

PERENCANAAN PERLUASAN COVERAGE AREA JARINGAN LTE MENGUNAKAN PHYSICAL CELL IDENTITY (PCI) DI BALUBUR TOWN SQUARE BANDUNG

EXPANSION PLANNING OF LTE NETWORK COVERAGE AREA WITH) PHYSICAL IDENTITY CELL (PCI) IN BALUBUR TOWN SQUARE BANDUNG

Fikri Ramadhan¹, Ir.Uke Kurniawan Usman.,M.T.², Hafidudin, AMd.,S.T.,M.T.³

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

fikriramadhann16@gmail.com,- usman.uke@gmail.com,- hafid@tass.telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Komunikasi seluler pada saat ini merupakan salah satu yang paling penting di era modern ini. Pada saat ini komunikasi seluler di Indonesia sudah sampai pada generasi ke 4 (4G) atau yang sering kita dengar dengan nama LTE (Long Term Evolution). Dengan menggunakan teknologi LTE dapat memudahkan semua orang dalam mengakses data dengan kecepatan tinggi. Khususnya Balubur Town Square Bandung yang merupakan salah satu pusat perniagaan terbesar di kota Bandung yang banyak didatangi pengunjung dalam dan luar kota Bandung. Dengan jumlah pengunjung yang meningkat, berakibat pada kualitas sinyal dan *coverage* di dalam mall yang mengalami penurunan level daya terima, sehingga performansi sinyal menjadi turun. Sehingga perlu dilakukannya perencanaan jaringan LTE.

Pada penelitian tugas akhir ini telah dilakukan perbandingan antara DAS (*Distributed antenna System*) dengan teknologi Indoor Pico (Lampsite) untuk perluasan *coverage* dan *capacity* dengan menggunakan *physical cell identity (pci)*. *Physical cell identity (pci)* merupakan salah satu parameter dengan nilai antara 0-503 tiap transmitter untuk mengirimkan informasi ke tiap pengguna cell tertentu agar tidak terjadi interferensi. Alokasi *Physical Cell Identity* pada penomoran PCI ini menggunakan 142 s/d 167 *secondary synchronization signall*.

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan teknologi lampsite mempunyai *coverage area* yang lebih besar yang menyebabkan estimasi cell pada *lampsite* lebih sedikit yaitu Lantai dasar 1 14 Lampsite, Lantai dasar 2 14 Lampsite, *lower ground* 14 Lampsite, *upper ground* 14 Lampsite ,lantai 1 7 Lampsite dan hasil simulasi untuk tiap lantai di dapatkan nilai RSL -50,83 dBm, -56,74 dBm, -52,09 dBm, -51,67 dB dan -56,04 dBm. Untuk nilai SIR diperoleh hasil simulasi dari 5 lantai adalah 13.12 dB ,21.03 dB, 18.85 dB, 16.84 dB dan 11.79 dB. Dari hasil simulasi yang diperoleh, perencanaan jaringan *indoor* LTE telah memenuhi KPI (*Key Performance Indicator*) *LTE indoor planning* yang digunakan oleh telkomsel.

Kata kunci: *lte, receive signal level (RSL), signal to interference ratio (SIR), coverage, capacity, physical cell identity (pci)*.

Abstract

Communication seluler today is one of the most important in this modern era. At the moment communication seluler in indonesia are already on generation 4 (4G) or frequently we heard in the name of LTE (Long Term Evolution). By means of technology LTE would facilitate everyone in access data at high speed . Especially Balubur town square bandung is one of the largest trading Bandung many visited inside and outside of Bandung. With the number of visitors increased , resulted in a fall the quality of the signal and coverage in the mall which was decreased the level of resources received , so that the signal becomes performance down . So as to need planning LTE network he had done.

From research duty the end of has been conducted comparison between DAS (distributed antenna system) with technology Indoor Pico (Lampsite) for the expansion of coverage and capacity by using PCI (Physical Cell Identity). PCI (Physical Cell Identity) is one of the parameters of 0-503 every transmitter to send information to every cell certain users to avoid the interference. Allocations physical cell identity on numbering pci it uses 142 s / d 167 secondary synchronization signall.

