

**ANALISIS INTERFERENSI TV DIGITAL TERHADAP *LONG TERM EVOLUTION* (LTE) PADA FREKUENSI 700 MHZ** 

**SKRIPSI**



Oleh:

**MUHAMAD TRIYONO**

**1203025009**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA  
JAKARTA  
2017**

**ANALISIS INTERFERENSI TV DIGITAL TERHADAP *LONG  
TERM EVOLUTION* (LTE) PADA FREKUENSI 700 MHZ**

**SKRIPSI**

Disusun untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Sarjana Teknik Elektro



Oleh:

**MUHAMAD TRIYONO**

**1203025009**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA  
JAKARTA  
2017**

## PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Muhamad Triyono

NIM : 1203025009

Judul Skripsi : “ANALISIS INTERFERENSI TV DIGITAL  
TERHADAP *LONG TERM EVOLUTION* (LTE)  
PADA FREKUENSI 700 MHZ”

Menyatakan bahwa, skripsi ini merupakan karya saya sendiri (ASLI) dan isi skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademis di suatu institusi pendidikan tinggi manapun, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan/atau diterbitkan oleh orang lain, KECUALI yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Segala sesuatu yang terkait dengan naskah dan karya yang telah dibuat adalah menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Jakarta, 30 Januari 2017



Muhamad Triyono

**Halaman Persetujuan**

**ANALISIS INTERFERENSI TV DIGITAL TERHADAP *LONG  
TERM EVOLUTION* (LTE) PADA FREKUENSI 700 MHZ**

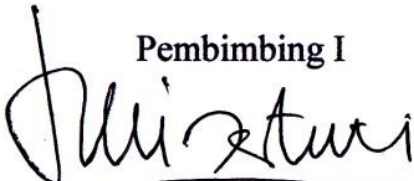
**SKRIPSI**

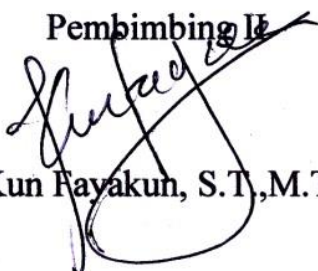
**Dibuat untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Sarjana  
Teknik Elektro**

Oleh:

**Muhamad Triyono  
1203025009**

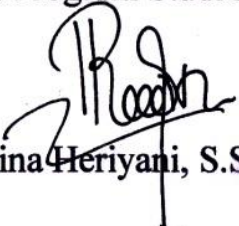
**Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan ke Sidang Ujian Skripsi  
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik UHAMKA  
Tanggal 30 Januari 2017**

**Pembimbing I**  
  
**(Dwi Astuti Cahyasiwi, S.T.,M.T)**

**Pembimbing II**  
  
**(Kun Fayakun, S.T.,M.T)**

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi Elektro**

  
**(Oktarina Heriyani, S.Si.,M.T)**

**Halaman Pengesahan**

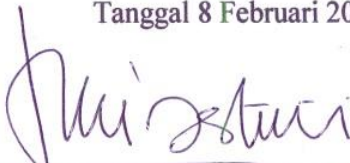
**ANALISIS INTERFERENSI TV DIGITAL TERHADAP *LONG TERM EVOLUTION* (LTE) PADA FREKUENSI 700 MHZ**

**SKRIPSI**

Oleh:

Muhamad Triyono  
1203025009

Telah diujikan pada Sidang Ujian Skripsi dan dinyatakan lulus di Fakultas Teknik  
Program Studi Teknik Elektro Telekomunikasi Universitas Muhammadiyah  
Prof. DR. Hamka  
Tanggal 8 Februari 2017

Pembimbing I :   
(Dwi Astuti Cahyasiwi, ST., MT)

Pembimbing II :

  
(Kun Hayakun, ST., MT)

Penguji I :   
(M. Mujirudin, ST., MT)


Penguji II :

  
(Emilia Roza, ST., M.Pd., MT)

Mengesahkan,

Dekan,

Fakultas Teknik UHAMKA

  
(M. Mujirudin, ST., MT)  


Mengetahui,

Ketua Program Studi,

Teknik Elektro

  
(Oktarina Heriyani, S.Si., MT)

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* Tuhan Semesta Alam yang sudah melimpahkan segala rahmat dan karunia serta nikmat-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul : **“ANALISIS INTERFERENSI TV DIGITAL TERHADAP *LONG TERM EVOLUTION* (LTE) PADA FREKUENSI 700 MHZ”**.

Skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mendapat gelar sarjana pada Jurusan Teknik Elektro Telekomunikasi Strata Satu (S1). Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan, hal ini dikarenakan kemampuan penulis yang masih belum mencukupi.

Skripsi ini tidak mungkin dapat diselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, dengan segala kerendahan hati penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang turut membantu, khususnya :

1. Ibu dan Ayah tercinta yang selalu memberikan dukungan moril baik doa maupun kasih sayangnya.
2. Ibu Dwi Astuti Cahyasiwi, S.T.,M.T dan Bapak Kun Fayakun, S.T.,M.T selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan serta masukan-masukan dalam pengerjaan skripsi ini.
3. Bapak Mujirudin, S.T.,M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka dan Ibu Oktarina Heriyani, S.Si.,M.T selaku Ka. Prodi jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Prof.

Dr. Hamka yang telah membantu memberikan wawasan untuk menyelesaikan skripsi ini.

4. Bapak dan Ibu dosen Fakultas Teknik yang sudah memberikan banyak ilmu pengetahuan selama perkuliahan.
5. Seluruh KMFT UHAMKA yang sudah menanamkan pendidikan budi pekerti Teknik dari awal perkuliahan hingga akhir.
6. Teman-teman elektro angkatan 2012 khususnya yang sudah menjadi bagian hidup selama perkuliahan beserta pengurus BEM FT periode 2014-2015.
7. Terkasih Andinovita Pandansari yang selalu menjadi penyemangat dalam menjalani hari-hari selama penulisan skripsi ini.

Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak dan semoga amal baik yang telah diberikan kepada penulis mendapatkan balasan dari Allah *Subhanahu Wa Ta'ala*. Amiin.

Jakarta, 30 Januari 2017

Penulis

## ABSTRAK

*Long Term Evolution* (LTE) merupakan teknologi telekomunikasi paling baru saat ini yang bekerja pada rentang frekuensi mulai dari FDD (*Frequency Division Duplex*) LTE 850 MHz, FDD LTE 900 MHz, FDD LTE 1.800 MHz, dan TDD (*Time Division Duplex*) LTE 2.300 MHz. LTE juga bisa memanfaatkan spektrum 700 MHz yang akan dikosongkan oleh pemerintah terkait rencana digitalisasi penyiaran televisi di Indonesia. Koeksistensi TV Digital dan LTE pada frekuensi 700 MHz memerlukan studi yang menyeluruh, karena adanya potensi interferensi *adjacent channel* antara kedua sistem tersebut. Penelitian bertujuan untuk melihat pengaruh interferensi transmiter TV Digital terhadap penerima LTE melalui simulasi SEAMCAT. Melalui hasil simulasi dapat dilihat bahwa, nilai probabilitas interferensi yang didapatkan pada jarak terdekat antara pengganggu dengan yang terganggu 0.24 km dan jarak antara pemancar dengan penerima terganggu 0.5 km adalah sebesar 47.92 %. Sedangkan pada jarak terjauh untuk pengganggu dengan yang terganggu 1.1 km dan jarak antara pemancar dengan penerima terganggu 2.7 km, didapatkan nilai probabilitas interferensi sebesar 48.23 %. Jarak terjauh pemancar dengan penerima terganggu 2.7 km dan jarak pengganggu terjauh 1.1 km menghasilkan C/I 10.91 dB dan probabilitas interferensi 48.23 %. Jarak terdekat pengganggu dengan yang terganggu 0.24 km dengan syarat jarak antara pemancar dan penerima terganggu kurang dari 0.5 km, menghasilkan C/I 10.82 dB dan probabilitas interferensi 47.92 %.

**Kata Kunci :** *Long Term Evolution (LTE), Tv Digital, Interferensi, SEAMCAT.*



## ABSTRACT

*Long Term Evolution (LTE) is a telecommunication technology that works in the frequency range start from FDD (Frequency Division Duplex) LTE 850 MHz, FDD LTE 900 MHz, FDD LTE 1.800 MHz, and TDD (Time Division Duplex) LTE 2.300 MHz. LTE can use the advantage of the 700 MHz spectrum that will be vacated by the government relevant plan of digitization on television broadcasting in Indonesia. Coexistence between Digital TV and LTE at 700 MHz, requires a thorough study which one is the potential interference between systems of both. The research aims to observed the effect of Digital TV transmitter interference to the performance of the LTE receiver. The simulation result show the probability of interference obtained at the shortest distance of interfering with victim receiver 0.24 km and victim transmitter to victim receiver 0.5 km is 47.92 %. While at the farthest distance for interfering with victim receiver 1.1 km and victim transmitter to victim receiver 2.7 km the probability of interference is 48.23 %. The farthest distance for victim transmitter to victim receiver 2.7 km with the distance of the nearest interfering transmitter 1.1 km, produce C/I 10,91 dB and probability of interference is 48.23 %. The nearest distance of interfering with victim receiver 0.24 km on the condition of the distance between victim transmitter to victim receiver is less than 0.5 km, produces C/I 10.82 dB and probability of interference is 47.92 %.*

