

# Analisis Penataan Sel Untuk Layanan Sistem WCDMA di Area Jalan Tengah I Kerobokan

Ketut Alit Sukertha Winaya<sup>1</sup>, Gede Sukadarmika<sup>2</sup>, Linawati<sup>3</sup>

**Abstract** — In WCDMA celluler system, coverage area is a determinant of the quality network services. To provide maximum network services at Jl. Tengah I Kerobokan, calculated by Propagation model the most appropriate to the conditions of BTS Protpeliatan sector  $\gamma$  and BTS AnyarKaja sector  $\beta$ , then determine the azimuth direction and tilting the right antenna. The most appropriate Propagation models has found to BTS Protpeliatan sector  $\gamma$  called Okumurra Hatta model and for BTS AnyarKaja Sector  $\beta$  is Cost 231 Hatta model, the distance of maximum service coverage BTS Protpeliatan sector  $\gamma$  is the extent of 1.17 km and a distance of 1,11 km to the BTS AnyarKaja sector  $\beta$ . The antenna tilt of BTS Protpeliatan Sector  $\gamma$  need to change from  $0^\circ$  to  $0,95^\circ$ , BTS AnyarKaja sector  $\beta$  need to change in antenna tilt of  $0^\circ$  to  $1^\circ$  and change directions of antenna sectorization of  $20^\circ$  from  $180^\circ$  to  $200^\circ$ . From the simulation results prediction coverage signal area is performed using software Atoll with these parameters, it is known that the area of Jl. Tengah I Kerobokan has gained maximum service with signal reception level that meets the Key Performance Indicator's standard.

**Intisari** — Dalam sistem WCDMA, Cakupan layanan sinyal merupakan penentu kualitas layanan jaringan. Untuk memberikan layanan jaringan yang maksimal di area Jl. Tengah I Kerobokan maka dilakukan perhitungan model propagasi yang paling sesuai dengan kondisi BTS Protpeliatan Sektor  $\gamma$  dan BTS AnyarKaja Sektor  $\beta$ , kemudian melakukan penentuan arah *azimuth* dan *tilting* antena yang tepat. Didapatkan bahwa model propagasi yang paling sesuai dengan BTS Protpeliatan Sektor  $\gamma$  adalah model Okumurra Hatta dan BTS AnyarKaja Sektor  $\beta$  adalah model Cost 231 Hatta, jarak cakupan layanan maksimum BTS Protpeliatan Sektor  $\gamma$  adalah sejauh 1,17 km dan sejauh 1,11 km pada BTS AnyarKaja Sektor  $\beta$ . Diperlukan perubahan *tilt* antena dari  $0^\circ$  menjadi  $0,95^\circ$  pada BTS Protpeliatan Sektor  $\gamma$  dan perubahan sudut *tilt* dari  $0^\circ$  menjadi  $1^\circ$  serta perubahan arah sektorisasi antena sebesar  $20^\circ$  dari  $180^\circ$  menjadi  $200^\circ$  pada BTS AnyarKaja Sektor  $\beta$ . Dari hasil simulasi prediksi cakupan layanan sinyal yang dilakukan menggunakan *software* Atoll dengan parameter tersebut, diketahui bahwa area Jl. Tengah I Kerobokan telah mendapatkan layanan yang maksimal dengan level penerimaan sinyal yang telah memenuhi standar KPI (*Key Performance Indicator*).

**Kata kunci** : Cakupan layanan, BTS, model propagasi, *tilt*, sektorisasi, antena, Atoll, WCDMA.

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan bidang telekomunikasi berlangsung begitu pesat seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi sehingga masyarakat akan selalu menghendaki ketersediaan layanan jaringan komunikasi yang baik untuk mendukung aktivitas sehari-hari. Terkait hal tersebut, para penyedia layanan jaringan seluler berusaha untuk memberikan kualitas layanan yang baik untuk pelanggannya. Dalam sistem komunikasi seluler, hal yang menentukan kualitas sebuah jaringan komunikasi yaitu cakupan layanan (*coverage area*) dari BTS (*Base Transceiver Station*). Diketahui bahwa area Jl. Tengah I di Kerobokan Kuta Utara tidak mendapatkan layanan jaringan WCDMA yang maksimal dari BTS ProtPeliatan sektor  $\gamma$  dan BTS AnyarKaja sektor  $\beta$ .

Berdasarkan data hasil *drive test* yang dilakukan di Jl. Tengah I Kerobokan diketahui bahwa level penerimaan sinyal di area tersebut sangat buruk dimana nilai level penerimaan sinyal (RSCP) minimum berada pada level  $-85\text{dBm} < x \leq -120\text{dBm}$ . Standard KPI (*Key Performance Indicator*) yang dikeluarkan oleh provider Tri untuk nilai RSCP minimum adalah sebesar  $-85\text{dBm}$  sehingga dari data hasil *drive test* tersebut diketahui bahwa level penerimaan sinyal di area Jl. Tengah I belum memenuhi standard KPI.

Untuk mengoptimalkan cakupan layanan dari kedua BTS maka dibutuhkan kajian penataan sel terhadap BTS\_AnyarKaja dan BTS\_ProtPeliatan yang melayani area Jl. Tengah I Kerobokan dengan proses *tilting* dan sektorisasi antena. *Tilting* antena dilakukan dengan cara merubah kemiringan *antena* sedangkan sektorisasi dilakukan dengan cara merubah arah pancar antena.

Dengan adanya penelitian ini diharapkan *coverage area* yang dilayani oleh kedua BTS akan mengalami perubahan dan akan berpengaruh terhadap kualitas sinyal pada jaringan WCDMA area Jl. Tengah I Kerobokan. Selain itu, untuk memvisualisasikan hasil kajian yang dilakukan maka akan dilakukan proses simulasi dengan *software radio planning* Atoll untuk melihat prediksi cakupan layanan sinyal yang dihasilkan.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. WCDMA (*Wideband-Code Division Multiple Access*)

WCDMA merupakan teknik *multiple acces* yang digunakan pada jaringan UMTS (*Universal Mobile Telecommunication System*) yang merupakan jaringan seluler generasi ketiga (3G). Jaringan UMTS ini dikenal juga dengan nama sistem WCDMA dimana prinsip kerjanya

<sup>1</sup>Mahasiswa, Jurusan Teknik Elektro dan Komputer Fakultas Teknik Universitas Udayana, Jln. Kampus Bukit Jimbaran 80361 INDONESIA (telp: 0361-703315; fax: 0361-4321; e-mail: [alitswinaya@gmail.com](mailto:alitswinaya@gmail.com))

<sup>2,3</sup>Dosen, Jurusan Teknik Elektro dan Komputer Fakultas Teknik Universitas Udayana, Jln. Kampus Bukit Jimbaran 80361 INDONESIA (telp: 0361-703315; fax: 0361-4321; e-mail:

