

# Estimasi Luas *Coverage Area* dan Jumlah Sel 3G pada Teknologi WCDMA (*Wideband Code Division Multiple Access*)

Anindito Yusuf Wirawan, Ir. Endah Budi Purnomowati, MT, Gaguk Asmungi, ST., MT  
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya  
Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia  
E-mail : aninditoyw@yahoo.com

**Abstrak** – Seiring dengan berkembangnya teknologi seluler yang mampu memberikan layanan berupa *voice* dan data (internet) tentu membutuhkan *maintenance* di tiap tahunnya, baik berupa perawatan alat maupun penambahan jumlah BTS. Penulisan skripsi ini bertujuan untuk memberikan estimasi luas *coverage area* dan jumlah sel 3G di kota Malang dari tahun 2014 sampai 2016. Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan, diperoleh luas *coverage area* mengalami penurunan di tiap tahunnya dan berdampak pada jumlah sel di kota Malang. Dari 5 kecamatan di kota Malang, didapat penambahan 85 sel sampai tahun 2016, penambahan sel terbanyak terletak di kecamatan Klojen dengan 22 sel, sedangkan penambahan sel paling sedikit terletak di kecamatan Kedungkandang dengan 11 sel, sedangkan penurunan radius sel paling besar terletak di kecamatan Lowokwaru dengan 0,19 km dan penurunan radius sel paling kecil terletak di kecamatan Blimbing dengan 0,09 km.

**Kata Kunci** – 3G, *Coverage*, Sel

## I. PENDAHULUAN

Kapasitas sel WCDMA tergantung pada banyak faktor yang berbeda, seperti demodulasi receiver, akurasi kontrol daya, dan kekuatan gangguan atau *noise* yang disebabkan oleh pengguna lain dalam sel yang sama dan dalam sel lain atau bisa disebut sel tetangga. Seiring dengan pertumbuhan penduduk, pengguna layanan seluler juga mengalami pertumbuhan di tiap tahunnya, dengan adanya efek sel bernafas yang membuat *coverage area* 3G sangat bergantung pada jumlah *user*, tentu ini berdampak pada performa sinyal 3G di suatu daerah pada tahun yang akan datang. Hal yang menjadi acuan adalah kependudukan dan luas daerah di suatu wilayah, perhitungan yang dilakukan meliputi perhitungan jumlah pelanggan potensial, *Offered Bit Quantity* (OBQ), *pathloss*, luas sel dan radius sel. Hasil penelitian berupa estimasi kebutuhan sel di kota Malang dari tahun 2014 sampai 2016. Penulisan skripsi ini membahas tentang sistem WCDMA untuk mendapatkan *Offered Bit Quantity* (OBQ), luas cakupan sel, radius sel, dan jumlah sel yang di butuhkan di 5 kecamatan di kota Malang, serta perhitungan *Pathloss* menggunakan metode Walfish-Ikegami untuk daerah *urban*, dan Okumura-Hata untuk daerah *suburban* dan *rural*.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 3G (*Third Generation*)

3G atau singkatan untuk Generasi ketiga, adalah generasi ketiga dari teknologi telekomunikasi mobile. Jaringan telekomunikasi layanan 3G dapat memberi dukungan yang memberikan kecepatan transfer informasi setidaknya 200 kbit/s.

Teknologi 3G adalah hasil dari penelitian dan pengembangan yang dilakukan oleh International Telecommunication Union (ITU) pada awal tahun 1980. Spesifikasi dan standar 3G dikembangkan dalam lima belas tahun. Spesifikasi teknis dibuat tersedia untuk umum dengan nama IMT-2000. Spektrum komunikasi antara 400 MHz sampai 3 GHz dialokasikan untuk 3G.

Beberapa pengaplikasian 3G dapat kita rasakan pada beberapa teknologi disekitar kita, diantara lain [1] :

1. *Mobile TV*
2. *Video Conferencing*
3. *Global Positioning System (GPS)*
4. *Location-Based Services*

### 2.2 Konsep Dasar WCDMA

Konsep dasar WCDMA adalah semua *user* dalam berkomunikasi menggunakan frekuensi yang sama dan waktu yang bersamaan juga. Akibatnya, setiap *user* akan menyebabkan interferensi bagi *user* yang lain. Untuk memperkecil pengaruh interferensi, digunakan metode *spread spectrum*. Sedangkan untuk membedakan *user* yang satu dengan *user* yang lainnya digunakan *spreading code* yang bersifat acak. Sistem komunikasi dengan *spread spectrum*.

