

PERENCANAAN LOKASI *SITE* BTS LAYANAN 3G-WCDMA DI PEMERINTAH KOTA DENPASAR DENGAN MEMANFAATKAN BALAI BANJAR

Aryadi, I.W.¹, Sudiarta, P.K.², Indra, N.³

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

Email: aryadiwayan@yahoo.com¹, sudiarta@unud.ac.id², indra@unud.ac.id³

Abstrak

Seiring dengan perkembangan kebutuhan *bit rate* dan kapasitas layanan data yang meningkat di wilayah Kota Denpasar, diperlukan perencanaan lokasi *site* BTS (Base Transceiver Station) yang dapat melayani kebutuhan pelanggan secara kuantitas maupun kualitas. Untuk memperoleh nilai *bit rate* yang maksimal dibutuhkan *jar*-*jar* sel yang kecil. Dengan perbandingan luas wilayah sebesar 130,48 km² jika dibagi dengan 399 balai banjar di Kota Denpasar maka diperoleh *coverage area* 0,327 km² per banjar dengan *jar*-*jar* sel sekitar 285 m. Maka pada penelitian ini lokasi *site* BTS yang digunakan adalah pada Balai Banjar di Kota Denpasar. Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang lokasi *site* BTS layanan 3G-WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access) untuk wilayah Pemerintah Kota Denpasar sesuai data sebaran penduduk dan mengetahui perbandingan jumlah *site* BTS secara teoritis untuk layanan 3G-WCDMA memanfaatkan Balai Banjar Pemerintah Kota Denpasar dengan model pemetaan secara geografis. Metode penelitian terdiri dari 3 alur, yaitu perkiraan pertumbuhan pelanggan 3G-WCDMA dan Offered Bit Quantity (OBQ) per desa di Kota Denpasar, Perhitungan jumlah dan *jar*-*jar* *site* secara teoritis per desa di Kota Denpasar, dan Pemetaan *site* di Kota Denpasar memanfaatkan Balai Banjar. Perhitungan secara teoritis menunjukkan bahwa 257 *site* yang diperlukan untuk melingkupi seluruh wilayah Denpasar. Sementara pemetaan secara geografis dengan memanfaatkan lokasi Balai Banjar adalah sebanyak 311 *site*. Dari 311 *site*, 155 *site* (49,84%) terdapat pada kawasan Balai Banjar dan 156 *site* (50,16%) terdapat di luar kawasan Balai Banjar.

Kata Kunci : *site*, 3G-WCDMA, Balai Banjar, Offered Bit Quantity

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan kebutuhan *bit rate* dan kapasitas layanan data yang meningkat di wilayah Kota Denpasar, diperlukan perencanaan lokasi *site* BTS yang dapat melayani kebutuhan pelanggan secara kuantitas maupun kualitas. Untuk melayani kebutuhan layanan tersebut salah satunya dibutuhkan suatu analisa penempatan *base station* agar mendapat area cakupan yang optimal sesuai dengan kapasitas trafik dan topologi areanya.

Untuk memperoleh nilai *bit rate* yang maksimal dibutuhkan *jar*-*jar* sel yang kecil. Dengan perbandingan luas wilayah pada Kota Denpasar sebesar 130,48 km² jika dibagi dengan 399 balai banjar di Kota Denpasar maka diperoleh *coverage area* 0,327 km² per banjar dengan *jar*-*jar* sel sekitar 285 m. [1]. Maka pada penelitian ini lokasi *site* BTS yang digunakan adalah di balai banjar Kota Denpasar. Selain biaya sewa akan jatuh ke tangan komunitas banjar, penempatan lokasi *site* pada balai banjar juga berguna untuk memudahkan pengaturan dan aspek perijinan.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Konsep Dasar WCDMA

WCDMA merupakan suatu teknologi modulasi dan metode akses jamak yang bekerja berdasarkan teknologi *spread spectrum*. Dengan teknologi ini, sinyal informasi ditransmisikan melalui bidang frekuensi yang jauh lebih lebar dari bidang frekuensi sinyal informasi. [2].

