



Analisis Perbandingan Pemodelan *Pathloss* COST-231 Hata dan Walfisch Ikegami Terhadap *Pathloss* Pengukuran dengan Metode *Drive Test* di Wilayah Banyumas

Muntaqo Alfin Amanaf¹, Achmad Rizal Danisya², Robi Rodian³

^{1,2,3}Institut Teknologi Telkom Purwokerto

^{1,2,3}Jl. D.I Panjaitan No.128 Purwokerto, Jawa Tengah, Indonesia

Email korespondensi : muntaqo@st3telkom.ac.id

Dikirimkan 21 Agustus 2017, Direvisi 28 September 2017, Diterima 17 Oktober 2017

Abstrak – Pemodelan *pathloss* adalah komponen penting dalam perancangan jaringan komunikasi *wireless*. Pemodelan *pathloss* ini membantu memprediksi seberapa buruk *pathloss* atau redaman yang terjadi pada area perencanaan jaringan komunikasi *wireless*. Dalam memprediksi *pathloss* diperlukan pemilihan beberapa pemodelan *pathloss* yang sesuai dengan karakteristik wilayah tertentu agar pada saat implementasi jaringan *wireless*, jaringan tersebut dapat memberikan layanan komunikasi *wireless* yang optimal sesuai dengan hasil perancangan. Pada penelitian ini dibandingkan pemodelan *pathloss* COST-231 Hata dan *pathloss* Walfisch Ikegami terhadap *pathloss* Pengukuran di wilayah Banyumas untuk memilih pemodelan *pathloss* yang sesuai dengan karakteristik wilayah Banyumas di tiap *cluster* Urban, Sub-Urban, dan Rural. *Pathloss* pengukuran diperoleh melalui pengukuran daya terima *handphone* dengan metode *drive test* pada frekuensi 1800 MHz. Grafik *pathloss* dan nilai MSE (*Mean Square Error*) dari *pathloss* pengukuran dianalisis terhadap masing-masing pemodelan *pathloss* di tiap *cluster*. Hasil pada penelitian ini, pemodelan *pathloss* COST-231 *cluster* Urban dan Rural mempunyai kesesuaian dengan *pathloss* pengukuran dengan nilai MSE adalah 18,16 dB dan 10,33 dB, sedangkan pada *cluster* Sub-Urban mempunyai kesesuaian dengan *pathloss* Walfisch Ikegami dengan nilai MSE 5,58 dB.

Kata kunci – COST-231 Hata, Walfisch Ikegami, *DriveTest*, *Pathloss*, MSE

Abstract - The Pathloss model is an important component for wireless communication network planning. This Pathloss model can predict how bad the path loss that occurs in the wireless communication network planning area. Predicting the pathloss need the selection of some pathloss model according the characteristic of the certain area so that when the implementation of wireless networks, the network can provide optimal wireless communication services as the planning result. In this study pathloss model COST-231 Hata and Pathloss Model Walfisch Ikegami are compared to Pathloss Measurements in Banyumas Area for selecting which Pathloss model that corresponds to the characteristics of banyumas region in each Urban, Sub-Urban and Rural Cluster. Pathloss measurement is obtained by measuring the received power of mobile phones with the Drive test method at a frequency of 1800 MHz. The pathloss graph and MSE (Mean Square Error) from Pathloss Measurement are analyzed by Pathloss model in each Cluster. The results of this study, Pathloss COST-231 Urban and Rural Pathloss model had compatibility with Pathloss measurement by MSE value are 18.16 dB and 10.33 dB, while in the Sub-Urban Cluster had compatibility with Pathloss Walfisch Ikegami with MSE value 5.58 dB.

Keywords - COST-231 Hata, Walfisch Ikegami, *Drivetest*, *Pathloss*, MSE

I. PENDAHULUAN

Pathloss merupakan redaman yang mengakibatkan pengurangan atau penurunan nilai daya terima

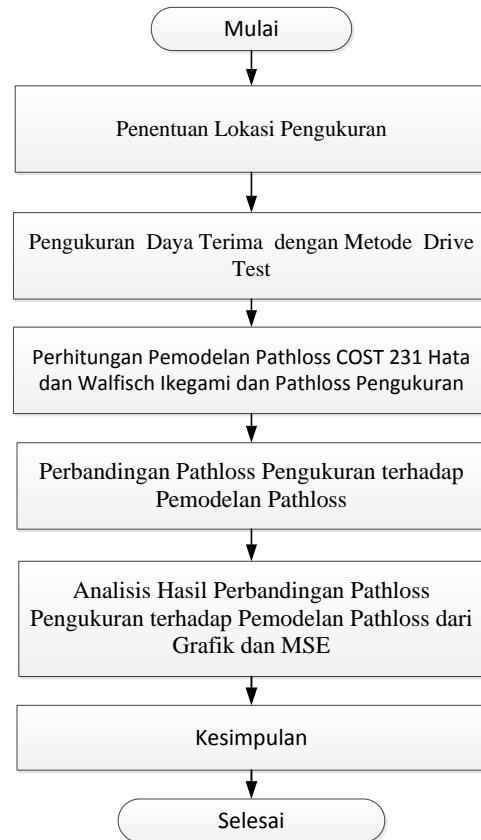
gelombang elektromagnetik karena melewati udara maupun kanal *wireless*. Nilai *pathloss* ini dipengaruhi oleh kontur tanah, lingkungan (perkotaan atau pedesaan, vegetasi, dan dedaunan), media propagasi

