

PERENCANAAN COVERAGE AREA FEMTOCELL JARINGAN LONG TERM EVOLUTION (LTE) FREKUENSI 1800MHz PADA GERBONG KERETA API DENGAN PHYSICAL CELL IDENTITY (PCI)
PLANNING COVERAGE AREA FEMTOCELL LONG TERM EVOLUTION (LTE) NETWORK ON 1800 MHz FREQUENCY ON RAILWAYS CARRIAGES WITH PHYSICAL CELL IDENTITY (PCI)

Fitra Purwandika

Dr. Rendy Munadi,Ir., MT

Uke Kurniawan Usman,Ir.,MT.³^{1,2,3} Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik, Universitas Telkom¹ fitrapurwandika@gmail.com² rendymunadi@telkomuniversity.ac.id³ usman.uke@gmail.com**ABSTRAK**

Ketersediaan layanan berkualitas di setiap tempat merupakan hal penting bagi pelanggan. Salah satunya di dalam gerbong kereta api, keterbatasan layanan berkualitas di dalam gerbong kereta api karena adanya efek *dopler* yang terjadi, performansi jaringan seluler pada saat user bergerak dengan kecepatan tinggi saat berada di atas kereta api, sangatlah tidak stabil. Dan juga adanya redaman yang terjadi oleh gerbong kereta api itu sendiri sehingga layanan yang dapat diberikan sangat terbatas. Pada gerbong kereta api, femtocell digunakan untuk *coverage area* dan memberikan akses layanan kepada pelanggan di dalam gerbong kereta api.

Pada perencanaan ini dilakukan dua perhitungan untuk mendapatkan jumlah antenna yang diperlukan pada masing – masing gedung , yaitu perhitungan secara *coverage*, dan perhitungan secara *capacity*.

Skenario dari perancangan ini adalah menggunakan jumlah perhitungan *coverage* di setiap gerbong masing – masing sebanyak dua buah antenna dan skenario berikutnya menggunakan perhitungan *capacity* di setiap gerbong masing – masing sebanyak satu buah antenna. Dan menghasilkan nilai *receive Signal Level* (RSL), nilai rata-rata *Signal Interference Ratio* (SIR), dan juga *throughput* masing-masing skenario. Dari hasil simulasi di tentukan penomoran PCI tiap cell nya. Hasil nya hasil rekapitulasi percobaan dengan menggunakan simulasi di dapatkan penempatan *access point* dan yang terpasang di berbagai lokasi dapat melingkupi hampir seluruh daerah dengan kualitas sinyal yang baik yaitu - 43.64 dBm , - 41.11 dBm dan - 40.44 dBm . Kondisi dengan menggunakan 1 *access point* memiliki nilai SIR 13.69 dB dan 8.58 karena mendapatkan interferensi sedikit dari *access point* lainnya sedangkan dengan menggunakan 2 *access point* mempunyai nilai SIR sebesar 8.31 dBm karena mendapatkan lebih banyak interferensi dari pada 1 *access point*. Penggunaan 1 *access point* dan 2 *access point* memperlihatkan persentase *coverage* yang tidak jauh berbeda berbeda. Pada percobaan dengan menggunakan 2 *access point* dan mempunyai daerah *coverage* yang terbaik.

Kata Kunci : femtocell, PCI, SIR, throughput

ABSTRACT

The availability of quality services at every point is important for pelanggan. Salah only in the railway carriage, limitations of quality services in the railway carriage for their Doppler effect that occurs, the performance of the cellular network when the user moves at high speed while on the train fire, extremely unstable. And also the attenuation occurs by railroad car itself, so that services can be provided very limited. In the railway carriage, used for the femtocell coverage area and provide access services to customers in the railway carriage.

In this planning performed two calculations to obtain the required number of antennas on each - each building, ie calculation of coverage, and the calculation capacity. In this design used the following parameters parameters RSL, SIR and throughput.

