



Kota Malang terdiri dari 5 Kecamatan, yaitu :

1. Kecamatan Kedungkandang
2. Kecamatan Sukun
3. Kecamatan Klojen
4. Kecamatan Blimbing
5. Kecamatan Lowokwaru

#### 4.2 Data Kependudukan

Pengambilan data kependudukan ini didapatkan dari hasil *survey* yang dilakukan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) di kota Malang. Data yang didapat berupa jumlah penduduk, kepadatan penduduk, dan luas wilayah

Tabel 4.1 Data Kependudukan Kota Malang 2010

Kecamatan	Jumlah Penduduk	Kepadatan Penduduk /km <sup>2</sup>	Luas Wilayah (km <sup>2</sup> )
Kedungkandang	174.477	4374	39.88
Sukun	181.513	8666	20.95
Klojen	105.907	11.994	8.83
Blimbing	172.333	9698	17.77
Lowokwaru	186.013	8231	22.60

(Sumber : bps.go.id)

Bila menggunakan perhitungan persentase, didapatkan jumlah penduduk perkecamatan di kota Malang sebesar :

1. Kecamatan Kedungkandang

$$\frac{174.477}{820.243} \times 100\% = 21.27\%$$

2. Kecamatan Sukun

$$\frac{181.513}{820.243} \times 100\% = 22.13\%$$

3. Kecamatan Klojen

$$\frac{105.907}{820.243} \times 100\% = 12.91\%$$

## 4. Kecamatan Blimbing

$$\frac{172.333}{820.243} \times 100\% = 21.01\%$$

## 5. Kecamatan Lowokwaru

$$\frac{186.013}{820.243} \times 100\% = 22.68\%$$

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Malang, berikut data jumlah penduduk Kota Malang dari tahun 1961-2013.

Tabel 4.2 Jumlah Penduduk Kota Malang Tahun 1961-2013

Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)
1961	341.452
1971	422.428
1980	511.780
1990	695.089
2000	756.984
2005	798.104
2006	807.136
2007	812.444
2008	816.637
2009	820.857
2010	820.243
2011	824.858
2012	834.527
2013	840.803

(Sumber : bps.go.id)

Dari data yang diperoleh oleh Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Malang, per-bulan Oktober 2013, dilihat dari nilai rata-rata pertumbuhan penduduk tiap tahunnya diperkirakan jumlah penduduk kota Malang pada tahun 2014 sebanyak 847.592 jiwa.

Jika diasumsikan penyebaran anggota penduduk tiap tahunnya adalah konstan, maka diperoleh jumlah penduduk Kota Malang per-kecamatan pada tahun 2014 sebesar

:

## 1. Kecamatan Kedungkandang

$$\frac{21,27}{100} \times 847.592 = 180.282,82 \approx 180.283 \text{ Jiwa}$$

## 2. Kecamatan Sukun

$$\frac{22,13}{100} \times 847.592 = 187.572,11 \approx 187.572 \text{ Jiwa}$$

## 3. Kecamatan Klojen

$$\frac{12,91}{100} \times 847.592 = 109.424,13 \approx 109.424 \text{ Jiwa}$$

## 4. Kecamatan Blimbing

$$\frac{21,01}{100} \times 847.592 = 178.079,08 \approx 178.079 \text{ Jiwa}$$

## 5. Kecamatan Lowokwaru

$$\frac{22,68}{100} \times 847.592 = 192.233,87 \approx 192.234 \text{ Jiwa}$$

Tabel 4.3 Perkiraan Jumlah Penduduk Kota Malang per-Oktober 2014

Kecamatan	Jumlah Penduduk	Kepadatan Penduduk /km <sup>2</sup>	Luas Wilayah (km <sup>2</sup> )
Kedungkandang	180.283	4521	39.88
Sukun	187.572	8953	20.95
Klojen	109.424	12.392	8.83
Blimbing	178.079	10.021	17.77
Lowokwaru	192.234	8506	22.60

Dari data kepadatan penduduk diatas, dapat disimpulkan bahwa seluruh kecamatan di kota Malang berkategori sebagai daerah Urban, Berdasarkan data distribusi penduduk kota Malang berdasarkan umur didapatkan sebagai berikut :

Tabel 4.4 Distribusi Umur Penduduk Kota Malang

1	Blimbing	Klojen	Kedungkandang	Sukun	Lowokwaru	Total
0 – 5	13.080	6644	13.878	13.753	11.327	58.682
6 – 10	14.602	7628	15.682	15.447	12.116	65.475
11 – 16	18.374	9558	20.089	18.503	14.691	81.215
17	2937	1567	3317	3072	2364	13.257
18	3056	1586	3346	3062	2397	13.447
19 – 25	22.256	11.636	25.235	23.077	19.025	101.229
26 – 30	16.153	8726	17.519	17.210	14.804	74.412
31- 35	17.675	9980	18.388	18.738	16.856	81.637
36 – 40	15.646	8778	15.707	15.868	13.666	69.665
41 – 45	15.009	8731	14.695	15.293	12.660	66.388
46 – 50	12.888	7480	13.093	13.060	10.837	57.358
51 – 55	11.224	6606	11.410	11.752	9744	50.736
56 – 59	7206	4887	6774	7490	6680	33.037
> 60	17.621	14.239	15.633	17.600	15.961	81.054

(Sumber : dispendukcapil.malangkota.go.id)

#### 4.3 Estimasi Pelanggan

Estimasi pelanggan diperlukan untuk mendapatkan perkiraan pelanggan potensial jaringan 3G WCDMA yang berada di Kota Malang, pada penulisan skripsi ini, diasumsikan hanya penduduk yang memiliki umur 17-59 tahun yang memiliki *handset* yang mendukung 3G WCDMA, sedangkan penduduk yang berada diluar usia tersebut dianggap tidak memiliki *handset* yang mendukung 3G karena faktor kebutuhan dan pendapatan yang belum mencukupi.

Dari tabel 4.4, dengan menggunakan perhitungan matematis, jumlah pelanggan yang termasuk kategori pelanggan potensial sebesar 66.21% atau sekitar 561.191 jiwa.

#### 4.4 Estimasi Kebutuhan Trafik

Klasifikasi layanan yang akan digunakan pada teknologi 3G dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.5 Klasifikasi Layanan

Net User Bit Rate		
Service Type	Uplink (Kbps)	Downlink (Kbps)
Voice	12.2	12.2
Data	144	144

(Sumber : Uke Kurniawan, 2010)

Tabel 4.6 Tingkat Penetrasi Layanan Tiap Daerah

Penetration Rates (%)			
Service Type	Urban	Suburban	Rural
Voice	70	70	70
Data	30	30	30

(Sumber : Uke Kurniawan, 2010)

Tabel 4.7 Busy Hour Call Attempt (BHCA)

Busy Hour Call Attempt (BHCA)			
Service Type	Urban	Suburban	Rural
Voice	0.9	0.8	0.4
Data	0.1	0.05	0.003

(Sumber : Uke Kurniawan, 2010)

Tabel 4.8 Durasi Panggilan

Call Duration			
Service Type	Urban	Suburban	Rural
Voice	60	60	60
Data	300	300	300

(Sumber : Uke Kurniawan, 2010)

Tabel 4.9 Faktor Aktifitas

Activity Factor		
Service Type	Uplink (Kbps)	Downlink (Kbps)
Voice	0.5	0.5
Data	1	1

(Sumber : Uke Kurniawan, 2010)

#### 4.5 Perhitungan *Offered Bit Quantity* (OBQ)

Perhitungan OBQ dilakukan untuk menentukan perkiraan kepadatan *traffic* di suatu wilayah, perhitungan OBQ dapat dilakukan dengan persamaan 2.12, dengan memasukkan data yang ada, maka jumlah OBQ total pada kecamatan Blimbing adalah :

$$OBQ_{Total} = OBQ_{Voice} + OBQ_{Data}$$

Perhitungan  $OBQ_{Voice}$  :

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

Perhitungan  $OBQ_{Data}$  :

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

$$\begin{aligned} OBQ_{Blimbing} &= 12.266.734 \\ &= 3407.43 \text{ Kbps/km}^2 \end{aligned}$$

Tabel 4.10 OBQ Total per Kecamatan

Kecamatan	Jenis Layanan	User/km <sup>2</sup>	Penetrasi Layanan	Panggilan Efektif (s)	BHCA	BW	OBQ	OBQ Total (Kbps/km <sup>2</sup> )
Blimbing	Voice	6981	0.7	60	0.9	12,2	3.219.358	3407.43
	Data		0.3	300	0.1	144	9.047.376	
Klojen	Voice	7925	0.7	60	0.9	12,2	3.654.693	3868.19
	Data		0.3	300	0.1	144	10.270.800	
Kedungkandang	Voice	3247	0.7	60	0.8	12,2	1.331.010	954.19
	Data		0.3	300	0.05	144	2.104.056	
Sukun	Voice	6140	0.7	60	0.9	12,2	2.831.522	2996.93
	Data		0.3	300	0.1	144	7.957.440	
Lowokwaru	Voice	4825	0.7	60	0.8	12,2	1.977.864	1417.91
	Data		0.3	300	0.05	144	3.126.600	

Dari tabel 4.10 diatas, dapat ditarik kesimpulan bahwa jumlah user/km<sup>2</sup> berbanding lurus dengan besar OBQ total di suatu daerah, dan di kota Malang kecamatan yang memiliki OBQ yang paling besar terletak pada kecamatan Klojen sebesar 3868.19 Kbps/km<sup>2</sup> dan OBQ yang paling rendah berada di kecamatan Kedungkandang sebesar 954.19 Kbps/km<sup>2</sup>.

