



Rancang Bangun Perangkat Komunikasi Adaptif Untuk Pengembangan QoS (Quality of Service) Infrastruktur Internet of Vehicle (IoV)

Nizirwan Anwar¹, Dewanto Rosian Adhy², Rudi Hermawan³, Budi Tjahjono⁴, Muhammad Abdullah Hadi⁵

^{1,4,5} Fakultas Ilmu Komputer Universitas Esa Unggul

^{2,3} Program Studi Teknik Informatika Sekolah Tinggi Teknologi YBS Internasional

¹nizirwan.anwar@esaunggul.ac.id ²dewanto_ra@sttybsi.ac.id

Abstract

The communication network is an important and vital component in the implementation of the Internet of Vehicle (IoV). The characteristics of IoV related to mobility, load, coverage area is very complex. The movement of connected nodes, communication load and wide coverage require reliable infrastructure support. Coupled with a high level of Quality of Service (QoS) for Internet of Vehicle (IoV) implementation which has a high risk if a communication system failure occurs. In this research, a system that has adaptive capability has been built in choosing a good connection infrastructure at the point where the unit is connected. Created a system that has the ability to connect to several communication network infrastructure. The system can switch to another provider when there is a connection that decreases its QoS level. The tests carried out resulted in better connection dynamics because there was an infrastructure backup. Although there are still many weaknesses because the distribution of network availability is still problematic. Anticipation of network overload can be anticipated with this system. The test results show that there is an increase in the percentage of lines connected to the new system. There is an increase in the percentage of connectivity around 10% to 20% compared to systems without connection backups.

Keywords: Adaptif, Quality of Service (QoS), Network Infrastructure, Internet of Vehicle (IoV).

Abstrak

Jaringan komunikasi adalah komponen yang sangat penting dan vital dalam implementasi *Internet of Vehicle* (IoV). Karakteristik dari IoV terkait dengan mobilitas, beban, coverage area sangatlah kompleks. Pergerakan node terhubung, beban komunikasi dan lingkup area yang luas membutuhkan dukungan infrastruktur yang handal. Ditambah lagi dengan level QoS yang tinggi untuk implementasi IoV yang memiliki resiko tinggi jika muncul kegagalan sistem komunikasi. Dalam penelitian ini dibangun sebuah sistem yang memiliki kemampuan adaptif dalam memilih infrastruktur koneksi yang bagus di titik lokasi unit/node terhubung. Dibuat sebuah sistem yang memiliki kemampuan koneksi ke beberapa infrastruktur jaringan komunikasi. Sistem tersebut dapat berpindah ke *provider* lain ketika terjadi koneksi yang menurun level QoS-nya. Pengujian yang dilakukan menghasilkan dinamika koneksi yang lebih baik karena terdapat backup infrastruktur. Meskipun masih banyak kelemahan karena sebaran kesediaan jaringan masih bermasalah. Sebaran jaringan menggunakan teknologi seluler (3G/4G) hampir sama antar provider sehingga sistem tidak berhasil menangani masalah blank spot. Perlu dikembangkan menggunakan teknologi komunikasi lain seperti LoRa. Antisipasi terhadap *overload* jaringan dapat diantisipasi dengan sistem ini. Hasil pengujian menunjukkan terdapat peningkatan prosentase jalur yang terkoneksi dengan sistem baru. Terdapat peningkatan prosentase konektivitas sekitar 10% sd 20% dibandingkan dengan sistem tanpa *backup* koneksi.

Kata kunci: Adaptif, Kualitas Layanan (QoS), Infrastruktur Jaringan

1. Pendahuluan

GPS *Tracking* ini telah dikenal dan digunakan untuk melakukan proses capture atau perekaman data posisi unit bergerak. Proses pengambilan data dan pengiriman ke Server tergantung koneksi infrastruktur jaringan. GPS *Tracking* dapat berjalan menggunakan perangkat smartphone atau merakit GPS modul ke arduino.

Sistem tersebut masih mempunyai kelemahan dan keterbatasan yang antara lain adalah: pertama sebaran infrastruktur jaringan komunikasi yang tidak merata menjadikan banyak area *blank spot*. *Blank spot area* akan memutuskan proses transmisi data GPS *Tracking* dari unit bergerak, dan yang kedua penumpukan unit bergerak (terpasang GPS Tracker) dalam satu area akan

menyebabkan *congestion* atau rebutan kanal komunikasi.

Selanjutnya akan dilakukan penelitian yang diajukan dengan maksud untuk mengatasi permasalahan yang dikemukakan diatas dengan cara Implementasi *Internet of Things* (IoT) untuk pelacakan posisi global dengan kemampuan mendeteksi dan pemilihan infrastruktur komunikasi guna meminimalkan *blank spot area*. Inovasi teknologi yang berkaitan dengan metode pelacakan posisi dengan menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT).

Tujuan dari perangkat ini adalah untuk melakukan identifikasi *Quality of Service* (QoS) dengan parameter *availability* dan *reliability* dari infrastruktur sistem komunikasi dalam sebuah area tertentu, implementasi bidang transportasi.

