

4.1 Kondisi kota malang

4.1.1 Wilayah

Wilayah yang diteliti hanya di Kota Malang. Kota Malang memiliki luas wilayah 110,06 km² yang secara geografis terletak 112,06⁰ – 112,07⁰ Bujur Timur dan 7,06⁰ – 8,02⁰ Lintang Selatan dengan batas wilayah sebagai berikut:

Sebelah Utara : Kecamatan Singosari dan Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang

Sebelah Timur : Kecamatan Pakis dan Kecamatan tumpang Kabupaten Malang

Sebelah Selatan : Kecamatan Tajinan dan Kecamatan Pakisaji Kabupaten Malang

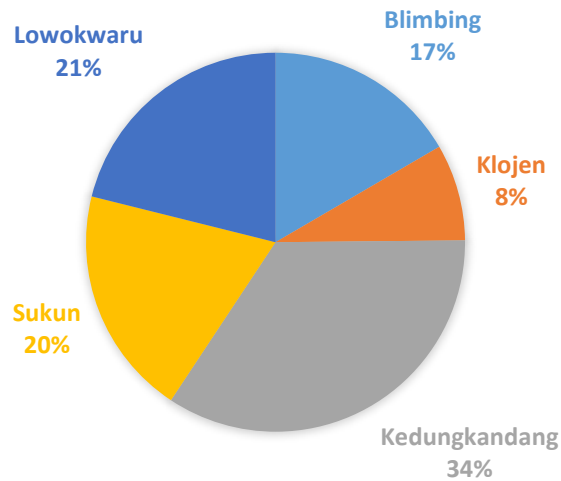
Sebelah Barat : Kecamatan Wagir dan Kecamatan Dau Kabupaten Malang

Kota Malang terdiri dari 5 Kecamatan yaitu Kedungkandang, Klojen, Blimbing, Lowokwaru, dan Sukun serta 57 kelurahan. Daerah penyelidikan mempunyai elevasi antara 300 - 1.694 m di atas muka air laut dan secara morfologi dikelompokkan menjadi 3 (tiga) satuan morfologi, yaitu satuan morfologi dataran yang menempati bagian tengah dan selatan, satuan morfologi pebukitan bergelombang menempati bagian timur dan utara, dan satuan morfologi pegunungan menempati wilayah bagian barat, utara dan timur.

Luas wilayah setiap kecamatan berbeda-beda, kecamatan Blimbing memiliki luas 17,77 km², Klojen 8,83 km², Kedungkandang 36,89 km², Sukun 20,97 km² dan Lowokwaru 22,60 km². Gambar 4.1 menjelaskan perbandingan luas wilayah setiap kecamatan di Kota Malang.

Gambar 4.1 Prosentase luas tiap kecamatan

PROSENTASE LUAS TIAP KECAMATAN KOTA MALANG



Sumber: BPS Kota Malang (2001)

4.1.2 Penduduk

Jumlah penduduk di kota malang cenderung meningkat dari tahun- ke tahun tabel 4.1 menyatakan jumlah penduduk di setiapkecamatan di kota malang dari tahun 2007 sampai 2015.

Tabel 4.1 jumlah penduduk per kecamatan di kota malang

| no | tahun | Kecamatan | | | | | Total |
|----|-------|-----------|---------|---------|---------|-----------|--------|
| | | BLIMBING | KLOJEN | KDKD | SUKUN | LOWOKWARU | |
| 1 | 2007 | 158556 | 117500 | 150,262 | 162094 | 168570 | 756982 |
| 2 | 2008 | 171051 | 126760 | 162104 | 174868 | 181854 | 816637 |
| 3 | 2009 | 170673 | 126480 | 161746 | 174482 | 181452 | 814833 |
| 4 | 2010 | 172333 | 105907 | 174477 | 181531 | 186013 | 820261 |
| 5 | 2011 | 198,684 | 119,656 | 201,922 | 203,315 | 170,765 | 894342 |
| 6 | 2012 | 188,314 | 110,700 | 193,779 | 191,255 | 161,204 | 845252 |
| 7 | 2013 | 187,001 | 107,729 | 194,071 | 193,310 | 162,591 | 844702 |
| 8 | 2014 | 191,631 | 109,000 | 199,506 | 198,241 | 166,633 | 865011 |
| 9 | 2015 | 193,179 | 109,386 | 202,252 | 200,720 | 168,179 | 873716 |

Sumber : Dinas Kependudukan dan Pencatatan sipil (2015)

4.2 Peramalan jumlah pelanggan LTE 2020

Peramalan jumlah pelanggan bertujuan untuk mengetahui kebutuhan trafik dan kapasitas layanan yang akan diberikan. Peramalan jumlah pelanggan ini meliputi tiga tahap yaitu

peramalan jumlah penduduk, perhitungan penduduk usia produktif dan jumlah pelanggan setelah dilakukan perbandingan dengan data Ericson mobility report.

