

---

## Pemodelan Frekuensi Pada Kanal Vehicle to Vehicle Menggunakan Software Defined Radio (SDR) di Kota Salatiga

Elfira Nureza Ardina<sup>1</sup>, Erlinasari<sup>2</sup>, Taufiq Dwi Cahyono<sup>\*3</sup>

Teknik Elektro, Teknik, Universitas Semarang

Email: [1elfira\\_na@usm.ac.id](mailto:1elfira_na@usm.ac.id), [2erlinasari@usm.ac.id](mailto:2erlinasari@usm.ac.id), [\\*3taufiq\\_dc@usm.ac.id](mailto:*3taufiq_dc@usm.ac.id)

(Naskah masuk: 2 Januari 2025, diterima untuk diterbitkan: 11 Juli 2025)

**Abstrak:** Sistem komunikasi antar kendaraan saat ini sudah banyak yang di aplikasikan seperti perangkat kanal Vehicle To Vehicle (V2V). Pada sistem telekomunikasi pada perangkat kanal V2V yang menggunakan jaringan VANETs ini masih memiliki kelemahan dan kekurangan pada sebuah frekuensi. Frekuensi sangat berpengaruh terhadap pengiriman data informasi yang dikirimkan melalui perangkat kanal Vehicle To Vehicle (V2V) melalui jaringan VANETs. Dari hal tersebut membutuhkan pemodelan frekuensi pada perangkat kanal V2V untuk dapat mengirimkan data informasi antar kendaraan dengan presisi. Tujuan dari penelitian yang dilakukan membuat sebuah model frekuensi pada kanal V2V menggunakan SDR yang dapat mengetahui nilai frekuensi yang tepat untuk sistem telekomunikasi antar kendaraan di jalan. Metode dengan SDR yang untuk menentukan nilai frekuensi yang tepat tanpa adanya interferensi sinyal yang ada pada lingkungan sekitar perangkat kanal V2V. Selanjutnya memasukkan nilai frekuensi ke dalam sistem channel coding. Untuk pemodelan frekuensi juga menggunakan perangkat Software Defined Radio (SDR) yang digunakan untuk mengetahui kondisi gelombang sinyal frekuensi yang sedang melakukan pengiriman data pada antar kendaraan tersebut. Dari hasil simulasi SDR maka didapat gelombang sinyal pengiriman data antar kendaraan dengan kondisi yang baik ataupun kondisi pengiriman data yang buruk. Ketika kondisi gelombang sinyal baik maka pengiriman data antar kendaraan dengan nilai frekuensi tersebut tidak memiliki interferensi, sedangkan ketika kondisi gelombang sinyal tidak baik maka pengiriman data kendaraan dengan nilai frekuensi tersebut memiliki interferensi. Hasil dari pengujian model frekuensi berupa bentuk gelombang sinyal yang ditampilkan pada perangkat SDR. Hasil penelitian yang dilakukan ini untuk mengetahui nilai frekuensi yang tepat ketika melakukan pengiriman dan penerimaan data pada perangkat kanal V2V.

**Kata kunci :** Channel Coding; VANETs; Software Defined Radio; Vehicle To Vehicle

---

## Frequency Modeling on Vehicle to Vehicle Channels Using Software Defined Radio (SDR) in Salatiga City

**Abstract:** Currently, many communication systems between vehicles are being applied, such as Vehicle To Vehicle (V2V) channel devices. The telecommunications system on V2V channel devices that use the VANETs network still has weaknesses and shortcomings on a frequency. Frequency greatly influences the delivery of information data sent via Vehicle To Vehicle (V2V) channel devices via the VANETs network. This requires frequency modeling on V2V channel devices to be able to transmit information data between vehicles with precision. The aim of the research carried out is to create a frequency model on the V2V channel using SDR which can determine the correct frequency value for the telecommunications system between vehicles on the road. The SDR method is used to determine the correct frequency value without any signal interference in the environment around the V2V channel device. Next, enter the frequency value into the channel coding system. For frequency modeling, we also use a Software Defined Radio (SDR) device which is used to determine the condition of the frequency signal wave that is sending data between vehicles. From the results of the SDR simulation, signal waves for sending data between vehicles are obtained in good conditions or poor data transmission conditions. When the signal wave conditions are good, data transmission between vehicles with that frequency value has no interference, whereas when the signal wave conditions are not good, vehicle data transmission with that frequency value has interference. The results of frequency model testing are signal waveforms displayed on the SDR device. The results of this research were carried out to determine the correct frequency value when sending and receiving data on V2V channel devices.

