

ANALISIS PERFORMANSI DAN OPTIMALISASI COVERAGE LAYANAN LTE TELKOMSEL DI DENPASAR BALI

V.S. Kusumo¹, P.K. Sudiarta², I.P. Ardana³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Udayana

Email: vibradosegara@gmail.com¹, sudiarta@unud.ac.id², Ardana@unud.ac.id³

Abstrak

Peningkatan kualitas jaringan Long Term Evolution (LTE) dapat dilakukan dengan menganalisis performansi dan optimalisasi coverage salah satu operator di Indonesia pada frekuensi 900 MHz. Untuk mengetahui performansi teknologi LTE Telkomsel, dilakukan drive test pada cluster wilayah Denpasar Barat yang masuk dalam coverage area 10 eNodeB dengan memperhitungkan parameter RSRP, SINR, dan PDCP Throughput. Ketiga parameter tersebut akan dibandingkan dengan KPI teori dan KPI Telkomsel Nilai performansi LTE Cluster Denpasar Barat sebelum optimalisasi adalah 42,12 % untuk RSRP Idle Mode, 41,12 % untuk RSRP Dedicated Mode, 98,61 % untuk SINR, 82,3 % untuk Download Throughput, dan 59,78 % untuk Upload Throughput. Metode optimalisasi yang digunakan adalah mengubah basic parameter yaitu mengganti kabel feeder pada antena sektoral eNodeB, elektrikal tilt, dan penambahan new site. Dari hasil penelitian yang dilakukan, penggantian kabel feeder dilakukan pada eNodeB DPR097 PCI (87) dan PCI (88), elektrikal tilt dilakukan pada eNodeB dengan site ID DPR091 (PCI 60), eNodeB dengan site ID DPR097 (PCI 87), eNodeB dengan site ID N_DPR014MT (PCI 99), eNodeB dengan site ID DPR097MT (PCI 89), eNodeB dengan site ID DPR028 (PCI 129), eNodeB dengan site ID DPR088 (PCI 86), eNodeB dengan site ID DPR250 (PCI 102), dan eNodeB dengan site ID DPR217 (PCI 117), dan penambahan new site di wilayah Tenten Barat Denpasar dengan site ID DPR791.

Kata-kata kunci : LTE, performansi, optimalisasi, kabel feeder, elektrikal tilt, new site

1. PENDAHULUAN

Teknologi telekomunikasi semakin lama semakin berkembang, hal ini dibuktikan dengan hadirnya teknologi baru yang mempunyai kualitas jaringan telekomunikasi khususnya dalam hal kecepatan data. Teknologi sistem komunikasi bergerak semakin hari semakin berkembang dari generasi pertama ke generasi berikutnya, yakni teknologi 4G atau LTE. LTE merupakan pengembangan dari teknologi sebelumnya yakni UMTS (3G) dan HSPA (3,5G).

Pertumbuhan jumlah pengguna layanan telekomunikasi khususnya paket data di kota Denpasar menyebabkan penurunan kualitas jaringan paket data khususnya teknologi 4G. Metode yang banyak dilakukan untuk mengetahui kualitas suatu jaringan adalah drive test. Oleh sebab itu sangatlah penting melakukan drive test pada site-site eNodeB yang telah menerapkan teknologi 4G dalam hal ini Telkomsel karena dengan demikian dapat diketahui performansi jaringan 4G LTE di kota Denpasar Bali.

Dalam makalah ini langkah-langkah yang diambil adalah pengumpulan data menggunakan drive test tools antara lain : RSRP, SINR, throughput. Setelah data tersebut diolah, apabila didapat hasilnya tidak

bagus maka selanjutnya dilakukan langkah-langkah optimalisasi, mengingat hasil drive test 4G LTE Telkomsel secara keseluruhan di Bali yang meliputi daerah Denpasar terutama di wilayah Denpasar Barat jalan Pulau Roon, jalan Pulau Nusakambangan, jalan Teuku Umar, jalan Pulau Kawe, jalan Pulau Bangka, jalan Pulau Enggano, jalan Pulau Batanta, jalan Imam Bonjol memiliki kualitas 4G LTE yang kurang baik.