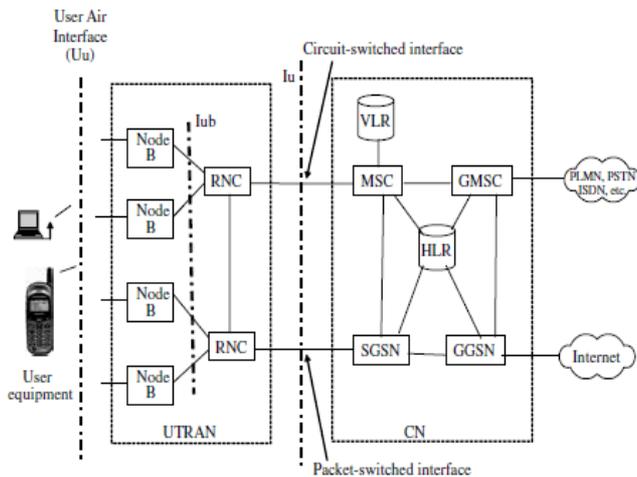
<sup>1</sup>[sukadarmika@unud.ac.id](mailto:sukadarmika@unud.ac.id), <sup>2</sup>[linawati@unud.ac.id](mailto:linawati@unud.ac.id)



menggunakan pita *broadband* dimana sinyal informasi akan disebarkan pada pita frekuensi yang lebih besar daripada frekuensi aslinya. Setiap informasi yang dikirimkan dalam pita frekuensi tersebut akan diberi kode khusus sehingga *decoder* mengetahui kode tersebut dan hanya mengambil sinyal yang diinginkan sedangkan sinyal lainnya akan dianggap sebagai *noise*.

Sistem WCDMA merupakan peningkatan dari sistem CDMA dimana secara keseluruhan memiliki *bandwidth* 5 MHz dan di desain dapat berdampingan dengan sistem GSM. WCDMA menggunakan 2 mode operasi yaitu *Frequency Division Duplex* (FDD) dan mode *Time Division Duplex* (TDD). Untuk mode FDD, frekuensi *carrier* arah *uplink* dan *downlink* dipisah dari 5 MHz, sedangkan dalam mode TDD dipakai secara bergantian antara *uplink* dan *downlink* [1].

Arsitektur jaringan dalam system WCDMA terdiri dari perangkat-perangkat yang saling mendukung, yaitu *User Equipment* (UE), *UMTS Terrestrial Radio Access Network* (UTRAN) dan *Core Network* (CN). Terkait hal tersebut, arsitektur jaringan WCDMA ditunjukkan dalam Gambar 1 :



Gambar 1. Arsitektur Jaringan WCDMA [1]

Keterangan dari arsitektur jaringan WCDMA pada Gambar 1 sebagai berikut :

- 1) *User Equipment* (UE) : perangkat yang digunakan *user* dalam menggunakan jaringan komunikasi seluler yang dilengkapi dengan USIM yang berisi nomor identitas [1].
- 2) *UMTS Terrestrial Radio Access Network* (UTRAN) : jaringan akses dalam UMTS yang terdiri dari satu atau lebih jaringan sub sistem (RNS). Sebuah RNS terdiri dari *Radio Network Controller* (RNC) dan satu atau lebih *Node-B*. Beberapa *Node-B* dibawah oleh sebuah RNC yang bertugas menghubungkan *Core Network* (CN) dengan *user*. [1]
- 3) *Core Network* (CN) : Memanajemen jaringan dan bertugas sebagai *switching* pada jaringan UMTS, serta berfungsi sebagai *interface* antara jaringan UMTS dengan jaringan lainnya. *Core Network* terdiri dari MSC (*Mobile Switching Center*), VLR (*Visitor Location Register*), HLR (*Home Location Register*), SGSN (*Serving GPRS Support Node*), dan GGSN (*Gateway GPRS Support Node*) [1].

Dalam referensi [6], alokasi frekuensi yang dipakai dalam jaringan WCDMA dapat dilihat pada Tabel 1 :

TABEL I  
ALOKASI FREKUENSI SISTEM WCDMA [2]

Frekuensi Sistem WCDMA	
Mode FDD	Mode TDD
<i>Uplink</i> : 1920 MHz – 1980 MHz	<i>Uplink</i> : 1900 MHz – 1920 MHz
<i>Downlink</i> : 2110 MHz – 2170 MHz	<i>Downlink</i> : 2010 MHz – 2025MHz

## B. Link Budget Coverage Area

Dalam perhitungan radius cakupan layanan sel, langkah pertama yang dilakukan yakni melakukan perhitungan *link budget* dari arah *uplink* (MS ke BTS) dan *downlink* (BTS ke MS). *Link budget* dapat menghitung semua *gain* dan *loss* antara pengirim dan penerima, termasuk atenuasi, penguatan/gain antenna, dan *loss* lainnya yang dapat terjadi. Ada 2 tahap dalam menghitung *link budget* yaitu menghitung nilai *product pathloss* ( $L_p$ ) dan kemudian menghitung nilai total *pathloss* ( $L_{pt}$ )

### 1. Perhitungan *Product Path Loss* ( $L_p$ )

Dalam menghitung nilai *product pathloss* ( $L_p$ ) dapat mengacu pada (1) dan (2) sebagai berikut [3].

$$L_{p\text{uplink}} = P_m + G_m - L_m + G_b + G_d - S_b - L_d - L_j \quad (1)$$

$$L_{p\text{downlink}} = P_b + G_b + G_m - S_m - L_d - L_j - L_{tf} \quad (2)$$

Dimana :

- $P_m$  = MS Tx Power (dBm)
- $G_m$  = MS Antena Gain (dBi)
- $L_m$  = MS Feeder Loss (dB)
- $S_m$  = MS Rx Sensitivity (dBm)
- $P_b$  = BS Tx Power (dBm)
- $G_b$  = BS Antena Gain (dBi)
- $G_d$  = BS Diversity Gain (dB)
- $S_b$  = BS Rx Sensitivity (dBm)
- $L_d$  = BS Duplexer Loss (dB)
- $L_j$  = BS Jumper Loss (dB)
- $L_{tf}$  = BS Tx Filter Loss (dB)

### 2. Perhitungan *Total Path Loss* ( $L_{pt}$ )

Referensi [3] menunjukkan bahwa untuk menghitung nilai *total pathloss* ( $L_{pt}$ ) dapat mengacu pada (5) dan (6)

$$L_{pt\text{uplink}} = L_{p\text{uplink}} - (L_f/f) - M_f - A_b - A_{bd} \quad (5)$$

$$L_{pt\text{downlink}} = L_{p\text{downlink}} - (L_f/f) - M_f - A_b - A_{bd} \quad (6)$$

Keterangan :

- $(L_f/f)$  = Total Feeder Loss  
= (feeder loss per m x tinggi antenna) dB (7)
- $M_f$  = Fade Margin (dB)
- $A_b$  = Boddy Attenuation (dB)
- $A_{bd}$  = Building Attenuation (dBi)

## C. Model Propagasi

Nilai rugi-rugi propagasi sebuah antenna akan berpengaruh terhadap cakupan layanan BTS. Pemilihan model propagasi didasarkan pada tipe daerah, ketinggian antenna, dan besarnya frekuensi yang digunakan. Kedaan kontur permukaan tanah yang berbeda-beda akan berpengaruh pada cakupan layanan sebuah BTS sehingga untuk memperkirakan penentuan tilting yang sesuai dibutuhkan pemilihan model propagasi antenna yang tepat. Dalam penelitian ini perhitungan propagasi antenna menggunakan model propagasi Okumura Hatta dan model Cost 231 Hatta untuk kategori daerah urban.

