

ANALISIS DAN SOLUSI DAMPAK INTERFERENSI DARI SINYAL LORA PADA KOMUNIKASI SELULER BAND 8 DAN USULAN UNTUK PENGELARAN JARINGAN LORA DI INDONESIA

PROBLEM ANALYSIS AND SOLUTION IMPACT OF INTERFERENCE FROM LORA SIGNAL ON CELLULAR COMMUNICATION BAND 8 AND SUGGESTION LORA DEPLOYMENT IN INDONESIA

ARRisqiHerlambangRaharjo¹, UkeKurniawanUsman², YudiTriJayadi³

^{1,2}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom.

³Divisi Digital Service, Telkom Indonesia

¹risqiraharjo@student.telkomuniversity.ac.id, ²uke.usman@telkomuniversity.co.id, ³ytri@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini menganalisis dan memberikan hasil analisis dari dampak interferensi perangkat LoRa terhadap jaringan seluler pada band 8 yang sudah terlebih dahulu digelar dan memiliki izin penggunaan frekuensi yang teregulasi oleh KOMINFO. Penggelaran jaringan LoRa di Indonesia menggunakan frekuensi 902-928 MHz . dilakukan scenario interferensi menggunakan pemodelan Monte Carlo dengan tool Spectrum Engineering Advance Monte Carlo Analysis Tools (SEAMCAT). Bahwa telah dilakukan simulasi interferensi LoRa terhadap sistem LTE, UMTS, dan GSM. Kondisi penggelaran co-channel tidak memungkinkan dilakukan dikarenakan performansi LTE, UMTS dan GSM mengalami penurunan. Kondisi performansi seluler LTE, UMTS dan GSM mengalami peningkatan setelah ditambah guard band antar komunikasi LoRa dengan seluler LTE, UMTS dan GSM. Dari hasil simulasi yang telah dilakukan di usulkan guard band minimum 3 MHz antara komunikasi seluler dengan LoRa untuk yang berdekatan dengan komunikasi uplink seluler maupun downlink seluler, guard band ini diharapkan dapat mencegah terjadinya penurunan performansi komunikasi seluler pada kondisi nyata di lapangan.

Kata kunci : IoT, LoRa, Interferensi, *legacy technologies*, *monte carlo analysis*

Abstract

This study analyzes and provides the results of an analysis of the impact of LoRa interference on cellular networks in band 8 which is already above previously it was held and had permission to use frequency regulated by KOMINFO. LoRa network deployment in Indonesia uses the frequency 902-928 MHz. an interference scenario was performed using Monte Carlo modeling with the Spectrum Engineering Advance Monte Carlo Analysis Tools (SEAMCAT) tool. That the LoRa interference simulation has been carried out on the LTE, UMTS system, and GSM. Co-channel deployment conditions are not possible because LTE, UMTS and GSM performance have decreased. The condition of cellular performance in LTE, UMTS and GSM has increased after being added guard band between LoRa communication with LTE, UMTS and GSM cellular. From the simulation results that have been carried out in the proposed minimum guard band of 3 MHz between cellular communication with LoRa for those close to uplink communication cellular and cellular downlink, guard band is expected to prevent the decline in cellular communication performance in real conditions in the field.

