

Analisis Performa *Reference Signal Received Power* Akibat Rugi-Rugi Propagasi Pada Frekuensi 2300 MHz Dengan Model Okumura

Sandryones Palinggi ¹, Aan Saputra ²

¹ Institut Teknologi Bandung; 23217112@std.stei.itb.ac.id

² Telkom University; aansaputra30@gmail.com

* Correspondence: sandryones@gmail.com; Tel.: +62-8586-005-0332 (S.P)

Abstract: Teknologi seluler, terutama 4G-LTE, telah berkembang ke arah yang jauh lebih canggih. Teknologi 4G-LTE merupakan kelanjutan dari teknologi sebelumnya yang disebut 3G. Dalam penelitian ini, perhitungan kekuatan sinyal kemudian digunakan untuk menghitung kerugian yang terjadi pada frekuensi 2300 MHz di sepanjang Jalan Cihampelas Bandung, yang memiliki panjang lintasan 2.7 Km. Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif yang menggunakan data primer hasil pengukuran, kemudian membandingkannya dengan metode empiris dalam bentuk perhitungan ideal. Perhitungan di lingkungan *outdoor* menggunakan Model Okumura dengan mempertimbangkan topologi maupun rugi-rugi propagasi di sepanjang Jalan Cihampelas Bandung seperti *Skywalk* Cihampelas dan bangunan bertingkat. Hasil penelitian ini dinyatakan dalam bentuk tabel dan grafik dengan menggunakan Matlab sehingga mudah untuk menarik hasil analisis dari penelitian yang dilakukan, yang mana diketahui bahwa rugi-rugi propagasi yang terjadi mempengaruhi *Reference Signal Received Power* dari jaringan komunikasi seluler berbasis teknologi 4G-LTE.

Keywords: *Reference Signal Received Power*, Rugi-Rugi Propagasi, Model Okumura, Lingkungan *Outdoor*, 4G-LTE

1. Pendahuluan

Bidang telekomunikasi telah banyak mengalami perkembangan yang sangat signifikan. Penerapan teknologi khususnya telekomunikasi telah merambah ke segala bidang. Teknologi 4G-LTE merupakan teknologi seluler terbaru dan telah digunakan secara massal dengan mengandalkan kecepatan yang melebihi teknologi 3G. Dalam banyak kasus, 4G-LTE telah memberikan manfaat yang besar dalam membantu terselesainya sebuah pekerjaan.

Salah satu segmen pekerjaan yang mengandalkan kecepatan akses 4G-LTE adalah transportasi online. Sebagai bentuk pekerjaan yang berbasis pada layanan, transportasi online sangat bergantung pada akses internet dalam memenuhi layanan *customer*. Demikian pula *customer*, memerlukan hal yang serupa.

Dengan kepadatan trafik data di kawasan yang ramai, kecepatan akses data begitu penting, khususnya di area yang diklasifikasikan sebagai wilayah *urban*. Sebuah akses data dengan

mengandalkan kecepatan maupun kestabilan *connectivity* jaringan, tidak akan lepas dari rugi-rugi propagasi yang terjadi di sepanjang lintasan yang menghubungkan antara UE (*User Equipment*) dan *e-NodeB* (eNB). Perlu dilakukan perhitungan khususnya terhadap wilayah yang memiliki tingkat kepadatan tinggi, baik dari segi trafik lalu lintas, maupun kepadatan pengguna jaringan komunikasi.

Dalam paper ini, dilakukan perhitungan rugi-rugi yang terjadi pada frekuensi 2300 MHz sepanjang Jalan Cihampelas, dimana tingkat kepadatan trafik baik dari segi UE sebagai pengguna layanan *broadband* maupun pengguna lalu lintas sebagai *user mobile* yang melintas di sepanjang area yang diteliti. Jalan Cihampelas memiliki profil yang tepat dalam mengukur rugi-rugi propagasi dengan panjang lintasan mencapai 2.7 Km.

Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan perhitungan dengan menggunakan model Okumura dalam menghitung RSRP (*Reference Signal Received Power*) yaitu kuat sinyal 4G-LTE yang diterima oleh *user* dalam frekuensi tertentu. Adapun hasil dari penelitian ini, kemudian dijabarkan dalam bentuk Tabel dan Grafik *Scattering* sehingga memudahkan dalam melakukan identifikasi terhadap performa jaringan 4G-LTE yang terjadi di sepanjang lintasan.

