

**PERENCANAAN JARINGAN *LONG TERM EVOLUTION* (LTE) DI  
KOTA MADIUN PADA FREKUENSI 2600 MHz**

**SKRIPSI**

**TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI TEKNIK TELEKOMUNIKASI**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**GALOH UTOMO**  
**NIM. 135060301111047**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**MALANG**  
**2018**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PERENCANAAN JARINGAN *LONG TERM EVOLUTION* (LTE) DI  
KOTA MADIUN PADA FREKUENSI 2600 MHz**

**SKRIPSI**

**TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI TEKNIK TELEKOMUNIKASI**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**Galoh Utomo**  
NIM. 135060301111047

**Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing pada tanggal 8  
Januari 2018**

**Dosen Pembimbing I**

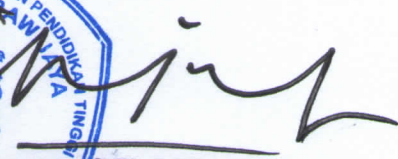
**Dosen Pembimbing II**

**Ir. Wahyu Adi Priyono, M.T.**  
NIP. 19600518 198802 1 001

**Primatar Kuswiradyo, S.T., M.T.**  
NIP. 19830402 201504 1 001

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Elektro**



  
**Ir. Hadi Suyono, S.T., M.T., Ph.D., IPM.**  
NIP. 19730520 200801 1 013

JUDUL SKRIPSI:

PERENCANAAN JARINGAN *LONG TERM EVOLUTION* (LTE) DI KOTA MADIUN  
PADA FREKUENSI 2600 MHz

Nama Mahasiswa : Galoh Utomo  
NIM : 135060301111047  
Program Studi : Teknik Elektro  
Konsentrasi : Teknik Telekomunikasi

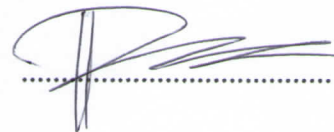
KOMISI PEMBIMBING:

Ketua : Ir. Wahyu Adi Prijono, M.T.



.....

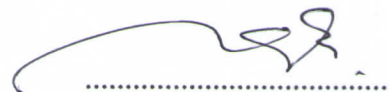
Anggota : Primatar Kuswiradyo, S.T.,M.T.



.....

TIM DOSEN PENGUJI:

Dosen Penguji I : Ir. Sigit Kusmaryanto, M.Eng.



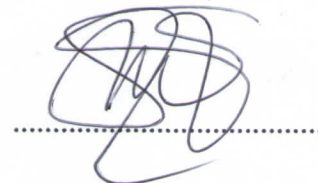
.....

Dosen Penguji II : Dwi Fadila Kurniawan, S.T.,M.T.



.....

Dosen Penguji III : Sapriesty Nainy Sari, S.T.,M.T.



.....

Tanggal Ujian : 8 Januari 2018

SK Penguji : 17 /UN10.F07/ SK/ 2018

## **PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI**

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 8 Januari 2018

**Mahasiswa,**

**GALOH UTOMO**

**NIM. 135060301111047**

## **RIWAYAT HIDUP**

Galoh Utomo, Ponorogo, 4 Oktober 1994 anak dari ayah Rusdarminto dan Ibu Sisri, SD sampai SMA di kabupaten Ponorogo lulus SMA tahun 2013, lulus program sarjana Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya tahun 2018.

Malang, 8 Januari 2018

Galoh Utomo

*Teriring Ucapan Terima Kasih kepada:  
Ayahanda dan Ibunda tercinta*

## RINGKASAN

**Galoh Utomo**, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, 8 Januari 2018, *Perencanaan Jaringan Long Term Evolution (LTE) Di Kota Madiun Pada Frekuensi 2600 MHz*, Dosen Pembimbing: Ir. Wahyu Adi Prijono, M.T. dan Primatar Kuswiradyo, S.T.,M.T.

*Long Term Evolution (LTE)* merupakan pengembangan dari teknologi sebelumnya yaitu UMTS (3G) dan HSPA (3,5G). Teknologi *Long Term Evolution (LTE)* merupakan suatu jawaban dari masalah untuk meningkatkan kualitas pelayanan kepada pelanggan atau user.

