

PERENCANAAN COVERAGE DAN CAPACITY JARINGAN LONG TERM EVOLUTION (LTE) FREKUENSI 700 MHz PADA JALUR KERETA API DENGAN PHYSICAL CELL IDENTITY (PCI)

COVERAGE AND CAPACITY PLANNING OF LONG TERM EVOLUTION (LTE) NETWORK ON 700 MHz FREQUENCY ON RAILWAYS WITH PHYSICAL CELL IDENTITY (PCI)

Nico Baihaqi¹, Dr. Ir. Heroe Wijanto, M.T.², Uke Kurniawan Usman, Ir., M.T.

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik, Universitas Telkom

¹Nicobaihaqi28@gmail.com, ²heroewijanto@gmail.com, ³usman.uke@gmail.com

Abstrak

Long Term Evolution (LTE) merupakan teknologi telekomunikasi nirkabel generasi ke-4 yang berbasis *Internet Protocol (IP)*. Teknologi ini akan dapat memenuhi kebutuhan para *user* akan komunikasi paket data yang terus meningkat beberapa tahun belakangan. Pada teknologi sebelumnya yaitu 3G dan 2G kurang optimal dan stabil dalam melayani kebutuhan trafik dikondisi *user* bergerak dengan kecepatan tinggi atau kondisi *user* berada pada alat transportasi darat yaitu kereta api.

Pada *paper* ini, dibahas tentang Perencanaan jaringan LTE FDD 700 MHz di sepanjang jalur kereta api Bandung – Gambir dengan kecepatan *user* mencapai 350km/jam dan jarak tempuh sejauh 258 km ini dilakukan berdasarkan metode konvensional yaitu *coverage* dan *capacity* dari segi radio access. Kemudian dilakukan perencanaan berdasarkan *neighbour relation* dan *physical cell identity (PCI)*. Berdasarkan hasil perhitungan dan simulasi, Dengan adanya PCI terutama yaitu sepanjang jalur kereta api Bandung – Gambir dapat mengurangi level interferensi yang ditunjukkan meningkatnya probabilitas daerah dengan nilai BLER dan nilai rata-rata $C/(I+N)$ naik sehingga *average user throughput* mengalami kenaikan. Sedangkan penggunaan PCI tidak berpengaruh besar terhadap RSRP dan signal level.

Kata kunci : Long Term Evolution, macro cell, coverage, capacity, neighbour relation, physical cell identity, BLER, $C/(I+N)$, throughput.

Abstract

Long Term Evolution (LTE) wireless telecommunications technology is a 4th generation Internet Protocol-based (IP). This technology will be able to meet the needs of the user data packet communications will continue to rise in recent years. In the previous technologies, namely 3G and 2G less than optimal and stable in serving the needs of the user conditioned traffic moving at high speed or user conditions are in the land transportation is the train.

In this paper, discussed about planning a 700 MHz FDD LTE network along railway lines Bandung - Gambir with user speeds reaching 350km / h and 258 km distance as far as this is done by the conventional method of coverage and capacity in terms of radio access. Then do the planning based on neighbor relations and physical cell identity (PCI). Based on calculations and simulations, With PCI mainly along railway lines Bandung - Gambir can reduce the interference level indicated increased probability area with BLER value and average value of $C / (I + N)$ rises so that average user throughput increase. While the use of PCI not affect RSRP and signal level.

Keywords: Long Term Evolution, macro cell, coverage, capacity, neighbour relation, physical cell identity, BLER, $C/(I+N)$, throughput.

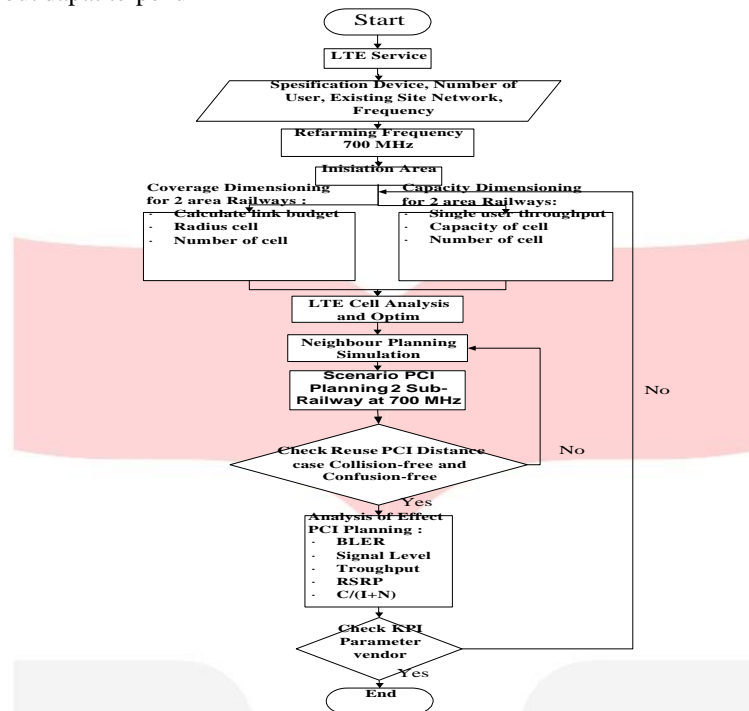
1 Pendahuluan [10][7]

