

Analisis Perencanaan Jaringan Long Term Evolution (LTE) Frekuensi 900 MHz Pada Perairan Selat Sunda

Muhammad Haidar^{1,*}, Uke Kurniawan Usman¹, Linda Meylani¹

¹ Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

* E-mail : muh.haidar@gmail.com

Abstrak. Layanan data berkecepatan tinggi diprediksi beberapa tahun mendatang akan dibutuhkan di seluruh penjuru Indonesia, tidak terkecuali di jalur perairan kapal. Pada saat ini, pelanggan seluler yang berada pada kapal yang melintasi Selat Sunda sulit melakukan koneksi data berkecepatan tinggi. Padahal, untuk beberapa tahun mendatang dapat diprediksi terdapat peningkatan *demand* layanan data berkecepatan tinggi oleh pengguna layanan seluler. Pada penelitian ini, dibahas tentang analisis perencanaan LTE frekuensi 900 MHz dengan konfigurasi *bandwidth* 5 MHz serta MIMO 2x2 pada jalur perairan Selat Sunda dengan mengacu pada standar KPI vendor. KPI vendor pada penelitian ini mengacu pada $RSRP \geq -110$ dBm, $downlink\ throughput \geq 1$ Mbps dan $uplink\ throughput \geq 128$ Kbps sebesar 90 % pada wilayah perencanaan. Berdasarkan hasil perhitungan dan simulasi, perencanaan LTE pada jalur perairan selat sunda membutuhkan 6 sel untuk melayani daerah tersebut. Didapatkan pula nilai $RSRP \geq -110$ dBm, $downlink\ throughput \geq 1$ Mbps sebesar 100% dan $uplink\ throughput \geq 1$ Mbps sebesar 92.96% pada wilayah perencanaan sehingga memenuhi KPI vendor.

Kata Kunci: LTE, RSRP, *Downlink Throughput*, *Uplink Throughput*

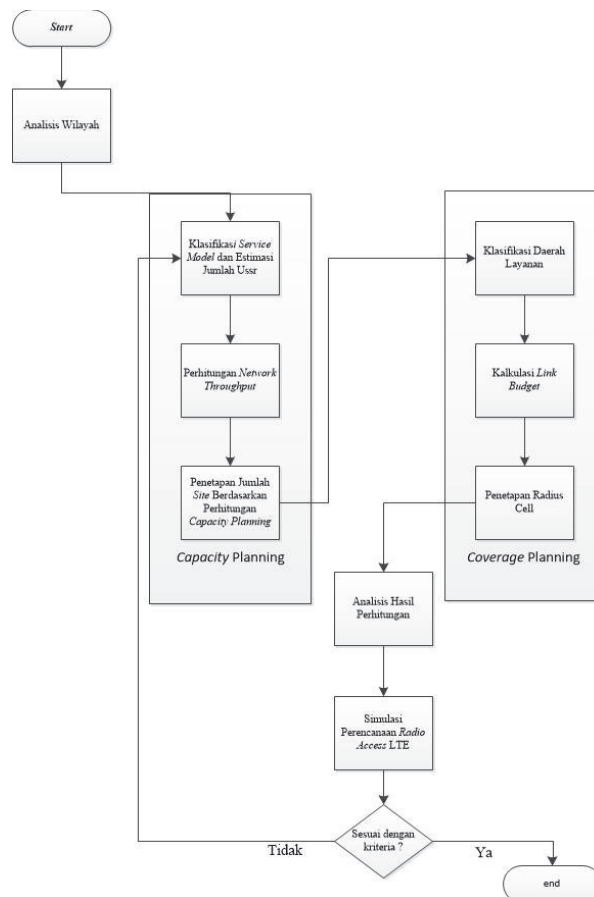
1. Pendahuluan

Long Term Evolution (LTE) merupakan *Release 8* pada standardisasi 3GPP (*3rd Generation Partnership Project*)^[6] yang menawarkan aplikasi dan fitur dengan kecepatan yang tinggi. Diprediksi beberapa tahun mendatang perencanaan jaringan LTE di Indonesia tidak hanya difokuskan terhadap kota-kota besar nya saja dikarenakan kebutuhan layanan data yang ditimbulkan dari perkembangan konten maupun aplikasi dari *smartphone* menuntut operator harus menyediakan layanan untuk mendukung konten maupun aplikasi tersebut.