#### 4.6 Perhitungan Sel

Perhitungan ini mencakup perhitungan luas sel dan jumlah sel yang dibutuhkan di suatu daerah, pada penulisan skripsi ini perhitungan dibagi perkecamatan.

#### 4.6.1 Perhitungan Luas Sel

Perhitungan ini bertujuan untuk menghitung luas cakupan satu sel di suatu wilayah, dan luas cakupan yang dihitung dalam skripsi ini dihitung per kecamatan, dan menggunakan *micro cell* yang memiliki kapasitas 2Mbps. Dengan menggunakan persamaan 2.13 didapatkan luas cakupan sel di kecamatan Blimbing sebanyak :

$$\begin{aligned} \text{Luas cakupan sel} &= \frac{2000 \text{ Kbps/sel}}{3407,43 \text{ Kbps/km}^2} \\ &= 0.59 \text{ Km}^2/\text{sel} \end{aligned}$$

4.11 Tabel Luas Cakupan Sel

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

Dari tabel 4.11 dapat dilihat bahwa nilai OBQ berbanding terbalik dengan luas cakupan sel, semakin besar nilai OBQ di suatu daerah, maka luas cakupan selnya akan semakin kecil, dari lima kecamatan di kota Malang, luas cakupan yang paling kecil berada di kecamatan Klojen sebesar 0.52 km<sup>2</sup>/sel dan luas cakupan yang paling besar berada di kecamatan Kedungkandang sebesar 2.09 km<sup>2</sup>/sel.

Jika menggunakan antena *omni directional* radius tiap sel didapatkan dari jari-jari sel perkecamatan, dengan menggunakan persamaan 2.15, didapat radius sel di kecamatan Blimbing :

$$\begin{aligned} L_{\text{Blimbing}} &= \pi \cdot r^2 \\ r^2 &= \frac{0,59}{3,14} \\ r &= 0.43 \text{ km} \end{aligned}$$



Tabel 4.12 Radius Sel

Kecamatan	Radius sel (km)
Blimbing	0,43
Klojen	0,41
Kedungkandang	0,82
Sukun	0,46
Lowokwaru	0,67

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa daerah yang memiliki tingkat kepadatan trafik yang tinggi memiliki radius yang kecil, dari lima kecamatan di kota Malang, kecamatan Klojen memiliki trafik yang paling padat sehingga radius yang dimiliki sebesar 0.41km atau 410 meter, sedangkan kecamatan yang memiliki trafik paling rendah yaitu kecamatan Kedungkandang memiliki radius sebesar 0.82 km atau sebesar 820 meter.

#### 4.6.2 Perhitungan jumlah Sel

Perhitungan ini bertujuan untuk mencari jumlah sel yang dibutuhkan disuatu wilayah, dimana perkiraan kebutuhan sel di Kecamatan Kota Malang didapat dari luas wilayah kecamatan dibagi dengan luas sel yang telah didapat di perhitungan sebelumnya, dengan menggunakan persamaan 2.14, didapatkan jumlah sel di kecamatan Blimbing sebanyak :

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

Tabel 4.13 Tabel Jumlah Sel

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

Jumlah sel bergantung pada luas daerah dan luas cakupan sel di suatu wilayah, Tabel 4.13 merupakan hasil pembulatan dari perhitungan jumlah sel, dapat dilihat kecamatan Kedungkandang dan Sukun membutuhkan jumlah sel yang paling banyak dengan 31 sel, dan kecamatan Lowokwaru membutuhkan sel paling sedikit sebanyak 16 sel, total sel yang dibutuhkan oleh 5 kecamatan di kota Malang sebanyak 115 sel.

#### 4.7 Perhitungan *Pathloss*

Perhitungan *pathloss* pada penulisan skripsi ini menggunakan metode Walfish-Ikegami dan dihitung per kecamatan yang ada di kota Malang.

##### 4.7.1 Perhitungan *Pathloss* di Kecamatan Blimbing

Dengan menggunakan parameter Walfish-Ikegami dan data yang sudah didapat sebelumnya, perhitungan *pathloss* menggunakan persamaan 2.6, untuk mendapatkan nilai  $L_{fs}$ ,  $L_{rts}$ ,  $L_{msd}$  menggunakan persamaan 2.7, 2.8 dan 2.11.

###### 1. Reverse Link Budget

$$\begin{aligned} L_{fs} &= 32.4 + 20 \log 0.43 + 20 \log 1900 \\ &= 90.64 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{rts} &= -16.9 - 10 \log 25 + 10 \log 1900 + 20 \log 13.5 + 0.01 \\ &= 24.52 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{msd} &= -10 + 54 + 7.33 \log 0.43 - 3.24 \log 1900 - 9 \log 100 \\ &= 12.69 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L &= 90.64 + 24.52 + 12.69 \\ &= 127.85 \text{ dB} \end{aligned}$$

###### 2. Forward Link Budget

$$\begin{aligned} L_{fs} &= 32.4 + 20 \log 0.43 + 20 \log 2100 \\ &= 91.51 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{rts} &= -16.9 - 10 \log 25 + 10 \log 2100 + 20 \log 13.5 + 0.01 \\ &= 24.9 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 L_{\text{msd}} &= -10 + 54 + 7.33 \log 0.43 - 3.24 \log 2100 - 9 \log 100 \\
 &= 12.55 \text{ dB} \\
 L &= 91.51 + 24.9 + 12.55 \\
 &= 128.96 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan parameter Walfish-Ikegami, dapat diperoleh :

$$\begin{aligned}
 \text{EIRP} &= \text{RSL} + L + \text{Gr} + \text{Lfr} \\
 &= 11.96 \text{ dBm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{TXBTS}} &= \text{EIRP} - G_{\text{antena}} + \text{Lft} \\
 &= 11.96 - 18 + 2 \\
 &= -4.04 \text{ dBm} = 0.39 \text{ mW}
 \end{aligned}$$

#### 4.7.2 Perhitungan *Pathloss* di Kecamatan Klojen

Dengan menggunakan parameter Walfish-Ikegami dan data yang sudah didapat sebelumnya, perhitungan *pathloss* menggunakan persamaan 2.6, untuk mendapatkan nilai  $L_{\text{fs}}$ ,  $L_{\text{rts}}$ ,  $L_{\text{msd}}$  menggunakan persamaan 2.7, 2.8 dan 2.11.

##### 1. Reverse Link Budget

$$\begin{aligned}
 L_{\text{fs}} &= 32.4 + 20 \log 0.41 + 20 \log 1900 \\
 &= 90.23 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 L_{\text{rts}} &= -16.9 - 10 \log 25 + 10 \log 1900 + 20 \log 13.5 + 0.01 \\
 &= 24.52 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 L_{\text{msd}} &= -10 + 54 + 7.33 \log 0.41 - 3.24 \log 1900 - 9 \log 100 \\
 &= 12.54 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 L &= 90.23 + 24.52 + 12.54 \\
 &= 127.29 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

##### 2. Forward Link Budget

$$\begin{aligned}
 L_{\text{fs}} &= 32.4 + 20 \log 0.41 + 20 \log 2100 \\
 &= 91.10 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

$$L_{\text{rts}} = -16.9 - 10 \log 25 + 10 \log 2100 + 20 \log 13.5 + 0.01$$

$$\begin{aligned}
 &= 24.9 \text{ dB} \\
 L_{\text{msd}} &= -10 + 54 + 7.33 \log 0.41 - 3.24 \log 2100 - 9 \log 100 \\
 &= 12.40 \text{ dB} \\
 L &= 91.10 + 24.9 + 12.40 \\
 &= 128.40 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan parameter Walfish-Ikegami, dapat diperoleh :

$$\begin{aligned}
 \text{EIRP} &= \text{RSL} + L + \text{Gr} + \text{Lfr} \\
 &= 11.40 \text{ dBm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{TXBTS}} &= \text{EIRP} - G_{\text{antena}} + \text{Lft} \\
 &= 11.40 - 18 + 2 \\
 &= -4.60 \text{ dBm} = 0.35 \text{ mW}
 \end{aligned}$$

#### 4.7.3 Perhitungan *Pathloss* di Kecamatan Kedungkandang

Dengan menggunakan parameter Okumura-Hata dan data yang sudah didapat sebelumnya, perhitungan *pathloss* menggunakan persamaan 2.4.