**Keywords:** *Long Term Evolution (LTE), TV Digital, Interference, Seacat.*

## DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
PERNYATAAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Halaman Persetujuan.....	ii
Halaman Pengesahan .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACK .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR ISTILAH .....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	5
BAB 2 DASAR TEORI .....	6

2.1 Long Term Evolution (LTE).....	6
2.1.1 Karakteristik LTE.....	6
2.1.2 Arsitektur LTE .....	7
2.1.3 Teknologi LTE .....	9
2.1.4 Operasi Band LTE E-UTRA.....	10
2.2 Televisi Digital Indonesia .....	12
2.2.1 Sistem Kerja TV Digital .....	13
2.2.2 Teknologi TV Digital.....	13
2.2.3 <i>Digital Video Broadcasting-Terrestrial 2 ( DVB-T2)</i> .....	14
2.3 Interferensi .....	15
2.3.1 <i>Co-Channel Interference (CCI)</i> .....	17
2.3.2 <i>Adjacent Channel Interference (ACI)</i> .....	17
2.4 Sinyal Diterima ( <i>desired Received Signal Strength</i> ).....	18
2.5 Sinyal Interferensi ( <i>interference Received Signal Strength</i> ).....	19
2.6 Parameter <i>Carrier to Interference (C/I)</i> .....	20
2.7 Menghitung Probabilitas Interferensi.....	21
<b>BAB 3 PEMODELAN SKENARIO.....</b>	<b>22</b>
3.1 Parameter SEAMCAT .....	25
3.2 Parameter Hitung .....	28

3.3 Data <i>array</i> dRSS .....	30
3.4 Data <i>array</i> iRSS .....	34
3.5 Probabilitas Interferensi .....	36
<b>BAB 4 SIMULASI DAN HASIL ANALISIS .....</b>	<b>38</b>
4.1 Parameter Simulasi.....	38
4.2 Hasil Simulasi dan Analisis .....	38
4.2.1 Hasil dRSS .....	38
4.2.2 Hasil iRSS .....	42
4.2.3 Hasil Perhitungan C/I.....	45
4.2.4 Hasil Simulasi Probabilitas Interferensi.....	49
<b>BAB 5 SIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>53</b>
5.1 Simpulan .....	53
5.2 Saran.....	53
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>55</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>57</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Digital Devidend .....	1
Gambar 2.1 Arsitektur Jaringan LTE.....	8
Gambar 2.2 Skema Interferensi.....	16
Gambar 3.1 Diagram Alir perhitungan iRSS dan dRSS .....	23
Gambar 3.2 Diagram Alir ICE .....	24
Gambar 3.3 Skema Simulasi SEAMCAT .....	25
Gambar 3.4 Skema Victim Link dan Interfering Link.....	27
Gambar 3.5 Skenario dRSS.....	33
Gambar 3.6 Skenario iRSS .....	36
Gambar 4.1 Grafik dRSS jarak terjauh .....	39
Gambar 4.2 Grafik dRSS jarak terdekat .....	41
Gambar 4.3 Grafik Nilai iRSS terhadap VLT-VLR jarak terjauh .....	43
Gambar 4.4 Grafik Nilai iRSS terhadap VLT-VLR jarak terdekat .....	45
Gambar 4.5 Grafik C/I jarak terjauh .....	47
Gambar 4.6 Grafik C/I jarak terdekat .....	49
Gambar 4.7 Nilai Probabilitas Interferensi pada jarak terjauh.....	50
Gambar 4.8 Nilai Probabilitas Interferensi jarak terdekat .....	51

