

BAB 1

USULAN GAGASAN

1.1 Deskripsi Umum Masalah

1.1.1 Latar Belakang Masalah

Pertumbuhan jumlah kendaraan sejalan dengan perkembangan penduduk yang bergerak untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Sehingga permintaan akan penerapan komunikasi cerdas semakin meningkat seiring dengan kenaikan jumlah kendaraan tiap tahunnya.

Tabel 1.1 Perbandingan jumlah kendaraan dan penerapan komunikasi V2V di Indonesia

Year	Total vehicles in Indonesia (million)	Vehicles with V2V (thousand)	V2V Presentation (%)	Data Retrieval Source
2021	150	1	0.67	Jakarta Transport Agency 2021
2022	160	5	3.13	TechReview Indonesia 2022
2023	170	10	5.88	TransJakarta Report 2023
2024	180	20	11.11	MobilityTrends Indonesia 2024

Teknologi jaringan seluler seperti 5G dimanfaatkan untuk komunikasi *vehicle-to-everything* (V2X), yang salah satunya *vehicle-to-vehicle* (V2V) dan *vehicle to infrastructure/Network* (V2I/N). V2V digunakan untuk tujuan meningkatkan keselamatan pengguna jalan, meningkatkan efisiensi lalu lintas, dan menyediakan layanan informasi dan *entertainment* dalam kendaraan.

Komunikasi V2V berbagi informasi satu sama lain, termasuk untuk menghindari potensi kecelakaan. Pada komunikasi seluler konvensional, *base transceiver station* (BTS) bertukar informasi dengan *cellular user* (CU), menyebabkan beban lalu lintas yang signifikan pada BTS dan memerlukan kapasitas yang besar[1]. Melalui komunikasi *device to device* (D2D), interaksi langsung antara pengguna telepon seluler terjadi tanpa harus melewati BTS yang berkontribusi pada peningkatan efisiensi spektral, pengurangan beban lalu lintas di BTS, dan perluasan jangkauan jaringan seluler. Karena itu, D2D diadopsi dalam standar 5G oleh

3GPP untuk mendukung layanan komunikasi V2V. Ini menuntut adanya sistem yang kompatibel dan dapat meningkatkan kualitas dari komunikasi seluler konvensional. Komunikasi V2V dan Alokasi Sumber Daya Radio memiliki peran penting dalam pertukaran pesan yang cepat dan efektif untuk meningkatkan keamanan dan efisiensi lalu lintas, pemanfaatan sensor *on-board* dan V2V untuk mengidentifikasi pergerakan kendaraan, serta penanganan isu keamanan dalam lingkungan V2V yang terbuka.

Berdasarkan alokasi spektrumnya, komunikasi D2D memiliki dua mode, yaitu *mode overlay* dan *mode underlay*. *Mode underlay* adalah mode di mana pengguna D2D menggunakan spektrum frekuensi yang sama dengan pengguna seluler biasa secara bersamaan[2]. Sementara itu, *mode overlay* adalah ketika sumber daya telah dialokasikan khusus untuk pengguna D2D [3]. Dalam *mode underlay* komunikasi D2D, efisiensi spektrum dapat ditingkatkan, tetapi interferensi dapat timbul antara perangkat pengguna V2V (V2V-UE) dengan perangkat pengguna V2I (V2I-UE). Interferensi ini dapat mengganggu kinerja pengguna, baik V2V-UE maupun V2I-UE. Karena itu, *radio resource allocation* (RRA) menjadi aspek krusial dalam implementasi komunikasi V2V. Penerapan algoritma optimalisasi alokasi sumber daya radio dalam komunikasi V2V memiliki peranan penting dalam meningkatkan kualitas sinyal. Dengan mengoptimalkan alokasi sumber daya radio, sistem V2V dapat menghasilkan sinyal yang lebih stabil dan kuat, yang pada gilirannya akan meningkatkan efisiensi dan keandalan komunikasi antar kendaraan. Hal ini dapat berdampak positif pada keselamatan dan efisiensi lalu lintas, serta membantu mengurangi risiko interferensi yang dapat mempengaruhi kinerja sistem komunikasi V2V secara keseluruhan.

1.1.2 Analisa Masalah

Komunikasi *Vehicle-to-Vehicle* (V2V) memiliki potensi dalam meningkatkan efisiensi dan keamanan kendaraan. Meskipun demikian, beberapa tantangan perlu diatasi untuk menjamin kelancaran dan efektivitas komunikasi ini. Beberapa aspek kunci yang harus diperhatikan meliputi alokasi sumber daya yang optimal, *data rate* yang tinggi, efisiensi spektral, dan keadilan dalam alokasi sumber daya.