1. Model Propagasi Okumura Hatta

Persamaan (8) dapat digunakan untuk menghitung rugi-rugi propagasi dalam propagasi Okumura Hatta di daerah urban [4].

$$L_u = 69,55 + 26,16 \log -13,83 \log h_b + a(h_m) + (44,9 - 6,55 \log hb) \log d \tag{8}$$

dengan ,  
 $150 \leq f \leq 1500$  MHz  
 $30 \leq h_b \leq 200$  m  
 $1 \leq d \leq 20$  km

$a(h_m)$  merupakan nilai aktor koreksi antenna *mobile* yang dapat dihitung dengan mengacu pada (9)

$$a(h_m) = 3,2 (\log 11,75 h_m)^2 - 4,97 \text{ dB} \tag{9}$$

dimana,  
 $L_u$  = Path loss rata-rata (dB)  
 $f$  = frekuensi ( MHz)  
 $h_b$  = tinggi antenna *Base Station* (m)  
 $h_m$  = tinggi antenna *Mobile Station* (m)  
 $d$  = jarak antara MS dan BS (km)

2. Model Propagasi Cost 231 Hatta

Referensi [4] menunjukkan bahwa perhitungan rugi-rugi propagasi antenna dengan model Cost 231 Hatta dapat dihitung dengan mengacu pada (10).

$$L_u = 46,3 + 33,9 \log -13,82 \log h_b + a(h_m) + (44,9 - 6,55 \log hb) \log d + C_m \tag{10}$$

dengan,  
 $1500 \leq f \leq 2000$  MHz  
 $30 \leq h_b \leq 200$  m  
 $1 \text{ m} \leq h_m \leq 10$  m  
 $1 \leq d \leq 20$  km  
 $C_m = 0$  dB (daerah urban)

Untuk mencari nilai  $a(h_m)$  dalam propagasi Cost 231 Hatta dapat mengacu pada (9)

D. EIRP (*Effective Isotropic Radiated Power*)

EIRP merupakan besar daya yang dipancarkan oleh antenna untuk menghasilkan puncak daya yang diamati pada arah radiasi maksimum dalam penguatan sebuah antenna [5].

Ketut Alit Sukertha Winaya: Analisis Penataan Sel Untuk ...

Perhitungan nilai EIRP dapat dihitung dengan mengacu pada (11)

$$EIRP = P_{TX} + G_{TX} - L_{TX} \tag{11}$$

Dimana  $P_{TX}$  merupakan nilai daya pancar (dBm),  $G_{TX}$  merupakan nilai penguatan antenna pemancar / *gain antenna* (dBi), dan  $L_{TX}$  merupakan rugi-rugi pada antenna pemancar / *cable loss* (dBm).

E. RSL (*Received Signal Level*)

RSL merupakan nilai level kuat sinyal yang dapat diterima oleh *user*. Dalam jaringan WCDMA, RSL juga dikenal dengan sebutan RSCP (*Received Signal Code Power*). Referensi [6] menyatakan bahwa nilai RSL dapat dihitung dengan mengacu pada (12) seperti dibawah ini

$$RSL \text{ (dBm)} = EIRP - \text{Wall Loss} - \text{Boddy Loss} - \text{Path Loss} - (\text{Handover} + \text{Fading Margin}) \tag{12}$$

Adapun nilai KPI (*Key Performance Indicator*) untuk nilai RSCP yang dipakai oleh provider Tri ditunjukkan pada Tabel 2 berikut

TABEL II  
 STANDAR NILAI RSCP H31 (TRI)

	-120 to -95 (dBm)	<i>Very Bad</i>
	-95 to -90 (dBm)	<i>Bad</i>
	-90 to -85 (dBm)	<i>Fair</i>
	-85 to -83 (dBm)	<i>Good</i>
	-83 to -78 (dBm)	
	-78 to -74 (dBm)	<i>Very Good</i>
	-74 to 0 (dBm)	

Sedangkan untuk standar nilai RSL yang digunakan dalam simulasi menggunakan *software radio planning* Atoll ditunjukkan pada Gambar 2.

	Min	Max	Legend
1	-74		Best Signal Level (dBm) >= -74
2	-78		Best Signal Level (dBm) >= -78
3	-85		Best Signal Level (dBm) >= -85
4	-90		Best Signal Level (dBm) >= -90
5	-95		Best Signal Level (dBm) >= -95

Gambar 2. Standar Nilai RSL dalam *Software* Atoll

F. *Tilting* Antena.

*Tilt* antena merupakan besar sudut kemiringan pada antenna dengan satuan derajat, semakin besar sudutnya maka posisi antenna akan semakin turun/menunduk [7]. Pada saat melakukan optimasi jaringan, pengaturan *tilting* antenna yang sesuai sangat penting karena akan mempengaruhi kinerja dari sebuah BTS dan jarak cakupan layanan sinyal yang dihasilkan.

Untuk menghitung besarnya sudut tilt antenna dapat mengacu pada (13) [8].

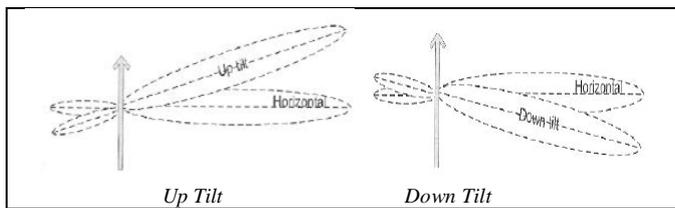


$$\alpha = \tan^{-1} \frac{(Hb-Hr)}{\text{jarak} \times 1000} \quad (13)$$

Dimana  $\alpha$  merupakan nilai besar sudut yang akan dihitung, Hb merupakan tinggi antenna pemancar, Hr merupakan tinggi *mobile station*.

