

Analisis Pengaruh Model Propagasi dan Perubahan *Tilt* Antena Terhadap Coverage Area Sistem Long Term Evolution Menggunakan Software Atoll

Putra, T.G.A.S.¹, Sudiarta, P.K.², Diafari, I.G.A.K.³
^{1,2,3} Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Udayana

Email: tjok.aris@gmail.com¹, sudiarta@unud.ac.id², igakdiafari@yahoo.com³

Abstrak

Performansi jaringan komunikasi seluler sistem LTE dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satu faktornya adalah coverage area dari Base Transceiver Station. Jauh dekatnya coverage area ini dipengaruhi oleh power transmitter, frekuensi, spesifikasi perangkat, dan sudut kemiringan (*tilt*) antena. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu perhitungan dan simulasi menggunakan software Atoll untuk menentukan coverage area yang dihasilkan pada frekuensi 900 MHz dengan model propagasi Okumura-Hatta dan ITU-R P.529, dan frekuensi 1800 MHz dengan model propagasi Cost-231 Hatta dan Standard Propagation Model, serta mengubah *tilt* antena hingga 10° untuk mengetahui perubahan jarak jangkauannya. Hasil yang didapatkan adalah pada frekuensi 900 MHz model propagasi Okumura-Hatta menghasilkan jarak jangkauan yang lebih jauh dibandingkan dengan model propagasi ITU-R P.529, dan pada frekuensi 1800 MHz Standard Propagation Model menghasilkan jarak jangkauan yang lebih jauh jika dibandingkan dengan Cost-231 Hatta. Dengan menambah sudut kemiringan (*tilt*) antena, maka jarak jangkauan yang dihasilkan semakin kecil. Dengan perubahan sudut 10° jarak jangkauan pada frekuensi 900 MHz dan 1800 MHz berkurang sebesar 3,491 km dan 1,606 km. Simulasi perencanaan yang dilakukan di Kota Semarang memerlukan 15 site untuk mendapatkan coverage area yang menyeluruh dengan sistem jaringan LTE 900 MHz.

Kata Kunci: Coverage area, model propagasi, *tilt* antena, Long Term Evolution, Atoll

1. PENDAHULUAN

Performansi jaringan komunikasi seluler dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satu faktor tersebut adalah coverage area dari Base Transceiver Station (BTS). Jauh dekatnya coverage area ini dipengaruhi oleh beberapa aspek seperti power transmitter, frekuensi, spesifikasi perangkat, dan sudut kemiringan antena [1]. Menggunakan teknologi Long Term Evolution (LTE) yang merupakan teknologi seluler terbaru yang memiliki kecepatan akses tinggi.

Penelitian ini dilakukan dengan membandingkan pengaruh model propagasi, perubahan frekuensi, dan perubahan *tilt* antena terhadap coverage area yang dihasilkan, serta melakukan perencanaan cell pada suatu wilayah untuk mendapatkan coverage area menyeluruh.

Penelitian terhadap pengaruh model propagasi dan frekuensi ini dilakukan karena terdapat model propagasi yang secara karakteristik perhitungannya sama misalnya ditinjau dari rentang frekuensi yang digunakan, sehingga dapat dilihat perubahan coverage area yang terjadi.

Penelitian mengenai pengaruh perubahan *tilt* antena bertujuan untuk mengetahui seberapa jauh pengurangan jarak jangkauan antena pada setiap penambahan sudut se-

besar 1°. Pengurangan jarak jangkauan pada antena dengan cara menambah *tilt* antena dilakukan pada tahap optimasi untuk menghindari overlapping pada masing-masing sektor antena.

Penelitian berikutnya adalah membuat perencanaan site untuk mendapatkan coverage area menyeluruh pada suatu wilayah. Setiap daerah memiliki kontur wilayah yang berbeda-beda sehingga jika hanya menggunakan perhitungan saja hasil yang didapatkan tidak optimal, maka dibuatlah simulasi perencanaan menggunakan peta wilayah yang berkontur sehingga saat melakukan perencanaan dapat terlihat wilayah yang memiliki ketinggian yang berbeda dan seluruhnya dapat tercakupi oleh sistem jaringan seluler yang direncanakan.