Adanya peningkatan jumlah pelanggan seluler dan trafik secara eksponensial maka dibutuhkan suatu teknologi yang dapat melayani peningkatan trafik yang terjadi. Badan standarisasi 3GPP (3rd Generation Partnership Project) memperkenalkan teknologi seluler Long Term Evolution (LTE) pada release 8, dengan fitur dan kecepatan yang tinggi untuk melayani kebutuhan pelanggan terutama dalam akses data.

Pada *paper* ini dibahas mengenai perancang jaringan macro cell yang dikhususkan di sepanjang jalur kereta api untuk teknologi LTE. Perancangan akan dilakukan pada frekuensi 700 MHz dengan menggunakan metode Frequency Division Duplexing (FDD) dengan lebar bandwidth 20MHz. Setelah itu akan dilakukan tahap perencanaan dengan menggunakan Physical Cell Identity (PCI) Planning untuk dapat memberi suatu kode unik pada setiap cell sehingga didapatkan antar cell tidak saling menginterferensi. Dengan memperhatikan aspek throughput, trafik, RSRP, $C/(I+N)$, BLER, Signal Level serta intensitas *user* di dalam kereta api sehingga akan didapatkan rancangan macro cell yang sesuai untuk support high data rate bagi penumpang di kereta api dengan menggunakan antenna 2-sectoral.

2 Teori dan Tahap Perancangan

Sebelum merancang jaringan LTE hal yang harus diketahui adalah kebutuhan jaringan LTE pada daerah yang ditinjau. Kebutuhan tersebut antara lain *traffic demand*, kapasitas sel, serta jumlah sel. Parameter tersebut perlu diketahui agar seorang *engineer* dapat mengetahui spesifikasi jaringan LTE seperti apa yang harus digunakan agar kebutuhan tersebut dapat terpenuhi



Gambar 2. 1. Flowchart perancangan LTE railways[3][4]

2.1 LTE Capacity Planning [1]

Perencanaan berdasarkan kapasitas membutuhkan data statistik penduduk di daerah yang akan dilakukan perancangan. Data ini dibutuhkan guna mengestimasi jumlah *user* beberapa tahun kedepan. Secara umum, langkah langkah dalam melakukan perencanaan jaringan berdasarkan kapasitas yaitu: Menghitung estimasi jumlah pelanggan beberapa tahun kedepan, Menghitung *throughput* per layanan, Menghitung *single user throughput* untuk mengetahui *throughput* rata-rata satu *user*, menghitung *network throughput* dan kapasitas sel, menentukan jumlah sel yang dibutuhkan berdasarkan kapasitas yang diminta

2.1.1 Estimasi Jumlah Pelanggan [8][9]

Jaringan yang dirancang harus mampu memenuhi peningkatan kebutuhan trafik beberapa tahun ke depan. Untuk itu perlu diprediksi jumlah *user* untuk beberapa tahun yang akan datang dengan menggunakan persamaan (2.1)[16]

$$P_n = P_0 (1 + GF)^n \tag{2.1}$$

P_n adalah jumlah penduduk tahun ke- n , GF faktor pertumbuhan penduduk, dan P_0 merupakan jumlah penduduk tahun ke-0 (tahun saat perencanaan). Tidak semua penduduk menggunakan layanan LTE, untuk itu jumlah *user* operator X yang menggunakan layanan LTE dapat diprediksi dengan persamaan:[16]

$$Total\ target\ user = P_n \times A \times B \times C \tag{2.2}$$

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

2.1.2 Throughput Layanan [3]

LTE memiliki berbagai macam layanan seperti VoIP, video conference, dan lain lain. Tiap layanan ini memiliki karakteristik *throughput* yang berbeda beda. *Throughput* tiap layanan dapat diperoleh dengan rumus:[9]

$$Throughput = ST \times SDR \times \text{Bearer rate} \times \left[\frac{1}{1 + BLER} \right] \tag{2.3}$$

Dimana: ST (*Session Time*) merupakan rata-rata durasi penggunaan tiap layanan (s), SDR (*Session Duty Ratio*) rasio data yang dikirimkan tiap sesi, dan BLER merupakan rasio jumlah *block* yang *error* dalam satu sesi.

