

acc 21/05/18 [Signature]

EVALUASI MODEL PROPAGASI WALFISCH IKEGAMI DAN OKUMURA HATTA PADA AREA URBAN

Deni Fahreza¹, Tito Yuwono²

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Islam Indonesia
Jl Kaliurang KM 14.5 Yogyakarta, Indonesia

¹13524088@students.uii.ac.id

²tito@uui.ac.id

Abstrak—Urban merupakan wilayah dengan kepadatan pengguna layanan telekomunikasi seluler tertinggi. Tingginya nilai investasi untuk pembangunan infrastruktur telekomunikasi mengharuskan perusahaan jasa layanan telekomunikasi seluler menentukan spesifikasi perangkat yang optimal. Salah satu cara adalah memetakan nilai *pathloss* dengan menggunakan metode statistik. Dengan memetakan *pathloss*, penyedia jasa layanan telekomunikasi seluler dapat menentukan spesifikasi perangkat pada *Base Transceiver Station*. Metode Okumura Hatta dan Walfisch Ikegami adalah metode perhitungan nilai *pathloss*. Namun, metode ini tidak memberikan keakuratan nilai. Hal ini disebabkan statistik dari parameter metode Okumura Hatta dan Walfisch Ikegami memiliki perbedaan nilai pada setiap wilayah. Pada penelitian ini pengambilan sampel dilakukan secara acak. Lokasi pengambilan sampel terletak pada wilayah urban di Yogyakarta. Pengambilan sampel menggunakan pendekatan dengan metode *drive test* serta *software* penunjang seperti Matlab dan Google Earth. Hasil perhitungan menunjukkan Model Okumura Hatta memiliki MAPE *downlink* 12,140%, RMSE *downlink* 28,66, MAD *downlink* 24,33 dan Model Walfisch Ikegami memiliki MAPE *downlink* 46,95%, RMSE *downlink* 94,03, MAD *downlink* 93,31 serta Model Okumura Hatta memiliki MAPE *uplink* 12,45%, RMSE *uplink* 29,30, MAD *uplink* 25,47 dan Model Walfisch Ikegami memiliki MAPE *uplink* 47,30%, RMSE *uplink* 94,72, MAD *uplink* 94,01. Okumura Hatta memiliki nilai RMSE, MAPE, dan MAD lebih kecil dibandingkan dengan Walfisch Ikegami. Hal ini menunjukkan bahwa model Okumura Hatta lebih akurat dibandingkan dengan model Walfisch Ikegami.

Kata kunci—dokumen; *pathloss*

I. PENDAHULUAN

Pathloss propagasi merupakan tolak ukur yang sangat penting dalam perencanaan suatu jaringan *wireless*, termasuk jaringan seluler. Bentuk tidak seragam pada bangunan dan perubahan cuaca membuat perhitungan *pathloss* propagasi menjadi tidak mudah untuk diprediksi. Kombinasi statistik dan teori elektromagnetik membantu memprediksi *pathloss* propagasi dengan lebih teliti. Oleh karena itu, banyak

model propagasi yang mendekati kondisi nyata di lapangan dengan ketentuan tertentu agar dapat mendekati kondisi di lapangan. Beberapa penelitian tentang model propagasi telah dilakukan oleh berbagai pihak, termasuk *International Telecommunication Union* (ITU) yang merupakan lembaga internasional yang mengatur masalah telekomunikasi. Model propagasi yang dibuat oleh *International Telecommunication Union* (ITU) diantaranya ITU-R P.370-7 dan ITU-R P.1546-3 [1].

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. *Pathloss*

Meningkatnya kebutuhan kualitas layanan telekomunikasi *broadband* mengharuskan teknologi layanan seluler ditingkatkan dari teknologi selular 3.5G menjadi 4G *Long Term Evolution* (LTE). Seiring meningkatnya teknologi dibutuhkan model statistik baru untuk melakukan pendekatan perhitungan nilai *pathloss* kanal transmisi [2].

