

Analisis Perencanaan Integrasi Jaringan LTE-Advanced Dengan Wifi 802.11n Existing pada Sisi Coverage

Luthfi Mahfuzh^{1,*}, Heroe Wijanto¹, Uke Kurniawan Usman¹

¹ Universitas Telkom

* E-mail: luthfi_mahfuzh@outlook.com

Abstrak. Penelitian ini dilakukan pada gedung perkuliahan umum Universitas Telkom yang terdiri dari 10 lantai. Hal ini dikarenakan terlalu banyaknya mahasiswa, dosen serta civitas Universitas Telkom yang berada di dalam gedung tersebut mendapatkan penerimaan sinyal pada area indoor gedung perkuliahan tersebut menjadi kurang baik. Untuk mengatasi masalah tersebut, perlu dilakukannya perancangan jaringan *Long Term Evolution-Advanced* (LTE-A) serta WiFi 802.11n. Metode perencanaan jaringan yang digunakan untuk menentukan jumlah (*Femtocell Access Point*) LTE-A menggunakan perhitungan *coverage* dan *capacity*, model propagasi yang digunakan COST 231 Multiwall serta simulasi yang akan menggunakan software RPS 5.4 (Radiowave Propagation Simulator). Penelitian ini memiliki 3 skenario yaitu memodelkan kondisi WiFi 802.11n existing memodelkan hasil perancangan jaringan LTE-A dengan menggunakan FAP dan memodelkan hasil perancangan jaringan WiFi 802.11n existing dengan adanya penambahan dengan FAP LTE. Analisis hasil perencanaan jaringan dilakukan dengan menilai parameter *receive signal level* (RSL) dan *signal to interference ratio* (SIR). Hasil Penelitian tertinggi yang didapatkan adalah FAP LTE 1800 Mhz tanpa penggunaan Wifi Existing dengan hasil SIR 17,57 dB dengan RSL -58,51 dBm dan hasil perancangan yang paling optimal adalah hasil perancangan WiFi 802.11n existing dengan penambahan 6 FAP LTE-A dengan hasil SIR 6,81 dB dan RSL -55,68 dBm

Kata Kunci: LTE-A, Wifi 802.11n, FAP, RSL, SIR

1. Pendahuluan

Berdasarkan laporan Cisco VNI pelanggan menggunakan layanan mobile data 40 % di rumah 25% di lingkungan kerja dan 35 % di lingkungan publik dengan 80 % dari trafik tersebut datang dari lokasi indoor [2].

Untuk menangani masalah demand trafik yang tinggi dan daya terima yang lemah dan kurangnya kapasitas di area indoor maka Jaringan Wifi 802.11n existing yang dirancang perlu didukung oleh penambahan FAP LTE-A ada frekuensi 1800 MHz sebagai jaringan mobile data offload berguna untuk load sharing dari jaringan Wifi 802.11n existing ke LTE-A atau sebaliknya sehingga mampu meningkatkan performansi jaringan

Penelitian ini menganalisa perancangan jaringan LTE-A yang terintegrasi dengan jaringan WiFi 802.11n indoor existing. Perancangan diterapkan pada gedung Tokong Nanas Universitas Telkom yang terdiri dari 10 lantai dan berkapasitas 10000 orang

2. Dasar Teori

2.1 LTE-Advanced [6]

Sebagai organisasi pengembang teknologi seluler, 3GPP terus melakukan pengembangan dari LTE menuju LTE-Advanced dengan konsentrasi meningkatkan peak spectral efficiency dan control plane latency target pada LTE sesuai dengan kualifikasi yang ditentukan oleh ITU yaitu pada IMT-Advanced. Penelitian LTE-Advanced selesai pada Maret 2010 hasilnya adalah serangkaian fitur radio yang saat ini menjadi standar LTE-Advanced dalam 3GPP Release 10 yang memiliki fitur *heterogenous network*

2.2 WiFi 802.11n [11]

Berikut spesifikasi wifi yang digunakan pada penelitian ini

Tabel 2. 2 Spesifikasi Wi-Fi 802.11n [11]