Peningkatan *data rate* dan efisiensi spektral sangat penting untuk mendukung transmisi data yang cepat dan reliabel. Efisiensi spektral yang baik akan memungkinkan penggunaan spektrum frekuensi yang tersedia secara maksimal, sehingga meningkatkan kapasitas jaringan secara keseluruhan. Selain itu, keadilan dalam alokasi sumber daya harus

dipastikan agar tidak terjadi ketidakmerataan pembagian antara kendaraan yang satu dengan yang lain. Dengan memperhatikan faktor-faktor tersebut, teknologi V2V dapat dioptimalkan untuk mendukung keselamatan, efisiensi, dan kenyamanan dalam berkendara di masa mendatang.

1.1.2.1 *Data Rate*

Data rate dalam komunikasi V2V memungkinkan pengiriman data cepat dan akurat. *Data rate* tinggi memungkinkan pengiriman lebih banyak informasi dan mendukung berbagai aplikasi V2V seperti navigasi canggih dan komunikasi darurat. Dengan semakin banyaknya jumlah kendaraan dan perkembangan teknologi yang semakin canggih dengan penerapan V2V di dalamnya. Ini memastikan bahwa informasi tiba tepat waktu untuk mendukung berbagai fungsi kendaraan pintar, meningkatkan efisiensi dan keandalan komunikasi antar kendaraan.

1.1.2.2 *Spectral Efficiency*

Spectral efficiency mengalokasikan sumber daya secara optimal sehingga sistem dapat memaksimalkan penggunaan *bandwidth* yang tersedia. Hal ini memungkinkan lebih banyak data untuk dikirimkan dalam rentang waktu yang lebih singkat tanpa mengorbankan kualitas komunikasi. Dengan memanfaatkan setiap bit dari spektrum frekuensi yang tersedia, Ini tidak hanya meningkatkan kinerja jaringan, tetapi juga memastikan bahwa sistem V2V dapat beroperasi secara andal dan responsif meskipun menghadapi peningkatan jumlah kendaraan dan permintaan data yang lebih tinggi.

1.1.2.3 *Fairness*

Dalam beberapa skenario, banyak kendaraan berkomunikasi secara bersamaan, sehingga penting untuk memastikan bahwa setiap kendaraan mendapatkan alokasi sumber daya yang adil. Distribusi yang merata dari sumber daya komunikasi memungkinkan setiap kendaraan untuk mengirim dan menerima informasi tanpa mengalami keterlambatan atau gangguan. Sistem yang dirancang dengan baik akan menerapkan mekanisme pengelolaan sumber daya yang efisien, memastikan bahwa setiap kendaraan, terlepas dari jumlahnya, tetap dapat berkomunikasi secara efektif.

1.1.3 Tujuan *Capstone*

Tujuan utama dari proyek akhir ini adalah untuk meningkatkan kinerja algoritma dalam komunikasi V2V dengan menggabungkan teknik alokasi sumber daya radio ke dalam

model skenario. Fokus utamanya adalah mengembangkan sistem algoritma alokasi sumber daya radio yang adaptif dan responsif terhadap dinamika lalu lintas komunikasi. Dokumen ini meninjau strategi kontrol yang diimplementasikan dalam skenario lalu lintas untuk berkontribusi pada peningkatan *data rate*, spektral efisiensi, dan *fairness* dalam komunikasi V2V. Dengan demikian, hasil dari proyek ini diharapkan dapat menciptakan jaringan transportasi yang lebih andal, adaptif, dan efisien.

1.2 Analisa Solusi yang Ada

Dalam upaya meningkatkan kinerja komunikasi V2V, berbagai algoritma telah diusulkan dan diimplementasikan, masing-masing dengan fokus dan pendekatan yang berbeda. Analisis ini akan membahas keunggulan dan kelemahan dari beberapa algoritma yang relevan. Dengan memahami karakteristik dan mekanisme kerja dari masing-masing algoritma, efektivitas tiap algoritma yang diuji dalam skenario komunikasi V2V dapat dievaluasi sehingga solusi yang paling sesuai dapat dipilih untuk mencapai jaringan transportasi yang lebih aman, andal, dan efisien. Berikut ini adalah ulasan mendalam mengenai algoritma *Greedy*, *Graph*, *Random Allocation*, *FIFO*, *Genetic*, *Auction*, *Particle Swarm Optimization* (PSO), dan *Proportional Fair*, serta penerapannya dalam konteks komunikasi V2V.