2.1.3 Single user dan Network Throughput [3]

Setiap *user* memiliki kebiasaan yang beragam dalam menggunakan layanan LTE. *Throughput* tiap *user* pada kondisi jam sibuk dapat diperoleh dengan persamaan berikut:[9]

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

Dimana: SUT : *Single user Throughput* (kbps); BHSR : Inisiasi penggunaan layanan selama jam sibuk; Penetration rate: penetrasi penggunaan layanan di daerah yang ditinjau; PAR (Peak to Average Ratio) : Penetrasi rata-rata tiap daerah. Setelah diperoleh *throughput* tiap *user*, langkah selanjutnya yaitu menentukan kebutuhan *throughput* keseluruhan (*network throughput*) pada area yang ditinjau.[9]

$$\text{Network Throughput} = \text{Total target user} \times SUT \tag{2.5}$$

2.1.4 Kapasitas Sel [3]

Kapasitas sel dapat diperoleh dengan menggunakan pendekatan berikut:[9]

$$DL\ cap. + CRC = (168 - 36 - 12) \times (Cb) \times (Cr) \times Nrb \times C \times 1000 \tag{2.6}$$

$$UL\ cap. + CRC = (168 - 24 - 12) \times (Cb) \times (Cr) \times Nrb \times C \times 1000 \tag{2.7}$$

$$\text{Throughput/Celltpc_Area} = (\text{DL or UL}) \text{MAC throughput capacity} \times 0,9804 \tag{2.8}$$

Dengan: CRC = 24, Cb (Code bits) = efisiensi modulasi, Cd (Code Rate) = channel coding rate, Nrb = jumlah reseouce block yang digunakan, dan C = mode antena MIMO.

2.1.5 Cell Dimensioning[3]

Jumlah sel yang dibutuhkan untuk mengakomodasi trafik berdasarkan perhitungan capacity planning dapat diperoleh dengan persamaan:

$$\text{Jumlah sel} = \frac{\text{Network throughput}}{\text{Kapasitas Sel}} \tag{2.8}$$

2.2 LTE Coverage Planning[4]

Coverage planning dengan menggunakan model propagasi okumura-hatta bertujuan untuk memprediksi cakupan sel berdasarkan kemampuan perangkat yang digunakan. Proses perhitungannya disebut *link budet calculation*.

Tabel 2.1 Uplink Budget[4][5]				Tabel 2.2 Downlink budget[4][5]			
Uplink	Parameter	Value	Unit	Downlink	Parameter	Value	Unit
General	Bandwidth (MHz)	20	A	General	Bandwidth (MHz)	20	A
	Resource Block	100	B = A*0,9/180		Resource Block	100	B = A*0,9/180
	Allocated Resource Blocks	4	C		Max Total Tx Power (dBm)	46	C
	Max Total Tx Power (dBm)	23	D		Sub-carrier power (dBm)	15,21	D = C - 10log(12*B)
UE	sub-carrier power (dBm)	6,19	E = D - 10log(12*C)	e:\>	Cable Loss (dB)	3	E
	Tx Body loss (dB)	0	F		Antenna Gain (dBi)	15	F
	EIRP per Subcarrier (dBm)	16,51	H = D - E + F		EIRP per Subcarrier (dBm)	27,21	G = D - E + F
	SINR (dB)	-7	I		SINR (dB)	-9	H
	UE Noise Figure (dB)	2,3	J		UE Noise Figure (dB)	7	I
EnB	Thermal Noise (dB)	132,22	K = 10log(1,38*10 ⁻²³)	U:	Receiver Sensitivity (dBm)	130,22	J = 10log(1,38*10 ⁻²³)
	Receiver Sensitivity (dBm)	127,52	L = I + J + K		Receiver Sensitivity (dBm)	130,22	K = H - I + J
	Receiver Antenna Gain (dBi)	18	M		UE Body loss (dB)	0	L
	UE Cable loss (dB)	0,5	N		UE Cable loss (dB)	0	M
	Interference Margin (dB)	1	O		Interference Margin (dB)	4	N
	Min. Signal Reception Strength (dBm)	147,02	P = L + M + N + O		Min. Signal Reception Strength (dBm)	134,22	O = K + L + M + N
	Penetration Loss (dB)	22	Q		Penetration Loss (dB)	22	P
	Shadow Fading Margin (dB)	1,8	R		Shadow Fading Margin (dB)	1,8	Q