IEEE 802.11N SALIENT FEATURES	
PARAMETER	IEEE 802.11N STANDARD
Maximum data rate (Mbps)	600
RF Band (GHz)	2.4 or 5
Modulation	CCK, DSSS, or OFDM
Number of spatial streams	1, 2, 3, or 4
Channel width (MHz)	20, or 40

2.3 Perencanaan Jaringan Seluler berdasarkan Coverage dan Capacity

2.3.1 MAPL Calculation

$$\text{MAPL}_{\text{uplink}} = \text{UE}_{\text{TxP}} + \text{GUE} - \text{BL} + \text{GeNB} - \text{FL} + \text{TMAIL} - \text{RSUE} - \text{PL} - \text{FM} - \text{IM} \dots \quad (2.1)$$

Keterangan :

UE_{TxP}	: transmit power [dBm]	RSUE	: receiver sensitivity [dBm]
GUE	: gain UE Rx [dBi]	PL	: Penetration Loss [dB]
GeNodeB	: gain eNodeB Tx [dBi]	FM	: Fading Margin [dB]
FL	: Feeder Loss [dB]	IM	: Interference Margin [dB]
TMAIL	: TMA Insertion Loss [dB]		

$$\text{MAPL}_{\text{downlink}} = \text{eNB}_{\text{TxP}} + \text{PGeNB} - \text{FL} - \text{BL} + \text{TMAIL} - \text{RSUE} - \text{PL} - \text{FM} - \text{IM} + \text{GUE} \dots \quad (2.2)$$

keterangan

eNB_{TxP}	: transmit power [dBm]	RSUE	: receiver sensitivity [dBm]
GUE	: gain UE Rx [dBi]	PL	: Penetration Loss [dB]
GeNodeB	: gain eNodeB Tx [dBi]	FM	: Fading Margin [dB]
FL	: Feeder Loss [dB]	IM	: Interference Margin [dB]
TMAIL	: TMA Insertion Loss [dB]		

2.3.2 Model Propagasi

Perencanaan dengan frekuensi 1800 MHz, untuk LTE digunakan model propagasi Cost 231 Multiwall yang bekerja pada daerah indoor area. Cost 231 Multiwall mendefinisikan path loss yang dihasilkan dari faktor material yang ada di dalam ruangan yang diinginkan. Berikut formula dari Cost 231 Multi Wall :

$$L_T = L_F + L_C + \sum_{i=1}^w L_{wi} n_{wi} + L_f n_f^{((nf+2)/(nf+1)-b)}$$

Keterangan..

L_F	= Free Space Loss	b	= konstanta empiris
L_C	= konstanta loss	n_{wi}	= Jumlah dinding yang dilewati
L_{wi}	= Penetrasi Loss dari tipe wall	n_f	= Jumlah lantai yang dilewati
L_f	= Loss per lantai		

2.3.3 Perhitungan Luas Sel

Untuk menentukan luas dari sel yang menggunakan *omnidirectional* sehingga dapat mengoptimalkan jaringan LTE dapat diperhitungkan dengan menggunakan persamaan berikut

$$L_{\text{Cell}} = 2,6 \times d^2 \dots \dots \dots (2.4)^{[8]}$$

2.3.4 Perhitungan Jumlah Site

Untuk menentukan jumlah sel, dapat diperhitungkan dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\Sigma L_{\text{TE Cell}} = \text{Luas Area} / \text{Luas Cell} \dots \dots \dots (2.5)^{[8]}$$

2.4 Capacity Planning

2.4.1 Forecast Jumlah Pelanggan

Jumlah pelanggan di area indoor akan diasumsikan berdasarkan kapasitas ruangan tiap lantainya di gedung Tokong Nanas Universitas Telkom .