### 2.3 *Offered Bit Quantity* (OBQ)

Dalam menentukan perkiraan kepadatan *traffic* pada dapat digunakan *Offered Bit Quantity* (OBQ). OBQ adalah total *bit throughput* per km<sup>2</sup> pada jam sibuk. Untuk menghitung OBQ (kbps/km<sup>2</sup>) menggunakan rumus sebagai berikut [2]:

$$OBQ = \sigma \times p \times d \times BHCA \times BW \text{ (bps/km}^2\text{)} \quad (1)$$

Dimana :  $\sigma$  : kepadatan pelanggan potensial dalam suatu daerah [user/km<sup>2</sup>]  
 $p$  : penetrasi pengguna tiap layanan  
 $d$  : lama panggilan efektif [s]  
BHCA : Busy Hour Call Attempt [call/s]

BW : bandwidth tiap layanan [Kbps]

## 2.4 Perhitungan Sel

Perhitungan sel mencakup perhitungan luas sel, radius sel, dan jumlah sel yang diperlukan di suatu wilayah [2].

$$\text{Luas cakupan sel} = \frac{\text{kapasitas informasi tiap sel}}{\text{OBQ}} \text{ (km}^2\text{/sel)} \quad (2)$$

Sehingga jumlah sel yang diperlukan dapat dicari dengan persamaan :

$$\text{Jumlah sel} = \frac{\text{luas area cakupan}}{\text{luas cakupan sel}} \text{ (km)} \quad (3)$$

Luas cakupan sel yang berbentuk lingkaran dapat ditentukan dengan persamaan di bawah :

$$\text{Luas sel lingkaran} = \pi \cdot r^2 \quad (4)$$

## 2.5 Perhitungan Estimasi Pelanggan

Perhitungan estimasi jumlah pelanggan dilakukan untuk mendapatkan jumlah OBQ di suatu wilayah, dengan menggunakan persamaan di bawah [2] :

$$U_n = U_o (1 + F_p)^n \quad (5)$$

Dimana :  $U_o$  = Jumlah user saat perencanaan  
 $n$  = Jumlah tahun prediksi  
 $F_p$  = Faktor Pertumbuhan Pelanggan (asumsi : 0,3)

## 2.6 Perhitungan Pathloss

*Pathloss* secara umum didefinisikan sebagai penurunan kuat medan secara menyeluruh sesuai bertambah jauhnya jarak antara pemancar dan penerima. Perhitungan nilai *pathloss* diperlukan untuk mencari :

1. *Link Budget*
2. *Cell size* ( jarak jangkau suatu sel )
3. *Reuse distance / frequency planning*

Perhitungan *pathloss* menggunakan metode Walfish-Ikegami untuk daerah *urban* dan metode Okumura-Hata untuk daerah *suburban* dan *rural*.

## 2.7 Metode Walfish-Ikegami [2]

$$L = L_{FS} + L_{rts} + L_{msd} \quad (6)$$

Untuk  $L_{rts} + L_{msd} > 0$

Keterangan :

$L_{FS}$  merupakan *Free Space Loss*

$L_{rts}$  merupakan *rooftop to street diffraction loss*

$L_{msd}$  merupakan *multiscreen loss*

Untuk nilai  $L_{fs}$ ,  $L_{rts}$ , dan  $L_{msd}$  didapat dengan menggunakan rumus :

$$L_{FS} = 32,4 + 20 \log d \text{ (km)} + 20 \log f \text{ (MHz)} \quad (7)$$

$$L_{rts} = -16,9 - 10 \log w \text{ (m)} + 10 \log f \text{ (MHz)} + 20 \log \Delta h_m \text{ (m)} + L_{ori} \quad (8)$$

$$L_{msd} = L_{bsh} + K_a + K_d \log d \text{ (km)} + K_f \log f \text{ (MHz)} - 9 \log b \quad (9)$$

Dengan Parameter [2]:

Tinggi ms, $h_m$	= 1,5 m
Tinggi BTS, $h_b$	= 40 m
Tinggi gedung, $h_r$	= 15 m
Jarak antar gedung, $b$	= 100m
Lebar jalan, $W$	= 25 m
$\Delta h_m$	= $h_r - h_m = 13,5$ m
$\Delta h_b$	= $h_b - h_r = 25$ m
$L_{ori}$	= 0,01 dB
$L_{bsh}$	= -10 dB
$K_d$ , untuk $h_b > h_r$	= 7,33
$K_f$ ,	= -3,24