(udara kering atau lembab), jarak antara pemancar dan penerima, ketinggian, dan lokasi antenna [1]. *Pathloss* ini merupakan salah satu komponen utama dalam analisis dan perancangan *linkbudget* dari suatu sistem telekomunikasi [2]. Model *pathloss* dapat diklasifikasikan ke dalam dua model kategori utama, yaitu model empiris dan model deterministik. Model empiris didasarkan pada data yang diukur secara praktis. Kelebihan model ini menggunakan parameter-parameter sederhana tetapi kelemahannya tidak terlalu akurat untuk wilayah tertentu. Model yang dikategorikan sebagai model empiris untuk lingkungan makro seluler adalah model Okumura dan model COST-231 Hata. Di sisi lain model deterministik sangat akurat tetapi parameter yang digunakan sangat banyak, cukup rumit, detil, dan butuh pemetaan. Beberapa contoh model *pathloss* deterministik adalah model Walfisch Ikegami dan Ray Tracing. Semua model tersebut memperkirakan rata-rata *pathloss* berdasarkan beberapa parameter seperti tinggi antena pemancar (*base transceiver station*) dan penerima (*mobile station*), jarak antara keduanya, tinggi gedung penghalang, arah jalan dan lain-lain. Model ini telah divalidasi secara luas untuk jaringan *mobile*. Selain itu sebagian besar model tersebut didasarkan pada interpretasi sistematis terhadap data pengukuran yang diperoleh di area layanan tertentu [3]. Oleh karena itu pada penelitian ini mengambil perbandingan dari dua kategori pemodelan yaitu dari kategori empiris adalah model *pathloss* COST-231 Hata sedangkan dari kategori deterministik adalah model *pathloss* Walfisch Ikegami.

Pada penelitian [4] sebelumnya telah dikaji tentang pemilihan beberapa pemodelan *pathloss* secara simulasi dengan pemodelan *pathloss* Okumura Hata, COST-231 Hata dan Walfisch Ikegami untuk teknologi LTE dengan hasil kedua pemodelan tersebut bisa digunakan untuk memodelkan *pathloss* di teknologi LTE. Sedangkan pada penelitian [5] mengkaji pemodelan *pathloss* untuk LTE Advanced di frekuensi 2,4 Ghz, 2,6 GHz dan 3,5 GHz dengan menggunakan pemodelan *pathloss* SUI, COST-231 Hata dan Walfisch Ikegami. Pada penelitian tersebut menyimpulkan pemodelan *pathloss* COST-231 Hata mempunyai nilai *pathloss* terkecil untuk semua area Urban, Sub-Urban, dan Rural. Pada penelitian [6] membandingkan *pathloss* model COST-231 Hata, Okumura Hata, dan Hata Davidson model untuk aplikasi *broadcasting* di India, hasil pada penelitian tersebut COST-231 Hata memiliki nilai MSE (*Mean Square Error*) paling kecil dibandingkan *pathloss* model lainnya. Di Indonesia pada penelitian telah dilakukan pengukuran *drive test* di Padang tetapi hanya menggunakan satu pemodelan *pathloss* yaitu *pathloss* Okumura Hata pada teknologi GSM [7]. Sedangkan pada penelitian ini menggunakan dua *pathloss* pemodelan yaitu model COST-231 Hata dan model Walfisch Ikegami untuk dibandingkan terhadap *pathloss* pengukuran di wilayah Banyumas, hal ini dapat digunakan untuk memilih pemodelan *pathloss* mana yang lebih sesuai dengan karakteristik wilayah Banyumas.

II. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini perlu dilakukan beberapa langkah yang ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

A. Penentuan Lokasi Pengukuran

Pada penelitian ini terlebih dahulu ditentukan titik lokasi pengukuran dari tiap *cluster* Urban, Sub-Urban, dan Rural. Pada *cluster* urban di tentukan di daerah purwokerto dengan karakteristik daerah perkotaan dengan kepadatan penduduk tinggi serta terdapatgedung-gedung perkantoran yang tinggi. Pada *cluster* Sub-Urban dipilih daerah rempoah dengan karakteristik Sub-Urban berupa daerah perumahan dengan kepadatan penduduk rendah. Terakhir pada *cluster* Rural ditentukan di daerah Kedungrandu dengan karakteristik daerah lingkungan sawah dan padang rumput serta kepadatan penduduk yang sangat rendah. Informasi tentang lokasi pengukuran dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Lokasi Pengukuran Daya Terima

No	Cluster	Longitude	Latitude	Nama Daerah
1	Urban	109.23725	-7.4243611	Purwokerto
2	Sub-Urban	109.23419	-7.3450833	Rempoah
3	Rural	109.21936	-7.4677222	Kedungrandu

B. Pengukuran Daya Terima dengan Drive Test

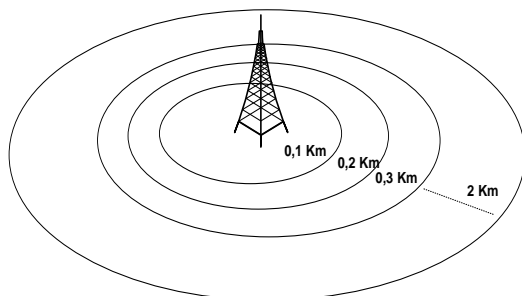
Pada penelitian ini dilakukan pengambilan data menggunakan metode *drive test*. *Drive test* merupakan salah satu metode yang bertujuan untuk mengambil maupun mengumpulkan informasi maupun data kualitas sinyal *user* pada saat menggunakan perangkat telekomunikasi secara langsung. Metode *drive test* digunakan untuk mengukur kualitas sinyal dan memperbaiki masalah yang berhubungan dengan sinyal yang dipancarkan BTS. Dalam *drive test*, MS (*Handphone*) akan bergerak (*mobile*) untuk mengukur daya pancar dari BTS agar dapat diketahui di daerah mana saja yang tercakupi oleh sinyal dari suatu BTS [8].

Proses pengukuran daya terima dengan metode *Drive test* ini membutuhkan beberapa peralatan yang berupa *handphone*, GPS (*Global Positioning System*), laptop beserta *software drive test (TEMS/Nemo/Agilent)*, map digital serta rencana rute perjalanan pengukuran seperti ditunjukkan pada Gambar 2 [9].



Gambar 2. *Set-Up* Pengukuran Daya Terima Dengan Metode *Drive Test*

Pengukuran daya terima dengan metode *drive test* dilakukan dengan mengukur level daya yang diterima *Mobile Station (MS)* yang bergerak mendekati dan menjauhi BTS dari jarak 0,1 km sampai dengan 2 km dengan jarak antar titik sejauh 0,1 km seperti pada Gambar 3. Jarak pengukuran diperoleh berdasarkan posisi garis lintang bujur dari GPS sedangkan jumlah sample data diambil berdasarkan pada jarak 0,1 km sampai 2 km dari BTS *Existing*. Parameter yang diperlukan dalam pengukuran adalah daya terima dengan fungsi jarak.



Gambar 3. Skenario Pengukuran Daya Terima.

C. Pemodelan Pathloss COST-231 Hata

Pemodelan *pathloss* COST- 231 Hata merupakan hasil pengembangan dari pemodelan *pathloss* sebelumnya yaitu *pathloss* Okumura Hata. Pemodelan ini memiliki spesifikasi frekuensi kerja dari 1500 hingga 2000 MHz serta tinggi antenna *Base Station* dan *Mobile Station* tertentu sesuai Tabel 2 [10].

Tabel 2. Spesifikasi Parameter yang Berlaku Pada Model COST-231 [10]

Parameter	Notasi	Spesifikasi
Frekuensi Pembawa	F	1500– 2000 MHz
Tinggi Antena BTS	hB	4 – 50 m
Tinggi Antena Ms	Hm	1-3 m
Jarak BTS dengan Ms	D	0.02 – 5 km

Sedangkan persamaan dari COST-231 Hata adalah sebagai berikut

$$L_p = 46,3 + (44,9 - 6,55 \log H_b) \log d + 33,9 (\log f) + c_m - 13,82 \log (h_m) - a(h_m) \tag{1}$$

$$\text{Untuk area Urban} \\ a(h_m) = -4,97 + 3,2 (\log 11,75 h_m)^2 \tag{2}$$

$$\text{Untuk area Sub-Urban dan Rural :} \\ a(h_m) = (1,1 \log f - 0,7) h_m - (1,56 \log f - 0,8) \tag{3}$$

Keterangan :