**Keywords –** Channel Coding; VANETs; Software Defined Radio; Vehicle To Vehicle

---

## 1. PENDAHULUAN

Besaran frekuensi sangatlah berpengaruh dalam sebuah pengiriman dan penerimaan data pada dunia telekomunikasi. Banyak sekali permasalahan yang ditimbulkan oleh frekuensi seperti tabrakan antar frekuensi, interferensi sinyal, dan adanya nilai propagasi pada antenna. Selain itu frekuensi berpengaruh dalam pengiriman dan penerimaan data pada kanal Vehicle To Vehicle (V2V) pada jaringan Vehicular Ad-Hoc Network (VANETs). Ada beberapa metode dalam pemodelan nilai frekuensi pada kanal V2V seperti dengan menggunakan channel coding dan Software Defined Radio (SDR) sebagai perangkat untuk mengetahui kondisi gelombang sinyal yang baik ataupun buruk.

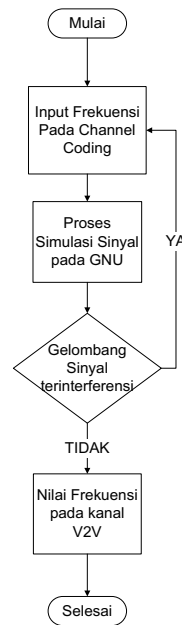
Channel Coding merupakan komponen yang paling krusial pada sistem komunikasi nirkabel. Beberapa teorema channel coding yang terkenal adalah Shannon, dimana teorema channel coding Shannon menegaskan tentang kelayakan kode sebagai petunjuk untuk transmisi informasi yang baik adalah melalui cluttered channel dan laju transmisi kurang dari atau sama dengan channel capacity [1]. Jaringan nirkabel yang digunakan oleh kanal V2V adalah jaringan Vehicular Ad-Hoc Network (VANETs) [2]. Sebuah teknologi yang digunakan pada model transmisi radio konvensional merupakan salah satu solusi yang menantang yang dikenal dengan Software-Defined Radio (SDR). SDR tidak sama dengan radio klasik, dimana radio klasik bergantung pada perangkat tetap dan tertentu yang dapat menjalankan standar pengiriman pesan, sedangkan SDR dapat bekerja sesuai fungsionalitas radio yang diimplementasikan menggunakan perangkat lunak untuk menjalankan sebuah sistem komputer dengan tujuan umum [3].

Pada penelitian ini telah dilakukan pemodelan frekuensi pada kanal V2V pada Kota Salatiga. Pemodelan frekuensi ini dilakukan dengan memasukkan nilai frekuensi pada sistem channel coding dengan dibantu dengan tampilan pada simulasi pada SDR sebagai simulator kanal V2V. Setelah mendapatkan nilai frekuensi pengiriman dan penerimaan data yang akurat, maka selanjutnya menguji nilai frekuensi pada SDR dengan memperlihatkan gelombang sinyal frekuensi yang baik atau hasil yang buruk.

## 2. METODE PENELITIAN

Pada metode penelitian ini memiliki tahapan untuk mencapai sebuah tujuan seperti tempat, dan waktu penelitian, data penelitian, hasil yang didapat, teknik pengumpulan data, dan hipotesa untuk analisa penelitian. Metode yang diterapkan menggunakan *Software Defined Radio (SDR)* untuk mendapatkan hasil gelombang sinyal frekuensi *vehicle to vehicle (V2V)*. Metode SDR ini menghasilkan kondisi gelombang sinyal dengan kondisi yang baik maupun buruk. Model penelitian ini menggunakan pemancar pengiriman pesan berupa data kepada penerima Untuk Metode penelitian dilakukan adalah untuk memberikan kerangka sistematis dan terstruktur yang memungkinkan peneliti mengumpulkan, menganalisis, dan menginterpretasikan data secara efektif, sehingga menghasilkan temuan yang valid dan dapat dipercaya. Dengan metode penelitian yang tepat, peneliti dapat menjawab pertanyaan penelitian dengan lebih akurat, menguji hipotesis, serta mengembangkan teori atau model baru yang relevan dengan topik yang diteliti, sehingga memberikan kontribusi signifikan terhadap pengetahuan di bidang tersebut.