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu perhitungan dan simulasi menggunakan software Atoll untuk menentukan coverage area yang dihasilkan pada frekuensi 900 MHz dengan model propagasi Okumura-Hatta dan ITU-R P.529, dan frekuensi 1800 MHz dengan model propagasi Cost-231 Hatta dan Standard Propagation Model, serta mengubah *tilt* antena hingga 10° untuk mengetahui perubahan jarak jangkauannya.

Penelitian ini dibuat dengan mengembangkan penelitian yang pernah dilakukan mengenai perbandingan model propagasi

secara perhitungan, perencanaan perhitungan *tilt* antena, dan penelitian mengenai perencanaan *coverage* jaringan LTE pada suatu wilayah. Pengembangan yang dibuat pada penelitian ini adalah membuat simulasi menggunakan *software* Atoll dengan mengambil topik penelitian sebelumnya yaitu perbandingan pengaruh model propagasi, *tilt* antena, dan perencanaan *coverage* jaringan dimana hasil perbandingan yang dilakukan digunakan untuk membuat simulasi perencanaan sistem LTE pada suatu wilayah.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka pada penelitian ini mengacu kepada beberapa literatur yang terkait dengan penelitian yang dilakukan. Teori yang diambil berupa teori teknologi LTE, MAPL, model-model propagasi, *tilt* antena, dan Atoll.

2.1 Teknologi Long Term Evolution

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 [2].

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

LTE memiliki kecepatan *downlink* 100 Mbps dan *downlink* 50 Mbps dengan teknologi akses yang digunakan adalah *Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (OFDM) pada arah *downlink* dan *Single Carrier Frequency Division Multiplex* (SC-FDMA) pada arah *uplink*, yang digabungkan dengan penggunaan *Multiple Input Multiple Output* (MIMO).

2.2 Maximum Allowable Path Loss (MAPL)

Maximum Allowable Path Loss adalah nilai maksimum dari perhitungan redaman propagasi dari perangkat eNodeB dan *mobile station*. Nilai perhitungan MAPL ini dibagi menjadi dua yaitu untuk MAPL arah *uplink* dan *downlink*. Nilai *uplink* digunakan untuk menentukan nilai maksimum redaman propagasi dari *mobile station* ke eNodeB, dan nilai *downlink* merupakan nilai maksimum redaman propagasi dari eNodeB ke *mobile station* agar tetap dapat melayani keperluan dari komunikasi untuk seluruh *user* dalam suatu cakupan daerah[3].

2.3 Model Propagasi Okumura-Hatta

Model propagasi *Okumura-Hata* digunakan untuk mengetahui radius sel pada wilayah *urban* dan *sub urban*. *Range* frekuensi yang digunakan adalah 150 hingga 1500 MHz. Persamaan untuk menghitung redaman propagasi di daerah urban yakni sebagai berikut [4].

$$L_u = 69,55 + 26,16 \log f - 13,83 \log h_b + a(h_m) + (44,9 - 6,55 \log h_b) \log d \dots\dots(1)$$

Persamaan tersebut digunakan untuk kondisi berikut.

$$150 \leq f \leq 1500 \text{ MHz} \\ 30 \leq h_b \leq 200 \text{ m} \\ 1 \leq d \leq 20 \text{ km}$$

$a(h_m)$ adalah faktor koreksi antena *mobile* yang nilainya adalah sebagai berikut.

$$a(h_m) = 3,2 (\log 11,75 h_m)^2 - 4,97 \text{ dB} \dots\dots(2)$$

$$L_u = \text{Path loss rata-rata (dB)} \\ f = \text{frekuensi (MHz)} \\ h_b = \text{tinggi antena Base Station (m)} \\ h_m = \text{tinggi antena Mobile Station (m)} \\ d = \text{jarak antara MS dan BS (km)}$$

2.3 Model Propagasi Cost-231 Hata

Model propagasi COST 231 Hata digunakan untuk mengetahui radius sel pada wilayah *urban*. *Range* frekuensi yang digunakan adalah 1500 - 2000 MHz. Adapun persamaan untuk menghitung redaman propagasi di daerah urban adalah sebagai berikut [4].

$$L_u = 46,3 + 33,9 \log f - 13,82 \log h_b + a(h_m) + (44,9 - 6,55 \log h_b) \log d + C_m \quad (3)$$

Persamaan tersebut digunakan untuk kondisi berikut.