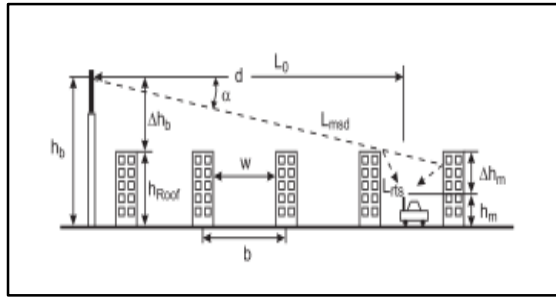
- f = Frekuensi dari 1500 MHz sampai dengan 2000 MHz
- H_b = Tinggi antena BTS
- h_m = Tinggi antena MS/Handphone
- d = Jarak antara base station dengan mobile station
- a(h_m) = Faktor koreksi untuk tinggi efektif antena
- c_m = 0 dB untuk ukuran medium kota dan daerah Sub-Urban
- c_m = 3 dB untuk daerah pusat kota

Tabel 3. Parameter Penelitian Pemodelan *Pathloss* COST-231

No	Notasi	Satuan	Nilai
1	H _b	Meter (m)	37 (Urban)
			65 (Sub-Urban)
			68 (Rural)
2	H _m	Meter (m)	1,5
3	d	Kilometer (Km)	0,1-2
4	F _c	Mhz	1800

D. Pemodelan Pathloss Walfisch Ikegami

Model propagasi ini merupakan pemodelan untuk memodelkan area outdoor dan digunakan pada frekuensi 800 MHz sampai 2000 MHz. persamaannya sebagai berikut [11].



Gambar 4. Ilustrasi Parameter-Parameter Pada Model Pathloss Walfisch Ikegami [11]

Persamaan dengan kondisi LOS (*Line of Sight*) adalah

$$PL = 26 \log d + 20 \log fc + 42,6 \tag{4}$$

Untuk Kondisi NLOS (*Non-Line of Sight*) adalah

$$PL = PLo + Lmsd + Lrts \text{ untuk } Lrts + Lmsd > 0 \tag{5}$$

$$PL = PLo \text{ untuk } Lrts + Lmsd \leq 0 \tag{6}$$

Sedangkan Persamaan *free space pathloss* adalah

$$PLo = 20 \log d + 20 \log fc + 32,4 \tag{7}$$

Nilai rugi-rugi difraksi pada Walfisch Ikegami berasal dari rumus Lrts dengan persamaan sebagai berikut

$$Lrts = -16,9 w + 10 \log fc - 10 \log \Delta hm + Lori \tag{8}$$

$$\Delta hm = hroof - hm \tag{9}$$

Δhm adalah selisih antara tinggi bangunan/penghalang (*hroof*) dan tinggi MS penerima (*hm*). Arah sudut jalan diperhitungkan oleh faktor koreksi empiris (*Lori*) yaitu

$$Lori = \begin{cases} -10 + 0,354 \varphi & \text{untuk } 0 \leq \varphi < 35^\circ \\ 2,5 + 0,075(\varphi - 350) & \text{untuk } 350 \leq \varphi < 550^\circ \\ 4 - 0,114(\varphi - 550) & \text{untuk } 550 \leq \varphi < 900^\circ \end{cases} \tag{10}$$

$$Lmsd = Lbsh + ka + kd \log(d) + kf \log(f) - 9 \log(b) \tag{11}$$

$$Lbsh = \begin{cases} -18 \log(1 + \Delta hb) & \text{untuk } hb > hroof \\ 0 & \text{untuk } hb \leq hroof \end{cases} \tag{12}$$

$$Ka = \begin{cases} 54 & \text{untuk } hb > hroof \\ 54 - 0,8 \Delta hb & \text{untuk } d \geq 0,5 \text{ km dan } hb \leq hroof \\ 54 - 0,8 \Delta hb / 0,5 & \text{untuk } d < 0,5 \text{ km dan } hb \leq hroof \end{cases} \tag{13}$$

Dimana $\Delta hb = hb - hroof$ tag{14}

$$Kd = \begin{cases} 18 & \text{untuk } hb > hroof \\ 18 - 5 \Delta hb / hroof & \text{untuk } hb \leq hroof \end{cases} \tag{15}$$

$$Kf = \begin{cases} -4 + 0,7 (fc/925) - 1 & \text{(Untuk kota ukuran menengah)} \\ -4 + 1,5 (fc/925) - 1 & \text{(Untuk kota metropolitan)} \end{cases} \tag{16}$$

Keterangan :

- PL = Pathloss/Rugi-rugi redaman propagasi
- PLo = Free space pathloss
- Lrts = Rugi rugi dari atap ke jalan
- Lmsd = Rugi rugi difraksi multi screen
- Lori = Faktor koreksi empiris
- f = Frequency
- d = Jarak
- W = Lebar jalan
- b = Jarak antara bangunan di seberangnya
- hm = Tinggi MS (*Mobile Station*)
- hb = Tinggi BTS (*Base Tranceiver Station*)

hroof = Tinggi halangan/*Obstacle* yang ada di sekitar BTS.

