

Perancangan Aplikasi Perencanaan Cakupan LTE Kabupaten Kampar

Saljuwita¹⁾, Linna Oktaviana Sari²⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Informatika, ²⁾Dosen Teknik Informatika
Program Studi Teknik Informatika S1, Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km. 12,5 Simpang Baru, Panam,
Pekanbaru 28293

Email: saljuwita.s@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Planning for LTE coverage has several parameters that must be met according to the standards set by 3GPP and telecommunications operators. This study designed an LTE coverage planning application to determine the extent of cell coverage and the number of sites needed on a desktop basis. This application uses a frequency of 2300 MHz with the duplex TDD method and makes it easier to calculate the number of sites needed to cover all areas in Kampar Regency. The propagation model used for planning calculations is Cost-231 Hata. The research obtained results that the value of calculations in this application approached the results of manual calculations. The differences occur due to differences in rounding in the manual calculation process with rounding by the application.

Keywords : *LTE, coverage planning, site, Cost-231 Hata, desktop application*

I. PENDAHULUAN

Long Term Evolution (LTE) merupakan sebuah proyek dari *Third Generation Partnership Project (3GPP)* untuk meningkatkan kapasitas dan kecepatan jaringan sistem komunikasi seluler dari pendahulunya generasi ke-3 atau 3G yaitu UMTS WCDMA. LTE mempunyai dua mode operasi, yaitu *Frequency Division Duplex (FDD)* dan *Time Division Duplex (TDD)*. FDD menggunakan frekuensi yang berbeda antara *downlink* dan *uplink*, sedangkan TDD menggunakan frekuensi tunggal baik untuk *downlink* dan *uplink*. Di Indonesia untuk LTE FDD pada umumnya menggunakan frekuensi 900 MHz dan 1800 MHz, sedangkan untuk LTE TDD menggunakan frekuensi 2100 MHz dan 2300 MHz.

Perencanaan (*planning*) merupakan penentuan jumlah *site* yang dibutuhkan pada

suatu wilayah tertentu untuk menyediakan layanan seluler. *Planning* terbagi menjadi dua yaitu perencanaan kapasitas (*capacity planning*) dan perencanaan cakupan (*coverage planning*). *Coverage planning* merupakan suatu teknik perencanaan jaringan untuk mengetahui jumlah *site* yang dibutuhkan untuk mencakup seluruh daerah perencanaan dengan memperhatikan spesifikasi alat yang digunakan serta memperhatikan kemampuan teknis jaringan yang digunakan seperti daya yang dipancarkan, *path loss* dan lain-lain. Langkah-langkah dalam teknik *coverage planning* antara lain menghitung *link budget*, pemilihan model propagasi, menghitung luas cakupan sel, dan menghitung jumlah *site* yang dibutuhkan. Untuk menghitung area cakupan sebuah sel, terdapat beberapa model propagasi yang digunakan, yaitu model *Okumura-Hatta* dan model *Cost-231 Hata*.

Pada langkah-langkah dalam teknik *coverage planning* tersebut memiliki beberapa parameter yang harus dipenuhi menurut standar ketentuan yang ditetapkan oleh 3GPP maupun operator telekomunikasi, seperti ketinggian antena, tipe antena yang digunakan, area morfologi, dan lain sebagainya. Setelah semua parameter diketahui, dilakukan proses perhitungan secara manual yang membutuhkan waktu dan ketelitian, karena pada proses perhitungan ini akan didapatkan informasi berupa luas cakupan sel dan jumlah *site* yang dibutuhkan untuk mencakup seluruh wilayah perencanaan.

Kabupaten Kampar merupakan salah satu kabupaten terbesar yang berada di Provinsi Riau dengan luas 11289,28 km² yang terdiri dari 21 kecamatan. Jumlah penduduk Kabupaten Kampar tahun 2017 tercatat 832387 jiwa. Berkembangnya teknologi komunikasi telah semakin mempermudah interaksi penduduk antar daerah, antar provinsi bahkan antar negara. Sarana komunikasi yang telah berkembang bukan hanya pada penggunaan telepon rumah tetapi telah berkembang pada penggunaan telepon seluler dan internet. Saat ini seluruh kecamatan di Kabupaten Kampar telah dapat dijangkau dengan jaringan telepon seluler. Sebesar 70,91% rumah tangga telah menguasai/memanfaatkan telepon seluler. Demikian juga dengan pemakaian internet baik sebagai alat komunikasi maupun sumber informasi sudah memasyarakat di Kabupaten Kampar.

Berdasarkan uraian diatas, maka dibuat suatu aplikasi *coverage planning* LTE untuk mengetahui besaran luas cakupan sel dan jumlah *site* yang dibutuhkan berbasis *desktop*. Aplikasi *coverage planning* LTE sendiri dispesifikasikan menggunakan frekuensi 2300 MHz dengan metode *duplex* TDD dan mempermudah perhitungan jumlah *site* yang dibutuhkan untuk mencakup seluruh wilayah di Kabupaten Kampar. LTE TDD memiliki kelebihan yaitu unggul dalam kecepatan *download*, serta cara kerja LTE TDD menerima serta mengirim data di frekuensi

yang sama secara bergantian. *Cost-231 Hata* adalah model propagasi yang digunakan untuk perhitungan perencanaan. Model ini dipilih karena dinilai lebih sesuai dengan frekuensi yang digunakan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Perencanaan Cakupan / *Coverage Planning*