Selat Sunda merupakan selat yang menghubungkan Pulau Jawa dan Sumatera di Indonesia. Saat ini, intensitas transportasi air yang melalui perairan selat tersebut cukup tinggi. Namun, pelanggan seluler yang berada pada kapal yang melintasi Selat Sunda sulit melakukan koneksi data berkecepatan tinggi. Padahal, intensitas pengguna layanan seluler pada kapal yang melintas di perairan tersebut juga semakin meningkat, sehingga diperlukan teknologi seluler yang memiliki kemampuan untuk memenuhi *demand* koneksi data berkecepatan tinggi tersebut. Oleh karena itu, pada penelitian ini digunakanlah teknologi LTE.

2. Teori dan Tahap Perancangan

Tahapan yang jelas dan sistematis tentu diperlukan untuk melakukan perencanaan jaringan telekomunikasi agar perencanaan jaringan tersebut dapat berjalan sesuai harapan. Dalam penelitian ini, perencanaan sistem dibagi menjadi beberapa tahapan yang akan dideskripsikan gambar (2.1) sebagai berikut.



Gambar 2.20 Flowchart perencanaan LTE

2.1. LTE Capacity Planning

Perencanaan LTE berdasarkan kapasitas memiliki tujuan untuk mendapatkan jumlah *site* yang harus dibutuhkan untuk memenuhi kapasitas trafik suatu daerah tertentu. Tahapan yang harus dilakukan untuk melakukan perencanaan LTE berdasarkan kapasitas ialah berupa menentukan estimasi jumlah user, kebutuhan trafik, hingga kapasitas sel [2].

2.2. Estimasi Target User [2]

Faktor pertumbuhan jumlah berasal dari penumpang pada kapal ferry yang melintasi jalur perairan selat sunda, sehingga persamaan untuk mendapatkan faktor pertumbuhan penumpang menjadi (2.1).

$$P_n = P_0 (1 + GF)^n \quad (2.1)$$

P_n adalah jumlah penumpang tahun ke- n , GF faktor pertumbuhan penumpang, dan P_0 merupakan jumlah penumpang tahun ke-0. Target user digunakan untuk melakukan estimasi user yang menggunakan layanan LTE pada wilayah tertentu. Penentuan target user dapat diperoleh dari nilai jumlah penetrasi pengguna seluler, *market share* operator dan penetrasi user LTE dengan persamaan:

$$\text{Total target user} = P_n \times A \times B \times C \quad (2.2)$$

Dengan : P_n = jumlah penumpang tahun ke- n ; A = persentase jumlah penumpang usia produktif; B = persentase *market share operator* X ; C = persentase penetrasi user LTE operator X .

2.2.1. *Throughput per Service* ^[3]

Tiap layanan LTE seperti VoIP, *video phone*, *web browsing*, dan lain lain jelas memiliki nilai *throughput* yang berbeda beda sesuai layanan yang digunakan. *Throughput per service* dapat didapatkan dengan cara :

$$\text{Throughput} = ST \times SDR \times \text{Bearer rate} \times \left[\frac{1}{(1 - BLER)} \right] \quad (2.3)$$

Dimana: ST (*Session Time*) merupakan durasi dari setiap sesi layanan layanan (s), SDR (*Session Duty Ratio*) rasio data transmisi setiap sel, dan BLER merupakan rasio jumlah *block* yang *error* yang diizinkan dalam satu sesi.

2.2.2. *Single User Throughput dan Network Throughput* ^[3]

Single user throughput dapat dilakukan perhitungan berdasarkan *traffic model* dan *service model*. Pada umumnya, *single user throughput* merupakan hasil penjumlahan semua *throughput* tipe layanan yang digunakan satu *user* pada kondisi jam sibuk. Pada layanan *packet switch*, margin diperlukan untuk mengantisipasi trafik yang tidak dapat diprediksi, sehingga dalam persamaan *single user throughput* terdapat parameter *peak to average ratio*. *Throughput per service* dapat didapatkan dengan cara :

$$SUT = \frac{(\sum \text{Throughput} \times BHSR \times \text{Penetration rate} \times (1 + PAR))}{3600} \quad (2.4)$$