Perwujudan dari perangkat ini adalah Implementasi teknologi *Internet Of Things* (IoT) untuk membantu memaksimalkan fungsi GPS dengan parameter *Availability* dan *Reliability* dari Infrastruktur Sistem Komunikasi khususnya *covering area congestion* atau *blank spot* pada gps yang terpasang pada transportasi.

Infrastruktur jaringan komputer berkembang sesuai dengan kebutuhan dan prediksi kedepan. Hal ini disebabkan perhitungan biaya investasi, biaya operasional dan profit yang didapatkan. Penempatan BTS (*Base Transceiver System*) beserta menara dilakukan dengan memperhatikan optimalisasi penggunaan dan lalu lintas data yang dipergunakan[1]. Sangat tidak mungkin pembangunan dilakukan secara sporadis tanpa memperhitungkan hal tersebut. Kondisi ini menjadikan masih banyak muncul *blank spot area* karena alasan biaya dan analisis keuntungan[2].

Pembangunan BTS diarahkan pada peningkatan layanan di suatu area karena adanya peningkatan pengguna atau jumlah data terlewat atau perluasan coverage area. Penempatan tersebut sangat tergantung dengan dinamika masyarakat[3]. *Internet of Vehicle* (IoV) atau sistem terkoneksi untuk kendaraan bergerak membutuhkan sebaran infrastruktur yang luas sesuai kebutuhan pergerakan kendaraan. Kondisi ini menjadi sebuah tantangan bagi pengembangan infrastruktur yang terbatas oleh biaya investasi[4].

Karakteristik komunikasi yang dilakukan *Internet of Vehicle* (IoV) juga memiliki keunikan tersendiri. Dari kapasitas data terkirim juga bervariasi, mulai dari data kecil dan kontinu seperti pengiriman data posisi kendaraan, data besar dan kontinu untuk hiburan dan informasi yang dibutuhkan penumpang, data kecil dan temporary untuk informasi adanya kecelakaan atau gangguan jalan serta informasi lain[5][6]. Level kualitas layanan atau *Quality of Service* (QoS) juga bervariasi tergantung risiko yang dihadapi oleh unit kendaraan jika terjadi kegagalan koneksi. Untuk data hiburan memiliki batas rendah yang tidak terlalu tinggi karena risiko tidak

terlalu besar. Data posisi dan kecepatan akan butuh *Quality of Service* (QoS) yang tinggi karena akan menyangkut keselamatan[7][8].

Kondisi tersebut menjadikan muncul permasalahan utama dalam implementasi *Internet of Vehicle* (IoV) khususnya di negara dengan luas dan kondisi geografis seperti Indonesia. Permasalahan tersebut adalah kebutuhan level *Quality of Service* (QoS) yang relatif tinggi untuk *Internet of Vehicle* (IoV), namun di sisi lain untuk mencapai syarat tersebut dibutuhkan biaya yang besar dan perhitungan ekonomi yang berat. [9][10][11].

Di setiap negara terdapat lebih dari satu *provider networking* menggunakan teknologi seluler atau lainnya. Masing-masing memiliki area layanan, kapasitas koneksi dan harga yang berbeda. Untuk implementasi *Internet of Vehicle* (IoV) dengan level *Quality of Service* (QoS) tinggi akan memiliki beberapa parameter. Banyak parameter yang dipergunakan semua atau sebagian atau berdasarkan urgensi atau prioritas. Untuk kasus *Internet of Vehicle* (IoV) di Indonesia dua parameter penting adalah *availability* dan *reliability* [12][13][14][15].

Availability adalah parameter ketersediaan koneksi jaringan sehingga perangkat dapat dikenali oleh *network* sehingga memiliki identitas (host dan net id). *Reliability* adalah parameter bahwa koneksi tersebut dapat mengirim dan menerima data secara valid dan akurat. Dua parameter tersebut adalah kualitas dasar yang dibutuhkan supaya unit *Internet of Vehicle* (IoV) bisa terhubung[16][17].

Permasalahan yang muncul adalah bagaimana menjamin level *Quality of Service* (QoS) dari sebuah *Internet of Vehicle* (IoV) di tengah area yang terdapat beberapa operator komunikasi yang beroperasi. Satu unit perangkat biasanya hanya menggunakan satu *provider* komunikasi, kecuali *Smartphone* yang memiliki lebih dari satu *provider*. Untuk *smartphone* dapat dilakukan perubahan atau switch dari satu *provider* ke yang lain oleh *user* atau manusia. Sedangkan untuk perangkat hanya bisa dilakukan secara otomatis di perangkat. Terdapat 3 (tiga) kemungkinan masalah: pertama kegagalan atau gangguan koneksi akan mengakibatkan terputusnya koneksi, kedua unit *Internet of Vehicle* (IoV) melewati *blank spot* (*provider* tidak bisa menyediakan koneksi) dan yang ketiga jalur komunikasi mengalami *overload* atau *congestion* sehingga unit tidak mendapatkan layanan.