Okumura Hatta dan COST-231-Walfisch Ikegami tidak membantu memprediksi *pathloss* dengan akurat untuk kondisi medan di India. Karena nilai *pathloss* mempengaruhi biaya operasional dan kualitas layanan secara signifikan, diperlukan model *pathloss* baru untuk wilayah di India. Permodelan *pathloss* yang akurat untuk medan di India memerlukan data perencanaan medan dan data bangunan, untuk uji coba ekstensif karakteristik sinyal radio, terkait data operator telekomunikasi nirkabel dengan lokasi *base transceiver station*, daya transmisi, tinggi, dan kemiringan [3].

Membandingkan *pathloss* pada pita frekuensi 850 MHz dan 1800 MHz dengan berbagai model *pathloss*, seperti model Walfisch Ikegami (WI), SUI, dan Ericsson. Ketiga model digunakan untuk simulasi *pathloss* pada Matlab. Hasilnya, menunjukkan bahwa ketika model WI dengan jarak terjauh memiliki nilai *pathloss* tertinggi pada antena penerima 1 meter dan 5 meter [4].

B. Model Okumura Hatta

Okumura Hatta adalah model empiris didasarkan pada analisis statistik dari sejumlah besar ukuran eksperimental dengan memperhitungkan akumulasi total dari parameter seperti bangunan, *Base Transceiver Station*, dan ketinggian stasiun *Mobile Station*.

$$L_p = 46,3 + 33,9 \log f - 13,82 \log(h_b) - a(h_r) + (44,9 - 6,55 \log h_b) \log d \quad (1)$$

$$a(h_r) = (1,1 \log f - 0,7)h_r - (1,5 \log f - 0,8) \quad (2)$$

Keterangan :

L_p adalah pathloss (dB).

f adalah frekuensi (MHz).

h_b adalah tinggi *Base Transceiver Station* (m).

h_r adalah tinggi perangkat pengguna (m).

d adalah jarak antara base transceiver station dan perangkat pengguna (km).

$a(h_r)$ adalah faktor koreksi tinggi antenna *Base Station*.

C. Model Walfisch Ikegami

Walfisch Ikegami adalah model didasarkan pada area regular dengan deretan bangunan seragam, tinggi bangunan seragam, dan terletak pada medan datar. Bangunan disusun di sepanjang grid jalan dengan kerapatan antara bangunan hampir tidak memiliki jarak. Perambatan terjadi terutama di atas bangunan. Berikut persamaan perhitungan perambatan [3] :

$$L_p = \begin{cases} L_0 + L_{rts} + L_{msd} & L_{rts} + L_{msd} > 0 \\ L_0 & L_{rts} + L_{msd} \leq 0 \end{cases} \quad (3)$$

Keterangan :

$L_0 = \text{free space loss}$.

Dimana mencari L_0 :

$$L_0 = 32,44 + 20 \log f + 20 \log d \quad (4)$$

Dimana mencari L_{rts} :

$$L_{rts} = -16,9 - 10 \log w + 10 \log f + 20 \log(h_{\text{roof}} - h_r) + L_{\text{ori}} \quad (5)$$

Dimana mencari L_{ori} :

$$L_{\text{ori}} = -10 + 0,354\alpha \text{ untuk } 0^\circ \leq \alpha \leq 35^\circ \quad (6)$$

$$L_{\text{ori}} = 2,5 + 0,075(\alpha - 35) \text{ untuk } 35^\circ \leq \alpha \leq 55^\circ \quad (7)$$

$$L_{\text{ori}} = 4 - 0,114(\alpha - 55) \text{ untuk } 55^\circ \leq \alpha \leq 99^\circ \quad (8)$$

Dimana Mencari L_{msd} :

$$L_{msd} = L_{\text{bsh}} + K_a + K_d \log d + K_f \log f - 9 \log b \quad (9)$$

Dimana mencari K_a :

$$K_a = \begin{cases} 54 & h_{\text{TX}} > h_{\text{roof}} \\ 54 - 0,8(h_{\text{TX}} - h_{\text{roof}}) & d \geq 0,6 \text{ km dan } h_{\text{TX}} \leq h_{\text{roof}} \\ 54 - 0,8(h_{\text{TX}} - h_{\text{roof}}) \frac{d}{0,5} & d < 0,5 \text{ km dan } h_{\text{TX}} < h_{\text{roof}} \end{cases} \quad (10)$$