2.4.2 Trafik dan Model Layanan

Penentuan parameter dalam trafik dan model layanan yang digunakan dalam LTE untuk dapat memaksimalkan throughput yang ingin dicapai.

$$\text{Throughput/Session} = \text{PPP Session Time} \times \text{PPP Session Duty Ratio} \times \text{Bearer Rate} \times [1/(1-\text{BLER})]$$

Tabel 2.4 Tabel Parameter Model Layanan LTE [7]

Traffic Parameters	Uplink				Downlink				UL	DL	indoor	
	Bearer rate	PPP Session Time	PPP Session Duty Ratio	BLER	Bearer Rate	PPP Session Time	PPP Session Duty Ratio	BLER	Throughput / Session (Kbit)	Throughput / Session (Kbit)	Penetration	BHSA
Voip	125	80	0,4	1%	125	80	0,4	1%	4040,40404	4040,40404	80%	1.8
Video phone	80,53	70	1	1%	1000	70	1	1%	5694,040404	70707,07071	20%	0.5
Video Convergence	80,53	1800	1	1%	500,53	1800	1	1%	113690,90,91	910054,5455	20%	0.4
Realtime Gaming	62,58	1800	0,2	1%	550,56	1800	0,4	1%	47367,27273	400407,2727	30%	1.4
Streaming Media	130,26	1800	0,05	1%	2000	1800	0,05	1%	2841,818182	181818,1818	15%	2.8
IMS Signaling	15,63	70	0,2	1%	15,63	7	0,2	1%	221,030303	22,1030303	40%	0.5
Web Browsing	100,53	1800	0,05	1%	1000	1800	0,05	1%	9139,090909	90909,09091	100%	3.8
FTP	100,53	600	1	1%	1000	60	1	1%	6092727273	60606,06061	20%	0.5
email	140,69	50	1	1%	750,34	15	1	1%	7105,555556	11368,78788	10%	0.6
P2P File Sharing	250,11	1200	1	1%	2000	1200	1	1%	303163,6364	2424242,424	20%	0.8

Kemudian disertai dengan parameter model trafik yang nilainya ditentukan oleh operator dan vendor dengan pertimbangan pengembangan layanan dan strategi pemasaran.

Tabel 2. 5 Peak to Average Ratio [7]

Morphology	indoor
Peak to Average Ratio	35%

Single User Throughput = $(\sum (\text{Throughput/Session}) \times \text{BHSA} \times \text{Penetration rate} \times (1 + \text{Peak to Average Ratio})) / 3600$ (2.7) keterangan

BHSA = service attempt in busy hour
Penetration rate = penetrasi jaringan tiap daerah
Peak to Average Ratio = Penetrasi rata-rata tiap daerah
3600 = 1jam (3600 detik)

Untuk mendapatkan *cell average throughput* pada DL dan UL, maka disesuaikan dengan jenis modulasi untuk code bit, code rate, SINR, dan SINR probability.

2.4.3 Kapasitas Downlink Cell dan Uplink Cell

Perhitungan kapasitas sel dengan arah *downlink* :

$$\text{DL MAC layer Capacity} + \text{CRC} = (168 - 36 - 12) \times (\text{Code bits}) \times (\text{Code rate}) \times \text{Nrb} \times C \times 1000 \dots (2.8)^{[7]}$$

Sedangkan kapasitas sel dengan arah *uplink* adalah sebagai berikut :

$$\text{UL MAC layer Capacity} + \text{CRC} = (168 - 24) \times (\text{Code bits}) \times (\text{Code rate}) \times \text{Nrb} \times C \times 1000 \dots (2.9)^{[7]}$$

Sehingga untuk mendapatkan *throughput* tiap sel dalam level IP layer maka akan dikalikan dengan parameter pada *protocol layer* berikut

Tabel 2. 7 Radio Overhead[8]

Protocol Layer	Average Packet Size (Byte)	Relative Efficiency (IP-MAC)	Initial
IP	300	-	
PDCP	302	$300/302 = 0,993377483$	a
RLC	304	$302/304 = 0,993421053$	b
MAC	306	$304/306 = 0,993464052$	c
PHY	-	-	

$$\text{Throughput/Cell} = (\text{DL or UL}) \text{MAC throughput capacity} \times a \times b \times c \dots \dots \dots [(2.10)]^{[7]}$$