Proses *tilting* antenna dapat dilakukan dengan 2 teknik yaitu sebagai berikut:

1) *Mechanical Tilting* : proses mengubah keadaan antenna dari sisi fisik yaitu arah *azimuth* dan sudut kemiringan antenna dimana akan mempengaruhi *coverage area* BTS. Perubahan arah *mechanical tilting* memiliki 2 arah yaitu *uptilt* (mengubah kemiringan antenna lebih ke atas) dan *downtilt* (mengubah kemiringan antenna lebih ke bawah). Proses *uptilt* dan *downtilt* dalam proses *mechanical tilting* dapat ditunjukkan dalam Gambar 3.



Gambar 3. *Uptilt* dan *Downtilt* dalam *Mechanical Tilting* [9]

2) *Electrical Tilting* : proses mengubah keadaan kelistrikan (fasa) antenna, sehingga terjadi perubahan pada *beamwidth antenna*. Proses *electrical tilting* ini hanya akan berdampak pada ukuran *main lobe* yang dipancarkan oleh antenna.

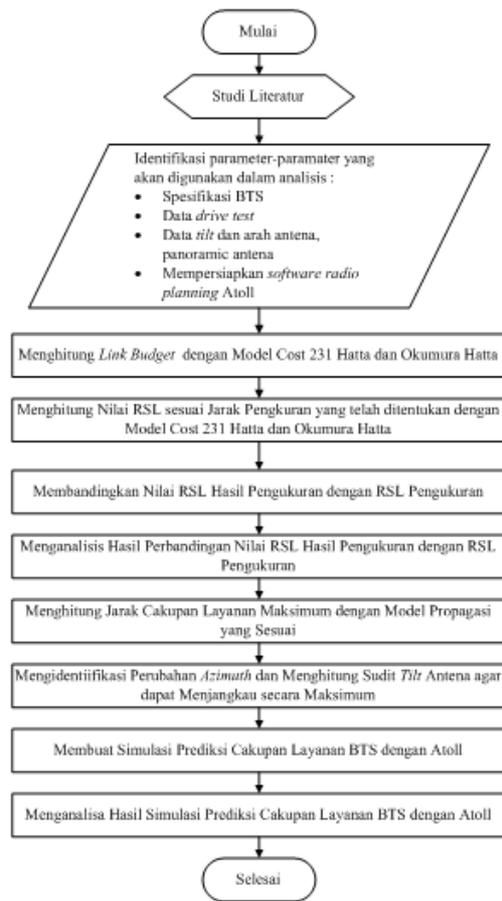
### G. Software Radio Planning Atoll

Atoll merupakan *software radio planning* yang memungkinkan *user/planner* untuk membuat sebuah proyek perencanaan *microwave* ataupun perencanaan jaringan radio dengan satu set alat dan fitur yang komperhensif dan bahkan melihat prediksi *coverage area* sebuah *site* dalam satu aplikasi. Beberapa prediksi *study* dari cakupan area layanan dapat dikonfigurasi sesuai kehendak *user/planner* [7]. *Study* yang disuguhkan diantaranya.

- 1) *Coverage by signal level* : Menghitung area yang tertutupi oleh level sinyal dari tiap *cell*.
- 2) *Coverage by C/(I+N) level (DL)* : Menghitung area yang tertutupi oleh *SINR downlink*. *SINR* adalah perbandingan antara kuat sinyal dengan kuat interferensi ditambah noise yang dipancarkan oleh *cell*.
- 3) *Coverage by C/(I+N) level (UL)* : Menghitung area yang tertutupi oleh *SINR uplink*.
- 4) *Coverage by throughput (DL)* : Menghitung area yang tertutupi oleh *throughput downlink*.
- 5) *Coverage by throughput (UL)* : Menghitung area yang tertutupi oleh *throughput uplink*.

### III. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan perhitungan dan simulasi menggunakan *software* Atoll. *Flowchart* metode penelitian dapat dilihat pada Gambar 4



Gambar 4. *Flowchart* Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, perhitungan cakupan layanan menggunakan model propagasi Cost-231 Hatta dan Okumura Hatta persamaan daerah urban. Perhitungan level penerimaan sinyal dilakukan sesuai jarak pengukuran yang telah ditentukan, kemudian hasil perhitungan dibandingkan dengan hasil pengukuran untuk mendapatkan margin level RSL. Margin RSL ini digunakan sebagai faktor koreksi untuk menghitung kembali jarak cakupan BTS yang mendekati kondisi sebenarnya di lapangan. Untuk model propagasi yang dipakai pada perhitungan jarak cakupan layanan maksimum akan dipilih dari hasil perhitungan RSL yang paling mendekati hasil pengukuran.

Setelah mengetahui jarak cakupan layanan maksimum dari BTS tersebut, maka akan dilakukan perhitungan besaran *tilt* antenna yang sesuai dan identifikasi perubahan arah sektorisasi antenna BTS sehingga cakupan layanan BTS ProtPeliatan sektor  $\gamma$  dan BTS AnyarKaja sektor  $\beta$  dapat menjangkau secara maksimal. Untuk membuktikan hasil kajian penataan sel tersebut, maka perlu adanya simulasi cakupan layanan menggunakan peta wilayah berkontur sehingga hasil kajian tersebut lebih optimal karena dengan adanya simulasi dapat membuktikan hasil kajian yang dilakukan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perhitungan *Link Budget*

Dalam menghitung jarak cakupan layanan BTS perlu dilakukan perhitungan *link budget coverage area* untuk mengetahui nilai *product pathloss* (Lp) dan *total pathloss* (Lpt). Parameter pengukuran yang digunakan dalam menghitung *link budget* dapat dilihat pada Tabel 3

TABEL III  
PARAMETER PERHITUNGAN LINK BUDGET

Parameter	Simbol	Unit	Uplink	Downlink
Frekuensi	f	MHz	1925	2110
MS TX Power	Pm	dBm	30	
MS RX Sensitivity	Sm	dBm		-102
MS Antenna Gain	Gm	dBi	2	2
MS Feeder Loss/Boddy Loss	Lm	dB	0	0
BS TX Power	Pb	dBm		46
BS RX Sensitivity	Sb	dBm	-104	
BS Antenna Gain	Gb	dBi	19,5	19,5
BS Diversity Gain	Gd	dB	2,4	
BS Duplexer Loss	Ld	dB	0,7	0,7
BS Jumper/Connector Loss	Lj	dB	0,8	0,8
BS TX Filter Loss	Ltf	dB		2
Feeder Loss per m	Lf/f	dB/m	0,0636	
Fade Margin	Mf	dB	5,5	
Boddy Attenuation	Ab	dB	2	
Vehicle Attenuation	Av	dB	0	
Building Attenuation	Avd	dB	10	

Berdasarkan data pada Tabel 3, maka hasil perhitungan nilai *product pathloss* (Lp) dan *total pathloss* (Lpt) dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

TABEL IV  
HASIL PERHITUNGAN LINK BUDGET

	Uplink	Downlink
Product Pathloss (Lp)	156,4 dB	166 dB
Total feeder loss (Lf/f) dengan tinggi antenna 21 m	1,335 dB	1,335 dB
Total Pathloss (Lpt)	137,565 dB	147,165 dB

Setelah mengetahui nilai *total pathloss* (Lpt), untuk mencari nilai jarak cakupan layanan BTS pada kondisi eksisting masukkan nilai tersebut kedalam (8) untuk model propagasi Okumura Hatta dan (10) untuk propagasi Cost 231 Hatta. Dengan nilai faktor koreksi antenna *mobile* a(hm) sebesar 0,045 dB, hasil perhitungan jarak cakupan yang didapat ditunjukkan pada Tabel 5.