4.2.1 Peramalan jumlah penduduk tahun 2020

Data penduduk di kota malang selama 9 tahun terakhir yaitu tahun 2011-2015 didapat dari Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kota Malang. Perhitungan jumlah penduduk pada tahun 2020 menggunakan trend eksponensial yang sudah dijelaskan pada BAB II. Trend eksponensial dipilih karena data hasil survey yang didapat berupa deret meningkat cenderung naik. Perhitungan dilakukan disetiap kecamatan karena memiliki kepadatan penduduk dan luas area yang berbeda-beda.

4.2.1.1. Kecamatan Blimbing

Tabel 4.2 menampilkan data yang dibutuhkan dalam perhitungan jumlah penduduk menggunakan trend eksponensial.

Tabel 4.2 Perhitungan jumlah penduduk kecamatan Blimbing

| no | tahun | y_i | t_i | t_i^2 | $\log y_i$ | $t_i \cdot \log y_i$ |
|-------|-------|---------|-------|---------|-------------|----------------------|
| 1 | 2007 | 158556 | -4 | 16 | 5.200182681 | -20.80073072 |
| 2 | 2008 | 171051 | -3 | 9 | 5.233125618 | -15.69937685 |
| 3 | 2009 | 170673 | -2 | 4 | 5.232165177 | -10.46433035 |
| 4 | 2010 | 172333 | -1 | 1 | 5.236368448 | -5.236368448 |
| 5 | 2011 | 198,684 | 0 | 0 | 5.298162895 | 0 |
| 6 | 2012 | 188,314 | 1 | 1 | 5.274882608 | 5.274882608 |
| 7 | 2013 | 187,001 | 2 | 4 | 5.271843929 | 10.54368786 |
| 8 | 2014 | 191,631 | 3 | 9 | 5.282465766 | 15.8473973 |
| 9 | 2015 | 193,179 | 4 | 16 | 5.285959914 | 21.14383965 |
| total | | | 0 | 60 | 47.31515704 | 0.60900104 |

Selanjutnya menghitung variable a dan b seperti persamaan (3) pada BAB II.

$$\log P_t = \log a + T \log b$$

$$a = \text{antilog} \left[\frac{\sum \log Y}{n} \right]$$

$$a = \text{antilog} \left[\frac{47}{9} \right]$$

$$a = 180817,17$$

$$b = \text{antilog} \left[\frac{\sum t \cdot \log Y}{\sum t^2} \right]$$

$$b = \text{antilog} \left[\frac{0,60900104}{60} \right]$$

$$b = 1,0236465$$

Setelah itu nilai hasil perhitungan a dan b dimasukkan dalam persamaan (2) pada BAB II untuk mendapatkan persamaan trend eksponensial

$$P_t = \alpha + \beta^T$$

$$P_t = 180817,17 + 1,0236465^T$$

Untuk meramalkan jumlah penduduk tahun 2020 di kecamatan blimbing maka harus diketahui terlebih dahulu factor T dengan cara

$$T = t_{mendatang} - \bar{t}$$

$$T = 2020 - 2011$$

$$T = 9$$

Sehingga untuk mendapatkan jumlah penduduk di tahun 2020 masukkan nilai T ke dalam persamaan eksponensial yang sudah didapat. P_t adalah jumlah penduduk di tahun ke t.

$$P_{2020} = 180817,17 + 1,0236465^9$$

$$P_{2020} = 223146$$

Jadi jumlah penduduk di kecamatan blimbing pada tahun 2020 adalah 223146 jiwa.

4.2.1.2. Kecamatan Klojen

Tabel 4.3 menampilkan data yang dibutuhkan dalam perhitungan jumlah penduduk menggunakan trend eksponensial.