Of the calculation on that has been done technology lampsite have coverage a larger area that causes less estimation cell in lampsite namely a 14 lampsite basic floor 1 , basic floor 2 14 lampsite , 14 lampsite lower ground , upper ground 14 lampsite , the 1st floor 7 lampsite and the results of simulation

for each the floor there rsl RSL -50,83 dBm, -56,74 dBm,-52,09 dBm, -51,67 dB dan -56,04 dBm. For SIR values obtained from the simulation results on 5 floor is 13.12 dB ,21.03 dB, 18.85 dB, 16.84 dB dan 11.79 dB. From the results of a simulation obtained , Planning indoor LTE network in compliance with the KPI (key performance indicator) LTE Planning indoor used by telkomsel.

Keywords: lte, receive signal level (RSL), signal to interference ratio (SIR) , coverage, capacity, physical cell identity (PCI).

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam perkembangan ilmu pengetahuan serta teknologi yang sangat pesat saat ini, sangat diperlukan kemauan untuk setiap orang agar meningkatkan kapasitas dirinya agar tidak tertinggal dengan orang lain. Di Indonesia sistem komunikasi seluler sedang dalam proses implementasi generasi ke 4 (4G) atau banyak yang kita kenal dengan nama LTE (*Long Term Evolution*). Sangat perlunya coverage dan kapasitas tambahan untuk menjangkau pelanggan yang berada di lokasi indoor seperti di Balubur Town Square Bandung.

Dengan jumlah pengunjung yang meningkat, berakibat pada kualitas sinyal dan coverage di dalam mall yang mengalami penurunan level daya terima, sehingga performansi sinyal menjadi turun. Penelitian pada tugas akhir ini dilakukan perencanaan LTE indoor untuk perluasan *coverage* area menggunakan PCI (*physical cell identity*) dan untuk mengatasi kurangnya *capacity* menggunakan teknologi Indoor Pico (lampsite) untuk antenna.

Pada perencanaan perluasan jaringan LTE indoor dilakukan perbandingan antara teknologi DAS (*Distributed Antenna System*) dan Teknologi *Lampsite* dari sisi *coverage dimensioning* agar tercapai *user experience* terhadap teknologi LTE didalam mall Balubur Town Square Bandung. Perencanaan jaringan yang dilakukan terdiri dari 5 lantai dengan luas tiap lantai 7840 m² dengan kapasitas *user* menggunakan data trafik operator telkomsel.

2. Dasar Teori

2.1 Long Term Evolution

LTE merupakan sebuah standar komunikasi akses data nirkabel tingkat tinggi yang berbasis pada jaringan GSM/EDGE dan UMTS/HSPA yang diperkenalkan pertama kali oleh 3GPP (third generation partnership project) release 8. LTE menyediakan all-IP pada arsitektur jaringannya yang mana terletak perbedaan fungsi pada perangkat dari generasi sebelumnya. Pada RAN (Radio Access Network) berevolusi menjadi E-UTRAN (Evolved - Universal Terrestrial Radio Access Network) yang menggabungkan fungsi Node B dan RNC (Radio Network Controller) menjadi eNode B. Pada Core Network juga berevolusi menjadi Evolved Packed Core.

2.2 Physical Cell Identity

Alokasi *Physical cell identity* berfungsi untuk member identitas pada site agar tidak terjadi interferensi. . Salah satu dari metode *Self System Interference Solution* yang digunakan untuk perencanaan ini adalah dengan Metode *Physical Cell Identity* (PCI).^[4]

Tabel 1 Alokasi PCI^[4]

	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

2.3 Indoor Pico (Lampsite)^[8]

Indoor Pico (Lampsite) adalah sebuah mekanisme pembangunan jaringan seluler untuk menambah *coverage* di dalam ruangan tertutup seperti gedung-gedung perkantoran, mall, apartemen, kampus, gedung

pertemuan dan gedung lainnya dengan manfaat lebih mudahnya dalam pemasangan dan juga harga yang dikeluarkan untuk pemasangan dan pemeliharaan lebih menguntungkan.



Gambar 1 Indoor Pico (Lampsite) Antenna^[8]

2.4 Coverage Planning

Tahap pertama dalam melakukan *Coverage Planning* adalah perhitungan *Maximum Allowable Pathloss link pada arah uplink (reverse)*. Hal tersebut diperlukan untuk menentukan nilai redaman propagasi maksimum yang diijinkan saat *downlink* .