1.2.1 Algoritma *Greedy*

Fokus utama dari algoritma ini adalah pendekatan penyelesaian masalah yang bertujuan membangun solusi secara iteratif dengan membuat pilihan lokal terbaik pada setiap langkah, tanpa mempertimbangkan konsekuensi jangka panjang. Prinsip dasarnya adalah "memilih nilai terbaik yang tersedia saat ini", mengutamakan kecepatan dan efisiensi karena keputusan diambil berdasarkan informasi lokal. [4].

1.2.2 Algoritma *Graph*

Memanfaatkan struktur data graf untuk merepresentasikan entitas dan hubungan di antara mereka, memungkinkan identifikasi jalur terpendek, optimasi rute, dan analisis konektivitas dengan lebih efisien. *Graph* terdiri dari simpul (*node*) dan sisi (*edge*) yang menghubungkan simpul-simpul tersebut, sehingga dapat digunakan untuk menyelesaikan berbagai masalah[5].

1.2.3 Algoritma *Random Allocation*

Berfokus pada pengalokasian sumber daya secara acak, menjadikannya solusi awal yang baik untuk masalah kompleks sebelum menerapkan teknik optimasi yang lebih canggih.

Dengan mendistribusikan sumber daya tanpa pola tertentu, algoritma ini dapat dengan cepat menghasilkan solusi awal yang bisa dievaluasi dan ditingkatkan lebih lanjut[6].

1.2.4 Algoritma FIFO

Algoritma *First-In, First-Out* (FIFO) adalah salah satu metode sederhana untuk mengalokasikan *resource block* (RB) dalam komunikasi *Vehicle-to-Vehicle* (V2V). Pada algoritma ini, RB dialokasikan kepada kendaraan berdasarkan urutan kedatangan permintaan. Kendaraan yang pertama kali meminta RB akan menjadi yang pertama menerima alokasi, kemudian diikuti oleh permintaan berikutnya secara berurutan.

1.2.5 Algoritma Genetic

Dalam konteks *Vehicle-to-Vehicle* (V2V), algoritma genetika meniru mekanisme seleksi alam untuk mencari solusi optimal dengan mengevaluasi dan menggabungkan populasi. Proses ini dimulai dengan populasi awal solusi yang dihasilkan secara acak, kemudian solusi-solusi terbaik dipilih berdasarkan kinerja. Selanjutnya, solusi-solusi ini disilangkan dan dimutasi untuk menghasilkan generasi baru solusi yang lebih baik. Melalui iterasi berulang, algoritma *genetic* memastikan evolusi menuju komunikasi V2V yang lebih efektif dan adaptif, mampu merespons dinamika lalu lintas dengan lebih baik. [7].

1.2.6 Algoritma Auction

Algoritma *auction* pada komunikasi V2V mengadopsi prinsip lelang untuk mengalokasikan sumber daya komunikasi. Setiap kendaraan menentukan tawaran berdasarkan kebutuhannya dan mengirimkannya ke entitas pusat. Entitas ini kemudian mengevaluasi tawaran dan mengalokasikan sumber daya kepada pemenang. Kendaraan yang tidak berhasil mendapatkan sumber daya dapat menyesuaikan tawaran mereka untuk putaran berikutnya[6].

1.2.7 Algoritma Particle Swarm Optimization(PSO)

Fokus utama dari algoritma ini adalah mengoptimasi melalui Teknik yang terinspirasi dari perilaku burung atau ikan yang bergerak dalam kelompok. Dalam algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO), solusi potensial direpresentasikan sebagai "partikel" yang bergerak di ruang pencarian. Setiap partikel menyesuaikan posisinya berdasarkan pengalaman pribadinya dan informasi dari partikel lain dalam kelompok untuk mencari solusi terbaik. Dengan mekanisme adaptif ini, PSO mampu menemukan solusi optimal dalam berbagai masalah dengan efisiensi[8][9].

1.2.8 Algoritma *Proportional Fair*

Algoritma *Proportional Fair* bertujuan untuk memastikan distribusi sumber daya yang adil di antara pengguna sekaligus memaksimalkan efisiensi keseluruhan. Algoritma ini bekerja dengan membandingkan tingkat pemanfaatan saat ini untuk setiap pengguna dengan rata-rata tingkat pemanfaatan mereka di masa lalu. Pengguna yang memiliki rasio tertinggi antara tingkat pemanfaatan saat ini dan rata-rata masa lalu diberi prioritas dalam alokasi sumber daya. Dengan pendekatan ini, algoritma *Proportional Fair* mengoptimalkan kinerja sistem secara keseluruhan sambil memastikan setiap pengguna mendapatkan porsi sumber daya yang adil dan konsisten. Pendekatan ini efektif dalam menjaga keseimbangan antara efisiensi dan keadilan, sehingga meningkatkan kualitas layanan secara umum.[10].

