

PERENCANAAN KEBUTUHAN NODE B PADA SISTEM UNIVERSAL MOBILE TELECOMMUNICATION SYSTEM (UMTS) DI WILAYAH UBUD

Agastya, A.A.N.I.¹, Sudiarta, P.K.², Diafari, I.G.A.K.³

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

Email: agastya_indra@yahoo.com¹, sudiarta@unud.ac.id², igakdiafari@yahoo.com³

Abstrak

Penggunaan teknologi komunikasi seluler semakin berkembang pesat dan kebutuhan terhadap layanan data semakin meningkat, sehingga diperlukannya sistem komunikasi generasi ketiga (3G). Teknologi 3G lebih dikenal dengan sistem Universal Mobile Telecommunications System (UMTS). Wilayah Ubud merupakan salah satu daerah pariwisata di Bali, dimana PT Indosat Tbk sudah memasang 4 Node B pada wilayah tersebut. Hasil drive test 4 Node B sebelumnya masih diperoleh kondisi *blankspot area*. Pada penelitian ini dilakukan analisis cakupan berdasarkan Receive Signal Code Power (RSCP) dan cakupan berdasarkan kapasitas pengguna layanan. Selain itu dilakukan perencanaan kebutuhan Node B untuk tahun 2018 guna menjaga kualitas sinyal yang baik. Dalam menganalisis cakupan berdasarkan nilai RSCP digunakan perbandingan 2 model propagasi yaitu Walfish Ikegami dan COST-231 Hata. Pada perencanaan kebutuhan Node B dan perhitungan cakupan berdasarkan kapasitas dihitung dengan metode Offered Bit Quantity (OBQ). Diperoleh hasil cakupan berdasarkan metode OBQ pada Node B yang terletak di Desa Mas, Desa Ubud, Desa Sayan, dan Desa Singakerta secara berturut-turut adalah 1,03 km, 1,25 km, 1,44 km, dan 1,34 km. Sedangkan cakupan yang dihasilkan berdasarkan RSCP adalah 0,823 km, 0,8333 km, 0,844 km, dan 0,927 km. Jika dikaitkan dengan cakupan yang dihasilkan, dapat disimpulkan dengan adanya 4 Node B eksisting belum mampu melayani kapasitas pengguna layanan seluler di wilayah tersebut. Hasil perencanaan kebutuhan Node B pada tahun 2018 dibutuhkan total 23 Node B pada wilayah Ubud.

Kata Kunci : UMTS, RSCP, OBQ, Model Propagasi

1. PENDAHULUAN

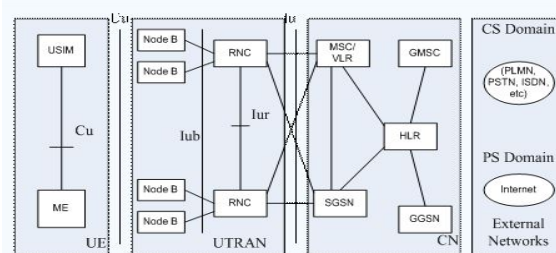
Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) merupakan teknologi generasi ketiga yang mampu mengirimkan layanan data khususnya dalam jumlah yang besar dalam waktu yang bersamaan. Sistem UMTS dapat menghasilkan *bit rate* mencapai 2 Mbps pada frekuensi 2 GHz dengan alokasi spektrum 230 MHz [1]. Penelitian ini dilakukan pada wilayah Ubud karena pertumbuhan penduduk dan kunjungan wisatawan meningkat setiap tahunnya. Selain itu dari hasil *drive test* berdasarkan nilai RSCP pada Node B PT Indosat Tbk sebelumnya masih diperoleh kondisi *blankspot* pada wilayah tersebut.

Pada penelitian ini dilakukan analisis cakupan berdasarkan nilai RSCP dan cakupan berdasarkan kapasitas menggunakan metode OBQ. Perencanaan kebutuhan Node B untuk tahun 2018 dilakukan guna menjaga kualitas sinyal agar tetap baik. Hasil penelitian ini akan memperlihatkan optimal atau tidaknya cakupan yang dihasilkan, serta jumlah Node B yang diperlukan pada tahun 2018.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Teknologi Seluler UMTS

UMTS merupakan teknologi seluler generasi ketiga dimana teknologi radio aksesnya menggunakan sistem *Wideband Code Division Multiple Access* (WCDMA). Sistem WCDMA dalam pentransmisiannya menggunakan kode *random* untuk memisahkan tiap *user* dalam satu *frame/paket* data, sehingga dapat mengirimkan lebih banyak informasi dalam waktu yang bersamaan. Teknologi UMTS berkerja pada frekuensi 1885-2025 Mhz untuk arah *downlink*, dan pada frekuensi 2110-2200 Mhz untuk arah *uplink* [1]. Arsitektur teknologi UMTS dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Arsitektur Teknologi UMTS