Keywords: IoT, LoRa, Interference, *legacy technologies*, *monte carlo analysis*

1. Pendahuluan

Jaringan *Low Power wide Area (LPWA)* adalah teknologi komunikasi pada sistem *Internet of Things (IoT)*, LPWA menawarkan konektivitas antara berbagai macam sensor maupun aktuator. Berbeda dengan teknologi *broadband* tradisional yang fokus ke *high data rate* dan *low latency*, namun LPWA berfokus pada komunikasi lokal nirkabel yang memiliki jangkauan wilayah luas, biaya penggelaran jaringan yang rendah, dan efisiensi energi untuk sisi sensor dan aktuator karena berkomunikasi secara langsung ke *base station*, yang dimana menghapus proses *signaling* untuk pendudukan kanal komunikasi. Teknologi konektivitas LPWA yang paling umum yang digunakan adalah *Long Range (LoRa) WAN* dan *Sigfox*[1]. Di Indonesia teknologi tersebut digunakan bersamaan dengan di pita 900Mhz. Padatnya penggunaan frekuensi band 900 dan kemungkinan adanya emisi yang mengakibatkan masalah interferensi, sehingga nilai *SINR (signal-to-interference and noise ratio)* mengalami penurunan pada sisi sistem seluler[2]. Kondisi penggunaan pita frekuensi Band 8 teknologi seluler di Indonesia sesuai dengan hasil refarming oleh Kemkominfo, tertanggal 2 April 2019 berdasarkan Keputusan Menteri Komunikasi dan Informatika Nomor 29 Tahun 2019 yang beririsan dengan standar frekuensi kerja LoRa. Frekuensi kerja seluler yang terdampak dengan adanya LoRaTM adalah 902-907.5 MHz sebesar 5.5 MHz cochannel dengan LoRa yang digunakan

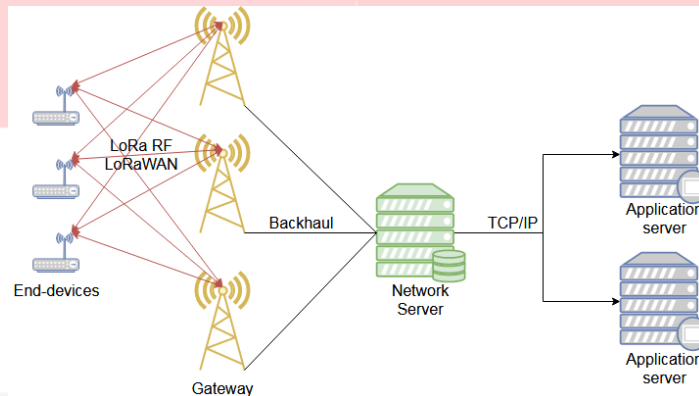
untuk Uplink Indosat, dan 925-928 Mhz sebesar 2MHz co-channel LoRaTM dengan Downlink TELKOMSEL[3].

2. Dasar Teori

A. Long range (LoRa) Wide Area Network (WAN)

LoRaWAN diproyeksikan akan mensupport miliaran perangkat IoT dimasa mendatang, desain sistem yang mengoptimalkan umur baterai, coverage area dan biaya pengeluaran yang murah. Pada physical layer LoRa yang berbasis chirp spread spectrum yang tetap hemat daya namun secara signifikan meningkatkan jarak. Chirp spread spectrum menyediakan komunikasi jarak jauh dan ketahanan yang baik terhadap interferensi. LoRaWAN mendefinisikan protokol komunikasi dan system architecture sedangkan LoRa physical layer memungkinkan sambungan komunikasi jarak jauh[4].

B. Arsitektur Jaringan LoRaWAN



Gambar 1 Arsitektur Jaringan LoRaWAN

C. Model Propagasi Extended Hata

Perhitungan pathloss model diperlukan untuk pemodelan pada SEAMCAT, dengan frekuensi kerja di band 8 yakni 900Mhz, dengan parameter ketinggian base station dan end device menyesuaikan teknologi LoRa, LTE, UMTS, dan GSM. Penulis memilih Extended Hata atau dapat disebut Extended Hata dikarenakan memiliki kriteria yang sesuai dengan teknologi yang digunakan dalam penelitian ini. Jangkauan frekuensi 30MHz-3GHz dengan jangkauan jarak sampai dengan 40 km dalam implementasinya, Diaplikasikan pada area layanan *mobile*[5].

Setelah kita menentukan model propagasi yang digunakan, selanjutnya adalah menentukan radius simulasi. Berdasarkan model propagasi Okumura-Hatta, persamaan *free space pathloss* nya adalah :

$$PL = A + B \log(d) + C \quad (1)$$

PL merupakan nilai *Free space loss* nya dan d adalah jarak antara BS eNodeB dan UE dalam satuan (km). Nilai A, B, dan C tergantung pada frekuensi dan tinggi antena :

$$A = 69.55 + 26.16 \log(fc) - 13.82 \log(hb) - a(hr) \quad (2)$$

$$B = 44.9 - 6.55 \log(hb) \quad (3)$$

nilai C pada kondisi urban yang digunakan untuk simulasi :

$$\text{urban :} \quad a(hr) = [1.1 \log(fc) - 0.7] (hr) - [1.56 \log(fc) - 0.8] \quad (4)$$

$$C = 0 \quad (5)$$

D. Software SEAMCAT

penelitian ini menggunakan SEAMCAT dikarenakan *statistical methodology* yang di gunakan didalam SEAMCAT adalah Monte Carlo dimana:

1. *Statistical model* untuk kondisi sesungguhnya
2. Memiliki fleksibilitas untuk *interference scenario*
 - *interfering* dan victim system parameters
 - model propagasi.

– Frekuensi dan distribusi spasial dari user

– semua mekanisme diinputkan ke sistem *interference (unwanted emission, blocking, intermodulation) – compatibility analysis* pada *co-channel* dan *adjacent channel*.

dengan asumsi yang merepresentasikan kondisi realita. Merujuk pada materi oleh Jean-Philippe Kermoal dari European Communication Office, Digunakan dalam studi untuk membantu regulasi spektrum radio Eropa dan Indonesia[6].

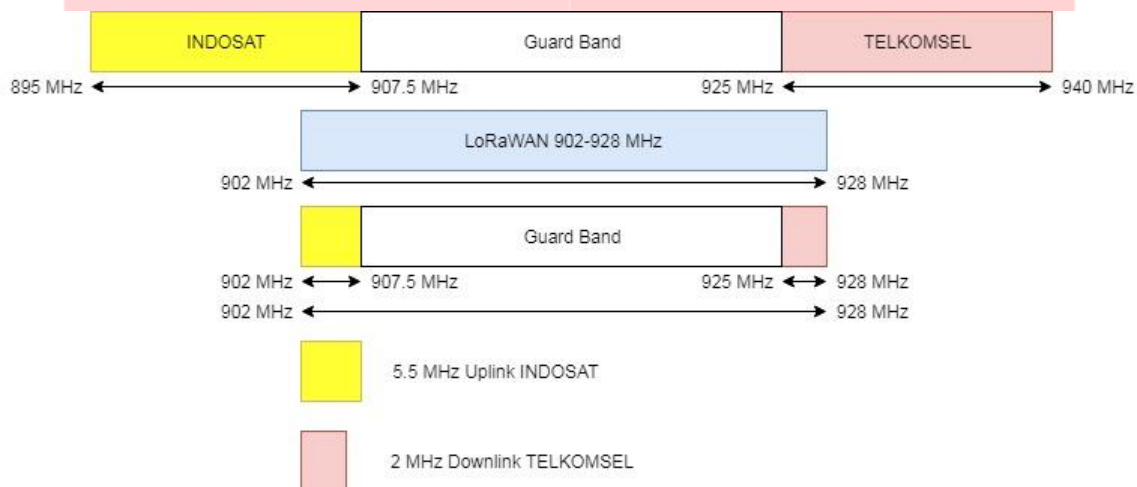
3. Pembahasan

A. Kondisi existing penggunaan frekuensi untuk LoRa di Indonesia

Alokasi spectrum IoT yang saat ini yang sudah dipakai di berbagai negara adalah spektrum yang diatur oleh spesifikasi 3GPP, sedangkan kondisi real setiap negara berbeda penggunaan frekuensinya, seperti pada LoRa US 902-928 MHz. Kondisi ini tidak memberikan kepastian dan perlindungan hak bagi pemilik Izin Pita Frekuensi Radio (IPFR) yang sudah dialokasikan, IPFR juga dibebankan kewajiban untuk membayar Biaya Hak Penggunaan Frekuensi Radio oleh Pemerintah, sehingga sangat rawan terjadinya permasalahan interferensi di lapangan dan tidak adanya petunjuk teknis global yang terstandarisasi yang bisa dijadikan rujukan dalam penggelaran jaringan dan proses penanganan gangguan[7].

B. Regulasi penggunaan frekuensi Band 8 Indonesia

Di Indonesia frekuensi Band 8 digunakan bersamaan oleh beberapa operator seluler di Indonesia dengan rentang penggunaan seperti pada gambar dibawah ini sesuai dengan hasil refarming oleh Kemkominfo, tertanggal 2 April 2019 berdasarkan Keputusan Menteri Komunikasi dan Informatika Nomor 29 Tahun 2019.