## 2.8 Metode Okumura-Hata [2]

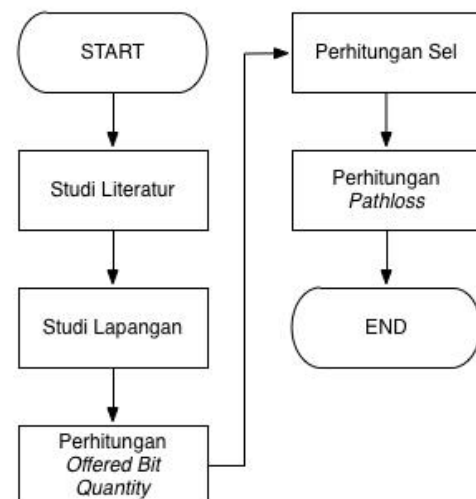
$$L = 46,3 + 33,9 \log 1900 - 13,82 \log h_b + (44,9 - 6,55 \log h_b) \log d + c \quad (10)$$

Keterangan :

$f_c$	= Frekuensi kerja (MHz)
$h_b$	= Tinggi Tx (m)
$d$	= Radius sel
$c$	= Parameter untuk pedestrian = -15

## III. METODE PENELITIAN

Alur perhitungan pada penulisan skripsi ini tercantum pada gambar I.



Gambar 1. Alur perhitungan

Alur pengambilan kesimpulan skripsi tercantum pada gambar 2.



Gambar 2. Alur penarikan kesimpulan

#### IV. PEMBAHASAN DAN ANALISIS DATA

##### 4.1 Perhitungan Kependudukan

Tabel kependudukan di 5 kecamatan di kota Malang tahun 2014, ditandai dengan warna kuning untuk daerah *suburban* dan biru untuk daerah *urban* [4].

Tabel 1. Penduduk kota Malang 2014

Kecamatan	Jumlah Penduduk (% Terhadap total penduduk)	Kepadatan Penduduk /km <sup>2</sup>	Luas Wilayah (km <sup>2</sup> )
Kedungkandang	180.283 (21,27%)	4521	39.88
Sukun	187.572 (22,13%)	8953	20.95
Klojen	109.424 (12,91%)	12.392	8.83
Blimbing	178.079 (21,01%)	10.021	17.77
Lowokwaru	192.234 (22,68%)	8506	22.60

(Sumber : BPS kota Malang)

Dengan data distribusi penduduk berdasarkan umur, didapat jumlah pelanggan potensial pengguna layanan sebesar 66,21% yaitu sebesar 561.191 jiwa.

##### 4.2 Perhitungan Tahun 2014

###### 4.2.1 Offered Bit Quantity (OBQ)

Dengan menggunakan parameter layanan, perhitungan OBQ kecamatan Blimbing dihitung dengan menggunakan persamaan (1) :

Perhitungan OBQ<sub>Voice</sub> :

$$OBQ_{Voice} = 6981 \times 0,7 \times 60 \times 0,9 \times 12,2 = 3.219.358$$

Perhitungan OBQ<sub>Data</sub> :

$$OBQ_{Data} = 6981 \times 0,3 \times 300 \times 0,1 \times 144 = 9.047.376$$

$$OBQ_{Blimbing} = 12.266.734 = 3407,43 \text{ Kbps/km}^2$$

Tabel 2. OBQ tahun 2014

Kecamatan	OBQ
Blimbing	3407,43
Klojen	3868,19
Kedungkandang	954,19
Sukun	2996,93
Lowokwaru	1417,91

##### 4.2.2 Perhitungan Sel

Perhitungan sel mencakup perhitungan luas sel, radius sel dan jumlah sel yang diperlukan di suatu daerah, perhitungan luas sel di kecamatan Blimbing menggunakan persamaan (2).

$$\text{Luas cakupan sel} = \frac{2000 \text{ Kbps/sel}}{3407,43 \text{ Kbps/km}^2} = 0,59 \text{ Km}^2/\text{sel}$$

Tabel 3. Luas cakupan sel

Kecamatan	Luas Sel (km <sup>2</sup> /sel)
Blimbing	0.59
Klojen	0.52
Kedungkandang	2.09
Sukun	0.67
Lowokwaru	1.41

Perhitungan radius sel di kecamatan Blimbing menggunakan persamaan (4).