2.2 Model Propagasi COST-231 Hata

Propagasi merupakan suatu proses perambatan gelombang radio atau RF (*Radio Frequency*) dari suatu tempat ke tempat lain dengan jarak yang jauh menggunakan udara bebas sebagai media transmisinya. Model propagasi menunjukkan perkiraan rata-rata kuat sinyal yang diterima pada jarak tertentu dari pemancar. Adapun perhitungan propagasi COST-231 Hata menggunakan persamaan (1) [2] :

$$L_u = 46,3 + 33,9 \log f_c - 13,82 \log h_t - a(h_r) + (44,9 - 6,55 \log h_t) \log d + C_m \dots \dots \dots (1)$$

Dimana untuk daerah sub urban dan rural C_m bernilai 0 dB, sedangkan untuk daerah Urban C_m bernilai 3 dB. $a(h_r)$ merupakan faktor koreksi antena yang nilainya dapat dilihat pada persamaan (2) :

$$a(h_r) = (1,1 \log f_c - 0,7) h_r - (1,56 \log f_c - 0,8) \dots \dots \dots (2)$$

Dengan :

- L_u = Path loss rata-rata (dB)
- f_c = frekuensi (MHz)
- h_t = tinggi antena Base Station (m)
- h_r = tinggi antena Mobile Station (m)
- d = jarak antara MS dan BS (km)

Model propagasi COST-231 Hata dalam penggunaannya memiliki ketentuan :

- $1500 \leq f_c \leq 2000$ MHz
- $30 \leq h_t \leq 200$ m
- $1m \leq h_r \leq 10$ m

2.3 Model Propagasi Walfish Ikegami

Pada perhitungan model propagasi Walfish Ikegami dalam perhitungan nilai path loss lebih memperhitungkan karakteristik pada suatu wilayah. Parameter-parameter yang digunakan dalam perhitungan antara lain seperti ketinggian gedung (h_{roof}), lebar jalan (w), jarak antar gedung (b). Pada model propagasi Walfish Ikegami dapat dihitung dalam 2 kondisi yang berbeda yaitu kondisi Line Of Sight (LOS) dan kondisi Non-Line Of Sight (NLOS) Adapun perhitungan propagasi Walfish Ikegami menggunakan persamaan (3) [2] :

Persamaan Line Of Sight (LOS) :

$$L = 42,6 + 26 \log d + 20 \log f_c ; d \geq 0,020 \text{ km} \dots \dots \dots (3)$$

Sedangkan untuk persamaan Non-Line Of Sight (NLOS) :

$$L = L_{fs} + L_{rts} + L_{msd} \dots \dots \dots (4)$$

Dimana L_{fs} merupakan free space loss, L_{rts} merupakan rooftop to street diffraction loss, dan L_{msd} adalah multiscreen loss. Adapun persamaan untuk menghitung L_{fs} , L_{rts} , dan L_{msd} adalah sebagai berikut :

$$L_{fs} = 32,4 + 20 \log d \text{ (km)} + 20 \log f_c \text{ (MHz)} \dots \dots \dots (5)$$

$$L_{rts} = -16,9 - 10 \log + 10 \log f_c + 20 \log \Delta h_r + L_{ori} \dots \dots \dots (6)$$

$$L_{msd} = L_{bsh} + K_a + K_d \log d + K_f \log f_c - 9 \log b \dots \dots \dots (7)$$

Nilai parameter L_{ori} dan parameter L_{msd} dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1 Parameter L_{ori}

L_{ori}	ϕ
$-10 + 0,354 \phi$	$0 \leq \phi < 35$
$2,5 + 0,075(\phi - 35)$	$35 \leq \phi < 55$
$4,0 - 0,114(\phi - 55)$	$55 \leq \phi \leq 90$

Tabel 2 Parameter L_{msd}

$L_{bsh} = -18 \log(1 + h_b - h_r)$	$h_b > h_r$
$L_{bsh} = 0$	$h_b \leq h_r$
$K_a = 54$	$h_b > h_r$
$K_a = 54 - 0,8(h_b - h_r)$	$d \geq 0,5$ dan $h_b \leq h_r$
$K_a = 54 - 0,8(h_b - h_r) \left(\frac{d}{0,5}\right)$	$d < 0,5$ dan $h_b \leq h_r$
$K_d = 18$	$h_b > h_r$
$K_d = 18 - 15(h_b - h_r)/h_r$	$h_b \leq h_r$
$K_f = -4 + 0,7\left(\frac{f}{925}\right) - 1$	Untuk daerah suburban dan kota sedang
$K_f = -4 + 1,5\left(\frac{f}{925}\right) - 1$	Untuk kota besar