2.4.4 Perhitungan Jumlah Site

Perhitungan network throughput dan jumlah site dapat terlihat persamaan di bawah ini:

$$\text{UL/DL Network Throughput} = (\text{UL/DL Single User Throughput}) \times (\text{Total Target User}) \dots (2.10)^{[7]}$$

Persamaan kapasitas site *downlink* dan *uplink*:

$$\text{DL/UL Site Capacity} = (\text{DL/UL Cell Capacity}) \times (\text{Cell Sectors}) \dots \dots \dots (2.11)^{[7]}$$

Persamaan jumlah site yang dibutuhkan dalam *downlink* dan *uplink*:

$$\text{Number of Site DL/UL} = \frac{\text{DL/UL Network Throughput}}{\text{DL/UL Site Capacity}} \dots \dots \dots (2.12)^{[7]}$$

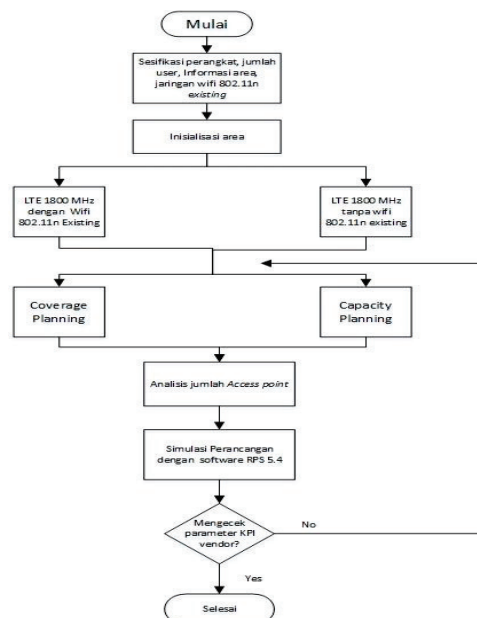
$$\text{Cell Coverage} = \frac{\text{Area Wide}}{\text{Number of cell}} \dots \dots \dots (2.13)^{[7]}$$

3.1 Model Perancangan

Model perancangan yang digunakan penelitian ini dilakukan 3 skenario yaitu

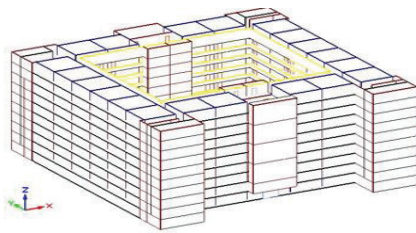
1. Memodelkan kondisi jaringan wifi 802.11n *existing*
2. Memodelkan hasil perancangan LTE-A indoor 1800 MHz
3. Memodelkan hasil erancangan integrasi antara LTE-A indoor 1800 MHz dengan Wifi 802.11n *Existing*

3.2 Diagram Alir

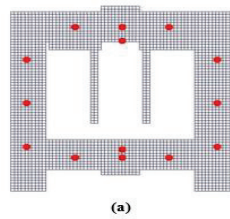


3.2 Pemodelan kondisi *existing*

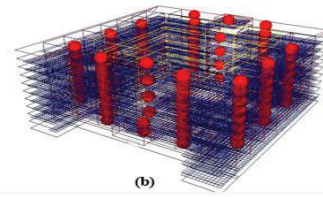
Pemodelan kondisi Wifi 802.11n *Existing* dilakukan dengan melakukan survey seluruh spesifikasi dan jumlah *Access point* (AP) yang telah di implementasikan dengan produk cisco 3700 aironet-xk-F9. Berikut hasil 2 D model, 2D plotting, serta 3 D plotting seperti gambar 3.8 dan 3.9. Setelah plotting AP selesai maka tahap selanjutnya adalah mensimulasikan kondisi *eksisting* yang sudah di plot. Berikut *chart* hasil simulasi *coverage* dan *signal to interferencenya* (SIR).



