

**METODE COLLISION & CONFUSION FREE PADA ALOKASI PHYSICAL CELL IDENTITY (PCI), STUDI KASUS: JARINGAN 4G LTE-ADVANCED 1800 MHZ AREA KOTAMADYA JAKARTA TIMUR**

**COLLISION & CONFUSION FREE METHODS ON PHYSICAL CELL IDENTITY (PCI) ALLOCATION, CASE STUDY: 4G LTE-ADVANCED NETWORK 1800 MHz AREA KOTAMADYA JAKARTA TIMUR**

Anggita Putri Lestari <sup>1</sup>, Dr. Nachwan A, ST., M.T. <sup>2</sup>, Ir. Uke Kurniawan Usman, M.T. <sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>1</sup>anggitaputrilestari@student.telkomuniversity.ac.id, <sup>2</sup>nma@ittelkom.ac.id <sup>3</sup>ukeusman@telkomuniversity.ac.id.,

**Abstrak**

Dengan adanya pertumbuhan pelanggan dan perluasan jaringan pada jaringan LTE-Advanced di area Kotamadya Jakarta Timur yang menyebabkan adanya terdeteksi PCI konflik *Collision* dan *Confusion*. Berdasarkan hasil pengukuran terjadi penurunan nilai KPI dimana RSRP rata-rata sebesar -102 dBm dan RSRQ sebesar -16.11 dB yang menunjukkan kondisi jaringan kurang maksimal karena berada dibawah *threshold* yang seharusnya diatas -100 dBm dan -15 dB. Sehingga, perlu adanya proses optimasi salah satunya di sisi perencanaan pada lapisan fisik jaringan LTE, yaitu PCI (*Physical Cell Identity*) yang merupakan konfigurasi identitas sel yang digunakan untuk mengatur sistem ketetanggaan setiap sel, sehingga dapat mengurangi interferensi antar sel-sel.

Rangkaian optimasi yang dilakukan adalah berdasarkan jumlah site kondisi eksisting yang mempertimbangkan kebutuhan *coverage* untuk 5 tahun mendatang. Dimana skenario yang diterapkan adalah re-alokasi PCI berdasarkan jarak *reuse* yaitu 1 km, 2 km dan 3 km sesuai ketentuan vendor Huawei untuk mencapai kondisi penomoran PCI yang *Collision Free* dan *Confusion Free*.

Berdasarkan proses dan hasil simulasi menyatakan bahwa skenario optimasi untuk alokasi PCI berdasarkan jarak *reuse*, dapat mempengaruhi kualitas KPI dimana skenario jarak *reuse* 3 km telah memenuhi KPI target dengan persentase nilai RSRP diatas -100 dBm sebesar 85.61%, RSRQ diatas -15 dB sebesar 88.24%, SINR diatas 10 dB sebesar 83.297% dan Throughput diatas 20 Mbps sebesar 85.07%. Ketika menggunakan jarak alokasi sebesar 2 km yang merupakan standar ketentuan vendor untuk menentukan jarak alokasi *reuse* PCI berdasarkan 2x *radius* maksimum *coverage*, peningkatan persentase untuk RSRP sebesar 77.57%, RSRQ sebesar 80.63%, SINR sebesar 61.16% dan Throughput sebesar 73.57% belum mencapai KPI target. Kesimpulannya, bahwa jarak alokasi *reuse* 3x *radius* maksimum *coverage* lebih sesuai untuk diimplementasikan pada area Kotamadya Jakarta Timur.

**Kata kunci:** *Physical Cell Identity, Collision Free, Confusion Free, Key Performance Indicator.*

**Abstract**

*The growth of subscriber and network expansion on LTE-Advanced network in area Kotamadya Jakarta Timur which caused the detected PCI conflict of Collision and Confusion. Based on the measurement results there is a decrease in the value of KPI where RSRP averaged -102 dBm and RSRQ of -16.11 dB which shows the network condition is less than the maximum because it is below the threshold that should be over -100 dBm and -15 dB. Thus, it is necessary to optimize one of them in the planning side of the physical layer of LTE network, namely PCI (Physical Cell Identity) which is the configuration of cell identity used to regulate the neighboring system of each cell, thus reducing interference between cells.*

*The optimization sequence is based on the number of sites existing conditions that consider the coverage needs for the next 5 years. Where the scenario applied is re-allocation of PCI based on the distance of reuse that is 1 km, 2 km and 3 km according to the provisions of Huawei vendor to achieve the PCI numbering conditions are Collision Free and Confusion Free.*

*Based on the process and simulation result stated that optimization scenario for PCI allocation based on reuse distance can affect the quality of KPI where scenario of reuse distance of 3 km has fulfilled target KPI with percentage of RSRP value above -100 dBm equal to 85.61%, RSRQ above -15 dB equal to 88.24%, SINR above 10 dB equal to 83.297% and Throughput above 20 Mbps equal to 85.07%. When using 2 km distance of allocation which is standard provision of vendor to determine distance of allocation of PCI reuse based on 2x maximum coverage radius, percentage increase for RSRP equal to 77.57%, RSRQ 80.63%, SINR 61.16% and Throughput of 73.57% has not reached KPI target. In conclusion, that distance of reuse of 3x radius of maximum coverage is more suitable to be implemented in Area Kotamadya Jakarta Timur.*