2.4 Receive Signal Code Power (RSCP)

Pada sistem UMTS Received Signal Code Power (RSCP) merupakan kualitas sinyal yang diterima oleh mobile station. Perhitungan RSCP biasanya digunakan sebagai kriteria untuk mengevaluasi permasalahan cakupan yang dipancarkan oleh Node B. Adapun perhitungan nilai RSCP menggunakan persamaan (8) [3] :

$$RSCP = EIRP - L_w - L_b - L_p - \sum(H_o + F_m) \dots \dots \dots (8)$$

Dengan :

$$RSCP = \text{Received Signal Code Power (dBm)}$$

$$EIRP = \text{Effective Isotropic Radiated Power (dBm)}$$

- L_w = Wall Loss(dB)
- L_b = Body Loss (dB)
- L_p = Path Loss (dB)
- H_o = Handover
- F_m = Fading Margin

2.5 Offered Bit Quantity (OBQ)

Perhitungan total kebutuhan trafik yang diperlukan dapat dihitung menggunakan metode *Offered Bit Quantity* (OBQ). OBQ merupakan total bit *throughput* per km² pada jam sibuk. Perhitungan OBQ dihitung menggunakan persamaan (9) [4] :

$$OBQ = \alpha \times \rho \times d \times BHCA \times BW \dots \dots \dots (9)$$

Dengan :

- α = kepadatan pelanggan (*user/km²*)
- ρ = penetrasi pengguna tiap layanan
- d = lama panggilan efektif (s)
- $BHCA$ = *busy hour call attempt* (*calls/s*)
- BW = *bit rate* tiap layanan (kbps)

2.6 Pendimensionan Sel

Pendimensionan suatu sel bertujuan untuk menentukan berapa jumlah sel yang dibutuhkan dalam suatu daerah untuk satu frekuensi *carrier*. Pendimensionan sel meliputi perhitungan luas cakupan satu sel, jumlah sel, dan radius sel.

- Luas Cakupan Satu Sel

$$L = \frac{K_{sel}}{OBQ} \dots \dots \dots (10)$$

Dimana K_{sel} merupakan kapasitas informasi tiap sel, dan OBQ merupakan total kebutuhan trafik.

- Jumlah Sel

$$J = \frac{L_w}{L} \dots \dots \dots (11)$$

Dimana L_w merupakan luas wilayah dan L merupakan luas cakupan satu sel.

- Radius Sel

$$R_{sel} = \left(\frac{L}{2,59}\right)^{1/2} \dots \dots \dots (12)$$

Dimana L merupakan luas cakupan satu sel.

2.7 Faktor Koreksi

Faktor koreksi berfungsi untuk menambahkan satu parameter perhitungan untuk nilai *path loss*, agar mendapatkan nilai cakupan area yang lebih mendekati keadaan di lapangan. Dalam menentukan nilai faktor koreksi didapat dengan mencari selisih nilai

dari hasil pengukuran di lapangan dengan nilai yang didapat dari perhitungan secara teoritis.