$1500 \leq f \leq 2000$ MHz
 $30 \leq h_b \leq 200$ m
 $1m \leq h_m \leq 10$ m
 $1 \leq d \leq 20$ km
 $C_m = 3$ dB (daerah urban)

$a(h_m)$ adalah faktor koreksi antena *mobile* yang nilainya sebagai berikut.

$$a(h_m) = 3,2 (\log 11,75 h_m)^2 - 4,97 \text{ dB} \dots\dots (4)$$

2.4 Model Propagasi ITU-R P.529

Model propagasi *ITU-R P.529* merupakan modifikasi dari model propagasi *Hatta* yang bertujuan untuk memperbaiki berbagai keterbatasan yang dimiliki oleh model *Hatta*. Model propagasi *ITU-R P.529* bekerja pada rentang frekuensi 150-1500 MHz, Adapun persamaan untuk menghitung propagasi di daerah urban adalah sebagai berikut [5].

$$L_u = 69,82 + 7,37 \log f + 13,82 \log h_b - a(h_m) + (44,9 - 6,55 \log h_b) \log d \dots\dots(5)$$

$$a(h_m) = (1,1 \log f - 0,7) h_m - 1,56 \log f - 0,8 \dots\dots\dots(6)$$

2.5 Standard Propagation Model

Standard propagation model merupakan model propagasi yang didasarkan dari model propagasi *Okumura-Hatta* yang mendukung frekuensi yang lebih tinggi dari 1500 MHz. *Standard propagation model* didasari oleh persamaan 7 [6].

$$L_u = K_1 + K_2 \log d + K_3 \log H_{T_{\text{reff}}} + K_4 + K_5(\log d)(\log H_{T_{\text{reff}}}) + K_6 H_{R_{\text{reff}}} + K_{\text{clutter}} \dots\dots\dots(7)$$

K merupakan konstanta yang digunakan pada *Standard Propagation Model* dengan keterangan seperti berikut.

- K_1 = Frekuensi konstan (dB)
- K_2 = Jarak redaman konstan
- d = jarak antara transmitter dan receiver
- K_3, K_4 = Koefisien koreksi dari tinggi mobile station
- K_5, K_6 = koefisien koreksi dari tinggi antenna base station
- K_{clutter} = koefisien koreksi dari redaman clutter
- $H_{T_{\text{reff}}}$ = tinggi efektif dari transmitter pada base station
- $H_{R_{\text{reff}}}$ = dan receiver pada mobile station

Nilai dari parameter K dapat dilihat pada Tabel 1 berikut

Tabel 1 K-Parameter Untuk Wilayah Asia

K Values	Dense Urban	Urban	Sub-Urban	Rural	Highways
K_1	68,02	69,02	69,02	57,02	78,02
K_2	48	45,9	44,9	48	40,1
K_3	34,9	34,9	34,9	34,9	34,9
K_4	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2
K_5	-6,55	-6,55	-6,55	-6,55	-6,55
K_6	0	0	0	0	0
K_{clutter}	5	5	5	5	5

2.6 Tilting Antena

Tilt antena merupakan besar sudut kemiringan pada antena dengan satuan derajat, semakin besar sudutnya maka posisi antena akan semakin turun/menunduk. Proses mengubah *tilt* antena dinamakan *tilting* antena. *Tilting* antena merupakan tahapan optimasi yang dapat langsung dilakukan setelah mengadakan drive test. *Tilting* antena bertujuan untuk menambah jangkauan yang dapat dijangkau oleh antena. *Tilting* terbagi menjadi dua yaitu *mechanical tilting* dan *electrical tilting* [7].

1. *Mechanical tilting* adalah mengubah azimuth antenna dan tingkat kemiringan antena secara fisik. Dampak yang dihasilkan oleh *mechanical tilting* adalah berubahnya luas *coverage area* secara keseluruhan.
2. *Electrical tilting* adalah kegiatan mengubah daya pancar antenna dengan cara mengatur parameter kelistrikan pada antena. Berbeda dengan *mechanical tilting*, perubahan pada *electrical tilt* hanya akan berdampak pada ukuran *main lobe* yang dipancarkan oleh antenna.