**Keywords:** *Physical Cell Identity, Collision Free, Confusion Free, Key Performance Indicator.*

## 1. PENDAHULUAN

Sejak LTE resmi dikomersilkan, pertumbuhan pelanggan dan perluasan jaringan memicu adanya upaya memperkuat jaringan di sisi *capacity*, *coverage* maupun kualitas layanan dengan perencanaan jaringan yang baik untuk memberikan kepuasan pelanggan. Akan tetapi, penambahan jumlah site pada jaringan 4G LTE-Advanced di wilayah Kotamadya Jakarta Timur mengindikasikan PCI konflik yang menyebabkan *collision* dan *confusion*, mengakibatkan penurunan nilai KPI

seperti RSRP, RSRQ, SINR dan Throughput. Sehingga perlu dilakukan optimalisasi yaitu re-alokasi identitas lapisan fisik jaringan LTE, yaitu PCI (*Physical Cell Identity*) yang merupakan konfigurasi identitas sel yang digunakan untuk mengatur sistem ketetangaan setiap sel, sehingga dapat mengurangi interferensi antar sel-sel.

Pada Tugas Akhir ini dilakukan perancangan jaringan LTE-Advanced pada frekuensi kerja 1800 MHz dengan alokasi *bandwidth* sebesar 20 MHz berdasarkan *capacity* dan *coverage* diseluruh area kotamadya Jakarta Timur untuk kebutuhan akan datang yang dilengkapi dengan skenario pengalokasian PCI berdasarkan jarak *reuse* yang memenuhi syarat metode *collision free* dan *confusion free* menggunakan *software* ATOLL FORKS 3.2, sehingga dapat mengurangi interferensi sel-sel, *failure* handover ataupun *missing neighbor* dan diharapkan RSRP, RSRQ, SINR dan *Througput* dapat meningkat.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Definisi dan Standar LTE-Advanced

LTE merupakan sebuah proyek penelitian 3GPP (*3<sup>rd</sup> Generation Partnership Project*) yang merupakan organisasi untuk mengembangkan teknologi akses *mobile broadband* berdasarkan standar *global* yang melibatkan ribuan orang. Dalam konteks ini, ditekankan bahwa label *Advanced* pada jaringan 4G LTE-Advanced telah mengacu pada *release* 10 atau 3.9 G yang merupakan pengembangan dari *release* 8 dengan menyoroti hubungan antara ITU-R dan IMT-Advanced<sup>[4]</sup>,<sup>[5]</sup>. Berikut ini adalah Tabel 2.1 merupakan ringkasan evolusi LTE dari Rel 8 menuju Rel 10:

Tabel 2.1 Evolusi Jaringan LTE Rel 8 ke Rel 10

System Performance	LTE Rel 8	LTE-Advanced Rel 10
Peak Data Rate Uplink	50Mbps @20MHz	1500Mbps @100MHz
Peak Data Rate Downlink	100Mbps @20MHz	3000Mbps @100MHz
Operating Band	700 ; 850 ; 900 ; 1800 ; 2100 ; 2300 ; 2600 MHz	
Channel Bandwidth	1,4 ; 3 ; 5 ; 10 ; 15 ; 20 MHz	Continuous spectrum @>20MHz, spectral convergence up to 100MHz
Control Plane Delay	Idle <100 ms Dormant <50 ms	Idle <50 ms Dormant <10 ms
Modulation	QPSK , 16 QAM , 64 QAM	
Multiple Access	Uplink : SC-FDMA & Downlink : OFDMA	
Duplex Method	FDD & TDD	
Mobility	≤350 km/h	≤350 km/h ; ≤550 km/h @frequency band
PCI	0 – 503	
Cyclic Prefix	Normal & Extended	

### 2.2 Konsep Radio Network Planning

Sebuah jaringan perencanaan harus memperhatikan konsep dari *Radio Network Planning* yang mempertimbangkan *coverage*, *capacity*, *quality* dan *cost*. Sehingga perlu adanya tahap perhitungan untuk mempersiapkan kemungkinan dan *detail planning*.