2.4.1 Downlink Calculation^[7]

MAPL link arah downlink (forward) diperlukan untuk menentukan nilai redaman maksimum propagasi yang diijinkan agar ENodeB masih dapat melayani keperluan komunikasi seluruh Terminal Station:

$$MAPL_{downlink} = TxP + PGeNB - FL - BL + TMAIL - RSUE - PL - FM - IM + GUE... (1)$$

2.4.2 Model Propagasi^[7]

Perencanaan dengan frekuensi 1857.5 MHz, untuk LTE digunakan model propagasi Cost 231 Multiwall yang bekerja pada daerah indoor area.. Berikut formula dari Cost 231 Multi Wall

$$L = L_{FSL} + L_c + \sum_{i=1}^n nwi Lwi + nf \frac{(2f+42)}{(5f+42)} - 0.42 L_f \dots\dots\dots(2)$$

2.4.3 Perhitungan Luas Sel^[7]

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

$$L_{cell} = 2,6 \times d^2 \dots\dots\dots(3)$$

2.4.4 Perhitungan Jumlah Site^[7]

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

$$\Sigma = LArea/LCell \dots\dots\dots(4)$$

2.6 Capacity Planning

Perhitungan kapasitas perlu dilakukan untuk menentukan jumlah *user* yang dapat dicakup dalam satu *cell*. *Capacity planning* adalah *planning* yang memberikan estimasi dari *resource* yang diperlukan untuk mendukung trafik yang ditawarkan dengan level QoS tertentu misalnya *throughput*.

2.6.1 Trafik dan Model Layanan^[6]

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

$$Throughput/Session = PPP \text{ Session Time} \times PPP \text{ Session Duty Ratio} \times \text{Bearer Rate} \times [1/(1-BLER)] \dots\dots(5)^{[6]}$$

Proses selanjutnya adalah mencari nilai *Single User Throughput* tiap *user*.

$$SUT = (\Sigma (\text{Throughput per Session} \times \text{BHASA} \times \text{Penetration Ratio})) \times (1 + \text{Peak Average Ratio}) / 3600 \text{ (kbps)} \dots\dots\dots(6)$$

Perhitungan selanjutnya adalah mencari nilai *Total Network throughput*.

$$Total\ Network\ Throughput\ (Kbps) = Single\ User\ Throughput\ (Kbps) \times Total\ User\ Target \dots\dots(7)$$

Nilai *total network throughput* yang didapat dari hasil perhitungan adalah merupakan *throughput* pada layer IP. *Throughput* tersebut harus dikonversi menjadi *throughput* pada layer MAC karena *throughput single site capacity* adalah *throughput* pada layer MAC dan *throughput* yang akan diperoleh *user* adalah *throughput* pada layer MAC/Phy.

$$MAC\ layer\ throughput = IP\ layer\ throughput / 98,04\ \% \dots\dots(8)$$

Perhitungan kapasitas *cell* pada sisi *Downlink (DL Cell Throughput)* menggunakan persamaan berikut.

$$DL\ cell\ Capacity + CRC = (168 - 36 - 12) \times (Code\ bits) \times (Coderate) \times Nrb \times C \times 100 \dots\dots(9)$$

Perhitungan kapasitas *cell* pada sisi *Uplink (UL Cell Throughput)* menggunakan persamaan berikut.

$$UL\ cell\ Capacity + CRC = (168 - 24) \times (Code\ bits) \times (Coderate) \times Nrb \times C \times 1000 \dots\dots(10)$$

2.6.2 Perhitungan jumlah site by capacity planning^[6]

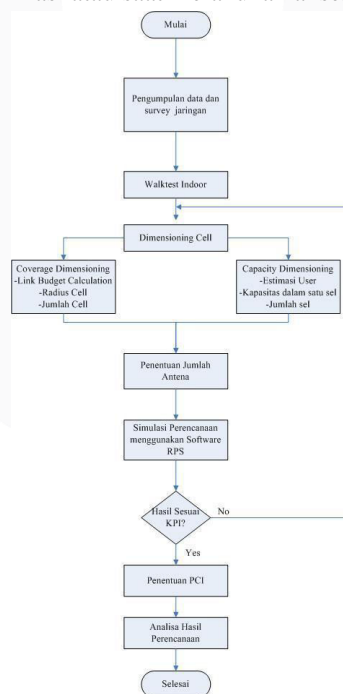
Berdasarkan kapasitas suatu *cell*, maka yang akan dilakukan perhitungan jumlah *site* yang dibutuhkan. Sebelum menentukan total *site*, maka diperhitungkan dahulu *throughput* yang dihasilkan oleh jaringan pada *downlink* dan *uplink*. Kemudian didapatkan jumlah pengguna tiap *cell*.