TABEL V  
HASIL PERHITUNGAN JARAK CAKUPAN LAYANAN BTS PADA KONDISI EKSTING

Model Propagasi	Jangkauan BTS ProtPeliatan Sektor $\gamma$ dan BTS AnyarKaja Sektor $\beta$	
	Arah Uplink	Arah Downlink
Cost 231 Hatta	0,89 km	1,48 km
Okumura Hatta	1,026 km	1,73 km

Ketut Alit Sukertha Winaya: Analisis Penataan Sel Untuk ...

B. Perhitungan Nilai RSL

Sebelum menghitung nilai RSL, terlebih dahulu harus mengetahui nilai EIRP. Dengan menggunakan (11), nilai EIRP dapat dihitung sebagai berikut :

$$EIRP = P_{TX} + G_{TX} - L_{TX}$$

$$= 46 + 19,5 - (1,335 + 0,8 + 0,7) = 62,66 \text{ dBm.}$$

Dalam perhitungan nilai RSL diambil beberapa *sample* titik pengukuran yakni jarak 0,5 km dan 0.7 km untuk BTS ProtPeliatan Sektor  $\gamma$ , serta jarak 0.45 km dan 0.7 km untuk BTS AnyarKaja Sektor  $\beta$ . Kemudian perlu dihitung terlebih dahulu nilai *pathloss* pada titik pengukuran tersebut untuk kedua BTS dengan model propagasi Cost 231 Hatta dan Okumura Hatta.

Hasil perhitungan nilai *pathloss* dan nilai RSL menggunakan model propagasi Cost 231 Hatta ditunjukkan pada Tabel 6 berikut

TABEL VI  
HASIL PERHITUNGAN NILAI PATHLOSS DAN NILAI RSL MENGGUNAKAN MODEL PROPAGASI COST 231 HATTA

BTS	JarakPengukuran (km)	Nilai Path Loss (dBm)	Nilai RSL (dBm)	
			Ukur	Hitung
ProtPeliatan Sektor $\gamma$	0,5	128,379	-84	-89,21
	0,7	133,675	-86	-94,51
AnyarKaja Sektor $\beta$	0,45	126,721	-94	-87,56
	0,7	133,675	-99	-94,51

Hasil perhitungan nilai *pathloss* dan nilai RSL menggunakan model propagasi Okumura Hatta ditunjukkan pada Tabel 7 berikut

TABEL VII  
HASIL PERHITUNGAN NILAI PATHLOSS DAN NILAI RSL MENGGUNAKAN MODEL PROPAGASI OKUMURA HATTA

BTS	JarakPengukuran (km)	Nilai Path Loss (dBm)	Nilai RSL (dBm)	
			Ukur	Hitung
ProtPeliatan Sektor $\gamma$	0,5	126,246	-84	-87,08
	0,7	131,542	-86	-92,38
AnyarKaja Sektor $\beta$	0,45	124,589	-94	-85,42
	0,7	131,542	-99	-92,38

Dalam upaya untuk mendekati hasil perhitungan dan pengukuran, diperlukan suatu faktor koreksi (margin) yang didapatkan dari selisih antara RSL pengukuran dan RSL perhitungan. Faktor koreksi ini akan dimasukan kedalam perhitungan selanjutnya untuk menghitung kembali jarak cakupan layanan BTS. Dikarenakan jarak cakupan layanan terjauh pada kondisi eksisting berbeda dengan jarak cakupan layanan terjauh saat pengukuran, maka faktor koreksi yang digunakan adalah margin dari titik pengukuran terjauh (0,7 km)Oleh karena itu dilakukan perbandingan RSL hasil pengukuran dan RSL perhitungan pada masing-masing BTS dengan model propagasi yang berbeda.

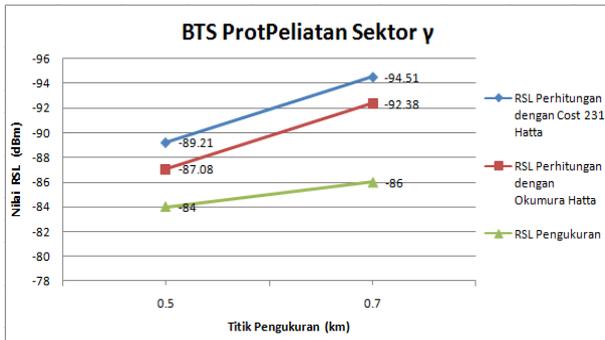
Perbandingan data hasil pengukuran dan hasil perhitungan nilai RSL pada BTS ProtPeliatan Sektor  $\gamma$  menggunakan model propagasi yang berbeda ditunjukkan pada Tabel 8 berikut.



TABEL VIII  
PERBANDINGAN RSL HASIL PENGUKURAN DENGAN RSL HASIL PERHITUNGAN PADA BTS PROTPELIATAN SEKTOR  $\gamma$  MENGGUNAKAN MODEL PROPAGASI YANG BERBEDA

BTS	Model Propagasi	Jarak Pengukuran (km)	Nilai RSL (dBm)		Margin (dBm)
			Ukur	Hitung	
Prot Peliatan Sektor $\gamma$	Cost 231 Hatta	0,5	-84	-87,08	-5,21
		0,7	-86	-92,38	-8,51
	Okumura Hatta	0,45	-94	-85,42	-3,08
		0,7	-99	-92,38	-6,38

Berdasarkan data pada Tabel 8, grafik perbandingannya ditunjukkan pada Gambar 5.