Path Loss (dB)	-154,01	S=H-P-Q-R	Path Loss (dB)	-130,81	R=G-O-P-Q
----------------	---------	-----------	----------------	---------	-----------

2.3 Neighbour Planning [1]

Perencanaan neighbour cell dilaksanakan setelah dilakukan perencanaan berdasarkan kapasitas dan cakupan wilayah. Setiap sel harus didefinisikan neighbour list yang berisi keanggotaan sel-sel lain. Hal ini untuk memudahkan terjadinya handover dan proses lainnya. Untuk menjadi neighbour cell dikarenakan memiliki keterkaitan co-site yaitu sel sektor yang berada dalam satu site sel asal, kemudian karena adjacent yaitu sel-sel yang berada di daerah cakupan sel asal atau sel yang kemungkinan tercakup dari arah antena sektoral pada sel asal.

2.4 Physical Cell Identity Skenario [1]

Sistem kerja dalam mengalokasikan kode PCI harus memenuhi suatu persyaratan supaya tidak terjadi interferensi antar satu dengan sel lain. Persyaratan tersebut terdapat dua kondisi yang digunakan dalam perencanaan adalah sebagai berikut :

1. Collision-free, berarti kode PCI harus unik dalam suatu area dimana suatu sel dicakup. Kondisi ini terjadi jika terdapat dua sel tetangga yang tidak memiliki kode PCI yang sama.
2. Confusion-free, berarti sebuah sel tidak diperbolehkan memiliki sel tetangga dengan PCI sama yang berdekatan. Kondisi ini terjadi jika tidak ada satupun sel-sel yang memiliki 2 sel tetangga dengan PCI yang berdekatan.

3 Hasil Perancangan

Dari hasil perhitungan, didapatkan nilai target *user*, *single user throughput*, serta *network throughput* untuk sepanjang jalur kereta api Bandung – Cikampek dan Cikampek – Gambir.

Tabel 3.1 Hasil perhitungan *network throughput* tiap daerah

Parameter	URBALE		ITDI		DEXSE L'RBALE	
	Downlink	Lplink	Downlink	Lplink	Downlink	Lplink
Total Target User(jiwa)	10023		14219		14219	
Single User Throughput(kbps)	36,378	9,509	Single User Throughput(kbps)	10,802	10,802	10,802
Total Network Throughput(IP Layer)Olbps	364,62	95,31	Total Network Throughput(IP Layer)Olbps	636,61	636,61	636,61
Total Network Throughput(OIAC Layer)Olbps	371,91	97,21	Total Network Throughput(OIAC Layer)Olbps	649,35	649,35	649,35
Cell coverage (km ²)	67,02	163,02	Cell coverage (km ²)	67,91	163,02	163,02
Site Capacity Olbps	135,84	163,02	Site Capacity Olbps	135,84	135,84	163,02
Number of eXodeB	2,74	0,96	Number of eXodeB	4,78	4,78	0,96
Number of eXodeB by capacity	3		Number of eXodeB by capacity	5		5
Number of User per eXodeB	3,341		Number of User per eXodeB	2,844		2,844
cell coverage (Kur)	63,33		cell coverage (Km ²)	38		38
Radius Cell 2 sector(Km)	403		Radius Cell 2 sector	3,35		3,35

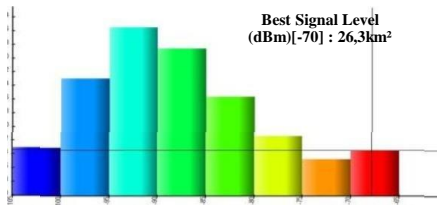
3.1 Hasil Simulasi Perancangan LTE

Setelah dilakukan perencanaan berdasarkan kapasitas dan cakupan wilayah, maka hal berikutnya yaitu dengan perencanaan berdasarkan sel tetangga. Berikut adalah salah satu *neighbour list* dari site 0_1 pada daerah sepanjang jalur kereta api Bandung - Gambir dengan menggunakan software atoll.