The scenario of this scheme is to use a number of calculations in each carriage coverage each - each by the two antennas and the next scenario using computation capacity in every carriage of each - each as a single antenna. And generate value receive Signal Level (RSL), the average value Interference Signal Ratio (SIR), and also the throughput of each scenario. From the simulation results in each cell determine its PCI numbering. Her results recapitulation experiments using simulated get access point placement and installed in various locations can cover almost all areas with good signal quality is -43.64 dBm, - 41.11 dBm and - 40.44 dBm. Conditions using one access point has a value of 13.69 dB SIR and 8:58 for getting a little interference from other access points while using a second access point has a value SIR at 8:31 dBm for getting more interference than one access point. The use of one access point and the second access point shows the percentage of coverage that is not much different different. In experiments using two access points and has one of the best coverage.

Kata Kunci : femtocell, PCI, SIR, throughput

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Penggunaan layanan komunikasi dewasa ini menjadi kebutuhan yang penting bagi setiap konsumen. Untuk menyediakan layanan berkualitas memerlukan kehandalan akses jaringan di setiap tempat yang sangat penting untuk selalu dijaga. Kualitas layanan yang disediakan merupakan aspek penting untuk memberikan pengalaman konsumen dalam mengakses layanan. Dalam Tugas Akhir ini, dirancang jaringan *femto cell* yang dikhususkan di gerbong kereta api kereta api untuk teknologi LTE. Permasalahannya adalah pada kondisi tertentu, mengacu pada jaringan existing, performansi jaringan seluler pada saat user bergerak dengan kecepatan tinggi saat berada di atas kereta api, sangatlah tidak stabil. Penyebabnya adalah dengan adanya efek dopler dan tidak adanya perancangan jaringan seluler yang dikhususkan untuk pengguna jasa transportasi kereta api dan teknologi saat ini yang belum dapat mencapai data rate yang tinggi pada saat mobilitas user dalam kecepatan tinggi. Namun, pada teknologi LTE telah mendukung layanan transfer data kecepatan tinggi, sehingga pada Tugas Akhir ini menggunakan teknologi seluler berbasis LTE untuk merancang jaringan seluler di gerbong kereta api.

Dalam Tugas Akhir ini, akan dilakukan Perancangan *Coverage* dan *Capacity* Jaringan LTE Indoor pada Stasiun Gambir dan mensimulasikannya dengan menggunakan *software* RPS 5.4 untuk simulasi dan analisa berdasarkan *coverage*.

2. Dasar Teori

2.1. Konsep Dasar Teknologi Long Term Evolution (LTE)^[3]

Long Term Evolution (LTE) adalah sebuah nama yang diberikan pada sebuah proyek dari *Third Generation Partnership Project (3GPP)* sebagai standar komunikasi akses data nirkabel tingkat tinggi untuk memperbaiki standart *mobilephone* generasi ke-3 (3G) yaitu UMTS WCDMA. LTE ini merupakan pengembangan dari teknologi sebelumnya, yaitu UMTS (3G) dan HSDPA (3.5G) yang mana LTE disebut sebagai generasi ke-4 (4G). Pada teknologi UMTS kecepatan transfer data maksimum adalah 2 Mbps, pada HSDPA kecepatan transfer data mencapai 14 Mbps pada sisi *downlink* dan 5,6 Mbps pada sisi *uplink* sedangkan pada LTE ini kemampuan dalam memberikan kecepatan dalam hal transfer data dapat mencapai 100 Mbps pada sisi *downlink* dan 50 Mbps pada sisi *uplink* dengan *bandwidthchannel* 20MHz

2.2 Femto Cell^[1]

Femtocell merupakan access point nirkabel dengan biaya rendah yang menggunakan spectrum frekuensi berlisensi saat beroperasi. Dengan kata lain, femtocell dapat didefinisikan sebagai Base Transceiver Station (BTS) yang berukuran mini dengan ditempatkan di wilayah sinyal rendah, sehingga dapat meningkatkan ketersediaan, konektivitas, mobilitas, serta kinerja layanan jaringan dengan kebutuhan daya yang rendah.