Gambar 3.8 3D model Gedung Tokong Nanas, Universitas Telkom

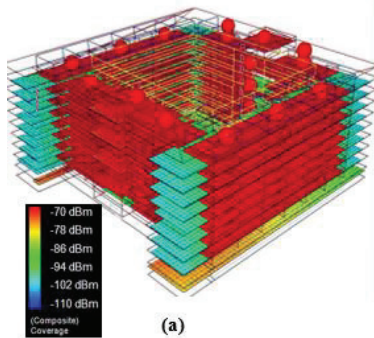


(a)

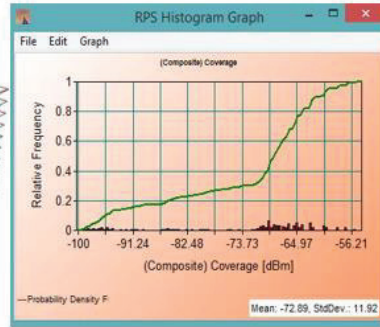


(b)

Gambar 3.9 (a) 2D (tampak atas) & (b) 3D model plotting AP WiFi 802.11n



(a)



(b)

Gambar 3.10 (a) simulasi coverage & (b) chart coverage (RSL) existing

Berdasarkan hasil kondisi *existing*, pada gambar 3.10 (b) hasil RSL memiliki *mean* sebesar -72.89 dBm tetapi terlihat pada simulasi 3D model gambar 3.10 (a) masih terdapat daerah yang memiliki rentang RSL -94 hingga -102 dBm yang merepresentasikan nilai yang buruk pada referensi *legendnya*

3.2.1 Penentuan jumlah user

Tabel 3. 5 Jumlah user tiap lantai

Lantai	Fungsi	Jumlah user	Total kapasitas	User aktif 90 %	Market share operator Telkomsel (40%)	Penetrasi LTE-A (80%)
neuLantai 1	Meja kantin	450	616	585	263,25	211
	stand	26				
	Penunggu lift	30				
	kolam renang	30				
	ruang ukm	80				
Lantai 2	Ruang Kelas	18 kelas (@50 mahasiswa)	1034	930,6	418,77	336
	Ruang Administrasi	1(5 user)				
	Ruang PPDU	110 user)				
	Ruang auditorium	1 (100 user)				
	dosen	21 orang				
Lantai 3-10	Ruang Kelas	20 kelas (@ 50 mahasiswa)	1120/lantai	1008/lantai	453,6/lantai	363
	Ruang auditorium	1 (100 user)				
	dosen	21 orang				

3.2.2 Coverage planning & Capacity Planning

Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan formula 2.1-2.13 maka didapatkan jumlah FAP sisi coverage seperti terlihat pada tabel 3.8 Dan juga berikut hasil jumlah FAP LTE-A dari sisi perhitungan coverage

Tabel 3.8 Estimasi Jumlah FAP/tiap lantai

lantai	Luas (m ²)	Jumlah site	Estimasi Jumlah Site
1	3990	12.37213	13
2-10	8 lt @2442	7.572112769/lantai	8/lantai

Tabel 3. 10 Perhitungan FAP Tiap Lantai

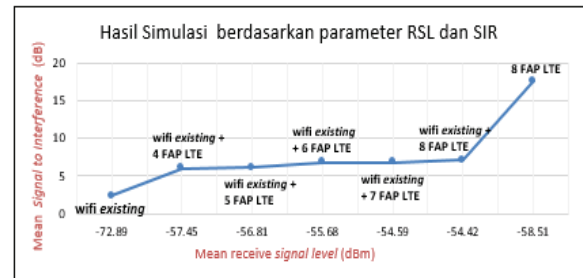
	Network throughput (IP)		Network Throughput (MAC)		number of FAP		number of FAP (round up)
	Uplink (kbps)	Downlink (kbps)	Uplink (kbps)	Downlink (kbps)	uplink	downlink	
User lantai 1					211		
network Throughput	9998,92107	84688,15458	9802,009588	83020,36764	1,166905903	4,21983838	5
User lantai 2					336		
network Throughput	15922,45251	134858,8623	15608,88731	132203,0499	1,85820087	6,08941088	7
User lantai 3-10					363		
network Throughput	17201,9353	145695,7351	16863,17289	142826,5093	2,007520583	7,14123854	8