$$UL/DL\ Network\ Throughput = (UL/DL\ Single\ User\ Throughput) \times (Total\ Target\ User) \dots(11)^{[6]}$$

3. Model Sistem Perluasan Coverage Area Jaringan LTE

3.1 Diagram Alir Perancangan

Perancangan merupakan suatu tahap yang sangat penting sebelum melakukan instalasi jaringan indoor LTE. Pada penelitian Tugas Akhir ini dilakukan analisis perluasan *coverage area* jaringan indoor LTE. Perluasan *coverage area* berfungsi untuk memaksimalkan kualitas jaringan seluler di dalam gedung agar pelanggan tidak terganggu saat berkomunikasi atau saat melakukan akses data.



Gambar 2 Diagram Alir Perancangan.

Tabel 2 Jumlah User Telkomsel di Mall Balubur Town Square

Data	Perhitungan Trafik
Jumlah User	56669
Jumlah User/ Hari (Tertinggi)	2307

Dari data trafik *user* operator telkomsel didapatkan *user* telkomsel yang berada di mall balubur setiap bulannya yaitu 56669 *user* yang didapatkan pada bulan juli 2017. *User* terbanyak dalam sehari mencapai 2307 *user*.

3.2 Capacity Dimensioning

Perhitungan kapasitas perlu dilakukan untuk menentukan jumlah *user* yang dapat dicakup dalam satu *cell*. *Capacity planning* adalah *planning* yang memberikan estimasi dari *resource* yang diperlukan untuk mendukung trafik yang ditawarkan dengan level QoS tertentu misalnya *throughput*.

Jumlah Antenna yang diperoleh dari perhitungan *Capacity Planning* dihitung dengan menggunakan persamaan 11 yaitu hasil dari pembagian Total *Network Throughput* terhadap nilai *Single Site Throughput*. Pada tabel 4 menampilkan hasil perhitungan jumlah antenna *Capacity Planning*.

Tabel 3 Jumlah Antenna

Lantai	Σ User	Network Throughput (MAC)		Single Site Throughput (MAC)		Jumlah Antenna		Estimasi Jumlah Antenna
		Uplink (Kbps)	Downlink (Kbps)	Uplink (Kbps)	Downlink (Kbps)	Uplink	Downlink	
Tiap Lantai	2307	61533.324 84	466439.26 77	20217.576	33695.976	3.0435	13.842	14

Dari perhitungan jumlah antenna yang didapatkan untuk 5 lantai diperlukan estimasi 14 antenna per lantai untuk mencakup tiap lantainya.

3.3 Coverage Dimensioning

Tahap pertama dalam melakukan *Coverage Planning* adalah perhitungan *Maximum Allowable Pathloss link* pada arah uplink (reverse). Hal tersebut diperlukan untuk menentukan nilai redaman propagasi maksimum yang diijinkan saat *downlink* dan *uplink*.

Tabel 4 Downlink Budget LTE untuk Lampsite^[13] [8]

Transmitter	Value	Calculation
PTX Power (dBm)	21	A
PTX gain (dBi)	2	B
Cables and Connectors losses (dB)	2	C
EIRP (dBm)	21	d=a+b-c
Receiver	Value	Calculation
UE Noise figure(dB)	7	E
Thermal noise density (dBm)	-104.5	f
Receiver noise floor (dBm)	-97.5	g=e+f
SINR (dB)	-5	H
Receiver Sensitivity (dBm)	-102.5	I=G+H
Load Factor	0.7	J(70%)
Interference Margin (dB)	3	K
Rx Antenna	0	L
Body Loss (dB)	3	M
Log Normal Fading Margin (dB)	4	N
Maximum path loss	113.5	O = D - I - K + L - M - N

Daya *transmitter* dari sisi *downlink* atau dari antenna/eNb menuju UE (*User Equipment*) yang didapatkan yaitu 21 dBm dengan PTX *gain* yaitu 2 dBi dan *loss cables and connector* 2 dB. Didapatkan nilai EIRP yaitu 21 dBm. Pada sisi perhitungan *downlink* total nilai *Maximum Allowable Pathloss link* pada arah *downlink* yaitu 113.5

Dalam perencanaan LTE *indoor* ini menggunakan frekuensi 1857.5 Mhz mengikuti standar frekuensi telkomsel di Indonesia, dan digunakan pemodelan propagasi Cost 231 *Multi-wall* untuk mendapatkan nilai radius *cell* berdasarkan persamaan 5.

