

Perencanaan Jaringan 4G Menggunakan Model Propagasi Okumura Hata

Lina Irvin Anisa¹, Yus Natali²

^{1,2} Akademi Teknik Telekomunikasi Sandhy Putra Jakarta ^{1,2} Jalan Daan Mogot KM.11, RT.1/RW.4, Cengkareng, Kota Jakarta Barat, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 11710 Indonesia
Linairvinanisa1@gmail.com

Perkembangan teknologi telah meningkatkan gaya hidup masyarakat, salah satunya perkembangan alat berkomunikasi. Hal tersebut juga didukung dengan adanya layanan jaringan sebagai penunjang. Telekomunikasi berbasis seluler merupakan salah satu jenis komunikasi bergerak. Telekomunikasi seluler dapat melayani banyak pengguna layanan pada cakupan area geografis atau wilayah yang cukup luas. Sistem ini juga menawarkan kualitas jaringan yang baik dan tidak kalah jika dibandingkan dengan telepon kabel.

Pada penelitian ini perancangan LTE menggunakan bandwidth 10 MHz pada frekuensi 2100 MHz, menggunakan metode *coverage area* di Pasarkemis Tangerang yang diklasifikasikan sebagai wilayah sub urban dan menggunakan model propagasi Okumura Hata. Parameter yang dianalisis pada penelitian ini antara lain : jumlah site, RSRP, dan RSRQ, berdasarkan simulasi pada software Atoll 3.3.0. Hasil yang didapat berdasarkan perhitungan yaitu : radius sel sebesar 1,5 km, luas sel sebesar 5,3 km², dan jumlah site yang dibutuhkan sebanyak 12 site.

Kata kunci - LTE, coverage area, sub urban, Okumura Hata, RSRP, RSRQ, Atoll.

Technological developments have improved people's lifestyles, one of which is the development of communication tools. This is also supported by the existence of network services as a support. Cellular-based telecommunications is one type of mobile communication. Cellular telecommunications can serve many service users over a wide geographical area or area. This system also offers good and no less network quality compared to cable telephones.

In this study the design of LTE uses 10 MHz bandwidth at 2100 MHz, using the coverage area method in Tangerang Pasarkemis which is classified as a sub-urban area and uses the Okumura Hata propagation model. The parameters analyzed in this study include: number of sites, RSRP, and RSRQ, based on simulations in Atoll 3.3.0 software. The results obtained based on calculations are: cell radius of 1.5 km, cell area of 5.3 km², and the number of sites needed as many as 12 sites.

Keywords - LTE, coverage area, sub-urban, Okumura Hata, RSRP, RSRQ, Atoll.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi telah meningkatkan gaya hidup masyarakat, salah satunya perkembangan alat berkomunikasi. Hal tersebut juga didukung dengan adanya layanan jaringan sebagai penunjang. Telekomunikasi berbasis seluler merupakan salah satu jenis komunikasi bergerak. Sistem ini menawarkan kualitas jaringan yang baik dan tidak kalah jika dibandingkan dengan telepon kabel.

Perkembangan teknologi berkembang secara cepat dari generasi pertama (1G) hingga saat ini generasi keempat (4G). Namun performansi jaringan 4G di Tangerang sekarang ini masih belum stabil antara area satu dengan yang lainnya. Penelitian ini membahas mengenai perencanaan jaringan 4G di area Tangerang khususnya daerah Pasarkemis. Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat mengetahui dan merekomendasikan jaringan 4G di area tersebut menjadi lebih optimal.

II. DASAR TEORI

A. Perkembangan Teknologi Seluler

Teknologi seluler terus berkembang dari waktu ke waktu dengan perubahan teknologi sehingga merubah banyak fitur serta kecepatan akses didalamnya. Dalam perkembangannya teknologi seluler berkembang dari generasi pertama (1G) hingga generasi keempat (4G).