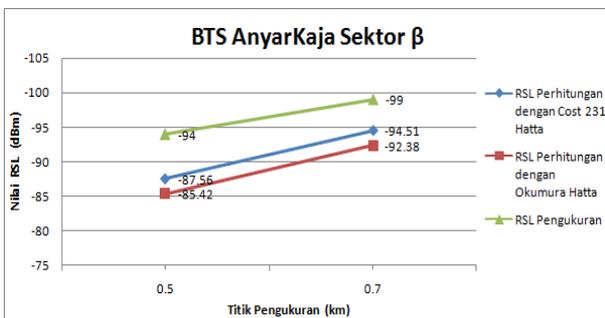
Gambar 5. Grafik Perbandingan RSL Pengukuran dan RSLPerhitungan dengan Model Propagasi yang Berbeda pada BTS Protpeliatan Sektor  $\gamma$

Perbandingan data hasil pengukuran dan hasil perhitungan nilai RSL pada BTS AnyarKaja Sektor  $\beta$  menggunakan model propagasi yang berbeda ditunjukkan pada Tabel 9 berikut

TABEL IX  
PERBANDINGAN RSL HASIL PENGUKURAN DENGAN RSL HASIL PERHITUNGAN PADA BTS ANYARKAJA SEKTOR  $\beta$  MENGGUNAKAN MODEL PROPAGASI YANG BERBEDA

BTS	Model Propagasi	Jarak Pengukuran (km)	Nilai RSL (dBm)		Margin (dBm)
			Ukur	Hitung	
AnyarKaja Sektor $\beta$	Cost 231 Hatta	0,45	-94	-87,56	+6,44
		0,7	-99	-94,51	+4,49
	Okumura Hatta	0,45	-94	-85,42	+8,58
		0,7	-99	-92,38	+6,62

Berdasarkan data pada Tabel 9, grafik perbandingan ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Perbandingan RSL Pengukuran dan RSLPerhitungan dengan Model Propagasi yang Berbeda pada BTS AnyarKaja Sektor  $\beta$

Berdasarkan Gambar 5 dan Gambar 6 dapat diketahui bahwa semakin jauh jarak pengukuran, maka nilai RSL yang diterima akan semakin besar begitupula sebaliknya. Pada BTS ProtPeliatan sektor  $\gamma$ , hasil perhitungan RSL yang paling mendekati hasil pengukuran yaitu dengan model Okumura Hatta dan pada BTS AnyarKaja hasil perhitungan RSL yang paling mendekati hasil pengukuran yaitu dengan model Cost 231 Hatta. Hasil perhitungan pada Tabel 5 diketahui bahwa jarak cakupan layanan terjauh BTS pada kondisi eksisting untuk model Cost 231 Hatta sejauh 1,48 km dan untuk model Okumura Hatta adalah sejauh 1,73 km. Hal ini berbeda dengan jarak cakupan layanan terjauh yang didapat saat *drive test* dimana jarak cakupan layanan terjauh BTS adalah 0,7 km. Oleh sebab itu faktor koreksi yang digunakan adalah margin dari titik pengukuran terjauh (0,7 km).

Untuk memperoleh perhitungan prediksi jarak cakupan layanan yang tepat dalam perhitungan jarak cakupan layanan maksimum, maka perhitungan pada BTS ProtPeliatan Sektor  $\gamma$  akan menggunakan model propagasi Okumura Hatta dengan margin faktor koreksi sebesar 6,38 dBm, sedangkan perhitungan pada BTS AnyarKaja Sektor  $\beta$  akan menggunakan model propagasi Cost 231 Hatta dengan margin faktor koreksi sebesar 4,49 dBm.

C. Perhitungan Prediksi Cakupan Layanan BTS

Untuk mendapatkan hasil perhitungan yang mendekati dengan kondisi eksisting, maka nilai *Path Loss* arah *downlink* ( $L_{pt\ downlink}$ ) akan dikurangi dengan margin pada jarak 0,7 km.

Nilai  $L_{pt\ downlink}$  adalah sebesar 147,165 dBm, nilai margin untuk BTS ProtPeliatan Sektor  $\gamma$  adalah 6,38 dBm, dan margin untuk BTS AnyarKaja Sektor  $\beta$  sebesar 4,49 dBm, sehingga,

$$L_{pt\ BTS\ ProtPeliatan\ Sektor\ \gamma} = 147,165 - 6,38 = 140,785\ dBm$$

dengan nilai  $L_{pt}$  140,785 dBm, maka jarak cakupan layanan maksimum yang dihitung dengan (8) untuk BTS ProtPeliatan Sektor  $\gamma$  adalah sejauh 1,17 km.

$$L_{pt\ BTS\ AnyarKaja\ Sektor\ \beta} = 147,165 - 4,49 = 142,675\ dBm$$

dengan nilai  $L_{pt}$  142,675 dBm, maka jarak cakupan layanan maksimum yang dihitung dengan (10) untuk BTS AnyarKaja Sektor  $\beta$  adalah sejauh 1,11 km.



Gambar 7. Cakupan Layanan Maksimum BTS Protpeliatan Sektor  $\gamma$  dan BTS AnyarKaja Sektor  $\beta$

Gambar 7 menunjukkan cakupan layanan maksimum dari BTS Protpeliatan Sektor  $\gamma$  dan BTS AnyarKaja Sektor  $\beta$ . Area dalam cakupan warna biru muda merupakan prediksi cakupan layanan maksimum dari BTS Protpeliatan Sektor  $\gamma$  dan area dalam cakupan warna kuning merupakan prediksi cakupan layanan maksimum dari BTS AnyarKaja Sektor  $\beta$ . Garis warna merah dalam Gambar 7 menunjukkan area Jl. Tengah I Kerobokan yang menjadi lokasi penelitian.

D. Penataan Cakupan Sel

Penataan cakupan layanan sel ini dilakukan dengan 2 cara yakni sektorisasi antenna (mengubah arah *azimuth* dari antenna) dan tilting antenna.

1. Sektorisasi Antena

Arah *azimuth* dari BTS ProtPeliatan Sektor  $\gamma$  adalah  $300^\circ$  dan foto *panoramic azimuth* arah  $300^\circ$  ditunjukkan dalam Gambar 8 berikut ini.



Gambar 8. Panoramic Azimuth  $300^\circ$  BTS ProtPeliatan Sektor  $\gamma$

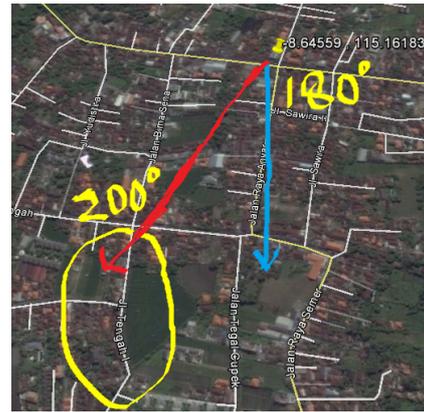


Gambar 9. Arah Azimuth  $300^\circ$  BTS ProtPeliatan Sektor  $\gamma$  dilihat Menggunakan *Google Earth*

Sedangkan arah *azimuth* dari BTS AnyarKaja Sektor  $\beta$  adalah sebesar  $180^\circ$ . Foto panoramic dan *Google Eart View* Azimuth  $180^\circ$  ditunjukkan dalam Gambar 10 dan Gambar 11 berikut.