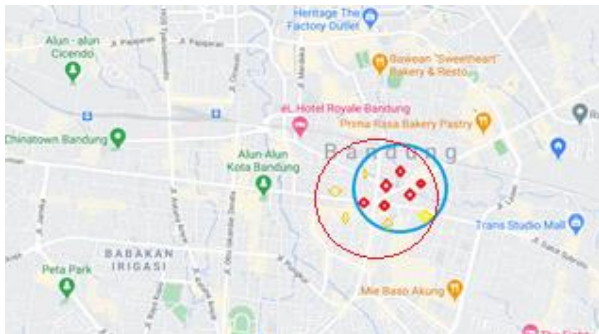
Penelitian yang dilakukan untuk mencari solusi permasalahan di atas lebih ke perbaikan di sisi infrastruktur jaringan saja[18][19]. Pengembangan infrastruktur membutuhkan *cost* yang menjadi kendala. Untuk itu dalam penelitian ini mencoba melakukan pengembangan dari sisi yang berbeda, yaitu dari perangkat terhubung yang berada di unit kendaraan. Perangkat yang dipakai adalah sebuah sistem yang

mampu memilih *provider* yang memiliki level *Quality of Service (QoS)* lebih tinggi di area *Internet of Vehicle (IoV)* berada.

2. Metode Penelitian

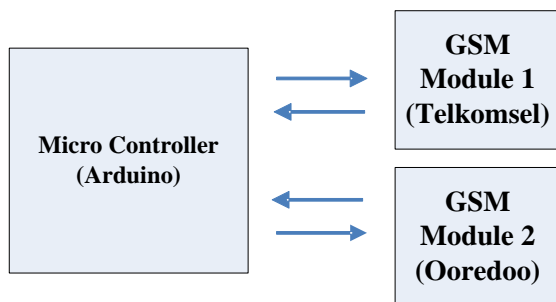
Penelitian dilakukan dengan memetakan *coverage area* dari *provider* telekomunikasi untuk mengetahui area yang *tercover* dan yang tidak serta jumlah kanal tiap BTS, membuat perangkat yang memiliki lebih dari dua koneksi sehingga bisa bergantian secara otomatis, melakukan pengujian keandalan dengan dipasang di kendaraan dan melewati jalur tertentu.

Pemetaan *coverage area* dapat dilihat di gambar 1 tentang *coverage area* dua *provider*. Dari gambar tersebut terlihat bahwa dua *provider* memiliki *coverage area* yang berbeda dan jumlah kanal yang akan terisi sesuai pengguna di area tersebut.



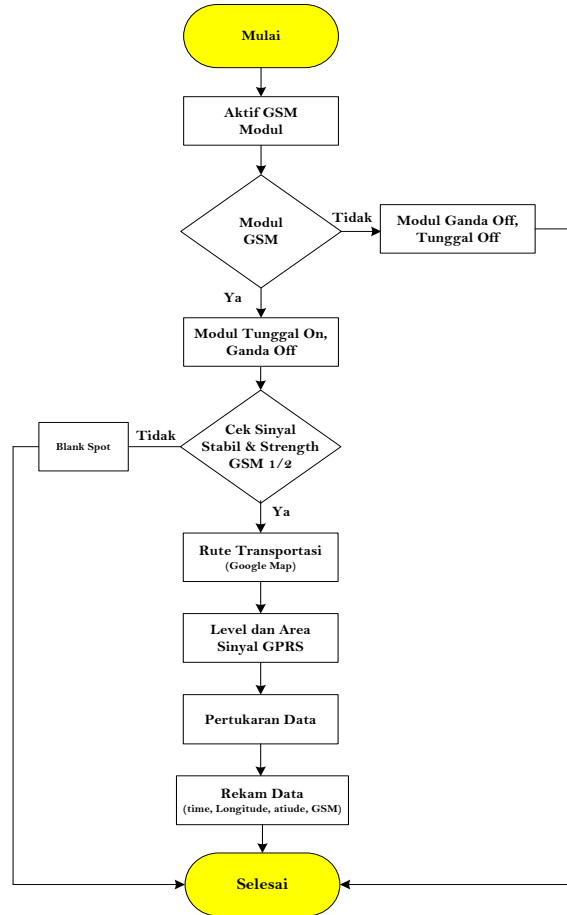
Gambar 1 Coverage Area Dua Provider

Perangkat yang dibangun menggunakan konsep *double* (ganda) BTS atau menggunakan lebih dari 1 sumber koneksi[20]. Skema atau blok diagram perangkat tersebut ditunjukkan dalam gambar 2.