#### 2.2.1 Parameter Capacity Planning

Konsep perencanaan *capacity* digunakan untuk menentukan jumlah site serta kapasitas eNB yang seharusnya di gunakan pada suatu wilayah, berikut adalah uraian langkah-langkah perencanaan:

##### a. Forecasting Number User

Untuk memprediksi trafik pelanggan untuk n tahun kedepan adalah sebagai berikut:

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

##### b. Jumlah Site

Dimensioning sel bertujuan untuk memberikan estimasi tentang kapasitas tiap *site* dan jumlah *site*.

$$\text{Jumlah User/site} = \frac{\text{Total Target User}}{\text{Number of Site}} \quad (2.2)$$

$$\text{Total LTE Sel} = \frac{\text{luas daerah layanan}}{\text{jumlah sel}} \quad (2.3)$$

$$\text{Jari – jari sel} = 2.6 x 1.95 x d^2 \quad (2.4)$$

#### 2.2.2 Parameter Coverage Planning

##### a. EIRP Uplink / Downlink

$$EIRP_{UL}^{SC} = P_{UL} + \text{Antenna Gain UL} - \text{Body Loss} \quad (2.5)$$

$$EIRP_{DL}^{SC} = P_{\text{Subcarrier eNB}} + \text{Antenna Gain eNB} - \text{Feeder Loss} \quad (2.6)$$

##### b. RS (Receiver Sensitivity) dan MSRS Uplink / Downlink

$$RS = NF + TN + SINR \quad (2.7)$$

Sehingga didapatkan persamaan MSRS (*Maximum Allowable Path Loss*) sebagai berikut:

$$MSRS = RS eNB + Loss Cable + IM + GR \tag{2.8}$$

**c. Model Propagasi COST 231 Hatta**

Merupakan persamaan empirik dari kurva redaman yang sesuai di frekuensi 1500 – 2000 MHz, untuk kondisi urban dengan faktor koreksi  $F_c > 300$  MHz:

$$a(h_{UE}) = 3.2(\log 11.75 * h_{UE})^2 - 4.97 \text{ dB} \tag{2.9}$$

$$PL = 46.3 + 33.9 \text{ Log } F_c - 13.82 \log h_{BS} - a_{h_{UE}} + (44.9 - 6.55 \log h_{BS}) \log d + CM \tag{2.10}$$

**2.3 PCI (Physical Cell Identity)**

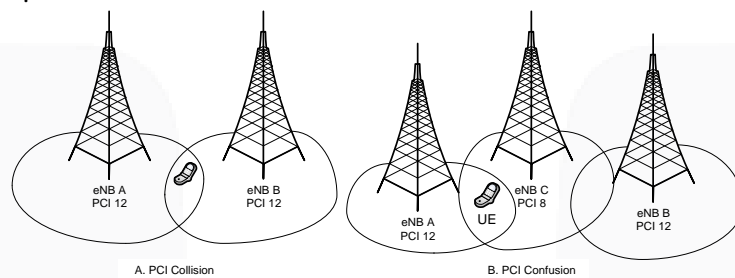
PCI (*Physical Cell Identity*) merupakan teknik penomoran identitas tiap sel pada jaringan LTE yang jumlahnya terbatas sebanyak 504, sehingga perlu adanya manajemen penggunaan yang lebih efisien untuk mengurangi resiko konflik jaringan yang tinggi. Tujuan digunakan PCI adalah untuk mempermudah perncapaian *user*, *pagging user* dan proses *handover*. Sinkronisasi tersebut adalah PSS (*Primary Synchronization Signal*) yang diberikan simbol  $3 * N_{ID}^{(1)}$  terdiri dari 0-2 urutan yang berbeda sedangkan SSS (*Secondary Synchronization Signal*) dengan simbol  $N_{ID}^{(2)}$  terdiri dari 0-167 nomor urut, sebagai berikut:

$$N_{ID}^{Cell} = (3 * PSS ID) + SSS ID \tag{2.11}$$

$$Total PCI = 3 * 168 = 504 PCI$$

**2.3.1 Metode Collision & Confusion Free**

Sistem kerja dalam mengalokasikan kode PCI harus memenuhi dua kondisi yang digunakan dalam perencanaan seperti pada Gambar 2.1 [1],[2]:



Gambar 2.1 Konsep Collision dan Confusion Free

1. *Collision-free*, berarti kode PCI harus unik dalam suatu area dimana suatu sel dicakup. *Collision* terjadi jika UE pada saat proses handover menerima kode PCI yang identik dan mengakibatkan drop call.
2. *Confusion-free*, berarti sebuah sel di suatu area cakupan tidak diperbolehkan memiliki sel tetangga dengan PCI identik yang berdekatan. *Confusion* sering kali terjadi ketika proses handover, UE menerima mutual sinkronisasi dari 2 site yang berbeda.

**2.3.3 Langkah Peletakkan Pola PCI**

Pada umumnya terdapat 70 *code group* PCI di jaringan *outdoor macro cell* yang dialokasikan untuk 3 sektor per site di dalam 1 kluster, jika perlu dilakukan pengulangan (*reuse*) untuk menghemat alokasi yang disediakan oleh operator. Syarat peletakkan pola untuk mencapai kondisi *Collision Free* dan *Confusion Free* sebagai berikut ini:

1. Pola peletakkan normal, setiap site dalam 1 kluster di tentukan jumlah *code group* yang disediakan. Sel pada tiap site harus berada dalam satu *code group* SSS ID dan berbeda *color group* PSS ID.
2. Pola peletakkan random, setiap site dalam 1 kluster tidak ditentukan oleh *code group* yang sediakan, akan tetapi dalam 1 site harus berbeda PSS ID untuk menghindari interferensi