3.3.1 Perhitungan Radius Antena

Pada perhitungan yang dilakukan untuk mencari radius Antenna terdapat beberapa material yaitu

Tabel 5 (a) Perhitungan loss penghalang lantai dasar 1, lantai dasar 2, lower ground dan upper ground
Lampsite (b) Perhitungan loss penghalang lantai 1

(a)				(b)			
Wall	Loss (dB)	Value	Total (dB)	Wall	Loss (dB)	Value	Total (dB)
Tembok	3.5	8	31.5	Tembok	3.5	8	28
Lantai Beton	10	1	10	Lantai Beton	10	1	10
Kaca	2.85	4	11.4	Kaca	2.85	4	11.4
Total			52.9	Total			49.4

1. Lantai Dasar 1, Lantai Dasar 2, Lower Ground dan Upper Ground Lampsite

$$L = L_{FS} + L_c + \text{Loss Penghalang}$$

$$113.5 = 20 \log F_{Mhz} + 20 \log d_{km} + 52.9$$

$$113.5 = 97.8785 + 20 \log d_{km} + 52.9$$

$$113.5 = 150.7785 + 20 \log d_{km}$$

$$-37.2785 = 20 \log d_{km}$$

$$-1.8639 = \log d_{km}$$

$$d_{km} = 10^{-1.8639}$$

$$d_{km} = 0.01368$$

d_m = 13.68 m

2. Lantai 1 Indoor Pico (Lampsite)

$$L = L_{FS} + L_c + \text{Loss Penghalang}$$

$$113.5 = 20 \log F_{Mhz} + 20 \log d_{km} + 49.4$$

$$113.5 = 97.8785 + 20 \log d_{km} + 49.4$$

$$113.5 = 147.2785 + 20 \log d_{km}$$

$$-33.7785 = 20 \log d_{km}$$

$$-1.6889 = \log d_{km}$$

$$d_{km} = 10^{-1.6889}$$

$$d_{km} = 0.02046$$

d_m = 20.46 m

Dari perhitungan yang telah dilakukan pada lantai dasar 1, dasar 2, *lower ground* dan *upper ground* untuk mencari nilai jari-jari cell yaitu 13.68 m.

Pada perhitungan yang dilakukan untuk mencari radius Antenna di lantai Lower Ground, Upper Ground dan lantai 1 terdapat beberapa material yaitu

Dari perhitungan yang telah dilakukan pada lantai 1 untuk mencari nilai jari-jari cell yaitu 20.46 m.

Perhitungan luas *cell* didapat dengan menggunakan persamaan 3.

1. Lantai Dasar 1, Lantai Dasar 2, Lantai Lower Ground dan Upper Ground Lampsite

$$\text{Luas cell} = 2,6 \times (13.68)^2$$

$$= 486.570 \text{ m}^2$$

2. Lantai 1 Lampsite :

$$\text{Luas cell} = 2,6 \times (20.46)^2$$

$$= 1088.39 \text{ m}^2$$

Dan sama halnya dengan Lampsite, untuk menghitung jumlah Lampsite dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 4.

Tabel 6 Estimasi jumlah *Lampsite* di setiap lantai

Lantai	Luas Area	Luas Cell	Jumlah Cell	Estimasi Cell
Dasar 1	7840	486.570	16.112	16
Dasar 2	7840	486.570	16.112	16
Lower Ground	7840	486.570	16.112	16
Upper Ground	7840	486.570	16.112	16
Lantai 1	7840	1088.39	7.203	7

Setelah dilakukannya perhitungan pada lantai dasar 1, lantai dasar 2, lower ground dan upper ground di estimasikan tiap lantai harus memiliki 16 cell dan pada lantai 1 terdapat 7 cell

4. Simulasi dan Analisis Hasil Perencanaan

4.1 Pemilihan Jumlah Indoor Pico (Lampsite)

Jumlah Lampsite yang dibutuhkan berdasarkan perhitungan *Coverage Planning* dan *Capacity Planning* diperoleh jumlah Lampsite yang berbeda. Pemilihan jumlah Lampsite yang digunakan pada perencanaan jaringan *indoor* LTE, harus mencakup keseimbangan antara *Coverage* dan *Capacity*