$$L_{fk} = L + F_k \dots \dots \dots (13)$$

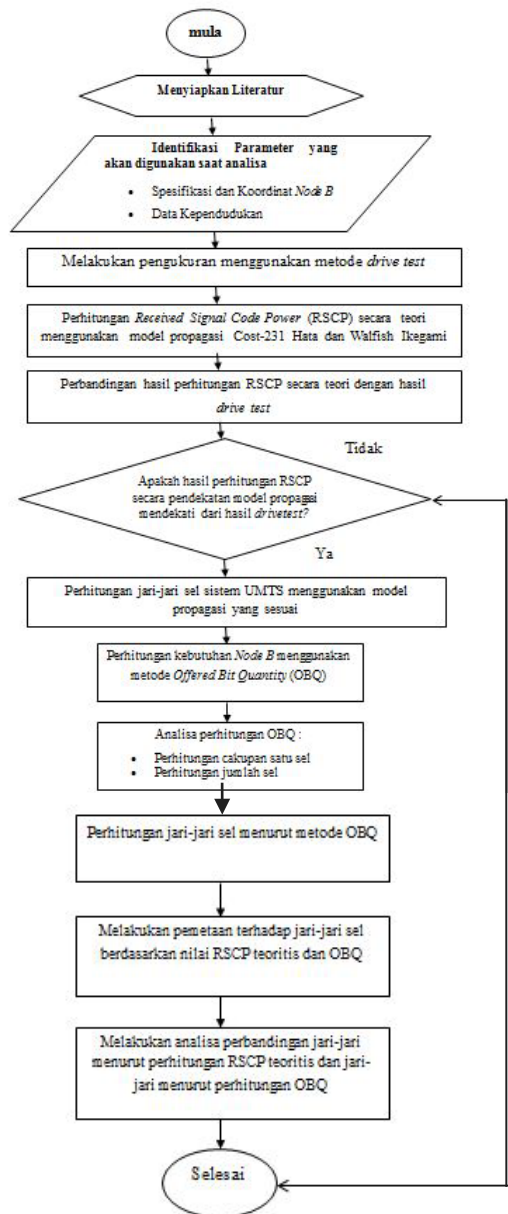
Dimana L merupakan nilai *path loss* (dB), dan F_k merupakan selisih antara hasil pengukuran dan hasil perhitungan (dB).

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian tentang analisis dan perencanaan kebutuhan *Node B* di wilayah Ubud ini dimulai pada bulan Januari 2015. Penelitian ini dilakukan karena analisis hasil *drive test* sebelumnya yang masih memperlihatkan kondisi *blankspot* pada wilayah tersebut. Dalam menganalisis permasalahan tersebut, pada penelitian ini akan dibandingkan cakupan dari level daya terima pada *Node B* eksisting berdasarkan nilai RSCP dan cakupan dari sisi kapasitas berdasarkan nilai OBQ untuk mengetahui optimal atau tidaknya cakupan yang dihasilkan.

Pada tahap awal penelitian ini adalah mengumpulkan data seperti spesifikasi dan koordinat *Node B* eksisting, serta data kependudukan kecamatan Ubud. Selanjutnya melakukan *drive test* dengan *sample* jarak yang sudah ditentukan sesuai hasil analisis berdasarkan standar KPI. Untuk menentukan model propagasi yang sesuai dapat dilihat dari *tren* penurunan nilai RSCP dari jarak (200-800 m) antara perhitungan propagasi COST-231 Hata dan Walfish Ikegami yang mendekati hasil *drive test*. Perhitungan cakupan berdasarkan nilai RSCP diperoleh dari nilai *path loss* terbesar ditambahkan dengan nilai faktor koreksi antara nilai RSCP hasil perhitungan dan nilai RSCP hasil *drive test*. Tahap terakhir dihitung cakupan yang baru menggunakan model propagasi yang sesuai dengan hasil *drive test* di Ubud.

Perhitungan dengan metode OBQ untuk layanan *voice* dan data menggunakan data kependudukan sebagai tolak ukur dalam perhitungan dan perencanaan kebutuhan pengguna layanan. Perhitungan OBQ dihitung untuk tahun 2015 digunakan dalam menganalisis cakupan saat ini, dan perencanaan untuk tahun 2018. Hasil cakupan OBQ pada tahun 2015 akan dibandingkan dengan cakupan dari nilai RSCP pada *software Google Earth* untuk menunjukkan optimal atau tidaknya cakupan yang dihasilkan. Hasil perhitungan OBQ tahun 2018 akan memperlihatkan kebutuhan pelanggan 3 tahun kedepan jika dikaitkan dengan 4 *Node B* yang sudah terpasang di Ubud saat ini. Alur perhitungan secara umum dapat dilihat pada Gambar 3.

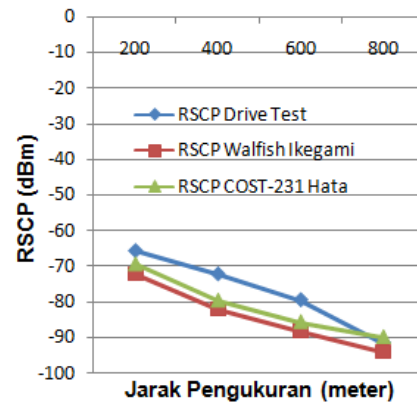


Gambar 3 Flowchart Umum

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Cakupan Berdasarkan Nilai RSCP

Pada perhitungan cakupan berdasarkan nilai RSCP untuk menentukan model propagasi yang sesuai digunakan dalam perhitungan antara model COST-231 Hata dan Walfish Ikegami adalah dengan melihat *trend* penurunan nilai RSCP pada jarak pengukuran 200-800 meter yang mendekati hasil *drive test*. Gambar 4 memperlihatkan grafik yang menunjukkan rata-rata nilai RSCP dari hasil perhitungan model propagasi dan hasil *drive test* di lapangan pada ke 4 *Node B* eksisting yang terletak di Desa Mas, Sayan, Ubud, dan Singakerta.