1. Generasi Pertama (1G)
2. Generasi Kedua (2G)
3. Generasi Dua Setengah (2.5G)
4. Generasi Ketiga (3G)
5. Generasi Tiga Setengah (3.5G)
6. Generasi Keempat (4G)

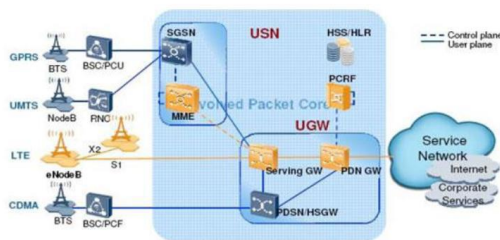
B. Pengenalan 4G

LTE atau Long Term Evolution merupakan generasi teknologi seluler keempat yang dikembangkan oleh 3GPP (3rd Generation

Partnership Project) yang merupakan teknologi lanjutan dari UMTS (Universal Mobile Telephone Standard). Organisasi 3GPP memutuskan kriteria teknologi LTE sebagai berikut :

- Kecepatan data puncak downlink mencapai 100Mbps saat pengguna bergerak cepat dan 1 Gbps saat bergerak pelan atau diam. Sementara untuk uplink kecepatan data puncak mencapai 50 Mbps .
- Delay sistem berkurang hingga 10 ms
- Efisiensi spektrum meningkat hingga empat kali lipat dari teknologi 3.5 G High Speed Packet Access (HSPA)
- Migrasi sistem yang hemat biaya dari HSPA ke LTE
- Meningkatkan layanan broadcast
- Bandwidth yang fleksibel mulai dari 1,4 MHz, 3 MHz, 5 MHz, 10 MHz, 15 MHz, hingga 20 MHz
- Dapat bekerja di berbagai spektrum frekuensi.

C. Arsitektur 4G



Gambar 2.1 Arsitektur Teknologi 4G

Elemen pada jaringan 4G :

1. User Equipment (UE)
2. eNodeB
3. Serving Gateway (SGW)
4. Packet Data Network Gateway (P-GW)
5. Mobile Management Entity (MME)
6. Policy and Charging Rules Function (PCRF)
7. Home Subscriber Server (HSS)

D. Perencanaan Jaringan Seluler

Coverage planning merupakan langkah perencanaan jaringan dari spesifikasi alat dan parameter input jaringan secara teknik, diantaranya dengan mempertimbangkan daya pancar, daya terima, path loss, sensitivitas alat, dan lain-lain. Dalam melakukan planning by coverage, langkah-langkah yang dilakukan meliputi : menghitung link budget, penentuan model propagasi, perhitungan luas sel, dan perhitungan jumlah site.

E. Klasifikasi Daerah

Pengklasifikasian daerah bertujuan untuk memudahkan dalam perhitungan serta penempatan site pada proses perancangan jaringan di daerah perencanaan, karena masing-masing wilayah memiliki kebutuhan trafik yang berbeda-beda sehingga tidak bisa disamakan. Klasifikasi daerah dibagi menjadi 4 type yaitu:

1. Dense Urban
2. Urban
3. Sub Urban
4. Rural

F. Perhitungan MAPL

Untuk menghitung MAPL arah downlink, dapat menggunakan persamaan:

$$\text{MAPL}_{\text{downlink}} = \text{EIRP}_{\text{subcarrier}} - \text{MSRS} - \text{PL} - \text{SF}$$

$$\text{MSRS} = \text{RSUE} + \text{LR}_{\text{body}} + \text{IM}$$

$$\text{RSUE} = \text{SINR} + \text{TNUE} + \text{NFUE}$$

$$\text{EIRP}_{\text{subcarrier}} = \text{P}_{\text{subcarrier}} + \text{GT} - \text{LT}_{\text{cable}}$$

Dimana :

$\text{MAPL}_{\text{downlink}}$: Maximum Allowable Path Loss downlink (dB)