2. KAJIAN PUSTAKA

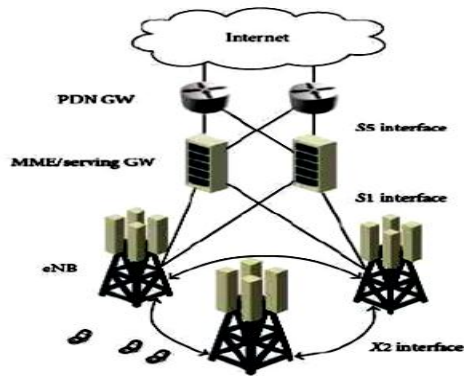
2.1 Pengenalan LTE

Long Term Evolution (LTE) adalah sebuah nama yang diberikan kepada suatu proyek dalam The Third Generation Partnership Project (3GPP) yang diciptakan untuk mengembangkan teknologi Universal Mobile Telecommunication System (UMTS) dalam mengatasi kebutuhan data mendatang. Menurut standar, LTE memberikan kecepatan downlink hingga 100 Mbps [1].

2.2 Arsitektur Jaringan LTE

Arsitektur jaringan LTE jika kita perhatikan sebenarnya lebih sederhana teknologi jaringan yang telah ada sebelumnya. Seperti yang ditunjukkan Gambar 1, keseluruhan arsitektur LTE terdiri dari

beberapa eNodeB yang menyediakan akses dari UE ke E-Utran [2].



Gambar 1 Arsitektur LTE

2.4 4G LTE Drive Test

Drive test merupakan salah satu bagian pekerjaan dalam optimasi jaringan radio. Drive test bertujuan untuk mengumpulkan informasi jaringan secara *real* dilapangan [3]. Secara umum tujuan drive test adalah untuk mengumpulkan informasi jaringan radio frekuensi secara *real* dilapangan.

Berikut dibawah ini merupakan mayoritas parameter yang digunakan dalam drive test pada teknologi LTE [3].

a. RSRP (Reference Signal Received Power)

Power dari sinyal reference, parameter ini adalah parameter spesifik pada drive test 4G LTE dan digunakan oleh perangkat untuk menentukan titik handover. Pada teknologi 2G parameter ini bisa dianalogikan seperti RxLevel sedangkan pada 3G dianalogikan sebagai RSCP.

b. SINR (S/(I+N) (Signal Interference to Noise Ratio)

SINR adalah perbandingan kuat sinyal dibandingkan noise background.

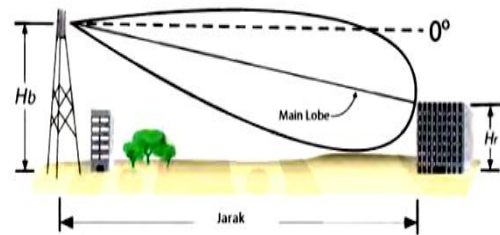
c. Throughput

Throughput adalah nilai dari UE ke EnodeB, kita dapat menghitung dua tipe throughput yaitu Download dan Upload.

2.5 Metode Optimasi

Salah satu metode optimasi basic parameter yang digunakan adalah metode optimasi elektrikal Tilt (nilai Tilt diatur secara elektronik [4]. Metode elektrikal Tilt diperkenalkan pada sistem telekomunikasi generasi kedua (GSM) dimana antena dimiringkan dengan mengubah sinyal pertahapan.

Pengukuran Tilt dapat mengacu pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengukuran Tilt

Dari Gambar 2 didapat persamaan sebagai berikut :

$$d = \frac{(H_b - H_r)}{\tan A} \dots\dots\dots (1)$$

$$A = \tan^{-1} \left(\frac{H_b - H_r}{(d \times 1000)} \right) \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

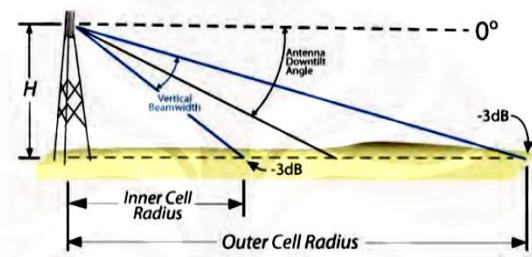
d = jarak eNodeB dengan daerah yang dituju (m)

Hb = tinggi antena dari permukaan laut (m)

Hr = tinggi lokasi yang dituju dari permukaan laut (m).