2.2 Arsitektur Jaringan WCDMA

UMTS adalah teknologi seluler generasi ketiga(3G). *Universal Mobile Telecommunication System* (UMTS) merupakan evolusi dari teknologi GSM dimana *interface* radionya adalah WCDMA. [3]

Komponen utama yang menyusun sistem seluler WCDMA adalah :

1. *Mobile Station* (MS)
2. *Base Station/Base Transceiver Station* (BS/BTS)
3. *Radio Network Controller* (RNC)
4. *Mobile Switching Center* (MSC)
5. *Home Location Register* (HLR)

2.3 Perkiraan pertumbuhan pelanggan

Estimasi jumlah pelanggan pada penelitian ini sampai tahun 2017, Estimasi jumlah pelanggan dapat dihitung menggunakan persamaan (1) [2] :

$$U_n = U_o(1 + Fp)^n \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

- U_n = Jumlah user total setelah tahun ke-n
- U_o = Jumlah user saat perencanaan
- Fp = Faktor pertumbuhan
- n = Jumlah tahun prediksi

Jumlah pelanggan mempertimbangkan presentase penduduk pekerja yang tidak menetap di Kota Denpasar. Presentase dihitung menggunakan persamaan (2) :

$$PT_A = \frac{\sum \text{Penduduk Desa A}}{\sum \text{Penduduk kota Denpasar}} \times \% PT_A \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

- PT_A = Presentase penduduk pekerja yang tidak menetap di Kota Denpasar.

2.4 Kapasitas WCDMA

Untuk menentukan kapasitas sel, menggunakan persamaan (3) [4] :

$$C_{max} = \eta \times \left(1 + \frac{W/R}{E_b/N_0} \frac{G_s}{(1+i)v}\right) \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

- C_{max} = Jumlah kapasitas sel maksimal (channel/sel)
- η = cell loading factor (%)
- W = WCDMA chip rate (cps)
- R = bit rate pengguna (bps)
- E_b/N_0 = Energi sinyal perbit/kerapatan spektral noise (dB)
- G_s = Gain sectoral
- i = Interferensi co-channel sel lain terhadap sel sendiri
- v = faktor aktivasi pengguna

Perbandingan antara radius sel berdasarkan kebutuhan trafik mencapai seimbang pada saat cell loading bernilai 45% untuk daerah urban. [4].

2.5 Perhitungan Offered Bit Quantity (OBQ)

OBQ adalah total bit throughput per km² pada jam sibuk. Nilai OBQ dapat dihitung menggunakan persamaan (4) [5] :

$$OBQ = \sigma \times p \times d \times BHCA \times BW \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

- OBQ = Nilai OBQ (Kbps/km²)
- σ = Kepadatan pelanggan potensial dalam suatu daerah (user/km²)
- p = Penetrasi pengguna tiap layanan
- d = Lama panggilan efektif (s)
- $BHCA$ = Busy Hour Call Attempt (calls)
- BW = Bandwidth tiap layanan (Kbps)

2.6 Jumlah sel

Untuk mencari luas cakupan sel/km² menggunakan persamaan (5) [2] :

$$\text{Luas sel} = \frac{\text{Kapabilitas informasi sel(kbps/sel)}}{\text{Offerd Bit Quantity(kbps /km}^2)} \dots\dots\dots(5)$$

Jumlah sel yang diperlukan suatu daerah dihitung menggunakan persamaan (6) [2] :

$$\sum \text{Sel} = \frac{\text{Luas daerah pelayanan}}{\text{Luas Sel}} \dots\dots\dots(6)$$

Untuk mencari jari-jari sel menggunakan persamaan (7) [2] :

$$\text{Jari - jari sel} = \frac{\sqrt{\text{Luas cakupan sel}}}{2,6} \dots\dots\dots(7)$$

2.5 Estimasi kebutuhan trafik

Klasifikasi layanan dibagi menjadi enam yaitu : Speech (S), Short Message (SM), Switched Data (SD), Medium Multimedia (MMM), High Multimedia (HMM), High Interactive Multimedia (HIMM). Nilai input OBQ terdapat pada Tabel 1 sampai dengan 4 [5].