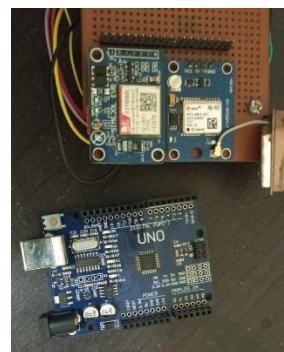
Gambar 2 Blok Diagram Alat

Perangkat menggunakan Arduino (atau mikrokontroler sekelasnya) yang dihubungkan dengan 2 (dua) *GSM Module* dengan *provider* berbeda. Untuk mengatur modul terpakai menggunakan alur di pemrograman. Flow Chart untuk pengendalian *GSM Module* dapat dilihat di gambar 3. Sistem yang dibangun akan mengambil data posisi kendaraan bergerak yaitu menggunakan modul GPS Tracker. Pemilihan sensor ini dengan alasan untuk memudahkan analisis fungsional dari sistem adaptif yang dibangun.



Gambar 3 Flow Chart Pemilihan Koneksi

Data terkirim berupa posisi longitude dan latitude dari unit kendaraan. Posisi di mana unit tidak terkoneksi infrastruktur (*blank spot* atau *congestion*) akan tercatat. Untuk implementasi menggunakan *GSM Module* dan *Arduino* yang dihubungkan di Port I/O dan dilakukan pengaturan port T_x dan R_x untuk masing-masing *GSM Module*. Gambar rangkaian di Gambar 4 berikut:



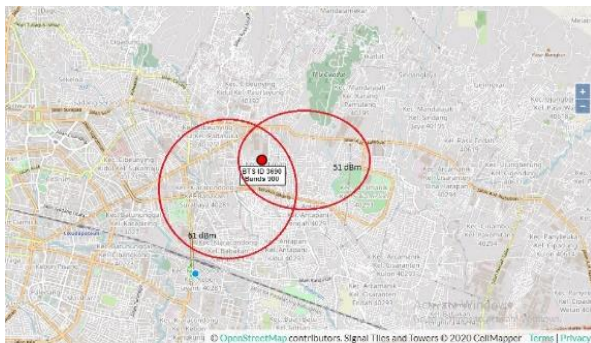
Gambar 3 GPS Tracker dengan IoT Teknologi (*Congestion Condition*)

Untuk pengujian menggunakan *Board Arduino Uno* dan *GSM Module* dengan nomor yang digunakan adalah *provider Telkomsel* dan *Indosat Ooredoo*. Data sensor yang dipakai adalah *GPS* dengan alasan kemudahan dan

perubahan data yang terkirim seiring dengan pergerakan kendaraan.

Pengujian kualitas layanan setelah menggunakan perangkat dilakukan dengan tahapan atau cara, pertama memasang alat tunggal dan alat dengan perangkat baru di unit kendaraan yang sama. Kedua unit kendaraan berjalan melewati jalur tertentu dan mengukur data terkirim ke server menggunakan data GPS. Ketiga melakukan review terhadap hasil pengukuran, membandingkan berapa persen koneksi hilang di alat tunggal dan alat dengan lebih dari 1 koneksi. Perangkat uji menggunakan sistem board arduino terpaang modul GSM (2 Unit) dan GPS (1 unit). Menggunakan catu daya dari unit kendaraan. Sistem terpasang di beberapa unit kendaraan untuk trayek yang akan diuji. Pengujian dilakukan di trayek terpilih dengan acuan pertama trayek melewati jalur yang luas *coverage areanya*, terdapat potensi kemacetan di beberapa titik dan terdapat posisi *blank spot* karena kondisi bangunan dan lainnya. Kedua trayek terpilih memiliki unit kendaraan yang dapat dipergunakan untuk melakukan pengujian dalam rentang waktu yang ditentukan

Untuk dapat mengetahui 2 (dua) acuan diatas, dipergunakan analisis melalui *Google Map* terhadap tingkat kemacetan dan kondisi *coverage area* dari *provider* teknologi. Analisis *coverage area* menggunakan web cellmaper. Hasil dari web tersebut untuk mengetahui dalam jalur trayek terpilih memiliki *coverage area* sampai dimana. Dapat dilihat dalam gambar 5 di bawah.