2. Propagasi Seluler 4G

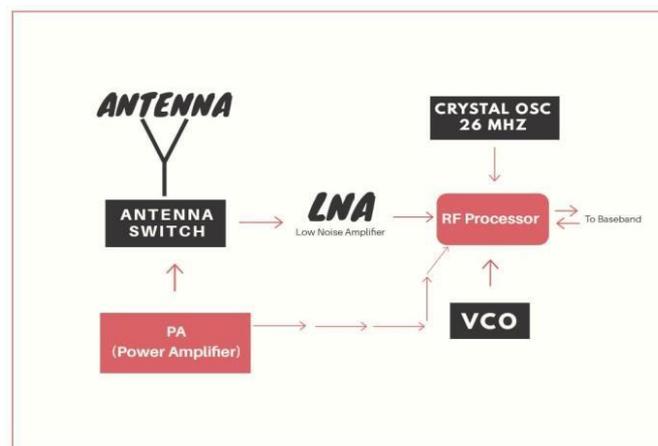
2.1. Propagasi Seluler

Sistem telepon seluler terbagi menjadi 3 (tiga) bagian, yaitu sistem radio, sistem komunikasi telepon dan sistem pemrograman. Sistem komunikasi radio dan telepon terdiri dari sirkuit elektronik pasif dan aktif. Telepon seluler adalah perangkat elektronik yang sangat umum digunakan di masyarakat saat ini dengan wilayah operasi pita UHF (*Ultra High Frequency*), 800 hingga 1900 MHz (*Mega Hertz*). Untuk level yang lebih tinggi, frekuensi yang digunakan adalah 2300 MHz. Rentang frekuensi ini dikategorikan sebagai rentang frekuensi tinggi dan telah diatur oleh semua negara di dunia. [3][4][6]

Pemilihan antena yang baik dapat meningkatkan kinerja sistem secara keseluruhan karena antena dapat berfungsi sebagai penguat untuk pengirim dan penerima. Secara umum, tingkat penerimaan sinyal pada suatu titik dirumuskan:

$$P_{Rx} = P_{Tx} + 2G - FSL \tag{1}$$

$$FSL(dB) = -67.55 + 20\log f(MHz) + 20\log D(cm) \tag{2}$$



Gambar 1. Blok Diagram VCO [3][4]

2.2. Model Rugi-Rugi Lintasan

Penggunaan model lintasan dengan Model Okumura dalam penelitian ini menggunakan frekuensi di atas 1500 MHz. Model Okumura merupakan salah satu model yang paling sering digunakan dalam menghitung atau memprediksikan kekuatan sinyal di area *urban*. Model jenis ini sangat cocok dalam melakukan perhitungan dengan rentang frekuensi dari 150 MHz sampai 1920 MHz pada jarak 1 Km sampai 100 Km dengan ketinggian antenna berkisar 30 meter hingga 1000 meter. Namun, walau demikian, model Okumura masih relevan digunakan hingga pada frekuensi 3000 MHz. [5]

Dalam melakukan penelitian ini, beberapa variabel dipertahankan seperti *median attenuation relative to free space* (A_{mu}), tinggi efektif antenna Tx (h_{te}), dan tinggi efektif antenna Rx (h_{re}). Semua variabel yang digunakan dalam melakukan penelitian ini telah disesuaikan kondisi profil *outdoor* di sepanjang Jalan Cihampelas Bandung.

Dengan menggunakan rentang frekuensi tersebut, maka dengan demikian frekuensi 2300 MHz dapat dihitung dengan menggunakan pemodelan sebagai berikut : [2]

$$L_{Urban} = 43.3 + 33.9 \log f - 13.82 \log h_b - ah_m + (44.9 - 6.55 \log h_b) \log d + C_m \text{ [dB]} \quad (3)$$

dimana f = frekuensi kerja (MHz), h_b = tinggi efektif antenna *transmitter* (BTS/eNB) sekitar 30 - 200 meter, h_m = tinggi efektif antenna *receiver* (*unit mobile*) sekitar 1 - 10 meter, d = jarak antara Tx - Rx (Km) ah_m = faktor koreksi untuk tinggi efektif antenna *unit mobile*. Pemodelan dengan menggunakan Persamaan 3, masih dianggap relevan mengingat penelitian ini menggunakan tipe area *urban*.