##### 1. Reverse Budget Link

$$\begin{aligned}
 L &= 46.3 + 33.9 \log 1900 - 13.82 \log 40 + (44.9 - 6.55 \log 40) \log 0.82 - \\
 &\quad 15 \\
 &= 117.34 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

##### 2. Forward Link Budget

$$\begin{aligned}
 L &= 46.3 + 33.9 \log 2100 - 13.82 \log 40 + (44.9 - 6.55 \log 40) \log 0.82 - \\
 &\quad 15 \\
 &= 118.82 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

Sehingga dapat diperoleh :

$$\begin{aligned}
 \text{EIRP} &= \text{RSL} + L + \text{Gr} + \text{Lfr} \\
 &= 1.82 \text{ dBm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{TXBTS}} &= \text{EIRP} - G_{\text{antena}} + \text{Lft} \\
 &= 1.82 - 18 + 2 \\
 &= -14.18 \text{ dBm} = 0.04 \text{ mW}
 \end{aligned}$$

#### 4.7.4 Perhitungan *Pathloss* di Kecamatan Sukun

Dengan menggunakan parameter Walfish-Ikegami dan data yang sudah didapat sebelumnya, perhitungan *pathloss* menggunakan persamaan 2.6, untuk mendapatkan nilai  $L_{fs}$ ,  $L_{rts}$ ,  $L_{msd}$  menggunakan persamaan 2.7, 2.8 dan 2.11.

##### 1. Reverse Link Budget

$$\begin{aligned} L_{fs} &= 32.4 + 20 \log 0.46 + 20 \log 1900 \\ &= 91.23 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{rts} &= -16.9 - 10 \log 25 + 10 \log 1900 + 20 \log 13.5 + 0.01 \\ &= 24.52 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{msd} &= -10 + 54 + 7.33 \log 0.46 - 3.24 \log 1900 - 9 \log 100 \\ &= 12.90 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L &= 91.23 + 24.52 + 12.90 \\ &= 128.65 \text{ dB} \end{aligned}$$

##### 2. Forward Link Budget

$$\begin{aligned} L_{fs} &= 32.4 + 20 \log 0.46 + 20 \log 2100 \\ &= 92.10 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{rts} &= -16.9 - 10 \log 25 + 10 \log 2100 + 20 \log 13.5 + 0.01 \\ &= 24.9 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{msd} &= -10 + 54 + 7.33 \log 0.46 - 3.24 \log 2100 - 9 \log 100 \\ &= 12.76 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L &= 92.10 + 24.9 + 12.76 \\ &= 129.76 \text{ dB} \end{aligned}$$

Berdasarkan parameter Walfish-Ikegami, dapat diperoleh :

$$\begin{aligned} \text{EIRP} &= \text{RSL} + L + \text{Gr} + \text{Lfr} \\ &= 12.76 \text{ dBm} \end{aligned}$$

$$\text{P}_{\text{TXBTS}} = \text{EIRP} - G_{\text{antena}} + \text{Lft}$$

$$\begin{aligned}
 &= 12.76 - 18 + 2 \\
 &= -3.24 \text{ dBm} = 0.47 \text{ mW}
 \end{aligned}$$

#### 4.7.5 Perhitungan *Pathloss* di Kecamatan Lowokwaru

Dengan menggunakan parameter Okumura-Hata dan data yang sudah didapat sebelumnya, perhitungan *pathloss* menggunakan persamaan 2.4.

##### 1. Reverse Budget Link

$$\begin{aligned}
 L &= 46.3 + 33.9 \log 1900 - 13.82 \log 40 + (44.9 - 6.55 \log 40) \log 0.67 - \\
 &\quad 15 \\
 &= 114.33 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

##### 2. Forward Link Budget

$$\begin{aligned}
 L &= 46.3 + 33.9 \log 2100 - 13.82 \log 40 + (44.9 - 6.55 \log 40) \log 0.67 - \\
 &\quad 15 \\
 &= 115.80 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan parameter Walfish-Ikegami, dapat diperoleh :

$$\begin{aligned}
 \text{EIRP} &= \text{RSL} + L + \text{Gr} + \text{Lfr} \\
 &= -1.2 \text{ dBm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{TXBTS}} &= \text{EIRP} - G_{\text{antena}} + \text{Lft} \\
 &= -1.2 - 18 + 2 \\
 &= -17.2 \text{ dBm} = 0.02 \text{ mW}
 \end{aligned}$$

#### 4.8 Estimasi Kebutuhan Sel 2015 sampai 2016

Estimasi kebutuhan sel di masa depan diperlukan untuk mengetahui berapa jumlah sel yang diperlukan di suatu wilayah di waktu yang akan datang, dalam penulisan skripsi ini, tahun yang akan ditinjau dimulai dari tahun 2014 sampai 2016. Untuk mengetahui jumlah pelanggan di tahun 2015 dan 2016 dapat dihitung menggunakan persamaan 2.16.

Tabel 4.14 Estimasi pelanggan tahun 2015 sampai 2016

Tahun ke	Tahun	Estimasi Pelanggan
0	2014	561.191
1	2015	729.548
2	2016	948.413

#### 4.9 Perkiraan Pelanggan Tahun 2015

Pada penulisan skripsi ini jumlah pelanggan tahun 2014 dianggap sebagai data tahun awal untuk menentukan perkiraan pelanggan tahun 2016. Dengan asumsi pertumbuhan pelanggan sebesar 0.3 maka didapat :

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

Jika persebaran penduduk tiap tahunnya dianggap konstan, maka didapat jumlah user per kecamatan sebanyak :

##### 1. Kecamatan Blimbing

$$\frac{21,01}{100} \times 729.548 = 153.278 = 8626 \text{ user/km}^2$$

##### 2. Kecamatan Klojen

$$\frac{12,91}{100} \times 729.548 = 94.185 = 10.666 \text{ user/km}^2$$

##### 3. Kecamatan Kedungkandang

$$\frac{21,27}{100} \times 729.548 = 155.175 = 3891 \text{ user/km}^2$$

##### 4. Kecamatan Sukun

$$\frac{22,13}{100} \times 729.548 = 161.449 = 7706 \text{ user/km}^2$$

##### 5. Kecamatan Lowokwaru

$$\frac{22,68}{100} \times 729.548 = 165.461 = 7321 \text{ user/km}^2$$

#### 4.10 Perkiraan Offered Bit Quantity (OBQ) Tahun 2015

Berdasarkan perkiraan jumlah *user* di tahun 2015, perhitungan OBQ dilakukan untuk menentukan perkiraan kepadatan *traffic* di suatu kecamatan pada tahun tersebut,

perhitungan OBQ dapat dilakukan dengan persamaan 2.12, dengan memasukan perkiraan jumlah *user* di tahun 2016, maka jumlah OBQ total pada kecamatan Blimbing adalah :

$$OBQ_{Total} = OBQ_{Voice} + OBQ_{Data}$$

Perhitungan  $OBQ_{Voice}$  :

$$\begin{aligned} OBQ_{Blimbing} &= 8626 \times 0,7 \times 60 \times 0,9 \times 12,2 \\ &= 3.977.966 \end{aligned}$$

Perhitungan  $OBQ_{Data}$  :

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

$$\begin{aligned} OBQ_{Total} &= 15.157.262 \\ &= 4210.35 \text{ Kbps/jam/km}^2 \end{aligned}$$

4.15 Tabel Perkiraan OBQ Tahun 2015

Kecamatan	Jenis Layanan	User/km <sup>2</sup>	Penetrasi Layanan	Panggilan Efektif (s)	BHCA	BW	OBQ	OBQ Total (Kbps/km <sup>2</sup> )
Blimbing	Voice	8626	0.7	60	0.9	12,2	3.977.966	4210.35
	Data		0.3	300	0.1	144	11.179.296	
Klojen	Voice	10.666	0.7	60	0.9	12,2	4.918.733	5206.07
	Data		0.3	300	0.1	144	13.823.136	
Kedungkandang	Voice	3891	0.7	60	0.8	12,2	1.594.999	1143.44
	Data		0.3	300	0.05	144	2.521.368	
Sukun	Voice	7706	0.7	60	0.9	12,2	3.553.699	3761.30
	Data		0.3	300	0.1	144	9.986.976	
Lowokwaru	Voice	7321	0.7	60	0.8	12,2	3.001.024	2151.40
	Data		0.3	300	0.05	144	4.744.008	

Dari tabel 4.15 diatas, dapat dilihat OBQ yang paling besar berada di kecamatan klojen sebesar 5206.07 Kbps/jam/km<sup>2</sup>, sedangkan OBQ yang paling kecil berada di kecamatan Kedungkandang sebesar 1143.44 Kbps/jam/km<sup>2</sup>.



#### 4.11 Perhitungan Kebutuhan Sel di Tahun 2015

Perhitungan ini mencakup perhitungan luas sel dan jumlah sel yang dibutuhkan di suatu daerah pada tahun 2015, pada penulisan skripsi ini perhitungan dibagi per kecamatan.