$$L_{Blimbing} = \pi \cdot r^2$$

$$r^2 = \frac{0,59}{3,14}$$

$$r = 0,43 \text{ km}$$

Tabel 4. Radius sel

Kecamatan	Radius Sel (km)
Blimbing	0.43
Klojen	0.41
Kedungkandang	0.82
Sukun	0.46
Lowokwaru	0.67

Perhitungan jumlah sel di kecamatan Blimbing menggunakan persamaan (3).

$$\sum \text{Sel Blimbing} = \frac{17,77}{0,59} = 30,12 \approx 31 \text{ sel}$$

Tabel 5. Jumlah sel

Kecamatan	Jumlah Sel
Blimbing	31
Klojen	17
Kedungkandang	19
Sukun	32
Lowokwaru	16

#### 4.2.3 Perhitungan Pathloss

##### Daerah Urban

Perhitungan *pathloss* menggunakan metode Walfish-Ikegami untuk daerah *urban*. Untuk mencari nilai *pathloss* di kecamatan Blimbing menggunakan persamaan (6), Untuk mencari nilai  $L_{fs}$ ,  $L_{rts}$ , dan  $L_{msd}$  didapat dengan menggunakan persamaan (7), (8), dan (9).

##### 1. Reverse Link Budget

$$L_{fs} = 32,4 + 20 \log 0,43 + 20 \log 1900 \\ = 90,64 \text{ dB}$$

$$L_{rts} = -16,9 - 10 \log 25 + 10 \log 1900 + \\ 20 \log 13,5 + 0,01 \\ = 24,52 \text{ dB}$$

$$L_{msd} = -10 + 54 + 7,33 \log 0,43 - 3,24 \log \\ 1900 - 9 \log 100 \\ = 12,69 \text{ dB}$$

$$L = 90,64 + 24,52 + 12,69 \\ = 127,85 \text{ dB}$$

##### 2. Forward Link Budget

$$L_{fs} = 32,4 + 20 \log 0,43 + 20 \log 2100 \\ = 91,51 \text{ dB}$$

$$L_{rts} = -16,9 - 10 \log 25 + 10 \log 2100 + \\ 20 \log 13,5 + 0,01 \\ = 24,9 \text{ dB}$$

$$L_{msd} = -10 + 54 + 7,33 \log 0,43 - 3,24 \log \\ 2100 - 9 \log 100 \\ = 12,55 \text{ dB}$$

$$L = 91,51 + 24,9 + 12,55 \\ = 128,96 \text{ dB}$$

Berdasarkan parameter Walfish-Ikegami, dapat diperoleh :

$$EIRP = RSL + L + Gr + Lfr \\ = 11,96 \text{ dBm}$$

$$P_{TXBTS} = EIRP - G_{antena} + Lft \\ = 11,96 - 18 + 2 \\ = -4,04 \text{ dBm} = 0,39 \text{ mW}$$

##### Daerah Suburban

Perhitungan *pathloss* untuk daerah *suburban* menggunakan metode Okumura-Hata, untuk mencari nilai *pathloss* di kecamatan Kedungkandang menggunakan persamaan (10).

##### 1. Reverse Budget Link

$$L = 46,3 + 33,9 \log 1900 - 13,82 \log 40 \\ + (44,9 - 6,55 \log 40) \log 0,82 - 15 \\ = 117,34 \text{ dB}$$

##### 2. Forward Link Budget

$$L = 46,3 + 33,9 \log 2100 - 13,82 \log 40 \\ + (44,9 - 6,55 \log 40) \log 0,82 - 15 \\ = 118,82 \text{ dB}$$

Sehingga dapat diperoleh :

$$EIRP = RSL + L + Gr + Lfr \\ = 1,82 \text{ dBm}$$

$$P_{TXBTS} = EIRP - G_{antena} + Lft \\ = 1,82 - 18 + 2 \\ = -14,18 \text{ dBm} = 0,04 \text{ mW}$$

#### 4.3 Estimasi Pelanggan Potensial Tahun 2015 dan 2016

Perhitungan pelanggan potensial tahun 2015 dan 2016 menggunakan persamaan (5), sehingga diperoleh sebagai berikut :

$$U_{2015} = 561.191 (1+0,3)^1 \\ = 729.548 \text{ User}$$

$$U_{2016} = 561.191 (1+0,3)^2 \\ = 948.413 \text{ User}$$

#### 4.4 Perhitungan Tahun 2015

##### 4.4.1 Offered Bit Quantity (OBQ)

Dengan menggunakan parameter layanan, perhitungan OBQ kecamatan Blimbing dihitung dengan menggunakan persamaan (1) :

