



ANALISA MODEL PROPAGASI OKUMURA-HATA DAN COST-HATA PADA KOMUNIKASI JARINGAN WIRELESS 4G LTE

Bengawan Alfaresi^{1*}, M.Vierly Eltha Satya², dan Feby Ardianto³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Palembang

*Corresponding author, e-mail: begawan_alfarezi@um-palembang.ac.id

Abstrak—Propagasi radio memiliki peranan yang sangat penting dalam perkembangan jaringan telekomunikasi. Sinyal yang ditransmisikan oleh pengirim ke penerima mengalami redaman yang mengurangi kuat sinyal pada sisi penerima. Redaman yang terjadi pada saat perambatan gelombang di sebabkan oleh Large Scale Fading yang disebabkan oleh pengaruh benda dan bangunan yang ada disekitarnya. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan karakteristik path loss propagasi terhadap beberapa parameter yang ada pada sisi pengiriman maupun penerima serta membandingkan model propagasi large scale yang digunakan saat ini dalam jaringan LTE (Long Term Evolution). Simulasi dilakukan dengan menggunakan Model propagasi Okumura-Hata dan Cost-231 Hata serta menganalisa pengaruh path loss berdasarkan perubahan frekuensi, ketinggian BTS dan juga perbedaan karakteristik wilayah yaitu urban, sub-urban dan rural. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa pada pemodelan Okumura-Hata dan Cost-Hata mempunyai profil path loss yang hampir sama yaitu penggunaan frekuensi yang semakin tinggi, path loss yang dihasilkan semakin besar. Begitu juga dengan ketinggian antenna pemancar, semakin tinggi antenna pengirim maka path loss yang dihasilkan semakin kecil. Dari sisi karakteristik wilayah menunjukkan bahwa path loss yang dihasilkan pada daerah urban lebih tinggi dibandingkan dengan daerah sub-urban maupun rural area dikarenakan wilayah urban memiliki struktur bangunan yang lebih tinggi dan padat.

Kata Kunci : Path loss, Propagasi, Okumura, Hata, COST-231

Abstract—Radio propagation has a very important role in the development of telecommunications networks. The signal transmitted by the transmitter to the receiver experiences attenuation which reduces the signal strength at the signal received. Attenuation when wave propagation is caused by Large Scale Fading caused by the influence of objects and buildings that are around it. This study aims to compare the characteristics of propagation path loss against several parameters that exist on both transmitter and receiving sides as well as comparing the large scale propagation model currently used in the LTE (Long Term Evolution) network. Simulations are carried out using the Okumura-Hata propagation model and Cost-231 Hata and analyze the effect of path loss based on changes in frequency, antenna transmitter height, and also differences in regional characteristics such as urban, suburban and rural. The results of the study show that the Okumura-Hata and Cost-Hata modeling has a path loss profile that is almost the same, namely the use of higher frequencies, the greater the resulting path loss. Likewise with the height of the transmitter antenna, the higher the sending antenna, the smaller the resulting path loss. In terms of regional characteristics, the path loss generated in urban areas is higher than in suburban and rural areas because urban areas have higher and denser building structures.

Keywords: Path loss, Propagation, Okumura, Hata, COST-231

PENDAHULUAN

Dalam beberapa tahun terakhir, komunikasi nirkabel seluler telah berkembang sangat pesat dan telah menjadikan ponsel seluler menjadi bagian yang penting dalam kehidupan masyarakat [1]. Pertumbuhan yang luar biasa ini meningkatkan kebutuhan alat *network planning* yang handal untuk mempercepat proses pengembangan jaringan telekomunikasi [2]. Kebutuhan pada jaringan berkualitas tinggi dan berkapasitas tinggi membutuhkan hasil prediksi coverage yang cakupan akurat dan menjadi salah satu hal yang sangat penting. Oleh karena itu,

untuk perencanaan *coverage* yang lebih akurat pada jaringan telekomunikasi, pengukuran kekuatan sinyal harus diperhatikan dalam perhitungan path loss propagasi.[3]

Model propagasi digunakan untuk memprediksi kekuatan sinyal yang diterima oleh receiver pada jarak tertentu terhadap pemancar. Model propagasi yang memprediksi kekuatan sinyal pada receiver dengan jarak pemisah tertentu antara pemancar-penerima (T-R) dan berguna dalam memprediksi area jangkauan radio pemancar. Model propagasi berguna untuk memprediksi redaman sinyal atau path loss [4]. Karakteristik propagasi radio bervariasi antara satu lingkungan ke lingkungan lainnya dan hal ini menunjukkan bahwa suatu Medan memiliki karakteristik wilayah yang berda-beda. Dengan demikian, estimasi redaman yang akurat memainkan peran penting dalam perencanaan jaringan telekomunikasi. Keakuratan prediksi model propagasi juga tergantung pada kesesuaiannya suatu lingkungan.