Tabel 1. Net user bit rate

Net User Bit Rate		
Service Type	Downlink (Kbps)	Uplink (Kbps)
S	16	16
SM	14	14
SD	64	64
MMM	384	64
HMM	2000	128
HIMM	128	128

Tabel 2. Tingkat penetrasi layanan (Call in busy hour)

Environment	High Density Building	Urban Pedestrian	Urban Vehicular
Service			
S	73	73	73
SM	40	40	40
SD	13	13	13
MMM	15	15	15
HMM	15	15	15
HIMM	25	25	25

Tabel 3. Busy Hour Call Attempt (Call in busy hour)

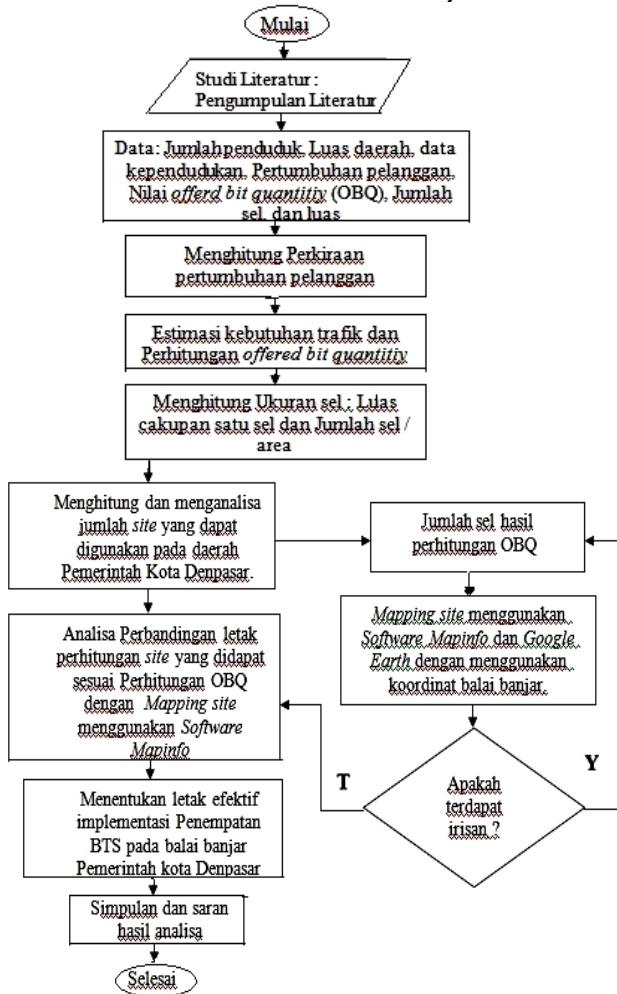
Environment	High Density Building	Urban Pedestrian	Urban Vehicular
Service			
S	0.9	0.8	0.4
SM	0.06	0.03	0.02
SD	0.2	0.2	0.02
MMM	0.5	0.4	0.008
HMM	0.15	0.06	0.008
HIMM	0.1	0.05	0.008

Tabel 4. Durasi panggilan (Call in busy hour)

Environment	High Density Building	Urban Pedestrian	Urban Vehicular
Service			
S	120	120	120
SM	30	30	30
SD	156	156	156
MMM	13.9	13.9	13.9
HMM	53.3	53.3	53.3
HIMM	180	180	180

3. METODE PENELITIAN

Pada Gambar 1 adalah Alur penelitian lokasi site memanfaatkan Balai Banjar.



Gambar 1. Alur penelitian lokasi site memanfaatkan Balai Banjar

3.1 Perhitungan perkiraan pertumbuhan pelanggan 3G-WCDMA dan Offered Bit Quantity per desa Kota Denpasar

Langkah-langkah perhitungannya adalah:

- a. Menghitung jumlah penduduk, luas daerah dan data kependudukan Pemerintah Kota Denpasar.