A = sudut Tilt antena

Sinyal dari antena memiliki batas dalam dan batas luar dimana antena tersebut dapat bekerja secara optimal [4]. Pengukuran batas dalam dan batas luar antena sinyal dari antena dapat mengacu pada Gambar 3 :



Gambar 3 Batas Inner dan Outer Cell Radius

Dari Gambar 3 didapat persamaan sebagai berikut :

$$id = \frac{(H / \tan (A + \frac{BW}{2}))}{1000} \dots\dots\dots (3)$$

$$od = \frac{(H / \tan (A - \frac{BW}{2}))}{1000} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana :

id = inner radius distance (m)

od = outer radius distance (m)

H = tinggi antena dari permukaan laut (m)

A = sudut *Tilt* antena
 BW = *Beamwidth* antena

2.6 Perhitungan MAPL (*Maximum Allowable Path Loss*) *Link Budget* dan Model Propagasi

Maximum Allowable Path Loss merupakan nilai maksimum dari nilai propagasi antara perhitungan nilai dari perangkat eNodeB dan *mobile station*, yang mana nilai perhitungan MAPL ini dibagi menjadi dua untuk arah MAPL *uplink* dan *downlink* [5]. Perhitungan ini dilakukan untuk mendapatkan posisi *new site* eNodeB yang ideal. Selain itu, pemilihan model propagasi Okumura Hatta pada penelitian ini didasarkan pada tipe daerah dan persamaannya sebagai berikut :

$$L_p = 69,55 + 26,16 \log f - 13,82 \log H_b - a(hre) + (44,9 - 6,55 \log hB) \log d \dots \dots \dots (5)$$

Faktor koreksi untuk daerah perkotaan dengan luas daerah kecil dan menengah menggunakan persamaan berikut :

$$a(hre) = 0,8 + (1,1 \log f - 0,7) hre - 1,56 \log f \dots \dots \dots (6)$$

Sedangkan untuk daerah perkotaan yang memiliki luas daerah yang luas , menggunakan persamaan berikut :

$$a(hre) = 8,29 [\log (1,54 hM)]^2 - 1,1 \text{ untuk } f \leq 300 \text{ MHz} \dots \dots \dots (7)$$

$$a(hre) = 3,2 [\log (11,75 hM)]^2 - 4,97 \text{ untuk } f \geq 300 \text{ MHz} \dots \dots \dots (8)$$

keterangan :

- L_p = *Path Loss* (dB)
- f = frekuensi dari 150 MHz – 1500 MHz
- hB = tinggi efektif dari eNodeB dengan kisaran 30 meter sampai 200 meter
- hre = tinggi efektif antena UE dari 1 meter sampai 10 meter
- d = jarak antara eNodeB dengan UE (km)
- $a(hre)$ = merupakan faktor koreksi untuk tinggi efektif antena UE.

3. METODELOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini, untuk menentukan performansi kualitas jaringan LTE dan metode optimalisasi yang dilakukan dengan tiga alur yaitu :

1. Alur penentuan performansi kualitas jaringan LTE dengan melakukan *drive test* pada *cluster* wilayah Denpasar Barat yang masuk dalam *coverage area* 10

eNodeB dengan memperhitungkan nilai RSRP, SINR, dan PDCP *Throughput* dibandingkan dengan teori dan KPI Telkomsel.

2. Alur menganalisis masalah dan menentukan metode optimalisasi yang tepat dengan membagi *cluster* wilayah Denpasar Barat menjadi beberapa *sub cluster* dan mendapatkan data sesungguhnya dilapangan.
3. Alur menganalisis hasil *drive test* setelah proses optimalisasi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Drive Test

Wilayah yang diteliti adalah wilayah Denpasar Barat yang meliputi jalan Pulau Roon, jalan Pulau Nusakambangan, jalan Teuku Umar, jalan Pulau Kawe, jalan Pulau Bangka, jalan Pulau Enggano, jalan Pulau Batanta, jalan Imam Bonjol. Wilayah yang diteliti merupakan wilayah yang masuk dalam jangkauan *coverage area* 10 *site* eNodeB, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Daerah Hasil Drive Test dan eNodeB yang Mengcover

Pada proses pengambilan data pada saat melakukan *drive test*, penulis menggunakan perlengkapan dengan spesifikasi sebagai berikut :

- Perangkat Lunak Sistem Operasi = Nemo Outdoor = Microsoft Windows 7 Pro Ultimate
- Handset 1 = Samsung S4 LTE (*Japan series*)
- Handset 2 = Samsung S4 LTE (*Japan series*)
- GPS = Garmin (NMEA)