##### 4.11.1 Perhitungan Luas Sel

Perhitungan ini bertujuan untuk menghitung luas cakupan satu sel di suatu wilayah, dan luas cakupan yang dihitung dalam skripsi ini dihitung per kecamatan, dan menggunakan *micro cell* yang memiliki kapasitas 2Mbps. Dengan menggunakan persamaan 2.13 didapatkan luas cakupan sel di kecamatan Blimbing sebanyak :

$$\begin{aligned} \text{Luas cakupan sel} &= \frac{2000 \text{ Kbps/sel}}{4210,35 \text{ Kbps/km}^2} \\ &= 0.48 \text{ Km}^2/\text{sel} \end{aligned}$$

4.16 Tabel Luas Cakupan Sel Tahun 2015

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

Dari tabel 4.16 dapat dilihat dari lima kecamatan di kota Malang, luas cakupan yang paling kecil berada di kecamatan Klojen sebesar 0.38 km<sup>2</sup>/sel dan luas cakupan yang paling besar berada di kecamatan Kedungkandang sebesar 1.75 km<sup>2</sup>/sel.

Jika menggunakan antena *omni directional* radius tiap sel didapatkan dari jari-jari sel perkecamatan, dengan menggunakan persamaan 2.15, didapat radius sel di kecamatan Blimbing :

$$\begin{aligned} L_{\text{Blimbing}} &= \pi \cdot r^2 \\ r^2 &= \frac{0,48}{3,14} \\ r &= 0.39 \text{ km} \end{aligned}$$

Tabel 4.17 RadiusSel

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

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa daerah yang memiliki tingkat kepadatan trafik yang tinggi memiliki radius yang kecil, dari lima kecamatan di kota Malang, kecamatan Klojen memiliki trafik yang paling padat sehingga radius yang dimiliki sebesar 0.35 km atau 350 meter, sedangkan kecamatan yang memiliki trafik paling rendah yaitu kecamatan Kedungkandang memiliki radius sebesar 0.75 km atau sebesar 750 meter.

#### 4.11.2 Perhitungan Jumlah Sel

Perhitungan ini bertujuan untuk mencari jumlah sel yang dibutuhkan disuatu wilayah, dimana perkiraan kebutuhan sel di Kecamatan Kota Malang didapat dari luas wilayah kecamatan dibagi dengan luas sel yang telah didapat di perhitungan sebelumnya, dengan menggunakan persamaan 2.14, didapatkan jumlah sel di kecamatan Blimbing sebanyak :

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

Tabel 4.18 Tabel Jumlah Sel Tahun 2015

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

Jumlah sel bergantung pada luas daerah dan luas cakupan sel di suatu wilayah, Tabel 4.18 merupakan hasil pembulatan dari perhitungan jumlah sel, dapat dilihat kecamatan Sukun membutuhkan sel paling banyak yaitu 40 sel dan kecamatan Kedungkandang membutuhkan sel paling sedikit sebanyak 23 sel, total sel yang dibutuhkan oleh 5 kecamatan di kota Malang pada tahun 2015 sebanyak 148 sel.

#### 4.12 Perhitungan *Pathloss* di Tahun 2015

Perhitungan *pathloss* pada penulisan skripsi ini menggunakan metode Walfish-Ikegami dan dihitung per kecamatan yang ada di kota Malang.

##### 4.12.1 Perhitungan *Pathloss* di Kecamatan Blimbing

Dengan menggunakan parameter Walfish-Ikegami dan data yang sudah didapat sebelumnya, perhitungan *pathloss* menggunakan persamaan 2.6, untuk mendapatkan nilai  $L_{fs}$ ,  $L_{rts}$ ,  $L_{msd}$  menggunakan persamaan 2.7, 2.8 dan 2.11.

###### 1. Reverse Link Budget

$$\begin{aligned} L_{fs} &= 32.4 + 20 \log 0.39 + 20 \log 1900 \\ &= 89.80 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{rts} &= -16.9 - 10 \log 25 + 10 \log 1900 + 20 \log 13.5 + 0.01 \\ &= 24.52 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{msd} &= -10 + 54 + 7.33 \log 0.39 - 3.24 \log 1900 - 9 \log 100 \\ &= 12.38 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L &= 89.80 + 24.52 + 12.38 \\ &= 126.70 \text{ dB} \end{aligned}$$

###### 2. Forward Link Budget

$$\begin{aligned} L_{fs} &= 32.4 + 20 \log 0.39 + 20 \log 2100 \\ &= 90.67 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{rts} &= -16.9 - 10 \log 25 + 10 \log 2100 + 20 \log 13.5 + 0.01 \\ &= 24.9 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$L_{msd} = -10 + 54 + 7.33 \log 0.39 - 3.24 \log 2100 - 9 \log 100$$

$$= 12.24 \text{ dB}$$

$$\begin{aligned} L &= 90.67 + 24.9 + 12.24 \\ &= 127.81 \text{ dB} \end{aligned}$$

Berdasarkan parameter Walfish-Ikegami, dapat diperoleh :

$$\begin{aligned} \text{EIRP} &= \text{RSL} + L + \text{Gr} + \text{Lfr} \\ &= 10.81 \text{ dBm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{TXBTS}} &= \text{EIRP} - G_{\text{antena}} + \text{Lft} \\ &= 10.81 - 18 + 2 \\ &= -5.19 \text{ dBm} = 0.30 \text{ mW} \end{aligned}$$

#### 4.12.2 Perhitungan *Pathloss* di Kecamatan Klojen

Dengan menggunakan parameter Walfish-Ikegami dan data yang sudah didapat sebelumnya, perhitungan *pathloss* menggunakan persamaan 2.6, untuk mendapatkan nilai  $L_{fs}$ ,  $L_{rts}$ ,  $L_{msd}$  menggunakan persamaan 2.7, 2.8 dan 2.11.

##### 1. Reverse Link Budget

$$\begin{aligned} L_{fs} &= 32.4 + 20 \log 0.35 + 20 \log 1900 \\ &= 88.86 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{rts} &= -16.9 - 10 \log 25 + 10 \log 1900 + 20 \log 13.5 + 0.01 \\ &= 24.52 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{msd} &= -10 + 54 + 7.33 \log 0.35 - 3.24 \log 1900 - 9 \log 100 \\ &= 12.03 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L &= 88.86 + 24.52 + 12.03 \\ &= 125.41 \text{ dB} \end{aligned}$$

##### 2. Forward Link Budget

$$\begin{aligned} L_{fs} &= 32.4 + 20 \log 0.35 + 20 \log 2100 \\ &= 89.73 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$L_{rts} = -16.9 - 10 \log 25 + 10 \log 2100 + 20 \log 13.5 + 0.01$$

$$= 24.9 \text{ dB}$$

$$\begin{aligned} L_{\text{msd}} &= -10 + 54 + 7.33 \log 0.35 - 3.24 \log 2100 - 9 \log 100 \\ &= 11.89 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L &= 89.73 + 24.9 + 11.89 \\ &= 126.52 \text{ dB} \end{aligned}$$

Berdasarkan parameter Walfish-Ikegami, dapat diperoleh :

$$\begin{aligned} \text{EIRP} &= \text{RSL} + L + \text{Gr} + \text{Lfr} \\ &= 9.52 \text{ dBm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{TXBTS}} &= \text{EIRP} - G_{\text{antena}} + \text{Lft} \\ &= 9.52 - 18 + 2 \\ &= -6.48 \text{ dBm} = 0.22 \text{ mW} \end{aligned}$$

#### 4.12.3 Perhitungan *Pathloss* di Kecamatan Kedungkandang

Dengan menggunakan parameter Okumura-Hata dan data yang sudah didapat sebelumnya, perhitungan *pathloss* menggunakan persamaan 2.4.

##### 1. Reverse Budget Link

$$\begin{aligned} L &= 46.3 + 33.9 \log 1900 - 13.82 \log 40 + (44.9 - 6.55 \log 40) \log 0.75 - \\ &\quad 15 \\ &= 116.01 \text{ dB} \end{aligned}$$

##### 2. Forward Link Budget

$$\begin{aligned} L &= 46.3 + 33.9 \log 2100 - 13.82 \log 40 + (44.9 - 6.55 \log 40) \log 0.75 - \\ &\quad 15 \\ &= 117.48 \text{ dB} \end{aligned}$$

Berdasarkan parameter Walfish-Ikegami, dapat diperoleh :

$$\begin{aligned} \text{EIRP} &= \text{RSL} + L + \text{Gr} + \text{Lfr} \\ &= 0.48 \text{ dBm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{TXBTS}} &= \text{EIRP} - G_{\text{antena}} + \text{Lft} \\ &= 0.48 - 18 + 2 \\ &= -15.52 \text{ dBm} = 0.03 \text{ mW} \end{aligned}$$

#### 4.12.4 Perhitungan *Pathloss* di Kecamatan Sukun

Dengan menggunakan parameter Walfish-Ikegami dan data yang sudah didapat sebelumnya, perhitungan *pathloss* menggunakan persamaan 2.6, untuk mendapatkan nilai  $L_{fs}$ ,  $L_{rts}$ ,  $L_{msd}$  menggunakan persamaan 2.7, 2.8 dan 2.11.