Tabel 7 Final number of Lampsite

Lantai	Coverage Planning	Capacity Planning		Final Number of Lampsite
		Uplink	Downlink	
Dasar 1	16	3,0435 ≈ 3	13,842 ≈ 14	14
Dasar 2	16	3,0435 ≈ 3	13,842 ≈ 14	14
Lower Ground	16	3,0435 ≈ 3	13,842 ≈ 14	14
Upper Ground	16	3,0435 ≈ 3	13,842 ≈ 14	14
Lantai 1	7	3,0435 ≈ 3	13,842 ≈ 14	7

Dari tabel 10 diatas, untuk jumlah Lampsite yang memenuhi kriteria *coverage planning* dan *capacity planning* adalah jumlah Lampsite yang didapat dari hasil *capacity planning* yaitu masing-masing lantai dasar 1, dasar 2, *upper ground*, *lower ground* dan lantai 1 adalah 14,14,14,14,7 Lampsite

4.2 Analisa Hasil Simulasi Berdasarkan KPI

Pada simulasi jaringan *indoor* LTE berdasarkan tinjauan parameter RSL dan SIR masing-masing rata-rata nilainya adalah seperti pada tabel 11.

Tabel 8 Hasil simulasi RSL & SIR acuan KPI

Lantai	RSL (dBm)	SIR (dB)	KPI	
			RSL (dBm)	SIR (dB)
Dasar 1	-50,83	13,12	>-92	>0
Dasar 2	-56,74	21,03		
Lower ground	-52,09	18,85		
Upper ground	-51,67	16,84		
Lantai 1	-56,04	11,79		

Pada tabel 11 diketahui hasil lengkap masing-masing nilai RSL dan SIR di tiap lantainya. Perolehan hasil simulasi kemudian dibandingkan dengan KPI Untuk lantai dasar 1 memiliki RSL -49,98 dBm dan SIR 11,84 dB , lantai dasar 2 memiliki RSL -52,79 dBm dan SIR 21,71 dB, lantai *lower ground* memiliki RSL -52,27 dBm dan SIR 14,95, lantai *upper ground* memiliki RSL -52,55 dBm dan SIR 14,37 dB, lantai 1 memiliki RSL -50,33 dBm dan SIR 5,46 dB. Persyaratan dari operator telkomsel untuk parameter RSL, hasil perencanaan/simulasi harus lebih besar daripada -92 dBm dan untuk parameter SIR, standar minimalnya adalah > 0 dB. Jika berdasarkan tinjauan parameter RSL dan SIR diseluruh lantai, hasil simulasi yang diperoleh pada perencanaan jaringan *Indoor* LTE di Mall Balubur Town Square sudah sesuai dengan standar KPI operator.

4.4 Alokasi Physical Cell Identity

Alokasi *Physical cell identity* berfungsi untuk member identitas pada site agar tidak terjadi interferensi. Alokasi PCI sendiri terdapat 503 *physical layer* yang terdiri dari 3 *Primary Synchronization Signal* (PSS) dan 168 *group secondary synchronization signal*.

Tabel 9 PCI untuk lantai dasar 1, dasar 2 untuk lantai *lower ground* , *upper ground* dan lantai 1

Lantai	Nomer Antenna	Nomer PCI	Lantai	Nomer Antenna	Nomer PCI	Lantai	Nomer Antenna	Nomer PCI	Lantai	Nomer Antenna	Nomer PCI
	2	444		2	486		2	452		2	494
	3	447		3	489		3	455		3	497
	4	450		4	492		4	458		4	500
	5	453		5	495		5	461		5	503
	6	456		6	498		6	464		6	2
	7	459		7	501		7	467		7	3
	8	462		8	445		8	470			
	9	465		9	448		9	473			
	10	468		10	451		10	476			
	11	471		11	454		11	479			
	12	474		12	457		12	482			
	13	477		13	460		13	485			
	14	480		14	463		14	488			

Penomoran PCI pada lantai dasar 1 dimulai dengan nomer PCI 441 pada Lampsite pertama dan nomer PCI 480 untuk lampsite terakhir pada lantai dasar 1. Untuk penomoran PCI pada lantai dasar 2 dimulai dengan nomer PCI 483 pada Lampsite pertama dan nomer PCI 463 pada lampsite terakhir. Penomoran PCI pada lantai *lower ground* dimulai dengan nomer PCI 466 pada Lampsite pertama dan nomer PCI 491 untuk lampsite terakhir pada lantai *lower ground*. Untuk penomoran PCI pada lantai *upper ground* dimulai dengan nomer PCI 449 pada Lampsite pertama dan nomer PCI 488 pada lampsite terakhir. Untuk penomoran PCI pada lantai 1 dimulai dengan nomer PCI 491 pada Lampsite pertama dan nomer PCI 3 pada lampsite terakhir.