$\text{EIRP}_{\text{subcarrier}}$: Equivalent Isotropic Radiated Power Subcarrier (dBm)

MSRS : Minimum Signal Reception Strength (dBm)

PL : Penetration Loss (dB)

SF : Shadow Fading margin (dB)

RSUE : Receiver Sensitivity UE (dBm)

LR_{body} : Loss body receiver (dB)

IM : Interference Margin (dB)

GT : Gain antenna Transceiver (dB)

NFUE : Noise Figure UE (dB)

TNUE : Thermal Noise per sub-carrier (dBm)

SINR : Required Signal Interference Noise Ratio (dB)

$\text{P}_{\text{subcarrier}}$: Subcarrier Power Transmitt (dBm)

LT_{cable} : Loss Cable Transmitter

G. Perhitungan Jari-Jari Sektor

Jari-jari sektor dapat diketahui dengan memasukkan nilai MAPL ke dalam persamaan model propagasi yang diinginkan. Pada penelitian ini Okumura Hata dipilih sebagai model propagasi yang digunakan. Persamaan model propagaasi Okumura Hata sebagai berikut :

$$a(hm) \text{ (untuk small atau medium city)} = (1,1 \log(f) - 0,7)hm - (1,56 \log(f) - 0,8)$$

$$a(hm) \text{ (untuk large city)} = (3,2 \log(11,75hm)^2 - 4,97$$

$$PL = 69,55 + 26,16 \log(f) - 13,82 \log(hb) - a(hm) + [44,9 - 6,55 \log(hb)] \log d + cm$$

Dimana :

f : frekuensi (MHz)

hb : tinggi antenna BS (m)

hm : tinggi antenna MS (m)

d : jarak MS dengan BS (km)

cm : faktor koreksi (dB) (small / medium city : 0, large city : 3)

H. Perhitungan Jumlah Site

Perhitungan jumlah sel berdasarkan radius jangkauan menggunakan luas daerah yang di cakup terhadap luas daerah tinjauan. Coverage area untuk satu sel dapat dihitung dengan persamaan :

$$L = 2,6 * d^2$$

Dimana :

L = Coverage Area

D = radius sel

Jumlah site yang dibutuhkan dapat diperoleh dari hasil bagi antara luas daerah perencanaan dengan luas

cakupan suatu sel, sehingga dapat diperoleh jumlah site yang dibutuhkan dengan persamaan :

$$\sum \text{site} = \frac{\text{Luas area}}{\text{Luas sel}}$$

Dimana :

$\sum \text{site}$: Jumlah site LTE pada suatu daerah
 Luas daerah : Luas daerah perencanaan
 Luas sel : Luas sel LTE

III. PERANCANGAN

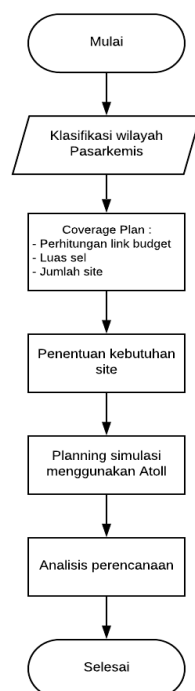
A. Hardware dan Software

Pada perancangan jaringan 4G LTE ini dilakukan di Pasarkemis Tangerang pada frekuensi 2100 MHz dan *bandwidth channel* 10 MHz. Dalam melakukan simulasi, penulis menggunakan beberapa pendukung yaitu :

- Laptop Acer dengan spesifikasi sebagai berikut :
 - Processor : Intel(R) Core(TM) dengan kecepatan 2.20 GHz
 - RAM sebesar 2,00 GB
 - Ukuran hard drive 387 GB
 - System type 32-bit
- Software yang digunakan adalah :
 - Atoll 3.3.0
 - Google Earth
- Parameter yang akan dianalisis pada simulasi ini adalah RSRP dan RSRQ