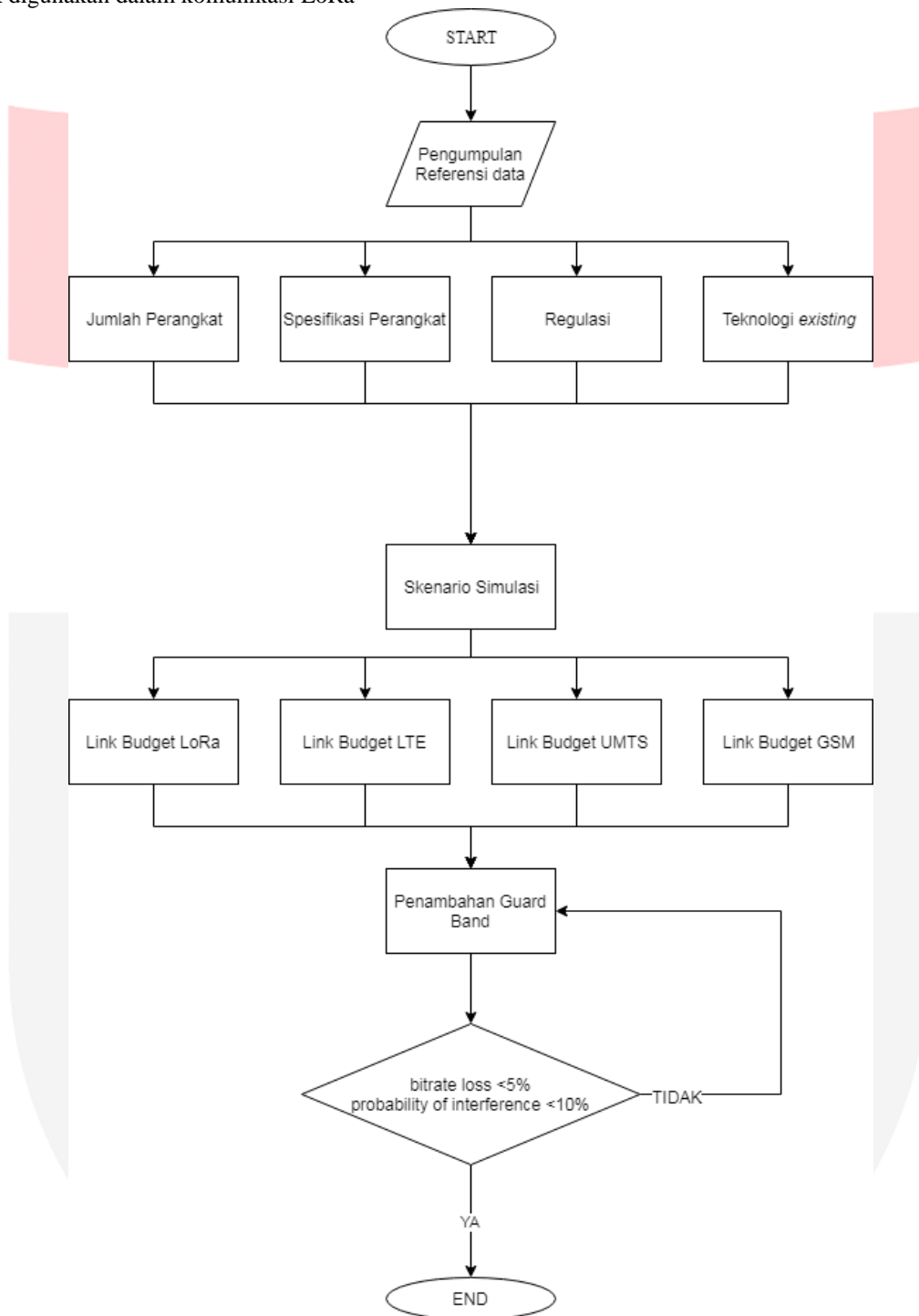


Gambar 2 Alokasi frekuensi Band 8 900MHz setelah dilakukan refarming di Indonesia

Pada Gambar 2, Frekuensi kerja seluler yang terdampak dengan adanya LoRa adalah 902-907.5 MHz sebesar 5.5 MHz co-channel dengan LoRa yang digunakan untuk Uplink Indosat, dan 925-928 Mhz sebesar 2MHz co-channel LoRa dengan Downlink TELKOMSEL.