Pada perencanaan ini dilakukan untuk mengetahui jumlah pengguna LTE pada tahun 2021 dan eNodeB yang dibutuhkan untuk layanan jaringan *Long Term Evolution (LTE)* di Kota Madiun. Dengan adanya IPTV yang memungkinkan berkurangnya pelanggan Indovision di Indonesia maka frekuensi 2600 MHz sangat berpeluang dijadikan tambahan frekuensi untuk implemmentasi LTE, perencanaan ini di alokasikan untuk Kota Madiun menggunakan perencanaan *coverage* dan perencanaan *capacity* dengan menggunakan perhitungan teori maupun dengan menggunakan *software* Atoll.

Dari hasil prediksi perhitungan dengan model geometrik maka diperoleh jumlah penduduk Kota Madiun pada tahun 2021 adalah 180.770 jiwa. Untuk hasil perhitungan prediksi pelanggan LTE pada tahun 2021 diperoleh 33.330 pelanggan. Pada perhitungan berdasarkan teori pendekatan *coverage* dihasilkan 13 eNodeB. Pada perhitungan berdasarkan teori pendekatan kapasitas menghasilkan 7 eNodeB untuk melayani 33.330 pelanggan LTE, pada tahun 2021 di Kota Madiun dengan frekuensi 2600 MHz. Dari hasil simulasi pada *software* Atoll dihasilkan 15 eNodeB untuk melayani area Kota Madiun, lebih banyak 2 eNodeB dibandingkan hasil perhitungan yang diperoleh yaitu 13 eNodeB dikarenakan untuk mengurangi *blank spot area*. Untuk nilai *best signal level* rata-rata diperoleh sebesar -60,64 dBm. *Signal level* yang dikategorikan baik adalah >-90 dBm yang mampu mencakup daerah seluas 106,09 km<sup>2</sup>. Hasil simulasi Atoll menunjukkan nilai rata-rata RSRP yang diperoleh pada keseluruhan area Kota Madiun adalah -89,77 dBm dikategorikan normal. Dengan hasil nilai RSRP cakupan terluas yaitu -98 dBm dengan luas 2,175 Km<sup>2</sup>. Pada perhitungan simulasi *throughput*, menghasilkan nilai rata-rata sebesar 16 Mbps.

Kata kunci : LTE, 2600 MHz, *signal level*, RSRP dan *throughput*.

## SUMMARY

**Galoh Utomo**, Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering University of Brawijaya, November 2017, Planning of Long Term Evolution (LTE) Networks In Madiun Town At Frequency 2600 MHz, Academic Supervisor: Ir. Wahyu Adi Prijono, M.T. dan Primatar Kuswiradyo, S.T.,M.T.

*LTE (Long Term Evolution) is a development of previous technology ie UMTS (3G) and HSPA (3.5G). Long Term Evolution (LTE) technology is an answer to the problem to improve the quality of service to customers or users.*

*This planning is to find out the number of LTE users in 2021 and eNodeB required for Long Term Evolution ((LTE) network service in Madiun City. With the existence of IPTV which enables the reduction of Indovision customers in Indonesia, the 2600 MHz frequency is very likely to be an additional frequency for LTE implementation, this planning is allocated to Madiun City using coverage planning and capacity planning by using theoretical calculations and by using Atoll software.*

*From the result of prediction calculation with geometric model then obtained population of Madiun City in year 2021 is 180.770 soul. For the calculation of LTE customer predictions in 2021 obtained 33.330 customers. In the calculation based on the theory of coverage approach produced 13 eNodeB. In the calculation based on the theory of capacity approach yields 7 eNodeB to serve 33.330 LTE customers, in 2021 in Madiun City with a frequency of 2600 MHz. From the simulation result on Atoll software 15 eNodeB to serve the area of City of Madiun, more 2 eNodeB compared to result obtained 13 eNodeB because to reduce the blank spot area. For best signal the average value is obtained at -60.64 dBm. Good categorized level signals are > -90 dBm that can cover an area of 106.09 km<sup>2</sup>. The Atoll simulation results show that the average RSRP value obtained in the whole area of Madiun City is -89.77 dBm categorized as normal. With the RSRP coverage value of the widest coverage of -98 dBm with an area of 2.175 km<sup>2</sup>. In the calculation of throughput simulation, yield an average value of 16 Mbps.*

*Keywords: LTE, 2600 MHz, signal level, RSRP and throughput.*



## KATA PENGANTAR

Segenap puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya. Alhamdulillah, penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “PERENCANAAN JARINGAN *LONG TERM EVOLUTION* (LTE) DI KOTA MADIUN PADA FREKUENSI 2600 MHz” yang diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik. Tidak lupa pula shalawat serta salam selalu penulis sampaikan kepada junjungan besar Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita menuju ke jalan yang terang.

Penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah membantu dan mendukung dalam penyelesaian skripsi ini, yaitu :

1. Keluargaku tercinta, Ayahanda Rusdarminto, Ibunda Sisri dan Kakak Mei Eka Damayanti dan seluruh keluarga besar yang selalu memberikan doa, bimbingan, kasih sayang, dukungan dan kepercayaan yang tiada akhir hingga hari ini.
2. Bapak Ir. Wahyu Adi Prijono, M.T. dan bapak Primatar Kuswiradyo, S.T.,M.T. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan banyak waktu, arahan, dukungan serta kesabaran dalam memberikan bimbingan kepada penulis.
3. Bapak Ir. Hadi Suyono, S.T.,M.T., Ph.D.,IPM. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.
4. Ibu Ir. Nurus'saadah, M.T selaku sekretaris Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang dan selaku dosen penasehat akademik. Yang telah banyak memberikan nasihat-nasihat dalam hal akademik.
5. Bapak Ali Mustofa, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya yang telah banyak memberikan pengarahan dalam hal akademik dan penulisan skripsi.
6. Ibu Rusmi Ambarwati, ST., MT. sebagai ketua kelompok Dosen Keahlian Telekomunikasi Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
7. Bapak dan Ibu dosen serta segenap staf dan karyawan Jurusan Teknik Elektro.
8. Teman-teman yang terbaik Lukman, Dandhi, Adrian, Habib, Arif, keluarga RisTIE dan keluarga besar Spectrum 13 terutama comunication 13 terima kasih atas kasih sayang, persahabatan, semangat, dan untuk segalanya.
9. Teman – teman kelas E seperjuangan Muzhan, Alfian, Andang, Faris, dan yang lainnya.
10. Teman – teman SMA yang kuliah di Malang Sandi, Dimas, Lutfi, Dinar, Tika dan seluruh teman-teman seperjuangan dari Kabupaten Ponorogo.
11. Dan untuk semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis menyadari adanya kekurangan dan ketidak sempurnaan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk kelengkapan dan kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi rekan-rekan mahasiswa.

Malang, 8 Januari 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

|   |     |
|---|-----|
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....                                 | i   |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                                     | iii |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                                   | vii |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                                  | ix  |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....                                | xi  |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....                              | 1   |
| 1.1 Latar Belakang .....                                    | 1   |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                                   | 2   |
| 1.3 Batasan Masalah .....                                   | 2   |
| 1.4 Tujuan .....  | 3   |
| 1.5 Manfaat Penelitian .....                                | 3   |
| 1.6 Sitematika Penulisan .....                              | 3   |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....                        | 5   |
| 2.1 Teknologi <i>Long Term Evolution</i> (LTE) .....        | 5   |
| 2.2 Generasi 4G .....                                       | 6   |
| 2.3 Konfigurasi Jaringan LTE .....                          | 7   |
| 2.4 Arsitektur LTE dalam Sistem Komunikasi Seluler .....    | 8   |
| 2.5 Rekomendasi Frekuensi LTE di Indonesia .....            | 10  |
| 2.6 <i>Coverage Dimensioning</i> .....                      | 10  |
| 2.6.1 <i>Link Budget</i> .....                              | 10  |
| 2.6.2 Perhitungan Jari-Jari sel .....                       | 11  |
| 2.6.3 Perhitungan Luas Sel .....                            | 11  |
| 2.6.4 Perhitungan Jumlah <i>Site</i> .....                  | 11  |
| 2.7 Prediksi Jumlah Pengguna LTE .....                      | 12  |
| 2.7.1 Metode Prediksi Jumlah Penduduk .....                 | 12  |
| 2.7.2 Mencari Usia Produktif .....                          | 14  |
| 2.8 <i>Capacity Dimensioning</i> .....                      | 14  |
| 2.8.1 Trafik dan Model Layanan .....                        | 14  |
| 2.8.2 Kapasitas Sel <i>Downlink</i> dan <i>Uplink</i> ..... | 16  |