$$L_{50}(\text{dB}) = L_f + A_{mu}(f, d) - G(h_{te}) - G(h_{re}) - G_{AREA} \quad (4)$$

Pada Persamaan 4, L_{50} merupakan nilai median dari *path loss*, L_f merupakan *free space loss* atau rugi-rugi propagasi ruang bebas, A_{mu} merupakan *median attenuation relative to free space*, $G(h_{te})$ merupakan *base station antenna heigh gain factor*, $G(h_{re})$ *mobile antenna heigh gain factor*, dan G_{AREA} merupakan gain dari tipe lingkungan *outdoor*. [5]

Selain menggunakan Persamaan 4, model Okumura menggunakan beberapa Persamaan yang digunakan untuk menghitung secara presisi. Adapun Persamaan yang dimaksud, dijabarkan dalam Persamaan 5, Persamaan 6, dan Persamaan 7.

$$G(h_{te}) = 20 \log \left(\frac{h_{te}}{30} \right) \quad 1000m > h_{te} > 30m \quad (5)$$

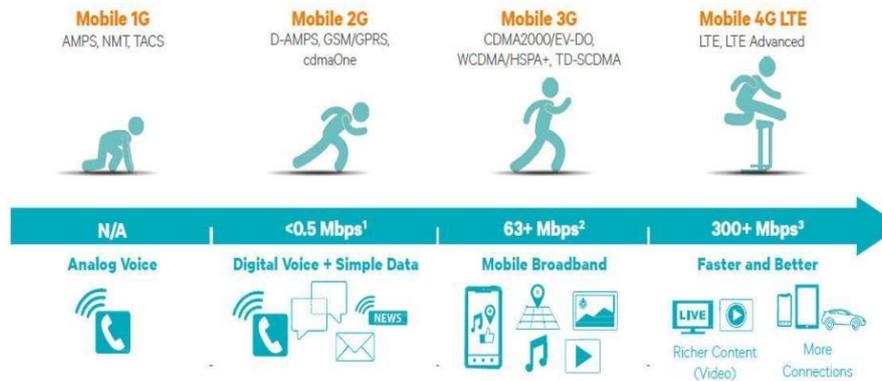
$$G(h_{re}) = 10 \log \left(\frac{h_{re}}{3} \right) \quad h_{re} \leq 30m \quad (6)$$

$$G(h_{re}) = 20 \log \left(\frac{h_{re}}{3} \right) \quad 10m > h_{re} > 3m \quad (7)$$

3

2.3. Teknologi Seluler 4G

Layanan *mobile broadband* terus berkembang seiring dengan meningkatnya mobilitas masyarakat dalam beraktivitas serta kebutuhan layanan internet. Berbagai teknologi seluler terus dikembangkan mulai dari GSM/GPRS/EDGE, UMTS/HSPA, dan teknologi LTE. LTE adalah standar terbaru dalam



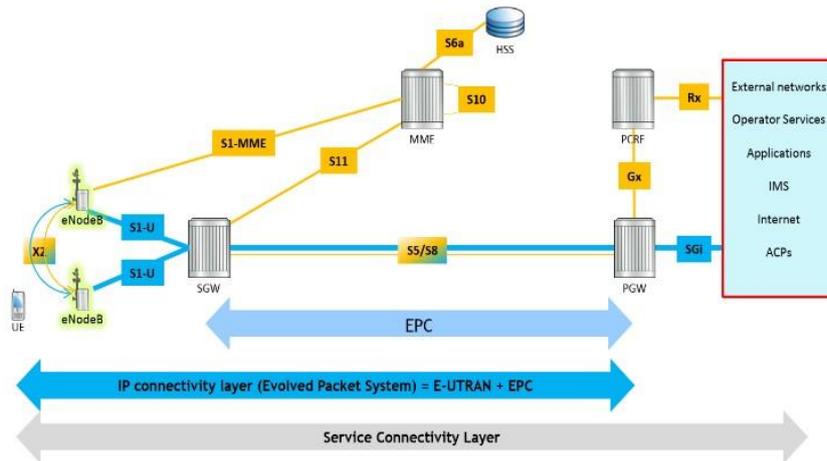
Gambar 2. Roadmap Teknologi Seluler [8]