Beberapa model propagasi radio untuk sistem komunikasi radio telah dikembangkan. Namun, pemilihan model yang paling cocok untuk wilayah geografis tertentu bukanlah tugas yang mudah, tetapi tergantung pada karakteristik medan dan serta efek dari bangunan yang sangat bervariasi dari satu tempat ke tempat lain [5]. Model propagasi dibagi menjadi dua kelompok; model empiris dan model deterministik. Model empiris yang didasarkan pada data pengukuran, sifat statistik dan beberapa parameter. Contoh kategori model ini adalah model Okumura-Hata maupun Cost-Hata. Model deterministik, ini adalah situs-spesifik, mereka memerlukan sejumlah besar informasi geometri tentang kota, laporan komputasi dan model yang lebih akurat [5].

Pada penelitian ini akan diteliti mengenai pengaruh parameter frekuensi, jarak dan tinggi BTS terhadap path loss propgasi pada teknologi 4G LTE-2100 dengan menggunakan metode OKUMURA-HATA dan metode COST 231 HATA. Pada penelitian ini menggunakan matlab sebagai media simulasi perhitungan dan penyajian datanya.

TINJAUAN PUSTAKA

Path loss

Path loss merupakan redaman atau daya yang hilang ketika pentransmision sinyal dari pengirim ke penerima [6]. Pada kondisi LOS (*Line of Sight*), parameter yang mempengaruhi besarnya path loss pada ruang bebas yaitu frekuensi dan jarak antara pengirim dan penerima. Untuk kondisi yang N-LOS (*Non-Line of Sight*), parameter tinggi antenna pemancara, tinggi antenna penerima serta karakteristik wilayah juga mempengaruhi besarnya *path loss*. Model *path loss* statistik digunakan untuk memperkirakan kehilangan daya yang hilang dalam pengiriman gelombang radio dalam satuan dB. Prediksi perhitungan pada kondisi LOS maupun medan dan lingkungan non-LOS dan pada umumnya menggunakan parameter lebih banyak dan lebih detail tergantung pada pemodelan yang digunakan [7].

Model Propagasi Okumura-Hata

Salah satu model propagasi yang paling umum untuk memprediksi *loss* sinyal dalam lingkungan sel makro yaitu model yang dikembangkan oleh Y. Okumura dan M. Hata yang didasarkan pada pengukuran di daerah perkotaan dan pinggiran kota. Rentang validitas model

adalah frekuensi f_c antara 150MHz sampai 1500 MHz, tinggi hb pemancar antara 3 m sampai 200 m, tinggi hm penerima antara 1 m sampai 10 m dan jarak antara pengirim dan penerima (r) antara 1 m dan 10 km [8]. Rumus Okumura Hata dapat dirumuskan sebagai berikut [9]:

Urban:

$$L_u(\text{dB}) = 69,55 + 26,16 \log_{10} f_c - 13,82 \log_{10} h_{te} - a(h_{re}) + (44,9 - 6,55 \log_{10} h_{te} \log_{10} d)$$

(1)

Sub Urban:

$$L_{su}(\text{dB}) = L_u - 2\left\{\log_{10}\left(\frac{f_c}{28}\right)\right\}^2 - 5,4$$

(2)

Rural:

$$L_r(\text{dB}) = L_u - 4,78 (\log_{10} f_c)^2 + 18,33 \log_{10} f_c - 40,9$$

(3)

Untuk kota kecil dan menengah

$$a(h_{re})[\text{dB}] = (1,1 \log_{10} f_c - 0,7) h_{re} - (1,56 \log_{10} f_c - 0,8)$$

(4)

Untuk kota besar

$$a(h_{re})[\text{dB}] = (3,2 (\log_{10} (11,75 h_{re}))^2 - 4,97 \text{ untuk } f_c \geq 400 \text{ MHz}$$

(5)

dimana L_u adalah path loss untuk daerah urban; L_{su} adalah path loss untuk daerah sub urban; L_r adalah path loss untuk daerah rural; f_c adalah frekuensi carrier dalam MHz; d adalah jarak dari base station (km); h_{te} adalah tinggi base station (m); h_{re} adalah tinggi mobile station / handphone (m) dan $a(h_{re})$ adalah factor koreksi untuk ketinggian antenna mobile station (dB).