|                |  |           |
|----------------|--|-----------|
| 2.8.3          | Perhitungan Jumlah <i>Site</i> .....                             | 17        |
| 2.9            | Frekuensi Reuse .....  | 18        |
| 2.10           | Morfologi Area.....  | 18        |
| 2.11           | <i>Software Atoll</i> .....                                      | 19        |
| <b>BAB III</b> | <b>METODE PENELITIAN</b> .....                                   | <b>21</b> |
| 3.1            | Umum .....   | 21        |
| 3.2            | Pengambilan Data .....   | 22        |
| 3.2.1          | Pengambilan Data Primer.....                                     | 22        |
| 3.2.2          | Pengambilan Data Sekunder.....                                   | 22        |
| 3.3            | Prediksi Pengguna LTE pada tahun 2021.....                       | 23        |
| 3.4            | Perencanaan Awal .....   | 24        |
| 3.4.1          | <i>Coverage Dimensioning</i> .....                               | 24        |
| 3.4.2          | <i>Capacity Dimensioning</i> .....                               | 25        |
| 3.5            | Perbandingan Jumlah eNodeB.....                                  | 26        |
| 3.6            | Simulasi dan prediksi pada <i>Software Atoll</i> .....           | 26        |
| 3.7            | Analisa Hasil .....  | 26        |
| <b>BAB IV</b>  | <b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....                                | <b>27</b> |
| 4.1            | Kota Madiun .....  | 27        |
| 4.1.1          | Geografis .....  | 27        |
| 4.1.2          | Penduduk .....   | 27        |
| 4.2            | Prediksi Jumlah Penduduk Kota Madiun Tahun 2021 .....            | 28        |
| 4.2.1          | Prediksi Penduduk Setiap Kecamatan .....                         | 28        |
| 4.2.1.1        | Kecamatan Manguharjo.....  | 28        |
| 4.2.1.2        | Kecamatan Taman .....  | 29        |
| 4.2.1.3        | Kecamatan Kartoharjo.....  | 30        |
| 4.2.2          | Perhitungan Penduduk Usia Produktif .....                        | 31        |
| 4.2.3          | Perhitungan Pengguna LTE tahun 2021 .....                        | 33        |
| 4.3            | <i>Coverage Dimensioning</i> .....                               | 33        |
| 4.3.1          | <i>Radio Link Budget</i> .....                                   | 34        |
| 4.3.2          | Perhitungan Jari-Jari Sel.....                                   | 38        |
| 4.3.3          | Perhitungan Jumlah <i>Site</i> Berdasarkan <i>Coverage</i> ..... | 39        |
| 4.4            | <i>Capacity Dimensioning</i> .....                               | 39        |

|   |   |    |
|---|---|----|
| 4.4.1                                   | Trafik dan Model Layanan .....  | 39 |
| 4.4.2                                   | Kapasitas Sel .....   | 41 |
| 4.4.3                                   | Perhitungan Jumlah eNodeB Berdasarkan <i>Capacity</i> .....             | 42 |
| 4.5                                     | Perencanaan Lokasi eNodeB .....   | 43 |
| 4.6                                     | Hasil Dan Analisis Perencanaan Lokasi eNodeB Dengan Software Atoll..... | 44 |
| 4.6.1                                   | Pemetaan eNodeB Pada <i>Software Atoll</i> .....                        | 44 |
| 4.6.2                                   | Frekuensi <i>Reuse</i> .....  | 46 |
| 4.6.3                                   | Distribusi Level Daya Terima .....                                      | 47 |
| 4.6.4                                   | Distribusi <i>Reference Signal Receiver Power (RSRP)</i> .....          | 48 |
| 4.6.5                                   | Distribusi <i>Throughput</i> .....                                      | 49 |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> ..... |   | 51 |
| 5.1                                     | Kesimpulan.....   | 51 |
| 5.2                                     | Saran .....   | 51 |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....             |   | 53 |
| <b>LAMPIRAN</b> .....                   |   | 55 |