teknologi jaringan seluler dibandingkan GSM/EDGE dan UMTS/HSPA. LTE adalah sebuah nama baru dari layanan yang mempunyai kemampuan tinggi dalam sistem komunikasi bergerak yang merupakan langkah menuju generasi ke-4 dari teknologi radio yang dirancang untuk meningkatkan kapasitas dan kecepatan jaringan telepon *mobile*. LTE adalah suatu proyek dalam *Third Generation Partnership Project* (3GPP). [7]

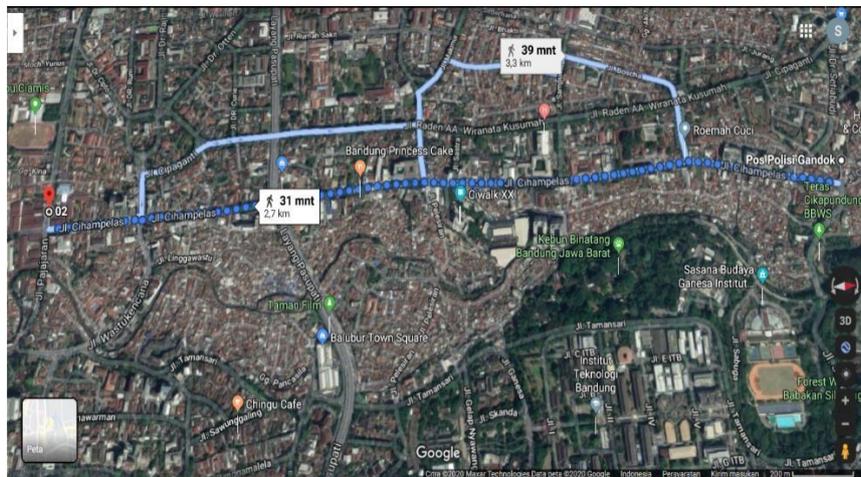
Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa LTE merupakan evolusi dari jaringan seluler yang dipersiapkan untuk teknologi 4G. Keuntungan utama dengan LTE adalah *throughput* yang tinggi, *latency* yang rendah, FDD dan TDD pada platform yang sama, peningkatan pengalaman pelanggan dan arsitektur sederhana yang mengakibatkan biaya operasional yang rendah. LTE juga akan mendukung sel dengan teknologi jaringan yang lebih lama seperti GSM, CDMAOne, WCDMA/UMTS, dan CDMA2000. Banyak fasilitas yang didapat sehingga perlu untuk *upgrade* 3G UMTS ke teknologi komunikasi *mobile* 4G-LTE, yang pada dasarnya adalah sebuah sistem *mobile broadband* dengan peningkatan layanan multimedia. [2]

2.4. Arsitektur 4G

Arsitektur jaringan LTE dirancang untuk tujuan mendukung trafik *packet switching* dengan mobilitas tinggi, QoS (*Quality of Service*), dan *latency* yang kecil. Pendekatan *packet switching* ini memperbolehkan semua layanan termasuk layanan *voice* menggunakan koneksi paket. Oleh karena itu pada arsitektur jaringan LTE dirancang sesederhana mungkin, yaitu hanya terdiri dari dua *node* yaitu eNB dan MME/GW (*Mobility Management Entity/Gateway*). Semua *interface* jaringan pada LTE adalah berbasis IP (*Internet Protocol*). eNB saling terkoneksi dengan *interface* X2 dan terhubung dengan MME/SGW melalui *interface* S1. Pada LTE terdapat 2 *logical gateway*, yaitu S-GW (*Serving Gateway*) dan P-GW (*Packet Data Network Gateway*). S-GW bertugas untuk melanjutkan dan menerima paket ke dan dari eNB yang melayani UE. P-GW menyediakan *interface* dengan jaringan PDN (*Packet Data Network*), seperti internet dan IMS. Selain itu P-GW juga melakukan beberapa fungsi lainnya, seperti alokasi alamat, *packet filtering*, dan *routing*. Jaringan LTE yang disebut sebagai SAE (*System Architecture Evolution*) hanya terdiri atas dua bagian, yaitu EPC (*Evolved Packet Core*) dan E-UTRAN (*Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network*). [2]