2.3 Indoor Network Planning (Perencanaan Jaringan Indoor)^[12]

Perencanaan Jaringan *Indoor* adalah suatu perencanaan sistem dengan perangkat pemancar dan penerima (*transceiver*) yang dipasang didalam gedung yang bertujuan untuk melayani kebutuhan akan telekomunikasi dalam gedung tersebut baik kualitas sinyal, cakupan (*coverage*) maupun kapasitas *traffic*nya. Sebenarnya sistem ini memiliki prinsip yang sama BTS dengan sel standar, dengan perangkat pemancar dan penerima (*transceiver*), Basis kapasitas trafik biasanya digunakan untuk:

- *Public Access area* (mall, bandara, stadion hotel, rumah sakit dan lain lain), merupakan tempat-tempat umum yang sering dikunjungi tiap harinya.

2.4 Radio Link Budget^[10]

Perhitungan *Radio Link Budget* digunakan untuk mengestimasi maksimum pelemahan sinyal yang dibolehkan antara *mobile antenna* dan *base station antenna*. Nilai maksimum pelemahan sinyal ini biasa disebut dengan *Maximum*

Allowable Path Loss (MAPL). Untuk mencari MAPL , dilakukan perhitungan dengan persamaan – persamaan rumus berikut ini :

1. Loss saluran

$$L_{\text{saluran}} = \Sigma L_{\text{feeder}} + \Sigma L_{\text{splitter}} + \Sigma L_{\text{tapper}} + \Sigma L_{\text{jumper}} + \Sigma L_{\text{connector}} + \Sigma L_{\text{backbone}} \dots (1)^{[7]}$$

2. EIRP

$$\text{EIRP} = P_{\text{in}} + L_{\text{saluran}} + \text{Gain Antena} \dots (2)^{[7]}$$

2.5 Model Propagasi COST 231 Multi Wall^[11]

Pada COST 231 Model seluruh dinding pada bidang vertical antara *transmitter* dan *receiver* dipertimbangkan dan untuk masing-masing dinding dengan properties materialnya diperhitungkan juga. Dengan bertambahnya dinding yang dilewati sinyal maka attenuasi dinding berkurang, sehingga pada model COST 231 model ini akan mendapatkan hasil yang sesuai dengan kondisi ruangan.

$$L_T = L_{\text{FSL}} + L_C + \sum_{i=1}^M n_{wi} L_{wi} + n_f \left[\frac{n_f + 2}{-b} \right] L_f \dots (3)^{[7]}$$

2.6 Perencanaan Sel LTE dengan Physical Cell Identity (PCI)

LTE memiliki arsitektur yang lebih sederhana jika dibanding dengan 2G dan 3G. Setiap cell dilayani oleh eNodeB, dalam manajemen handover dilakukan dengan cara *signalling* secara langsung antar eNodeB, tidak melalui RNC/BSC seperti pada 3G dan 2G. Salah satu dari metode *Self System Interference Solution* yang digunakan untuk perencanaan ini adalah dengan Metode *Physical Cell Identity* (PCI). PCI memiliki 504 kode dengan pembagiannya terdapat 168 grup pada 3 identitas cell.

Tabel 1. Alokasi PCI^[9]

	0	1	2	...	163	164	165	166	167
0	0	3	6	...	489	492	495	498	501
1	4	7	10	...	493	496	499	502	1
2	8	11	14	...	497	500	503	2	5