2.7 Software Radio Planning Atoll

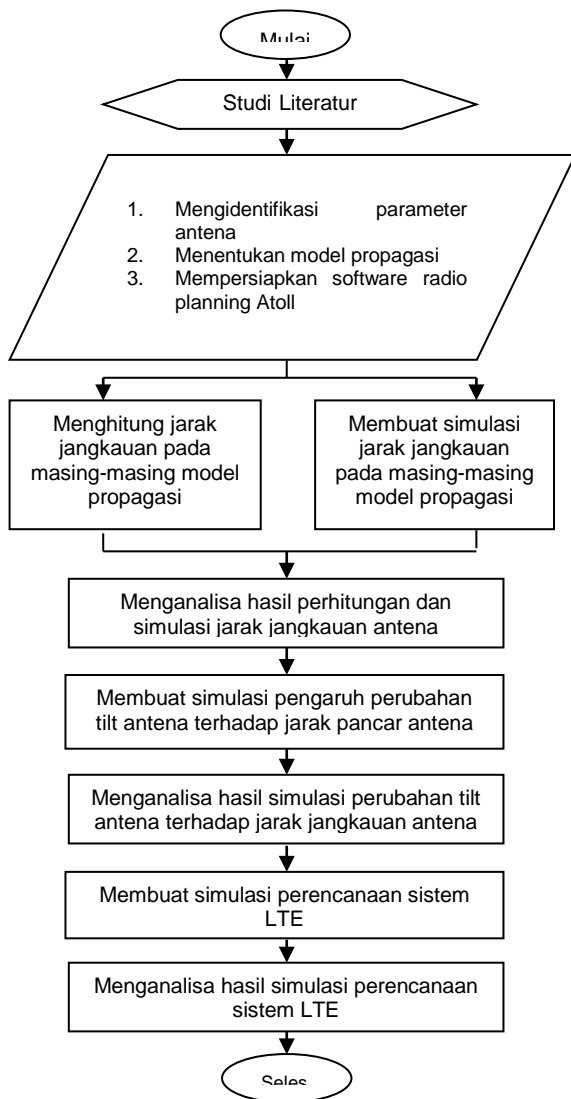
Atoll merupakan sebuah *software radio planning* yang menyediakan satu set alat dan fitur yang komperhensif dan terpadu yang memungkinkan user untuk membuat suatu proyek perencanaan microwave ataupun perencanaan radio dalam satu aplikasi. Beberapa prediksi study dari cakupan area dapat dikonfigurasi sesuai kehendak perancang [8]. Study yang disuguhkan diantaranya.

1. *Coverage by signal level* : Menghitung area yang tertutupi oleh level sinyal dari tiap cell.
2. *Coverage by C/(I+N) level (DL)* : Menghitung area yang tertutupi oleh SINR *downlink*. SINR adalah perbandingan antara kuat sinyal dengan kuat interferensi ditambah noise yang dipancarkan oleh cell.
3. *Coverage by C/(I+N) level (UL)* : Menghitung area yang tertutupi oleh SINR *uplink*.

4. Coverage by throughput (DL) : Menghitung area yang tertutupi oleh throughput downlink.
5. Coverage by throughput (UL) : Menghitung area yang tertutupi oleh throughput uplink.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu dengan perhitungan dan simulasi menggunakan software Atoll untuk menentukan coverage area yang dihasilkan pada frekuensi 900 MHz untuk model propagasi Okumura-Hatta dan ITU-R P.529, dan frekuensi 1800 MHz untuk model propagasi Cost-231 Hatta dan Standard Propagation Model, serta pada sudut kemiringan yang berbeda. Data spesifikasi antena yang digunakan adalah spesifikasi standar LTE yang direkomendasikan oleh 3GPP. Untuk lebih jelasnya, flowchart penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