Gambar 3. Arsitektur Jaringan 4G-LTE [7]



Gambar 4. Profil Jalan Cihampelas Bandung dengan Citra Satelit

3. Metoda Penelitian

Metoda penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metoda kuantitatif dimana menggunakan data primer hasil pengukuran, lalu membandingkannya dengan metode empiris dalam bentuk perhitungan ideal. Hasil perbandingan tersebut dinyatakan dalam bentuk Tabel dan Grafik dengan menggunakan Matlab sehingga memudahkan dalam penarikan hasil analisis dari penelitian yang dilakukan.

Pengambilan sampel dilakukan secara berurutan, berdasarkan lokasi yang telah ditentukan. Pengukuran kekuatan sinyal yang didapatkan kemudian direkam secara numerik dan digunakan sebagai data pembanding antara perhitungan ideal dan hasil data pengukuran. Dari perbandingan antara keduanya, dapat menggambarkan secara jelas performa RSRP 4G-LTE yang diakibatkan oleh rugi-rugi propagasi yang terjadi di daerah pengambilan data pengukuran.

4. Hasil Penelitian dan Analisis

Lokasi pengambilan data pengukuran adalah sepanjang Jalan Cihampelas Bandung, dengan panjang total adalah 2.7 Km. Pengambilan data, dibagi menjadi 10 titik pengambilan sampel data pengukuran dimana tiap titik lokasinya berjarak ± 270 meter dihitung dari titik 0 meter. Kondisi lalu lintas di Jalan Cihampelas Bandung pada saat pengambilan sampel data pengukuran dalam kondisi

Tabel 1. Lokasi Titik Pengambilan Sampel Data Pengukuran

Jarak (Meter)	Lokasi Pengambilan Sampel Data Pengukuran
0	Pos Polisi Gandok
270	Depan Old Skull Barber Shop
540	Depan Mazda Cihampelas
810	Depan Graha Maranatha Cihampelas
1080	Depan ATM Bank BRI Cihampelas / ATM Bank Permata Cihampelas
1350	Depan Jalan Masuk Ciwalk Mall
1620	Depan Indomaret Cihampelas 122
1890	Dibawah Jembatan Layang Pasteur
2160	Depan Cihampelas Motor
2430	Depan Eiger Adventure Store (Putar Balik Lalu Lintas)
2700	Depan Lampu Merah Perempatan Jalan Padjajaran (Putar Balik Lalu Lintas)

lancar tanpa adanya kemacetan. Secara jelas, dapat dilihat pada Gambar 5 memperlihatkan rute lokasi penelitian di Jalan Cihampelas menggunakan citra satelit. Adapun titik lokasi tempat pengambilan sampel data pengukuran dapat ditunjukkan pada Tabel 1 dimana jumlah titik pengambilan data adalah 11 lokasi sehingga menghasilkan jumlah data yang sama.

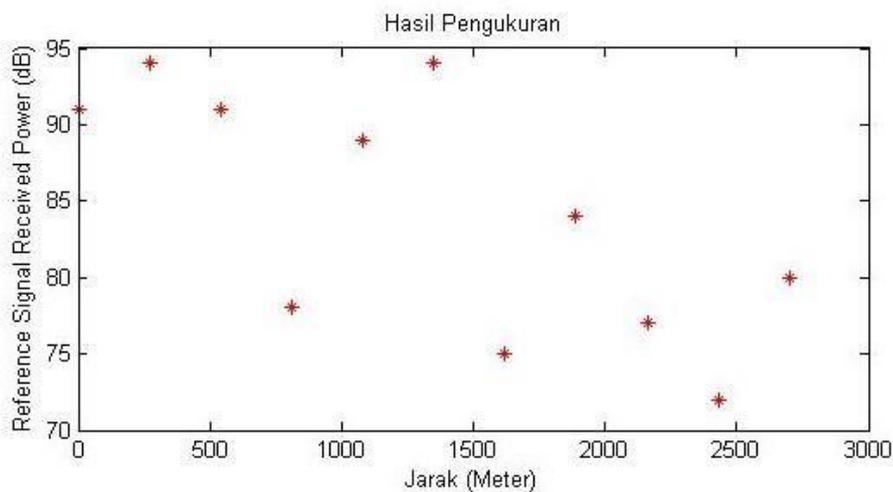
Dalam pengambilan data, telepon seluler digunakan untuk menangkap RSRP 4G-LTE yang dihasilkan dari eNB terdekat dan bersifat sebagai *receive only*. Perangkat telepon seluler tersebut ditanam sebuah perangkat lunak bernama *Network Signal Info Lite*. Perangkat lunak ini berfungsi untuk mengukur RSRP 4G-LTE dari eNB dan meng-*capture* data tersebut. Untuk mendapatkan hasil yang stabil, perangkat telepon dидiamkan di lokasi titik yang telah ditentukan selama 5-10 menit. Nilai rata-rata terbanyak kemudian dicatat sebagai sampel data valid untuk dianalisa.