Model Propgasi COST231-Hata

Karena kesederhanaan dan keandalan Okumura-Hata model, European Co-operative for Scientific and Technical research (COST) memperluas model ini untuk mencakup frekuensi hingga 2GHz. Model ini juga menyediakan faktor koreksi untuk estimasi pathloss di lingkungan yang berbeda (pedesaan, sub-perkotaan dan perkotaan) [10]. Model propagasi ini valid jika digunakan untuk range frekuensi antara 1500 – 2000 MHz dan Semua faktor lain valid seperti yang didefinisikan dalam model Hata. Namun, model COST 231 Hata membutuhkan ketinggian antenna stasiun pangkalan berada di atas atap yang berdekatan dengan stasiun pangkalan.[10] Rumus pathloss pada model propagasi cost 231 Hata ini adalah sebagai berikut:

$$L_p(\text{dB}) = 46,33 + (44,9 - 6,55 \log_{10} h_t) \log_{10} d + 33,9(\log_{10} f) + c_m - 13,82 \log_{10} (h_r) - a(h_r)$$

(6)

Untuk area Urban :

$$a(\text{hre}) = 3,2 (\log 11,75\text{hr})^2 - 4,97$$

(7)

Untuk area Sub Urban dan Rural :

$$a(\text{hre}) = (1,1 \log f - 0,7) \text{hr} - (1,56 \log f - 0,8)$$

(8)

Dimana f adalah frekuensi dari 1500 MHz sampai dengan 2000MHz; h_t adalah tinggi antena base station (m); h_r adalah tinggi antena mobile station / Handphone (m); d adalah jarak antara base station dengan mobile station (km); $a(\text{hre})$ adalah faktor koreksi untuk tinggi efektif antena; cm adalah 0 dB (untuk ukuran medium kota dan daerah sub urban) dan cm : 3 dB (untuk daerah pusat kota).

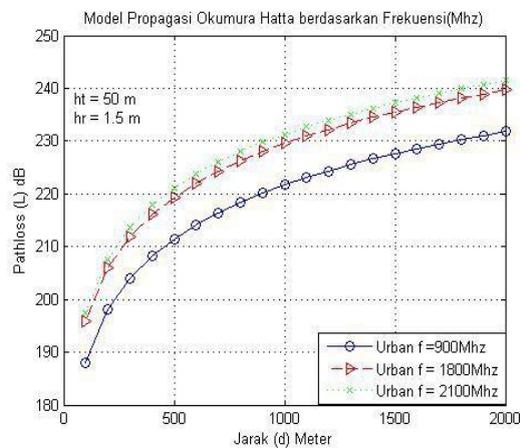
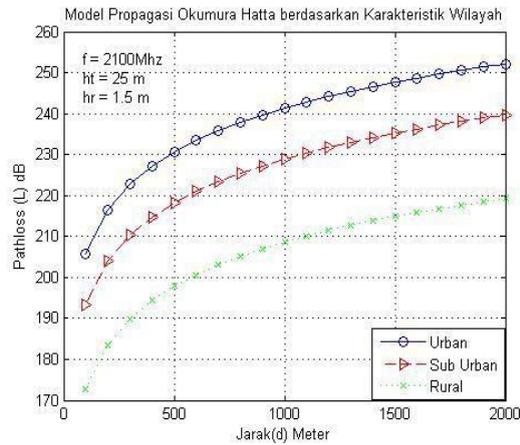
METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini melalui beberapa tahapan penelitian yaitu tahap pertama analisa data awal yang merupakan studi literatur pada jurnal maupun buku yang berhubungan dengan propagasi gelombang radio. Kemudian tahap kedua persiapan alat dan bahan yaitu berupa hardware (laptop) maupun software (Matlab 2016). Tahapan ketiga yaitu proses perhitungan dan simulasi dengan menentukan parameter *independent variable* yang diamati. Tahapan terakhir yaitu melakukan analisa terhadap hasil simulasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