Tabel 4. Parameter Penelitian Pada Model Pathloss Walfisch Ikegami

No	Notasi	Satuan	Nilai
1	Hb	Meter (m)	37 (Urban) 65 (Sub-Urban) 68 (Rural)
2	Hm	Meter (m)	1,5
3	Δhm	Meter (m)	35,2
4	Δhb	Meter (m)	7
5	Fc	Mhz	1800
6	Hroof	Meter (m)	30
7	d	Kilometer (Km)	0,1 - 2
8	W	Meter (m)	10
9	B	Meter (m)	60

E. Perbandingan Pathloss Pengukuran dengan Pemodelan Pathloss

Data daya terima pengukuran yang telah didapatkan akan dikelompokkan sesuai cluster yang mewakilinya akan diolah kembali untuk menghitung nilai pathloss yang terjadi pada masing-masing cluster. Nilai pathloss didapatkan dengan menggunakan persamaan (17) [12].

$$Pl(\text{dB}) = Pt(\text{dBm}) - Pr(\text{dBm}) \tag{17}$$

Dimana:
Pl adalah nilai pathloss
Pt adalah nilai daya pancar transmitter yaitu 43 dBm [13]

Pr merupakan Daya terima data pengukuran 0,1 km sampai 2 km dengan metode drive test.

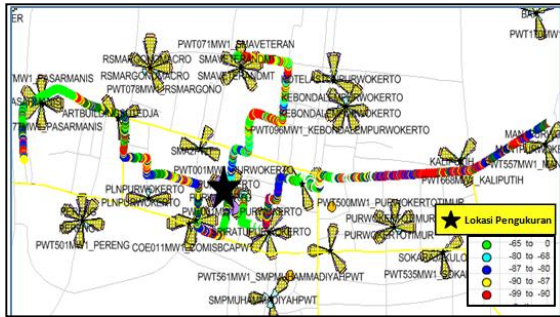
Perbandingan pathloss pengukuran terhadap pathloss COST-231 Hata dan pathloss Walfisch Ikegami dapat dianalisis dengan mengamati grafik pathloss dan nilai MSE (*Mean Squared Error*) dari tiap-tiap pemodelan pathloss terhadap pathloss Pengukuran. Nilai MSE dapat diperoleh dengan persamaan (18) [10] [14] [15][16].

$$MSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (P_m - P_r)^2}{N - 1}} \tag{18}$$

- Dimana:
- P_m = Nilai Pathloss Pemodelan
 - P_r = Nilai Pathloss Pengukuran
 - N = Banyaknya data sampling pengukuran

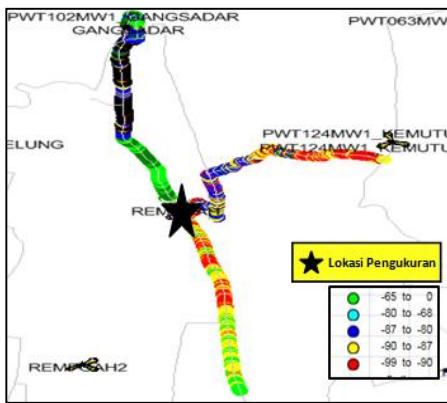
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengukuran Daya Terima dengan Drive Test



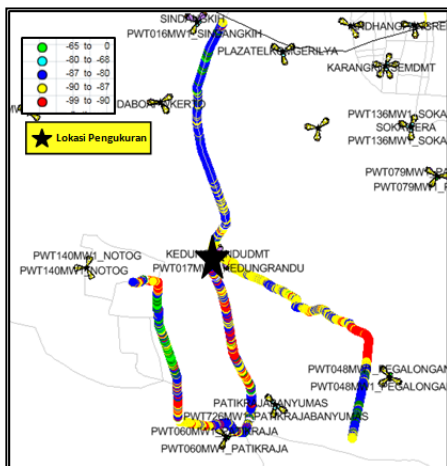
Gambar 5. Pemetaan Pengukuran Daya Terima Dengan Metode Drive Test di Cluster Urban

Gambar 5 merupakan hasil pemetaan pengukuran daya terima dengan metode *drive test* pada cluster urban di area Purwokerto.