C. Diagram Alir penelitian

Pada diagram alir dibawah ini penelitian diawali dengan menentukan frekuensi kerja yang memungkinkan untuk digunakan dalam komunikasi LoRa



Gambar 3 Diagram Alir penelitian

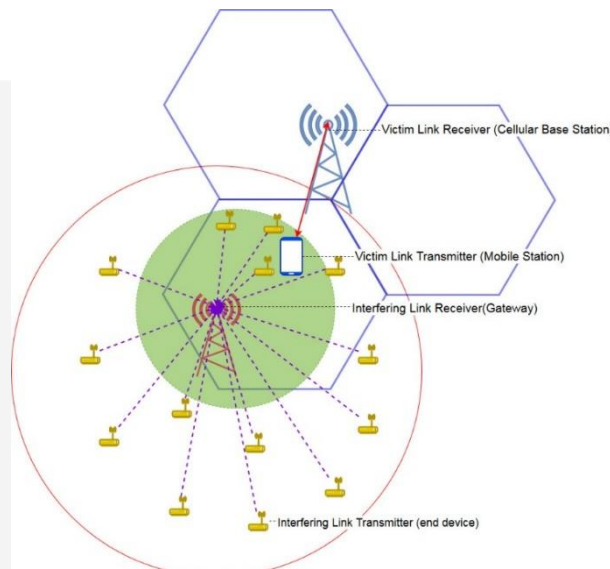
Alur penelitian dalam bentuk diagram alir, penelitian diawali dengan mencari sumber referensi terkait jumlah perangkat per kilometer persegi yang didapat dari penelitian sebelumnya, rentang frekuensi kerja yang digunakan oleh operator LoRa di Indonesia, mencari referensi terkait regulasi penggunaan frekuensi E-GSM 900 MHz di Indonesia didapatkan dari Undang- Undang yang dikeluarkan KEMKOMINFO, Mengkaji teknologi seluler yang sudah ada dan kemungkinan terdampak oleh keberadaan sistem LoRa. Terdapat total 48 skenario yang akan dilakukan, 12 skenario co-channel, 12 skenario adjacent channel dengan guard band 1 MHz, 12 skenario adjacent channel dengan guard band 2 MHz, 12 skenario

adjacent channel dengan guard band 3 MHz. Simulasi dijalankan dengan metode monte carlo dengan radius simulasi 1 Km persegi, dengan kondisi kanal LoRa maksimum, 125 KHz dengan 8 kanal-200KHz channel spacing. Parameter uji antara lain adalah probability of interference dan bitrate loss. Hasil akhir dari penelitian dihasilkan usulan untuk penggelaran LoRa yang tidak mengganggu performansi komunikasi seluler teknologi LTE, UMTS, dan GSM.

D. Skenario yang digunakan dalam uji simulasi SEAMCAT

Diaktifkan LoRa end devices dan LoRa gateway sebagai interfering link transmitter (ILR) . Pada tabel dibawah akan dilakukan iterasi sebanyak 50.000 sampel setiap simulasi dengan skenario:

- a. Frekuensi kerja LoRa co-channel terhadap seluler pada frekuensi 902-907,5 MHz dan 925-926 MHz.
- b. LoRa end device dan LoRa gateway sebagai Interfering Link Transmitter.
- c. *Victim Link* adalah sistem Uplink dan Downlink LTE, UMTS dan GSM.
- d. LoRa channel digunakan secara maksimum untuk mensimulasikan *worst case scenario* , dengan kanal yang diaktifkan sejumlah 8 masing-masing dengan bandwidth 125 KHz dengan channel spacing 200KHz..