Tabel 2.2 Pola Penomoran PCI

PCI	SSS ID															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	48	49	50	166	167	
PSS ID 0	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	145	148	151	498	501	
PSS ID 1	1	4	7	10	13	16	19	22	25	28	146	149	152	499	502	
PSS ID 2	2	5	8	11	14	17	20	23	26	29	147	150	153	500	503	

Dengan demikian untuk menunjukkan batasan yang jelas dalam pengalokasian jarak minimum penggunaan PCI *reuse* adalah sebagai berikut [10],[11]:

1. Jarak alokasi kode PCI yang akan di *reuse* dengan sel lain harus berukuran sejauh mungkin, dari sudut pandang teknik berkisar 2x radius sel *coverage*.

2. Interferensi untuk alokasi PCI reuse harus dijaga serendah mungkin atau lebih baik tidak ada sama sekali interferensi.
3. PCI yang sama pada frekuensi yang berbeda tidak akan saling menginterferensi satu sama lain.

**2.3 Parameter Performansi<sup>[5]</sup>**

Berikut ini pada Tabel 2.3 merupakan daftar parameter KPI yang digunakan oleh vendor Huawei dan Telkomsel:

Tabel 2.3 KPI Target

Objek	Parameter	KPI Target
Integrity	Mean Throughput	80% ( $x \geq 20$ Mbps)
Coverage	RSRP	85% ( $x$ dBm $\geq -100$ dBm)
Handover Quality	RSRQ	80% ( $-15$ dB $\leq x$ (dB) $\leq -2.88$ dB)
Signal Quality	SINR	85% ( $x$ dB $\geq 10$ dB )

**3. HASIL DAN PERENCANAAN**

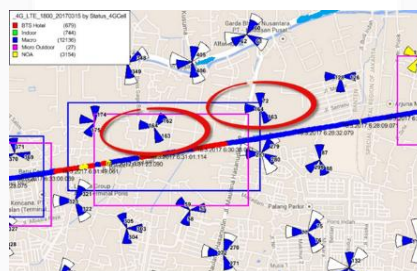
**3.1 Kondisi Eksisting**

Kondisi awal wilayah Kotamadya Jakarta Timur pada awal tahun 2016 memiliki jumlah site aktif sebanyak 48 site, dikarenakan adanya kebutuhan peningkatan layanan dan perluasan jaringan. Jumlah site aktif saat ini bertambah menjadi 51 site di jaringan LTE menggunakan 3 sektor menjadi 152 sel yang aktif. Kondisi penambahan site pada area tinjauan tidak mengikutsertakan adanya alokasi PCI baru yang sesuai standar Collision Free dan Confusion Free sehingga saat pengamatan berlangsung terdapat alarm cell PCI Conflict yang terindikasi PCI collision dan confusion di beberapa eNB menyebabkan adanya handover failure karena interferensi yang tinggi.

Severity	Name	Location Information	Alarm Source	Last Occure	Alarm ID
Critical	BBU Board Maintenanc...	Board Type=UTRP, Cabinet No.=0, ...	TNG199W1_KEBOHCAUMV	15/07/2017 11:43:13	Cabinet No.=0, Subrack No.=0, Slot No.=0, Board
Major	Configured Capacity Li...	BOO864WM1_TMNRHAYUREGE...	BOO864WM1_TMNRHAYURE...	15/07/2017 11:43:13	Operator Index=65635, Mismatched Control Item=
Major	Cell PCI Conflict Detect	N_JKS188IW1_LAMPSITEKOTACA... N_JKS188IW1_LAMPSITEKOT...	N_JKS188IW1_LAMPSITEKOT...	15/07/2017 13:10:05	Cabinet No.=0, Subrack No.=112, Slot No.=0, Boa
Major	Cell PCI Conflict Detect	N_JTX048MLCEMPAKA6TBG C_JTX048ML_CEMPAKA6T	C_JTX048ML_CEMPAKA6T	15/07/2017 13:30:38	Intermittent Alarm=(Alarm ID=22206, Alarm name=
Major	Cell PCI Conflict Detect	N_JKT238ML_JNCCBUBURRY JKT238MM_JNCCBUBURR	JKT238MM_JNCCBUBURR	15/07/2017 13:30:38	Intermittent Alarm=(Alarm ID=22202, Alarm name=
Major	Cell PCI Conflict Detect	N_JTX154ML_INDSTRIPULOG JTX154ML_INDSTRIPUL	JTX154ML_INDSTRIPUL	15/07/2017 13:30:56	Intermittent Alarm=(Alarm ID=22202, Alarm name=
Major	Cell PCI Conflict Detect	N_JTX701ML_CIRACASTB C_JKT701ML_CIRACASTB	C_JKT701ML_CIRACASTB	15/07/2017 13:30:57	Intermittent Alarm=(Alarm ID=22206, Alarm name=
Major	RF Unit Maintenance Li	Board Type=RFU, Cabinet No.=0, S...	JKP054MM_STDNMADYA	15/07/2017 13:10:56	Cabinet No.=0, Subrack No.=4, Slot No.=4, Board
Major	BBU CPR1 Interface Err	JKP054MM_STDNMADYA	JKP054MM_STDNMADYA	15/07/2017 13:10:57	Cabinet No.=0, Subrack No.=0, Slot No.=3, Port N