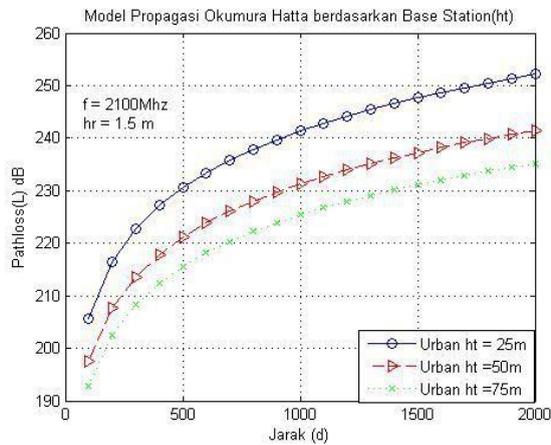
Analisa Model Propagasi Okumura-Hata

Model propagasi Okumura-Hata merupakan model empiris yang dalam kondisi N-LOS. Pada model propagasi Okumura-Hata terdapat beberapa parameter yang berpengaruh terhadap path loss yang dihasilkan yaitu frekuensi (f), jarak (d), ketinggian BTS (h_b), ketinggian penerima (h_r) dan juga karakteristik wilayah. Hasil simulasi path loss dengan perubahan frekuensi, ketinggian BTS dan karakteristik wilayah ditunjukkan pada gambar 2 berikut:



(2.a)

(2.b)



(2.c)

Gambar (2.a) Pathloss Okumura-Hata terhadap karakteristik wilayah (2.b) Pathloss Okumura-Hata terhadap frekuensi (2.c) Pathloss Okumura-Hata terhadap tinggi BTS

Gambar 2.a menunjukkan besarnya path loss berdasarkan karakteristik wilayah urban, sub-urban serta rural dengan menggunakan frekuensi 2100 Mhz dengan ketinggian antenna base station 25 m serta tinggi antenna penerima 1.5 m. Pada jarak antara transmitter dan receiver 1000 m pada wilayah urban akan menghasilkan pathloss sebesar 240 dB, untuk wilayah sub-urban menghasilkan pathloss sebesar 230 dB dan untuk wilayah rural area akan menghasilkan pathloss sebesar 210 dB. Dari analisa tersebut menunjukkan bahwa path loss yang dihasilkan di

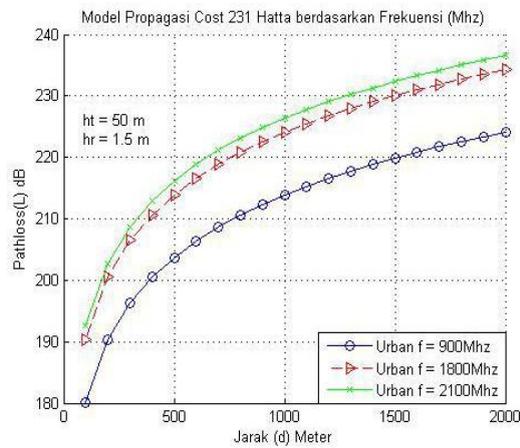
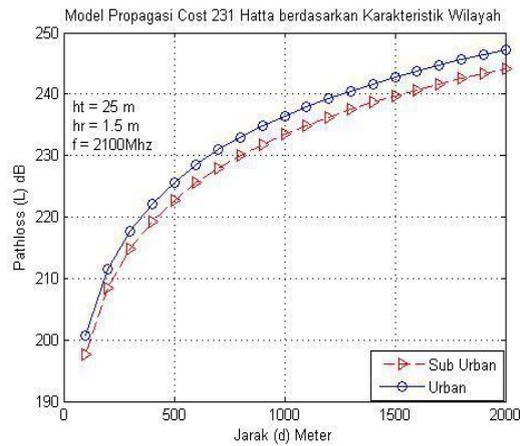
daerah urban menghasilkan path loss yang paling besar. Hal ini dikarenakan pada wilayah urban didominasi oleh gedung dan bangunan yang ada di sekitarnya. Path loss yang dihasilkan pada wilayah rural area memiliki besar path loss yang paling kecil. Hal ini dikarenakan dikarenakan pada wilayah rural area memiliki sedikit halangan berupa bangunan yang ada di wilayah tersebut.