4.2 Report Hasil Drive Test RSRP (*Reference Signal Received Power*) Sebelum Optimalisasi

RSRP merupakan kuat sinyal yang diterima UE. RSRP sebanding dengan pengukuran *Received Signal Code Power* (RSCP) pada teknologi WCDMA dan *Rx Level*

pada teknologi 2G. Kualitas RSRP dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1 Kualitas RSRP *idle mode* Jaringan LTE Cluster di Denpasar Barat

ID	Range nilai RSRP Idle Mode (dBm)	Jumlah Data	Persentase Jumlah Data
1	$(-80) \leq x$	657	12,27 %
2	$(-90) \leq x < (-80)$	557	10,40 %
3	$(-100) \leq x < (-90)$	1041	19,45 %
4	$(-110) \leq x < (-100)$	1568	29,29 %
5	$(-120) \leq x < (-110)$	1355	25,31 %
6	$x < (-120)$	174	3,25 %

Kualitas RSRP *idle mode* pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa kualitas RSRP jaringan Telkomsel hanya 42,12 % $\geq (-100)$ dBm, sedangkan KPI Telkomsel untuk kualitas RSRP sebesar 90% $> (-100)$ dBm. Nilai x pada range adalah rentang data nilai RSRP yang diperoleh dari hasil *drive test*.

Tabel 2 Kualitas RSRP *dedicated mode* Jaringan LTE Cluster di Denpasar Barat

ID	Range nilai RSRP Dedicated Mode (dBm)	Jumlah Data	Persentase Data
1	$(-80) \leq x$	1.346	10,90 %
2	$(-90) \leq x < (-80)$	1.098	8,89 %
3	$(-100) \leq x < (-90)$	2.633	21,33 %
4	$(-110) \leq x < (-100)$	3.957	32,06 %
5	$(-120) \leq x < (-110)$	2.974	24,10 %
6	$x < (-120)$	332	2,69 %

Kualitas RSRP *dedicated mode* Tabel 2 dapat dilihat bahwa kualitas RSRP jaringan LTE Telkomsel hanya 41,12 % $\geq (-100)$ dBm dan dapat dikatakan belum optimal secara teori dan belum memenuhi standar KPI Telkomsel yaitu 90 % $> (-100)$ dBm.

4.3 Report Hasil Drive Test SINR (Signal Interference to Noise Ratio) Sebelum Optimalisasi

SINR adalah perbandingan kuat sinyal dibandingkan *noise background*. SINR sebanding dengan R_x Qual pada teknologi 2G dan sebanding dengan E_c/N_0 pada teknologi WCDMA. Kualitas SINR pada data hasil *drive test* ditunjukkan oleh Tabel 3.

Tabel 3 Kualitas SINR *Dedicated Mode* Jaringan LTE Sub Cluster di Denpasar Barat

ID	Range Nilai SINR Dedicated Mode (dB)	Jumlah Data	Persentase Jumlah Data
1	$25 \leq x \leq 30$	414	14,30 %
2	$20 \leq x < 25$	709	24,49 %
3	$15 \leq x < 20$	430	14,85 %
4	$8 \leq x < 15$	807	27,87 %
5	$0 \leq x < 8$	495	17,10 %
6	$(-20) \leq x < 0$	40	1,38 %

Tabel 3 menunjukkan kualitas SINR jaringan LTE Telkomsel hasil *drive test* dapat dikatakan optimal karena nilai SINR untuk hasil *drive test* tersebut adalah 98,61 % ≥ 0 dB dan sudah memenuhi standar KPI Telkomsel untuk RSRP yaitu 90 % > 0 dB. Nilai x pada range adalah rentang data nilai SINR yang diperoleh dari hasil *drive test* Oleh sebab itu, maka untuk kualitas SINR pada *cluster* tersebut tidak dilakukan proses optimalisasi..

4.4 Report Hasil Drive Test Throughput Sebelum Optimalisasi

Throughput adalah laju data aktual dari suatu informasi yang ditransfer, Selain itu, *throughput* juga dapat diartikan dengan jumlah informasi yang berhasil dikirim per satuan waktu. Terdapat dua tipe *throughput* yaitu *download* dan *upload*. Untuk hasil *download throughput* terdapat pada Tabel 4 dan *upload throughput* pada Tabel 5

Tabel 4 Kualitas *Download Throughput Dedicated Mode* Jaringan LTE Cluster di Denpasar Barat

ID	Range nilai Download Throughput (Mbps)	Jumlah Data	Persentase Jumlah Data
1	$20 \leq x \leq 26,8$	14	1,08%
2	$15 \leq x < 20$	68	5,25%
3	$10 \leq x < 15$	195	15,05%
4	$5 \leq x < 10$	446	34,44%
5	$2 \leq x < 5$	343	26,48%
6	$x < 2$	229	17,68, %

Tabel 4 menunjukkan kualitas *download throughput* secara keseluruhan pada jaringan LTE Telkomsel hasil *drive test* dapat dikatakan optimal karena nilai *download throughput* untuk hasil *drive test* tersebut adalah 82,3 % ≥ 2 Mbps dan sudah memenuhi standar KPI Telkomsel untuk RSRP yaitu 80 % ≥ 2 Mbps.