Tabel 3.2 Neighbour List

Cell	Number	Max.ium number	Neighbour	Importance (%)	Cell	Relation type	Coverage, (06)	Cover (km ²)	Adjacency (%)	Adjacency (km ²)
2081_1 (0)	2	16	2081_2 (0)	96,51	Co-Site	Intra-carrier	90,61	0,4825	90,14	0,48
2081_1 (0)	2	16	2100_2 (0)	34,32	Adjacent	Intra-carrier	9,39	0,05	9,39	0,05
2081_2 (0)	2	16	2081_1 (0)	87,57	Co-Site	Intra-carrier	65,47	0,5025	65,47	0,5025
2081_2 (0)	2	16	Site31_1 (0)	41,3	Adjacent	Intra-carrier	34,53	0,265	34,53	0,265
2100_1 (0)	1	16	2100_2 (0)	91,41	Co-Site	Intra-carrier	76,13	0,59	76,13	0,59
2100_2 (0)	2	16	2100_1 (0)	97,16	Co-Site	Intra-carrier	92,12	0,6725	92,12	0,6725
2100_2 (0)	2	16	2081_1 (0)	33,91	Adjacent	Intra-carrier	7,88	0,0575	7,88	0,0575
2658_1 (0)	2	16	2658_2 (0)	70,59	Co-Site	Intra-carrier	18,32	0,5175	18,32	0,5175
2658_1 (0)	2	16	3243_3 (0)	53,93	Adjacent	Intra-carrier	81,68	2,3075	81,68	2,3075
2658_2 (0)	2	16	2658_1 (0)	71,33	Co-Site	Intra-carrier	20,36	0,485	20,36	0,485
2658_2 (0)	2	16	Site34_1 (0)	53,36	Adjacent	Intra-carrier	79,64	1,8975	79,64	1,8975
3243_1 (0)	2	16	3243_3 (0)	72,12	Co-Site	Intra-carrier	22,55	0,62	22,55	0,62
3243_1 (0)	2	16	3468_2 (0)	52,77	Adjacent	Intra-carrier	77,45	2,13	77,45	2,13
3243_2 (0)	2	16	3243_1 (0)	74,9	Co-Site	Intra-carrier	30,27	0,65	30,27	0,65
3243_2 (0)	2	16	2658_1 (0)	50,7	Adjacent	Intra-carrier	69,73	1,4975	69,73	1,4975
3468_1 (0)	2	16	3468_2 (0)	71,99	Co-Site	Intra-carrier	22,18	0,8125	22,18	0,8125
3468_1 (0)	2	16	Site36_2 (0)	52,87	Adjacent	Intra-carrier	77,82	2,85	77,82	2,85
3468_2 (0)	2	16	3468_1 (0)	73,41	Co-Site	Intra-carrier	26,14	0,7325	26,14	0,7325
3468_2 (0)	2	16	3243_1 (0)	51,34	Adjacent	Intra-carrier	73,33	2,055	71,54	2,005
842_1 (0)	2	16	842_2 (0)	75,77	Co-Site	Intra-carrier	32,69	0,5525	32,69	0,5525
842_1 (0)	2	16	Site31_2 (0)	50,16	Adjacent	Intra-carrier	67,31	1,1375	67,31	1,1375
842_2 (0)	1	16	842_1 (0)	100	Co-Site	Intra-carrier	100	0,57	100	0,57
Site31_1 (0)	2	16	Site31_2 (0)	84,51	Co-Site	Intra-carrier	56,98	0,6425	56,98	0,6425
Site31_1 (0)	2	16	2081_2 (0)	43,55	Adjacent	Intra-carrier	43,02	0,485	42,79	0,4825

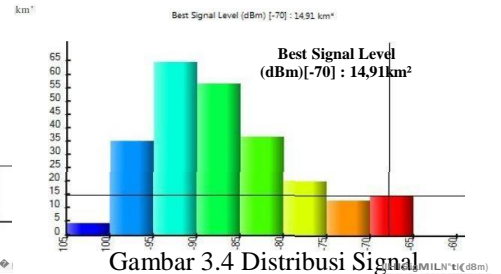
Setelah dilakukan perencanaan berdasarkan kapasitas dan cakupan wilayah, maka hal berikutnya yaitu dengan perencanaan berdasarkan sel tetangga. Berikut adalah salah satu *neighbour list* dari site 2081_1(0) pada daerah sepanjang jalur kereta api Bandung - Gambir dengan menggunakan software atoll.