Lingkungan *outdoor* tempat pengambilan sampel data pengukuran, memiliki profil yang disekitarnya memiliki gedung-gedung yang rata-rata memiliki ketinggian mencapai 2 sampai 3 lantai. Selain itu, terdapat pula *Skywalk* di Jalan Cihampelas dengan tinggi 4.6 meter, lebar 9 meter, dan panjang 450 meter. Walaupun profil ruangan *outdoor* tempat pengambilan sampel data pengukuran kebanyakan memiliki profil *line of sight*, keberadaan *Skywalk* dapat menghalangi sinyal yang sampai ke perangkat walau tidak signifikan secara *real-time*. Adapun hasil sampel data yang didapatkan, dapat ditunjukkan seperti pada Tabel 2.

Jika dilihat dari Gambar 5, RSRP 4G-LTE yang berada di sepanjang Jalan Cihampelas, masuk dalam kategori RSRP 4G-LTE yang *excellent*. Berdasarkan klasifikasi kekuatan sinyal dari perangkat lunak yang digunakan, kategori indikator RSRP terbagi atas 4, yaitu buruk, sedang, baik, dan sangat baik. RSRP 4G-LTE antara -140 dB sampai -116 dB, masuk dalam kategori indikator buruk. RSRP 4G-LTE antara -115 dB sampai -106 dB, masuk dalam kategori indikator sedang. RSRP 4G-LTE antara -105 dB sampai -96 dB, masuk dalam kategori indikator baik. Sedangkan RSRP 4G-LTE antara -95 dB sampai -44 dB, masuk kategori indikator sangat baik. Untuk level RSRP 4G-LTE, semakin mendekati

Tabel 2. RSRP 4G-LTE Berdasarkan Lokasi / Hasil Data Pengukuran

Jarak (Meter)	Lokasi ke-N	RSRP (dB)
0	0	91
270	1	94
540	2	91
810	3	78
1080	4	89
1350	5	94
1620	6	75
1890	7	84
2160	8	77
2430	9	72
2700	10	80



Gambar 5. Distribusi RSRP 4G-LTE Hasil Pengukuran

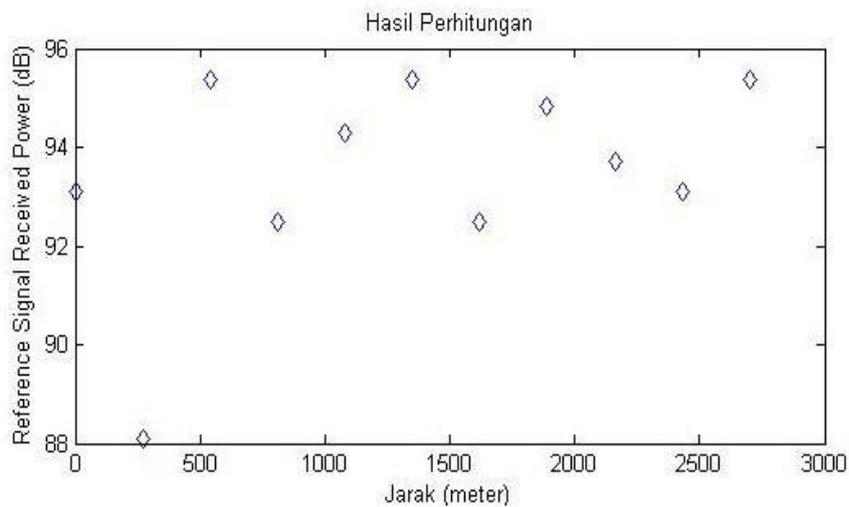
nilai -44 dB, maka level RSRP 4G-LTE untuk wilayah tersebut akan semakin baik. Layanan Operator Seluler yang digunakan adalah Indosat Ooredoo untuk memberikan variabel yang berbeda di masing-masing Provider Seluler. Jika dijabarkan dalam bentuk grafik, RSRP 4G-LTE hasil pengambilan sampel data pengukuran sepanjang Jalan Cihampelas, dapat ditunjukkan pada Gambar 5.