Gambar 3.1 Alarm Cell PCI Conflict Detection

Kondisi handover failure disebabkan oleh adanya interferensi dari PCI konflik yang terjadi ketika UE pada saat kondisi idle ataupun on call menerima multiple sinkronisasi kode PCI yang sama dari tetangganya yang berpotensi untuk melakukan proses handover. Seperti pada Gambar 3.3 adalah kondisi salah satu eNB CEMPAKA6TBGML\_3 (164) dan CEMPAKA6TBGML\_2 (163) memiliki PCI yang identik dengan tetangganya yaitu JLANABETAWISTPML1 (164) dan JLANABETAWISTPML2 (163).

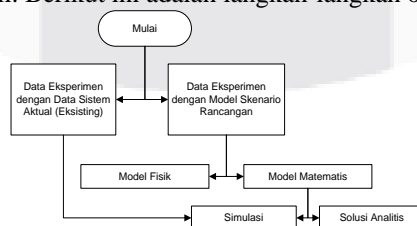


Gambar 3.2 Kasus PCI Collision dan Confusion Detection

Sel yang mengalami PCI identik mengakibatkan nilai RSRP bernilai -103.17 dBm berada dibawah standar KPI vendor Huawei dan ISP Telkomsel karena berindikasi kondisi jaringan rendah retainability dan accessibility.

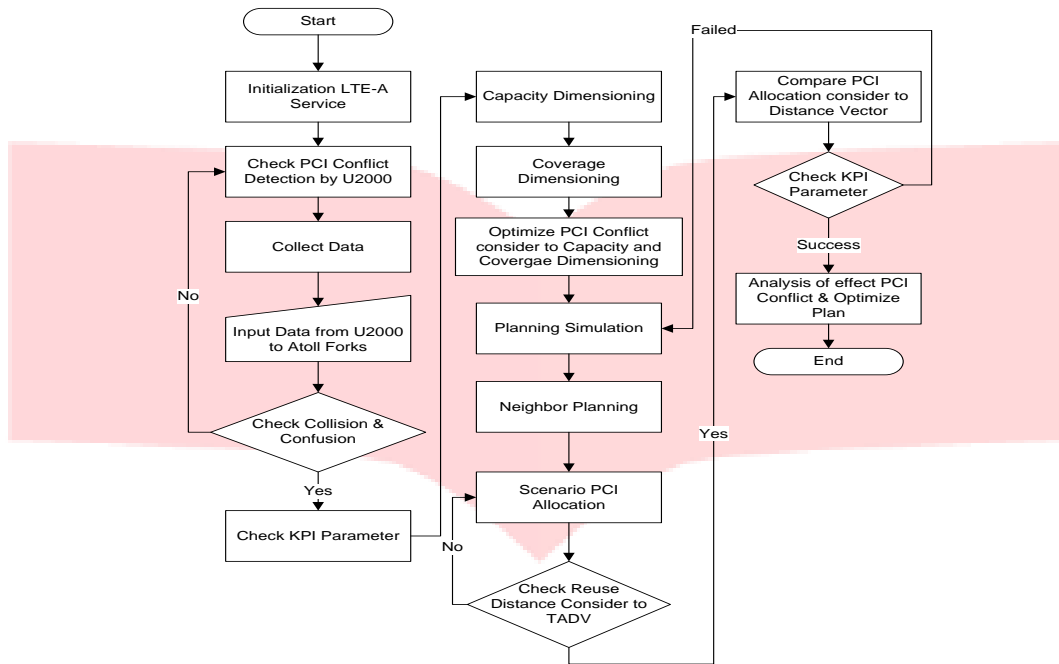
**3.2 Model Optimasi**

Data logfile dari U2000 yang berisikan pengamatan kondisi sel yang mengalami collision dan confusion di simulasikan menggunakan software Atoll. Berikut ini adalah langkah-langkah optimasi:



Gambar 3.3 Klasifikasi Model Simulasi

Setelah mengklasifikasikan data, berikutnya melalui Gambar 3.4 adalah rangkaian keseluruhan proses simulasi:



Gambar 3.4 Diagram Alir Perancangan

### 3.3 Perancangan LTE Sistem

#### 3.3.1 Capacity Planning

Tahap pertama adalah menghitung estimasi jumlah penduduk area Kotamadya Jakarta Timur di tahun 2015-2020, seperti pada Tabel 3.1 berdasarkan LPP yang sudah terbentuk dengan menggunakan metode geometrik menggunakan rumus 2.1:

Tabel 3.1 Data Statistik Wilayah Kotamadya Jakarta Timur

Indikator	Data	
	2014	2015
Luas Wilayah	188.19 Km <sup>2</sup>	
Jumlah Penduduk Usia Produktif 15 – 65 Tahun	1.817.994 Jiwa	1.359.137 Jiwa
Laju Pertumbuhan Penduduk	1.01 %	0.96%
Jumlah Penduduk tahun 2020	1,425,640 Jiwa	
Estimasi Pelanggan Seluler 2020 (80%)	1,140,512 Jiwa	
Estimasi Pelanggan Telkomsel (60%)	684,308 Jiwa	
LTE-A Penetrasi (33.6%)	229,928 Jiwa	

#### 3.3.2 Coverage Planning

Berikut ini adalah Tabel 3.2 MAPL kondisi *uplink* dan *downlink* pada area tinjauan:

Tabel 3.2 MAPL Uplink dan Downlink

	Parameter	MAPL UL Value	MAPL DL Value
GENERAL	Bandwidth (MHz)	20	20
	Resource Block	100	100
	Allocated Resource Block	4	46
eNodeB	Max total Tx Power (dBm)	23	15.21
	Sub-carrier Power (dBm)	6.19	3
	Tx Body Loss (dBm)	0	18
	EIRP per subcarrier (dBm)	16.81	30.21
UE	SINR (dB)	-7	-9
	UE Noise figure (dB)	2.3	7
	Thermal Noise (dB)	132.24	132.24
	Receiver Sensitivity (dBm)	127.54	130.24
	Receiver Antena Gain (dBi)	18	0
	UE Cable Loss (dB)	0.5	0
	Interference Margin (dB)	1	4
	MSRS (dBm)	147.04	134.24
	Penetration Loss (dB)	22	22
	Shadow Fading Margin (dB)	8	8
Path Loss (dBm)	-160.23	-134.03	

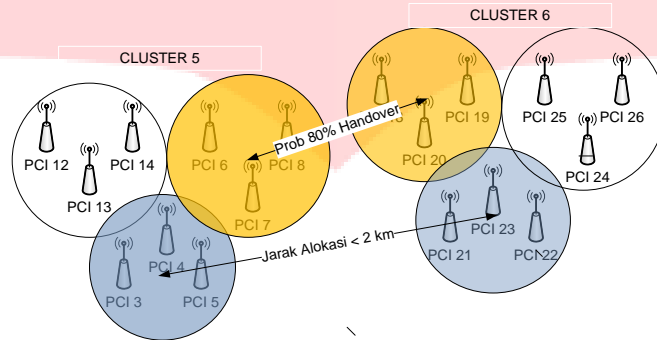
Berikut ini adalah hasil keseluruhan dari perancangan jaringan LTE di frekuensi 1800 MHz pada kondisi DL dengan menggunakan COST 231 Hatta:

Tabel 3.5 Hasil Perencanaan Coverage hingga 2020

Parameter	Nilai
Radius Cell	0.97 Km
Luas Cakupan Cell	4.77 Km <sup>2</sup>
∑ LTE Cell	39
Trade Off antara Capacity dan Coverage	3.48 dB

### 3.4 Langkah Peletakkan Pola PCI

Guna memperbaiki kondisi jaringan yang terdeteksi PCI konflik maka langkah pertama untuk menentukan proses re-alokasi PCI dengan menyusun alokasi *code group* berdasarkan SSS ID sebanyak 168 *group* dan PSS ID sebanyak 3 *group*. Jumlah cluster untuk 152 sel dengan kemungkinan handover 80% adalah 17 cluster, seperti Gambar 3.5:



Gambar 3.5 Teknik Cluster Alokasi PCI

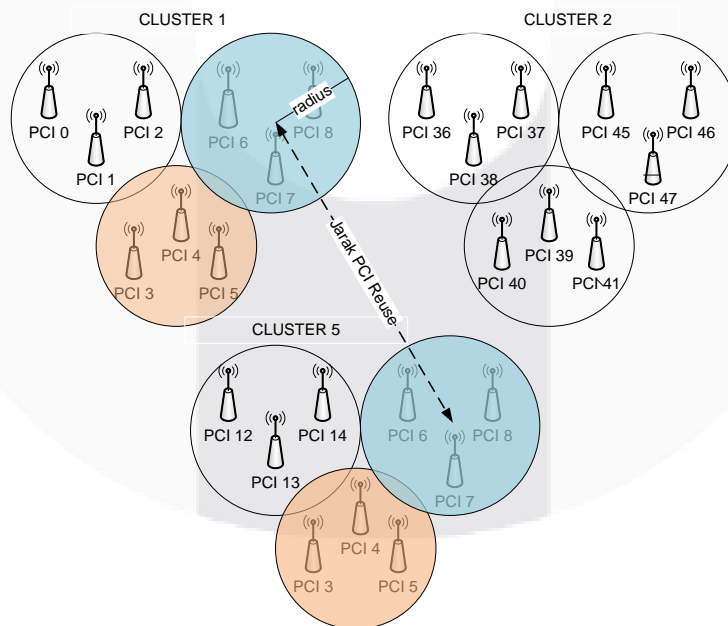
Peletakkan jarak *reuse* di luar jangkauan interferensinya di asumsikan berdasarkan ketentuan vendor Huawei bahwa jarak *reuse* harus lebih besar 2x maksimum jari-jari sel *coverage*, seperti berikut ini:

$$2 \times \text{radius cell coverage} = 2 \times 0.97 \text{ km} = 1.94 \text{ km} \approx 2 \text{ km}$$