Tabel 4.3 Perhitungan jumlah penduduk kecamatan Klojen

| no | tahun | y_i | t_i | t_i^2 | $\log y_i$ | $t_i \cdot \log y_i$ |
|-------|-------|---------|-------|---------|-------------|----------------------|
| 1 | 2007 | 117500 | -4 | 16 | 5.070037867 | -20.28015147 |
| 2 | 2008 | 126760 | -3 | 9 | 5.102982231 | -15.30894669 |
| 3 | 2009 | 126480 | -2 | 4 | 5.10202179 | -10.20404358 |
| 4 | 2010 | 105907 | -1 | 1 | 5.024924666 | -5.024924666 |
| 5 | 2011 | 119,656 | 0 | 0 | 5.077934481 | 0 |
| 6 | 2012 | 110,700 | 1 | 1 | 5.044147621 | 5.044147621 |
| 7 | 2013 | 107,729 | 2 | 4 | 5.032332629 | 10.06466526 |
| 8 | 2014 | 109,000 | 3 | 9 | 5.037426498 | 15.11227949 |
| 9 | 2015 | 109,386 | 4 | 16 | 5.038961741 | 20.15584697 |
| total | | 1033118 | 0 | 60 | 45.53076952 | -0.44112707 |

Selanjutnya menghitung variable a dan b seperti persamaan (3) pada BAB II.

$$\log P_t = \log \alpha + T \log \beta$$

$$a = \text{antilog} \left[\frac{\sum \log Y}{n} \right]$$

$$a = \text{antilog} \left[\frac{45,53076953}{9} \right]$$

$$a = 114544,54$$

$$b = \text{antilog} \left[\frac{\sum t \cdot \log Y}{\sum t^2} \right]$$

$$b = \text{antilog} \left[\frac{-0,44112707}{60} \right]$$

$$b = 0,9832136$$

Setelah itu nilai hasil perhitungan a dan b dimasukkan dalam persamaan (2) pada BAB II untuk mendapatkan persamaan trend eksponensial

$$P_t = \alpha + \beta^T$$

$$P_t = 114544,54 + 0,9832136^T$$

Untuk meramalkan jumlah penduduk tahun 2020 di kecamatan Klojen maka harus diketahui terlebih dahulu factor T dengan cara

$$T = t_{mendatang} - \bar{t}$$

$$T = 2020 - 2011$$

$$T = 9$$

Sehingga untuk mendapatkan jumlah penduduk di tahun 2020 masukkan nilai T ke dalam persamaan eksponensial yang sudah didapat. P_t adalah jumlah penduduk di tahun ke t.

$$P_{2020} = 114544,54 + 0,9832136^9$$

$$P_{2020} = 98357$$

Jadi jumlah penduduk di kecamatan Klojen pada tahun 2020 adalah 98357 jiwa.

4.2.1.3. Kecamatan Kedungkandang

Tabel 4.4 menampilkan data yang dibutuhkan dalam perhitungan jumlah penduduk menggunakan trend eksponensial.

Tabel 4.4 Perhitungan jumlah penduduk kecamatan Kedungkandang

| no | tahun | y_i | t_i | t_i^2 | $\log y_i$ | $t_i \cdot \log y_i$ |
|----|-------|---------|-------|---------|-------------|----------------------|
| 1 | 2007 | 150,262 | -4 | 16 | 5.176849165 | -20.70739666 |
| 2 | 2008 | 162104 | -3 | 9 | 5.209793731 | -15.62938119 |
| 3 | 2009 | 161746 | -2 | 4 | 5.208833291 | -10.41766658 |
| 4 | 2010 | 174477 | -1 | 1 | 5.241738185 | -5.241738185 |
| 5 | 2011 | 201,922 | 0 | 0 | 5.305183639 | 0 |
| 6 | 2012 | 193,779 | 1 | 1 | 5.28730671 | 5.28730671 |
| 7 | 2013 | 194,071 | 2 | 4 | 5.287960644 | 10.57592129 |

| | | | | | | |
|-------|------|---------|---|----|-------------|-------------|
| 8 | 2014 | 199,506 | 3 | 9 | 5.299955961 | 15.89986788 |
| 9 | 2015 | 202,252 | 4 | 16 | 5.305892825 | 21.2235713 |
| total | | 1640119 | 0 | 60 | 47.32351415 | 0.99048456 |

Selanjutnya menghitung variable a dan b seperti persamaan (3) pada BAB II.

$$\log P_t = \log \alpha + T \log \beta$$

$$a = \text{antilog} \left[\frac{\sum \log Y}{n} \right]$$

$$a = \text{antilog} \left[\frac{47,32351415}{9} \right]$$

$$a = 181204,19$$

$$b = \text{antilog} \left[\frac{\sum t \cdot \log Y}{\sum t^2} \right]$$

$$b = \text{antilog} \left[\frac{0,99048456}{60} \right]$$

$$b = 1,0387429$$

Setelah itu nilai hasil perhitungan a dan b dimasukkan dalam persamaan (2) pada BAB II untuk mendapatkan persamaan trend eksponensial

$$P_t = \alpha + \beta^T$$

$$P_t = 181204,19 + 1,0387429^T$$

Untuk meramalkan jumlah penduduk tahun 2020 di kecamatan Kedungkandang maka harus diketahui terlebih dahulu factor T dengan cara

$$T = t_{\text{mendatang}} - \bar{t}$$

$$T = 2020 - 2011$$

$$T = 9$$

Sehingga untuk mendapatkan jumlah penduduk di tahun 2020 masukkan nilai T ke dalam persamaan eksponensial yang sudah didapat. P_t adalah jumlah penduduk di tahun ke t.