Perencanaan cakupan dilakukan untuk menghitung estimasi jumlah *eNodeB* yang dibutuhkan dalam perencanaan jaringan LTE di suatu wilayah. Untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan yang direncanakan, terlebih dahulu dapat menentukan jenis modulasi yang digunakan, seperti QPSK, 16 QAM, dan 64 QAM, dan pemilihan jenis *Modulation and Coding Scheme* (MCS) yang digunakan. Ada sekitar 29 MCS yang dapat digunakan, dan 3 sebagai cadangan sesuai standar yang telah ditetapkan 3GPP. Untuk mengetahui nilai *data rate*, maka dilakukan pencocokan antara MCS, *Transport Block Size* (TBS), dan jumlah *Resource Block* (RB) yang digunakan. Penentuan nilai RB berdasarkan pada *bandwidth* yang digunakan.

Reference Signal Received Power (RSRP)

Persamaan untuk mendapatkan nilai RSRP (Nila, Devy, 2013).

$$\text{RSRP (dBm)} = \text{EIRP (dBm)} - \text{Path Loss (dB)} - \text{Shadowing Margin (dB)} \quad (1)$$

Link Budget

Penghitungan *link budget* merupakan dasar dari perencanaan *coverage* atau cakupan pada perencanaan jaringan LTE. Tujuannya adalah untuk mendapatkan nilai *maximum allowable path loss* (MAPL) atau estimasi nilai maksimum pelemahan sinyal yang diperbolehkan agar *transmitter* dan *receiver* masih bisa terhubung dengan baik di daerah cakupannya. Nilai MAPL ini akan digunakan untuk menentukan radius sel atau maksimum wilayah yang dapat dicakup dari sebuah sel dengan menggunakan model propagasi tertentu. Radius sel nantinya akan digunakan

untuk mendapatkan jumlah *site* yang dibutuhkan dalam perencanaan jaringan LTE agar mencakupi suatu wilayah.

- a. Daya transmisi maksimum dari *base station*, besar daya yang digunakan (*Transmitter RF Power*) adalah 46 dBm untuk *downlink* dan 23 dBm untuk *uplink*. Nilai ini didapat berdasarkan standar yang ditetapkan oleh 3GPP dan juga ditetapkan oleh operator Nokia – Siemens maupun Huawei.
- b. *Transmitter antenna gain* adalah sebuah parameter yang mengukur kemampuan antena dalam mengarahkan radiasi sinyal atau penerimaan sinyal dari arah tertentu.

Tabel 1 Antenna Gain

Morphology	eNB Antenna Gain		eNB Ant Height	UE Ant Height
	900 MHz or Lower	1500 MHz or Higher		
Dense Urban	15 dBi	18 dBi	30 m	1,5 m
Urban			30 m	
Suburban			35 m	
Rural			35 m	

- c. *Cable loss* adalah rugi-rugi antara antena pada *base station* dengan konektor antena tersebut.

Tabel 2 Feeder Type

Frekuensi (MHz)	1/2"	7/8"	5/4"
2300	11,543	6,624	4,919

Persamaan untuk menghitung nilai *feeder loss* (LTE Radio Access Network Planning Guide, Huawei).

$$\text{Feeder Loss (dB)} = \text{Feeder loss per 100 m (dB/100 m)} * \text{Feeder length (m)} \quad (2)$$

- d. *Equivalent Isotropically Radio Power (EIRP)* adalah daya yang dikeluarkan oleh antena yang ditransmisikan ke *mobile station*.

$$\text{EIRP (dBm)} = \text{Daya Tx (dBm)} + \text{Gain Tx (dB)} - \text{Cable Loss (dB)} \quad (3)$$

$$\text{EIRP}_{(\text{DL/subcarrier})} (\text{dBm}) = \text{EIRP}_{(\text{DL})} (\text{dBm}) - 10 \log (\text{subcarrier}) \quad (4)$$

- e. Nilai konstanta *boltzman* sebesar -174 dBm/Hz.

- f. *Thermal noise* adalah *noise* yang timbul karena pengaruh suhu atau panas, yang nilainya berdasarkan pada *bandwidth*.

Tabel 3 Thermal Noise

Bandwidth (MHz)	1,4	3	5	10	15	20
Thermal Noise (dBm)	113,67	109,69	107,48	104,45	102,70	101,45

- g. *Noise figure* adalah perbandingan dari *noise* yang dihasilkan oleh jaringan dengan *noise* pada keadaan ideal. Pada *eNodeB*, nilai *noise figure* berkisar antara 2 - 5 dB, sedangkan pada UE nilainya berkisar antara 6 - 11 dB.
- h. *Signal to Interference and Noise Ratio (SINR)* nilainya bergantung pada *index MCS*, dan jumlah RB yang dialokasikan berdasarkan *bandwidth* yang digunakan.

- i. *Fast fade margin* tidak diperlukan pada LTE.

- j. *Receiver sensitivity* merupakan kemampuan perangkat untuk dapat mengolah sinyal yang diterima.

$$\text{Receiver Sensitivity (dBm)} = \text{Noise figure (dB)} + \text{Thermal noise (dBm)} + \text{SINR (dB)} + \text{Fast Fade Margin (dB)} \quad (5)$$

- k. *Receiver antenna gain* nilainya kebalikan dari *transmitter antenna gain*.