Gambar 3.2 Distribusi Signal Coverage Bandung - Gambir



Gambar 3.3 Distribusi Signal Coverage Bandung - Cikampek

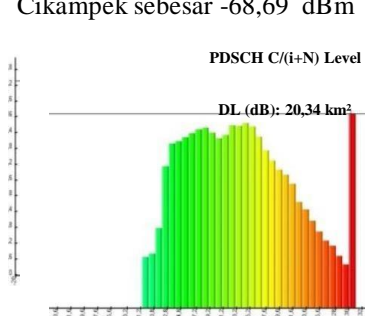


Gambar 3.4 Distribusi Signal Coverage Cikampek - Gambir

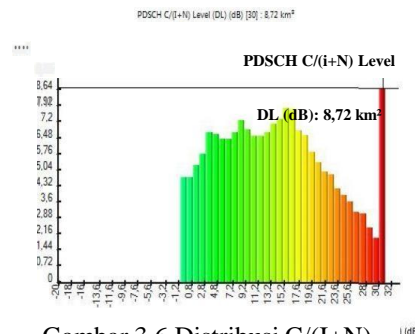
Tabel 3.3 Perbandingan Signal Level rata-rata dengan menggunakan PCI Bandung-Gambir

KPI vendor	Tanpa PCI	Dengan PCI
Signal Level (-60dBm) – (-90dBm)[4]	-68,09 dBm	-68,09 dBm

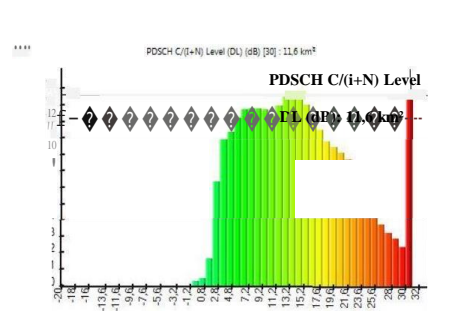
Dari hasil simulasi mendapatkan bahwa Signal Level dalam keadaan baik serta dengan menggunakan PCI maupun tidak menggunakan PCI mempunyai nilai rata-rata yang sama yaitu -68,09 dBm dengan nilai Signal Level terbaik yaitu >-80dBm tercover daerah seluas 82 km² di daerah sepanjang kereta api Bandung – Gambir. Sedangkan untuk jalur kereta api Bandung – Cikampek sebesar -67,26 dBm dan Bandung – Cikampek sebesar -68,69 dBm



Gambar 3.5 Distribusi C/(I+N) Bandung - Gambir



Gambar 3.6 Distribusi C/(I+N) Bandung - Cikampek



Gambar 3.7 Distribusi C/(I+N) Cikampek - Gambir

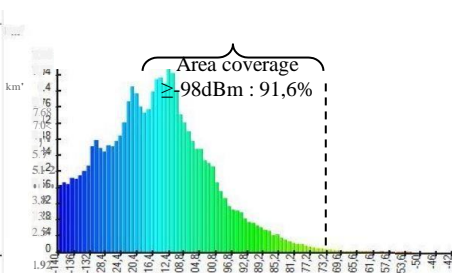
Tabel 3.4 Perbandingan C/(I+N) rata-rata dengan menggunakan PCI Bandung-Gambir

KPI Vendor	Tanpa PCI	Dengan PCI
C/(I+N) (≥6dB)[6]	14,13 dB	14,24 dB

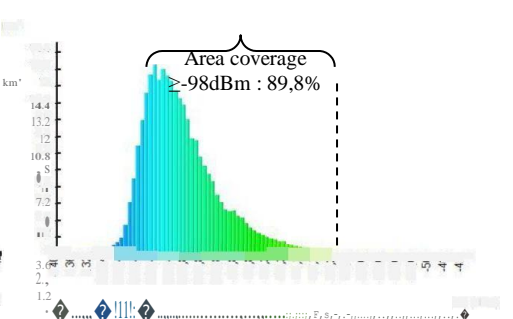
Dari hasil simulasi atoll menunjukkan bahwa perencanaan dalam kondisi baik serta dengan menggunakan PCI dapat meningkatkan nilai rata-rata C/(I+N) sebesar 14,24 dB yang sebelum menggunakan PCI nilai rata-rata sebesar 14,13 dB. Berdasarkan luas cakupan dari hasil simulasi nilai C/(I+N) sudah memenuhi standart dari sebuah vendor. Serta nilai terbaik C/(I+N) yaitu < 20 dB didapatkan bahwa dengan menggunakan PCI dapat mengcover luas daerah 106,81 km² sedangkan tanpa PCI didapatkan 105,29 km² di sepanjang jalur kereta api.