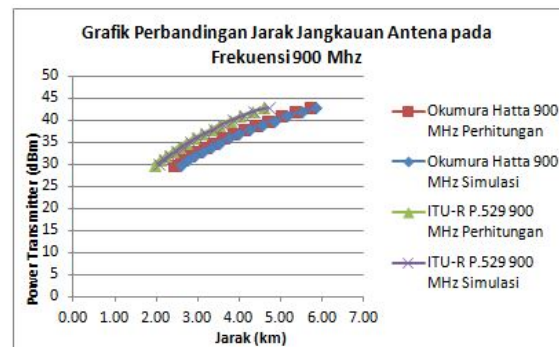
Gambar 1. Flowchart Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian pengaruh model propagasi dan perubahan tilt antena terhadap coverage area dilakukan dengan perhitungan dan simulasi menggunakan Atoll. Data yang digunakan adalah spesifikasi standar sistem LTE yang direkomendasikan 3GPP dengan menggunakan power transmitter berbeda dari 30 – 43 dBm. Perhitungan dan simulasi redaman model propagasi dilakukan pada frekuensi 900 MHz dengan model propagasi Okumura-Hatta dan ITU-R P.529, dan frekuensi 1800 MHz dengan model propagasi Cost-231 Hatta dan Standard Propagation Model untuk mendapatkan jarak jangkauan antena dari masing-masing frekuensi dan model propagasi. Hasil perhitungan dan simulasi untuk masing-masing frekuensi dan model propagasi dibandingkan berdasarkan frekuensi yang sama untuk model propagasi yang berbeda, serta frekuensi dan model propagasi yang berbeda.

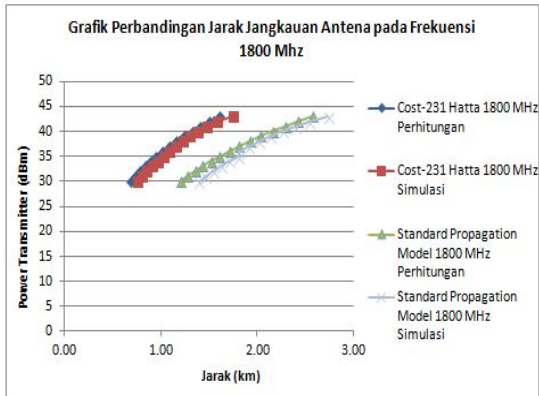
4.1 Pengaruh Perubahan Model Propagasi Terhadap Jarak Jangkauan Antena

Perhitungan dan simulasi yang dilakukan untuk frekuensi 900 MHz dan 1800 MHz pada masing-masing model propagasi dan power transmitter didapatkan hasil seperti Gambar 2 dan Gambar 3 berikut.



Gambar 2. Grafik Perbandingan Jarak Jangkauan Antena pada Frekuensi 900 MHz

Gambar 2 merupakan grafik perbandingan jarak jangkauan antena pada frekuensi 900 MHz dari hasil perhitungan dan simulasi. Model propagasi Okumura-Hatta menghasilkan jarak jangkauan yang lebih jauh jika dibandingkan dengan model propagasi ITU-R P.529 baik secara perhitungan maupun simulasi. Dengan power maximum 43 dBm secara perhitungan dan simulasi model propagasi Okumura-Hatta menghasilkan jarak jangkauan sebesar 5,69 km dan 5,828 km, sedangkan model propagasi ITU-R P.529 menghasilkan jarak jangkauan sebesar 4,57 km dan 4,671 km.



Gambar 3. Grafik Perbandingan Jarak Jangkauan Antena pada Frekuensi 1800 MHz

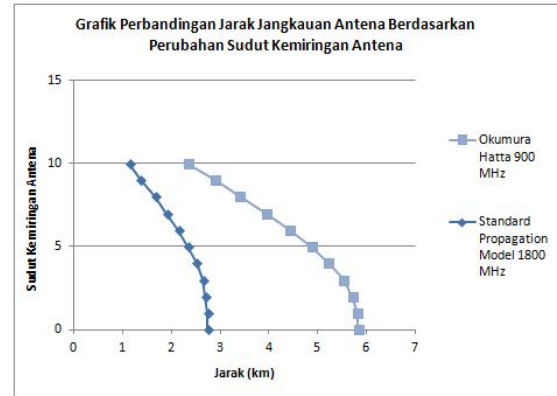
Gambar 3 merupakan grafik perbandingan jarak jangkauan antena pada frekuensi 1800 MHz dari hasil perhitungan dan simulasi. Model propagasi *Standard Propagation Model* menghasilkan jarak jangkauan yang lebih jauh jika dibandingkan dengan model propagasi *Cost-231 Hatta* baik secara perhitungan maupun simulasi. Dengan *power maximum* 43 dBm secara perhitungan dan simulasi model propagasi *Standard Propagation Model* menghasilkan jarak jangkauan sebesar 2,57 km dan 2,74 km, sedangkan model propagasi *Cost-231 Hatta* menghasilkan jarak jangkauan sebesar 1,6 km dan 1,744 km.