Untuk melihat hasil performansi maka disusun skenario optimasi yaitu sebagai berikut:

1. Skenario 1 menggunakan jarak alokasi 1 km yaitu dibawah 2x maksimum jari-jari sel *coverage*.
2. Skenario 2 menggunakan jarak alokasi 2x maksimum jari-jari sel *coverage*.
3. Skenario 3 menggunakan jarak alokasi 3x maksimum jari-jari sel *coverage*.

Ketika proses skenario disimulasikan dan disusun secara acak untuk penomoran PCI dengan memenuhi syarat *Collision Free* dan *Confusion Free*.



Gambar 3.6 Teknik Alokasi PCI Reuse berdasarkan Code Group

### 3.5 Hasil Simulasi

Hasil simulasi dari area yang terdeteksi PCI konflik dirangkum pada Tabel 4.1 berdasarkan KPI target yang digunakan oleh vendor Huawei dan Telkomsel.

Tabel 4.1 Hasil Simulasi PCI terdeteksi PCI konflik

Parameter	Rata-Rata Nilai Eksisting	KPI Target	Keterangan
RSRP	-102 dBm	$x \geq -100$ dBm	Buruk
RSRQ	-16.11 dB	$x \geq -15$ dB	Buruk
SINR	8.9 dB	$x \geq 10$ dB	Buruk
Throughput	31.087 Mbps	$x \geq 20$ Mbps	Baik

Hasil seluruh proses optimasi dirangkum dalam Tabel 4.2 berikut ini:

Tabel 4.2 Perbandingan Simulasi Rangkaian Skenario Optimasi

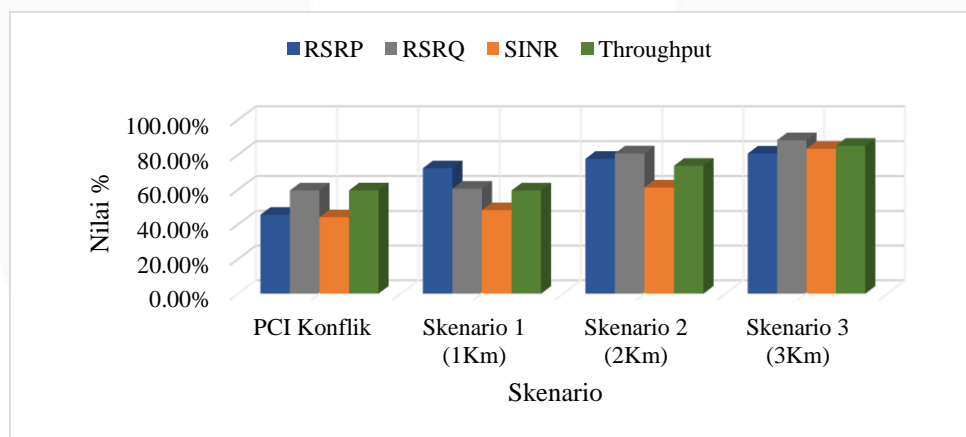
Parameter	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3	KPI Target
RSRP	-65.34 dBm	-63.6 dBm	-62.87 dBm	$x \geq -100$ dBm
RSRQ	-15.54 dB	-13.08 dB	-13.12 dB	$x \geq -15$ dB
SINR	9.18 dB	10.52 dB	16.8 dB	$x \geq 10$ dB
Throughput	31.587 Mbps	40.089 Mbps	48.781 Mbps	$x \geq 20$ Mbps
Keterangan	Baik	Baik	Baik	

Nilai performansi seluruh rangkaian skenario yang di ekspresikan melalui grafik batang pada Gambar 4.21 menunjukkan adanya peningkatan secara fluktuatif yang mengindikasi bahwa dengan menggunakan alokasi PCI berdasarkan jarak *reuse* mampu mengoptimasi kondisi jaringan terdeteksi PCI konflik yang menyebabkan handover *failure* sehingga kondisi jaringan yang retainability dan accessibility tercapai.

Tabel 4.3 Persentase Kalkulasi Area Diatas KPI Target

Parameter	RSRP	RSRQ	SINR	Throughput
KPI Target	80%	85%	80%	85%
PCI Konflik	45.49%	59.45%	44.05%	59.50%
Skenario 1 (1Km)	72.14%	60.45%	48.13%	59.39%
Skenario 2 (2Km)	77.57%	80.63%	61.16%	73.57%
Skenario 3 (3Km)	80.61%	88.24%	83.30%	85.07%

Semakin tinggi nilai persentase pada seluruh rangkaian optimasi dari skenario 1 hingga skenario 4 membuktikan bahwa jaringan yang menghindari kondisi *Collision* dan *Confusion* mampu menyediakan kondisi jaringan yang baik.