- l. *Cell load* nilai rekomendasinya sebesar 50%, nilai ini merupakan *recommended value* dari Nokia – Siemens. Semakin tinggi nilai *cell load*, semakin tinggi juga *interferensi* dari sel tetangga.

- m. *Interference margin* merupakan peningkatan *noise* yang disebabkan oleh penggunaan *site* pada frekuensi yang sama pada posisi yang berdekatan, sehingga menyebabkan adanya gangguan.

$$\text{Interference margin} = -10 \log (1 - \text{Cell Load}) \quad (6)$$

- n. Pada layanan data, *body loss* nya adalah 0 (LTE Link Budget, Nokia-Siemens).

- o. *Building Penetration Loss (BPL)* adalah *loss* yang diakibatkan oleh penghalang berupa gedung atau bangunan.

Tabel 4 Building Penetration Loss

Clutter	Building Penetration Loss (dB)	Standar Deviation σ (dB)
Urban	15-20	8
Suburban	10-15	8
Rural	5-10	7

p. *Shadowing margin* merupakan variasi level sinyal yang diakibatkan oleh seorang *subscriber* yang bergerak menuju perbukitan bukit atau gedung.

$$\text{Shadowing Margin (dB)} = \sigma \text{ (dB)} \times F \quad (7)$$

Tabel 5 Hubungan antara Cell Edge Probability, Cell Area Probability, dan Faktor F

Cell Edge Probability (%)	Cell Area Probability (%)	F
50	75	0
75	90	0,67
84	94	1,00
90	97	1,28
95	99	1,65

Cell area probability merupakan persentase cakupan di seluruh area sel, sedangkan *Cell edge probability* merupakan persentase lokasi titik di tepi sel.

q. Selanjutnya dilakukan perhitungan MAPL, yang nantinya diperlukan dalam perhitungan radius sel. Sebelum menghitung nilai MAPL, maka dihitung nilai *Isotropic Power Required* (LTE Link Budget, Nokia-Siemens).

$$\text{Isotropic Power Required (dB)} = \text{Receiver Sensitivity} - \text{Rx Antenna Gain} + \text{Interference Margin} + \text{Body Loss} + \text{BPL} + \text{Shadowing Margin} \quad (8)$$

$$\text{MAPL (dB)} = \text{EIRP} - \text{Isotropic Power Required} \quad (9)$$

Setelah didapat nilai MAPL, maka dapat ditentukan pula nilai MAPL untuk setiap *clutter*, dengan persamaan berikut :

$$\text{MAPL}_{(\text{per clutter})} \text{ (dB)} = \text{MAPL (dB)} - \text{BPL (dB)} - \text{Shadowing Margin (dB)} \quad (10)$$

Model Propagasi COST-231 Hata

Radius dari suatu sel berdasarkan *coverage planning* dapat diketahui dengan menggunakan persamaan model propagasi. Model propagasi *Cost-231 Hata* digunakan untuk frekuensi 1500 MHz keatas. Pada penelitian ini menggunakan model propagasi *Cost-231 Hata* dengan frekuensi kerja 2300 MHz.

$$\text{MAPL UL (dB)} = 46,3 + 33,9 \log(f) - 13,82 \log(h_{Bs}) - a(h_{Ms}) + [44,9 - 6,55 \log(h_{Bs})] \log(d) - \text{CM} \quad (11)$$

$$a(h_{Ms}) = 3,2 [\log(11,75 * h_{Ms})]^2 - 4,97 \quad (\text{Dense Urban \& Urban}) \quad (12)$$

$$a(h_{Ms}) = [1,1 \log(f) - 0,7] h_{Ms} - [1,56 \log(f) - 0,8] \quad (\text{Suburban \& Rural}) \quad (13)$$

CM adalah faktor koreksi *clutter*. Untuk nilai CM ditentukan berdasarkan *terrain type*, yang merupakan standar Cost-231 Hata (Coverage Planning-Cell Range, Nokia-Siemens).

Kota menengah (*urban*), nilai CM = 0

$$\text{Suburban, CM} = - \{ 2 * [\log(f/28)]^2 + 5,4 \} \quad (14)$$

$$\text{Rural, CM} = - \{ 4,78 [\log(f)]^2 - 18,33 \log(f) + 40,94 \} \quad (15)$$

Jika sudah dapat nilai log (d), maka selanjutnya menghitung nilai radius sel untuk area *urban*, *suburban*, dan *rural* dengan menggunakan persamaan berikut.

$$d = 10^{\log(d)} \quad (16)$$

Selanjutnya menghitung nilai *hexagon* radius yang merupakan jari-jari dari sebuah radius sel dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Hexagon radius} = d / 2 \quad (17)$$

Selanjutnya menghitung untuk mendapatkan luas area cakupan sel untuk 3 sektor dengan menggunakan persamaan berikut (4G Handbook, Jilid 2).

$$L = 1,95 * 2,6 * d^2 \quad (18)$$

Keterangan :

f = frekuensi (MHz)

h_{BS} = tinggi antenna *base station* (m), 30...200 m

h_{MS} = tinggi antenna *mobile station* (m), 1...10 m

d = jarak radius *transmitter* dan *receiver* (Km), 1...20 Km

$a(h_{MS})$ = faktor koreksi tinggi antenna *mobile station*

Jumlah *eNodeB* pada perencanaan cakupan didapatkan berdasarkan dari hasil bagi antara luas daerah perencanaan dengan luas cakupan suatu sel dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Jumlah sel} = \frac{\text{Luas area perencanaan}}{\text{Luas cakupan sel coverage}} \quad (19)$$