B. Diagram Alir

Untuk mencapai tujuan yang diharapkan, maka perlu dilakukan beberapa tahap pengerjaan sebagai alur kerja. Gambar 3.1 merupakan alur kerja dalam pengerjaan penelitian ini



Gambar 3.1 Flowchart Perencanaan Jaringan 4G

C. Wilayah Perencanaan



Gambar 3.2 Peta Wilayah Pasar Kemis Tangerang

Pada perencanaan ini, penulis mengambil area Pasar Kemis Tangerang, dengan luas 61,22 km². Pasar Kemis adalah kawasan industri dan kawasan padat penduduk, terletak di sebelah barat Kabupaten Tangerang dengan letak ketinggian dari permukaan laut $\pm$ 35 m. Terdiri dari 9 desa/kelurahan. Jumlah penduduk di Pasarkemis Tangerang 328.455 jiwa (update terakhir 02 Febuari 2018). Sehingga kepadatan penduduknya 5.365 jiwa/km². Berdasarkan kepadatan Pasarkemis diklasifikasikan berdasarkan tipe daerah yaitu Sub Urban. Pengklasifikasian ini bertujuan memudahkan dalam perhitungan serta penempatan site pada proses perancangan jaringan.

D. Penentuan Parameter Perencanaan

Tabel 3.1 Parameter Downlink dan Uplink

	Downlink	Uplink
User	Outdoor	
Environment		
Duplex Mode	FDD	
Frekuensi	2100 MHz	
Model Propagasi	Okumura Hata atau Cost-231	
Frekuensi Bandwidth	10 MHz	
Number Resource Block	100	
Spasi Sub Carrier	15 KHz	
	Parameter Transmitter (eNB)	Parameter Transmitter (UE)
Power Transmit	46 dBm	23 dBm
Gain Antenna Transmit	18 dBi	0 dBi
Tinggi Antenna	50 m	1,5 m
Sub Carrier Power	18,21 dBm	6,19 dBm
Feeder Loss	3 dB	0 dB
	Parameter Receiver (UE)	Parameter Receiver (eNB)

Tinggi Antena	6 m	1,5 m
Body Loss	0 dB	0 dB
Noise Figure	7 dB	2,3 dB
Thermal Noise	-132,22 dBm	-132,22 dBm
Interference Margin	4 dB	1 dB
Gain Antenna Receiver	0 dBi	0 dBi
Penetration Loss Sub Urban	12 dB	12 dB
Shadow Fading Margin Sub Urban	2,8 dB	2,8 dB
Probability Coverage Sub Urban	90%	90%
SINR	6 dB	8 dB

IV. PEMBAHASAN

A. Perhitungan Downlink

Untuk arah *downlink*, persamaan EIRP (*Equivalent Isotropic Radiated Power*) subcarrier adalah :

$$\begin{aligned} \text{EIRP}_{\text{subcarrier}} &= P_{\text{subcarrier}} + G_T - L_{\text{cable}} \\ &= 18,21 + 18 - 3 = 33,21 \text{ dBm} \end{aligned}$$

Sedangkan untuk persamaan *Receiver Sensitivity* arah *downlink* adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{RSue} &= \text{SINR} + \text{NFue} + \text{TN} \\ &= 6 + 7 + (-132,22) = -119,22 \text{ dBm} \end{aligned}$$

Sehingga akan didapatkan persamaan *Minimum Signal Reception Strength* (MSRS) *downlink* adalah :

$$\begin{aligned} \text{MSRS} &= \text{RSue} + L_{\text{Rbody}} + \text{Interference Margin} \\ &= -119,22 + 0 + 4 = -115,22 \text{ dBm} \end{aligned}$$

Kemudian didapatkan MAPL (*Maximum Allowable Path Loss*) untuk arah *downlink* adalah : 130,42

B. Perhitungan Jari-Jari Sel

Dalam perencanaan ini menggunakan frekuensi 2100 MHz dengan model propagasi yang digunakan adalah Okumura Hata atau Cost 231-Hata untuk arah *downlink* dan *uplink*.