Dimana mencari L_{bsh} :

$$L_{\text{bsh}} = \begin{cases} -18(1 + (h_{\text{TX}} - h_{\text{roof}})) & h_{\text{TX}} > h_{\text{roof}} \\ 0 & h_{\text{TX}} < h_{\text{roof}} \end{cases} \quad (11)$$

Dimana mencari K_d :

$$K_d = \begin{cases} 18 & h_{\text{TX}} > h_{\text{roof}} \\ 18 - 15 \frac{h_{\text{TX}} - h_{\text{roof}}}{h_{\text{roof}} - h_{\text{TX}}} & h_{\text{TX}} < h_{\text{roof}} \end{cases} \quad (12)$$

Dimana mencari K_f :

$$K_f = \begin{cases} 0,7 \left(\frac{f}{925} - 1 \right) & \text{untuk kota} \\ 1,5 \left(\frac{f}{925} - 1 \right) & \text{untuk kota besar} \end{cases} \quad (13)$$

Dimana :

L_p adalah *pathloss* (dB).

f adalah frekuensi (MHZ).

h_{TX} adalah tinggi *Base Transceiver Station* (m).

h_r adalah tinggi perangkat pengguna (m).

h_{roof} adalah tinggi gedung (m).

d adalah jarak antara *Base Transceiver Station* dengan perangkat pengguna (m).

b adalah jarak antara bangunan (m).

w adalah lebar jalan raya (m).

α adalah nilai sudut datang antenna (derajat)

L_0 adalah nilai *pathloss* pada udara terbuka (dB).

L_{ori} adalah nilai *pathloss* yang disebabkan oleh difraksi dan refleksi bangunan (dB).

L_{bsh} adalah nilai *pathloss* akibat lebar jalan (dB).

K_a adalah variabel koreksi untuk tinggi *Base Transceiver Station* (dB).

K_d adalah variabel koreksi untuk tinggi bangunan (dB).

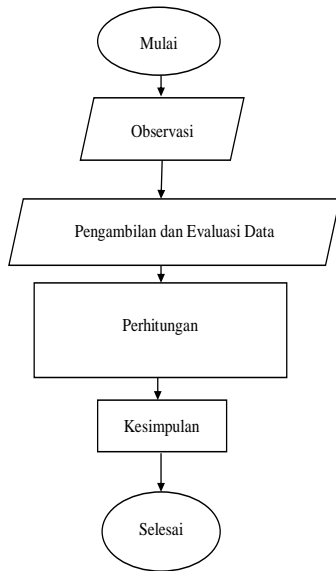
K_f adalah faktor koreksi wilayah perkotaan (dB).

III. METODE PENELITIAN

Metode Okumura Hatta dan Walfisch Ikegami digunakan sebagai model perhitungan untuk mendapatkan pendekatan nilai *link budget*. *Link budget* sangat diperlukan dalam rancang bangun infrastruktur

telekomunikasi, dengan *link budget* perancang dapat menentukan peletakan dan spesifikasi perangkat yang optimal. Sebelum melaksanakan penelitian, ada beberapa tahap yang harus peneliti lakukan, yaitu : observasi, pengambilan dan evaluasi data, perhitungan, dan kesimpulan. Tahapan perencanaan disusun guna memudahkan peneliti melakukan pemetaan terhadap tindakan yang akan dilaksanakan.

A. Diagram Alir



Gambar 1. Diagram Alir.

B. Observasi

Pada tahap observasi peneliti mempelajari dan memahami model Okumura Hatta dan Walfisch Ikegami dari referensi makalah, jurnal, dan buku sehingga mendapatkan kriteria ideal di lapangan. Selanjutnya peneliti melakukan tahap awal pengumpulan data dengan kriteria data sebagai berikut :

1. Penentuan lokasi penelitian.

Kota Yogyakarta memiliki jumlah penduduk 417.000 jiwa dengan luas wilayah km². 96% mata pencaharian penduduk kota Yogyakarta berasal dari sektor non pertanian. Menurut SMSAI (*Standard Metropolitan Statistical Area*) USA – Canada, ciri ciri wilayah perkotaan[15].