Dimana: SUT : *Single user Throughput* (kbps); BHSR : *Busy Hour Session Attempts* untuk tiap user; *Penetration rate*: Proporsi dari tipe layanan; PAR (*Peak to Average Ratio*) : Presentase lonjakan trafik. Setelah diperoleh *throughput* tiap *user*, langkah selanjutnya yaitu menentukan kebutuhan *throughput* keseluruhan (*network throughput*) pada area yang ditinjau. *Network throughput* merupakan total *throughput* demand yang dibutuhkan untuk dapat melayani seluruh user pada wilayah perencanaan.

$$\text{Network Throughput} = \text{Total target user} \times SUT \quad (2.5)$$

2.2.3. *Persamaan transfer ip layer throughput pada mac layer throughput* ^[3]

Network throughput pada *layer ip* dan *layer MAC* ialah berbeda. Untuk trafik yang sama *network throughput* pada *layer MAC* ialah lebih besar dari *layer IP* dikarenakan penambahan header PDCP/RLC/MAC. *Relative efficiency* berhubungan dengan ukuran paket. Hubungan antara *network throughput MAC layer* dengan *network throughput IP layer* ialah sebagai berikut :

$$\text{MAC layer network throughput} = \frac{\text{IP Layer Throughput}}{\text{PDCP} \times \text{RLC} \times \text{MAC}} \quad (2.6)$$

Dimana PDCP : *Relative efficiency layer PDCP* ; RLC : *Relative efficiency layer RLC*; MAC: *Relative efficiency layer MAC*.

2.2.4. *Cell Throughput* ^[3]

Cell throughput merupakan kapasitas maksimal yang mampu ditangani oleh suatu sel. *Cell throughput* juga biasa disebut kapasitas sel. Kapasitas sel dapat diperoleh dengan menggunakan pendekatan berikut:

$$DL \text{ cap.} + CRC = (168 - 36 - 12) \times (C_b) \times (C_r) \times N_{rb} \times C \times 1000 \quad (2.7)$$

$$UL \text{ cap.} + CRC = (168 - 24 - 12) \times (C_b) \times (C_r) \times N_{rb} \times C \times 1000 \quad (2.8)$$

Dengan: CRC = 24, C_b (*Code bits*) = efisiensi modulasi, C_d (*Code rate*) = *channel coding rate*, N_{rb} = jumlah *resource block* yang digunakan, dan C = *mode* antena MIMO.

2.2.5. Perhitungan Jumlah Sel ^[6]

Untuk menentukan jumlah sel berdasarkan perhitungan *capacity*, akan dilakukan perbandingan antara jumlah sel yang didapatkan dari sisi *downlink* dan jumlah sel yang didapatkan dari sisi *uplink*. Jumlah sel sendiri dapat dihitung dengan cara:

$$\text{Jumlah sel} = \frac{\text{Network throughput}}{\text{Kapasitas Sel}} \quad (2.9)$$

2.2.6. Perencanaan LTE Berdasarkan Coverage

Perencanaan berdasarkan *coverage* memiliki tujuan untuk menjamin ketersediaan suatu jaringan serta layanannya untuk memenuhi wilayah tertentu. Terdapat perhitungan *link budget* dan model propagasi pada perencanaan LTE berdasarkan *coverage*. ^[2]

2.2.7. Link Budget^[6]

Pada perhitungan *link budget* akan dilakukan perhitungan semua *gain* maupun *loss* yang berperanguh pada *cell coverage*. Seperti yang terlihat pada tabel (2.1), tabel *link budget* ini menggunakan konfigurasi frekuensi 900 MHz, MIMO 2x2, *bandwidth* kanal 5 MHz sehingga dinilai sesuai pada perencanaan penelitian ini.