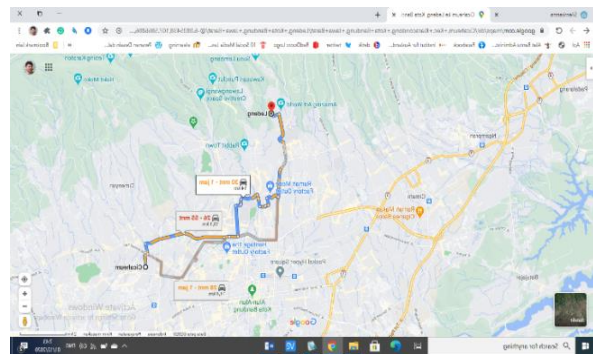
Gambar 4 Coverage Area di Cicaheum



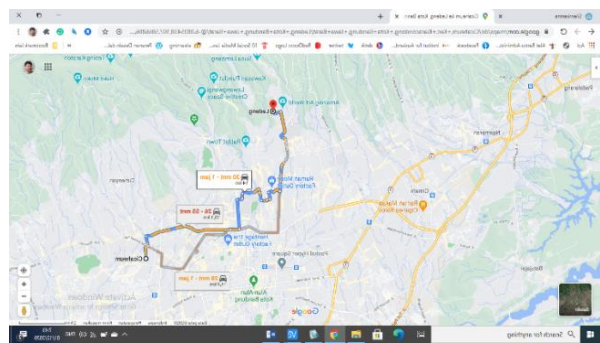
Gambar 6 Coverage Area di Pusat Kota

Penggambaran *Coverage Area* mengacu kepada beberapa hal yaitu Spesifikasi teknis dari perangkat pemancar terpasang di BTS yaitu daya pancar (watt), Arah posisi pancaran (tersebar atau *konvergen*) serta *tilting* antena. Koordinat posisi BTS dan bangunan atau obyek penghalang. Dengan mengacu kepada dua hal tersebut makan dapat diperkirakan radius pancar dari perangkat. Secara lebih detil dapat dihitung *Received Signal Level (RSL)* dan *Received Signal Code Power (RSCP)*. Dua parameter tersebut adalah kekuatan sinyal yang diterima *user* [21].

Pengujian dilakukan dengan memasang di 2 trayek angkutan umum di Bandung. Trayek yang diuji adalah jalur Ledeng Cicaheum dan Abdul Muis Cicaheum. Jalur tersebut digambarkan dalam peta berikut:



Gambar 7 Jalur Cicaheum Ledeng



Gambar 8 Jalur Abdul Muis Cicaheum

Pengujian dilakukan dengan beberapa kali perjalanan terbagi dalam 3 waktu yaitu pagi, siang dan sore. Pemilihan ini dilakukan untuk mendapatkan acuan dalam menguji di karakteristik, beban dan kemacetan yang bervariasi.

Pemilihan waktu pengujian didasarkan pada kebutuhan untuk mengetahui kondisi *Quality of Service (QoS)* dari infrastruktur jaringan pada saat puncak kepadatan lalu lintas, puncak kebutuhan penggunaan infrastruktur jaringan dan jalur yang tidak terlayani.

Waktu pagi hari adalah di mana kepadatan lalu lintas di saat masyarakat mulai beraktifitas. Akan terjadi kepadatan sehingga potensi kemacetan akan muncul di beberapa titik. Kemacetan ini akan berdampak pada berkumpulnya pengguna jaringan komunikasi dalam

satu titik sehingga akan menjadikan *overload* jaringan. *Overload* ini menyebabkan unit kendaraan yang terpasang akan mengalami *congestion*. Perangkat akan kesulitan mendapatkan layanan jaringan komunikasi. Hal inilah yang menyebabkan *Quality of Service* (QoS) turun sehingga sistem akan berpindah ke modul GSM yang satunya untuk menjaga perangkat tetap bisa mengirimkan data ke server.

Untuk sore hari, kondisi tidak akan jauh berbeda karena aktivitas masyarakat akan meningkat seiring dengan jam pulang kantor. Bila dibandingkan tentunya ada perbedaan sedikit karena sore hari tidak ada aktivitas dari siswa berangkat sekolah.

Waktu siang hari adalah di mana kepadatan lalu lintas relatif lebih ringan kepadatannya dibandingkan waktu pagi. Perkiraan yang muncul adalah kondisi kehilangan koneksi akibat *overload* jaringan akan lebih kecil. Di siang hari pergerakan kendaraan (dan manusia) relatif lebih sedikit sehingga kemacetan tidak banyak sehingga *overload* jaringan di beberapa titik tidak akan terjadi. Peluang untuk terjadi *congestion* dan tidak tersambung perangkat akan lebih kecil.

3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian dilakukan dengan menangkap data GPS dan waktu pengiriman. Data tersebut tersimpan dalam server dan terekam. Data tersimpan dalam satu tabel untuk satu unit kendaraan. Satu contoh tabel penyimpanan adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Data Tersimpan untuk 1 GSM Modul

Time Stamp	Longitude	Latitude	GSM
06.01	6.901712619948737	107.64941926699712	1
06.11	6.901712619948902	107.64941926699719	1
06.21	6.901712619952873	107.64941926699981	1
06.23	6.901712619952873	107.64941926699981	1

Tabel 2. Data Tersimpan untuk 2 GSM Modul

Time Stamp	Longitude	Latitude	GSM
08.02	6.901712619940233	107.64941926696512	1
08.04	6.901712619940245	107.64941926696513	1
08.12	6.901712619950246	107.64941926696516	2
08.14	6.901712619950255	107.64941926696519	2

Tabel tersebut menyimpan pergerakan data untuk satu unit kendaraan. Informasi yang disimpan adalah waktu data diterima oleh server, posisi kendaraan (dalam derajat geospasial) dan modul GSM yang dipakai untuk mengirim data. Tabel 1 adalah perekaman data untuk perangkat 1 Modul GSM, tabel 2 adalah perekaman data untuk sistem dengan 2 modul GSM.