Penelitian ini dilakukan dengan cara melakukan research studi literatur, menentukan rumusan masalah dan tujuan penelitian ini. Selanjutnya penentuan kondisi lapangan, perencanaan waktu pengambilan data, dan penentuan kondisi parameter untuk lapangan tersebut. Untuk penentuan penelitian mencari dengan kondisi kanal frekuensi yang cukup kosong supaya tidak terjadi tabrakan dengan sinyal lain. Untuk simulasi penentuan frekuensi sinyal menggunakan SDR dan kanal V2V. Pada pengambilan data dan uji coba kanal V2V belum diketahui kualitas sinyalnya. Maka tahap selanjutnya adalah melakukan percobaan sebanyak tiga kali pada percobaan statis dan mobile, hasil data tersebut berupa jarak dan frekuensi yang di dapat dari hasil simulasi SDR pada uji coba kanal V2V. Selanjutnya Analisa hasil output yang telah dilakukan dengan melihat grafik dan hasil output pesan pada file txt. Flowchart metode penelitian dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 1. Flowchart Sistem

### 2.1 Channel Coding

Skema *channel coding* yang sudah dikenal kini menunjukkan dan mempertimbangkan sebuah kompleksitas penguraianya. Penggunaan kompleksitas dekoder selama ini berhubungan dengan perangkat keras, akan tetapi pada jumlah operasi dasar harus dipertimbangkan seperti penjumlahan dan perkalian dan sebagai asumsi tentang implementasi struktur dekoder yang optimal [4]. Pada teknologi 5G memiliki standar akses untuk sebuah New Radio (NR) ke-15 yang dilakukan oleh 3rd Generation Partnership Project (3GPP), yaitu berupa dua skema channel coding dalam bentuk lapisan fisik baru dari code polar dan low-density parity-check (LDPC) untuk menggantikan kode konvolusional, sedangkan turbo digunakan untuk Long Term Evaluation (LTE) 4G. Dari data 3GPP 38.913 [5], terdapat tiga skenario pada jaringan 5G seperti enhanced mobile broadband (eMBB), komunikasi ultra-reliable dan low latency communications (URLLC), dan massive machine type communications (mMTC).

### 2.2 Software Defined Radio

Sebuah solusi menggunakan Software Defined Radio (SDR) muncul dikarenakan adanya keterbatasan pengiriman sinyal pada sistem radio konvensional. SDR salah satu hal yang dapat merubah paradigma teknologi yang ada di sistem radio untuk mengimplementasi pada perangkat lunak. Fungsi radio yang bersifat dinamis memerlukan konfigurasi ulang dengan cara memperbarui perangkat lunak, dan mengakibatkan kehilangan sebuah modifikasi kebutuhan pada perangkat keras, serta membuka hal baru dalam dunia telekomunikasi radio [6]. Pengoperasian SDR menggunakan premis dimana sinyal Frekuensi Radio (RF) dapat didigitalkan dan prosesnya menggunakan perangkat lunak pada komputer. Dari hal tersebut dapat dilihat tujuan dari perangkat keras SDR khusus. Perpindahan dari fungsi tetap masih bergantung pada perangkat keras terhadap kemampuan beradaptasi, yang memiliki dorongan dari perangkat lunak yang sudah terpicu pada sebuah revolusi dan dapat berubah dengan cara kita mendekati desain, implementasi, dan penerapan sistem radio [7]. Saat ini perangkat pada Internet of Things (IoT) memerlukan teknologi SDR sebagai perangkat interkoneksi yang digunakan untuk konektivitas perangkat multiprotokol. IoT dapat digunakan diberbagai perangkat baik yang standar, pengelola dan pembaruan, hal tersebut dimanfaatkan pada keunggulan kompatibilitas dengan konsep "Pemrograman Melalui Udara", dengan menggunakan pembaruan nirkabel sebagai implementasi IoT yang optimal [8].