##### 1. Reverse Link Budget

$$\begin{aligned} L_{fs} &= 32.4 + 20 \log 0.41 + 20 \log 1900 \\ &= 90.23 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{rts} &= -16.9 - 10 \log 25 + 10 \log 1900 + 20 \log 13.5 + 0.01 \\ &= 24.52 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{msd} &= -10 + 54 + 7.33 \log 0.41 - 3.24 \log 1900 - 9 \log 100 \\ &= 12.54 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L &= 90.23 + 24.52 + 12.54 \\ &= 127.29 \text{ dB} \end{aligned}$$

##### 2. Forward Link Budget

$$\begin{aligned} L_{fs} &= 32.4 + 20 \log 0.41 + 20 \log 2100 \\ &= 91.10 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{rts} &= -16.9 - 10 \log 25 + 10 \log 2100 + 20 \log 13.5 + 0.01 \\ &= 24.9 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{msd} &= -10 + 54 + 7.33 \log 0.41 - 3.24 \log 2100 - 9 \log 100 \\ &= 12.40 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L &= 91.10 + 24.9 + 12.40 \\ &= 128.40 \text{ dB} \end{aligned}$$

Berdasarkan parameter Walfish-Ikegami, dapat diperoleh :

$$\begin{aligned} \text{EIRP} &= \text{RSL} + L + \text{Gr} + \text{Lfr} \\ &= 11.40 \text{ dBm} \end{aligned}$$

$$P_{\text{TXBTS}} = \text{EIRP} - G_{\text{antena}} + \text{Lft}$$

$$= 11.40 - 18 + 2$$

$$= -4.60 \text{ dBm} = 0.35 \text{ mW}$$

#### 4.12.5 Perhitungan *Pathloss* di Kecamatan Lowokwaru

Dengan menggunakan parameter Okumura-Hata dan data yang sudah didapat sebelumnya, perhitungan *pathloss* menggunakan persamaan 2.4.

##### 1. Reverse Budget Link

$$L = 46.3 + 33.9 \log 1900 - 13.82 \log 40 + (44.9 - 6.55 \log 40) \log 0.54 - 15$$

$$= 111.10 \text{ dB}$$

##### 2. Forward Link Budget

$$L = 46.3 + 33.9 \log 2100 - 13.82 \log 40 + (44.9 - 6.55 \log 40) \log 0.54 - 15$$

$$= 112.58 \text{ dB}$$

Berdasarkan parameter Walfish-Ikegami, dapat diperoleh :

$$\text{EIRP} = \text{RSL} + L + \text{Gr} + \text{Lfr}$$

$$= 4.42 \text{ dBm}$$

$$P_{\text{TXBTS}} = \text{EIRP} - G_{\text{antena}} + \text{Lft}$$

$$= 4.42 - 18 + 2$$

$$= -11.58 \text{ dBm} = 0.07 \text{ mW}$$

#### 4.13 Perkiraan Pelanggan Tahun 2016

Pada penulisan skripsi ini jumlah pelanggan tahun 2014 dianggap sebagai data tahun awal untuk menentukan perkiraan pelanggan tahun 2016. Dengan asumsi pertumbuhan pelanggan sebesar 0.3 maka didapat :

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

$$= 948.413 \text{ User}$$

Jika persebaran penduduk tiap tahunnya dianggap konstan, maka didapat jumlah user per kecamatan sebanyak :

##### 1. Kecamatan Blimbing

$$\frac{21,01}{100} \times 948.413 = 199.262 = 11.213 \text{ user/km}^2$$

## 2. Kecamatan Klojen

$$\frac{12,91}{100} \times 948.413 = 122.440 = 13.866 \text{ user/km}^2$$

## 3. Kecamatan Kedungkandang

$$\frac{21,27}{100} \times 948.413 = 201.727 = 5058 \text{ user/km}^2$$

## 4. Kecamatan Sukun

$$\frac{22,13}{100} \times 948.413 = 209.884 = 10.018 \text{ user/km}^2$$

## 5. Kecamatan Lowokwaru

$$\frac{22,68}{100} \times 948.413 = 215.100 = 9518 \text{ user/km}^2$$

**4.14 Perkiraan Offered Bit Quantity (OBQ) Tahun 2016**

Berdasarkan perkiraan jumlah *user* di tahun 2016, perhitungan OBQ dilakukan untuk menentukan perkiraan kepadatan *traffic* di suatu kecamatan pada tahun tersebut, perhitungan OBQ dapat dilakukan dengan persamaan 2.12, dengan memasukan perkiraan jumlah *user* di tahun 2016, maka jumlah OBQ total pada kecamatan Blimbing adalah :

$$OBQ_{\text{Total}} = OBQ_{\text{Voice}} + OBQ_{\text{Data}}$$

Perhitungan  $OBQ_{\text{Voice}}$  :

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

Perhitungan  $OBQ_{\text{Data}}$  :

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

$$\begin{aligned} OBQ_{\text{Total}} &= 19.703.035 \\ &= 5473.07 \text{ Kbps/jam/km}^2 \end{aligned}$$



4.19 Tabel Perkiraan OBQ Tahun 2016

Kecamatan	Jenis Layanan	User/km <sup>2</sup>	Penetrasi Layanan	Panggilan Efektif (s)	BHCA	BW	OBQ	OBQ Total (Kbps/km <sup>2</sup> )
Blimbing	Voice	11.213	0.7	60	0.9	12.2	5.170.987	5473.07
	Data		0.3	300	0.1	144	14.532.048	
Klojen	Voice	13.866	0.7	60	0.9	12.2	6.394.445	6767.99
	Data		0.3	300	0.1	144	17.970.336	
Kedungkandang	Voice	5058	0.7	60	0.8	12.2	2.073.375	1486.38
	Data		0.3	300	0.05	144	3.277.584	
Sukun	Voice	10.018	0.7	60	0.9	12.2	4.619.901	4889.79
	Data		0.3	300	0.1	144	12.983.328	
Lowokwaru	Voice	9518	0.7	60	0.8	12.2	3.901.618	2797.02
	Data		0.3	300	0.05	144	6.167.664	

Dari tabel 4.14 diatas, dapat dilihat OBQ yang paling besar berada di kecamatan klojen sebesar 6767.99 Kbps/jam/km<sup>2</sup>, sedangkan OBQ yang paling kecil berada di kecamatan Kedungkandang sebesar 1486.38 Kbps/jam/km<sup>2</sup>.

#### 4.15 Perhitungan Kebutuhan Sel di Tahun 2016

Perhitungan ini mencakup perhitungan luas sel dan jumlah sel yang dibutuhkan di suatu daerah pada tahun 2016, pada penulisan skripsi ini perhitungan dibagi per kecamatan.

##### 4.15.1 Perhitungan Luas Sel

Perhitungan ini bertujuan untuk menghitung luas cakupan satu sel di suatu wilayah, dan luas cakupan yang dihitung dalam skripsi ini dihitung per kecamatan, dan menggunakan *micro cell* yang memiliki kapasitas 2Mbps. Dengan menggunakan persamaan 2.13 didapatkan luas cakupan sel di kecamatan Blimbing sebanyak :

$$\begin{aligned} \text{Luas cakupan sel} &= \frac{2000 \text{ Kbps/sel}}{5473,07 \text{ Kbps/km}^2} \\ &= 0.37 \text{ Km}^2/\text{sel} \end{aligned}$$

4.20 Tabel Luas Cakupan Sel Tahun 2016

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

Dari tabel 4.15 dapat dilihat dari lima kecamatan di kota Malang, luas cakupan yang paling kecil berada di kecamatan Klojen sebesar 0.23 km<sup>2</sup>/sel dan luas cakupan yang paling besar berada di kecamatan Kedungkandang sebesar 1.35 km<sup>2</sup>/sel.

Jika menggunakan antena *omni directional* radius tiap sel didapatkan dari jari-jari sel perkecamatan, dengan menggunakan persamaan 2.15, didapat radius sel di kecamatan Blimbing :

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

$$r^2 = \frac{0,37}{3,14}$$

$$r = 0.34 \text{ km}$$

Tabel 4.21 Radius Sel

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

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa daerah yang memiliki tingkat kepadatan trafik yang tinggi memiliki radius yang kecil, dari lima kecamatan di kota Malang, kecamatan Klojen memiliki trafik yang paling padat sehingga radius yang dimiliki sebesar 0.27 km atau 270 meter, sedangkan kecamatan yang memiliki trafik paling rendah yaitu kecamatan Kedungkandang memiliki radius sebesar 0.51 km atau sebesar 510 meter.

#### 4.15.2 Perhitungan jumlah Sel

Perhitungan ini bertujuan untuk mencari jumlah sel yang dibutuhkan disuatu wilayah, dimana perkiraan kebutuhan sel di Kecamatan Kota Malang didapat dari luas wilayah kecamatan dibagi dengan luas sel yang telah didapat di perhitungan sebelumnya, dengan menggunakan persamaan 2.14, didapatkan jumlah sel di kecamatan Blimbing sebanyak :

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

Tabel 4.22 Tabel Jumlah Sel

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

Jumlah sel bergantung pada luas daerah dan luas cakupan sel di suatu wilayah, Tabel 4.17 merupakan hasil pembulatan dari perhitungan jumlah sel, dapat dilihat kecamatan Sukun membutuhkan sel paling banyak yaitu 51 sel dan kecamatan Kedungkandang membutuhkan sel paling sedikit sebanyak 30 sel, total sel yang dibutuhkan oleh 5 kecamatan di kota Malang pada tahun 2016 sebanyak 200 sel.