Tabel 5 Kualitas *Upload Throughput Dedicated Mode* Jaringan LTE Cluster di Denpasar Barat

ID	Range nilai Upload Throughput (Mbps)	Jumlah Data	Persentase Jumlah Data
1	$5 \leq x \leq 8$	1142	35,90%
2	$3 \leq x < 5$	228	7,07%
3	$1 \leq x < 3$	535	16,81%
4	$0 \leq x < 1$	1252	39,35%
5	$x < 0$	24	0,75%

Tabel 5 menunjukkan kualitas *upload throughput* secara keseluruhan pada jaringan LTE Telkomsel hasil *drive test* dapat dikatakan belum optimal karena nilai *upload throughput* untuk hasil *drive test* tersebut hanya 59,78 % ≥ 1 Mbps belum memenuhi standar KPI

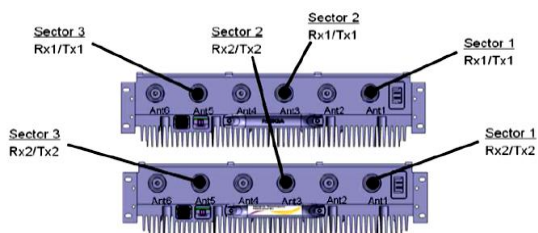
Telkomsel untuk *upload throughput* yaitu 80 % \geq 1 Mbps.

4.5 Proses Optimalisasi Basic Parameter

Proses optimalisasi *basic* parameter dilakukan untuk meningkatkan kualitas jaringan 4G LTE dengan hanya mengubah parameter-parameter fisik, antara lain :

a. Mengganti Kabel Feeder

Mengganti kabel feeder pada RF Module dengan antenna yang tepat dilakukan untuk menanggulangi masalah *cross feeder*. Untuk cluster Denpasar Barat, mengganti kabel feeder dilakukan pada eNodeB site ID DPR097 antara antenna dengan PCI 87 dan antenna dengan PCI 88. Setelah proses instalasi dan *commissioning* dilakukan, kualitas RSRP arah *main lobe* dalam cell dengan PCI 87 rendah. Setelah cell dengan PCI 87 dinonaktifkan dan ketika cell dengan PCI 88 diaktifkan, kualitas RSRP dalam cell dengan PCI 88 adalah normal dan nilai SINR cell dengan PCI 88 lebih tinggi dari cell dengan PCI 87, masalah ini dapat terjadi karena sistem antenna di dua cell yang terhubung terbalik atau kabel serat optik di papan baseband tertukar. Solusi yang dilakukan penulis untuk masalah ini adalah menukar kabel serat optik di papan baseband (*RF Module*) atau menyesuaikan kabel *feeder* dengan antenna yang benar sesuai dengan standarisasi vendor, sesuai dengan Gambar 5.



Gambar 5 Standarisasi Vendor untuk Konfigurasi Kabel Serat Optik MIMO 2x2 Menggunakan 3 Antena Sektor pada RF Module

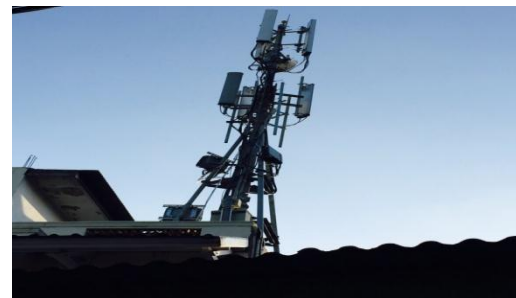
b. Melakukan Elektrikal Tilt

Melakukan elektrikal *tilt* pada antenna sektoral eNodeB bertujuan meningkatkan nilai RSRP, SINR, dan *Throughput* yang awalnya tidak optimal karena penempatan posisi antenna sektoral yang terlalu tinggi sehingga menyebabkan *adjacent interference* yang tinggi dengan eNodeB tetangganya ataupun penempatan posisi antenna yang terlalu rendah sehingga menyebabkan *coverage area* dari suatu eNodeB terlalu sempit yang berdampak pada perbedaan kualitas *uplink* dan *downlink*. Elektrikal *tilt* merupakan solusi terbaik untuk antenna sektoral dengan spesifikasi lebih dari 1