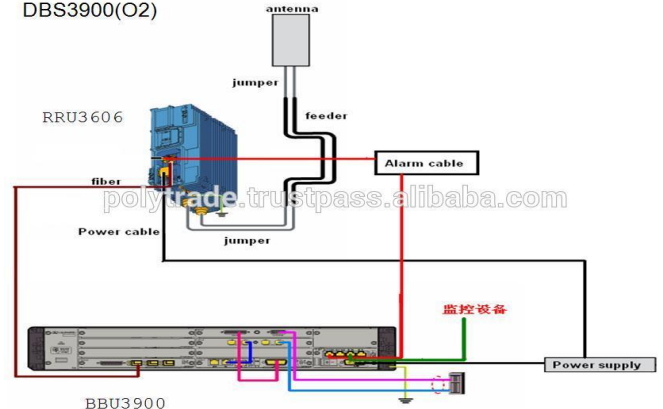


Gambar 2. Lokasi Penelitian.

2. Data spesifikasi *Base Transceiver Station*.

Base Transceiver Station adalah infrastruktur dalam sistem telekomunikasi yang digunakan sebagai alat untuk mentransmisikan gelombang elektromagnetik. Perbedaan konfigurasi dan spesifikasi *Base Transceiver Station* pada perusahaan penyedia jasa layanan telekomunikasi mengharuskan untuk mempersempit wilayah infrastruktur dengan cara memilah data *Base Transceiver Station* yang digunakan.

DBS3900(O2)



Gambar 3. Konfigurasi *Base Transceiver Station*.

3. Data *drive test*.

Pengambilan data *drive test* menggunakan bantuan *software* Cell Info Netlite dan Google Map. Tata cara pengambilan data yaitu dengan menelusuri wilayah penelitian yang telah ditentukan pada tahap observasi penentuan wilayah penelitian.



Gambar 4. Drive Test.

Setelah mendapatkan kriteria model di lapangan, peneliti membuat langkah kerja untuk masing-masing proses.

C. Pengambilan dan Evaluasi Data

1. Pengambilan data Base Transceiver Station.

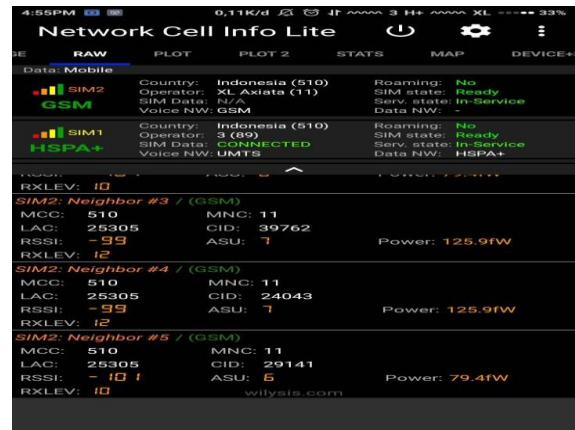
Pengambilan data Base Transceiver Station terdiri dari : data daya modul pada antenna Base Transceiver Station, data Latitude dan Longitude Base Transceiver Station, jenis antenna digunakan Base Transceiver Station, dan konfigurasi Base Transceiver Station.



Gambar 5. Pengambilan Data BTS.

2. Pengambilan data drive test

Pengambilan data RSRP terdiri dari : data Latitude dan Longitude pengguna, lebar jalan, tinggi pengguna, dan nilai RSRP pada posisi pengguna berada.



Gambar 6. Pengambilan Data Drive Test.

3. Evaluasi data.

Pada tahap ini dilakukan evaluasi dengan cara mendatangi beberapa Base Transceiver Station untuk mencocokkan kebenaran data. Evaluasi data dilakukan untuk mengurangi kesalahan nilai parameter metode Okumura Hatta dan Walfisch Ikegami.

IV. HASIL DAN ANALISIS

A. Parameter Pengguna

Berdasarkan ketentuan parameter pada tahap observasi, metode drive test dipilih sebagai cara untuk memperoleh nilai masing-masing parameter. Sebelum melaksanakan pengumpulan data dengan metode drive test, jenis dan spesifikasi alat didokumentasikan. Hal ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perangkat terhadap nilai data perolehan dengan menggunakan metode drive test. Berikut spesifikasi perangkat.

Tabel 1. Parameter Pengguna.