Proyeksi Jumlah Penduduk Kabupaten Kampar

Jumlah pertumbuhan penduduk sangat diperlukan dalam perencanaan jaringan telekomunikasi seluler yang dilakukan untuk proyeksi dimasa datang. Perhitungan proyeksi jumlah penduduk dimasa yang akan dirancang dengan menggunakan rumus metode geometrik (BPS, 2013).

$$P_t = P_o (1 + r)^t \quad (20)$$

Dengan :

P_t = Jumlah penduduk pada tahun t

P_o = Jumlah penduduk pada tahun dasar

r = Laju pertumbuhan penduduk

t = Periode waktu antara tahun dasar dan tahun t

Data penduduk diambil dari Kabupaten Kampar Dalam Angka Tahun 2018 yang disusun oleh Badan Pusat Statistik Kabupaten Kampar. Nilai penetrasi pengguna internet pada masyarakat didasarkan pada hasil survei APJII tahun 2017 yang menggambarkan penyebaran penggunaan internet berdasarkan daerah morfologi, dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 1. Penetrasi Pengguna Internet Berdasarkan Karakter Kota/Kabupaten

Pada penelitian ini digunakan proyeksi jumlah penduduk Kabupaten Kampar tahun 2020 dengan mengolah data menggunakan persamaan 20 yang mengacu pada data BPS tersebut. Setelah itu dilakukan pembagian daerah morfologi perencanaan berdasarkan kepadatan penduduk. Nantinya didapat estimasi kepadatan pelanggan LTE tahun 2020 per km² berdasarkan dari perkalian kepadatan penduduk Kabupaten Kampar tahun 2020 dengan penetrasi.

Tabel 6 Pengelompokan Daerah Morfologi Berdasarkan Kecamatan

Urban	Suburban	Rural
Kuok	Salo	Kampar Kiri
Bangkinang Kota		Kampar Kiri Hulu
Kampar	Tapung	Kampar Kiri Hilir
Rumbio Jaya	Tapung Hulu	Gunung Sahilan
Kampar Utara	Bangkinang	Kampar Kiri Tengah
Tambang	Kampar Timur	XII Koto Kampar
Perhentian Raja	Siak Hulu	Koto Kampar Hulu
		Tapung Hilir

NetBeans IDE

Netbeans adalah sebuah *Intregrated Development Environment (IDE)*, sebuah alat yang diintegrasikan ke dalam suatu aplikasi perangkat lunak yang menyediakan pembangun *Graphic User Interface (GUI)*, untuk menulis kode program, mengompilasi, mencari kesalahan dan menyebarkan program. *Netbeans IDE* ditulis dalam bahasa pemrograman *Java* namun dapat mendukung

bahasa pemrograman lain. *Netbeans* didirikan oleh *Sun Microsystems* yang berjalan di atas *Swing*. *Swing* merupakan teknologi *Java* untuk pengembangan aplikasi *desktop* yang dapat berjalan di berbagai macam *platform* seperti *Windows*, *Linux*, dan *Solaris*. *Netbeans* merupakan *software development* yang *open source* dengan kata lain *software* ini dibawah pengembangan bersama, dapat diperoleh secara gratis (*free*).

XAMPP

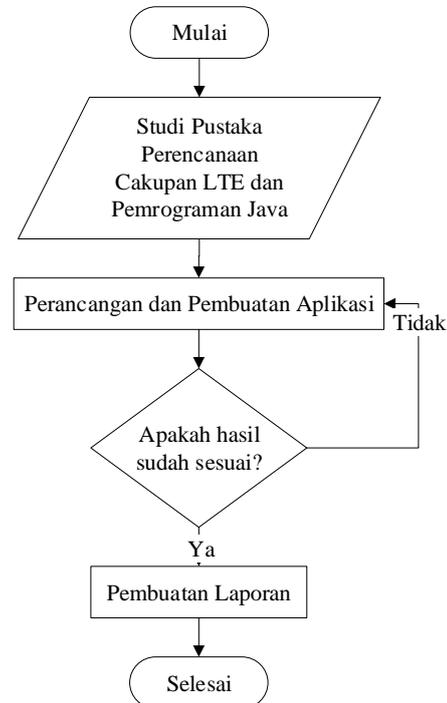
XAMPP adalah *software* yang dapat diperoleh secara gratis (*free*) yang dapat berjalan di berbagai sistem operasi. XAMPP merupakan kompilasi dari beberapa program yang mempunyai fungsi sebagai *server* yang berdiri sendiri (*localhost*), yang terdiri dari program *MySQL*, *Apache HTTP Server*.

phpMyAdmin adalah *tools* yang dapat digunakan dengan mudah untuk manajemen database *MySQL* secara visual dan *Server MySQL*, sehingga kita tidak perlu lagi harus menulis *query SQL* setiap akan melakukan perintah operasi *database*. *Tools* ini cukup populer, fasilitas ini didapatkan ketika menginstal paket *triad phpMyAdmin*, karena termasuk dalam XAMPP yang sudah di *install* (Nugroho, 2013).