#### 4.16 Perhitungan *Pathloss* di Tahun 2016

Perhitungan *pathloss* pada penulisan skripsi ini menggunakan metode Walfish-Ikegami dan Okumura-Hata, dihitung per kecamatan yang ada di kota Malang.

##### 4.16.1 Perhitungan *Pathloss* di Kecamatan Blimbing

Dengan menggunakan parameter Walfish-Ikegami dan data yang sudah didapat sebelumnya, perhitungan *pathloss* menggunakan persamaan 2.6, untuk mendapatkan nilai  $L_{fs}$ ,  $L_{rts}$ ,  $L_{msd}$  menggunakan persamaan 2.7, 2.8 dan 2.11.

##### 1. Reverse Link Budget

$$L_{fs} = 32.4 + 20 \log 0.34 + 20 \log 1900$$

$$= 88.60 \text{ dB}$$

$$\begin{aligned} L_{\text{rts}} &= -16.9 - 10 \log 25 + 10 \log 1900 + 20 \log 13.5 + 0.01 \\ &= 24.52 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{\text{msd}} &= -10 + 54 + 7.33 \log 0.34 - 3.24 \log 1900 - 9 \log 100 \\ &= 11.94 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L &= 88.60 + 24.52 + 11.94 \\ &= 125.06 \text{ dB} \end{aligned}$$

## 2. Forward Link Budget

$$\begin{aligned} L_{\text{fs}} &= 32.4 + 20 \log 0.34 + 20 \log 2100 \\ &= 89.47 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{\text{rts}} &= -16.9 - 10 \log 25 + 10 \log 2100 + 20 \log 13.5 + 0.01 \\ &= 24.9 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{\text{msd}} &= -10 + 54 + 7.33 \log 0.34 - 3.24 \log 2100 - 9 \log 100 \\ &= 11.80 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L &= 89.47 + 24.9 + 11.80 \\ &= 126.17 \text{ dB} \end{aligned}$$

Berdasarkan parameter Walfish-Ikegami, dapat diperoleh :

$$\begin{aligned} \text{EIRP} &= \text{RSL} + L + \text{Gr} + \text{Lfr} \\ &= 9.17 \text{ dBm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{TXBTS}} &= \text{EIRP} - G_{\text{antena}} + \text{Lft} \\ &= 9.17 - 18 + 2 \\ &= -6.83 \text{ dBm} = 0.21 \text{ mW} \end{aligned}$$

#### 4.16.2 Perhitungan *Pathloss* di Kecamatan Klojen

Dengan menggunakan parameter Walfish-Ikegami dan data yang sudah didapat sebelumnya, perhitungan *pathloss* menggunakan persamaan 2.6, untuk mendapatkan nilai  $L_{fs}$ ,  $L_{rts}$ ,  $L_{msd}$  menggunakan persamaan 2.7, 2.8 dan 2.11.

##### 1. Reverse Link Budget

$$\begin{aligned} L_{fs} &= 32.4 + 20 \log 0.27 + 20 \log 1900 \\ &= 86.60 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{rts} &= -16.9 - 10 \log 25 + 10 \log 1900 + 20 \log 13.5 + 0.01 \\ &= 24.52 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{msd} &= -10 + 54 + 7.33 \log 0.27 - 3.24 \log 1900 - 9 \log 100 \\ &= 11.21 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L &= 86.60 + 24.52 + 11.21 \\ &= 122.33 \text{ dB} \end{aligned}$$

##### 2. Forward Link Budget

$$\begin{aligned} L_{fs} &= 32.4 + 20 \log 0.27 + 20 \log 2100 \\ &= 87.47 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{rts} &= -16.9 - 10 \log 25 + 10 \log 2100 + 20 \log 13.5 + 0.01 \\ &= 24.9 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{msd} &= -10 + 54 + 7.33 \log 0.27 - 3.24 \log 2100 - 9 \log 100 \\ &= 11.07 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L &= 87.47 + 24.9 + 11.07 \\ &= 123.44 \text{ dB} \end{aligned}$$

Berdasarkan parameter Walfish-Ikegami, dapat diperoleh :

$$\begin{aligned} \text{EIRP} &= \text{RSL} + L + \text{Gr} + \text{Lfr} \\ &= 6.44 \text{ dBm} \end{aligned}$$

$$P_{\text{TXBTS}} = \text{EIRP} - G_{\text{antena}} + \text{Lft}$$

$$\begin{aligned}
 &= 6.44 - 18 + 2 \\
 &= -9.56 \text{ dBm} = 0.11 \text{ mW}
 \end{aligned}$$

#### 4.16.3 Perhitungan *Pathloss* di Kecamatan Kedungkandang

Dengan menggunakan parameter Okumura-Hata dan data yang sudah didapat sebelumnya, perhitungan *pathloss* menggunakan persamaan 2.4.

##### 1. Reverse Budget Link

$$\begin{aligned}
 L &= 46.3 + 33.9 \log 1900 - 13.82 \log 40 + (44.9 - 6.55 \log 40) \log 0.66 - \\
 &\quad 15 \\
 &= 114.10 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

##### 2. Forward Link Budget

$$\begin{aligned}
 L &= 46.3 + 33.9 \log 2100 - 13.82 \log 40 + (44.9 - 6.55 \log 40) \log 0.66 - \\
 &\quad 15 \\
 &= 115.57 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan parameter Walfish-Ikegami, dapat diperoleh :

$$\begin{aligned}
 \text{EIRP} &= \text{RSL} + L + \text{Gr} + \text{Lfr} \\
 &= -1.43 \text{ dBm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{TXBTS}} &= \text{EIRP} - G_{\text{antena}} + \text{Lft} \\
 &= -1.43 - 18 + 2 \\
 &= -17.43 \text{ dBm} = 0.02 \text{ mW}
 \end{aligned}$$

#### 4.16.4 Perhitungan *Pathloss* di Kecamatan Sukun

Dengan menggunakan parameter Walfish-Ikegami dan data yang sudah didapat sebelumnya, perhitungan *pathloss* menggunakan persamaan 2.6, untuk mendapatkan nilai  $L_{fs}$ ,  $L_{rts}$ ,  $L_{msd}$  menggunakan persamaan 2.7, 2.8 dan 2.11.

##### 1. Reverse Link Budget

$$\begin{aligned}
 L_{fs} &= 32.4 + 20 \log 0.36 + 20 \log 1900 \\
 &= 89.10 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 L_{rts} &= -16.9 - 10 \log 25 + 10 \log 1900 + 20 \log 13.5 + 0.01 \\
 &= 24.52 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{\text{msd}} &= -10 + 54 + 7.33 \log 0.36 - 3.24 \log 1900 - 9 \log 100 \\ &= 12.12 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L &= 89.10 + 24.52 + 12.12 \\ &= 125.74 \text{ dB} \end{aligned}$$

## 2. Forward Link Budget

$$\begin{aligned} L_{\text{fs}} &= 32.4 + 20 \log 0.36 + 20 \log 2100 \\ &= 89.97 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{\text{rts}} &= -16.9 - 10 \log 25 + 10 \log 2100 + 20 \log 13.5 + 0.01 \\ &= 24.9 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{\text{msd}} &= -10 + 54 + 7.33 \log 0.36 - 3.24 \log 2100 - 9 \log 100 \\ &= 11.98 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L &= 89.97 + 24.9 + 11.98 \\ &= 126.85 \text{ dB} \end{aligned}$$

Berdasarkan parameter Walfish-Ikegami, dapat diperoleh :

$$\begin{aligned} \text{EIRP} &= \text{RSL} + L + \text{Gr} + L_{\text{fr}} \\ &= 9.85 \text{ dBm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{TXBTS}} &= \text{EIRP} - G_{\text{antena}} + L_{\text{ft}} \\ &= 9.85 - 18 + 2 \\ &= -6.15 \text{ dBm} = 0.24 \text{ mW} \end{aligned}$$

### 4.16.5 Perhitungan *Pathloss* di Kecamatan Lowokwaru

Dengan menggunakan parameter Okumura-Hata dan data yang sudah didapat sebelumnya, perhitungan *pathloss* menggunakan persamaan 2.4.