3. Perancangan System

3.1. Spesifikasi Gerbong Kereta Api

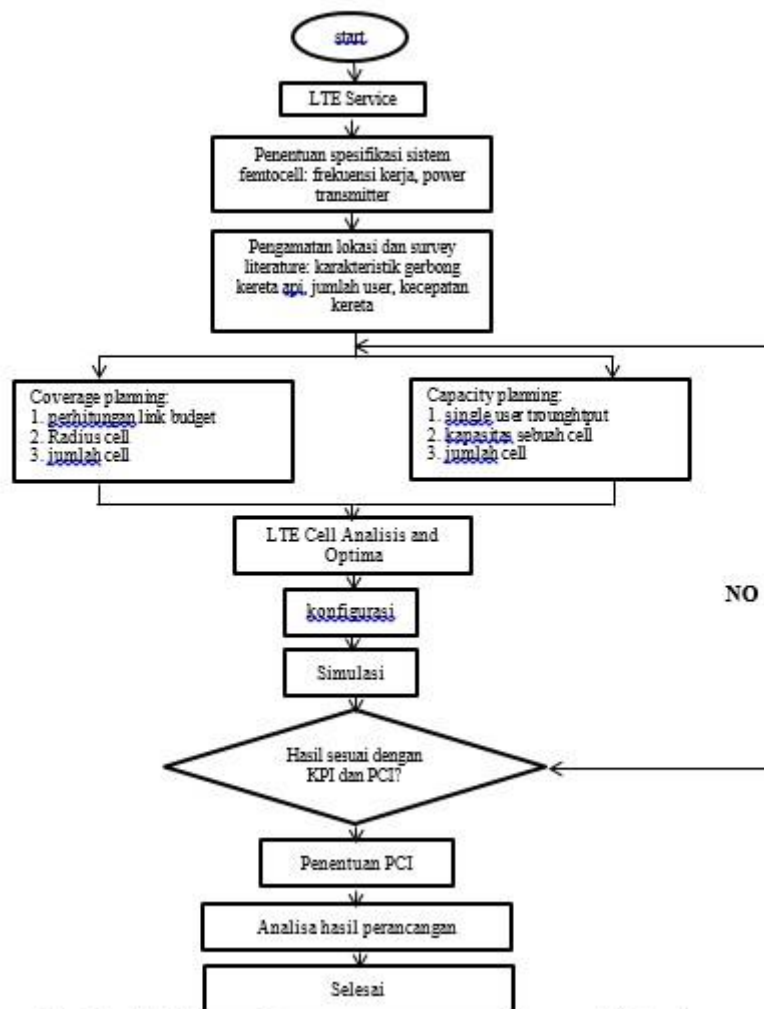
Berikut ini adalah spesifikasi dari Gerbong kereta api.

Tabel 2. Spesifikasi Gerbong Kereta Api

	Spesifikasi teknis	besaran
1	Tinggi gerbong	2639,5 mm
2	Lebar gerbong	2605 mm
3	Panjang gerbong	12500 mm
4	volume	25m ³
5	Jarak antar center pivot	8800 mm
6	Kapasitas Muat	18 ton
7	Kapasitas eksekutif	52 orang
8	Kapasitas bisnis	64 orang
9	Kapasitas ekonomi	150 orang

Gedung Stasiun Gambir memiliki 3 lantai dengan luas yang sama tiap lantainya dan tinggi yang dimiliki tiap lantainya adalah rata - rata setinggi 5

3.2 Diagram Alir Perancangan Sistem



Gambar 3. Diagram Alir Perancangan

3.4 Coverade Planning

Perencanaan Coverage area menentukan jumlah sel dan radius sel yang diperlukan untuk mencakup seluruh wilayah di gerbong kereta api. Menggunakan propagasi cost 231 multi wall sebagai berikut.

$$L_T = L_{FSL} + L_C + \sum_{i=1}^M n_{wi} L_{wi} + n_f \left[\frac{n_f + 2}{n_f + 1} - b \right] L_f$$

Kemudian dilakukan perhitungan terhadap L_{wi} dengan memperhatikan karakteristik material yang terdapat didalam gerbong kereta api

Tabel 3 Karakteristik material di Gerbong kereta Api

Jenis	Material	dB
Dinding	cubical/carbon fiber	18
Langit-langit	cubical/carbon fiber	18
Lantai	karpas/kain	4
Manusia	Manusia	3
Kaca	Aclaric rayben	0,8

sedangkan nilai L_T didapat dari nilai MAPL *allowed propagation loss for cell range* terbesar yang bernilai 114, sehingga :