Gambar 10. Panoramic Azimuth  $180^\circ$  BTS ProtPeliatan Sektor  $\beta$



Gambar 11. Arah Azimuth  $180^\circ$  dan  $200^\circ$  pada BTS ProtPeliatan Sektor  $\gamma$  dilihat Menggunakan *Google Earth*

Berdasarkan foto panoramic BTS pada Gambar 8 dan tampilan *view* dari *Google Earth* yang ditunjukkan pada Gambar 9 membuktikan bahwa arah sektorisasi antenna BTS ProtPeliatan Sektor  $\gamma$  sebesar  $300^\circ$  sudah tepat mengarah ke Jl. Tengah I yang ditandai dengan lingkaran berwarna kuning dalam Gambar 9 dan menjangkau pemukiman penduduk disekitarnya sehingga tidak perlukan perubahan arah sektorisasi antenna. Untuk arah sektorisasi antenna BTS AnyarKaja Sektor  $\beta$  sebesar  $180^\circ$  yang ditunjukkan pada Gambar 10 dan dibuktikan dengan tampilan *view* pada *Google Earth* dalam Gambar 11 menunjukkan arah antenna BTS AnyarKaja Sektor  $\beta$  lebih mengarah ke Jl. Raya Anyar dan Jl. Tegal Cuplek. Sehingga untuk memberikan layanan yang maksimal di area Jl. Tengah I maka diperlukan perubahan arah antenna sektor sebesar  $20^\circ$  pada BTS AnyarKaja Sektor  $\beta$  dari  $180^\circ$  menjadi  $200^\circ$ .

2. Tilting Antena

Berdasarkan hasil perhitungan, diketahui bahwa jarak cakupan layanan maksimum BTS ProtPeliatan Sektor  $\gamma$  adalah 1,17 km. Untuk dapat menjangkau jarak tersebut, besar nilai sudut tilt antenna BTS ProtPeliatan Sektor  $\gamma$  dapat dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \alpha &= \tan^{-1} \frac{(Hb-Hr)}{\text{jarak} \times 1000} \\ &= \tan^{-1} \frac{(21-1,5)}{1,17 \times 1000} \\ &= \tan^{-1} 0,0166 \\ &= 0,95^\circ \end{aligned}$$

Sedangkan untuk dapat menjangkau jarak maksimum sejauh 1,11 km, besar nilai sudut tilt antenna BTS AnyarKaja Sektor  $\beta$  dapat dihitung sebagai berikut

$$\begin{aligned} \alpha &= \tan^{-1} \frac{(Hb-Hr)}{\text{jarak} \times 1000} \\ &= \tan^{-1} \frac{(21-1,5)}{1,11 \times 1000} \\ &= \tan^{-1} 0,0175 \\ &= 1^\circ \end{aligned}$$



Diketahui bahwa besar sudut *mechanical tilt* yang dipakai pada BTS ProtPeliatan sektor  $\gamma$  dan BTS AnyarKaja sektor  $\beta$  dalam kondisi ekesisting adalah sebesar  $0^\circ$ . Oleh karena itu, agar BTS ProtPeliatan sektor  $\gamma$  dan BTS AnyarKaja sektor  $\beta$  dapat melayani area Jl. Tengah I secara maksimum maka perlu dilakukan perubahan sudut *tilt* dengan mekanisme *downtilt* antenna pada kedua BTS tersebut. Dengan perubahan *tilt* antenna dari  $0^\circ$  menjadi  $0,95^\circ$  pada BTS ProtPeliatan sektor  $\gamma$  dan perubahan dari  $0^\circ$  menjadi  $1^\circ$  pada BTS AnyarKaja sektor  $\beta$  diharapkan area Jl. Tengah I dapat terlayani secara maksimal.

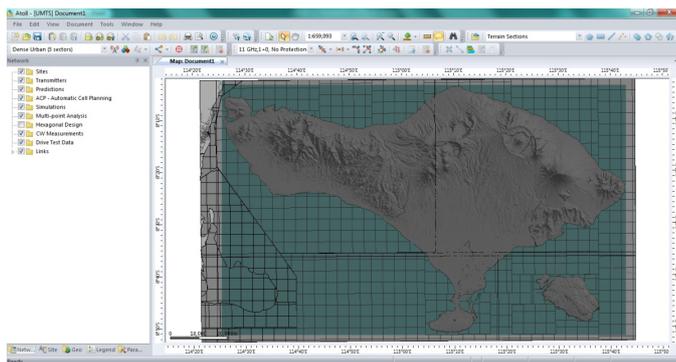
E. Simulasi Prediksi Cakupan Layanan BTS

Simulasi untuk melihat prediksi cakupan layanan BTS ProtPeliatan sektor  $\gamma$  dan BTS AnyarKaja sektor  $\beta$  ini menggunakan software radio planning Atoll dimana prediksi cakupan layanan yang dihasilkan ditampilkan berdasarkan hasil prediksi *by signal level*. Adapaun parameter-parameter yang dipakai dalam simulasi dapat dilihat dalam Tabel 10.

TABEL X  
PARAMETER YANG DIGUNAKAN DALAM SIMULASI PREDIKSI CAKUPAN LAYANAN SINYAL

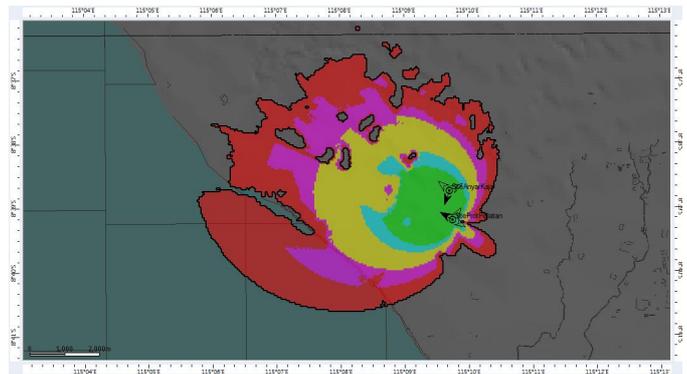
Paramter	BTS Protpehatian Sektor $\gamma$	BTS AnyarKaja sektor $\beta$
Tinggi Antena	21 m	21 m
Gain	19,5 dB	19,5 dB
Beamwidth	120°	120°
Frekuensi	2100 MHz	2100 MHz
Azimuth	300°	200°
Mechanical Tilt	0,95°	1°
Electrical Tilt	4	6
Max Power	46 dBm	46 dBm
Model Propagasi	Okumura Hatta	Cost 231 Hatta

Simulasi prediksi cakupan layanan ini menggunakan peta wilayah berkontur sehingga cakupan layanan sinyal juga akan dipengaruhi oleh ketinggian wilayah. Tampilan peta wilayah berkontur dapat ditunjukkan dalam Gambar 12



Gambar 12. Peta Wilayah Bali dengan Kontur Ketinggian

Berdasarkan data paramater yang digunakan dalam simulasi sesuai Tabel 5 diatas, hasil simulasi prediksi cakupan layanan sinyal yang dihasilkan dapat ditunjukkan pada Gambar 13 berikut.