Database merupakan kumpulan data yang saling berhubungan dan diorganisasikan sedemikian rupa agar kelak dapat dimanfaatkan kembali dengan cepat dan mudah yang disimpan dalam media penyimpanan. Penggunaan *database* memungkinkan menyimpan, merubah, dan menampilkan kembali data dengan lebih cepat dan mudah, mengurangi pengulangan atau redundansi data. *MySQL (My Structure Query Language)* adalah salah satu jenis *database* berbasis *server* yang paling populer dan banyak digunakan untuk membangun aplikasi yang menggunakan *database* sebagai sumber dan pengelolaan datanya. *MySQL* bersifat *open source* dan menggunakan *SQL (Structure Query Language)* (Arief, 2011).

III. METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan penelitian dapat dilihat pada bagan berikut.



Gambar 2. Bagan Metodologi Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tampilan Halaman Awal

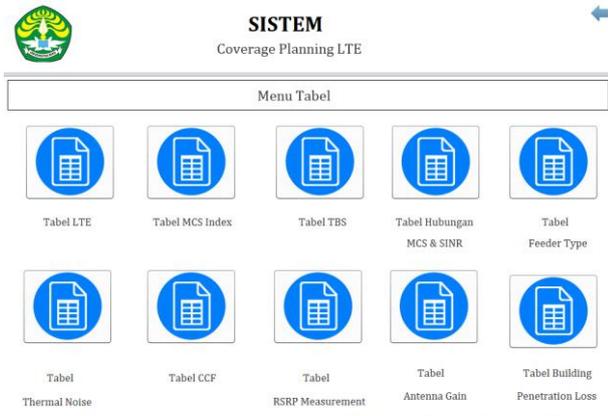


Gambar 3. Tampilan Halaman Awal

Tampilan Menu Tabel

Tampilan menu tabel berisi tabel-tabel informasi tentang LTE maupun tabel yang berhubungan dengan parameter yang harus dipenuhi untuk perhitungan perencanaan cakupan LTE menurut standar ketetapan yang

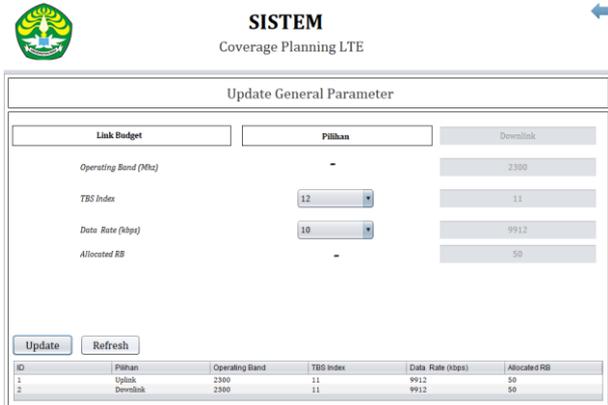
ditetapkan oleh 3GPP maupun operator telekomunikasi.



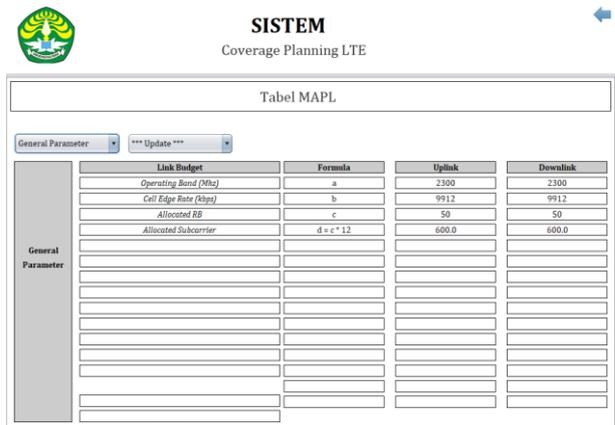
Gambar 4. Tampilan Menu Tabel

Tampilan Menu *Link Budget*

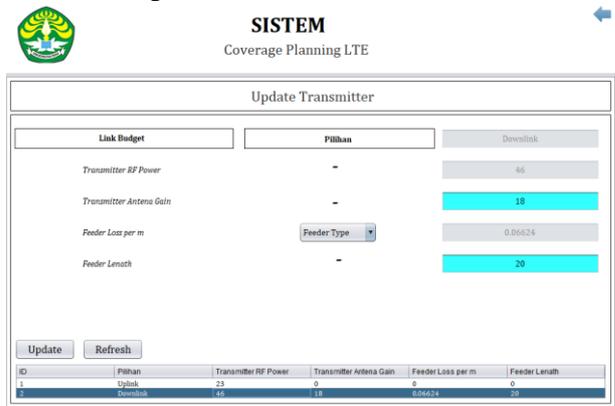
Menu *Link Budget* digunakan untuk menghitung nilai *maximum allowable path loss* (MAPL) atau estimasi nilai maksimum pelemahan sinyal yang diperbolehkan antara *transmitter* dan *receiver* dengan memasukkan nilai yang dibutuhkan sesuai standar yang ditetapkan dengan memilih Menu *Update*. Perhitungan dimulai dari *General Parameter*, *Transmitter End*, *Receiver End*, dan *Path Loss*.