band, seperti antenna sektoral eNodeB yang digunakan pada penelitian ini yaitu *triple band*. Pada cluster Denpasar Barat, elektrikal *tilt* dilakukan pada eNodeB dengan site ID DPR091 (PCI 60) dari 0° menjadi 7°, eNodeB dengan site ID DPR097 (PCI 87) dari 0° menjadi 5°, eNodeB dengan site ID N_DPR014MT (PCI 99) dari 5° menjadi 4°, eNodeB dengan site ID DPR097MT (PCI 89) dari 0° menjadi 6°, eNodeB dengan site ID DPR028 (PCI 129) dari 5° menjadi 4°, eNodeB dengan site ID DPR088 (PCI 86) dari 2° menjadi 8°, eNodeB dengan site ID DPR250 (PCI 102) dari 0° menjadi 5°, dan eNodeB dengan site ID DPR217 (PCI 117) dari 0° menjadi 5°.

c. Penambahan New Site

Penambahan *New Site* dilakukan untuk menambah cakupan *coverage* pada suatu jaringan operator selular dan juga untuk mengurangi adanya *blankspot* yang mempengaruhi kualitas sinyal di suatu jaringan. Untuk cluster Denpasar Barat operator penambahan *site* di area Tenten Barat untuk mengatasi solusi rendahnya nilai RSRP pada daerah Imam Bonjol. Pada hasil *drive test idle mode*, nilai rata-rata RSRP dan *Throughput* tidak bagus. Hal ini disebabkan karena area optimasi adalah *urban area* yang memiliki kerapatan bangunan /ketinggian bangunan dan pepohonan yang tinggi sehingga adanya *obstacle* sangat mempengaruhi kualitas RSRP dan *throughput*. Maka solusi pada problem ini adalah dengan membuat *site* baru (*new site*) di area Tenten Barat dengan 3 sektor seperti Gambar 6.



Gambar 6 New site eNodeB Site ID DPR791

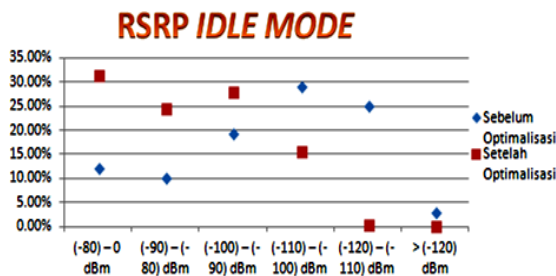
4.6 Report Hasil Drive Test RSRP (Reference Signal Received Power) Setelah Optimalisasi

Nilai RSRP setelah proses optimalisasi dapat dilihat pada Tabel 6 dan 7.

Tabel 6 Kualitas RSRP *idle mode* Setelah Optimalisasi

ID	Range nilai RSRP <i>Idle Mode</i> (dBm)	Jumlah Data	Persentase Jumlah Data
1	$(-80) \leq x$	1037	31,45%
2	$(-90) \leq x < (-80)$	807	24,47%
3	$(-100) \leq x < (-90)$	928	28,14%
4	$(-110) \leq x < (-100)$	514	15,58%
5	$(-120) \leq x < (-110)$	11	0,33%
6	$x < (-120)$	0	0%

Tabel 6 menunjukkan kualitas RSRP *idle mode* pada *cluster* di Denpasar Barat mengalami peningkatan yang cukup besar yaitu $(84,06 - 42,12) = 41,94 \%$. Adapun grafik perbandingan kualitas RSRP *idle mode* sebelum dan sesudah proses optimalisasi antara lain :

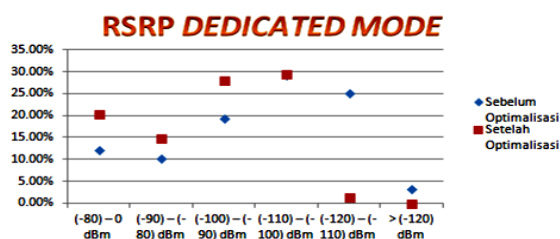


Gambar 7 Grafik Perbandingan Kualitas RSRP *idle mode* Sebelum dan Setelah Optimalisasi