- b. Menghitung jumlah pelanggan 3G-WCDMA untuk beberapa tahun ke depan
- c. Estimasi kebutuhan trafik dan nilai OBQ pada daerah pemerintah Kota Denpasar.

3.2 Perhitungan jumlah dan jari-jari sel secara teoritis per desa di Kota Denpasar

Langkah-langkah perhitungannya adalah:

- a. Perhitungan luas cakupan sel
- b. Perhitungan jumlah dan jari-jari site yang diperlukan secara teoritis di Kota Denpasar

3.3 Pemetaan lokasi site di Kota Denpasar memanfaatkan Balai banjar

Langkah-langkah pemetaannya adalah:

- a. Pemetaan lokasi site di Kota Denpasar memanfaatkan Balai banjar menggunakan software Google Earth
- b. Solusi pemetaan dengan penambahan site pada Balai banjar di luar perhitungan algoritma dan penambahan site baru di luar kawasan balai banjar

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan perkiraan pertumbuhan pelanggan 3G-WCDMA dan Offered Bit Quantity per desa Kota Denpasar

Data koordinat balai banjar [1] berguna untuk perencanaan pemetaan (mapping) lokasi site BTS dengan menggunakan software Google Earth, Sebagai contoh dilakukan perhitungan pada desa Pemecutan Kaja pada Balai Banjar Balun karena sudah mengimplementasikan pemanfaatan Balai banjar sebagai lokasi site BTS. Dengan mempertimbangkan jumlah penduduk yang bekerja di Kota Denpasar namun bukan merupakan warga atau tidak menetap di Kota Denpasar. Maka penduduk yang bekerja di Kota Denpasar terdapat 22,95 persen [6] diantaranya yang bukan merupakan penduduk yang tinggal di Denpasar. Jumlah penduduk desa Pemecutan Kaja usia produktif (15-64) pada tahun 2013 adalah 29.210 jiwa dan Jumlah penduduk Kota Denpasar adalah 609.172 jiwa.[7]. Presentase jumlah penduduk tidak menetap di Kota Denpasar (PT_A) adalah :

$$\begin{aligned}
 PT_A &= \frac{\sum \text{Penduduk Pemecutan kaja}}{\sum \text{Penduduk kota Denpasar}} \times \% PT_A \\
 &= \frac{29.210}{609.172} \times 22,95\% \\
 &= 1,1\%
 \end{aligned}$$

Dengan persentase 1,1 %, Maka jumlah penduduk bekerja yang tidak menetap di Kota Denpasar adalah $0,011 \times 29.210 = 321$ orang. Setelah ditambahkan penduduk bekerja yang tidak tinggal di Kota Denpasar. Maka jumlah penduduk di desa Pemecutan Kaja adalah $29.210 + 321 = 29.531$ orang. Perhitungan yang sama juga digunakan untuk desa lainnya. Sebelum melakukan perhitungan pelanggan 3G-WCDMA, terlebih dahulu melakukan perhitungan pelanggan GSM/GPRS pada tahun 2013. Sesuai dengan data *Sharing Vision*, Presentase pelanggan GSM/GPRS yang digunakan adalah sebesar 82,57%. Maka Pelanggan GSM/GPRS tahun 2013 Pemecutan kaja = $29.531 \times 0,8257 = 24.383$ orang.