$$P_{2020} = 181204,19 + 1,0387429^9$$

$$P_{2020} = 255118$$

Jadi jumlah penduduk di kecamatan Kedungkandang pada tahun 2020 adalah 255118 jiwa.

4.2.1.4. Kecamatan Sukun

Tabel 4.5 menampilkan data yang dibutuhkan dalam perhitungan jumlah penduduk menggunakan trend eksponensial.

Tabel 4.5 Perhitungan jumlah penduduk kecamatan Sukun

| no | tahun | y_i | t_i | t_i^2 | $\log y_i$ | $t_i \cdot \log y_i$ |
|-------|-------|---------|-------|---------|-------------|----------------------|
| 1 | 2007 | 162094 | -4 | 16 | 5.209766939 | -20.83906776 |
| 2 | 2008 | 174868 | -3 | 9 | 5.242710343 | -15.72813103 |
| 3 | 2009 | 174482 | -2 | 4 | 5.241749902 | -10.4834998 |
| 4 | 2010 | 181531 | -1 | 1 | 5.2589508 | -5.2589508 |
| 5 | 2011 | 203,315 | 0 | 0 | 5.308169421 | 0 |
| 6 | 2012 | 191,255 | 1 | 1 | 5.281612798 | 5.281612798 |
| 7 | 2013 | 193,310 | 2 | 4 | 5.286254321 | 10.57250864 |
| 8 | 2014 | 198,241 | 3 | 9 | 5.29719348 | 15.89158044 |
| 9 | 2015 | 200,720 | 4 | 16 | 5.302590648 | 21.21036259 |
| total | | 1679816 | 0 | 60 | 47.42899865 | 0.64641508 |

Selanjutnya menghitung variable a dan b seperti persamaan (3) pada BAB II.

$$\log P_t = \log \alpha + T \log \beta$$

$$a = \text{antilog} \left[\frac{\sum \log Y}{n} \right]$$

$$a = \text{antilog} \left[\frac{47,42899865}{9} \right]$$

$$a = 186161,02$$

$$b = \text{antilog} \left[\frac{\sum t \cdot \log Y}{\sum t^2} \right]$$

$$b = \text{antilog} \left[\frac{0,64641508}{60} \right]$$

$$b = 1,0251174$$

Setelah itu nilai hasil perhitungan a dan b dimasukkan dalam persamaan (2) pada BAB II untuk mendapatkan persamaan trend eksponensial

$$P_t = \alpha + \beta^T$$

$$P_t = 186161,02 + 1,0251174^T$$

Untuk meramalkan jumlah penduduk tahun 2020 di kecamatan Sukun maka harus diketahui terlebih dahulu factor T dengan cara

$$T = t_{\text{mendatang}} - \bar{t}$$

$$T = 2020 - 2011$$

$$T = 9$$

Sehingga untuk mendapatkan jumlah penduduk di tahun 2020 masukkan nilai T ke dalam persamaan eksponensial yang sudah didapat. P_t adalah jumlah penduduk di tahun ke t.

$$P_{2020} = 186161,02 + 1,0251174^9$$

$$P_{2020} = 232729$$

Jadi jumlah penduduk di kecamatan Sukun pada tahun 2020 adalah 232729 jiwa.

4.2.1.5. Kecamatan Lowokwaru

Tabel 4.6 menampilkan data yang dibutuhkan dalam perhitungan jumlah penduduk menggunakan trend eksponensial.