## DAFTAR TABEL

| No.        | Judul  | Halaman |
|------------|--|---------|
| Tabel 2.1  | <i>Link budget</i> LTE.....  | 11      |
| Tabel 2.2  | Efek pertumbuhan penduduk terhadap variasi tanda $\beta_1$ dan $\beta_2$ ..... | 13      |
| Tabel 2.3  | Parameter model layanan LTE .....  | 15      |
| Tabel 2.4  | Parameter model trafik LTE.....  | 15      |
| Tabel 2.5  | <i>Peak to Average Ratio</i> .....   | 16      |
| Tabel 2.6  | Parameter skema mapper modulasi dan SINR .....                                 | 16      |
| Tabel 2.7  | <i>Radio overhead</i> .....  | 17      |
| Tabel 3.1  | Data dan sumber yang digunakan dalam penelitian .....                          | 22      |
| Tabel 4.1  | Data Penduduk Kota Madiun .....  | 27      |
| Tabel 4.2  | Hasil Perhitungan Jumlah Penduduk Kota Madiun pada Tahun 2021 .....            | 28      |
| Tabel 4.3  | Perhitungan Jumlah Penduduk Kecamatan Manguharjo.....                          | 28      |
| Tabel 4.4  | Perhitungan Jumlah Penduduk Kecamatan Taman .....                              | 29      |
| Tabel 4.5  | Perhitungan Jumlah Penduduk Kecamatan Kartoharjo.....                          | 30      |
| Tabel 4.6  | Jumlah Penduduk Berdasarkan Kelompok Usia .....                                | 32      |
| Tabel 4.7  | Jumlah Pengguna LTE Tahun 2021 .....   | 33      |
| Tabel 4.8  | <i>Uplink link budget</i> .....  | 34      |
| Tabel 4.9  | Keterangan <i>uplink link budget</i> .....                                     | 35      |
| Tabel 4.10 | <i>Downlink link budget</i> .....  | 36      |
| Tabel 4.11 | Keterangan <i>Downlink link budget</i> .....                                   | 37      |
| Tabel 4.12 | Jumlah kebutuhan eNodeB berdasarkan <i>coverage</i> .....                      | 39      |
| Tabel 4.13 | <i>Throughput per session</i> setiap layanan.....                              | 39      |
| Tabel 4.14 | <i>Single service throughput</i> dan <i>single user throughput</i> .....       | 40      |
| Tabel 4.15 | <i>Network throughput</i> tiap kecamatan.....                                  | 41      |
| Tabel 4.16 | <i>Throughput per cell downlink</i> dan <i>uplink</i> .....                    | 42      |
| Tabel 4.17 | Jumlah eNodeB setiap kecamatan .....   | 43      |
| Tabel 4.18 | Jumlah eNodeB berdasarkan <i>coverage</i> dan <i>capacity</i> .....            | 44      |
| Tabel 4.19 | Rekomendasi koordinat lokasi <i>site</i> di Kota Madiun.....                   | 45      |

Tabel 4.20 Nilai *Performance Indicators* RSRP ..... 48



## DAFTAR GAMBAR

| No.        | Judul  | Halaman |
|------------|--|---------|
| Gambar 2.1 | Arsitektur Jaringan <i>Long Term Evolution</i> secara keseluruhan .....      | 8       |
| Gambar 2.2 | Arsitektur jaringan LTE.....   | 8       |
| Gambar 3.1 | <i>Diagram Alir</i> metode perencanaan.....                                  | 21      |
| Gambar 3.2 | Proses prediksi jumlah pengguna LTE pada tahun 2021.....                     | 23      |
| Gambar 3.3 | Proses perhitungan metode <i>coverage dimensioning</i> .....                 | 24      |
| Gambar 3.4 | Proses perhitungan metode <i>capacity dimensioning</i> .....                 | 25      |
| Gambar 4.1 | Rekomendasi Letak eNodeB di Kota Madiun .....                                | 45      |
| Gambar 4.2 | Rekomendasi Letak eNodeB Beserta <i>Coverage</i> area di Kota Madiun.....    | 46      |
| Gambar 4.3 | Rencana frekuensi reuse yang digunakan.....                                  | 46      |
| Gambar 4.4 | Prediksi <i>signal level</i> pada <i>software</i> Atoll di Kota Madiun ..... | 47      |
| Gambar 4.5 | Histogram <i>signal level</i> di Kota Madiun.....                            | 47      |
| Gambar 4.6 | Histogram distribusi nilai RSRP terhadap luas cakupannya .....               | 48      |
| Gambar 4.7 | Histogram distribusi <i>throughput</i> .....                                 | 49      |



## DAFTAR LAMPIRAN

| No.        | Judul  | Halaman |
|------------|--|---------|
| Lampiran 1 | Perangkat Pendukung Band 38 Frekuensi 2600 MHz di Indonesia..... | 55      |

