceiver Station (BTS) di Surabaya*. STIKOM Surabaya.
- Triana, A., Legitawati, A., Yacoub, R. R., Marpaung, J., Saleh, M., Mahasiswa,), Elektro, T., Teknik, D., Program, E., Teknik, S., & Jurusan, E. (2022). Analisis Interferensi Frekuensi Radio Microwave Link BTS PT. Hutchison 3 Indonesia Terkendali Spectrum Analyzer dengan Antena Horn di Pontianak Kota. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura, Vol. 1, No.*
- Wiyanti, Y., Kurniawan, D. F., & Purnomo, M. F. E. (2014). Analisis Pengaruh Sintilasi Ionosfer terhadap Akurasi Penentuan Posisi Absolut Pada Global Positioning System (GPS). *Jurnal Mahasiswa Teub*, 2(6), 1. <http://elektro.studentjournal.ub.ac.id/index.php/teub/article/view/305>