Tabel 4.6 Perhitungan jumlah penduduk kecamatan Lowokwaru

| no | tahun | y_i | t_i | t_i^2 | $\log y_i$ | $t_i \cdot \log y_i$ |
|-------|-------|---------|-------|---------|-------------|----------------------|
| 1 | 2007 | 168570 | -4 | 16 | 5.226780287 | -20.90712115 |
| 2 | 2008 | 181854 | -3 | 9 | 5.259722858 | -15.77916857 |
| 3 | 2009 | 181452 | -2 | 4 | 5.258762417 | -10.51752483 |
| 4 | 2010 | 186013 | -1 | 1 | 5.269543297 | -5.269543297 |
| 5 | 2011 | 170,765 | 0 | 0 | 5.232398862 | 0 |
| 6 | 2012 | 161,204 | 1 | 1 | 5.207375814 | 5.207375814 |
| 7 | 2013 | 162,591 | 2 | 4 | 5.211096502 | 10.422193 |
| 8 | 2014 | 166,633 | 3 | 9 | 5.221761013 | 15.66528304 |
| 9 | 2015 | 168,179 | 4 | 16 | 5.225771766 | 20.90308706 |
| total | | 1547261 | 0 | 60 | 47.11321282 | -0.27541893 |

Selanjutnya menghitung variable a dan b seperti persamaan (3) pada BAB II.

$$\log P_t = \log \alpha + T \log \beta$$

$$a = \text{antilog} \left[\frac{\sum \log Y}{n} \right]$$

$$a = \text{antilog} \left[\frac{47,11321282}{9} \right]$$

$$a = 171712,31$$

$$b = \text{antilog} \left[\frac{\sum t \cdot \log Y}{\sum t^2} \right]$$

$$b = \text{antilog} \left[\frac{-0,27541893}{60} \right]$$

$$b = 0,9894861$$

Setelah itu nilai hasil perhitungan a dan b dimasukkan dalam persamaan (2) pada BAB II untuk mendapatkan persamaan trend eksponensial

$$P_t = \alpha + \beta^T$$

$$P_t = 171712,31 + 0,9894861^T$$

Untuk meramalkan jumlah penduduk tahun 2020 di kecamatan Lowokwaru maka harus diketahui terlebih dahulu factor T dengan cara

$$T = t_{mendatang} - \bar{t}$$

$$T = 2020 - 2011$$

$$T = 9$$

Sehingga untuk mendapatkan jumlah penduduk di tahun 2020 masukkan nilai T ke dalam persamaan eksponensial yang sudah didapat. P_t adalah jumlah penduduk di tahun ke t.

$$P_{2020} = 171712,31 + 0,9894861^9$$

$$P_{2020} = 156131$$

Jadi jumlah penduduk di kecamatan Lowokwaru pada tahun 2020 adalah 156131 jiwa.

4.2.2 Perhitungan Penduduk Usia Produktif

Usia produktif yang berlaku di Indonesia adalah usia dalam batas 15 tahun-64 tahun (BPS, 2014). Data pada Tabel 4.7 adalah jumlah penduduk berdasarkan kelompok usia dari tahun 2011-2015.

Tabel 4.7 jumlah penduduk berdasarkan kelompok usia

| No | Usia | Jumlah | | | | |
|------------------------------|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| 1 | 0 - 4 TH | 61,351 | 56,672 | 58,298 | 59,418 | 58,962 |
| 2 | 5 - 9 TH | 62,412 | 64,103 | 65,240 | 66,331 | 67,129 |
| 3 | 10 - 14 TH | 60,405 | 79,329 | 81,055 | 69,689 | 69,346 |
| 4 | 15 - 19 TH | 79,300 | 12,983 | 13,134 | 64,876 | 65,710 |
| 5 | 20 - 24 TH | 97,775 | 13,261 | 13,360 | 63,368 | 63,875 |
| 6 | 25 - 29 TH | 76,544 | 103,118 | 100,996 | 69,823 | 69,101 |
| 7 | 30 - 34 TH | 65,882 | 79,875 | 74,553 | 82,417 | 81,918 |
| 8 | 35 - 39 TH | 60,974 | 81,009 | 81,335 | 73,804 | 75,522 |
| 9 | 40 - 44 TH | 57,694 | 70,841 | 69,363 | 67,718 | 67,964 |
| 10 | 45 - 49 TH | 51,291 | 65,692 | 66,224 | 61,888 | 62,541 |
| 11 | 50 - 54 TH | 44,737 | 57,430 | 57,269 | 52,619 | 53,769 |
| 12 | 55 - 59 TH | 33,374 | 49,645 | 50,701 | 44,176 | 45,501 |
| 13 | 60 - 64 TH | 23,098 | 31,361 | 32,798 | 32,089 | 32,900 |
| 14 | > 65 TH | 45,406 | 79,933 | 80,376 | 56,795 | 59,478 |
| Total | | 820,243 | 845,252 | 844,702 | 865,011 | 873,716 |
| Total Usia Produktif | | 590,669 | 565,215 | 559,733 | 612,778 | 618,801 |
| Persen usia produktif | | 72.01% | 66.87% | 66.26% | 70.84% | 70.82% |