Perhitungan  $OBQ_{Voice}$  :

$$OBQ_{Voice} = 8626 \times 0,7 \times 60 \times 0,9 \times 12,2 \\ = 3.977.966$$

Perhitungan  $OBQ_{Data}$  :

$$OBQ_{Data} = 8626 \times 0,3 \times 300 \times 0,1 \times 144 \\ = 11.179.296$$

$$OBQ_{Total} = 15.157.262 \\ = 4210,35 \text{ Kbps/jam/km}^2$$

Tabel 2. OBQ tahun 2015

Kecamatan	OBQ
Blimbing	4210,35
Klojen	5206,07
Kedungkandang	1143,44
Sukun	3761,30
Lowokwaru	2151,40

##### 4.4.2 Perhitungan Sel

Perhitungan sel mencakup perhitungan luas sel, radius sel dan jumlah sel yang diperlukan di suatu daerah, perhitungan luas sel di kecamatan Blimbing menggunakan persamaan (2).

$$\begin{aligned} \text{Luas cakupan sel} &= \frac{2000 \text{ Kbps/sel}}{4210,35 \text{ Kbps/km}^2} \\ &= 0,48 \text{ Km}^2/\text{sel} \end{aligned}$$

Tabel 3. Luas cakupan sel

Kecamatan	Luas Sel (km <sup>2</sup> /sel)
Blimbing	0.48
Klojen	0.38
Kedungkandang	1.75
Sukun	0.53
Lowokwaru	0.93

Perhitungan radius sel di kecamatan Blimbing menggunakan persamaan (4).

$$\begin{aligned} L_{\text{Blimbing}} &= \pi \cdot r^2 \\ r^2 &= \frac{0,48}{3,14} \\ r &= 0,39 \text{ km} \end{aligned}$$

Tabel 4. Radius sel

Kecamatan	Radius Sel (km)
Blimbing	0.39
Klojen	0.35
Kedungkandang	0.75
Sukun	0.41
Lowokwaru	0.54

Perhitungan jumlah sel di kecamatan Blimbing menggunakan persamaan (3).

$$\begin{aligned} \sum \text{Sel Blimbing} &= \frac{17,77}{0,48} \\ &= 37 \text{ sel} \end{aligned}$$

Tabel 5. Jumlah sel

Kecamatan	Jumlah Sel
Blimbing	37
Klojen	24
Kedungkandang	23
Sukun	40
Lowokwaru	24

#### 4.4.3 Perhitungan Pathloss

##### Daerah Urban

Perhitungan *pathloss* menggunakan metode Walfish-Ikegami untuk daerah *urban*. Untuk mencari nilai *pathloss* di kecamatan Blimbing menggunakan persamaan (6), Untuk mencari nilai  $L_{fs}$ ,  $L_{rts}$ , dan  $L_{msd}$  didapat dengan menggunakan persamaan (7), (8), dan (9).

##### 1. Reverse Link Budget

$$\begin{aligned} L_{fs} &= 32,4 + 20 \log 0,39 + 20 \log 1900 \\ &= 89,80 \text{ dB} \\ L_{rts} &= -16,9 - 10 \log 25 + 10 \log 1900 + \\ &\quad 20 \log 13,5 + 0,01 \\ &= 24,52 \text{ dB} \\ L_{msd} &= -10 + 54 + 7,33 \log 0,39 - 3,24 \log \\ &\quad 1900 - 9 \log 100 \\ &= 12,38 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L &= 89,80 + 24,52 + 12,38 \\ &= 126,70 \text{ dB} \end{aligned}$$

##### 2. Forward Link Budget

$$\begin{aligned} L_{fs} &= 32,4 + 20 \log 0,39 + 20 \log 2100 \\ &= 90,67 \text{ dB} \\ L_{rts} &= -16,9 - 10 \log 25 + 10 \log 2100 + \\ &\quad 20 \log 13,5 + 0,01 \\ &= 24,9 \text{ dB} \\ L_{msd} &= -10 + 54 + 7,33 \log 0,39 - 3,24 \log \\ &\quad 2100 - 9 \log 100 \\ &= 12,24 \text{ dB} \\ L &= 90,67 + 24,9 + 12,24 \\ &= 127,81 \text{ dB} \end{aligned}$$

Sehingga dapat diperoleh :

$$\begin{aligned} \text{EIRP} &= \text{RSL} + L + \text{Gr} + L_{fr} \\ &= 10,81 \text{ dBm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{TXBTS}} &= \text{EIRP} - G_{\text{antena}} + L_{ft} \\ &= 10,81 - 18 + 2 \\ &= -5,19 \text{ dBm} = 0,30 \text{ mW} \end{aligned}$$

##### Daerah Suburban

Perhitungan *pathloss* untuk daerah *suburban* menggunakan metode Okumura-Hata, untuk mencari nilai *pathloss* di kecamatan Kedungkandang menggunakan persamaan (10).