#### 1. Reverse Budget Link

$$\begin{aligned} L &= 46.3 + 33.9 \log 1900 - 13.82 \log 40 + (44.9 - 6.55 \log 40) \log 0.48 - \\ &\quad 15 \\ &= 109.34 \text{ dB} \end{aligned}$$

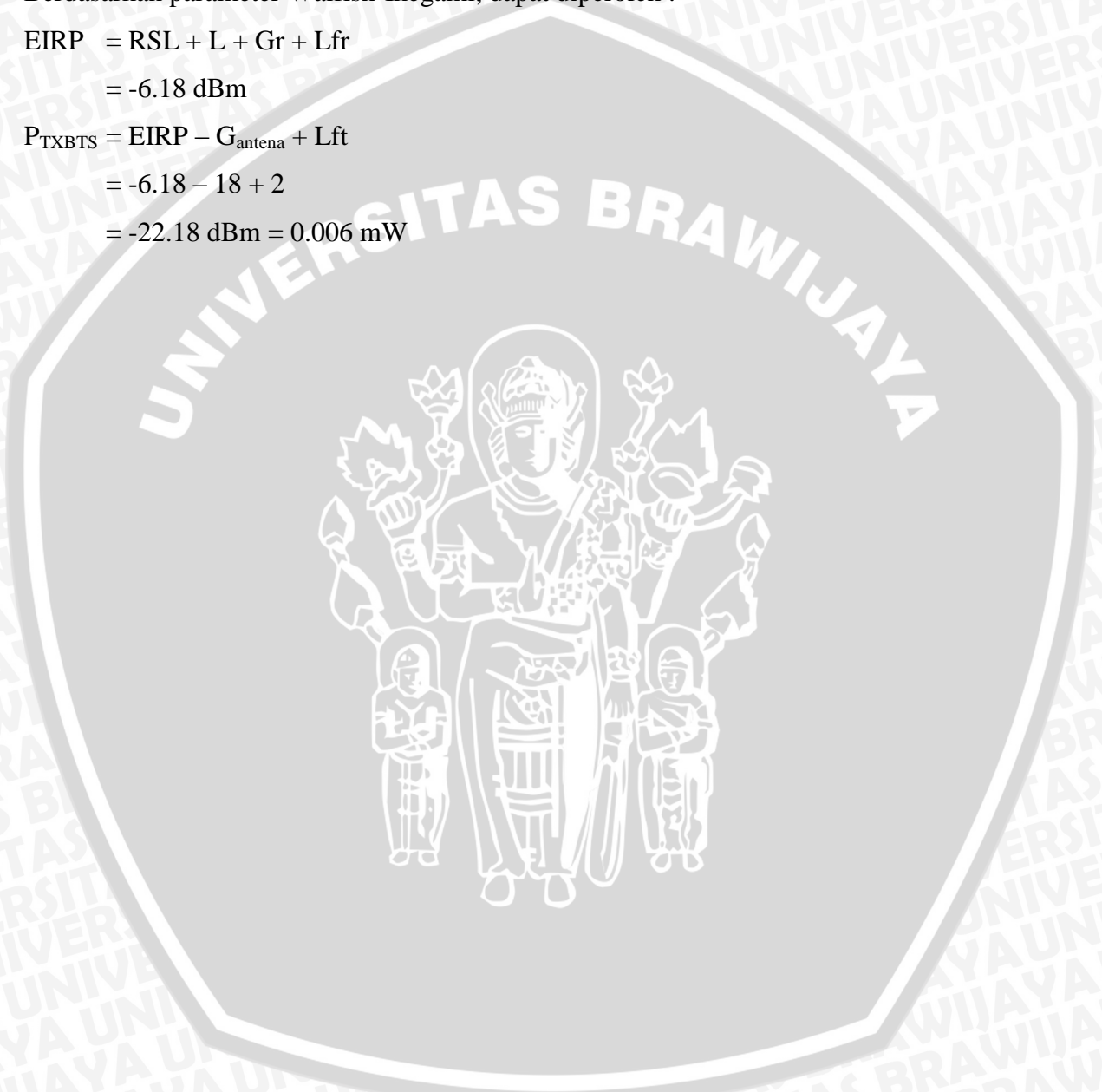
## 2. Forward Link Budget

$$\begin{aligned}
 L &= 46.3 + 33.9 \log 2100 - 13.82 \log 40 + (44.9 - 6.55 \log 40) \log 0.48 - \\
 &15 \\
 &= 110.82 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan parameter Walfish-Ikegami, dapat diperoleh :

$$\begin{aligned}
 \text{EIRP} &= \text{RSL} + L + \text{Gr} + \text{Lfr} \\
 &= -6.18 \text{ dBm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{TXBTS}} &= \text{EIRP} - G_{\text{antena}} + \text{Lft} \\
 &= -6.18 - 18 + 2 \\
 &= -22.18 \text{ dBm} = 0.006 \text{ mW}
 \end{aligned}$$





#### 4.17 Tabel dan Grafik Hasil Perhitungan

Tabel 4.23 Tabel Hasil Perhitungan 2014

Variabel	Kecamatan				
	Blimbing	Klojen	Kedungkandang	Sukun	Lowokwaru
Luas daerah (km <sup>2</sup> )	17.77	8.83	39.88	20.95	22.60
Kepadatan pelanggan (user/km <sup>2</sup> )	6981	7925	3247	6140	4825
OBQ (Kbps/km <sup>2</sup> )	3407.43	3868.19	954.19	2996.93	1417.91
Luas sel (km <sup>2</sup> /sel)	0.59	0.52	2.09	0.67	1.41
Jumlah sel	31	17	19	32	16
Jari-jari sel (km)	0.43	0.41	0.82	0.46	0.67
Tinggi antena BTS	40	40	40	40	40
<i>Reverse Link Budget</i>	127.85	127.29	132.39	128.65	130.12
<i>Forward Link Budget</i>	128.96	128.40	133.5	129.76	131.21

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa kecamatan Klojen memiliki kepadatan yang paling tinggi, oleh karena itu, kecamatan Klojen memiliki luas sel paling kecil yaitu 0.52 km<sup>2</sup>/sel dan memiliki Jari-jari 0.41 km. Kecamatan Kedungkandang memiliki kepadatan trafik yang paling rendah, oleh karena itu, kecamatan Kedungkandang memiliki luas sel paling besar yaitu 2.09 km<sup>2</sup>/sel dan jari-jari sel sebesar 0.82 km.

Tabel 4.24 Tabel Hasil Perhitungan 2015

Variabel	Kecamatan				
	Blimbing	Klojen	Kedungkandang	Sukun	Lowokwaru
Luas daerah (km <sup>2</sup> )	17.77	8.83	39.88	20.95	22.60
Kepadatan pelanggan (user/km <sup>2</sup> )	8626	10.666	3891	7706	7321
OBQ (Kbps/km <sup>2</sup> )	4210.35	5206.07	1143.44	3761.30	2151.40
Luas sel (km <sup>2</sup> /sel)	0.48	0.38	1.75	0.53	0.73
Jumlah sel	37	31	23	40	24
Jari-jari sel (km)	0.39	0.35	0.75	0.41	0.54
Tinggi antena BTS	40	40	40	40	40
<i>Reverse Link Budget</i>	126.70	125.41	131.40	127.29	127.58
<i>Forward Link Budget</i>	127.81	126.52	132.51	128.40	128.68

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa kecamatan Klojen memiliki kepadatan yang paling tinggi, oleh karena itu, kecamatan Klojen memiliki luas sel paling kecil yaitu 0.38 km<sup>2</sup>/sel dan memiliki Jari-jari 0.35 km. Kecamatan Kedungkandang memiliki kepadatan trafik yang paling rendah, oleh karena itu, kecamatan Kedungkandang memiliki luas sel paling besar yaitu 1.75 km<sup>2</sup>/sel dan jari-jari sel sebesar 0.75 km.

Tabel 4.25 Tabel Hasil Perhitungan 2016

Variabel	Kecamatan				
	Blimbing	Klojen	Kedungkandang	Sukun	Lowokwaru
Luas daerah (km <sup>2</sup> )	17.77	8.83	39.88	20.95	22.60
Kepadatan pelanggan (user/km <sup>2</sup> )	11.213	13.866	5058	10.018	9518
OBQ (Kbps/km <sup>2</sup> )	5473.07	6767.99	1486.38	4889.79	2797.02
Luas sel (km <sup>2</sup> /sel)	0.37	0.23	1.35	0.41	0.72
Jumlah sel	48	39	30	51	32
Jari-jari sel (km)	0.34	0.27	0.66	0.36	0.48
Tinggi antena BTS	40	40	40	40	40
<i>Reverse Link Budget</i>	125.06	122.33	129.88	125.74	126.06
<i>Forward Link Budget</i>	126.17	123.44	130.99	126.85	127.17

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa kecamatan Klojen memiliki kepadatan yang paling tinggi, oleh karena itu, kecamatan Klojen memiliki luas sel paling kecil yaitu 0.23 km<sup>2</sup>/sel dan memiliki Jari-jari 0.27 km. Kecamatan Kedungkandang memiliki kepadatan trafik yang paling rendah, oleh karena itu, kecamatan Kedungkandang memiliki luas sel paling besar yaitu 1.35 km<sup>2</sup>/sel dan jari-jari sel sebesar 0.66 km.