1.3 Metode Penelitian

1.3.1 Desain Model dan Formulasi

Pada tahap ini, sistem model yang akan menjadi lingkup penelitian dirancang secara komprehensif. Proses ini mencakup formulasi dan pengembangan model yang akan digunakan sebagai dasar penelitian. Setiap aspek dari sistem model dianalisis dengan cermat untuk memastikan bahwa semua variabel dan parameter yang relevan diperhitungkan.

1.3.2 Perancangan Algoritma

Pada tahap perancangan algoritma, dilakukan penulisan dan pengembangan algoritma ke dalam kode pemrograman yang sesuai dengan perangkat lunak simulasi yang akan digunakan. Proses ini melibatkan pemahaman mendalam terhadap logika dan langkah-langkah algoritma, kemudian menerjemahkannya ke dalam kode yang efisien dan akurat. Pemilihan bahasa pemrograman dan *software* simulasi yang tepat sangat penting untuk mendukung kemampuan simulasi yang dibutuhkan. Setelah pemrograman selesai, uji coba awal dilakukan untuk memastikan algoritma berfungsi sesuai harapan, yang akan menjadi dasar bagi pengujian dan validasi lebih lanjut dalam lingkungan simulasi.

1.3.3 Proses Simulasi Algoritma dan Analisis

Pada tahap simulasi algoritma dan analisis, algoritma yang telah diimplementasikan dalam bahasa pemrograman akan diuji secara menyeluruh. Proses pengujian ini melibatkan simulasi untuk mengevaluasi kinerja algoritma dalam berbagai skenario yang telah dirancang. Selama pengujian, data hasil simulasi akan dikumpulkan dan dianalisis.

1.3.4 Penyimpulan Hasil

Data analisis dari hasil simulasi akan digunakan untuk menjawab pertanyaan dan permasalahan yang ada dalam penelitian. Informasi yang dikumpulkan melalui proses simulasi akan memberikan bukti yang mendukung atau menolak hipotesis yang diajukan. Analisis data ini juga akan membantu dalam mengidentifikasi pola, hubungan, dan kemungkinan penyebab yang relevan dengan penelitian.

1.4 Jadwal Pelaksanaan

Untuk menyelesaikan penelitian ini, diperlukan sebuah skema penjadwalan yang terstruktur untuk setiap *milestone* yang ingin dicapai, sehingga target dapat terpenuhi sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan.

Tabel 1.2 Jadwal pelaksanaan Penelitian

Task	Month 1				Month 2				Month 3				Month 4				Month 5			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. Creating																				
1.1 Melakukan riset formula yang digunakan pada sistem model																				
1.2 Membuat sistem model																				
1.3 Membuat model clustering dan non clustering																				
1.4 Membuat model algoritma alokasi																				
2. Collecting																				
2.1 Pengambilan data pada sistem model																				
2.2 Pengambilan data pada clustering dan non clustering																				
2.3 Membuat model algoritma alokasi																				
3. Processing Data																				
3.1 Menampilkan data dalam bentuk grafik																				
3.2 Menampilkan data dalam bentuk tabel																				
4. Evaluation																				
4.1 Diskusi dengan teman satu tim																				
4.2 Diskusi dengan dosen (bimbingan)																				
5. Dokumentasi																				
5.1 Pembuatan dokumen CD																				
5.2 Pengumpulan dokumen CD																				

Proyek ini dimulai dengan fase *Creating* selama dua bulan pertama, di mana dilakukan riset formula, pembuatan sistem model, serta pengembangan model *clustering* dan *non clustering*, diikuti oleh pembuatan model algoritma alokasi. Setelah itu, beralih ke fase *Collecting* pada bulan kedua dan ketiga, yang mencakup pengambilan data pada sistem model, *clustering*, *non clustering*, dan pembuatan model algoritma alokasi. Selanjutnya, fase *Processing Data* berlangsung dari bulan ketiga hingga bulan keempat, dimana data yang telah dikumpulkan diolah menjadi grafik dan tabel. Pada bulan keempat, dilakukan fase *Evaluation* yang terdiri dari diskusi dengan tim dan bimbingan dengan dosen. Terakhir, fase Dokumentasi

berlangsung dari bulan keempat hingga bulan kelima, mencakup pembuatan dan pengumpulan dokumen CD. Tiap tahap disusun secara terstruktur untuk memastikan alur kerja yang sistematis dan efisien.