### 2.3 Vehicle To Vehicle

Munculnya komunikasi kendaraan-ke-kendaraan (V2V) telah menandai kemajuan dan peluang signifikan dalam industri otomotif. Pertukaran informasi yang lancar antar kendaraan berpotensi merevolusi keselamatan jalan raya, manajemen lalu lintas, dan efisiensi transportasi. Namun, memastikan transmisi yang aman dan perlindungan data dalam jaringan komunikasi V2V sangat penting untuk menjamin integritas, privasi, dan keandalan informasi yang dipertukarkan. Pada tahun 1980an, diperkenalkannya internet membawa pertumbuhan pesat dalam komunikasi manusia. Seiring kemajuan teknologi, internet berkembang menjadi jaringan global yang memfasilitasi komunikasi antara manusia dan perangkat. Evolusi teknologi ini memunculkan konsep-konsep seperti “teknologi pintar” dan “Internet of Things” (IoT) [9]. Saat ini, IoT telah menjadi topik yang banyak dibicarakan secara global, dengan banyaknya perusahaan yang memproduksi dan mendistribusikan perangkat IoT yang dilengkapi dengan chip dan sensor.

Sistem keamanan pada komunikasi V2V dengan menggunakan model pendekatan kriptografi seperti infrastruktur kunci asimetris dan kriptografi kurva elips, memiliki peran yang aman dalam komunikasi V2V. Sistem memiliki landasan yang kuat dalam melakukan pertukaran data dan informasi antar kendaraan yang aman, andal, dan terukur. Sistem keamanan pada V2V ini juga menggunakan protokol seperti perutean vektor jarak aman ad hoc on-demand (ES AODV) sebagai salah satu cara meningkatkan keamanan transmisi data dan memastikan integritas informasi penting keselamatan [10]. Pemodelan keamanan dengan berbasis perangkat lunak pada jaringan (SDN) untuk transmisi data dapat lebih mendukung komunikasi V2V yang aman dan efisien, sementara arsitektur Internet of Connected Vehicles (IoCV) yang diusulkan mendorong perlindungan lingkungan.

### 2.4 Keaslian

Beberapa penelitian mengenai penggunaan sistem komunikasi pada kanal V2V menggunakan jaringan VANETs. Penggunaan skema modulasi yang disesuaikan dengan kondisi lingkungan, disebut juga dengan modulasi adaptif, merupakan salah satu cara untuk mengatasi penurunan performansi sistem komunikasi V2V yang disebabkan oleh Doppler shift. Pada modulasi adaptif, skema modulasi yang digunakan untuk berkomunikasi akan disesuaikan dengan level noise yang dilewati kendaraan [11]. Saat kondisi lingkungan yang dilewati oleh kendaraan berada dalam level noise yang tinggi, maka informasi sangat rentan terhadap gangguan. Untuk mencegah tingginya kesalahan informasi yang diterima maka digunakan modulasi orde rendah. Sementara itu ketika level noise sedang rendah, maka dapat digunakan modulasi orde tinggi. Dengan menyesuaikan orde modulasi sesuai dengan kondisi level noise yang dilewati kendaraan, maka performansi sistem komunikasi V2V dapat dikontrol. Channel Coding merupakan salah satu dari bagian lapis fisik dan berperan pada latensi dan keandalan. Pada channel coding terdapat encoder dan decoder yang bekerja pada channel secara blok, yang dimana encoder dan decoder dapat bekerja pada seluruh rangkaian dengan ketersediaan input, yang bersifat inheren sebagai penyebab penundaan. Pembagian kode dengan lebih kecil merupakan salah satu cara untuk mengurangi penundaan. Namun, pemilihan channel coding menjadi alasan untuk mengkoreksi kesalahan kinerja dengan pesan yang kurang panjang. Pada channel coding untuk panjang dan pendeknya pesan dengan berbagai desain alat dan analisa, seperti analisis EXIT dan Density Evolution yang masih kurang akurat [12]. Hal ini disebabkan sebagian besar mengandalkan hasil asimtotik dan menggunakan teorema channel coding Shannon menjadi metrik yang tidak cocok untuk mengevaluasi kinerja. Teorema ini mengasumsikan panjang blok dengan penundaan yang tak terhingga dan probabilitas kesalahan hilang. Dari beberapa penelitian yang ada, belum ada yang menyebutkan tentang pemodelan frekuensi kanal vehicle to vehicle menggunakan channel coding di Kota Salatiga.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Pengujian Frekuensi Vehicle To Vehicle