Gambar 4 Skenario simulasi LoRa terhadap teknologi seluler

E. Indikator pada jaringan seluler yang digunakan dalam simulasi.

1. Indikator yang di tinjau pada teknologi GSM adalah *Probability of Interference*.
2. Indikator yang di tinjau pada teknologi UMTS adalah *Probability of Interference*
3. Indikator yang di tinjau pada teknologi LTE adalah *bitrate loss*

4. Hasil Simulasi

A. Evaluasi kompatibilitas pada skenario LoRa dengan seluler.

Evaluasi hasil dari simulasi LoRa yang menginterferensi sistem seluler LTE, UMTS dan GSM pada arah uplink maupun arah downlink dengan indikator pada jaringan seluler yang digunakan dalam simulasi

1. Indikator yang di tinjau pada teknologi GSM adalah *Probability of Interference*.
2. Indikator yang di tinjau pada teknologi UMTS adalah *Probability of Interference*.
3. Indikator yang di tinjau pada teknologi LTE adalah *bitrate loss*.

Dengan standar maksimum yang diijinkan pada parameter *bitrate loss* adalah 5% dan *probability of interference* adalah 10% menurut standar ETSI[6].

Tabel 1 Evaluasi pada skenario LTE

Skenario		rata-rata SINR (dB)	Bitrate Loss (%)	Memenuhi Standar ETSI
Uplink LoRa vs Uplink LTE	co-channel	-35.52	99.70%	Tidak
	guard band 1 MHz	1.54	16.10%	Tidak
	guard band 2 MHz	3.86	4.20%	Ya
	guard band 3 MHz	9.32	0.60%	Ya
Uplink LoRa vs Downlink LTE	co-channel	17.80	12.42%	Tidak
	guard band 1 MHz	26.12	9.21%	Tidak
	guard band 2 MHz	33.76	6.21%	Tidak
	guard band 3 MHz	45.94	0.12%	Ya
Downlink LoRa vs Uplink LTE	co-channel	-71.70	100.00%	Tidak
	guard band 1 MHz	2.54	20.21%	Tidak
	guard band 2 MHz	4.29	11.23%	Tidak
	guard band 3 MHz	10.32	3.43%	Ya
Downlink LoRa vs Downlink LTE	co-channel	1.08	57.71%	Tidak
	guard band 1 MHz	5.12	12.21%	Tidak
	guard band 2 MHz	15.53	7.30%	Tidak
	guard band 3 MHz	39.34	2.23%	Ya

Tabel 2 Evaluasi pada skenario UMTS

Skenario		rata-rata SINR (dB)	Probability of Interference (%)	Memenuhi Standar ETSI
Uplink LoRa vs Uplink UMTS	co-channel	-8.09	88	Tidak
	guard band 1 MHz	-6.016	16.93	Tidak
	guard band 2 MHz	-0.68	11.42	Tidak
	guard band 3 MHz	15.09	2.02	Ya
Uplink LoRa vs Downlink UMTS	co-channel	8.02	92	Tidak
	guard band 1 MHz	10.65	18.23	Tidak
	guard band 2 MHz	27.85	9.92	Ya
	guard band 3 MHz	38.72	1.2	Ya
Downlink LoRa vs Downlink UMTS	co-channel	-17.5	98.38	Tidak
	guard band 1 MHz	-15.618	16.87	Tidak
	guard band 2 MHz	0.48	9.21	Ya
	guard band 3 MHz	24.577	0.72	Ya
Downlink LoRa vs Uplink UMTS	co-channel	-33.85	92	Tidak
	guard band 1 MHz	-30.797	10.12	Tidak
	guard band 2 MHz	-10.23	5.23	Ya
	guard band 3 MHz	3.32	0.92	Ya