Gambar 4 Grafik Rata-Rata Nilai RSCP

Gambar 4 menunjukkan *tren* penurunan nilai RSCP model propagasi COST-231 Hata lebih mendekati hasil *drive test* dibandingkan model propagasi Walfish Ikegami.

Setelah didapat model propagasi yang sesuai, tahap selanjutnya yaitu mencari faktor koreksi antara RSCP hasil perhitungan propagasi COST-231 Hata dengan hasil *drive test*. Faktor koreksi merupakan selisih antara nilai yang di dapat dari hasil pengukuran dengan nilai yang didapat dari perhitungan secara teoritis. Tabel 3 memperlihatkan faktor koreksi pada *Node B* yang terletak di Desa Ubud.

Tabel 3 Nilai Faktor Koreksi Pada Desa Ubud

Jarak Pengukuran (meter)	RSCP hasil <i>drive test</i> (dBm)	RSCP perhitungan COST-231 Hata (dBm)	Nilai Faktor Koreksi (dB)
200	-64	-68,3	4,3
400	-77	-78,41	1,41
600	-85	-84,4	0,6
800	-91	-88,6	2,4

Tabel 3 menunjukkan nilai faktor koreksi yang tidak terlalu besar pada jarak 200-800 meter. Dimana *range* yang sudah ditetapkan yaitu sebesar 6 dB diambil dari rata-rata perbedaan faktor koreksi secara keseluruhan. Dalam perhitungan cakupan digunakan nilai faktor koreksi terkecil yang kemudian ditambahkan dengan nilai *path loss* untuk menambahkan satu parameter perhitungan dari nilai *path loss* agar mendapatkan nilai cakupan area yang lebih mendekati keadaan di lapangan. Nilai faktor koreksi terkecil yaitu 0,6 dB pada jarak 600 meter. Untuk mendapatkan cakupan terjauh yang dapat dijangkau oleh *Node B* adalah menambahkan *path loss* terbesar dengan nilai faktor koreksi terkecil pada desa Ubud. *Path loss* terbesar pada Desa Ubud sebesar 129,532 dB. Contoh perhitungan *path*

loss ditambah faktor koreksi pada Desa Ubud menggunakan persamaan (13) berikut :

$$L_{fk} = L + F_k$$

$$L_{fk} = 129,532 + 0,6$$

$$= 130,132 \text{ dB}$$

Didapat nilai *path loss* ditambah faktor koreksi sebesar 130,132 dB, sehingga dapat dihitung cakupan baru pada *Node B* yang terletak pada desa Ubud dengan menggunakan persamaan model propagasi COST-231 Hata yang menggunakan persamaan (1).

Jika diketahui parameter sebagai berikut :
 Frekuensi (f_c) = 1800 MHz
 Tinggi antena *Node B* (h_t) = 53 meter
 Tinggi antena *Mobile Station* (h_r) = 1,5 meter
 $L_u = 46,3 + 33,9 \log f_c - 13,82 \log h_t - a(h_r) + (44,9 - 6,55 \log h_t) \log d + C_m$

Untuk $a(h_r)$:
 $a(h_r) = (1,1 \log f_c - 0,7)h_r - (1,56 \log f_c - 0,8)$

$$a(h_r) = (1,1 \log(1800) - 0,7)1,5 - (1,56 \log(1800) - 0,8)$$

$$= 0,042$$

$$131,849 = 46,3 + 33,9 \log(1800) - 13,82 \log(53) - 0,042 + (44,9 - 6,55 \log(53)) \log d + 0$$

$$d = 0,833 \text{ km}$$

Untuk hasil cakupan *Node B* yang terletak pada Desa Ubud didapat sebesar 0,833 km, selanjutnya hasil cakupan pada *Node B* lainnya yang terletak di Desa Mas, Sayan, dan Singakerta dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Cakupan Berdasarkan Nilai RSCP

No	Letak <i>Node B</i>	Nilai <i>Path Loss</i> (dB)	Cakupan (km)
1	Desa Mas	131,849	0,823
2	Desa Ubud	130,132	0,833
3	Desa Sayan	132,322	0,844
4	Desa Singakerta	133,055	0,927