Gambar 4.1 Grafik Persentase Kalkulasi Area Seluruh Simulasi

## 4. Kesimpulan dan Saran

### 4.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan proses simulasi dan analisa perancangan jaringan terhadap kondisi eksisting yang terdeteksi PCI konflik melalui unjuk kerja jaringan menggunakan teknik alokasi PCI yang sesuai standar *collision free* dan *confusion free* berdasarkan jarak, maka kesimpulan sebagai berikut:

1. Analisa perancangan jaringan *Macro Cell* LTE 1800 MHz pada area tinjauan Kotamadya Jakarta Timur saat ini jumlah site yang beroperasi aktif sebanyak 51 buah dengan 152 sel dengan *radius* sebesar 0.97 km dan luas cakupan sebesar  $4.77\text{km}^2$ .
2. Melalui hasil simulasi, kondisi eksisting yang terdeteksi PCI *conflict* mengalami degradasi sinyal level RSRP sebesar -102 dBm dengan RSRQ sebesar -16.11 dB. Persentase nilai SINR diatas 10 dB sebesar 44.05% dan Throughput diatas 20 Mbps sebesar 58.50% mengindikasikan performansi jaringan dibawah *threshold* yang menyebabkan *handover failure* dan *drop call*.
3. Hasil proses optimasi menggunakan jarak alokasi 2 km yang merupakan standar ketentuan vendor untuk mengalokasikan jarak PCI *reuse* dari kalkulasi 2x radius maksimum *coverage*, peningkatan persentase RSRP diatas -100 dBm sebesar 77.57%, RSRQ diatas -15 dB sebesar 80.63%, SINR diatas 10 dB sebesar 61.16% dan Throughput diatas 20 Mbps sebesar 73.57% belum memenuhi persentase KPI standar yang ditetapkan vendor dan ISP.
4. Ketika proses simulasi menggunakan kalkulasi 3x radius maksimum *coverage*, maka kondisi nilai performansi untuk persentase area mencapai KPI target dengan nilai RSRP diatas -100 dBm sebesar 85.61%, RSRQ diatas -15 dB sebesar 88.24%, SINR diatas 10 dB sebesar 83.297% dan Throughput diatas 20 Mbps sebesar 85.07%.

### 5.1 Saran

Penelitian Tugas Akhir ini jauh dari sempurna, sehingga berikut ini saran untuk dijadikan rekomendasi penelitian selanjutnya:

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang bagaimana alokasi PCI menggunakan teknologi SON (*Self Organizing Network*) menggunakan teknik ANR (*Automatic Neighbor Relation*) untuk memudahkan pengalokasian PCI.
2. Perlu adanya skenario lain seperti optimasi alokasi PCI berdasarkan pengukuran *handover* yang di implementasi di jaringan *Inter RAT* (*Radio Access Technology*).

### 5. DAFTRA PUSTAKA

- [1] M. Amirijoo, P. Frenger, F. Gunnarsson, H. Kallin, J. Moe, and K. Zetterberg, "Neighbor Cell Relation List and Physical Cell Identity Self-Organization in LTE," *Ericsson Res. Sweden*, p. 5, 2016.
- [2] S. Nyberg, "Physical Cell ID Allocation in Cellular Networks," vol. LIU-IDA/LI, N. Holmberg, Kaj. Carlsson, Ed. Department Of Computer Science, 2016, p. 75.
- [3] H. Tech, "Confidential Information of Huawei. No Spreading Without Permission," 2013.
- [4] M. ElNashar, Ayman; A, Mohamed;Sherif, *Design, Deployment and Performance of 4G LTE Networks*, First Edit. United Kindom: John Wiley & Sons, Ltd, 2014.
- [5] C. Cox, *An Introduction to LTE Second Edition*, Second Edi. United Kindom: John Wiley & Sons, Ltd, 2014.
- [6] PT Telkom, "Annual Report 2016 Telkom Indonesia "Membangun Ekonomi Digital Indonesia," Jakarta: PT Telkom Indonesia (Persero) Tbk, 2016, p. 454.
- [7] Badan Pusat Statistik Indonesia, "Statistik Daerah Provinsi DKI Jakarta," no. 31550.13.02, .
- [8] Mobilecomm, "Coverage LTE Planning," Bandung: Mobilecomm Laboratory, 2015, p. 67.
- [9] J. Yu, M. Peng, and Y. Li, "A physical cell identity self-organization algorithm in LTE-advanced systems," *2012 7th Int. ICST Conf. Commun. Netw. China, CHINACOM 2012 - Proc.*, pp. 576–580, 2012.
- [10] X. Zhang, *LTE Optimization Engineering Handbook*. Singapore: John Wiley & Sons Singapore,Pte. Ltd, 2018.