Kedua tabel tersebut adalah contoh dari perekaman data dalam satu trayek. Time stamp adalah data masuk ke dalam server, longitude dan latitude adalah posisi geospasial kendaraan dan GSM adalah nomor modul GSM yang mengirimkan data.

Rekapitulasi data dilakukan terhadap dua jenis perangkat. Rekap data ini bertujuan untuk menghitung rata-rata perangkat/sistem terkoneksi dengan server dan rata-rata perangkat terputus dari server. Dilakukan terhadap data dari sistem dengan satu GSM modul dan dua GSM Modul. Tujuan rekapitulasi adalah untuk mengetahui prosentase terhubung dan manfaat menggunakan 2 (dua) GSM Modul terkait dengan prosentase terhubungnya.

Rekapitulasi mengacu pada ketentuan bahwa sistem GPS di unit kendaraan secara default akan mengirim data GPS per 2 detik (berhenti ataupun bergerak). Jika koneksi dengan server baik maka data posisi akan tersimpan (tercatat seperti tabel 1. Jika koneksi tidak baik atau terputus maka data tidak akan tersimpan. Sistem di server tidak dilakukan proses antrian data sehingga hanya menyimpan data yang saat itu diterima server.

Dari proses tersebut maka dapat dilakukan rekapitulasi data sehingga dapat diketahui waktu/durasi sistem terputus adalah saat tidak ada data masuk per 2 detik. Seperti data di baris ke 1 dan ke 2 terdapat 10 detik waktu tidak terhubung. Di baris 3 dan 4 sistem terhubung karena selang waktu 2 detik terdapat perekaman data. Selanjutnya dilakukan perhitungan lengkap untuk data selama perjalanan satu trayek. Proses ini dilakukan untuk 20 kali perjalanan.

Data tersebut dilakukan rekapitulasi menggunakan pendekatan pergerakan kendaraan dan posisi dimana tidak ada data posisi terkirim (missing data gps). Posisi hilang ini dianggap karena terputusnya koneksi jaringan dari unit kendaraan ke server. Data terkumpul dilakukan rekapitulasi dengan formula sebagai berikut:

$$P_{koneksi} = (T_{terhubung} / T_{total}) \times 100 \% \quad (1)$$

dimana T_{total} = Durasi waktu perjalanan dari awal dan akhir dalam satu jalur trayek, $T_{terhubung}$ = T_{total} - total durasi waktu tidak ada data masuk ke server dan $P_{koneksi}$ = Prosentase koneksi

Hasil perhitungan dilakukan rata-rata untuk 20 perjalanan yang dilakukan untuk masing-masing jalur dan masing-masing waktu pengamatan.

Rekapitulasi data dilakukan untuk sistem dengan satu modul GSM dan sistem dengan dua modul GSM (dengan *provider* komunikasi yang berbeda). Hasil pengujian dirangkum dalam tabel berikut:

Tabel 3. Pengujian Konektivitas Jaringan

Jalur	Waktu	Tunggal	Ganda
Jalur 1	Pagi	45 %	62 %
Jalur 1	Siang	67 %	72 %
Jalur 1	Sore	46 %	66 %
Jalur 2	Pagi	42 %	54 %
Jalur 2	Siang	56 %	78 %
Jalur 2	Sore	41 %	61 %

Catatan:

Jalur 1: Jalur angkot trayek Cicaheum - Ledeng

Jalur 2: Jalur angkot trayek Abdul Muis – Cicaheum
Pagi: 6.00 sd 7.00
Siang: 12.00 sd 13.00
Sore: 17.00 sd 18.00

Tunggal adalah perangkat dengan 1 *provider*
Ganda adalah perangkat dengan 2 *provider*

Pemilihan jalur pengujian memperhatikan karakteristik dari area yang dilewati trayek angkutan tersebut. Area tersebut terdapat beberapa titik yang berpotensi terdapat kemacetan dan penumpukan kendaraan. Area tersebut terdapat titik titik yang susah sinyal karena jauh dari BTS dan terhalang dengan bangunan tinggi. Dengan karakteristik ini diharapkan dapat variasi data yang lebih baik.

Data terekam dari kegiatan di atas juga dapat mengetahui kualitas koneksi atau infrastruktur jaringan di titik kemacetan. Pola yang dapat dilakukan adalah melihat pergerakan dari kendaraan. Jika tercatat data longitude dan latitude tidak berubah dalam durasi waktu yang lama maka dapat diketahui bahwa terjadi kendaraan berhenti yang bisa disebabkan oleh kemacetan atau kondisi kendaraan. Dengan mengetahui posisi berhenti tersebut maka dapat diperkirakan terjadi kemacetan. Dari kondisi ini juga dapat diketahui apakah infrastruktur jaringan mengalami *overload* atau tidak. Bisa diketahui dengan data yang masuk dan dibandingkan antara sistem dengan perangkat 1 modul GSM dan 2 modul GSM. Dari data yang diperoleh dapat dirangkum sebagai berikut:

Prosentase kehilangan koneksi masih cukup besar terutama saat lalu lintas padat (berangkat kerja dan pulang kerja). Kemungkinan yang terjadi adalah adanya titik kemacetan yang menjadikan terkumpulnya pengguna jaringan sehingga peluang kehilangan koneksi sangat besar.