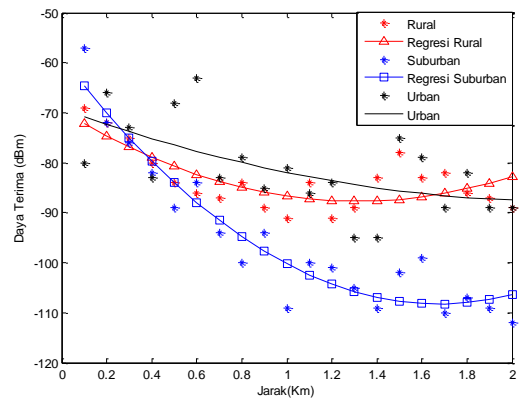
Gambar 6. Pemetaan Pengukuran Daya Terima Dengan Metode Drive Test di Cluster Sub-Urban

Gambar 6 menunjukkan hasil pemetaan pengukuran daya terima dengan metode *drive test* pada cluster Sub-Urban di area Rempoah. Jenis *Drive test* yang dilakukan adalah *drive test SSV (Single Site Verification)* dimana pengukuran hanya dilakukan pada jaringan satu *site* tersebut saja.



Gambar 7. Pemetaan Pengukuran Daya Terima Dengan Metode Drive Test di Cluster Rural

Gambar 7 merupakan hasil pemetaan pengukuran daya terima dengan metode *drive test* pada cluster rural di daerah Kedungrandu Banyumas.

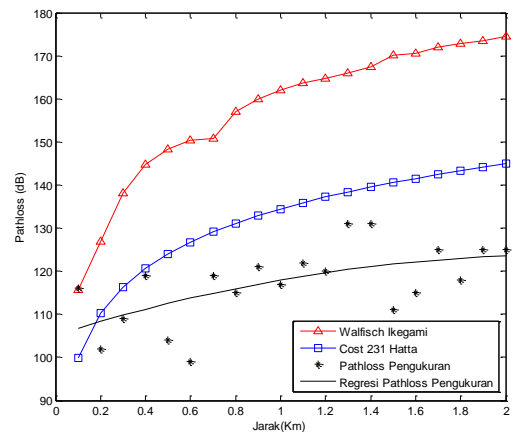


Gambar 8. Hasil Pengukuran Daya Terima

Hasil pengukuran daya terima dengan metode *drive test* kemudian diolah untuk memperoleh nilai daya terima dari 0,1 km sampai dengan 2 km seperti pada Gambar 8.

B. Analisis Perbandingan Pathloss Pengukuran Terhadap Pathloss COST-231 Hata dan Pathloss Walfisch Ikegami

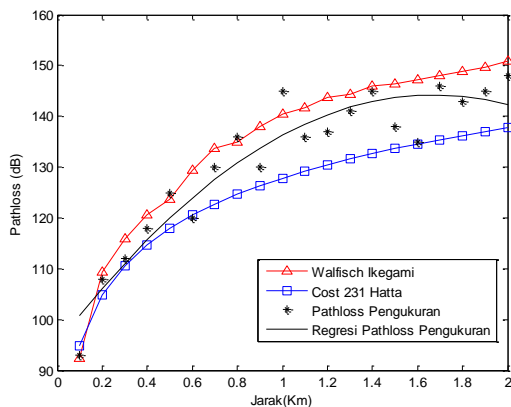
Analisis perbandingan *pathloss* pengukuran terhadap *pathloss* COST-231 Hata dan *pathloss* Walfisch Ikegami dapat dilakukan dengan mengamati grafik *pathloss* dan nilai MSE (*Mean Squared Error*) dari tiap-tiap pemodelan *pathloss* terhadap *pathloss* pengukuran.



Gambar 9. Grafik Perbandingan Pathloss Pada Cluster Urban

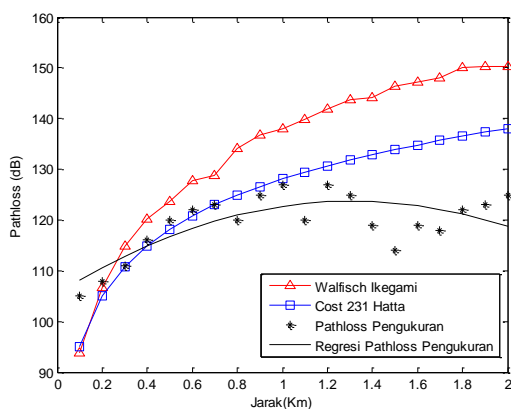
Pada Gambar 9 terdapat tiga grafik yang diamati antara lain grafik pemodelan *pathloss* Walfisch Ikegami, grafik pemodelan *pathloss* COST-231 Hata dan grafik *pathloss* pengukuran beserta regresinya. Pada daerah urban pemodelan *pathloss* walfisch Ikegami memiliki nilai *pathloss* lebih tinggi dibandingkan dengan pemodelan *pathloss* COST-231 Hata dan *pathloss* pengukuran pada jarak 0,1 km maupun sampai dengan jarak 2 km, sedangkan nilai

Pathloss COST-231 Hata memiliki nilai lebih besar dari *pathloss* pengukuran pada jarak 0,2 km sampai 2 km. Berdasarkan grafik perbandingan *pathloss* di atas, grafik *pathloss* COST-231 Hata mendekati *pathloss* pengukuran di daerah urban, selain itu dari perhitungan nilai MSE dari persamaan 14 nilai MSE untuk pemodelan *pathloss* COST-231 memiliki nilai 18,16 dB, nilai ini lebih kecil jika dibandingkan dengan nilai MSE pemodelan *pathloss* Walfisch Ikegami yang sebesar 43,47 dB. Dari perbandingan grafik maupun nilai MSE tersebut pada daerah Urban pemodelan *pathloss* yang cocok adalah pemodelan *pathloss* COST-231 Hata.