Sumber : Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil (2015)

Total dan persen usia produktif pada tabel 4.7 didapatkan dari hasil perhitungan. Total usia produktif didapat dengan menjumlahkan penduduk usia antara 15-64 tahun. Dan persen usia produktif didapat dengan membandingkan total usia produktif dengan total penduduk. Untuk memepermudah definisi tersebut dapat dituliskan dalam Persamaan (4-1).

$$\% \text{ usia produktif} = \frac{\text{Total usia Produktif}}{\text{Total penduduk}} \times 100\% \quad (4-1)$$

Rata-rata persen usia produktif adalah

$$\text{rata - rata \% usia produktif} = \frac{72,01+66,87+66,26+70,84+70,82}{5}$$

$$\text{rata - rata \% usia produktif} = 69,36\%$$

Sehingga dari hasil rata-rata usia produktif dapat disimpulkan bahwa besarnya usia produktif di kota malang adalah 69,36%. Tabel 4.8 menyatakan jumlah usia produktif di kota malang pada tahun 2020 dengan factor pengali usia produktif 69,36%.

Tabel 4.8 Jumlah usia produktif tahun 2020

| No | Kecamatan | Jumlah | |
|----|---------------|--------|----------------|
| | | Total | Usia Produktif |
| 1 | BLIMBING | 219646 | 152351 |
| 2 | KLOJEN | 97032 | 67303 |
| 3 | KEDUNGKANDANG | 251010 | 174105 |
| 4 | SUKUN | 229815 | 159404 |
| 5 | LOWOKWARU | 157622 | 109329 |
| | TOTAL | 955125 | 662492 |

Sumber : Hasil Perhitungan (2015)

4.2.3 Perhitungan Pengguna 4G tahun 2020

Berdasarkan survey penetrasi pengguna internet di Jawa Timur mencapai 32,29% dan 85% diantaranya menggunakan telepon seluler untuk mengakses internet (APJII,2014). Ericson Mobility report juga merilis prediksi pengguna 4G/LTE di Indonesia pada 2020 adalah 40% dari jumlah pengguna internet. Prosentase tersebut menjadi landasan dalam penelitian ini untuk mendapatkan jumlah pelanggan 4G/LTE pada tahun 2020 di Kota Malang. Tabel 4.9 menjelaskan jumlah pengguna setelah dikalikan dengan factor tersebut.

Tabel 4.9 Jumlah Pengguna 4G/LTE tahun 2020

| No | Kecamatan | Jumlah Usia Produktif | Faktor Pengali | | |
|----|-----------|-----------------------|----------------|-------|-------|
| | | | 32,29% | 85% | 40% |
| 1 | BLIMBING | 152351 | 49194 | 41815 | 16726 |
| 2 | KLOJEN | 67303 | 21732 | 18472 | 7389 |

| | | | | | |
|---|---------------|--------|--------|--------|-------|
| 3 | KEDUNGKANDANG | 174105 | 56219 | 47786 | 19114 |
| 4 | SUKUN | 159404 | 51471 | 43751 | 17500 |
| 5 | LOWOKWARU | 109329 | 35302 | 30007 | 12003 |
| | TOTAL | 662492 | 213919 | 181831 | 72732 |

Sumber : Hasil Perhitungan (2015)

Berdasarkan hasil perhitungan jumlah pengguna 4G/LTE pada tahun 2020 di Kota Malang mencapai 72.732 jiwa.

4.3 Perhitungan Jumlah Cell

Sesuai standart perangkat kapasitas yang dapat dilayani terdapat pada tabel 4.10. untuk kolom *bandwidth* menyatakan besarnya *bandwidth* yang dialokasikan untuk jaringan 4G/LTE. Sedangkan kolom *Number of RRC Connected user per cell* menyatakan banyaknya pelanggan yang dapat dilayani dalam satu *cell* untuk alokasi bandwidth tertentu. (Huawei technologies, 2014). Bandwidth yang dialokasikan untuk 4G/LTE di Indonesia adalah 10 MHZ (KOMINFO,2012).