##### 1. Reverse Budget Link

$$\begin{aligned} L &= 46,3 + 33,9 \log 1900 - 13,82 \log 40 \\ &\quad + (44,9 - 6,55 \log 40) \log 0,75 - 15 \\ &= 116,01 \text{ dB} \end{aligned}$$

##### 2. Forward Link Budget

$$\begin{aligned} L &= 46,3 + 33,9 \log 2100 - 13,82 \log 40 \\ &\quad + (44,9 - 6,55 \log 40) \log 0,75 - 15 \\ &= 117,48 \text{ dB} \end{aligned}$$

Sehingga dapat diperoleh :

$$\begin{aligned} \text{EIRP} &= \text{RSL} + L + \text{Gr} + L_{fr} \\ &= 0,48 \text{ dBm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{TXBTS}} &= \text{EIRP} - G_{\text{antena}} + L_{ft} \\ &= 0,48 - 18 + 2 \\ &= -15,52 \text{ dBm} = 0,03 \text{ mW} \end{aligned}$$

#### 4.5 Perhitungan Tahun 2016

##### 4.5.1 Offered Bit Quantity (OBQ)

Dengan menggunakan parameter layanan, perhitungan OBQ kecamatan Blimbing dihitung dengan menggunakan persamaan (1) :

Perhitungan OBQ<sub>Voice</sub> :

$$\begin{aligned} \text{OBQ}_{\text{Voice}} &= 11.213 \times 0,7 \times 60 \times 0,9 \times 12,2 \\ &= 5.170.987 \end{aligned}$$

Perhitungan OBQ<sub>Data</sub> :

$$\begin{aligned} \text{OBQ}_{\text{Data}} &= 11.213 \times 0,3 \times 300 \times 0,1 \times 144 \\ &= 14.532.048 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{OBQ}_{\text{Total}} &= 19.703.035 \\ &= 5473,07 \text{ Kbps/jam/km}^2 \end{aligned}$$

Tabel 2. OBQ tahun 2016

Kecamatan	OBQ
Blimbing	5473,07
Klojen	6767,99
Kedungkandang	1486,38
Sukun	4889,79
Lowokwaru	2797,02

#### 4.4.2 Perhitungan Sel

Perhitungan sel mencakup perhitungan luas sel, radius sel dan jumlah sel yang diperlukan di suatu daerah, perhitungan luas sel di kecamatan Blimbing menggunakan persamaan (2).

$$\begin{aligned} \text{Luas cakupan sel} &= \frac{2000 \text{ Kbps/sel}}{5473,07 \text{ Kbps/km}^2} \\ &= 0,37 \text{ Km}^2/\text{sel} \end{aligned}$$

Tabel 3. Luas cakupan sel

Kecamatan	Luas Sel (km <sup>2</sup> /sel)
Blimbing	0.37
Klojen	0.23
Kedungkandang	1.35
Sukun	0.41
Lowokwaru	0.72

Perhitungan radius sel di kecamatan Blimbing menggunakan persamaan (4).

$$\begin{aligned} L_{\text{Blimbing}} &= \pi \cdot r^2 \\ r^2 &= \frac{0,37}{3,14} \\ r &= 0,34 \text{ km} \end{aligned}$$

Tabel 4. Radius sel

Kecamatan	Radius Sel (km)
Blimbing	0.34
Klojen	0.27
Kedungkandang	0.66
Sukun	0.36
Lowokwaru	0.48

Perhitungan jumlah sel di kecamatan Blimbing menggunakan persamaan (3).

$$\begin{aligned} \sum \text{Sel Blimbing} &= \frac{17,77}{0,37} \\ &= 48 \text{ sel} \end{aligned}$$

Tabel 5. Jumlah sel

Kecamatan	Jumlah Sel
Blimbing	48
Klojen	39
Kedungkandang	30
Sukun	51
Lowokwaru	32

#### 4.4.3 Perhitungan Pathloss

##### Daerah Urban

Perhitungan *pathloss* menggunakan metode Walfish-Ikegami untuk daerah *urban*. Untuk mencari

nilai *pathloss* di kecamatan Blimbing menggunakan persamaan (6), Untuk mencari nilai  $L_{fs}$ ,  $L_{rts}$ , dan  $L_{msd}$  didapat dengan menggunakan persamaan (7), (8), dan (9).