No	Longitude User	Latitude User	RSRP (dbm)	PCI	eNB	Tinggi User (Meter)	Frekuensi	
							Uplink MHZ	Downlink MHZ
1	110.3738662	-7.763965	-94	325	112177	1.5	1832.5	1737.5
2	110.3679256	-7.7750393	-76	2	112282	1.5	1832.5	1737.5
3	110.3676125	-7.7784557	-80	101	112017	1.5	1832.5	1737.5
4	110.3674203	-7.7800942	-87	235	112088	1.5	1832.5	1737.5
5	110.367166	-7.782956	-65	234	112088	1.5	1832.5	1737.5

B. Parameter Base Transceiver Station

Penentuan parameter Base Transceiver Station menggunakan parameter eNB dan PCI yang diperoleh dengan metode drive test. Nilai parameter eNB dan PCI yang diperoleh digunakan untuk memetakan letak dan spesifikasi Base Transceiver Station milik PT. H3I. Berikut perolehan hasil :

Tabel 2. Parameter Base Transceiver Station.

No	Longitude BTS	Latitude BTS	Tinggi Antena (Meter)	Gain Antena (dBi)
1	110.37338	-7.75556	35	19
2	110.3689167	-7.76683333	19	20.6
3	110.3704691	-7.77291531	34	20.6
4	110.3672778	-7.78261111	16	20.2
5	110.3672778	-7.78261111	16	20.6

C. Model Okumura Hatta

Berdasarkan definisi parameter model Okumura Hatta, untuk memperoleh parameter model Okumura Hatta dilakukan perhitungan dengan menggabungkan parameter *Base Transceiver Station* dan parameter pengguna. Nilai *pathloss* model Okumura Hatta diperoleh dengan memasukan nilai parameter hasil perhitungan penggabungan parameter *Base Transceiver Station* dan parameter pengguna kedalam persamaan.

Tabel 3. Hasil Perhitungan *Pathloss*.

No	<i>Pathloss</i> Okumura Hatta <i>Downlink</i> (dB)	<i>Pathloss</i> Okumura Hatta <i>Uplink</i> (dB)
1	161,331	160,5494
2	161,6107	160,829
3	165,5569	164,7752273
4	176,856	176,0743
5	196,8875	193,455

D. Model Walfisch Ikegami

Model Walfisch Ikegami memiliki parameter lebih rumit dibandingkan dengan Model Okumura Hatta. Sehingga dibutuhkan ketelitian pada saat melakukan validasi terhadap nilai parameter yang diperhitungkan kedalam model Walfisch Ikegami.

Tabel 4. *Pathloss* Walfisch Ikegami.

No	<i>Pathloss</i> Uplink (dB)	<i>Pathloss</i> Downlink (dB)
1	130,6277281	131,3213032
2	130,3058789	130,999454
3	114,0816468	114,7752219
4	107,3074979	108,001073
5	76,17890888	76,87248398

E. Perhitungan Galat

1. Model Okumura Hatta.

Software Matlab sebagai alat bantu untuk mengitung nilai *pathloss* Okumura Hatta dan nilai *pathloss* pengukuran sehingga deproleh hasil sebagai berikut :

Tabel 5. Hasil Perhitungan Galat Okumura Hatta.

No	Parameter	Model Okumura Hatta <i>Downlink</i>	Model Okumura Hatta <i>Uplink</i>
1	MAPE	12,140274 %	12,45969233 %
2	RMSE	28,66918599	29,30355515
3	MAD	24,83256934	25,47666972

Peneliti menggunakan nilai *downlink* dan *uplink* disebabkan peneliti tidak memperoleh informasi spesifik mengenai frekuensi yang digunakan pada saat melakukan pengukuran.

2. Model Walfisch Ikegami.

Pada model Walfisch Ikegami peneiliti kesulitan dalam menentukan nilai aktual untuk parameter tinggi bangunan dan jarak bangunan, hal ini disebabkan kontur wilayah dan bentuk arsitektur bangunan tidak memiliki standar.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Galat Walfisch Ikegami.