Pada gambar 2.b merupakan hasil simulasi Okumura-Hata berdasarkan perbedaan frekuensi carrier yang digunakan. Pada penelitian ini kita mensimulasikan menggunakan 3 frekuensi yang berbeda yaitu frekuensi 900 Mhz, frekuensi 1800 Mhz dan frekuensi 2100 Mhz. Tinggi antenna base (ht) diasumsikan 50 m, serta tinggi antenna penerima (hr) = 1.5 m dan jarak jangkauan $d = 0-2000$ m (2km) dengan asumsi wilayah urban yang digunakan. Berdasarkan gambar tersebut pada jarak yang sama yaitu 2000 m dengan frekuensi frekuensi 900 Mhz maka pathloss yang dihasilkan sebesar 232 dB, sedangkan untuk frekuensi 1800 Mhz pathloss yang dihasilkan 240 dB, dan untuk frekuensi 2100 Mhz path loss yang dihasilkan 242 dB. Dari analisa tersebut menunjukkan bahwa semakin tingginya frekuensi yang digunakan maka path loss yang dihasilkan semakin besar.

Simulasi pada model propagasi Okumura-Hata yaitu seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.c. Simulasi dengan menggunakan jarak antara pengirim (BTS) dan penerima yaitu 0-2000 m, frekuensi yang digunakan yaitu 2100 Mhz serta ketinggian pada antenna penerima yaitu $hr = 1.5$ m. Pada simulasi ini dengan bervariasi ketinggian yaitu pada $ht = 25$ m, $ht = 50$ m dan $ht = 75$ m. Path loss yang dihasilkan yaitu pada jarak yang sama yaitu 1000 m antara receiver dan transmitter, Untuk ketinggian BTS 25 m pathloss yang dihasilkan 241 dB, sedangkan untuk ketinggian BTS 50 m pathloss yang dihasilkan 232 dB dan ketinggian BTS 75 m, pathloss yang dihasilkan 225 dB. Semakin tinggi bts (ht) yang terpasang aka pathloss yang dihasilkan semakin kecil. Hal ini dikarenakan semakin tinggi letak antenna pengirim maka rintangan dari lingkungan setempat pada wilayah tersebut semakin sedikit.

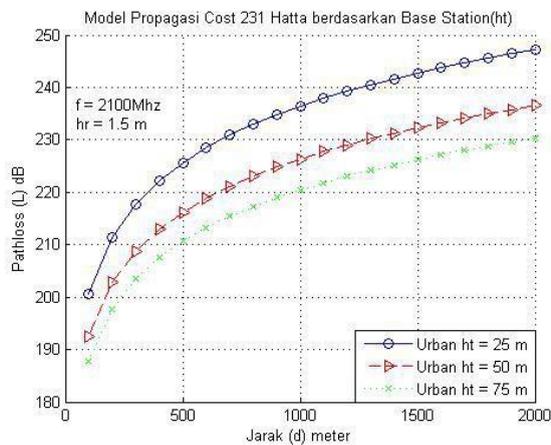
Analisa Model Propagasi Cost 231-Hata.

Pada simulasi dengan Model propagasi Cost-Hata dengan melakukan beberapa perubahan parameter yang berpengaruh terhadap path loss yang yaitu frekuensi (f), jarak (d), ketinggian BTS (hb) dan juga karakteristik wilayah. Hasil simulasi path loss dengan perubahan frekuensi, ketinggian BTS dan karakteristik wilayah ditunjukkan pada Gambar 3 berikut:



(3.a)

(3.b)



(3.c)

Gambar (3.a) Pathloss Cost231-Hata terhadap karakteristik wilayah (3.b) Pathloss Cost231-Hata terhadap frekuensi (3.c) Pathloss Cost231-Hata terhadap tinggi BTS