Dalam melakukan perhitungan, beberapa variabel turut dimasukkan seperti redaman pada manusia yang mencapai 3.5 dBm, redaman dedaunan dan kayu (pohon), redaman dinding yang mencapai 13 dB, redaman metal yang mencapai 26 dB, redaman aluminium di sekitar pengambilan data sampel pengukuran yang mencapai 20.4 dB dan redaman lantai yang mencapai 10 dB. Selain dari redaman furniture di sekitar daerah pengambilan sampel pengukuran. Redaman hujan diabaikan dikarenakan pengambilan data sampel pengukuran dilakukan dalam kondisi cuaca yang cerah. Redaman hujan dapat mencapai 30.5 dB per kilometer persegi di atas frekuensi 10 GHz pada sistem seluler [3][4]. Dengan menggunakan Persamaan 2, Persamaan 3, Persamaan 4, Persamaan 5, Persamaan 6, dan Persamaan 7, maka didapatkan hasil perhitungan yang dijabarkan dalam Tabel 3.

Secara lengkap dapat dijabarkan dalam bentuk *scattering* dalam Gambar 6 tentang Hasil Perhitungan. Untuk memudahkan dalam melakukan perbandingan, Tabel 4 menunjukkan Hasil Pengukuran dan Hasil Perhitungan. Adapun dalam Tabel 4, mengacu pada Tabel 3 dan Tabel 4. Berdasarkan pada Tabel 4, maka dapat digambarkan dalam Gambar 7 dan Gambar 8 tentang perbandingan Hasil Pengukuran dan Hasil Perhitungan dengan menggunakan Model Okumura. Adapun hasilnya diperlihatkan pada Gambar 7 dan Gambar 8.

Tabel 3. Hasil Perhitungan RSRP 4G-LTE dengan Model Okumura

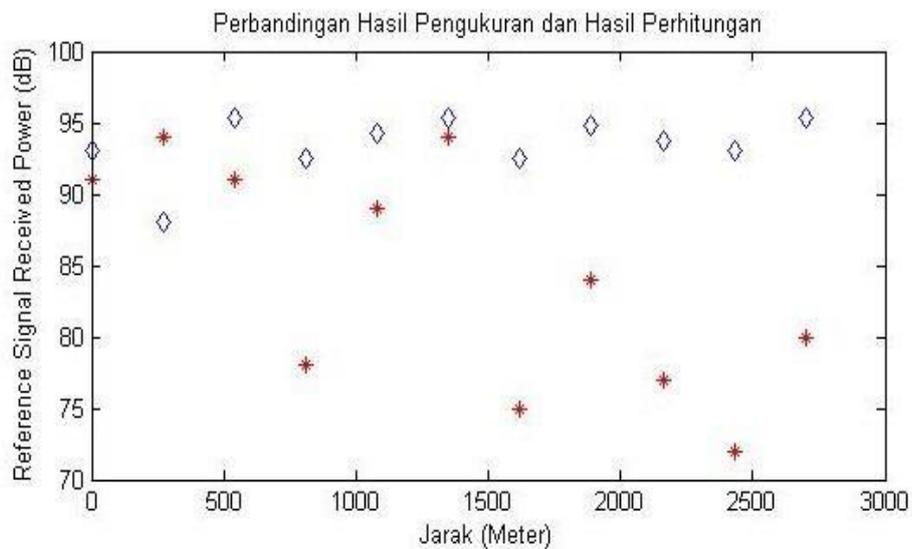
Frekuensi	d_{Tx} ke R_x (m)	H_{te} (m)	H_{re} (m)	RSRP (dB)
2300	25	30	1.5	93.10
	18	30	1.5	88.08
	29	30	1.5	95.37
	24	30	1.5	92.48
	27	30	1.5	94.28
	29	30	1.5	95.37
	24	30	1.5	92.48
	28	30	1.5	94.84
	26	30	1.5	93.70
	25	30	1.5	93.10
	29	30	1.5	95.37