No	Parameter	Model Walfisch Ikegami <i>Downlink</i>	Model Walfisch Ikegami <i>Uplink</i>
1	MAPE	46,95861895 %	47,30792583 %
2	RMSE	94,03551033	94,72384008
3	MAD	93,31911594	94,01269105

Berdasarkan tabel 4 dan 6 nilai MAPE, RMSE, dan MAD model propagasi Okumura Hatta lebih kecil dibandingkan dengan model Walfisch Ikegami. Semakin kecil nilai dari parameter MAPE, RMSE, dan MAD maka semakin akurat sebuah metode.

V. KESIMPULAN

Dari penelitan ini didapatkan beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Parameter MAPE, RMSE, dan MAD sebagai tolak ukur model Okumura Hatta dan Walfisch Ikegami.
2. Model Okumura Hatta memiliki MAPE *downlink* 12,140%, RMSE *downlink* 28,66, MAD *downlink* 24,33 sedangkan Model Walfisch Ikegami memiliki MAPE *downlink* 46,95%, RMSE *downlink* 94,03, MAD *downlink* 93,31.
3. Model Okumura Hatta memiliki MAPE *uplink* 12,45%, RMSE *uplink* 29,30, MAD *uplink* 25,47 sedangkan Model Walfisch Ikegami memiliki MAPE *uplink* 47,30%, RMSE *uplink* 94,72, MAD *uplink* 94,01.
4. Model Okumura Hatta lebih akurat dibandingkan dengan model Walfisch Ikegami.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Joo and C. Sin, "GNSS Jamming Propagation Prediction Simulator Based on ITU-R P . 1546 Model," *Iccas*, pp. 1002–1004, 2016.
- [2] L. Korowajczuk, *LTE, WiMAX and WLAN Network Design, Optimization and Perform Analysis. IEEE*, 2012.
- [3] W. Ikegami, "Pada Komunikasi Seluler di Daerah Urban," *IEEE*, pp. 3–8, 1800.
- [4] N. D. M. Mahendra dan P. Ketut, "Analisis Parameter Jaringan HSDPA Kondisi Indoor dengan Teme Investigation dan G-Nettrack Pro," *Univ. Udayana*, 2016.
- [5] D. Arias and G. Rodriguez, "Performance of Advanced Metering Infrastructure Using Cellular Communication based on Uplink," *IEEE*, 2015.
- [6] H. K. Rath, S. Verma, A. Simha, and A. Karandikar, "Path Loss Model for Indian Terrain - Empirical Approach," *IEEE*, 2012.
- [7] N. Pramaita, "Base Stations using Harmony Search," *IEEE*, pp. 6–8, 2016.
- [8] W. Bhupuak, "Path loss Comparison in 850 MHz and 1800 MHz Frequency bands," *IEEE*, pp. 1–4, 2016.
- [9] C. S. Inc, "The Link Budget and Fade Margin," *Campbell Sci. Inc.*, 2016.
- [10] H. T. Corp, "Base Station Antenna Catalogue," *Huawei Tech*, pp. 4-5, 2012.
- [11] Z. Nadir, "Empirical Pathloss Characterization for Oman," *IEEE*, pp. 133–137, 2012.
- [12] S. Hutauruk, "Simulasi Model Empiris Okumura-Hatta dan Model COST 231 Walfisch-Ikegami untuk Rugi Saluran Pada Komunikasi Selular," *Univ. HKBP Nommensen Medan*, vol. 2011, no. Semantik, 2011.
- [13] Y. A. Alqudah, "On the Performance of Cost 231 Walfisch Ikegami Model in Deployed 3.5 GHz Network," *IEEE*, pp. 524–527, 2013.
- [14] D. Marlita, "Pengaruh pengawasan dan budaya kerja terhadap kinerja pegawai di kantor kecamatan bontang selatan," *IEEE*, vol. 2, pp. 3246–3258, 2014.
- [15] F. E. Mahmood, "Mobile radio propagation path loss simulation for two districts of different buildings structures in Mosul-city," *IEEE*, pp. 273–277, 2010.
- [16] R. faruq, "Kajian Peraturan Kementerian Pekerjaan Umum," *MENDAGRI*, 2008.
- [17] S. Sran, "3900 Series Base Station Configuration Principles," *Huawei Tech*, 2016.
- [18] R. A. Magfurlah, "Perancangan Jaringan 4G Long Term Evolution (LTE) 1800 MHz di Kota Mataram," *Teknik Elektro, UII*, 2018.