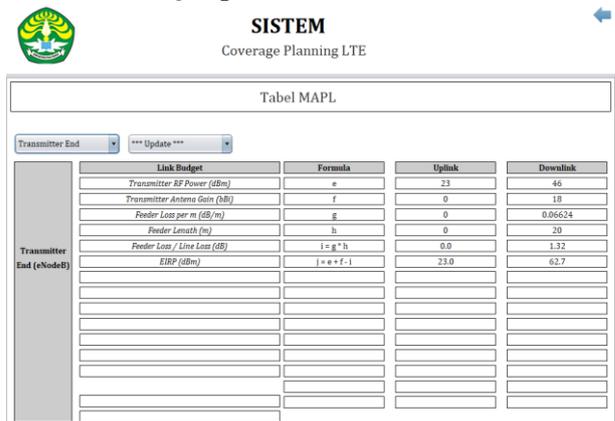
Gambar 5 Tampilan Menu *Update Link Budget* pada *General Parameter*



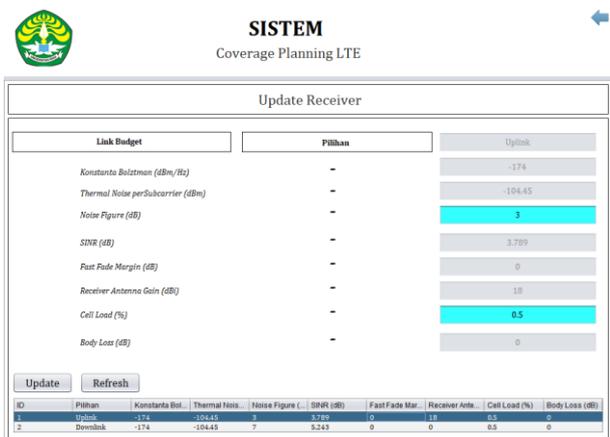
Gambar 6 Tampilan Lihat Menu *Link Budget* pada *General Parameter*



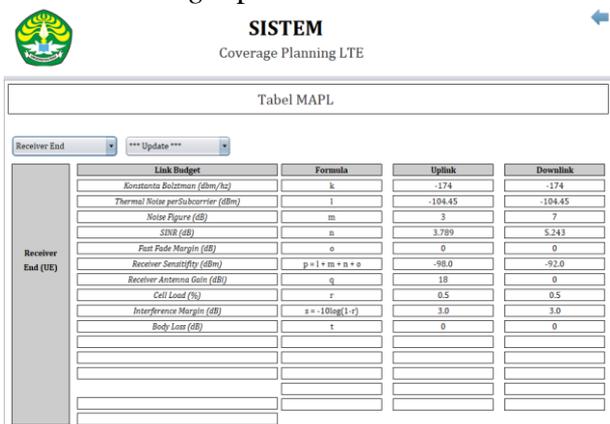
Gambar 7 Tampilan Menu *Update Link Budget* pada *Transmitter End*



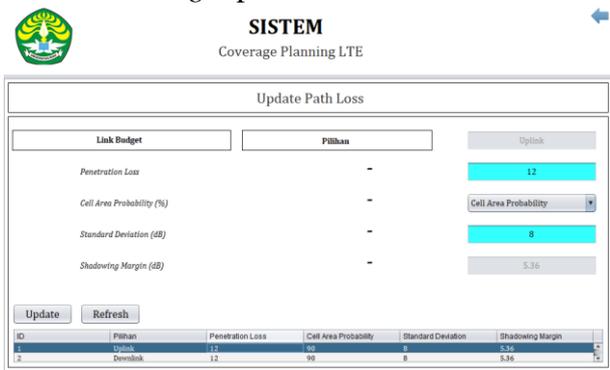
Gambar 8 Tampilan Lihat Menu *Link Budget* pada *Transmitter End*



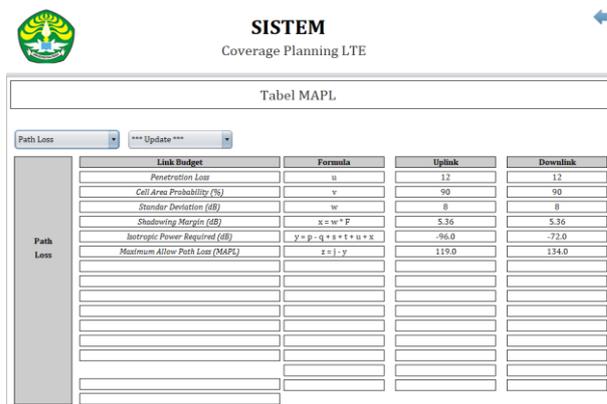
Gambar 9 Tampilan Menu Update Link Budget pada Receiver End



Gambar 10 Tampilan Lihat Menu Link Budget pada Receiver End



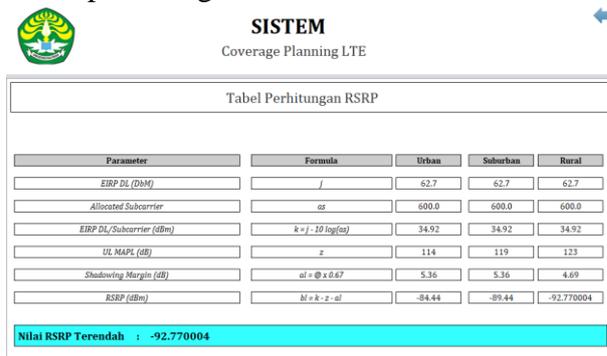
Gambar 11 Tampilan Menu Update Link Budget pada Path Loss