Tabel 3 Evaluasi pada skenario GSM

Skenario		rata-rata SINR (dB)	Probability of Interference (%)	Memenuhi Standar ETSI
Uplink LoRa vs Uplink GSM	co-channel	36.9	29.5	Tidak
	guard band 1 MHz	39.78	4.00	Ya
	guard band 2 MHz	43.061	0.01	Ya
	guard band 3 MHz	50.73	0.03	Ya
Uplink LoRa vs Downlink GSM	co-channel	41.04	2.06	Ya
	guard band 1 MHz	41.3	1.92	Ya
	guard band 2 MHz	41.48	1.06	Ya
	guard band 3 MHz	53.06	0.05	Ya
Downlink LoRa vs Uplink GSM	co-channel	23.012	16.16	Tidak
	guard band 1 MHz	17.794	0.07	Ya
	guard band 2 MHz	21.04	0.00	Ya
	guard band 3 MHz	39.213	0.00	Ya
Downlink LoRa vs Downlink GSM	co-channel	36.9	7.00	Ya
	guard band 1 MHz	22.56	3.21	Ya
	guard band 2 MHz	32.47	2.01	Ya
	guard band 3 MHz	44.08	0.06	Ya

5. Kesimpulan

Tugas Akhir ini telah melakukan simulasi sistem komunikasi LoRa dengan kondisi penggunaan kanal LoRa secara maksimal koeksistensi dengan teknologi LTE, UMTS dan GSM. Bahwa koeksistensi antara komunikasi LoRa dengan komunikasi seluler LTE tidak dapat dilakukan secara co-channel dengan bukti hasil simulasi yang menunjukkan penurunan performa bitrate loss hingga 100 % dengan perolehan nilai SINR -71,70 pada skenario Downlink LoRa dengan Uplink LTE, koeksistensi co channel tidak dapat dilakukan antara sistem LoRa dengan UMTS dengan bukti hasil simulasi probability of interference mencapai 98,82 % dengan nilai SINR -17,5 pada skenario Downlink LoRa dengan Uplink UMTS. Koeksistensi co-channel antara sistem LoRa dengan seluler GSM tidak dapat dilakukan dengan bukti hasil simulasi probability of interference mencapai 29,5 %. Kondisi performansi seluler LTE, UMTS dan GSM mengalami peningkatan setelah ditambah guard band antar komunikasi LoRa dengan seluler LTE, UMTS dan GSM. Dibuktikan dengan hasil simulasi bitrate loss menjadi 4,2 % dengan penambahan guard band sebesar 2 MHz pada skenario Uplink LoRa vs Uplink LTE. Peningkatan performansi pada skenario Uplink LoRa dengan Uplink UMTS terjadi pada penambahan 3 MHz guard band diperoleh nilai rata-rata SINR sebesar 9,32 dB. Peningkatan performansi sistem GSM dengan penambahan guard band 1 MHz sudah dapat memenuhi standar ETSi untuk semua skenario yang diujikan. Dari hasil simulasi yang telah dilakukan diusulkan guard band minimum 3 MHz antara komunikasi seluler dengan LoRa untuk yang berdekatan dengan komunikasi uplink seluler maupun downlink seluler, guard band ini diharapkan dapat mencegah terjadinya penurunan performansi pada kondisi nyata di lapangan.

Daftar Pustaka:

- [1] L. Alliance, "LoRa WAN Specification," 2017.
- [2] LoRa Alliance, "A technical overview of LoRa[®] and LoRaWAN[™] What is it?," *Lora-Alliance.Org*, no. 1 [Online], Accessible: <https://lora-alliance.org/sites/default/files/2018-04/what-is-lorawan.pdf>, pp. 1–20, 2015.
- [3] M. Komunikasi, D. A. N. Informatika, and R. Indonesia, "No Title," 2014.
- [4] K. Mikhaylov and J. Petäjärvi, "Analysis of Capacity and Scalability of the LoRa Low Power Wide Area Network Technology," *Univ. Oulu, Cent. Wirel. Commun. Finl.*, pp. 119–124, 2016.
- [5] M. H. Ng, S. De Lin, J. Li, and S. Tatesh, "Coexistence studies for 3GPP LTE with other mobile systems," *IEEE Commun. Mag.*, vol. 47, no. 4, pp. 60–65, 2009.
- [6] E. C. C. Report, "SEAMCAT," no. April, 2016.
- [7] K.-H. Ke, Q.-W. Liang, G.-J. Zeng, J.-H. Lin, and H.-C. Lee, "A LoRa wireless mesh networking module for campus-scale monitoring," *Proc. 16th ACM/IEEE Int. Conf. Inf. Process. Sens. Networks - IPSN '17*, pp. 259–260, 2017.