Gambar 13. Hasil Simulasi Prediksi Cakupan Layanan BTS ProtPeliatan sektor  $\gamma$  dan BTS AnyarKaja sektor  $\beta$  dalam Atoll

Berdasarkan Gambar 13 dapat dilihat orediksi cakupan layanan sinyal yang dihasilkan. Tiap warna yag dihasilkan menyatakan level kuat sinyal yng diterima berbeda-beda. Hasil simulasi yang telah di *export* ke dalam Google Earth dapat ditunjukkan dalam Gambar 14 dibawah ini



Gambar 14. Hasil Simulasi Prediksi Cakupan Layanan BTS ProtPeliatan sektor  $\gamma$  dan BTS AnyarKaja sektor  $\beta$  dalam dalam Google Earth

Dari Gambar 14 diatas diketahui bahwa area Jl. Tengah I Kerobokan telah mendapatkan layanan yang maksimal dari BTS ProtPeliatan sektor  $\gamma$  dan BTS AnyarKaja sektor  $\beta$  yang ditandai dalam cakupan layanan sinyal berwarna hijau. Berdasarkan data pada Gambar 2 dan Gambar , warna hijau menandakan level sinyal yang diterima di area tersebut berkisar antara -74 dBm sampai -77dBm. Level sinyal yang diterima tersebut dikategorikan dalam kondisi baik dan sudah memenuhi standar KPI (*Key Performance Indicator*).

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

- 1) Hasil perhitungan RSL yang paling mendekati hasil pengukuran untuk BTS ProtPeliatan sektor  $\gamma$  adalah model Okumura Hatta dan untuk BTS AnyarKaja sektor  $\beta$  adalah model Cost 231 Hatta. Sehingga dalam perhitungan jarak cakupan layanan maksimum pada BTS ProtPeliatan sektor  $\gamma$  akan menggunakan model Okumura Hatta dan pada BTS AnyarKaja sektor  $\beta$  akan menggunakan model Cost 231 Hatta

- 2) Dalam menganalisis jarak cakupan layanan maksimum diperlukan sebuah faktor koreksi untuk mendekati hasil perhitungan dan hasil pengukuran yang didapatkan dari selisih antara RSL perhitungan dan RSL pengukuran. Faktor koreksi yang digunakan yakni pada titik pengukuran terjauh yaitu 0,7 km dengan nilai 6,38 dBm untuk BTS ProtPeliatan sektor  $\gamma$  dan 4,49 dBm untuk BTS AnyarKaja sektor  $\beta$
- 3) Sudut *tilt* antena BTS ProtPeliatan sektor  $\gamma$  yang harus digunakan agar dapat menjangkau sejauh 1,17 km adalah sebesar  $0,95^\circ$  dan sudut *tilt* antena BTS AnyarKaja sektor  $\beta$  yang harus digunakan agar dapat menjangkau sejauh 1,11 km adalah sebesar  $1^\circ$ .
- 4) Agar cakupan layanan BTS ProtPeliatan sektor  $\gamma$  dan BTS AnyarKaja sektor  $\beta$  dapat menjangkau ke area Jl. Tengah I secara maksimal, maka perlu dilakukan mekanisme *downtilt* antena pada BTS ProtPeliatan sektor  $\gamma$  yaitu dari  $0^\circ$  menjadi  $0,95^\circ$  dan pada BTS AnyarKaja sektor  $\beta$  yaitu dari  $0^\circ$  menjadi  $1^\circ$ . Selain itu, perlu dilakukan perubahan arah sektorisasi antena BTS AnyarKaja sektor  $\beta$  sebesar  $20^\circ$  yaitu dari  $180^\circ$  menjadi  $200^\circ$ .
- 5) Berdasarkan hasil kajian yang dibuktikan dengan simulasi prediksi cakupan layanan sinyal menggunakan *software radio planing* Atoll, diketahui bahwa area Jl, Tengah I Kerobokan telah terlayani secara maksimal dengan level kuat sinyal yang dapat diterima berkisar antara -74 dBm sampai -77dBm dan sudah memenuhi standard KPI.

#### REFERENSI

- [1] R. Akbar. (2011). Konsep Dasar Sistem WCDMA. [Oline]. Available : <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/25651/4/Chapter%20II.pdf>.
- [2] Sukrama, I Made., "Perencanaan *Coverage* Sistem GSM dan UMTS Telkomsel Wilayah Kuta Selatan".ST. Skripsi. Denpasar: Universitas Udayana, 2012.
- [3] Sudiarta, P.K. (2015). Diktat Pengajaran Sistem Komunikasi Nirkabel. Denpasar : Universitas Udayana.
- [4] A. Hikhmaturokhman dan L. Wardhana, *4G Handbook*, Edisi Bahasa Indonesia, Jakarta Selatan: www.nulisbuku.com, 2014.
- [5] Pinem, Kevin Kristian., "Analisis *Link Budget* pada Pembangunan BTS *Rooftop* Cemara IV Sistem Telekomunikasi Seluler Berbasis GSM Studi Kasus PT. Telkomsel" ST. Skripsi. Medan : Universitas Sumatera Utara, 2014.
- [6] Irawan, Ardi Dwi., "Analisis Kualitas Daya Pancar Antena Tongyu TDQ-182020DE-65F pada Pembangunan BTS Flexi Multiradio (FMR) Nokia Siemens Network (NSN)," ST. Skripsi, Pontianak: Universitas Tanjung Pura, 2013.
- [7] Putra, T.G.A.S., Sudiarta, P.K, dan Diafari, I.G.A.K., "Analisis Pengaruh Model Propagasi dan Perubahan *Tilt* Antena Terhadap *Coverage Area* Sistem *Long Term Evolution* Menggunakan *Software* Atoll". *E-Journal SPEKTRUM* Vol.2 No.4, 2015.
- [8] Wirawan, Kadek Hady Surya., "Analisis Optimasi *Coverage Area* BTS Jimbaran dan BTS GWK Untuk Layanan Telkom Flexi". ST. Skripsi. Denpasar : Universitas Udayana, 2012.
- [9] Syahdan, Permana., (2014). *Audit Site, Electrical and Mechanical Tilting*. [Online]. Available: <http://permanasyahdan.blogspot.com/2014/07/audit-site-electrical-and-mechanical.html>