Tabel 2.1 *Link Budget*

FD-LTE Link Budget 2T2R		Downlink Control (PDCCH)	Downlink Data (PDSCH)	Uplink Control (ACK /NACK)	Uplink Random Access (PRACH)	Uplink Data (PUSCH)
MIMO Configuration		2x2	2x2			1x2
Channel Bandwidth	Mhz	5	5			
Transmitter						
Output Power	dBm	43	43	23	23	23
Transmission Line Loss	dB	2.6	2.6	0	0	0
Tx Diversity Gain	dB	3	3	0	0	0
Antenna Gain	dBi	17	17	0	0	0
EIRP	dBm	60	60	23	23	23
Receiver						
AWGN SNR	dB	-4.48	-3.83	-12.60	-8.62	-2.46
Average BLER Retransmissions	%		10%			10%
Average HARQ Gain	dB		0.00			0.00
Thermal Noise	dB/Hz	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0
Receiver Noise Figure	dB	4	4	2.2	2.2	2.2
Reception Line Loss		0	0	1.2	1.2	1.2
Receiver Diversity Gain	dB	3	3	3	3	3
Receiver Antenna Gain	dBi	0	0	17.5	17.5	17.5
Received Power at Antenna, per sub-carrier	dBm	-135.70	-135.05	-161.92	-157.94	-151.78
Received Power at Antenna, composite	dBm	-110.93	-110.28	-151.12	-147.15	-134.97
Maximum Allowable Path Loss, without margins	dB	171.35	170.70	174.13	170.16	157.98
Margin <i>Link Budget</i>	dB	24.47	24.47	24.47	24.47	24.47

2.2.8. Model Propagasi Okumura Hatta ^[5]

Model Okumura Hatta memiliki karakteristik berkerja optimal di frekuensi 150 MHz sampai 1500 MHz, digunakan untuk tinggi UE antara 1 hingga 10 m, antenna *base station* antara 3 hingga 200 m dan *link distance* hingga 1-20 km. Model ini dapat digunakan tanpa menggunakan faktor koreksi untuk area urban, namun pada kasus tipe wilayah dengan karakteristik tertentu faktor koreksi akan dibutuhkan dalam persamaan ini. Persamaan model Okumura Hatta adalah sebagai berikut :

$$a(hr) = (1,1 \log(f) - 0,7) hr - (1,56 \log(f) - 0,8) \quad (2.10)$$

$$PL = 69,55 + 26,16 \log f - 13,83 \log h_b - a(hr) + (44,9 - 6,55 \log h_b) \log d + L \quad (2.11)$$

Dimana, H_b : Tinggi antenna *Base Station*; H_r : Tinggi MS; f : Frekuensi kerja; $a(hr)$: Faktor koreksi untuk tinggi MS; d : Jarak antara tinggi MS dengan *Base Station*; $L = -20$ dBm^[5] (Faktor koreksi wilayah perairan).

3. Hasil Perencanaan

Pada bagian ini dibahas mengenai hasil perhitungan maupun simulasi pada perencanaan radio akses LTE.

3.1 Hasil Perhitungan Perencanaan Radio Akses LTE

Dari hasil perhitungan, dengan menggunakan ketinggian eNodeB setinggi 30 meter, dan asumsi ketinggian user pada kapal setinggi 3.5 meter didapatkan nilai parameter-parameter antara lain seperti ditunjukkan pada tabel (3.1).

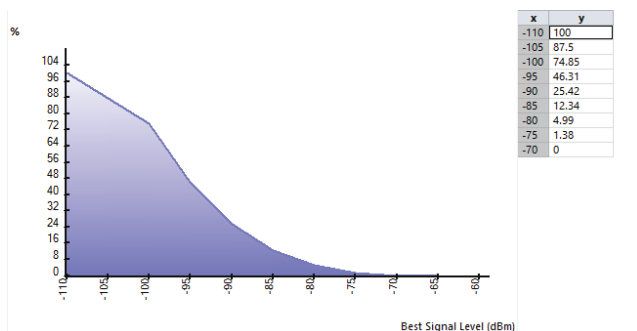
Tabel 3.1 Hasil Perhitungan Perencanaan Radio Akses LTE

	Arah	Target User	Single user Throughput (kbps)	Network Throughput (Mbps)	Cell Throughput (Mbps)	Jumlah sel	MAPL with Margins	Cell Radius (km)
Hasil Perhitungan	Uplink	1515	9.508815017	14.69397185	11.600616	1	133.5	8.21
	Downlink	1515	36.37702032	56.2134095	9.667176	6		

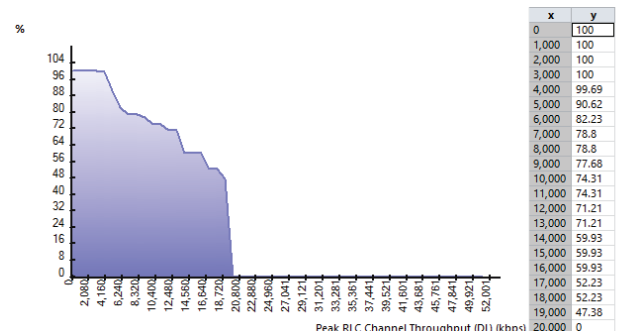
Dari hasil perhitungan, ditentukan jumlah sel terbanyak dari sisi uplink. Sehingga didapatkan jumlah sel sebanyak 6 sel dengan nilai radius sel sebesar 8.21 km.