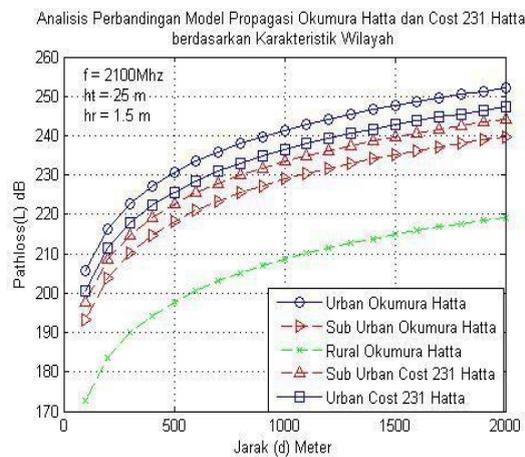
Gambar 3.a menunjukkan hasil simulasi pemodelan Cost-Hata terhadap perbedaan karakteristik wilayah. Simulasi dengan menggunakan asumsi jarak antara pengirim dan penerima (d) yaitu 0 - 2000 m, dengan ketinggian BTS (ht) 25 m dan ketinggian mobile (hr) =1.5 m serta frekuensi yang digunakan yaitu 2100 Mhz. Pada jarak yang sama yaitu 1000 m untuk perbedaan karakteristik wilayah pada daerah suburban pathloss yang dihasilkan sebesar

234 dB sedangkan untuk daerah urban, pathloss yang dihasilkan sebesar 237 dB. Pada jarak yang sama 2000 m untuk daerah urban pathloss yang dihasilkan sebesar 245 dB sedangkan untuk daerah suburban pathloss yang dihasilkan 242 dB. Hal ini dapat disimpulkan bahwa path loss yang dihasilkan pada daerah urban lebih besar dibandingkan dengan path loss pada daerah suburban. Hasil dari model cost-hata memiliki karakter path loss yang sama dengan okumura-hata.

Pada gambar 3.b merupakan hasil simulasi cost-hata berdasarkan perbedaan frekuensi yang digunakan dengan jarak simulasi yaitu 0-2000 m, tinggi penerima yang digunakan yaitu 1.5 m serta ketinggian base station (ht) yang digunakan 50 m. Hasil simulasi tersebut menunjukkan bahwa pada penggunaan frekuensi 900 Mhz menghasilkan pathloss sebesar 223 dB, sedangkan pada frekuensi 1800 Mhz menghasilkan path loss sebesar 233 dB, dan pada frekuensi 2100 Mhz, path loss yang dihasilkan sebesar 236 dB. Dengan demikian semakin tinggi frekuensi yang digunakan menghasilkan pathloss yang semakin besar seperti pada model Okumura-Hata.

Hasil simulasi pada pemodelan propagasi Cost-Hata dengan mengamati perubahan ketinggian antenna pemancar yaitu dengan jarak yang sama yaitu 2000 m, posisi ketinggian antenna pada 25 m menghasilkan path loss sebesar 248 dB. Pada ketinggian antenna pemancar sebesar 50 m, pathloss yang dihasilkan sebesar 235 dB, serta pada ketinggian antenna 75 m, pathlossnya yang dihasilkan sebesar 230 dB. Dengan demikian semakin tinggi bts yang terpasang semakin rendah pathloss yang dihasilkan.

Perbandingan Model Propagasi Okumura-Hata dan Cost 231-Hata terhadap perbedaan Karakteristik Wilayah



Gambar 4 Perbandingan Model Propagasi Okumura Hata dan Cost-Hata terhadap perbedaan Karakteristik Wilayah

Gambar 4 menunjukkan perbandingan model Okumura-Hata dan Cost-Hata terhadap perbedaan karakteristik wilayah. Pada pemodelan Okumura-Hata pembagian karakteristik wilayah dibagi menjadi 3 yaitu urban, sub-urban dan rural sedangkan pada pemodelan dengan menggunakan Cost-Hata dibagi menjadi 2 yaitu sub-urban dan urban area. Pada daerah urban, propagasi model Okumura-Hata memiliki pathloss yang lebih tinggi yaitu 252 dB dari model propagasi Cost-Hata yaitu sebesar 245 dB. Sedangkan untuk daerah sub urban, pemodelan

Okumura-Hata memiliki pathloss yang lebih rendah yaitu sebesar 240 dB dibandingkan dengan model propagasi Cost-Hata dengan pathloss yang dihasilkan 242 dB. Profil path loss pada daerah rural area dengan pemodelan Okumura-Hata mempunyai hasil path loss yang paling rendah dibandingkan dengan karakteristik wilayah yang lain.