Gambar 12 Tampilan Lihat Menu Link Budget pada Path Loss

Tampilan Menu RSRP

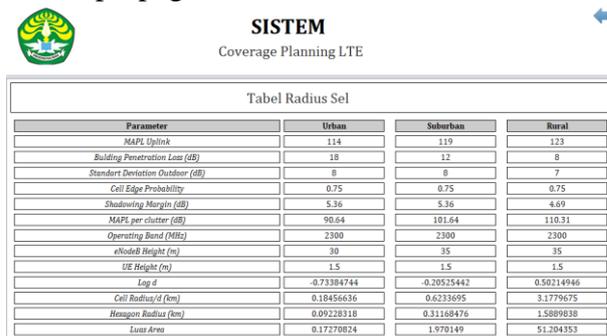
Menu RSRP (*Reference Signal Received Power*) digunakan untuk melihat hasil perhitungan nilai RSRP dari *input-an* Menu *Link Budget* sebelumnya. Nilai yang diambil adalah nilai yang terkecil untuk mengetahui kelompok kategori dalam RSRP *Measurement*.



Gambar 13 Tampilan Menu RSRP

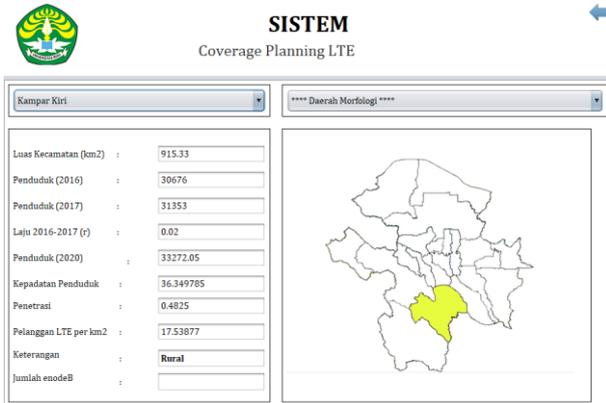
Tampilan Menu Radius Sel

Menu Radius Sel digunakan untuk melihat hasil perhitungan nilai radius sel dan luas area cakupan sel dari *input-an* Menu *Link Budget* sebelumnya dengan menggunakan model propagasi *Cost-231 Hata*.

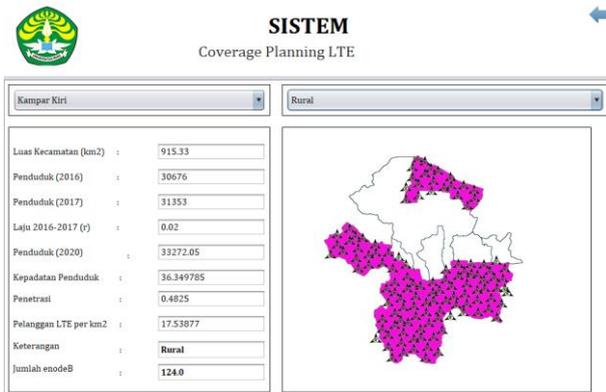


Gambar 14 Tampilan Menu Radius Sel

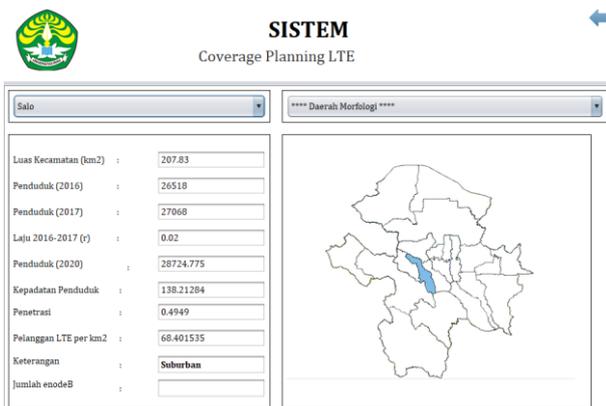
Tampilan Menu Site dan Kependudukan



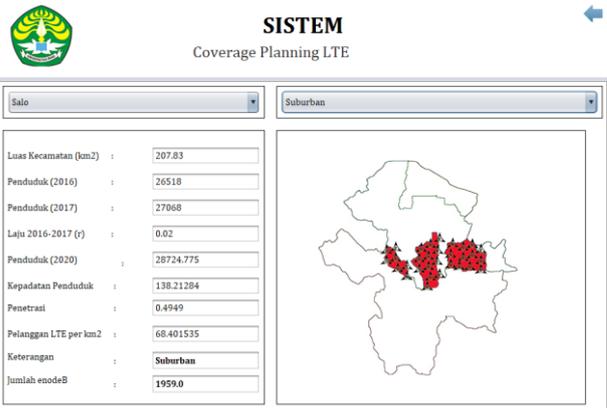
Gambar 15 Tampilan Salah Satu Kecamatan *Rural*