Pengujian nilai frekuensi dilakukan dengan menggunakan SDR sebagai alat komunikasi pada kanal vehicle to vehicle (V2V). Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan nilai frekuensi yang tepat untuk komunikasi V2V. Pengujian frekuensi dilakukan di tiga lokasi yang ada di kota Salatiga dengan nilai frekuensi yang sama sebanyak lima nilai frekuensi. Untuk nilai Frekuensi yang dilakukan pengujian adalah 517, 535, 555, 585, dan 605. Untuk tiga lokasi pengambilan data yang memiliki karakteristik yang berbeda berdasarkan kontur ketinggian, dan kepadatan penduduk, selain itu berdasarkan pula kondisi cuaca yang sama yaitu kondisi cuaca buruk (cuaca mendung).

##### 3.1.1 Pengujian Frekuensi Vehicle To Vehicle Area Pertokoan dan Padat Penduduk

Skenario pertama yang dilakukan pada area pertokoan dan padat penduduk dengan menggunakan 5 frekuensi yaitu 517, 535, 555, 585, dan 605 MHz dengan kondisi cuaca buruk (cuaca mendung). Pada frekuensi 555 MHz di area pertokoan dan padat penduduk tidak dapat dilakukan sebagai komunikasi *vehicle to vehicle*, hal tersebut karena pada frekuensi ini memiliki regulasi frekuensi dari pemerintah yang biasanya digunakan untuk keperluan sistem komunikasi radio seperti keperluan militer, navigasi dan komunikasi publik lainnya. Untuk nilai frekuensi yang lainnya dapat mengirimkan dan menerima pesan yang dikirimkan walaupun masih belum bisa sempurna.

Tabel 1. Jumlah pesan yang diterima pada area pertokoan dan padat penduduk

Frekuensi (MHz)	Jarak (m)	Jumlah Pesan yang sempurna (perkalimat)	Total Jumlah pesan yang diterima (perkalimat)
517	1	4	7
	2	4	7
	3	4	13
	4	20	35
535	1	36	82
	2	39	90
	3	38	92
	4	40	97
555	1	0	0
	2	0	0
	3	0	0
	4	0	0
585	1	9	33
	2	9	33
	3	9	34
	4	9	34
605	1	7	35
	2	7	35
	3	7	35
	4	7	35

Hasil pengiriman dan penerimaan pesan pada komunikasi *vehicle to vehicle* dengan frekuensi 517, 535, 555, 585, 605 MHz yang ditunjukkan pada Tabel 1 dengan hasil pesan data yang terkirim dengan jarak 1 meter hingga 4 meter. Sedangkan untuk nilai *relative gain* dengan menentukan pemodelan frekuensi untuk perbandingan antara dua frekuensi yang menggunakan hubungan logaritmik pada perhitungan perubahan *gain* berdasarkan frekuensi ditunjukkan pada Tabel 2. Rumus perhitungan perbandingan antara dua frekuensi pada hubungan logaritmik sebagai berikut

$$\text{Relative Gain (dB)} = 20 \log_{10} \left( \frac{f_2}{f_1} \right)$$

Tabel 2. *Relative Gain* dengan Perbandingan Frekuensi

Frekuensi (MHz)	Relative Gain (dB)	$\frac{f_2}{f_1}$
517	40	100
535	35	56.23
555	45	177.83
585	45	177.83
605	50	316.22

Pada frekuensi 517 MHz memiliki relative gain 40 dB sehingga untuk hasil perbandingan logaritmik frekuensinya adalah frekuensi  $f_2$  sekitar 100 kali lebih besar dari  $f_1$  untuk mendapatkan relative gain sebesar 40 dB. Dari hasil tersebut maka jika relative gain besar maka perbandingan frekuensi  $f_2$  pada hubungan logaritmik akan lebih besar dari frekuensi  $f_1$ .