Gambar 3.8 Distribusi RSRP Bandung - Gambir



Gambar 3.9 Distribusi RSRP Bandung - Cikampek

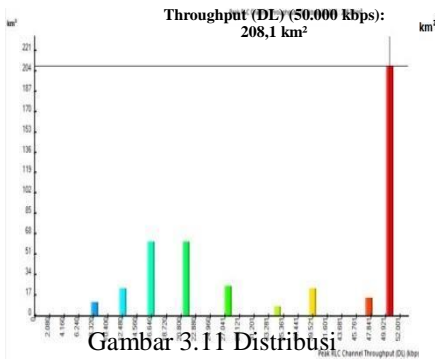


Gambar 3.10 Distribusi RSRP Cikampek - Gambir

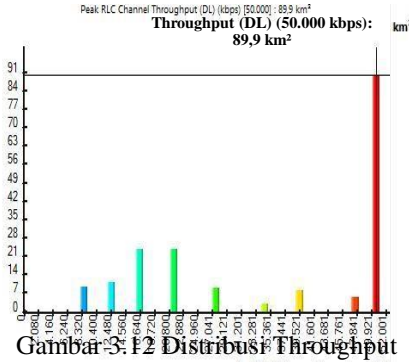
Tabel 3.4 Perbandingan RSRP rata-tata dengan menggunakan PCI Bandung-Gambir

KPI Vendor	Tanpa PCI	Dengan PCI
RSRP (≥ -98 dBm) target 95% [4]	98,4%	98,4%

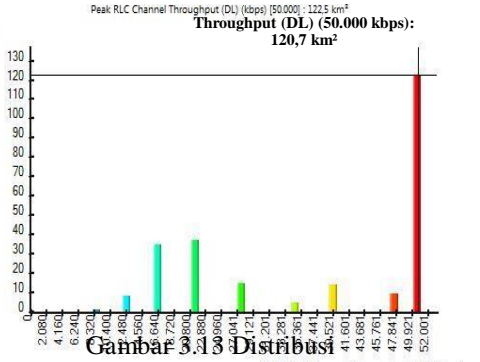
Dalam hasil simulasi menunjukkan bahwa rata-tara nilai RSRP bernilai -112,91 dBm dan tidak ada perbedaan nilai RSRP antara menggunakan Physical Cell Identity (PCI) dan tidak menggunakan. Hasil distribusi RSRP dalam simulasi menunjukkan bahwa menggunakan PCI dan tanpa menggunakan PCI dalam keadaan baik atau sesuai dengan KPI yaitu ≥ -98 dBm karena memenuhi target KPI yaitu 95%.



Gambar 3.11 Distribusi Throughput Bandung - Gambir

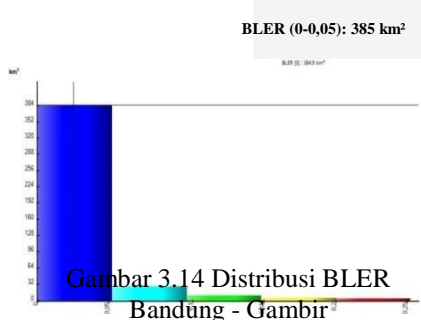


Gambar 3.12 Distribusi Throughput Bandung - Cikampek

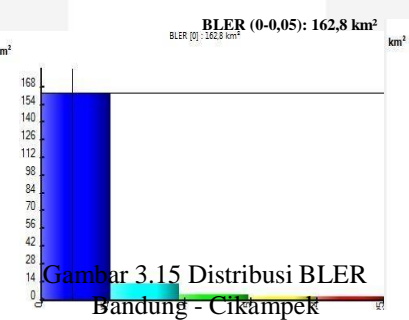


Gambar 3.13 Distribusi Throughput Cikampek - Gambir

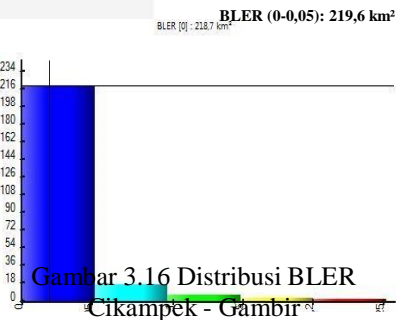
Dalam simulasi menggunakan aplikasi atoll menunjukkan bahwa throughput dengan menggunakan PCI dapat meningkatkan nilai throughput rata-rata yaitu sebesar 48 Mbps sedangkan tanpa menggunakan PCI nilai rata-rata throughput sebesar 47,709 kbps sedangkan Bandung-Cikampek yaitu sebesar 47.666,75 kbps serta distribusi nilai throughput terbaik yaitu >40 Mbps tercover area seluas 103,5 km². Sedangkan tanpa menggunakan PCI nilai rata-rata throughput sebesar 47.495,87 kbps dan throughput terbaik hanya tercover area seluas 103 km² dan Cikampek-Gambir sebesar 49.215,18 kbps serta distribusi nilai throughput terbaik yaitu > 40 Mbps tercover area seluas 142,8 km². Sedangkan tanpa menggunakan PCI nilai rata-rata throughput sebesar 48.747,51 kbps dan throughput terbaik hanya tercover area seluas 140,5 km².