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Band Frekuensi LTE <sup>(7)</sup> .....	11
Tabel 2.2 Karakteristik utama pada transmisi TV Digital DVB <sup>(9)</sup> .....	14
Tabel 3.1 Parameter <i>receiver</i> UE LTE <sup>(1)</sup> .....	28
Tabel 3.2 Parameter Pemancar LTE <sup>(1)</sup> .....	29
Tabel 3.3 Parameter pemancar TV Digital <sup>(15)</sup> .....	30
Tabel 3.4 Parameter Skenario .....	30
Tabel 3.5 Data <i>array</i> dRSS (jarak terjauh) .....	34
Tabel 3.6 Data <i>array</i> dRSS (jarak terdekat).....	34
Tabel 4.1 Nilai dRSS pada jarak terjauh.....	39
Tabel 4.2 Nilai dRSS pada jarak terdekat .....	41
Tabel 4.3 Nilai iRSS terhadap VLT-VLR jarak terjauh .....	43
Tabel 4.4 Nilai iRSS terhadap VLT-VLR jarak terdekat.....	45
Tabel 4.5 Hasil C/I (jarak terjauh) .....	47
Tabel 4.6 Hasil C/I jarak terdekat .....	49
Tabel 4.7 Nilai Probabilitas Interferensi jarak terjauh .....	50
Tabel 4.8 Nilai Probabilitas Interferensi jarak terdekat .....	51

## DAFTAR ISTILAH

3GPP	3 <sup>rd</sup> Generation Partnership Project
AN	Access Network
C/I	Carrier to Interference
CN	Core Network
CDMA	Code Division Multiple Access
dRSS	desired Received Signal Strength
E-UTRAN	Evolved Universal Terrestrial Radio Access
FDD	Frequency Division Duplex
GSM	Global System for Mobile Communication
HSS	Home Subscriber Server
ICE	Interference Calculation Engine
ILR	Interfering Link Receiver
ILT	Interfering Link Transmitter
IP	Internet Protocol
iRSS	interfering Received Signal Strength
LTE	Long Term Evolution
MME	Mobility Management Entity
OFDMA	Orthogonal Frequency-Division Multiple Access

P-GW	Packet Data Network Gateway
PCRF	Policy Control and Charging Rules Function
SEAMCAT	Spectrum Engineering Advanced Monte Carlo Analysis Tool
S-GW	Serving Gateway
TDD	Time Division Duplex
UE	User Equipment
UHF	Ultra High Frequency
VHF	Very High Frequency
VLR	Victim Link Receiver
VLT	Victim Link Transmitter

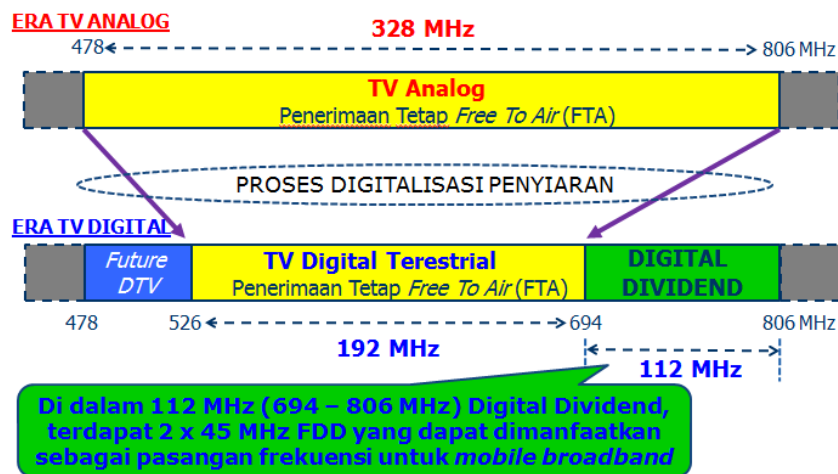


# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Pada tahun 2018 mendatang, pemerintah melalui Menteri Komunikasi dan Informasi menyatakan bahwa akan mengkonversi seluruh TV Analog yang ada di Indonesia, menjadi TV Digital. Rencana ini sudah sampai ketahap ujicoba penyiaran yang dilakukan oleh beberapa *channel* tv di Indonesia. Jika rencana pemerintah tersebut terlaksana, maka akan ada kekosongan frekuensi yang sebelumnya digunakan oleh TV Analog (*digital devidend*).



Gambar 1.1 Digital Devidend

Berdasarkan Gambar 1.1 kekosongan frekuensi sebesar 112 MHz, bisa dimanfaatkan oleh beberapa provider yang mulai menggunakan jaringan 4G LTE (*Long Term Evolution*). Sedangkan saat ini, jaringan 4G LTE terletak pada rentang frekuensi mulai dari 800 MHz – 2400 MHz (1). Rentang frekuensi tersebut belum sepenuhnya di tempati oleh jaringan 4G LTE, karena operator-

operator seluler di Indonesia hanya memanfaatkan frekuensi yang telah mereka miliki untuk digunakan juga sebagai frekuensi jaringan 4G LTE tersebut. Beberapa penelitian telah menganalisis penggunaan frekuensi untuk LTE di Indonesia, yaitu pada rentang frekuensi 700 MHz, 800 MHz, 1800 MHz, 2100 MHz dan 2600 MHz (2) (3).