Gambar 2 dan Gambar 3 menunjukkan, setiap model propagasi mendapatkan hasil jarak jangkauan yang berbeda walaupun menggunakan frekuensi dan spesifikasi perangkat yang sama. Perbedaan ini disebabkan karena persamaan yang digunakan dalam perhitungan model propagasi yang berbeda. Seperti pada model propagasi *Okumura-Hatta* dengan *ITU-R P.529* meskipun menggunakan parameter yang sama dalam perhitungan seperti frekuensi, tinggi antena *base station*, dan tinggi *mobile station* tetapi variabel yang digunakan yang berbeda serta penggunaan tanda hitung yang berbeda seperti yang terlihat pada Persamaan 1 dan 5.

4.2 Pengaruh Perubahan Tilt Antena Terhadap Jarak Jangkauan Antena

Pengaruh perubahan *tilt* antena terhadap jarak jangkauan dilakukan dengan simulasi. Simulasi dilakukan pada frekuensi 900 MHz dan 1800 MHz, model propagasi yang digunakan adalah *Okumura-Hatta* untuk frekuensi 900 MHz dan *Standard Propagation Model* untuk frekuensi 1800 MHz. *Tilt* antena yang digunakan adalah 0° sampai 10° .

Simulasi yang dilakukan pada masing-masing frekuensi didapat hasil seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Perbandingan Jarak Jangkauan Antena Berdasarkan Perubahan *Tilt* Antena

Gambar 4 merupakan grafik perbandingan jarak jangkauan antena berdasarkan perubahan *tilt* antena pada frekuensi 900 MHz dan 1800 MHz. Pada frekuensi 900 MHz dengan 0° jarak jangkauannya sebesar 5,828 km dan dengan 10° jarak jangkauannya sebesar 2,337 km. Pada frekuensi 1800 MHz dengan 0° jarak jangkauannya sebesar 2,74 km dan dengan 10° jarak jangkauannya sebesar 1,134 km.

Tilt antena berpengaruh terhadap jarak jangkauan antena, dimana dengan semakin besar *tilt* antena maka posisi antena akan semakin menunduk sehingga mengakibatkan jarak jangkauan antena yang semakin kecil. Pada tiap-tiap perubahan sudut mengalami perubahan jarak yang tidak konstan, artinya setiap satu derajat perubahan sudut untuk sudut 1° , 2° , 3° , hingga 10° terjadi perubahan jarak yang tidak sama, ini berlaku di kedua frekuensi yang diujikan. Secara keseluruhan dengan perubahan sudut 10° jarak jangkauan pada frekuensi 900 MHz dan 1800 MHz berkurang sebesar 3,491 km dan 1,606 km.

4.3 Simulasi Perencanaan Sistem LTE

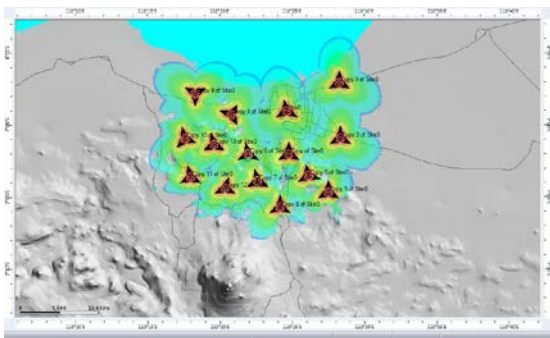
Simulasi jarak jangkauan berdasarkan model propagasi, frekuensi, dan sudut kemiringan antena yang sudah dilakukan merupakan simulasi dalam kondisi ideal dimana tidak memperhitungkan kontur wilayah perencanaannya. Untuk simulasi perencanaan sistem LTE akan dilakukan dengan memperhitungkan kontur wilayah dengan mengambil wilayah perencanaan pada Kota Semarang. Perencanaan yang dibuat adalah perencanaan sistem LTE 900 MHz dengan model propagasi *Okumura-Hatta* untuk mendapatkan *coverage* menyeluruh pada wilayah Kota Semarang.