Tabel 4.10 Jumlah pelanggan yang dapat dilayani untuk setiap alokasi bandwidth

| Bandwidth | <i>Number of RRC Connected user per cell</i> |
|----------------------|--|
| 1,4 MHz | 168 |
| 3 MHz | 360 |
| 5 MHz | 600 |
| 10 MHz/15 MHz/20 MHz | 1200 |

Sumber : Huawei Technologies (2014)

Tabel 4.11 Jumlah cell dan eNodeB yang dibutuhkan

| No | Kecamatan | Jumlah Pengguna 4G/LTE | Jumlah Cell | Jumlah eNodeB |
|----|---------------|------------------------|-------------|---------------|
| 1 | BLIMBING | 16726 | 14 | 5 |
| 2 | KLOJEN | 7389 | 6 | 2 |
| 3 | KEDUNGKANDANG | 19114 | 16 | 5 |
| 4 | SUKUN | 17500 | 15 | 5 |
| 5 | LOWOKWARU | 12003 | 10 | 3 |
| | TOTAL | 72732 | 61 | 20 |

Sumber : Hasil Perhitungan (2015)

4.4 Perhitungan Jumlah eNodeB

Maksimum aktif user yang dapat dilayani oleh sebuah eNodeB (typeDBS3900) adalah sebanyak 10.800 user. Maksimum konfigurasi eNodeB terdiri dari 3 buah LBBP. Dalam

perencanaan ini menggunakan konfigurasi minimum hanya menggunakan sebuah LBBP maksimum hanya dapat melayani 3600 user.

Dalam tabel 4.11 sudah dilakukan perhitungan jumlah cell pada setiap kecamatan. Konfigurasi antenna yang digunakan adalah antenna sektoral 120 maka, sebuah eNodeB mampu melayani 3 cell. Sebagai contoh perhitungan EnodeB dalam tabel 4.11 dijelaskan bahwa kecamatan Blimbing membutuhkan 14 cell. Karena satu eNodeB mampu melayani 3 cell jadi, di Kecamatan blimbing membutuhkan,

$$\text{jumlah eNodeB} = \frac{\text{jumlah cel}}{3}$$

$$\text{jumlah eNodeB} = \frac{14}{3}$$

$$\text{jumlah eNodeB} = 4,6667$$

Hasil dibulatkan, sehingga jumlah eNodeB yang dibutuhkan di kecamatan Blimbing adalah 5 buah.

4.5 Coverage Area

Perhitungan Coverage Area bertujuan untuk mengetahui luas wilayah pelayanan untuk sebuah eNodeB. Perhitungan coverage area ini meliputi tiga tahap yaitu perhitungan link budget dan path loss, perhitungan radius cell, dan perhitungan coverage area.

4.5.1. Link budget dan Path Loss

Perhitungan Link budget dan path loss ini dilakukan pada sisi Uplink dan Downlink. Dimana sisi Uplink saat User menjadi Transmitter dan eNodeB menjadi Receiver, sedangkan sisi Downlink sebaliknya User menjadi receiver dan eNodeB menjadi transmitter. Data rate Uplink pada link budget ini adalah 64 (kbps) dimana ini adalah data rate tercepat pada WCDMA dan data rate untuk Downlink adalah 1024 (kbps) dimana ini adalah data rate tercepat untuk jaringan LTE.

Tabel 4.12 Uplink link budget

| | |
|-----------------------|------|
| Transmitter – User | |
| Max tx power (dBm) | 23.0 |
| Tx antenna gain (dBi) | 0.0 |
| Body loss (dB) | 0.0 |
| EIRP | 23.0 |

| | |
|--------------------------|--------|
| Receiver - eNodeB | |
| eNodeB noise figure (dB) | 2.0 |
| Thermal noise (dB) | -118.4 |
| Receiver noise (dBm) | -116.4 |
| SINR | -7.0 |
| Receiver sensitivity | -123.4 |
| Interference margin (dB) | 1.0 |
| Rx Antenna gain (dBi) | 18.0 |
| | |

Sumber : Holma Harry, 2009

Tabel 4.13 Downlink link budget

| | |
|------------------------------|--------|
| Transmitter – eNodeB | |
| Max tx power (dBm) | 46.0 |
| Tx antenna gain (dBi) | 18.0 |
| Body loss (dB) | 2.0 |
| EIRP | 62.0 |
| Receiver - User | |
| User noise figure (dB) | 7.0 |
| Thermal noise (dB) | -104.5 |
| Receiver noise floor (dBm) | -97.5 |
| SINR | -9.0 |
| Receiver sensitivity | -106.5 |
| Interference margin (dB) | 4.0 |
| Control channel overhead (%) | 20.0 |
| | |

Untuk menentukan coverage area, langkah-langkah yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut:

A. Menentukan SINR

Untuk menentukan SINR dibutuhkan nilai Thermal Noise yang besarnya dapat dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$N_T = 10 \log_{10}(kT\Delta f)$$