Klasifikasi di daerah sub urban menggunakan tinggi antena BS 60 m, karena cenderung bangunan di daerah ini merupakan perumahan penduduk.

Perhitungan *downlink* dengan model propagasi Okumura Hata:

$$PL = 69,55 + 26,16 \log(f) - 13,82 \log(hb) - a(hm) + [44,9 - 6,55 \log(hb)] \log d + cm^{[7]}$$

$$a(hm) \text{ (untuk small atau medium city)} = (1,1 \log(f) - 0,7)hm - (1,56 \log(f) - 0,8)^{[7]}$$

Dimana :

f : frekuensi (MHz)

hb : tinggi antena BS (m)

hm : tinggi antena MS (m)

d : jarak MS dengan BS (km)

$$PL = 69,55 + 26,16 \log(f) - 13,82 \log(hb) - (1,1 \log(f) - 0,7)hm - (1,56 \log(f) - 0,8) + [44,9 - 6,55 \log(hb)] \log d + cm$$

$$130,42 = 69,55 + 26,16 \log 2100 - 13,82 \log 50 - (1,1 \log 2100 - 0,7) 1,5 - (1,56 \log 2100 - 0,8) + [44,9 - 6,55 \log 50] \log d$$

$$130,42 = 69,55 + 86,91 - 24,57 - 4,43 - 4,38 + 33,25 \log d$$

$$130,42 = 123,08 + 33,25 \log d$$

$$130,42 - 123,08 = 33,25 \log d$$

$$7,34 = 33,25 \log d$$

$$\log d = 0,22$$

$$d = 1,7 \text{ km}$$

C. Perhitungan Luas Sel

Perhitungan jumlah sel berdasarkan radius jangkauan menggunakan luas daerah yang dicakup terhadap luas daerah tinjauan. *Coverage area* untuk satu sel dapat dihitung dengan persamaan :

$$L = 2,6 * d^2$$

Dimana : L = Coverage Area

d = Jari-jari Sel

Nilai d yang digunakan hasil perhitungan jari-jari sel (d) dari *pathloss downlink* karena kebutuhan *user* lebih besar pada *downlink*. Karena adanya perbedaan nilai parameter berdasarkan *morphology* pada setiap klasifikasi dan *obstacle* yang ada. Maka digunakan perhitungan *area coverage probability*.

Perhitungan dengan model propagasi Okumura Hata

$$L = 2,6 * d^2$$

$$L = 2,6 * 1,7^2$$

$$L = 7,2 \text{ km}^2$$

Area coverage probability (Urban)

$$= 7,2 * 90\%$$

$$= 6,5 \text{ km}^2$$

D. Perhitungan Jumlah Site

Untuk menentukan jumlah *site* pada suatu daerah dapat menggunakan rumus berikut :

$$\sum \text{LTE Sel} = \frac{\text{Luas Area}}{\text{Luas Sel}}$$

Dimana :

$\sum \text{LTE Sel}$: Jumlah site pada suatu daerah

Luas area : Luas daerah perencanaan (km)

Luas sel : Luas sel LTE (km)

Perhitungan menggunakan model propagasi Okumura Hata

$$\sum \text{LTE Sel} = \frac{\text{Luas Area}}{\text{Luas Sel}} = \frac{61,22}{5,3} = 11,6 \sim 12 \text{ site.}$$