4.2 Perhitungan Cakupan Berdasarkan Nilai OBQ

Perhitungan cakupan dan kebutuhan *Node B* untuk tahun 2018 pada 8 desa di wilayah Ubud dihitung menggunakan metode *Offered Bit Quantity* (OBQ). Metode OBQ digunakan untuk mengestimasi seberapa besar kapasitas pengguna layanan seluler. Pada penelitian ini menganalisis estimasi kebutuhan trafik layanan *voice* dan data. Berikut merupakan contoh salah satu perhitungan OBQ pada Desa Singakerta tahun

2018 dengan kategori wilayah Sub Urban untuk layanan *voice* jika diketahui kepadatan pelanggan 761 *user/km*², penetrasi tiap layanan 0,7, durasi panggilan efektif 60 s, *busy hour call attempt* 0,8 *call/s*, dan *bit rate* untuk layanan *voice* yang digunakan 12,2 kbps yang menggunakan persamaan (9) berikut :

$$voice = \alpha \times \rho \times d \times BHCA \times BW$$

$$= 761 \times 0,7 \times 60 \times 0,8 \times 12,2$$

$$= 311.949 \text{ Kbit/hour/km}^2$$

Sedangkan untuk layanan data diketahui kepadatan pelanggan 761 *user/km*², penetrasi tiap layanan 0,3, durasi panggilan efektif 300 s, *busy hour call attempt* 0,05 *call/s*, dan *bit rate* untuk layanan data yang digunakan 144 kbps yang menggunakan persamaan (9) berikut :

$$data = \alpha \times \rho \times d \times BHCA \times BW$$

$$= 761 \times 0,3 \times 300 \times 0,05 \times 144$$

$$= 493.128 \text{ Kbit/hour/km}^2$$

Tabel 5 OBQ Total Layanan *Voice* Dan Data 2018

No	Nama Desa	OBQ layanan <i>voice</i>	OBQ layanan data	Total OBQ (voice+data) Kbit/hour/km ²	OBQ Total Kbps/km ²
1	Singakerta	311.949	493.128	805.077	223,63
2	Lodtunduh	308.259	487.296	795.555	220,98
3	Mas	637.835	1.008.288	1.646.123	457,25
4	Peliatan	454.601	718.632	1.173.233	325,89
5	Petulu	549.292	868.320	1.417.612	393,78
6	Ubud	407.460	644.112	1.051.572	292,10
7	Sayan	308.669	487.944	796.613	221,28
8	Kedewatan	362.369	572.832	935.201	259,77

Tabel 5 memperlihatkan total OBQ untuk layanan *voice* dan data pada 8 desa di wilayah Ubud, selanjutnya dapat dihitung cakupan dan jumlah sel yang diperlukan pada tahun 2018. Berikut merupakan contoh perhitungan cakupan dan jumlah sel pada Desa Singakerta, jika kapasitas informasi per sel yang digunakan adalah 667,755 kbps/sel dan nilai OBQ pada Desa Singakerta untuk layanan *voice* dan data adalah 223,63 kbps/km² yang menggunakan persamaan (10).

- Luas Cakupan Satu Sel

$$L = \frac{K_{sel}}{OBQ}$$

$$L = \frac{667,755 \text{ kbps/sel}}{223,63 \text{ kbps/km}^2}$$

$$L = 2,985 \text{ km}^2/\text{sel}$$

Setelah mendapat luas cakupan satu sel, selanjutnya dapat dihitung jumlah sel yang diperlukan pada wilayah tersebut. Jika luas Desa Singakerta sebesar $6,75 \text{ km}^2$, dan luas cakupan satu sel adalah $2,985 \text{ km}^2/\text{sel}$, maka jumlah sel pada Desa Singakerta dapat dihitung menggunakan persamaan (11) :

- Penentuan Jumlah Sel

$$J = \frac{L_W}{L} = \frac{6,75 \text{ km}^2}{2,985 \text{ km}^2/\text{sel}}$$

$$J = 2,26 \text{ sel} \approx 3 \text{ sel}$$

- Perhitungan Jari-Jari Sel
Untuk menentukan cakupan (r) yang dihasilkan dari setiap sel dapat dihitung menggunakan persamaan (12) :

$$R_{sel} = \left(\frac{L}{2,59}\right)^{1/2}$$

$$R_{sel} = \left(\frac{2,985 \text{ km}^2/\text{sel}}{2,59}\right)^{1/2}$$

$$R_{sel} = 1,07 \text{ km}$$

$$R_{sel} = 1070 \text{ meter}$$

Tabel 6 Cakupan Dan Jumlah Sel Tahun 2018

No	Nama Desa	Luas Cakupan Satu Sel (km^2/sel)	Jumlah Sel	Jari-Jari Sel (meter)
1	Singakerta (Sub Urban)	2,985	3	1070
2	Lodtunduh (Sub Urban)	3,021	3	1080
3	Mas (Sub Urban)	1,460	4	749
4	Peliatan (Sub Urban)	2,049	3	887
5	Petulu (Sub Urban)	1,695	2	807
6	Ubud (Sub Urban)	2,286	4	937
7	Sayan (Sub Urban)	3,017	2	1077
8	Kedewatan (Sub Urban)	2,570	2	994