Gambar 10. Grafik Perbandingan *Pathloss* Pada Cluster Sub-Urban

Pada perbandingan *pathloss* di daerah Sub-Urban dapat dilihat pada Gambar 10, dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa grafik *pathloss* pengukuran berada diantara grafik *pathloss* pemodelan Walfisch Ikegami dan *pathloss* pemodelan COST-231 Hata, tetapi grafik *pathloss* pengukuran lebih condong mendekati pemodelan Walfisch Ikegami, hal ini juga dapat dianalisa dari nilai MSE *pathloss* Walfisch Ikegami pada Tabel 5 yaitu sebesar 5,58 dB, nilai lebih kecil dibandingkan nilai MSE *pathloss* COST-231 Hata yang sebesar 8,91 dB. Berdasarkan analisis tersebut pada *cluster* Sub-Urban di daerah Banyumas pemodelan *pathloss* yang sesuai adalah pemodelan *pathloss* Walfisch Ikegami.



Gambar 11. Grafik Perbandingan *Pathloss* Pada Cluster Rural

Analisis perbandingan *pathloss* pengukuran pada daerah Rural dapat dilihat pada Gambar 11. Dari gambar tersebut dapat dianalisis pada grafik *pathloss* pengukuran daerah rural memiliki kecenderungan mendekati grafik pemodelan *pathloss* COST-231 Hata, hal ini dapat dianalisa pula dari nilai MSE dari kedua pemodelan tersebut pada Tabel 5. Berdasarkan nilai MSE kedua pemodelan dapat dianalisis nilai MSE COST-231 Hata memiliki nilai 10,33dB. Nilai ini lebih kecil jika dibandingkan dengan nilai MSE dari pemodelan *pathloss* Walfisch Ikegami yaitu sebesar 19,48dB, sehingga pemodelan *pathloss* yang sesuai maupun mendekati pada daerah rural adalah pemodelan *pathloss* COST-231 Hata.

Tabel 5. Hasil MSE (*Mean Square Error*) Perbandingan *Pathloss* Pengukuran dengan *Pathloss* Pemodelan

Cluster	MSE (<i>Mean Square Error</i>) <i>Pathloss</i> Pemodelan Terhadap <i>Pathloss</i> Pengukuran	
	COST-231 Hata (dB)	Walfisch Ikegami (dB)
Urban	18,16	43,47
Sub-Urban	8,91	5,58
Rural	10,33	19,48

Pada Tabel 5 ditunjukkan perbandingan nilai MSE dari tiap pemodelan *pathloss* pada *cluster* Urban, Sub-Urban dan rural. Pada *cluster* Urban dan Rural pemodelan *pathloss* COST-231 Hata memiliki nilai MSE 18,16 dB dan 10,33 dB, nilai ini lebih kecil dibandingkan Nilai MSE Walfisch Ikegami yaitu 43,47 dB dan 19,48 dB, hal ini menunjukkan pada *cluster* Urban dan Rural mempunyai kesesuaian pada pemodelan *pathloss* COST-231 Hata. Sedangkan pada *cluster* Sub-Urban nilai pemodelan *pathloss* Walfisch Ikegami adalah 5,58 dB, nilai ini lebih kecil jika dibandingkan pada nilai MSE pemodelan *pathloss* COST-231 Hata, hal ini menunjukkan pada *cluster* Sub-Urban mempunyai kesesuaian pada pemodelan *pathloss* Walfisch Ikegami.