Dengan menggunakan persamaan (1) dimana laju pertumbuhan pelanggan GSM/GPRS berdasarkan data *emarketer* sebesar 0,16. Maka estimasi jumlah pelanggan GSM/GPRS pada tahun 2017 adalah.

$$\begin{aligned}
 U_n &= U_o(1 + Fp)^n \\
 &= 24.383 (1 + 0,16)^4 \\
 &= 44.149 \text{ orang}
 \end{aligned}$$

Maka berdasarkan Penetrasi seluler pengguna *handset dual mode* berdasarkan data *emarketer.com* dari tahun 2014 sampai dengan tahun 2017 diperoleh jumlah pelanggan 3G-WCDMA seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Perkiraan pertumbuhan pelanggan desa Pemecutan Kaja

TH ke-	TH	Pelanggan GPRS/GSM	Handset Dual Mode Users	Pelanggan 3G-WCDMA
1	2014	28.284	34%	9.6167
2	2015	32.809	40%	13.124
3	2016	38.059	47%	17.888
4	2017	44.149	53%	23.399

Dengan luas wilayah desa pemecutan Kaja sebesar $3,85 \text{ km}^2$ [7] maka kepadatan pelanggan 3G-WCDMA/ km^2 adalah $6.078 \text{ user}/\text{km}^2$. Berdasarkan standar ITU-R M.1390 untuk kategori daerah *High Density Building* dengan kepadatan $250.000 \text{ user}/\text{km}^2$, *Urban Pedestrian* $100.000 \text{ user}/\text{km}^2$ dan *Urban Vehicular* $3000 \text{ user}/\text{km}^2$ pada suatu wilayah. Maka desa Pemecutan kaja termasuk kategori wilayah *Urban Pedestrian*.

Nilai OBQ total yang digunakan suatu desa adalah nilai OBQ *downlink* dan *uplink*. Contoh perhitungan nilai OBQ untuk layanan suara.

$$\begin{aligned}
 OBQ_{suara} &= \sigma \times p \times d \times BHCA \times BW \\
 &= 6.078 \times 0,73 \times 120 \times 0,8 \times 16 \\
 &= 6.815.130 \text{ Kbit}/\text{hour}/\text{km}^2
 \end{aligned}$$

Tabel 6. Hasil Perhitungan nilai OBQ Downlink desa Pemecutan Kaja.

Service Type	Nilai OBQ per Layanan (Kbit/hour/km ²)
Speech	6.815.036
Short Message	3.063
Switched Data	1.577.727
Medium Multi Media	1.946.486
High Multi Media	5.831.144
High Interactive Multi Media	1.750.437
Jumlah OBQ Downlink	=17.923.894 Kbit/hour/km ² = 4.978,859 Kbps/km ²

Cara yang sama digunakan untuk mencari nilai OBQ *uplink* desa Pemecutan Kaja :

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai } OBQ_{UL\&DL} &= \text{Nilai } OBQ_{DL} + \text{Nilai } OBQ_{UL} \\
 &= 4.978,859 + 3.012,186 \\
 &= 7.991,045 \text{ Kbps}/\text{km}^2
 \end{aligned}$$

Selanjutnya adalah perhitungan estimasi kapasitas per sel menggunakan persamaan (3), Perhitungan kapasitas layanan digunakan *bit rate* terendah 16 kbps untuk layanan suara (*speech*) dan *bit rate* tertinggi 2000 kbps untuk layanan data. Kapasitas yang disediakan untuk sel tiga sektor pada *bit rate* 16 kbps dan $E_b/N_o = 5 \text{ dB}$, dengan $C = 3,84 \text{ Mcps}$, $v = 0,45$, $G_s = 2,4$, $i = 0,9$ [4] sehingga diperoleh kapasitas maksimal untuk layana suara :

$$\begin{aligned}
 C &= 0,45 \left(1 + \frac{3,84/16}{3,162} \frac{2,4}{(1 + 0,9)0,45} \right) \\
 &= 96,322 \text{ channel}/\text{sel} \\
 &\approx 1.541,15 \text{ kbps}/\text{sel}
 \end{aligned}$$

Sedangkan untuk layanan data dengan *bit rate* 2000 kbps dan $E_b/N_o = 1 \text{ dB}$, dengan $C = 3,84 \text{ Mcps}$, $v = 1$, $G_s = 2,4$, $i = 0,9$ [4] sehingga diperoleh kapasitas maksimal untuk layanan data $1,317 \text{ channel}/\text{sel} \approx 2.634,3 \text{ kbps}/\text{sel}$. Maka kapasitas kanal untuk layanan beragam dengan cell loading 45% sebesar $1.878,957 \text{ kbps}/\text{sel}$.