Tabel 6 memperlihatkan jumlah dan cakupan sel di wilayah Ubud pada tahun 2018. Dengan cara yang sama seperti pada sub bab 4.2 untuk menganalisis cakupan berdasarkan kapasitas menggunakan metode OBQ dan cakupan berdasarkan RSCP, maka dihitung cakupan dan jumlah sel pada tahun saat ini (tahun 2015) yang ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7 Cakupan Dan Jumlah Sel Tahun 2015

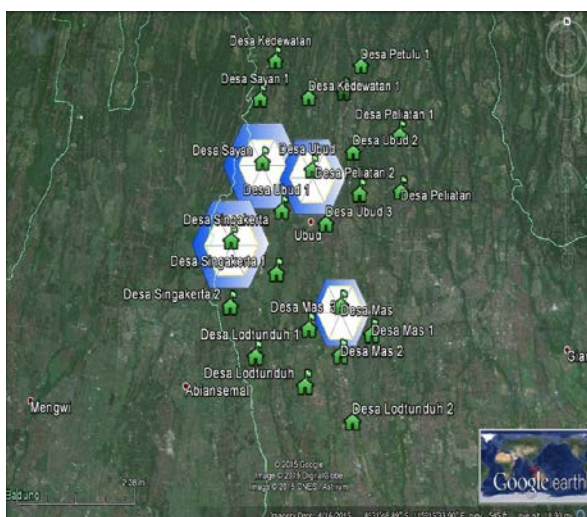
No	Nama Desa	Luas Cakupan Satu Sel (km^2/sel)	Jumlah Sel	Jari-Jari Sel (meter)
1	Singakerta (Sub Urban)	4,686	2	1340
2	Lodtunduh (Sub Urban)	5,423	2	1444
3	Mas (Sub Urban)	2,617	2	1003
4	Peliatan (Sub Urban)	3,677	2	1189
5	Petulu (Sub Urban)	3,041	1	1081
6	Ubud (Sub Urban)	4,101	2	1255
7	Sayan (Sub Urban)	5,410	2	1442
8	Kedewatan (Sub Urban)	4,609	1	1331

Dari hasil cakupan dan jumlah sel berdasarkan perhitungan OBQ pada tahun 2015 selanjutnya akan dibandingkan dengan cakupan berdasarkan perhitungan RSCP yang di petakan pada *software google earth* dalam bentuk sel hexagonal. Pada perhitungan OBQ pada tahun 2015 digunakan jari-jari sel pada Desa Mas, Ubud, Sayan, dan Singakerta dikarenakan letak 4 *Node B* eksisting hanya terletak pada ke 4 desa tersebut. Hasil perbandingan cakupan dapat dilihat pada Tabel 8 dan hasil pemetaan dapat dilihat pada Gambar 5.

Tabel 8 Cakupan Berdasarkan RSCP Dan OBQ

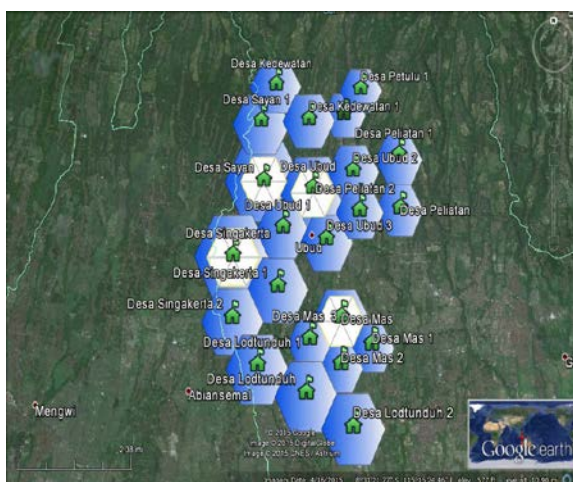
No	Letak Node B	Cakupan Berdasarkan Nilai RSCP (km)	Cakupan Berdasarkan Nilai OBQ (km)
1	Desa Mas	0,823	1,03
2	Desa Ubud	0,833	1,25
3	Desa Sayan	0,844	1,44
4	Desa Singakerta	0,927	1,34