4. Pembahasan

Berdasarkan simulasi seluruh skenario maka didapatkan hasil seerti tabel dan grafik berikut

Tabel 4. 3 Tabel hasil *mean* RSL dan SIR

No	Skenario perancangan	KPI vendor RSL	Mean Hasil distribusi RSL (dBm)	KPI Vendor SIR	Mean Hasil distribusi SIR (dB)
1	AP WiFi <i>existing</i>		-72,89		2,37
2	FAP LTE 1800 MHz tanpa WiFi <i>existing</i>		-58,51		17,57
3a	Wifi <i>existing</i> + 4 FAP LTE	(-40 dBm) – (-100 dBm)	-57,45	>5 dB	6,00
3b	Wifi <i>existing</i> + 5 FAP LTE		-56,81		6,13
3c	Wifi <i>existing</i> + 6 FAP LTE		-55,68		6,81
3d	Wifi <i>existing</i> + 7 FAP LTE		-54,59		6,84
3e	Wifi <i>existing</i> + 8 FAP LTE		-54,42		7,10



Cambar 4.14 Grafik hasil simulasi RSL dan SIR

Berdasarkan seluruh skenario dengan performa tertinggi (RSL & SIR) adalah dengan merancang jaringan FAP LTE 1800 MHz tanpa adanya Wifi *existing* yang tentunya memiliki segi ekonomi yang paling tinggi dan dengan penggunaan *frequency licensed* yang terbanyak, tetapi skenario yang dianggap paling optimal adalah dengan merancang jaringan Wifi *Existing* dan adanya penambahan FAP LTE sebanyak 6 FAP, karena berdasarkan hasil dari simulasi tersebut nilai RSL dan SIR yang dimiliki sudah tidak lagi memiliki peningkatan yang signifikan antara penambahan 6 FAP hingga 8 FAP LTE .oleh karena itu skenario penambahan 6 FAP LTE pada tiap lantainya mampu meningkatkan performa jaringan (RSL & SIR) yang optimal di dalam gedung tanpa mengeluarkan biaya yang tinggi serta mengurangi pemakaian *frequency licensed* pada skenario 1.

5. Kesimpulan

1. Hasil RSL tertinggi di dapatkan ada saat skenario perancangan Wifi 802.11n *existing* dengan penambahan 8 FAP LTE-A dan hasil simulasi tertinggi didapatkan pada perancangan LTE-A tanpa adanya Wifi *existing* 802.11n
2. Hasil perancangan yang optimal adalah pada perancangan Wifi *existing* 802.11n dengan Hasil RSL sebesar -55,68 dBm dan SIR 6,81 dB

6. Daftar Referensi :

- [1] Aerohive, 2011 . “Design and Configuration Wi-Fi in High Density”,
- [2] Cisco Visual Networking Index, 2015 .“Global Mobile Traffic Forecast Update,”
- [3] Cisco,”Wireless Local Access Network Design “, 2010
- [4] Cisco, Aironet 3700 Series Access Point Data Data Sheet. http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/wireless/3700-series-access-point/data_sheet_c78-729421.html. Diakses pada tanggal 22 November 2015
- [5] CNRI, “Mobile Data Offload”, http://www.cnri.dlt.le/research.data_offload.html. diakses pada tanggal 20 November 2015
- [6] Holma, Harri and antti toosla LTE-Advanced 3GPP Solution For IMT-Advanced,Wiley,2012
- [7] Huawei Technologies Co.Ltd..2010.LTE Radio Network Capacity Dimensioning.Shenzen : Huawei
- [8] Huawei Technologies Co.Ltd..2010.LTE Radio Network Coverage Dimensioning.Shenzen : Huawei