##### 1. Reverse Link Budget

$$\begin{aligned} L_{fs} &= 32,4 + 20 \log 0,34 + 20 \log 1900 \\ &= 88,60 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{rts} &= -16,9 - 10 \log 25 + 10 \log 1900 + \\ &+ 20 \log 13,5 + 0,01 \\ &= 24,52 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{msd} &= -10 + 54 + 7,33 \log 0,34 - 3,24 \log \\ &+ 1900 - 9 \log 100 \\ &= 11,94 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L &= 88,60 + 24,52 + 11,94 \\ &= 125,06 \text{ dB} \end{aligned}$$

##### 2. Forward Link Budget

$$\begin{aligned} L_{fs} &= 32,4 + 20 \log 0,34 + 20 \log 2100 \\ &= 89,47 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{rts} &= -16,9 - 10 \log 25 + 10 \log 2100 + \\ &+ 20 \log 13,5 + 0,01 \\ &= 24,9 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{msd} &= -10 + 54 + 7,33 \log 0,34 - 3,24 \log \\ &+ 2100 - 9 \log 100 \\ &= 11,80 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L &= 89,47 + 24,9 + 11,80 \\ &= 126,17 \text{ dB} \end{aligned}$$

Sehingga dapat diperoleh :

$$\begin{aligned} \text{EIRP} &= \text{RSL} + L + \text{Gr} + \text{Lfr} \\ &= 9,17 \text{ dBm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{TXBTS}} &= \text{EIRP} - G_{\text{antena}} + \text{Lft} \\ &= 9,17 - 18 + 2 \\ &= -6,83 \text{ dBm} = 0,21 \text{ mW} \end{aligned}$$

##### Daerah Suburban

Perhitungan *pathloss* untuk daerah *suburban* menggunakan metode Okumura-Hata, untuk mencari nilai *pathloss* di kecamatan Kedungkandang menggunakan persamaan (10).

##### 1. Reverse Budget Link

$$\begin{aligned} L &= 46,3 + 33,9 \log 1900 - 13,82 \log 40 \\ &+ (44,9 - 6,55 \log 40) \log 0,66 - 15 \\ &= 114,10 \text{ dB} \end{aligned}$$

##### 2. Forward Link Budget

$$\begin{aligned} L &= 46,3 + 33,9 \log 2100 - 13,82 \log 40 \\ &+ (44,9 - 6,55 \log 40) \log 0,66 - 15 \\ &= 115,57 \text{ dB} \end{aligned}$$

Sehingga dapat diperoleh :

$$\begin{aligned} \text{EIRP} &= \text{RSL} + L + \text{Gr} + \text{Lfr} \\ &= -1,43 \text{ dBm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{TXBTS}} &= \text{EIRP} - G_{\text{antena}} + \text{Lft} \\ &= 0,48 - 18 + 2 \\ &= -17,43 \text{ dBm} = 0,02 \text{ mW} \end{aligned}$$

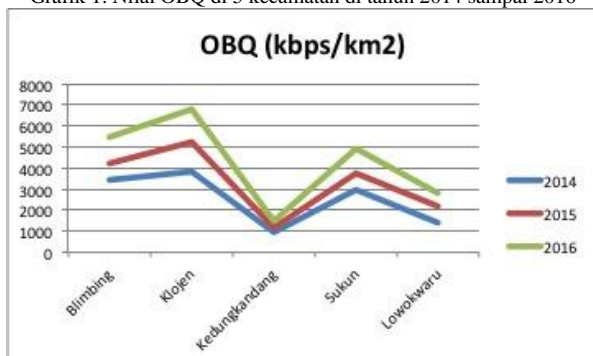
## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