Luas *coverage area* untuk satu *site* berdasarkan hasil simulasi *coverage area* pada frekuensi 900 MHz dengan model

propagasi *Okumura-Hatta* adalah sebesar 88,309 km. Dengan luas *coverage area* sebesar 88,309 km maka diperlukan 5 *site* untuk dapat mencakupi seluruh wilayah Kota Semarang.

Hasil tersebut merupakan hasil perhitungan tanpa memperhitungkan kontur ketinggian pada wilayah tersebut. Kota Semarang memiliki kontur ketinggian wilayah yang berbeda-beda sehingga dapat mempengaruhi *coverage area* yang dihasilkan. Maka dari itu perlu dilakukan lagi simulasi untuk mendapatkan hasil pemetaan yang dapat digunakan sebagai acuan dalam realisasinya.

Hasil simulasi perencanaan yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6 berikut



Gambar 5. Hasil Perhitungan Coverage Pada Atoll

Gambar 5 merupakan hasil perencanaan yang ditampilkan pada *software* Atoll.



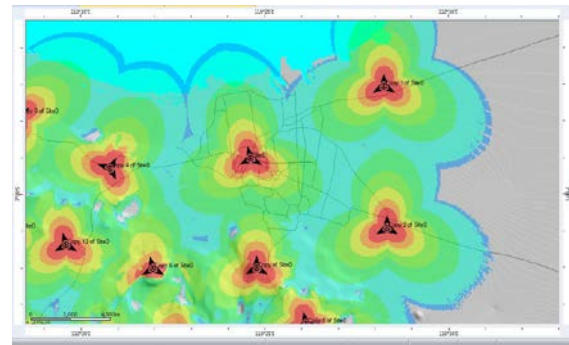
Gambar 6. Hasil Perencanaan Pada Google Earth

Gambar 6 merupakan hasil perencanaan yang sudah dikonversi dan ditampilkan pada aplikasi *Google Earth*.

Pada Gambar 5 dan Gambar 6 terlihat bahwa kota Semarang telah tercakupi oleh jaringan yang direncanakan. Untuk mendapatkan *coverage* menyeluruh pada kota Semarang dibutuhkan 15 *site* tiga sektor dengan jari-jari cell dan spesifikasi yang mengacu pada analisis yang telah dilakukan sebelumnya.

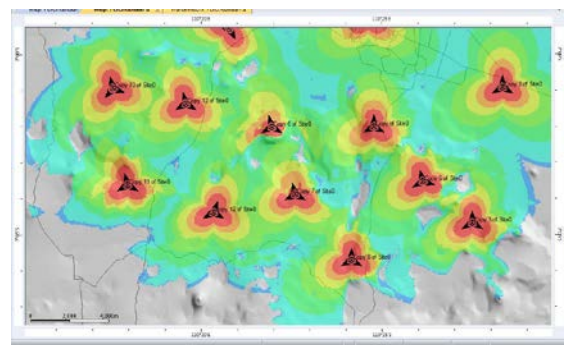
Terdapat perbedaan hasil jumlah *site* yang digunakan jika dilakukan secara

perhitungan dan simulasi. Hasil perhitungan hanya memerlukan 5 *site* sedangkan hasil simulasi memerlukan 15 *site* untuk mencakupi seluruh wilayah kota Semarang. Hal ini disebabkan kondisi kontur kota Semarang tidak diperhitungkan saat melakukan perhitungan sedangkan dalam melakukan simulasi, kontur wilayah diperhitungkan karena menggunakan peta wilayah yang memiliki kontur ketinggian. Perbedaan ketinggian wilayah akan berpengaruh terhadap *coverage area* yang dihasilkan, dimana jika pada wilayah dengan kontur yang rata *coverage area* akan mencakupi wilayah secara maksimum seperti pada Gambar 7 berikut



Gambar 7. Hasil Coverage Area pada Daerah yang Landai

Gambar 7 merupakan hasil perencanaan pada wilayah dengan permukaan yang landai. Dapat dilihat pada gambar 7 bahwa *coverage area* pada tingkat ketinggian yang sama akan mendapatkan hasil yang merata pada tiap-tiap sektor. Sementara hasil *coverage* untuk daerah yang memiliki tingkat ketinggian yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 8 berikut.