Tabel 7 Kualitas RSRP *dedicated mode* Setelah Optimalisasi

ID	Range nilai RSRP <i>Dedicated Mode</i> (dBm)	Jumlah Data	Persentase Data
1	$(-80) \leq x$	2517	20,53%
2	$(-90) \leq x < (-80)$	1826	14,89%
3	$(-100) \leq x < (-90)$	4093	28,14%
4	$(-110) \leq x < (-100)$	3631	29,61%
5	$(-120) \leq x < (-110)$	194	1,58%
6	$x < (-120)$	0	0%

Tabel 7 menunjukkan kualitas RSRP *dedicated mode* pada *cluster* di Denpasar Barat mengalami peningkatan yang cukup besar yaitu $(63,56 - 41,12) = 22,44 \%$. Adapun grafik perbandingan kualitas RSRP *dedicated mode* sebelum dan sesudah proses optimalisasi antara lain :



Gambar 8 Grafik Perbandingan Kualitas RSRP *dedicated mode* Sebelum dan Setelah Optimalisasi

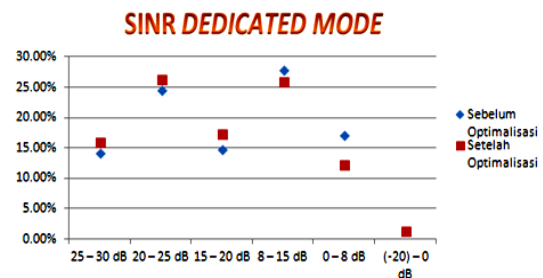
4.7 Report Hasil Drive Test SINR (Signal Interference to Noise Ratio) Setelah Optimalisasi

Kualitas SINR setelah proses optimalisasi dapat dilihat pada Tabel 8

Tabel 8 Kualitas SINR *Dedicated Mode* Setelah Optimalisasi

ID	Range Nilai SINR <i>Dedicated Mode</i> (dB)	Jumlah Data	Persentase Jumlah Data
1	$25 \leq x \leq 30$	576	16,04 %
2	$20 \leq x < 25$	952	26,42 %
3	$15 \leq x < 20$	629	17,46 %
4	$8 \leq x < 15$	941	26,12 %
5	$0 \leq x < 8$	449	12,46 %
6	$(-20) \leq x < 0$	54	1,49 %

Tabel 8 menunjukkan kualitas SINR *dedicated mode* pada *cluster* di Denpasar Barat tetap optimal diatas nilai KPI Telkomsel . Adapun grafik perbandingan kualitas SINR *dedicated mode* sebelum dan sesudah proses optimalisasi antara lain :



Gambar 9 Grafik Perbandingan Kualitas SINR *dedicated mode* Sebelum dan Setelah Optimalisasi

4.8 Report Hasil Drive Test Throughput Setelah Optimalisasi

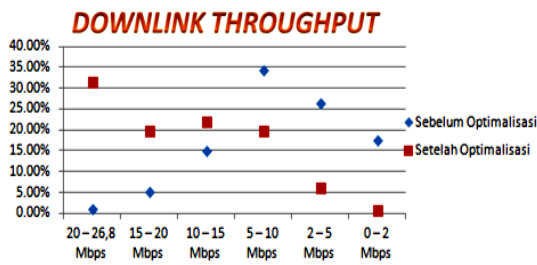
Logfile hasil *download throughput* setelah proses optimalisasi terdapat pada Tabel 9 dan *upload throughput* setelah proses optimalisasi pada Tabel 10

Tabel 9 Kualitas *Download Throughput Dedicated Mode* Setelah Optimalisasi

ID	Range nilai <i>Download Throughput</i> (Mbps)	Jumlah Data	Persentase Jumlah Data
1	$20 \leq x \leq 26,8$	454	31,55 %
2	$15 \leq x < 20$	284	19,73 %
3	$10 \leq x < 15$	318	22,10 %
4	$5 \leq x < 10$	286	19,87 %
5	$2 \leq x < 5$	87	6,04 %
6	$x < 2$	10	0,69 %

Tabel 9 menunjukkan kualitas *download dedicated mode* pada *cluster* di Denpasar Barat mengalami peningkatan yang cukup besar yaitu $(99,29 - 82,3) = 16,99 \%$. Adapun grafik perbandingan kualitas *download*

dedicated mode sebelum dan sesudah proses optimalisasi antara lain :