Penambahan perangkat dengan koneksi ganda memberikan peningkatan signifikan dalam prosentasi terkoneksi. Peningkatan waktu koneksi ketika ditambahkan modul komunikasi menunjukkan hasil signifikan meski belum sampai angka yang besar. Fungsi backup atau cadangan sistem komunikasi terasa manfaatnya di saat satu modul GSM terputus karena *overload* atau blank spot maka modul yang lain dapat menggantikan. Perlu pemilihan *provider* yang memiliki beda coverage area untuk kasus tersebut.

Dari proses pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa masih banyak area yang belum masuk dalam lingkup oleh infrastruktur jaringan. *Coverage area provider* telekomunikasi masih belum merata dan masih memiliki kapasitas terbatas.

Meskipun analisis yang dilakukan terhadap data masih belum mendalam atau menggunakan tool/perangkat analisis yang lebih akurat dan valid, pengujian yang dilakukan sudah menunjukkan bahwa masih perlu

peningkatan kualitas dan kuantitas dari infrastruktur jaringan. Untuk implementasi *Internet of Vehicle* ataupun *Intelligence Transportation system* masih belum memberikan jaminan akan kualitas layanan atau *Quality of Service (QoS)* yang memadai.

4. Kesimpulan

Pemasangan perangkat yang memiliki koneksi ke lebih dari satu *provider* terdapat peningkatan durasi koneksi meski masih jauh dari pada angka yang sempurna dan perangkat dapat berfungsi dengan baik, namun biaya perangkat dan operasional *provider* akan meningkat. Sistem yang dibangun lebih bermanfaat dalam mengantisipasi *overload* jaringan. Untuk kasus *blank spot* kurang terantisipasi karena karakteristik *provider* telekomunikasi terkait *coverage area* memiliki kemiripan.

Penelitian yang dilakukan masih perlu ditingkatkan dalam pemilihan sampel survei untuk dapat mewakili karakteristik area yang berbeda (pedesaan, perkotaan atau lainnya), penggunaan teknologi komunikasi yang lebih beragam, menggunakan unit kendaraan yang bervariasi.

Meskipun masih menggunakan teknik yang sederhana dalam melakukan analisis data hasil pengujian, namun sudah terlihat bahwa kondisi *Quality of Service (QoS)* infrastruktur jaringan masih perlu peningkatan lebih lanjut jika ingin digunakan sebagai komponen komunikasi di *Internet of Vehicle (IoV)* atau *Intelligence Transportation System (ITS)*

Perhitungan masing-masing menggunakan pendekatan sehingga akurasi masih belum baik. Perlu perhitungan dan pengambilan data yang lebih akurat sehingga hasil pengujian lebih valid. Penelitian berikutnya perlu dilakukan dengan tujuan, meningkatkan kualitas *Quality of Service (QoS)* sebagai prioritas utama aspek konektivitas (*availability* dan *reliability*)[22][23] serta menekan biaya perangkat dan koneksi dengan perangkat yang lebih ringkas dan murah. Perlu dicoba untuk area yang masih sangat minim sinyal komunikasi

Penambahan perangkat komunikasi dengan teknologi yang berbeda dapat dilakukan untuk memperoleh hasil yang lebih maksimal. Hal ini mengacu kepada *provider* telekomunikasi dengan teknologi GSM memiliki *coverage area* yang mirip. Penggunaan teknologi dengan pita (*bandwidth*) frekuensi yang berbeda kemungkinan akan membantu mengatasi blank spot area ataupun *overload* jaringan. Sistem yang terbangun dapat ditingkatkan kualitasnya dengan melakukan perhitungan perhitungan yang lebih akurat di bagian prediksi area, pencatatan posisi terkoneksi dan tidak terkoneksi dan perhitungan menggunakan metode statistika yang lebih tajam.

Pemanfaatan teknologi *Machine Learning* akan memberikan terobosan dalam melakukan prediksi kualitas layanan atau *Quality of Service (QoS)* dari infrastruktur jaringan. Prediksi akan memberikan potensi peningkatan akurasi dan bisa dijadikan solusi untuk implementasi *Internet of Vehicle* secara bersamaan dalam meningkatkan kualitas dari Infrastruktur Jaringan.

Ucapan Terimakasih

Penelitian ini merupakan hasil proses seleksi hibah desentralisasi yang pendanaan didukung Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi dalam Skema Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi (PTUPT).