IV. PENUTUP

A. Kesimpulan

Pada analisis perbandingan pemodelan *pathloss* pengukuran dengan metode drivetest terhadap pemodelan *pathloss* COST-231 Hata dan Walfisch Ikegami di wilayah Banyumas diperoleh pemodelan *pathloss* COST-231 *cluster* Urban dan Rural mempunyai kesesuaian dengan *pathloss* pengukuran dengan nilai MSE adalah 18,16 dB dan 10,33 dB, nilai tersebut lebih kecil dibandingkan dengan nilai MSE pada pemodelan *pathloss* Walfisch Ikegami, Sedangkan pada *cluster* Sub-Urban mempunyai kesesuaian dengan *pathloss* Walfisch Ikegami dengan nilai MSE 5,58 dB.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Olasunkanmi Fatai Oseni, Segun Isaiiah Popoola, "Empirical Path Loss Models for GSM Network Deployment in Makurdi, Nigeria," *International Refereed Journal of Engineering and Science (IRJES)*, vol. 3, no. 6, pp. 85-94, Juni 2014.
- [2] Dongya Shen, Yonggang Xie, Xiangde Li Yihuai Yung, "MATLAB Simulink of COST 231 – WI Model," *International Journal of Wireless and Microwave Technologies*, vol. 3, pp. 1 – 8, Juni 2012.
- [3] Yuvraj Singh, "Comparison of Okumura, Hata and COST-231 Models on the Basis of Path Loss and Signal Strength," *International Journal of Computer Applications*, vol. 59, no. 11, pp. 37-41, Desember 2012.
- [4] Premchandra Kumar, Bhushan Patil, and Suraj Ram, "Selection of Radio Propagation Model for Long Term Evolution (LTE) Network," *International Journal of Engineering Research and General Science*, vol. 3, no. 1, pp. 373-379, January-February 2015.
- [5] A.N. Jadhav Sachin S. Kale, "An Empirically Based Path Loss Models for LTE Advanced Network and Modeling for 4G Wireless Systems at 2.4 GHz, 2.6 GHz and 3.5 GHz," *International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management (IJAIEM)*, vol. 2, no. 9, pp. 252 -257, September 2013.
- [6] Parveen Kumar, Shashi B. Rana Pardeep Pathania, "Performance Evaluation of different Path Loss Models for Broadcasting applications," *American Journal of Engineering Research (AJER)*, vol. 03, no. 04, pp. 335-342, 2014.
- [7] Fakhruddin Ahmad NST, Delsina Faiza, and Khairi Budayawan, "Analisis Model Propagasi Komunikasi Bergerak pada Sistem GSM di PT. XI AXIATA Padang," *Jurnal Vokasional Teknik Elektronika & Informatika*, vol. 4, pp. 11-21, Januari-Juni 2016.
- [8] Pratibha Maina, Gopal Chandra Manna, Namrata Sahayam, "Validation Study Of Path Loss Models On Wimax At 2.6 Ghz Frequency Band In Sub-Urban Environment For Cell Size Planning," *International Journal of Next-Generation Networks (IJNGN)*, vol. 6, pp. 17-29, Juni 2014.
- [9] Akujobi Ekeocha, Nosiri Onyebuchi, Achumba Ifenyinwa, "Comparative Study of Path Loss Models for Wireless Communication in Urban and Sub-urban Environment for Port Harcourt, Nigeria," *American Journal of Engineering Research (AJER)*, vol. 4, no. 11, pp. 109-115, 2015.
- [10] Esobinenwu C B.O.H Akinwale, "Adjustment of Cost 231 Hata Path Model For Cellular Transmission in Rivers State," *IOSR Journal of Electrical and Electronics Engineering (IOSR-JEEE)*, vol. 6, no. 5, pp. 16-23, Juli- Agustus 2013.
- [11] Andreas F. Molisch, *Wireless Communications, Second Edition*, 2nd ed.: A John Wiley and Sons, Ltd., Publication, 2011.
- [12] Musa Ahmed, Tonga A. Danladi Dominic S. Nyitamen, "Path Loss Propagation Model Prediction For Gsm Mobile Network Planning In Kaduna Town," *International Journal of Engineering Sciences & Research Technology*, vol. 4, no. 4, pp. 345-352, April 2015.
- [13] Jiri Hosek, Jiri Misurec Yahia Zakaria, "Path Loss Measurements for Wireless Communication in Urban and Rural Environments ," *American Journal of Engineering and Applied Sciences*, no. 1, pp. 94-99, Agustus 2015.
- [14] Muntaqo Alfin Amanaf, Eko Setijadi, and Suwadi , "Implementasi Sistem Akuisisi Data pada Bridge Structural Health Monitoring dengan Jaringan Sensor Nirkabel," in *Proceeding Seminar Ilmu Pengetahuan Teknik 2013*, Yogyakarta, 2013, pp. 428-432.
- [15] R.K.Singh Purnima K. Sharma, "Propagation Path Loss Measurements and Spline Interpolation for Missing Data," *International Journal of Mobile & Adhoc Network*, vol. 2, no. 1, pp. 68-72, Februari 2012.
- [16] Eko Setijadi, Muntaqo A.A, Suwadi , and Slamet BP, "Design of Large Scale Structural Health Monitoring System for Long-Span Bridges Based on Wireless Sensor Network," in *International Joint Conference on Awareness Science and Technology and Ubi-Media Computing (iCAST-UMEDIA)*, Aizu Wakamatsu, 2013, pp. 169-173.