4.2 Perhitungan jumlah dan jari-jari sel secara teoritis per desa di Kota Denpasar

Perhitungan luas cakupan sel menggunakan persamaan (5) dan kapasitas informasi tiap sel yang digunakan adalah

sebesar 1.878,957 kbps/sel. Maka luas cakupan sel desa Pemecutan Kaja adalah.

$$\begin{aligned} \text{Luas sel} &= \frac{1.878,957 \text{ kbps/sel}}{7.991,046 \text{ kbps /km}^2} \\ &= 0,235 \text{ km}^2/\text{sel} \end{aligned}$$

Jumlah sel pada area desa Pemecutan Kaja adalah.

$$\begin{aligned} \text{Jumlah sel} &= \frac{3,85 \text{ km}^2}{0,235 \text{ km}^2/\text{sel}} \\ &\approx 16 \text{ sel} \end{aligned}$$

Jari-jari sel pada desa Pemecutan Kaja adalah.

$$\begin{aligned} \text{Jari-jari sel} &= \frac{\sqrt{0,235}}{2,6} \\ &= 0,3 \text{ km} = 300 \text{ meter} \end{aligned}$$

Total jumlah site yang digunakan sesuai dengan perhitungan OBQ adalah sebanyak 257 site.

4.3 Pemetaan lokasi site di Kota Denpasar memanfaatkan Balai banjar

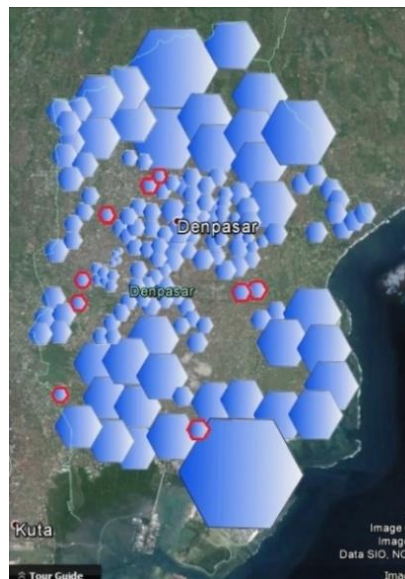
Dari hasil survey terdapat 393 balai banjar yang dapat digunakan dari total 399 balai banjar di Kota Denpasar. Dari 393 balai banjar, Setelah dilakukan pemetaan menggunakan software Google Earth. Terdapat 146 balai banjar yang digunakan sebagai lokasi site.



Gambar 2. Hasil pemetaan pada Kota Denpasar

Pada Gambar 2 terdapat beberapa area blank spot. Agar daerah blank spot dapat diminimalkan maka solusinya adalah desa yang memiliki area blank spot dan pada area blank spot tersebut terdapat balai banjar. Maka pada balai banjar tersebut menjadi lokasi penambahan site baru dan jari-jari sel penambahan site tetap sama dengan jari-jari

sel secara teoritis. Namun jika pada area blank spot tersebut tidak terdapat balai banjar. Maka solusi terakhir adalah dengan cara membangun lokasi site baru diluar kawasan balai banjar. Berikut adalah hasil pemetaan penambahan site



Gambar 3. Hasil penambahan site pada Balai banjar diluar perhitungan secara teoritis

Pada Gambar 3, Penambahan lokasi site pada balai banjar adalah sebanyak 9 balai banjar. Solusi penambahan lokasi site pada balai banjar untuk mengurangi daerah blank spot belum dapat mencakup seluruh kawasan Kota Denpasar, karena masih terdapat 15 area blank spot sesuai Gambar 4. Maka dari itu dilanjutkan ke tahap solusi terakhir yaitu pemetaan site baru di luar kawasan balai banjar.