$$L_T = 65,1054 + 20 \log d + 32,5 + 56,5 \text{ dB} + 15 \text{ dB}$$

$$114 = 169,4054 + 20 \log d$$

$$20 \log d = 114 - 169,4054$$

$$20 \log d = -55,4054$$

$$\log d = -2,77027$$

$$D (\text{Km}) = 0,0169718818 = 16,9718818 \text{ m}$$

3.5 Capacity Planning

Perencanaan kapasitas dilakukan untuk menentukan jumlah *user* yang dapat dicakup dalam suatu sel. Pada penelitian ini, perhitungan *capacity* dilakukan dengan menggunakan jumlah user rata – rata di tiap lokasi per harinya. Tiap lokomotif dapat menarik hingga 7 gerbong kereta api. Terdapat 2 gerbong kereta api Eksekutif dan 3 gerbong kereta api bisnis, satu gerbong makan, dan satu gerbong bagasi

Tabel 4 Site Capacity Planning Bisnis

Item	UL	DL
Area Wide	12.5m	
Users bisnis	64	
Network Throughput (Kbps)	10605.70586	78173.71971
Site Capacity (Kbps)	40435.176	33695.976
Number of site	1	2
Number of User per site	64	32

Tabel 5 Site Capacity Planning Eksekutif

Item	UL	DL
Area Wide	12.5m	
Users eksekutif	52	
Network Throughput (Kbps)	8617.136012	63516.14727
Site Capacity (Kbps)	40435.176	33695.976
Number of site	1	2
Number of User per site	52	26

4. Analisa Perancangan Dan Simulasi

4.1 Simulasi Perencanaan

1. Menempatkan antenna / AP di bagian belakang atau depan gerbong kereta api
2. Menempatkan antenna / AP dibagian tengah gerbong kereta api
3. Menempatkan t2 antenna / AP dibagian depan dan belakang gerbong kereta api

4.2 Alokasi PCI

Tabel 7 Alokasi PCI pada FAP

Gerbong	Nomor FAP	Nomor PCI
eksekutif 1	1	462
	2	465
eksekutif2	3	468
	4	471
eksekutif 3	5	474
	6	477
gerbong makan	7	480
	8	483
bisnis 1	9	486
	10	489
bisnis 2	11	492
	12	495

Karena dalam perencanaan ini nilai interferensi bisa dikatakan cukup tinggi maka Dengan diberikan penomoran PCI yang unik dimana setiap FAP penomoran PCI nya dibedakan atas 3 nomor untuk setiap FAP maka *user* tidak akan menerima identitas FAP yang sama sehingga nilai interferensi dapat ditekan seminimal mungkin.

Tabel 8 Hasil Analisa Perancangan

Skenario	Coverage			SIR			Delay Spread	Best Serving		KPI Vendor	
	x < -40 dBm	x ≥ -40 dBm	Mean dBm	x ≥ 5 dB	x < 5 dB	Mean dB				RSL dBm	SIR dB
1	70%	30%	-43.64	97%	3%	13.69	0ns	0		-40 s/d -75	>5
2	68%	32%	-41.11	70%	30%	8.58	0ns	0			
3	76%	24%	-40.44	60%	40%	8.31	0ns	0	1		
								50%	50%		

Dari semua skenario yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa dari segi coverage satu acces point mampu mengcover satu buah gerbong kereta api jenis eksekutif maupun bisnis dengan tingkat interferensi yang lebih rendah dari pada menggunakan dua buah acces point dan skenario pertama adalah skenario terbaik dalam hal coverage di

dalam gerbong kereta api. Namun dari segi Capacity satu acces point tidak cukup untuk mengcover seluruh penumpang kereta api eksekutif maupun bisnis karena keterbatasan dari femto cell sendiri segi kapasitas user yang mampu untuk dilayani.