3.2 Hasil Simulasi Perencanaan LTE

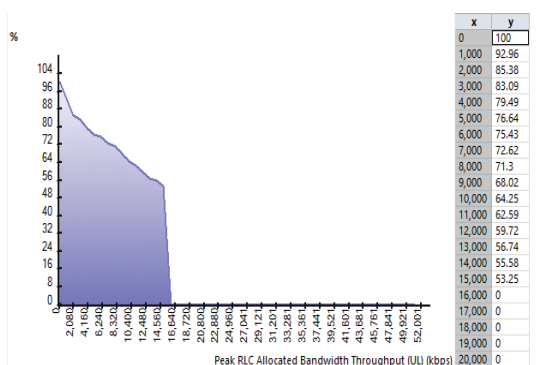
Gambar berikut menunjukkan hasil simulasi perencanaan LTE dengan menggunakan *software* Atoll 3.2.



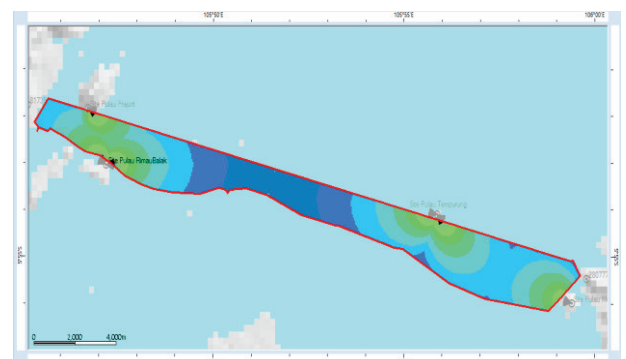
Gambar 3.1 Hasil Distribusi CDF Nilai RSRP



Gambar 3.2 Nilai CDF Downlink Throughput



Gambar 3.3 Distribusi Nilai CDF Uplink Throughput



Gambar 3.4 Coverage Plot RSRP

Dari hasil simulasi, seperti pada gambar (3.1-5) didapatkan nilai $RSRP \geq -110$ dBm mencapai nilai 100%, nilai *downlink throughput* ≥ 1 Mbps mencapai nilai 100%, nilai *uplink throughput* ≥ 1 Mbps mencapai nilai 92.96%. Pada hasil simulasi juga didapatkan rata-rata nilai *downlink throughput* ialah sebesar 14.86 Mbps, rata-rata nilai *uplink throughput* sebesar 11 Mbps dan nilai rata-rata RSRP sebesar -86.69 dBm pada wilayah perencanaan.

4. Kesimpulan

Pada wilayah perencanaan LTE di wilayah perairan selat sunda didapatkan $RSRP \geq -110$ dBm mencapai 100 %, nilai *downlink throughput* ≥ 1 Mbps mencapai 100 %, dan nilai *uplink throughput* ≥ 1 Mbps mencapai 92.96 %, sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai parameter tersebut pada perencanaan ini telah memenuhi target KPI vendor.

Saran untuk pada penelitian selanjutnya ialah diperlukan penelitian mengenai model tuning propagasi yang sesuai, sehingga hasil perencanaan akan memberikan hasil yang lebih aktual.

5. Daftar Referensi

- [1] Cisco, "Data Sheet Cisco Aironet 1530 Series Outdoor Access Point", 2014
- [2] Huawei Technologies. *Long Term Evolution (LTE) Radio Access Network Planning Guide* : 2011
- [3] Huawei Technologies, "LTE Radio Network Capacity Dimensioning," 2013.
- [4] Lehpahmer. Harvey, *Microwave Radio Transmission Design Guide* : McGraw-Hill, 2010
- [5] Mishra. Ajay, *Advanced Cellular Network Planning and Optimisation* : Wiley, 2007
- [6] Nokia Siemens Networks . *LTE Radio Network Planning Guideline* : 2011
- [7] *RECOMMENDATION ITU-R PN.837-1*