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa nilai MAPL (*Maximum Allowable Path Loss*) untuk arah *downlink* dalam penelitian ini adalah 130,42. Selain itu, didapatkan jari-jari sel untuk daerah Pasarkemis yang diklasifikasikan sebagai wilayah sub urban sebesar 1,7 km dan luas sel sebesar 6,5 km². Jumlah site yang dibutuhkan didapat dari membagi luas area perencanaan dengan luas sel, sehingga jumlah site yang dibutuhkan dalam penelitian ini sebanyak 12 site.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada dosen pembimbing, Yus Natali, ST., MT., yang telah mendanai penelitian ini sehingga penelitian ini terwujud. Selain itu penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada seluruh pihak terkait baik orang tua, dosen pembimbing, pembimbing lapangan, dan dosen-dosen lainnya, serta teman-teman yang banyak memberi dukungan dan masukan membangun kepada penulis terkait dengan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Baihaqi, Nico. 2015. Perencanaan Coverage dan Capacity Jaringan Long Term Evolution(LTE) Frekuensi 700 MHz Pada Jalur Kereta Api dengan Physical Cell Identity(PCI). Bandung : Departemen Elektro dan Komunikasi Universitas Telkom.
- [2] Direktorat Jenderal Sumber Daya dan Perangkat Pos dan Informatika. 2015. *Kebijakan Bidang Sumber Daya dan Perangkat Pos dan Informatika*. Jakarta : KOMINFO.
- [3] Haq, Danang Yaqinuddin. 2017. *Optimalisasi dan Simulasi Jaringan 4G LTE di Area Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*. Tugas Akhir. Yogyakarta : Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- [4] Huawei Technologies Co. 2010. *LTE Radio Network Coverage Dimensioning*.
- [5] Kode wilayah Pasar Kemis Tangerang, diakses dari http://apkapm.data.kemdikbud.go.id/index.php/cberanda/penduduk?kode_wilayah=280300&tahun=2017&tabs=statistik 10 Maret 2019
- [6] MobileComm Professional, Inc. 2013. *LTE Air Interface Course (LTE Radio Procedure)*.
- [7] Negara, I Gede A.S. *Teknologi Long Term Evolution (LTE)*. Bandung : Fakultas Teknik Elektro Universitas Telkom.
- [8] Putra, Ikha D. K., Widhi, Panji. R., Abdul Ghony F.I. 2017. *4G LTE Advanced For Beginner and Consultant*. Depok : Prandia Self Publishing.
- [9] Putra, Tjokorda Gede Agung Surya. Analisis Pengaruh Model Propagasi Dan Perubahan Tilt Antena Terhadap Coverage Area Sistem Long Term Evolution Menggunakan Software Atoll. Skripsi, Universitas Udayana. Jimbaran, 2015
- [10] Rumney, Moray. 2013. *3GPP LTE StandardsUpdate : Release 11, 12, and Beyond*. Agilent Technologies.
- [11] Saputra,Dharma Winata. Analisis Perencanaan LTE-Advanced dengan Metoda Carrier Aggregation Inter-Band Non-Contiguous dan Intra-Band Non-Contiguous Di Kota Bandar Lampung . Skripsi, Telkom University, Bandung, 2015
- [12] S. Heliana, TEKNOLOGI Long Term Evolution (LTE) 4G, 2014.
- [13] Tim Study Group 4G Spectrum Depkominfo. 2010. *Dokumen White Paper Study Group Alokasi Pita Frekuensi Radio untuk Komunikasi Radio Teknologi Keempat (4G)*.
- [14] Wardhana, Lingga dkk. 2015. *4G Handbook Jilid 2*. Jakarta Selatan: Nulis Buku.
- [15] Wikipedia. Wilayah geografis Pasar Kemis, Tangerang diakses dari https://id.wikipedia.org/wiki/Pasar_Kemis,Tangerang 10 Maret 2019
- [16] Wilayah Pasar Kemis Tangerang dan penduduknya, diakses dari <https://tangerangkab.bps.go.id/statictable/2018/02/02/61/jumlah-penduduk-berdasarkan-jenis-kelamin-menurut-kecamatan-di-kabupaten-tangerang-2016.html> 10 Maret 2019