5. Kesimpulan

Dari hasil analisa perencanaan *coverage area femto cell* yang telah dilakukan di Gerbong kereta api, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan perhitungan *Capacity* untuk melayani seluruh penumpang gerbong kereta api memerlukan dua buah antena sedangkan pada perhitungan *coverage* memerlukan satu buah antena.
2. Penempatan satu antena dibelakang atau depan gerbong menghasilkan nilai sinyal terima -43.64 dBm berada dalam *range* KPI yang digunakan yaitu - 40 dBm hingga - 70dBm. Dan nilai SIR 13.69dB dengan persentase 93% berada dalam *range* KPI yang digunakan diatas 5dB.
3. Penempatan satu buah antena bagian tengah gerbong menghasilkan sinyal - 41.11 dBm. Dengan persentase 68% berada dalam *range* KPI yang digunakan yaitu - 40 dBm hingga - 70dBm. Dan nilai SIR 8.58dB dengan persentase 70% berada dalam *range* KPI yang digunakan yaitu diatas 5dB. Yang merupakan terbaik dalam perencanaan ini.
4. Penempatan dua buah antena dibagian depan dan belakang gerbong kereta api menghasilkan sinyal terima -40.63 dBm dengan persentase 74% berada dalam *range* KPI yang digunakan yaitu - 40 dBm hingga - 70dBm dBm dengan nilai SIR 8.17 dB dengan persentase 60% berada dalam *range* KPI yang digunakan diatas 5dB.
5. Alokasi *Physical Cell ID* (PCI) hanya dapat dilakukan penomoran secara manual karena tidak adanya fitur pendukung dari *software* RPS sendiri dalam mengkalibrasi dampak dari penggunaan PCI.

6. Saran

Saran yang diajukan untuk penelitian lebih lanjut sebagai berikut :

1. Perlu adanya penelitian tentang bagaimana mengalokasikan PCI yang optimal dengan software atau aplikasi lainnya
2. Penelitan perlu menggunakan software yang lebih baik lagi dalam hal ini software yang lebih baik dari RPS.
3. Pemilihan partisi dan material bangunan pada software RPS dapat lebih bervariasi lagi dan harus sesuai dengan kenyataan dilapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Freescale. (2012). Small Cells Call for Scalable Architecture. *Small Cells Call for Scalable Architecture*, 1-10.
- [2] ECC. (2006). *COMPATIBILITY BETWEEN GSM EQUIPMENT ON BOARD AIRCRAFT AND TERRESTRIAL NETWORKS*. Lübeck: ECC.
- [3] Sesia, Stefania dkk. 2009. *LTE : The UMTS Long Term Evolution, From Theory to Practice second edition*. United Kingdom : John Wiley and Sons ltd.
- [4] Toskala, Antti, dan Holma, Harri. 2009. *LTE for UMTS OFDMA and SC-FDMA for Radio Access*. United Kingdom : John Wiley and Sons ltd.
- [5] Holma, H & A. Toskala. 2010. "WCDMA for UMTS: HSPA Evolution and LTE", Jhon Wiley & Sons. United Kingdom.
- [6] Uke, Galuh dkk. 2013. *Fundamental Teknologi Seluler LTE*. Rekayasa Sains, Indonesia.

- [7] Anandita, Arya. "*Laporan Kerja Praktek di Transport & Interconnection Division di PT. Telekomunikasi Seluler Area Bali Nusra*".2013
- [8] MobileCom Laboratory. "*LTE-Advance and wi-fi femtocell planning for data offload with coverage simulation using RPS*"2013
- [9] Okti Nurdian Fiskayanto. "*Perencanaan coverage area femtocell UMTS 1800 MHz di kabin pesawat terbang Airbuss A330-200*". 2015
- [10] Mobile Comm Laboratory. 2013 *Femto Cell Planning Institute Teknologi Telkom, Bandung*
- [11] Huawei.2013. "*LTE-Radio Network Planning*". Huawei
- [12] 3GPP. *LTE Key Performance Indicators for LTE RF Design*. 3GPP. 2013
- [13] Muhammad Hafizh Triaoktora. "*Analisa Perencanaan Jaringan Long term Evoluyion Indoor di stasiun Gambir*"2015
- [14] Nico Baihaqi. "*Perencanaan Coverage dan capacity Jaringan Long Term Evolution LTE Frekuensi 700 Mhz pada Jalur Kereta Api Dengan PCI (Phusical Cell Identity)*".2015