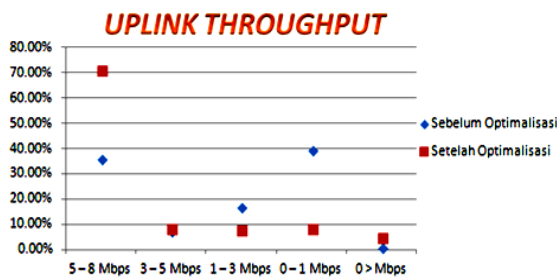


Gambar 10 Grafik Perbandingan Kualitas download throughput Sebelum dan Setelah Optimalisasi

Tabel 10 Kualitas Upload Throughput Dedicated Mode Setelah Optimalisasi

ID	Range nilai Upload Throughput (Mbps)	Jumlah Data	Persentase Jumlah Data
1	$5 \leq x \leq 8$	1925	70,90 %
2	$3 \leq x < 5$	227	8,36 %
3	$1 \leq x < 3$	210	7,73 %
4	$0 \leq x < 1$	220	8,03%
5	$x < 0$	133	4,89 %

Tabel 10 menunjukkan kualitas upload dedicated mode pada cluster di Denpasar Barat mengalami peningkatan yang cukup besar yaitu $(86,99 - 59,78) = 27,21 \%$. Adapun grafik perbandingan kualitas upload dedicated mode sebelum dan sesudah proses optimalisasi antara lain :



Gambar 11 Grafik Perbandingan Kualitas upload throughput Sebelum dan Setelah Optimalisasi

5. SIMPULAN

Berdasarkan pembahasan sebelumnya di dapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kualitas jaringan LTE yang meliputi RSRP, SINR, dan PDCP Throughput untuk cluster di wilayah Denpasar Barat yang meliputi jalan Pulau Roon, jalan Pulau Nusakambangan, jalan Teuku Umar, jalan Pulau Kawe, jalan Pulau Bangka, jalan Pulau Enggano, jalan Pulau Batanta, jalan Imam Bonjol adalah

tidak optimal karena tidak memenuhi KPI drive test Telkomsel.

2. Metode optimalisasi yang dilakukan adalah basic parameter karena perubahan hanya terjadi pada parameter-parameter fisik saja, yaitu mengganti kabel feeder eNodeB site ID DPR097 PCI (87) dan PCI (88); melakukan elektrik tilt karena efektif untuk spesifikasi antena sektoral lebih dari 1 band, yaitu pada eNodeB dengan site ID DPR091 (PCI 60), eNodeB dengan site ID DPR097 (PCI 87), eNodeB dengan site ID N_DPR014MT (PCI 99), eNodeB dengan site ID DPR097MT (PCI 89), eNodeB dengan site ID DPR028 (PCI 129), eNodeB dengan site ID DPR088 (PCI 86), eNodeB dengan site ID DPR250 (PCI 102), dan eNodeB dengan site ID DPR217 (PCI 117); dan melakukan penambahan new site di daerah Tenten Barat Denpasar.
3. Hasil optimalisasi cluster wilayah Denpasar Barat mengalami peningkatan performansi RSRP idle mode sebesar 41,94%, RSRP dedicated mode sebesar 22,44%, SINR dedicated mode range 15 – 30 dB sebesar 5,28 %, download throughput sebesar 16,99%, upload throughput sebesar 27,21 %.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Uke, K, dkk. 2011. Fundamental Teknologi Seluler LTE, Rekayasa Sians Bandung : Rekayasa Sians
- [2] Nasution, Yunda Kumala. 2012. “Arsitektur dan Konsep Radio Acces pada Long Term Evolution (LTE)” (makalah seminar kerja praktek). Semarang : Teknik Elektro Universitas Diponegoro
- [3] Wardhana, L. Aginsa , B.F. Dewantoro, A. Harto, I. Mahardika, G. Himaturokhman, A. 2014. 4G Handbook Edisi Bahasa Indonesia. Jakarta : Nulis buku
- [4] Kuncoro, T, Sirait, Sari. 2013. Analisa Performansi Jaringan 3G. Studi Kasus : Indosat Bandung. Jurnal Asitron. 4 (1). 63-71.
- [5] Anisah, Ida. 2012. “Analisa Link Budget Pada Teknologi Long Term Evolution (LTE)” (tugas akhir). Surabaya: Politeknik Elektronika Negeri Surabaya.