### 3.1.2 Pengujian Frekuensi Vehicle To Vehicle Area Pegunungan

Skenario kedua yang dilakukan pada area pegunungan dengan menggunakan 5 frekuensi yaitu 517, 535, 555, 585, dan 605 MHz dengan kondisi cuaca buruk (cuaca mendung). Hasil pengiriman dan penerimaan pesan pada komunikasi *vehicle to vehicle* dengan frekuensi 517, 535, 555, 585, 605 MHz yang ditunjukkan pada Tabel 3 dengan hasil pesan data yang terkirim dengan jarak 1 meter hingga 4 meter. Sedangkan untuk nilai *relative gain* dengan menentukan pemodelan frekuensi untuk perbandingan antara dua frekuensi yang menggunakan hubungan logaritmik pada perhitungan perubahan *gain* berdasarkan frekuensi ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 3. Jumlah pesan yang diterima pada area pegunungan

Frekuensi (MHz)	Jarak (m)	Jumlah Pesan yang sempurna (perkalimat)	Total Jumlah pesan yang diterima (perkalimat)
517	1	10	34
	2	10	34
	3	9	34
	4	9	34
535	1	12	35
	2	11	34
	3	11	34
	4	10	34
555	1	11	34
	2	11	35
	3	11	35
	4	11	34
585	1	4	13
	2	12	34
	3	12	34
	4	12	34
605	1	16	34
	2	16	34
	3	10	35
	4	10	35

Tabel 4. Relative Gain dengan Perbandingan Frekuensi

Frekuensi (MHz)	Relative Gain (dB)	$\frac{f_2}{f_1}$
517	45	177.83
535	50	316.22
555	35	56.23
585	35	56.23
605	40	100

Pada frekuensi 517 MHz memiliki relative gain 45 dB sehingga untuk hasil perbandingan logaritmik frekuensinya adalah frekuensi  $f_2$  sekitar 177.83 kali lebih besar dari  $f_1$  untuk mendapatkan relative gain sebesar 45 dB. Dari hasil tersebut maka jika relative gain besar maka perbandingan frekuensi  $f_2$  pada hubungan logaritmik akan lebih besar dari frekuensi  $f_1$ .

### 3.1.3 Pengujian Frekuensi Vehicle To Vehicle Area Jalan Raya Kota Salatiga

Skenario ketiga yang dilakukan pada area jalan raya dengan menggunakan 5 frekuensi yaitu 517, 535, 555, 585, dan 605 MHz dengan kondisi cuaca buruk (cuaca mendung). Pada frekuensi 555 MHz di area jalan raya tidak dapat dilakukan sebagai komunikasi *vehicle to vehicle*, hal tersebut karena sama dengan kondisi area pertokoan dan padat penduduk. Untuk nilai frekuensi yang lainnya dapat mengirimkan dan menerima pesan yang dikirimkan walaupun masih belum bisa sempurna. Hasil pengiriman dan penerimaan pesan pada komunikasi *vehicle to vehicle* dengan frekuensi 517, 535, 555, 585, 605 MHz yang ditunjukkan pada Tabel 5 dengan hasil pesan data yang terkirim dengan jarak 1 meter hingga 4 meter. Sedangkan untuk nilai *relative gain* dengan menentukan pemodelan frekuensi untuk perbandingan antara dua frekuensi yang menggunakan hubungan logaritmik pada perhitungan perubahan *gain* berdasarkan frekuensi ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 5. Jumlah pesan yang diterima pada area jalan raya kota Salatiga

Frekuensi (MHz)	Jarak (m)	Jumlah Pesan yang sempurna (perkalimat)	Total Jumlah pesan yang diterima (perkalimat)
517	1	7	32
	2	7	32
	3	8	32
	4	0	0
535	1	0	35
	2	0	34
	3	0	34
	4	0	0
555	1	0	3
	2	0	0
	3	0	0
	4	0	0
585	1	9	34
	2	9	34
	3	9	34
	4	0	2
605	1	0	35
	2	0	35
	3	0	35
	4	0	0

Tabel 6. Relative Gain dengan Perbandingan Frekuensi

Frekuensi (MHz)	Relative Gain (dB)	$\frac{f_2}{f_1}$
517	40	100
535	40	100
555	50	316.22
585	35	56.23
605	30	31.62

Pada frekuensi 517 MHz memiliki relative gain 40 dB, sehingga untuk hasil perbandingan logaritmik frekuensinya adalah frekuensi  $f_2$  sekitar 100 kali lebih besar dari  $f_1$  untuk mendapatkan relative gain sebesar 40 dB. Dari hasil tersebut maka jika relative gain besar maka perbandingan frekuensi  $f_2$  pada hubungan logaritmik akan lebih besar dari frekuensi  $f_1$ .