Dari hasil penelitian (2) menyimpulkan bahwa frekuensi 700 MHz merupakan frekuensi yang baik untuk digunakan sebagai frekuensi kerja LTE di Indonesia, karena frekuensi 700 MHz memiliki perhitungan *propagation loss* yang lebih kecil, sehingga frekuensi 700 MHz memiliki jangkauan koneksi paling luas dibandingkan dengan frekuensi 2100 MHz dan 2600 MHz, yaitu 2,907 Km<sup>2</sup> dan perhitungan *coverage area*, didapatkan bahwa frekuensi 700 MHz memberikan cakupan *downlink* yang lebih luas yaitu 3,005 Km<sup>2</sup> dibanding frekuensi 2600 MHz yang cakupannya 2,215 Km<sup>2</sup>.

Sedangkan pada penelitian (3) menilai keunggulan frekuensi 700 MHz ini melalui data *link budget* yang dihasilkan, yaitu LTE FDD dengan bandwidth 2x20 MHz lebih baik dibandingkan LTE TDD dengan bandwidth 20 MHz karena dapat menyimpan 110 eNodeB untuk implementasi area seluas 500 km<sup>2</sup> dan kecepatan data sebesar 100 Mbps. Begitu juga dengan LTE TDD 20 MHz lebih baik dari LTE TDD 2x10 MHz yang dapat menyimpan 55 eNodeB pada area dan kecepatan data yang sama.

Akan tetapi, di Indonesia frekuensi 700 MHz masih ditempati oleh TV Analog sehingga pemerintah perlu mengeluarkan aturan-aturan yang akan membuat TV Analog beralih ke TV Digital. Jika aturan tersebut dapat terlaksana, maka akan

ada penggunaan pita frekuensi antara TV Digital dan LTE yang berdampingan (*adjacent channel*), yaitu pada frekuensi 700 MHz. Hal ini akan menimbulkan potensi interferensi yang disebabkan oleh dua teknologi telekomunikasi yang menggunakan pita frekuensi secara berdampingan (*adjacent interference*). Di beberapa negara yang sudah menggunakan kedua teknologi tersebut, seperti Brazil (4), sudah melakukan penelitian mengenai interferensi yang terjadi antara TV Digital dan LTE yang berada pada pita frekuensi 700 MHz. Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa dapat dipastikan LTE akan selalu menginterferensi TV Digital. Ini dikarenakan memang daya pemancar LTE di Brazil lebih besar dibanding TV Digital.

Berdasarkan hasil penelitian (4) tersebut, maka penulis akan menganalisa hal yang sama jika terjadi Indonesia, namun dengan skenario yang berbeda yaitu melihat efek interferensi yang disebabkan oleh transmiter TV Digital terhadap *receiver* LTE. Dalam skenario ini, TV Digital yang akan menjadi pengganggu dan *User Equipment* (UE) LTE menjadi yang terganggu.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Permasalahan yang muncul dari latar belakang diatas adalah:

1. Bagaimana interferensi yang terjadi antara TV Digital terhadap performansi UE LTE dengan melakukan pemodelan skenario interferensi.
2. Bagaimana interferensi yang terjadi antara TV Digital terhadap UE LTE dengan melihat nilai kriteria C/I UE LTE.

3. Berapa besar probabilitas interferensi yang terjadi antara TV Digital dengan UE LTE pada frekuensi 700 MHz.
4. Bagaimana interferensi yang terjadi antara TV Digital terhadap UE LTE dengan kondisi jarak terjauh dan terdekat.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Melakukan pemodelan skenario interferensi antara transmiter TV Digital dengan *receiver* LTE dan mengetahui jarak terjauh antara transmiter LTE dengan *receiver* LTE.
2. Menganalisis pengaruh interferensi TV Digital terhadap UE LTE dengan melihat kriteria C/I.
3. Menganalisis probabilitas interferensi yang terjadi antara TV Digital dengan UE LTE.
4. Melakukan simulasi dengan melihat kondisi jarak terdekat transmiter TV Digital dengan UE LTE yang tidak mengganggu performansi dari UE LTE, serta jarak terjauh dan terdekat antara transmiter LTE dengan UE LTE.