Gambar 6. Distribusi RSRP Hasil Perhitungan

Tabel 4. Perbandingan RSRP 4G-LTE antara Hasil Pengukuran dan Hasil Perhitungan

Lokasi ke-N	Hasil Pengukuran (dB)	Hasil Perhitungan (dB)
0	91	93.10
1	94	88.08
2	91	95.37
3	78	92.48
4	89	94.28
5	94	95.37
6	75	92.48
7	84	94.84
8	77	93.70
9	72	93.10
10	80	95.37



Gambar 7. Distribusi Perbandingan RSRP 4G-LTE antara Hasil Pengukuran dan Hasil Perhitungan

5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan, dapat diambil simpulan sebagai berikut :

- Hasil Pengukuran RSRP 4G-LTE di lokasi yang telah ditentukan berada pada *range* -72 dB sampai -94 dB. Sedangkan Hasil Perhitungan dengan memperhitungkan redaman yang terjadi menggunakan Model Okumura berada pada *range* -88.08 dB sampai -95.37 dB.
- Hasil Pengukuran maupun Hasil Perhitungan dengan Model Okumura, masing-masing dalam kategori level RSRP 4G-LTE yang sangat baik sepanjang Jalan Cihampelas Bandung. Dengan demikian semakin kecil rugi-rugi propagasi, maka level RSRP 4G-LTE yang diterima oleh *user* semakin mendekati baik.
- RSRP 4G-LTE di Jalan Cihampelas Bandung dengan panjang lintasan adalah 2.7 Km, dimana RSRP 4G-LTE telah terdistribusi dengan baik oleh pihak Operator Seluler tanpa adanya

fluktuasi yang signifikan yang mungkin diakibatkan oleh rugi-rugi propagasi sehingga dapat mempengaruhi kekuatan sinyal seluler.

Referensi

1. de Toledo, A.F., & Turkmani, A.M. *Propagation into and within at 900, 1800, 2300 MHz*. University of Liverpool, Department of Electrical Engineering and Electronics. ISSN: 1090-3038. 1992.
2. Nugroho, Daniel A., & Aryanta, Dwi. *Perancangan Simulator Pemodelan Prediksi Redaman Propagasi Outdoor pada Sistem Komunikasi Seluler*. TELKA: Jurnal Telekomunikasi, Elektronika, Komputasi, dan Kontrol. Vol.4, No.2, November 2018, pp. 150-161. ISSN (e): 2540-9123. ISSN (p): 2502-1982.
3. Palinggi, Sandryones., & Iskandar. *Indoor Propagation Environmental Profile Analysis at 2300 MHz*. 2019 IEEE 5th International Conference on Wireless and Telematics (ICWT), Page 72, July 2019. Electronic ISBN: 978-1-7281-4796-3. USB ISBN: 978-1-7281-4795-6. DOI: 10.1109/ICWT47785.2019.8978222.
4. Palinggi, Sandryones., et al. *Estimasi Lokasi Pengguna Telepon Seluler GSM pada Lingkungan Indoor*. CENTIVE: Conference of Electrical Engineering, Telematics, Industrial Technology, and Creative Media. Vol.2, No.1, November 2019, pp. 215-223. ISBN: 978-602-53004-0-0.
5. Rappaport, S. Theodore. *Wireless Communication: Principle and Practice, 2nd Ed*. New York: Pearson Education International. 2002.
6. Razak, Irawati. *Estimasi Lokasi Robust Indoor pada Sistem Komunikasi Wireless*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). 2006.
7. Sridhar, Kamakshi. *Introduction to Evolved Packet Core (EPC): EPC Elements, Protocols and Procedures*. Alcatel-Lucent. 2012. Unpublished.
8. Wahadin, Amrul. *Drive Test & Optimize 4G Network*. Modul Training Edutech Solution. 2019. Unpublished.



© 2019 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).