Dimana :

$$k = \text{Konstanta Boltzmann } 1,38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$$

$$T = 300 \text{ K}$$

$$\Delta f = \text{Bandwidth } 5 \text{ kHz}$$

Sehingga,

$$N_T = 10 \log_{10}(1,38 \times 10^{-23} \times 300 \times 5)$$

$$N_T = -104,28 \text{ dBm} = 3,72 \times 10^{-24}$$

Besarnya SINR dapat dihitung berdasarkan persamaan

$$SINR = \frac{MHA \text{Gain} \times Tx \text{Power}}{N_T + \text{Interference}}$$

Dimana,

MHA gain dan TxPower dapat diketahui di **tabel**

Diasumsikan interference sebesar 4 dB

$$SINR (UL) = \frac{2 \times 24}{-0,10428 + (4)}$$

$$SINR (UL) = -8 \text{ dB}$$

$$SINR (UL) = \frac{2 \times 24}{-0,10428 + (4)}$$

$$SINR (UL) = 13,98 \text{ dB}$$

B. Menentukan Path Loss

Persamaan dasar untuk menentukan besarnya Path loss adalah

$$L = P_t + G_t - L_b - SINR + P_r - L_r - N_r$$

Menggunakan parameter yang sudah ditentukan pada [tabel](#)

$$L_{UL} = 144,28 \text{ dB}$$

$$L_{DL} = 149,8 \text{ dB}$$

C. Menentukan Cell Radius

Pada perencanaan ini dimana jaringan 4G berada pada frekuensi operasi 1800 MHz maka digunakan rumus cell radius okumura-hatta karena memiliki range frekuensi yang lebar dan sprsfikasinya memenuhi range frekuensi operasi 4G. karena kota malang dikategorikan sebagai daerah suburban sehingga akan digunakan rumus cell radius untuk daerah suburban.

[Downlink](#)

$$L_{urban} = C_1 + C_2 \log(f) - 13,82 \log(h_{BTS}) - a(h_{ms}) + [44,9 - 6,55 \log(h_{BTS})] \log(r) - 2 [\log\left(\frac{f}{28}\right)]^2 - 5,4$$

Dimana :

$$h_{BTS} = 30 \text{ m}$$

$$h_{ms} = 1,5 \text{ m}$$

$$a(h_{ms}) = [11 \log(f) - 0,7] \times h_{ms} - [1,56 \log(f) - 0,8]$$

$$a(h_{ms}) = [11 \log(1800) - 0,7] \times 1,5 - [1,56 \log(1800) - 0,8]$$

$$a(h_{ms}) = 52,66199 - 4,27822$$

$$a(h_{ms}) = 48,38376$$

Sehingga,

$$144,28 = 46,3 + 33,9 \log(1800) - 13,82 \log(30) - 48,38376 +$$

$$[44,9 - 6,55 \log(30)] \log(r) - 2 \left[\log\left(\frac{1800}{28}\right)\right]^2 - 5,4$$

$$144,28 = 46,3 + 110,3537 - 20,41381 - 48,38376 +$$

$$[35,2248] \log(r) - 6,5385 - 5,4$$

$$144,8 = 75,9176 + [35,2248] \log(r)$$

$$[35,2248] \log(r) = 68,8824$$

$$\log(r) = \frac{21,0236}{35,2248}$$

$$\log(r) = 1$$

$$r = 3,95$$

$$144,28 = 46,3 + 109,5985 - 20,41381 - 1,045 + [35,2248] \log(r) - 6,3784 - 5,4 \quad 103.2201$$

$$149,8 = 46,3 + 110,230 - 20,41381 - 1,045 + [35,2248] \log(r) - 6,5122 - 5,4 \quad 103.717$$

D. Menentukan Coverage Area

Pada perencanaan ini dimana jaringan 4G berada pada frekuensi operasi 1800 MHz maka digunakan rumus cell radius okumura-hatta karena memiliki range frekuensi yang lebar dan sprsifikasinya memenuhi range frekuensi operasi 4G. karena kota malang dikategorikan sebagai daerah suburban sehingga akan digunakan rumus cell radius untuk daerah suburban.

Untuk GSM1800 (DCS) alokasi frekuensi uplink-nya dari 1710 MHz-1785 MHz sedangkan downlink dari 1805 MHz sampai 1880 MHz

4.6 Pemilihan Lokasi eNodeB

4.7 Pada Kota Bogor, dibutuhkan 29 eNodeB/site untuk dapat mencakup keseluruhan wilayah yang mempunyai luas 118.25 km²

4.8 2. PCI memiliki fungsi untuk memberikan identitas yang berupa angka pada setiap site sehingga meminimalisir kemungkinan interferensi antar site.