### **1.4 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah yang akan diterapkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Perancangan skenario melihat dari sisi *downlink* transmiter TV Digital yang menginterferensi *receiver* UE LTE.

2. *Local Environment* dari *receiver* UE LTE adalah 80% *outdoor* dan 20% *indoor*.
3. Analisis difokuskan pada karakteristik *C/I* (*Carrier to Interference*) *receiver* UE LTE tanpa menghitung nilai SNR (*Signal to Noise Ratio*).

### **1.5 Manfaat Penelitian**

1. Melalui penelitian ini, penulis bisa mengajukannya sebagai syarat kelulusan Strata Satu (S-1) di Fakultas Teknik UHAMKA. Penelitian ini juga bisa menjadi bekal kemampuan dan pengetahuan penulis dalam menganalisis permasalahan teknologi telekomunikasi di Indonesia dan memberi solusi, sehingga dapat berguna pada dunia kerja dan bagi masyarakat lainnya.
2. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan oleh pengambil kebijakan dalam mitigasi interferensi antara 4G LTE dan TV Digital jika kelak telah diterapkan oleh seluruh operator TV Digital dan *Broadband* LTE.
3. Masyarakat umum juga dapat memanfaatkan hasil penelitian ini sebagai sumber acuan informasi teknologi telekomunikasi di Indonesia.

## DAFTAR PUSTAKA

1. **Rudiantara.** *kominfo.go.id*. [Online] 4 Februari 2015. [Dikutip: 25 September 2016.] <https://web.kominfo.go.id>.
2. *Analisis Pengalokasian Frekuensi Teknologi Long Term Evolution (LTE) Di Indonesia.* **Aryanta, Dwi.** Bandung : Institut Teknologi Nasional Bandung, 2012, Vol. III. ISSN.
3. *Reframing Of Frequency 700 MHz Analysis for Long Term Evolution (LTE) in Indonesian Using Link Budget Calculation.* **Kusuma, Denny, et al., et al.** Bandung : International Conference on Electrical Engineering and Informatics, 2011, Vol. I. ISSN.
4. *Interference Analysisbetween Digital Television and LTE System under Adjacent Channels in 700 MHz Band.* **Mathe, Dercio, et al., et al.** Belem : International Conference on Emerging of Networking, 2014, Vol. I.
5. **Jusak.** *Teknologi Komunikasi Data Modern.* Surabaya : ANDI Yogyakarta, 2012.
6. *Mengenal Teknologi Long Term Evolution (LTE).* **Usman, Uke Kurniawan.** Bandung : Institut Teknologi Bandung, 2015, Vol. I. ISSN.
7. **IEEE.** [www.ieee.co.id](http://www.ieee.co.id). [Online] [Dikutip: 17 November 2016.]
8. *Rancang Bangun Software Sistem Monitoring TV Digital DVB-T2.* **.P, Galih Arindra, Endroyono dan Kusrahardjo, Gatot.** Surabaya : Institut Teknik Sepuluh Nopember, 2015, Vol. I. ISSN: 2337-2539.

9. **Muis, Saludin.** *TV DIGITAL Teori & Sistem.* Yogyakarta : Graha Ilmu, 2013. ISSN.
10. *Analisis Jaringan LTE pada Frekuensi 700 MHz dan 1800 MHz Area Kabupaten Bekasi dengan Pendekatan Tekno Ekonomi.* **Salamah, Ketty Siti.** Jakarta : Universitas Mercu Buana, 2016, Vol. I. ISSN.
11. *Solusi Menekan Interferensi Co-Channel dan Adjacent Channel pada Sistem Seluler WCDMA Multi Operator.* **Pratama, Wahyu, Endroyono dan Suwadi.** Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2014, Vol. I.
12. **Nofriando, Enggo.** *ANALISA INTERFERENSI LONG TERM EVOLUTION TERHADAP WIFI PADA FREKUENSI UNLICENSED.* Jakarta : Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA, 2015.
13. **ECO SEAMCAT.** seamcat.org. *tractool.seamcat.org.* [Online] 6 August 2015. [Dikutip: 4 May 2016.] <http://tractool.seamcat.org>.
14. **Cahyasiwi, Dwi Astuti.** *Analisis Interferensi Agregat UWB Terhadap WLAN 802.11a.* Depok : Universitas Indonesia, 2009.
15. **Ikah, Ir.** Jakarta : TVRI, 20 November 2016.