#### 4. KESIMPULAN

Hasil pengujian dengan menggunakan simulasi komunikasi kanal untuk mendapatkan pemodelan frekuensi pada kanal *vehicle to vehicle* pada kota Salatiga, dapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Pesan yang dikirimkan dan diterima berupa kalimat, akan tetapi beberapa pesan yang dikirimkan memiliki kerusakan pesan, serta pada frekuensi 555 MHz di area jalan raya kota Salatiga, di area pertokoan dan padat penduduk tidak dapat mengirimkan dan menerima pesan, hal tersebut terjadi akibat regulasi dari pemerintah untuk komunikasi militer.
2. Nilai *relative gain* yang memiliki nilai besar maka perbandingan frekuensi  $f_2$  pada hubungan logaritmik akan lebih besar dari frekuensi  $f_1$
3. Pola radiasi antena pada frekuensi antara 500 MHz hingga 605 MHz dengan kondisi konture ketinggian kondisi area yang berbeda-beda memiliki nilai relative gain yang hampir sama dan jumlah pesan yang dikirimkan juga hampir sama walaupun dengan jarak yang berbeda-beda.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada semua yang sudah berkontribusi pada penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Turjman, F. A. (2017). "Cognitive caching for the future sensors in fog networking". *Pervasive Mobile Computing*, 42, 317-334.
- [2] Nazibullah, J. A. H., dan Bimantoro, F. (2021). "Dampak Variasi Model Propagasi Terhadap Protokol Routing Reaktif, Proaktif, Dan Hybrid Di Jaringan Vanet (Studi Kasus Kota Bima)", *JTIKA*, Vol. 3, No. 1.
- [3] Almoualem, F., Satam, P., Ki, J. G., and Hariri, S. (2017). "SDR Based Resilient Wireless Communications". 114-119. 10.1109/ICCAC.18.
- [4] Balatsoukas, S. A., Parizi, M. B., and Burg, A. (2015). "LLR-based successive cancellation list decoding of polar codes". *IEEE Trans. On Sig. Proc.* vol. 63. no. 19. pp. 5165-5179.
- [5] 3GPP: (2017). TR 38.913 Study on Scenarios and Requirements for Next Generation Access Technologies.
- [6] Arshad, S., Feng, C., Liu, Y., Hu, Y., Yu, R., Zhou, S., and Li, H. (2017). Wi-chase: A WiFi based human activity recognition system for sensorless environments. *IEEE 18th International Symposium on A World of Wireless. Mobile and Multimedia Networks (WoWMoM)*. Macau. China. pp. 1-6.

- [7] Gu, Y., Ren, F., and Li, J. (2016). PAWS: Passive Human Activity Recognition Based on WiFi Ambient Signals. *IEEE Internet of Things Journal*. vol. 3. no. 5. pp. 796–805.
- [8] Hesar, M., Najafi, A., Iyer, V., and Gollakota, S. (2020). TinySDR:Low-Power SDR Platform for Over-the-Air Programmable IoT Testbeds. in *17th USENIX Symposium on Networked Systems Design and Implementation (NSDI) 20*, 1031–1046.
- [9] Ioana, A., Korodi, A., dan Silea, I. (2022). Automotive IoT Ethernet-Based Communication Technologies Applied in a V2X Context via a Multi-Protocol Gateway. *Sensor*. 22, 6382.
- [10] Muslam, M. M. A. (2024). Enhancing Security in Vehicle-to-Vehicle Communication: A Comprehensive Review of Protocols and Techniques. *Vehicles*. 6. 450–467. <https://doi.org/10.3390/vehicles6010020>.
- [11] Kurniawati, N., dan Ningsih, Y. K. (2021). “Reinforcement Learning-Based Adaptive Modulation for Vehicular Communication,” in *2021 18th International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON)*, pp. 224–227, doi: 10.1109/ECTI-CON51831.2021.9454740.
- [12] Helmling, M., and Scholl, S. (2016). Database of channel codes and ML simulation results. University of Kaiserslautern URL: [www.uni-kl.de/channel-codes](http://www.uni-kl.de/channel-codes).