KESIMPULAN

Pada pemodelan Okumura-Hata dan Cost-Hata mempunyai profil path loss yang hampir sama yaitu penggunaan frekuensi yang semakin tinggi, menghasilkan path loss yang semakin besar. Begitu juga dengan ketinggian antenna pemancar, semakin tinggi antenna pemancar pada pengirim maka menghasilkan path loss yang semakin kecil. Dari sisi karakteristik wilayah menunjukkan bahwa path loss yang dihasilkan pada daerah urban lebih tinggi dibandingkan dengan daerah sub-urban maupun rural area dikarenakan wilayah urban memiliki struktur bangunan yang lebih tinggi dan padat. Perbandingan antara Okumura-Hata dan Cost-Hata menunjukkan bahwa pada daerah Urban, model Okumura-Hata memiliki pathloss yang lebih tinggi dibandingkan dengan Cost-Hata, sedangkan pada daerah Sub-Urban, pemodelan Okumura-Hata memiliki pathloss yang lebih rendah dibandingkan Cost-Hata.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. K. Hoomod, I. Al-Mejibli, and A. I. Jabboory, "Analyzing Study of Path loss Propagation Models in Wireless Communications at 0.8 GHz," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1003, no. 1, pp. 1–8, 2018, doi: 10.1088/1742-6596/1003/1/012028.
- [2] O. F. Oseni, S. I. Popoola, R. O. Abolade, and O. A. Adegbola, "Comparative Analysis of Received Signal Strength Prediction Models for Radio Network Planning of GSM 900 MHz in Ilorin, Nigeria," *Int. J. Innov. Technol. Explor. Eng.*, no. 3, pp. 2278–3075, 2014.
- [3] Z. Nadir and M. I. Ahmad, "Pathloss determination using Okumura-Hata model and cubic regression for missing data for Oman," in *Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists 2010, IMECS 2010*, 2010, vol. II, no. 1, pp. 804–807.
- [4] K. O. Kadiri and O. A. Somoye, "Computer Simulation of Path Loss Characterization of a Wireless Propagation Model in Kwara State, Nigeria," *Int. J. Comput. Inf. Technol.*, vol. 3, no. 3, pp. 610–615, 2014.
- [5] A. Ekeocha, N. Onyebuchi, and A. Ifenyinwa, "Comparative Study of Path Loss Models for Wireless Communication in Urban and Sub-urban Environment for Port Harcourt, Nigeria," *Am. J. Eng. Res.*, vol. 4, no. 11, pp. 109–115, 2015.
- [6] B. Alfaresi, T. Barlian, F. Ardianto, and M. Hurairah, "Path Loss Propagation Evaluation and Modelling based ECC-Model in Lowland Area on 1800 MHz Frequency," *J. Robot. Control*, vol. 1, no. 5, pp. 167–172, 2020, doi: 10.18196/jrc.1534.
- [7] O. Shoewu, S. O. Olatinwo, and D. D. Olatinwo, "Comparative Analysis of Pathloss in Metropolitan Domain in Nigeria using Okumura-Hata Model," *Eur. J. Sci. Res.*, vol. 141, no. 1, pp. 5–15, 2016.
- [8] O. P. Omolaye, G. A. Igwue, and G. A. Akpakwu, "OKUMURA-HATA : A PERFECT MODEL FOR DRIVING ROUTE UHF INVESTIGATION," *Am. J. Eng. Res. (AJER)*, vol. 4, no. 9, pp. 139–147, 2015.
- [9] B. Alfaresi, "Analisa Indikator Performansi Jaringan 4G LTE (Long Term Evolution) Frekuensi 1800 MHz terhadap Perubahan Jarak e-NodeB di Daerah Urban," *J. Surya Energi*, vol. 1, no. 2, pp. 60–70, 2017.
- [10] O. I. Adu, F. E. Idachaba, and A. A. Alatishe, "Refarming 1800MHz GSM spectrum to LTE: He effects on coverage based on pathloss estimation," *Lect. Notes Eng. Comput. Sci.*, vol. 1, pp. 673–676, 2014.