Tabel 4.26 Tabel perhitungan kecamatan Blimbing 2014-2016

	Kecamatan Blimbing		
	2014	2016	$ \Delta $
Kepadatan pelanggan (user/km <sup>2</sup> )	6981	11.213	4232
OBQ (Kbps/km <sup>2</sup> )	3407.43	5473.07	2065.64
Luas sel (km <sup>2</sup> /sel)	0.59	0.37	0.22
Jumlah sel	31	48	17
Jari-jari sel (km)	0.43	0.34	0.09

Tabel 4.27 Tabel perhitungan kecamatan Klojen 2014-2016

	Kecamatan Klojen		
	2014	2016	$ \Delta $
Kepadatan pelanggan (user/km <sup>2</sup> )	7925	13.866	5941
OBQ (Kbps/km <sup>2</sup> )	3868.19	6767.99	2899.8
Luas sel (km <sup>2</sup> /sel)	0.52	0.23	0.29
Jumlah sel	17	39	22
Jari-jari sel (km)	0.41	0.27	0.14

Tabel 4.28 Tabel perhitungan kecamatan Kedungkandang 2014-2016

	Kecamatan Kedungkandang		
	2014	2016	$ \Delta $
Kepadatan pelanggan (user/km <sup>2</sup> )	3247	5058	1811
OBQ (Kbps/km <sup>2</sup> )	954.19	1486.38	532.19
Luas sel (km <sup>2</sup> /sel)	2.09	1.35	0.74
Jumlah sel	19	30	11
Jari-jari sel (km)	0.82	0.66	0.16

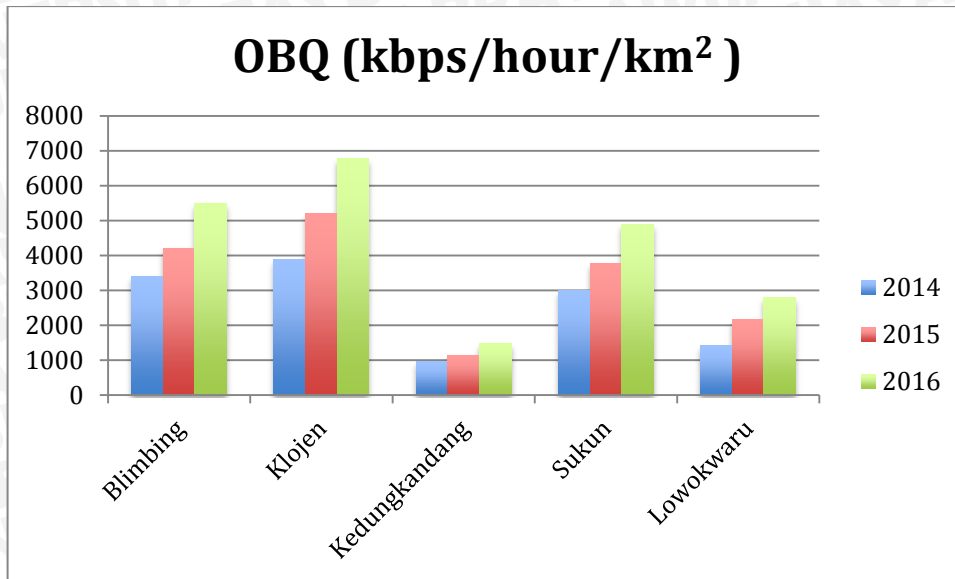
Tabel 4.29 Tabel perhitungan kecamatan Sukun 2014-2016

	Kecamatan Sukun		
	2014	2016	$ \Delta $
Kepadatan pelanggan (user/km <sup>2</sup> )	6140	10.018	3878
OBQ (Kbps/km <sup>2</sup> )	2996.93	4889.79	1892.86
Luas sel (km <sup>2</sup> /sel)	0.67	0.41	0.26
Jumlah sel	32	51	19
Jari-jari sel (km)	0.46	0.36	0.10

Tabel 4.30 Tabel perhitungan kecamatan Lowokwaru 2014-2016

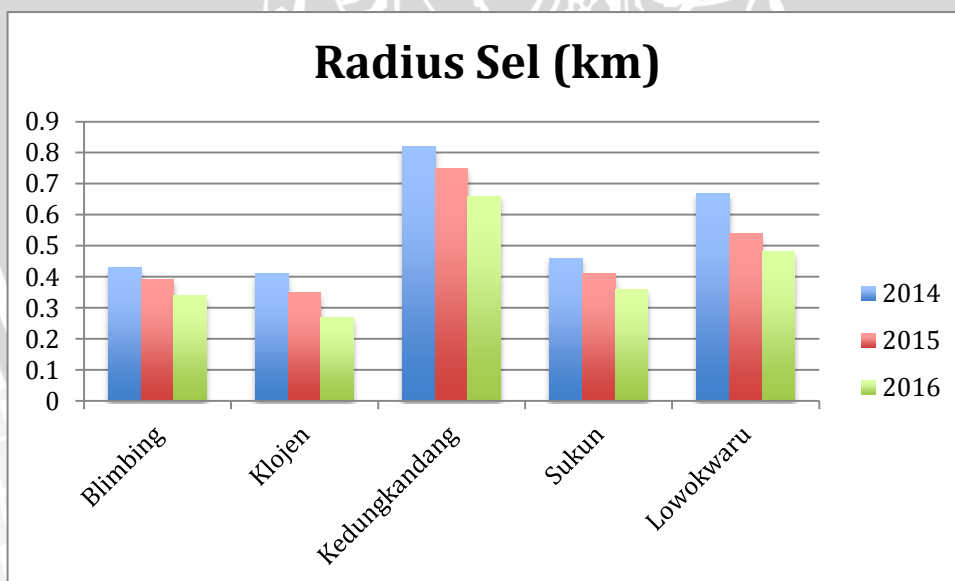
	Kecamatan Lowokwaru		
	2014	2016	$ \Delta $
Kepadatan pelanggan (user/km <sup>2</sup> )	4825	9518	4693
OBQ (Kbps/km <sup>2</sup> )	1417.91	2797.02	1379.11
Luas sel (km <sup>2</sup> /sel)	1.41	0.72	1.96
Jumlah sel	16	32	16
Jari-jari sel (km)	0.67	0.48	0.19

Dari tabel diatas dapat dilihat dalam kurun waktu 2014-2016, lima kecamatan yang ada di kota Malang membutuhkan penambahan sel sebanyak 85 sel, dan kecamatan yang paling banyak membutuhkan penambahan sel terletak di kecamatan Klojen yaitu sebanyak 22 sel, sedangkan kecamatan yang membutuhkan penambahan sel paling sedikit terletak di kecamatan Kedungkandang yaitu sebanyak 11 buah. Sedangkan penurunan jari-jari sel terbesar terletak pada kecamatan Lowokwaru, yaitu sebesar 0.19 km, sedangkan penurunan paling sedikit terdapat di kecamatan Blimbing, yaitu 0.09 km.



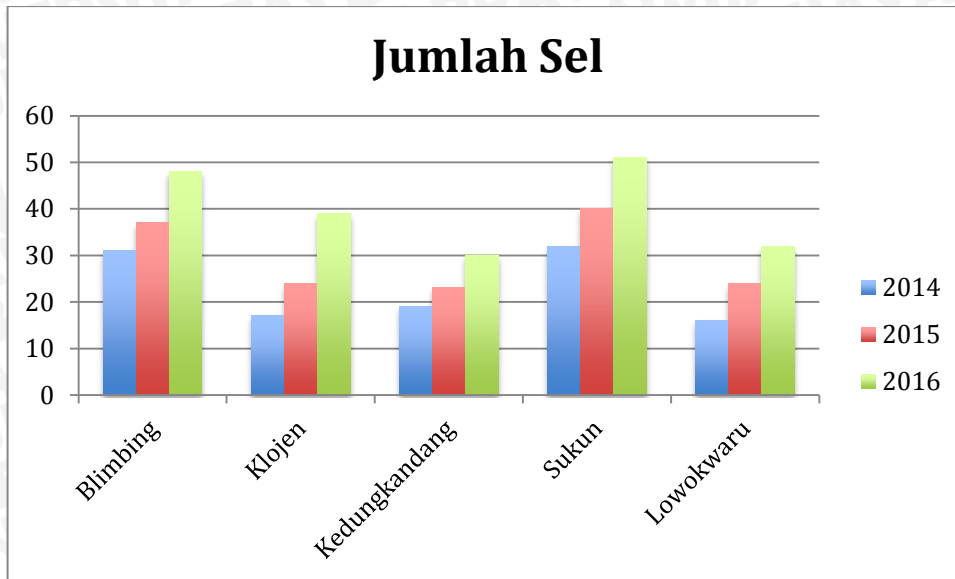
Grafik 4.1 OBQ 5 kecamatan tahun 2014-2016

Dari grafik diatas dapat diketahui jumlah OBQ di 5 kecamatan di kota Malang mengalami kenaikan di tiap tahunnya, jumlah OBQ terendah berada di kecamatan Kedungkandang dan OBQ tertinggi berada di kecamatan Klojen.



Grafik 4.2 Radius sel 5 kecamatan tahun 2014-2016

Dari grafik diatas bisa dilihat bahwa radius sel di 5 kecamatan mengalami penurunan di tiap tahunnya. Berdasarkan gambar 4.2, besar OBQ berbanding terbalik dengan besar radius sel, kecamatan Klojen memiliki radius sel yang paling kecil sedangkan radius sel yang paling besar berada di kecamatan Kedungkandang.



Grafik 4.3 jumlah sel 5 kecamatan tahun 2014-2016

Dari grafik diatas bisa diketahui bahwa jumlah sel bergantung pada luas wilayah layanan dan radius sel di wilayah tersebut, dari grafik diatas dari 5 kecamatan di kota Malang, pada tahun 2014 kecamatan yang membutuhkan sel paling sedikit terletak di kecamatan Lowokwaru, sedangkan pada tahun 2015 sampai 2016, kecamatan yang membutuhkan sel paling sedikit terletak di kecamatan Kedungkandang.