Gambar 3.14 Distribusi BLER Bandung - Gambir



Gambar 3.15 Distribusi BLER Bandung - Cikampek



Gambar 3.16 Distribusi BLER Cikampek - Gambir

Tabel 3.5 Perbandingan BLER rata-tata dengan menggunakan PCI Bandung-Gambir

KPI Vendor	Tanpa PCI	Dengan PCI
BLER ($<0,1$) [6]	0,01	0,01

Dari segi Block Error Rate (BLER) hasil simulasi atoll menunjukkan bahwa dengan menggunakan PCI dapat meningkatkan probabilitas suatu daerah dengan nilai rata-rata BLER 0,01 semakin bagus yaitu mencapai 1.116 km² sedangkan tanpa menggunakan PCI hanya mencapai 1104 km² dengan nilai rata-rata BLER 0,01 di sepanjang jalur kereta api Bandung – Gambir. Sedangkan untuk Bandung – Cikampek Bandung – Cikampek sama dengan tanpa menggunakan PCI tetapi untuk nilai BLER yang terbaik berbeda. Dimana dengan menggunakan PCI nilai BLER terbaik yaitu 0-0,05 tercover area seluas 162,8 km² sedangkan tanpa menggunakan PCI hanya tercover area seluas 162,4 km² dan untuk jalur Cikampek – Gambir nilai BLER

terbaik yaitu 0-0,05 tercover area seluas 219,1 km² sedangkan tanpa menggunakan PCI hanya tercover area seluas 218,7 km².

4 Kesimpulan

Dalam perencanaan jaringan LTE di sepanjang jalur kereta api Bandung – Gambir membutuhkan 15 site dengan 30 sel menggunakan antena 2-sektoral. Pada skenario PCI mempunyai nilai rata-rata BLER yang sama yaitu 0,01 tapi terjadi perluasan nilai BLER yang baik yaitu 0-0,05 dengan menggunakan PCI yaitu mencapai 385 km² jika dibandingkan tanpa menggunakan PCI seluas 384,9 km². Dari segi throughput dengan menggunakan PCI dapat meningkatkan mencapai 48 Mbps dengan luas jangkauan 246,5 km² jika dibandingkan dengan tidak menggunakan PCI yaitu sebesar 47,709 Mbps luas jangkauan 244,7 km². Terjadi peningkatan nilai rata-rata kanal PDSCH pada C/(I+N) untuk arah downlink yaitu mencapai 14,24 dB luas cakupan 106,81 km² dengan menggunakan PCI sedangkan tanpa PCI hanya bernilai 14,13 dB cakupan 105,29km² di sepanjang jalur kereta api. Dengan menggunakan PCI tidak berpengaruh besar dalam perubahan parameter RSRP dan signal level tetapi sangat berpengaruh besar terhadap nilai C/(I+N), BLER dan throughput.

Daftar Pustaka

- [1] Amirijoo, Mehdi dkk. Neighbor Cell Relation List and Physical Cell Identity Self-Organization in LTE. Ericsson Research, Sweden.
- [2] Ericsson “Mobility Report”, ericsson, Stockholm, 2014.
- [3] Huawei Technologies Co.Ltd..2010.LTE Radio Network Capacity Dimensioning.
- [4] Huawei Technologies Co.Ltd..2010.LTE Radio Network Coverage Dimensioning.
- [5] ITU/BDT Arab Regional Workshop on “4G Wireless Systems” LTE Technology Performance Evaluation – Physical Layer Measurement in 3GPP LTE.
- [6] Prihatmoko, Galuh. 2011. “Coverage and Capacity Planning of Long Term Evolution (LTE) Network on Frequency 700 MHz on Railway”. Departemen Elektro dan Komunikasi, Kampus Telkom University : Indonesia.
- [8] PT. Kereta Api Indonesia DAOP 2 Bandung. 2014. Data penumpang kereta api.
- [9] Regulator Management at Telkom Indonesia. “Nominal Planning by Capacity : Number of User.”
- [10] Sesia, Stefania dkk. 2009. LTE : The UMTS Long Term Evolution, From Theory to Practice second edition. United Kingdom : John Wiley and Sons ltd.