Gambar 8. Hasil Coverage Area pada Daerah dengan Ketinggian Berbeda

Gambar 8 merupakan hasil perencanaan pada wilayah yang memiliki ketinggian yang berbeda. Dapat dilihat pada Gambar 8 bahwa pada daerah dengan tingkat ketinggian yang berbeda *coverage* yang dihasilkan dari masing-masing sektor akan berbeda tergantung dari kontur di sekitarnya. Dengan kondisi seperti ini maka diperlukan lebih

banyak *site* untuk menutupi wilayah yang tidak terjangkau akibat adanya penghalang karena kontur ketinggian. Hal inilah yang menyebabkan *site* yang diperlukan untuk mencakupi seluruh wilayah menjadi lebih banyak jika dibandingkan dengan perhitungan secara teoritis saja yang mengabaikan kontur wilayah. Jadi dari perencanaan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa kontur wilayah saat melakukan perencanaan akan berpengaruh terhadap *coverage area* yang dihasilkan.

Hasil perencanaan yang dilakukan, Kota Semarang telah tercakupi seluruhnya dengan jaringan yang diinginkan. Walaupun masih terdapat beberapa *blank spot* dikarenakan Kota Semarang merupakan kota yang memiliki ketinggian wilayah yang berbeda-beda, tetapi wilayah tersebut merupakan wilayah hutan dan perbukitan yang sifatnya tidak *urgent* untuk mendapat *coverage* jaringan seluler. Selain itu untuk memastikan wilayah tersebut dikategorikan *blank spot* atau tidak, maka perlu dilakukan pengukuran langsung di lapangan setelah melakukan realisasi perencanaan.

5. SIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari pembahasan yang telah dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Pada frekuensi 900 MHz model propagasi *Okumura-Hatta* menghasilkan jarak jangkauan yang lebih jauh dibandingkan dengan model propagasi *ITU-R P.529*, dan pada frekuensi 1800 MHz *Standard Propagation Model* menghasilkan jarak jangkauan yang lebih jauh jika dibandingkan dengan *Cost-231 Hata*.
2. Perubahan sudut kemiringan antena berpengaruh terhadap jarak jangkauan yang dihasilkan, dimana semakin besar *tilt* antena maka jarak jangkauan yang dihasilkan akan semakin kecil. Dengan perubahan sudut 10° jarak jangkauan pada frekuensi 900 MHz dan 1800 MHz berkurang sebesar 3,491 km dan 1,606 km.
3. Simulasi perencanaan yang dilakukan di Kota Semarang memerlukan 15 *site* untuk mendapatkan *coverage area* yang menyeluruh dengan sistem jaringan LTE 900 MHz.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Purba, B.D., Santoso, I., Christyono, Y. 2008. Simulasi Prediksi Cakupan Antena pada BTS (tugas akhir). Semarang : Universitas Diponegoro

- [2] Hikmaturokhman, A., Wardhana, L. 2014. 4G Handbook. Jakarta Selatan: www.nulisbuku.com.
- [3] Dewi, K.L.K. 2014. Perencanaan *Coverage* Pada Sistem *Long Term Evolution* 700 Mhz di Kota Denpasar (tugas akhir). Denpasar : Universitas Udayana
- [4] Primadasa, I.G.P.B. 2014. Perencanaan *Coverage* Jaringan LTE 1900 MHz Di Wilayah Kota Denpasar Dengan Memperhitungkan *Offered Bit Quantity* (OBQ) (tugas akhir). Denpasar : Universitas Udayana
- [5] Spectrum Planning Team. 2001. Investigation of Modified Hata Propagation Models (spectrum planning report). Radiofrequency Planning Group Australian Communications Authority
- [6] Rani, M.S., Behara, S., Suresh, K. 2012. Comparison of Standard Propagation Model (SPM) and Stanford University Interim (SUI) Radio Propagation Models for Long Term Evolution (LTE). India : Department of ECE, Chaitanya Engineering College Visakhapatnam.
- [7] Kautsar, F.A. 2009. Optimasi Pelayanan Jaringan Berdasarkan Drive Test. (tugas akhir). Jakarta: Universitas Indonesia.
- [8] Fauzi, M.R., Sukiswo. 2014. Perencanaan Jaringan Lte (Long Term Evolution) Menggunakan Software Radio Planning (Atoll) (tugas akhir). Semarang : Universitas Diponegoro.