Gambar 4. Blank spot pemetaan penambahan site pada balai banjar di luar perhitungan secara teoritis

Pada Gambar 5 *site* Hexagonal berwarna biru tua adalah *site* yang terletak pada balai banjar sedangkan *site* di luar kawasan balai banjar adalah *site* hexagonal berwarna biru muda.



Gambar 5. Hasil pemetaan setelah ditambahkan *site* baru di luar kawasan balai banjar

Jumlah *site* yang digunakan di luar kawasan balai banjar adalah sebanyak 156 *site*. Sel yang melebihi standar 600 meter untuk desa lainnya atau seperti yang terdapat pada desa Serangan dimana jari-jari sel adalah 2 km. Maka solusinya adalah sel yang terdapat pada suatu desa tidak mengharuskan menggunakan jari-jari sel kurang dari 600 meter dengan berasumsi bahwa jumlah BTS efektif digunakan oleh banyaknya user yang ada karena mempertimbangkan kebutuhan trafik berdasarkan jumlah pelanggan. Namun konsekuensinya adalah akses layanan data sebesar 2 Mbps tidak tercapai sedangkan untuk layanan *voice* masih bisa digunakan. Karena daerah Urban untuk layanan suara dengan *bandwidth* sebesar 16 kbps dapat dilayani dengan jari-jari sel 2,061 km. [4].

Pada Tabel 7 adalah jumlah *site* seluruh pemetaan di Kota Denpasar.

Tabel 7. Jumlah *site* seluruh pemetaan di Kota Denpasar

Kecamatan	Jumlah <i>site</i>				Total <i>site</i>
	Utara	Timur	Barat	Selatan	
Site pemetaan	29	40	50	27	146
Penambahan <i>site</i> baru di balai banjar	3	2	3	1	9
Penambahan <i>site</i> di luar balai banjar	29	35	64	28	156
Total <i>site</i>	61	77	117	56	311

5. SIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan, di dapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Jumlah lokasi *site* menggunakan perhitungan secara teoritis, Yang di perlukan agar dihasilkan *coverage* yang menyeluruh di kawasan Kota Denpasar adalah sebanyak 257 *site*.
2. Jumlah lokasi *site* dengan memanfaatkan balai banjar secara geografis sesuai dengan pemetaan dan perhitungan OBQ yang di perlukan agar dihasilkan *coverage* yang menyeluruh di kawasan Kota Denpasar adalah sebanyak 311 *site*.
3. Pemetaan *coverage* lokasi *site* BTS layanan 3G-WCDMA di pemerintah Kota Denpasar memanfaatkan balai banjar dengan menggunakan pendekatan sel hexagonal sudah bisa mengcover seluruh kawasan Kota Denpasar dengan optimalisasi penambahan *site* pada balai banjar di luar perhitungan algoritma dan penambahan *site* di luar kawasan balai banjar. Dimana dari 311 *site*. 155 *site* (49,84%) berada pada balai banjar dan 156 *site* (50,16%) berada di luar kawasan balai banjar.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sudiarta P.K. Laporan Akhir Kajian Menara *Rooftop*. Denpasar: LPPM UNUD. 2013.
- [2] Kurniawan Uke. Sistem Komunikasi Seluler CDMA 2000 – 1X. Bandung: Informatika. 2010.
- [3] Budianto Bambang. Analisis Pengaruh Interferensi terhadap kapasitas Sel pada sistem WCDMA. Skripsi. Jakarta : Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia ; 2009.
- [4] Budiyanto Setiyo. Efisiensi Performasi Jaringan GSM dengan penerapan Teknologi UMTS dan HSPA. Skripsi. Jakarta : Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia ; 2012.
- [5] ITU *Telecommunication Standardization*. Rec. ITU-R M.1390-1999. *Methodologi for The Calculation of IMT-2000 Terrestrial Spectrum Requirements ; 1999*.
- [6] Badan Pusat Statistik Provinsi Bali. Survei Angkatan Kerja Nasional (SAKERNAS). Bali ; 2014.
- [7] Badan Pusat Statistik Kota Denpasar. Denpasar Dalam Angka 2014. Bali ; 2014.