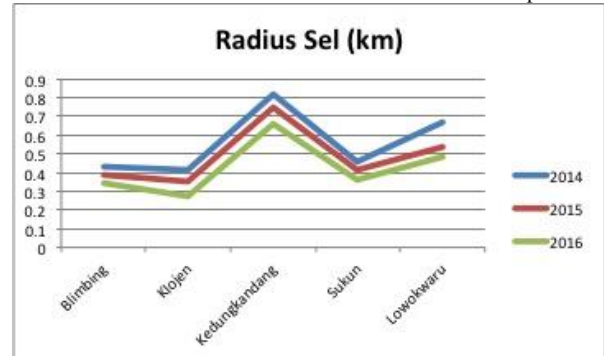
Luas *coverage area* mengalami penurunan ditiap tahunnya dan berdampak pada jumlah sel yang dibutuhkan di suatu wilayah, berikut pemaparannya di 5 kecamatan di kota Malang dari tahun 2014 sampai 2016 :

1. Pada tahun 2014 luas *coverage area* terluas terletak di kecamatan Kedungkandang dengan 2,09 km<sup>2</sup>/sel, sedangkan *coverage area* terkecil berada di kecamatan Klojen dengan 0,52 km<sup>2</sup>/sel. Jumlah sel terbanyak terletak di kecamatan Sukun dengan 32 sel dan jumlah sel paling sedikit terletak di kecamatan Lowokwaru dengan 16 sel. Total kebutuhan sel di 5 kecamatan di kota Malang sebanyak 115 sel.
2. Pada tahun 2015 luas *coverage area* terluas terletak di kecamatan Kedungkandang dengan 1,75 km<sup>2</sup>/sel, sedangkan *coverage area* terkecil terletak di kecamatan Klojen dengan 0,38 km<sup>2</sup>/sel. Jumlah sel terbanyak terletak di kecamatan Sukun dengan 40 sel dan jumlah sel paling sedikit terletak di kecamatan Kedungkandang dengan 23 sel. Total kebutuhan sel di 5 kecamatan di kota Malang pada tahun 2015 sebanyak 148 sel.
3. Pada tahun 2016 luas *coverage area* terluas terletak di kecamatan Kedungkandang dengan 1,35 km<sup>2</sup>/sel, sedangkan *coverage area* terkecil terletak di kecamatan Klojen dengan 0,23 km<sup>2</sup>/sel. Jumlah sel terbanyak terletak di kecamatan Sukun dengan 51 sel dan jumlah sel paling sedikit terletak di kecamatan Kedungkandang dengan 30 sel. Total kebutuhan sel di 5 kecamatan di kota Malang pada tahun 2016 sebanyak 200 sel.
4. Total penambahan sel dalam tahun 2014 sampai 2016 sejumlah 85 sel, dengan penambahan 33 sel dari tahun 2014 sampai 2015, dan 52 sel dari tahun 2015 sampai 2016.

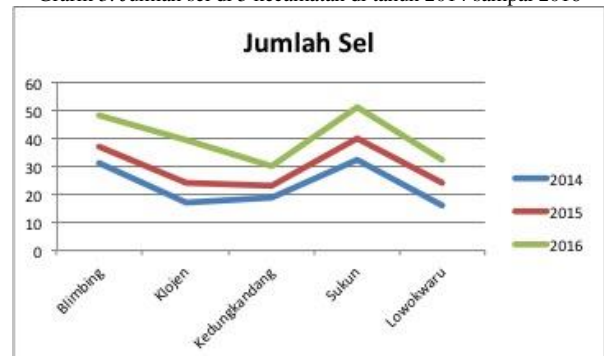
Grafik 1. Nilai OBQ di 5 kecamatan di tahun 2014 sampai 2016



Grafik 2. Nilai radius sel di 5 kecamatan di tahun 2014 sampai 2016



Grafik 3. Jumlah sel di 5 kecamatan di tahun 2014 sampai 2016



### 5.2 Saran

Dalam perhitungan estimasi pada penulisan skripsi ini dilakukan dengan menggunakan parameter berdasarkan studi literatur yang didapat, untuk kesempurnaan perlu dilakukan perbandingan dengan keadaan di lapangan agar mampu memberikan estimasi yang lebih akurat, serta memperhitungkan estimasi biaya tambahan yang dikeluarkan seiring pertambahan kebutuhan sel di kota Malang.

## DAFTAR REFERENSI

- [1] Holma H. and Toskala A., "WCDMA for UMTS," John Wiley & Sons, England, 2001
- [2] Usman, Uke Kurniawan., "Sistem Komunikasi Seluler CDMA 2000-1x", Informatika, 2010
- [3] Freeman, Roger L., "Fundamental of Telecommunications" John Wiley & Sons, England, 1999
- [4] Hamdana, Elok Nur, dkk, "Optimasi Perencanaan Jaringan UMTS pada Node B Menggunakan Probabilistik Monte Carlo", Malang, 2012