Pada penomoran PCI Lampsite dibedakan 3 nomor agar tidak *user* tidak menerima identitas Lampsite yang sama sehingga nilai interferensi dapat dikurangi seminimal mungkin.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perencanaan *coverage area* di mall balubur town square Bandung yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan dari perencanaan sebagai berikut:

1. Pada hasil perhitungan *coverage* yang telah didapatkan untuk antenna DAS memerlukan 32 antenna pada tiap lantai dan pada lantai 1 memerlukan 14 antenna. Dari perhitungan luas cell pada semua lantai kecuali lantai 1 didapatkan 243,877 m² dan lantai 1 545,8962 m².
2. Pada hasil perhitungan *coverage* yang telah didapatkan untuk Indoor Pico (Lampsite) memerlukan 16 lampsite pada tiap lantai dan pada lantai 1 memerlukan 7 lampsite. Dari perhitungan luas cell pada semua lantai kecuali lantai 1 didapatkan 486.57 m² dan lantai 1 1088.39 m². Dari hasil yang didapat maka antenna yang digunakan adalah antenna Indoor Pico (lampsite) karena dapat mengurangi biaya cost karena jumlah lampsite sedikit dan *coverage* lebih jauh daripada antenna DAS.
3. Berdasarkan Alokasi *Physical Cell Identity* pada penomoran PCI ini menggunakan 147 s/d 167 *secondary synchronization signal*

5.2 Saran

Terkait pengalaman penulis dalam membuat suatu perencanaan perluasan LTE maka penulis ingin memberikan beberapa saran agar untuk perencanaan selanjutnya lebih baik lagi

1. Diperlukan *software* yang memiliki fitur alokasi penomoran PCI *indoor* agar hasil perluasan dapat diketahui dampak sebelum dan sesudah penomoran apakah interferensi berkurang atau tidak
2. Menggunakan *software* yang lebih baik lagi selain RPS dengan fitur untuk *planning indoor* yang lebih lengkap lagi agar meningkatkan ke akuratan dalam perancangan

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amin, Khoirul, .2015. The Jakarta Post: "Telkomsel aims 50% Market share in 4G
- [2] Budi, Agus Setiawan. Analisis Perencanaan jaringan heterogen 3G(UMTS/HSDPA) dan WLAN802.11n outdoor standar 3GPP UMA/GAN dikota Bandung. Tugas Akhir Fakultas Elektro Dan Komunikasi. Universitas Telkom. 2014
- [3] CK Toh, P. "4G LTE Technologies: System Concept"
- [4] ElNashar, Ayman, Mohamed El-saidny, and Mahmoud Sherif. "Design, Deployment and Performance of 4G LTE Network". Chichester, West Sussex: WILEY, 2014
- [5] Gouw Andryan, Indonesian Market Research December 2014. UC.
- [6] Huawei Technologies Co.Ltd..2010. LTE Radio Network Capacity Dimensioning. Shenzhen Huawei
- [7] Huawei Technologies Co.Ltd..2010. LTE Radio Network Coverage Dimensioning. Shenzhen Huawei
- [8] Huawei Technologies Co.Ltd..2014. Lampsite Solution Product Description. Shenzhen : Huawei
- [9] Muhammad Hafizh Triaoktora. "Analisa Perencanaan Jaringan Long term Evoluyion Indoor di stasiun Gambir" 2015
- [10] Muhammad Hafizh Triaoktora. "Analisa Perencanaan Jaringan Long term Evoluyion Indoor di stasiun Gambir" 2015
- [11] Simplifying LTE/SAE Interfaces. (2008, December 29). Retrieved September 28, 2015, from <http://blog.3g4g.co.uk/2008/12/simplifying-ltesae-interfaces.html>