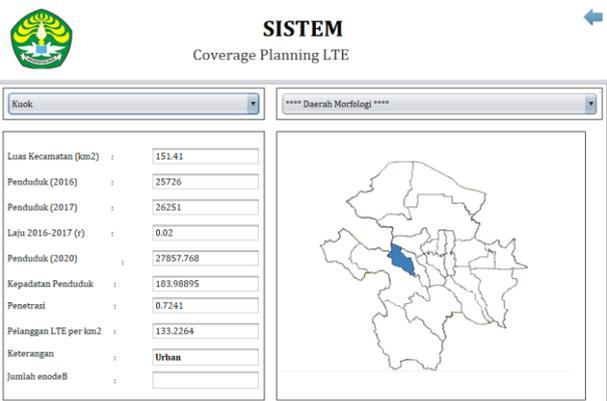
Gambar 16 Tampilan Jumlah eNodeB Kecamatan *Rural*



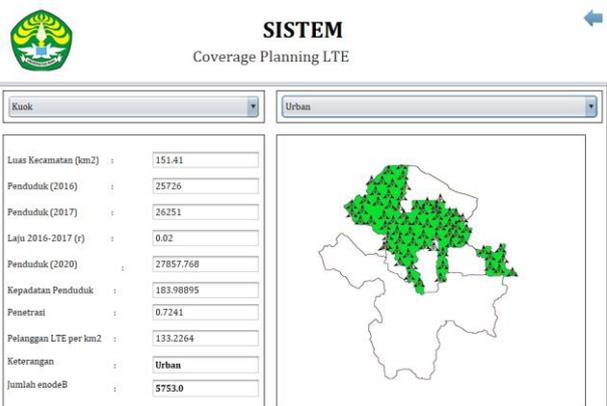
Gambar 17 Tampilan Salah Satu Kecamatan *Suburban*



Gambar 18 Tampilan Jumlah eNodeB Kecamatan *Suburban*



Gambar 19 Tampilan Salah Satu Kecamatan *Urban*



Gambar 20 Tampilan Jumlah eNodeB Kecamatan *Urban*

V. KESIMPULAN

Berdasarkan langkah-langkah perancangan aplikasi perencanaan cakupan jaringan LTE TDD 2300 MHz di Kabupaten Kampar yang telah dikerjakan, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Penelitian ini merancang aplikasi berbasis *desktop* perencanaan *coverage* LTE 2300

MHz dengan metode akses TDD menggunakan model propagasi *Cost-231 Hata*.

2. Aplikasi ini mempermudah perhitungan jumlah *site* yang dibutuhkan untuk membangun jaringan LTE TDD 2300 MHz di Kabupaten Kampar dari parameter yang di-*input* agar seluruh wilayah dapat tercakupi sinyal.
3. Nilai perhitungan pada aplikasi ini mendekati dengan hasil perhitungan manual. Perbedaan terjadi akibat perbedaan pembulatan pada proses perhitungan manual dengan pembulatan oleh aplikasi.

Daftar Pustaka

- Arief, M Rudianto. 2011. Pemrograman Web Dinamis menggunakan PHP dan MySQL. CV ANDI OFFSET. Yogyakarta.
- Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia. 2017. Penetrasi & Perilaku Pengguna Internet Indonesia 2017. APJII. Jakarta.
- BPS Kabupaten Kampar. 2018. Kabupaten Kampar Dalam Angka 2018.
- BPS. 2013. Proyeksi Penduduk Indonesia 2010 – 2035.
- Harri Holma, Antti Toskala. 2009. LTE for UMTS OFDMA and SC-FDMA Based Radio Access. Jhon Wiley & Son, Ltd. United Kingdom.
- Lingga Wardhana, Brian Fernando, Alfin Hikmaturokhman, Gita Mahardika, Satriyo Dharmanto. 2015. 4G Handbook edisi Bahasa Indonesia, Jilid 2.
- Long Term Evolution (LTE) Radio Access Network Planning Guide. 2011. Huawei Technologies.
- LTE Planning Tool, Technical Report. 2012. Faculty of Engineering, Ain Shams University. Cairo.
- LTE Radio Network. 2010. Huawei Technologies.
- LTE RF Planning Guide, Version 1.2. 2011. Motorola. USA.
- LTE RPESS, Coverage Planning – Cell Range. Nokia – Siemens Network.
- LTE RPESS, LTE Link Budget. Nokia – Siemens Network.
- Nilai Putri Mardela, Devy Kuswidiastuti. 2013. LTE Load Balancing dengan Skenario Game Theory. Jurnal Teknik POMITS Vol. 2, No. 2.
- Nugroho, Bunafit. 2013. Dasar Pemrograman Web PHP-MySQL dengan Dreamweaver. Gava Media. Yogyakarta.
- Rozy Syaputra. 2017. Perencanaan Jaringan LTE TDD (Time Division Duplex) 2300 MHz di Kota Pekanbaru. Skripsi Sarjana, Teknik Elektro, Universitas Riau. Pekanbaru.
- Pemerintah Kabupaten Kampar. 2015. RKPD Kabupaten Kampar.
- Yusuf Septiawan. 2016. Perencanaan Jaringan LTE TDD 2300 MHz di Semarang Tahun 2015-2020. Jurnal, Teknik Elektro, Universitas Diponegoro. Semarang.
- 3GPP TS 36.101 version 8.6.0 Release 8. 2009. LTE; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); User Equipment (UE) Radio Transmission Reception. ETSI.
- 3GPP TS 36.213 version 8.7.0 Release 8. 2009. LTE; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical layer procedures. ETSI