Daftar Rujukan

- [1] D. Arianto, N. Fauziah, and R. Randa, "Pemetaan Sebaran Lokasi Dan Analisis Jangkauan Area Pelayanan Menara Telekomunikasi Di 4 Kecamatan , Kabupaten Pasaman Barat (Studi Kasus di Kecamatan Pasaman , Sasak Ranak pasisie , Kinali dan Luhak Nan Duo)," 2019.
- [2] A. G. Palilu, "Studi Awal Perencanaan Jumlah Kebutuhan BTS dalam Penerapan Menara Bersama Telekomunikasi di Kota Palangka Raya," *Bul. Pos dan Telekomun.*, vol. 12, no. 4, p. 269, 2015.
- [3] F. Fummi, G. Lovato, D. Quaglia, and F. Stefanni, "Modeling of communication infrastructure for design-space exploration," *IET Semin. Digit.*, no. 2, pp. 92–97, 2010.
- [4] L. Ang, S. Member, and K. A. H. P. Seng, "Deployment of IoV for Smart Cities : Applications , Architecture , and Challenges," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 6473–6492, 2019.
- [5] X. Shen, R. Fantacci, and S. Chen, "Internet of Vehicles," *Proc. IEEE*, vol. 108, no. 2, pp. 242–245, 2020.
- [6] O. Sadio, I. Ngom, and C. Lishou, "Rethinking Intelligent Transportation Systems with Internet of Vehicles : proposition of Sensing as a Service model," 2017.
- [7] S. Khara, "Internet of Vehicles (IOV): Evolution , Architectures , Security Issues and Trust Aspects," *Int. J. Recent Technol. Eng.*, vol. 7, no. 6, pp. 268–280, 2019.
- [8] D. Kombate and Wanglina, "The Internet of Vehicles Based on 5G Communications," *IEEE Int. Conf. Internet Things IEEE Green Comput. Commun. IEEE Cyber, Phys. Soc. Comput. IEEE Smart Data*, pp. 445–448, 2016.
- [9] M. Palmaccio, G. Dicuonzo, and Z. S. Belyaeva, "The internet of things and corporate business models: A systematic literature review," *J. Bus. Res.*, no. 7, p. 131, 2020.
- [10] H. L. Wang, G. A. Qiu, Bao, and W. Wang, "Dynamic Selection of D2D Communication for Internet of Vehicles," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 688, no. 3, 2019.
- [11] S. M. Hatim, S. J. Elias, N. Awang, and M. Y. Darus, "VANETs and Internet of Things (IoT): A Discussion," *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, vol. 12, no. 1. Institute of Advanced Engineering and Science, p. 218, 2018.
- [12] A. Nanda, D. Puthal, J. J. P. C. Rodrigues, and S. A. Kozlov, "Internet of Autonomous Vehicles Communications Security: Overview, Issues, and Directions," *IEEE Wirel. Commun.*, vol. 26, no. 4, pp. 60–65, 2019.
- [13] B. S. Pavan, M. Mahesh, and V. P. Harigovindan, *IEEE 802.11ah for Internet of Vehicles: Design Issues and Challenges*. 2021.
- [14] C. Li, L. I. Zhijun, and J. Shouxu, *An Overview of Intelligent Transportation Systems based on the Internet of Things*. 2013.
- [15] L. Tello-oquendo, "5G cellular system : A brief review of architecture , use cases , and enabling technologies," 2020.
- [16] T. Manivannan and P. Radhakrishnan, "Preventive Model on Quality of Service in IOT Applications," *Int. J. Mech. Prod. Eng. Res. Dev.*, vol. 10, no. 3, pp. 1247–1264, 2020.
- [17] F. Arslan, B. Wajid, and H. Shafique, "Mobile GPS based Traffic Anomaly Detection System for Vehicular Network," *Int. J. Comput. Trends Technol.*, vol. 67, no. 6, pp. 31–36, 2019.
- [18] X. Wu, "A Robust and Adaptive Trust Management System for Guaranteeing the Availability in the Internet of Things Environments," *KSII Trans. Internet Inf. Syst.*, vol. 12, no. 5, pp. 2396–2413, 2018.
- [19] F. Yang, S. Wang, J. Li, Z. Liu, and Q. Sun, "An overview of Internet of Vehicles," *China Commun.*, vol. 11, no. 10, pp. 1–15, 2014.
- [20] S. Soim, Suroso, A. S. Handayani, A. Taqwa, and N. Shadrina, "The Implementation of YateBTS Based GSM Using Raspberry Pi," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1500, no. 1, 2020.
- [21] A. Winaya, G. Sukadarmika, and L. Linawati, "Analisis Penataan Sel Untuk Layanan Sistem WCDMA Di Area Jalan Tengah I Kerobokan," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 16, no. 2, p. 95, 2017.
- [22] A. H. Sodhro, "Quality of Service Optimization in an IoT-Driven Intelligent Transportation System," *IEEE Wirel. Commun.*, vol. 26, no. 6, pp. 10–17, 2019.
- [23] K. Z. Ghafoor, "Quality of service aware routing protocol in software-defined internet of vehicles," *IEEE Internet Things J.*, vol. 6, no. 2, pp. 2817–2828, 2019.