Tabel 8 memperlihatkan cakupan dari OBQ yang dihitung dengan perhitungan teoritis secara keseluruhan menghasilkan cakupan yang lebih besar dibandingkan cakupan dari level sinyal yang dipancarkan *Node B* (RSCP). Hal tersebut menunjukkan bahwa kuat sinyal yang dipancarkan oleh *Node B* belum mampu mencakup kapasitas pengguna layanan seluler sistem UMTS di wilayah Ubud. Untuk pemetaan cakupan RSCP dan OBQ menggunakan *software Google Earth* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Pemetaan Cakupan RSCP Dan OBQ

Gambar 5 memperlihatkan pemetaan perbandingan cakupan yang dihasilkan berdasarkan perhitungan RSCP (warna putih) dan perhitungan cakupan berdasarkan kapasitas menggunakan metode OBQ (warna biru) pada *software Google Earth*. Dapat dilihat secara keseluruhan cakupan yang dihasilkan berdasarkan kapasitas lebih besar dari cakupan yang dihasilkan berdasarkan RSCP. Dapat disimpulkan bahwa 4 *Node B* eksisting di wilayah Ubud belum mampu mencakup kapasitas pengguna layanan seluler sistem UMTS di wilayah tersebut, sehingga diperlukannya optimasi pada 4 *Node B* eksisting tersebut. Hasil perencanaan kebutuhan *Node B* tahun 2018 pada wilayah Ubud dengan perhitungan OBQ diperlukan penambahan sel untuk masing-masing desa. Dari peramalan kapasitas pada tahun 2018 diperlukan total 23 sel pada 8 desa di wilayah Ubud yang dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Pemetaan Cakupan Peramalan Tahun 2018

Gambar 6 memperlihatkan penambahan 19 sel baru berdasarkan kapasitas (warna biru)

yang penambahannya mengambil satu titik acuan pada masing-masing desa di wilayah Ubud.

5. SIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan, didapat beberapa simpulan sebagai berikut:

1. Perhitungan cakupan berdasarkan nilai RSCP digunakan model propagasi COST-231 Hata karena *trend level* sinyal yang lebih mendekati hasil *drive test*. Untuk cakupan berdasarkan nilai RSCP yang dihasilkan 4 *Node B* eksisting PT Indosat Tbk yang terletak pada desa Mas, Ubud, Sayan, dan Singakerta secara berturut-turut adalah 0,823 km, 0,833 km, 0,844 km, dan 0,927 km.
2. Hasil dari perencanaan kebutuhan *Node B* di wilayah Ubud untuk 3 tahun kedepan, yaitu pada tahun 2018 di dapat jumlah sel yang dibutuhkan sesuai perhitungan OBQ yaitu berjumlah 23 sel.
3. Perhitungan cakupan berdasarkan kapasitas menggunakan metode OBQ pada 4 *Node B* eksisting PT Indosat Tbk pada desa Mas, Ubud, Sayan, dan Singakerta tahun 2015 secara berturut-turut adalah 1,03 km, 1,25 km, 1,44 km, dan 1,34 km.
4. Hasil cakupan berdasarkan perhitungan RSCP dan perhitungan OBQ menunjukkan cakupan yang dihasilkan dari perhitungan kapasitas pengguna layanan menggunakan metode OBQ masih lebih besar dari cakupan yang dihasilkan dari perhitungan RSCP, sehingga untuk memenuhi kebutuhan pelanggan komunikasi seluler di wilayah Ubud diperlukan optimasi pada 4 *Node B* eksisting PT Indosat Tbk.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Susila, M.N.D. 2014. "Perencanaan Coverage Jaringan UMTS Memanfaatkan Menara Rooftop Di Kota Denpasar" (*tugas akhir*). Denpasar : Universitas Udayana.
- [2] ETSI TR 101 362. 2000. Digital Cellular Telecommunications System (Phase 2+).
- [3] Satwika, I.K.S. 2012. "Analisis Coverage Sistem *High Speed Downlink Packet Access* (HSDPA) Di Wilayah Nusa Dua" (*tugas akhir*). Denpasar : Universitas Udayana.
- [4] Aryadi, I.W. 2014 "Perencanaan Lokasi Site BTS Layanan 3G-WCDMA Di Pemerintah Kota Denpasar Dengan Memanfaatkan Balai Banjar" (*tugas akhir*). Denpasar : Universitas Udayana.