



ANALISIS EFEKTIVITAS PEMBAYARAN TOL BERBASIS *SINGLE LANE FREE FLOW* (SLFF) DIBANDINGKAN DENGAN E-TOLL MELALUI KINERJA GERBANG TOL DAN PERSEPSI PENGGUNA

Fahmi Akbar^{1*)}, Firman Setiawan¹⁾, David¹⁾, Bahtiar¹⁾, Samuel Rorrong¹⁾

¹⁾Universitas Cenderawasih, Jayapura, Indonesia
Surel: *)fahmiakbarmaharis@gmail.com

ARTIKEL INFO

Kata Kunci:

SLFF/Flo, arus kendaraan, waktu pelayanan, persepsi pengguna, kuesioner

Keywords:

SLFF/Flo, traffic flow, service time, user perception, questionnaire

ABSTRACT

Single Lane Free Flow (SLFF), known as "Let It Flo," is a contactless toll payment system based on RFID technology developed by PT Jasamarga to reduce transaction time and queuing at toll gates. However, its implementation has not been fully effective due to low user adoption. This study aims to identify the implementation of SLFF, analyze vehicle flow, service time, service level, and delay time between the E-Toll and SLFF systems, as well as evaluate user perceptions toward the system. The analysis applies queuing theory using vehicle survey data collected at the Bekasi Timur 2 Toll Gate on January 13, 16, and 18, 2025, and questionnaires distributed to toll road users. The results show that SLFF is only used by four-wheeled light vehicles with a low adoption rate of two vehicles per hour compared to 343 vehicles per hour for E-Toll. Nevertheless, SLFF can reduce delay time by 0.6 seconds per vehicle and increase service capacity with a projected result of 6,000 vehicles per hour, significantly higher than the E-Toll system's capacity of 957 vehicles per hour. The system eliminates queues and reduces congestion with a service intensity below one ($\rho < 1$), while users report improved safety and comfort due to non-stop and contactless transactions. The main challenges include limited infrastructure, restricted gate availability, ongoing application development, and limited technological information on the SLFF/Flo system. Therefore, infrastructure expansion, application improvement, and government support are essential to accelerate adoption and enhance the performance of the toll system in Indonesia.

DOI: doi.org/10.58499/jatan.v42i2.1407 diterima: 28 Juli 2025; direvisi: 09 Oktober 2025; disetujui: 31 Oktober 2025

PENDAHULUAN

Kota Bekasi merupakan kota penyangga DKI Jakarta dengan mobilitas yang tinggi, salah satunya jalan tol menuju Jakarta dan Cikampek ataupun sebaliknya. Kemacetan pada gerbang tol kerap terjadi karena waktu transaksi tol membutuhkan waktu yang lama sehingga terjadi antrean kendaraan.

PT Jasamarga berupaya mengurangi kemacetan di gerbang tol melalui implementasi teknologi *Intelligent Transportation System* (ITS), salah satunya adalah pembayaran tol dengan sistem *Single Lane Free Flow* (SLFF) dengan pemanfaatan *Radio Frequency Identification* (RFID), yang dikenal dengan nama "Let It Flo" (Flo) sebagai metode pembayaran tol nirsentuh yang memungkinkan kendaraan melintas tanpa berhenti di gerbang tol. Transaksi tol dengan SLFF mendukung Gerakan Nasional Non Tunai (GNNT) yang telah disepakati oleh Bank Indonesia dengan Kementerian PU Tahun 2017. Inovasi SLFF ini masih dilakukan secara parsial di gerbang tol seluruh Indonesia yang nantinya akan dikembangkan menjadi *Multi Lane Free Flow* (MLFF).

SLFF adalah suatu sistem pembayaran tol dengan menggunakan teknologi RFID yang bertujuan untuk mempercepat waktu transaksi sehingga dapat memberikan pelayanan yang optimal kepada pengguna jalan tol dan mengurangi antrean atau kemacetan di gerbang tol (Raharjo *et al.* 2023). Tamin and Suyuti (2003) menjelaskan, antrean pada dasarnya terjadi karena proses pergerakan arus lalu lintas (manusia dan/atau kendaraan) yang terganggu oleh adanya kegiatan pelayanan yang harus dilalui, seperti antrean kendaraan di depan gerbang tol terjadi karena pergerakan kendaraan tersebut terganggu oleh adanya kegiatan pengambilan karcis atau pembayaran tol. Gerbang tol harus memenuhi Standar Pelayanan Minimal (SPM) jalan tol berdasarkan pada Permen PU No. 16 Tahun 2014 seperti diuraikan pada Tabel 1, pada substansi aksesibilitas dengan indikator waktu kecepatan transaksi rata-rata maksimal adalah 5 detik/kendaraan (Kementerian PUPR 2014).

Transaksi tol dengan sistem SLFF dapat memangkas waktu transaksi dan meningkatkan kapasitas atau tingkat pelayanan gerbang tol. Shahrier *et al.* (2024) menjabarkan manfaat dari penggunaan



SLFF untuk transaksi tol di negara China dapat mengurangi waktu tempuh akibat penurunan kemacetan lalu lintas, kecelakaan lalu lintas berkurang, tingkat akurasi tol mencapai 99% dengan memproses 15 juta transaksi setiap hari.

Pada penelitian (Nurdiana and Haratama 2023) hasil proyeksi gerbang tol dengan sistem SLFF

diperoleh tingkat pelayanan pada gerbang tol mencapai 6.000 smp/jam dan intensitas pelayanan dapat diturunkan dari 0,86 menjadi 0,04 sehingga penggunaan SLFF lebih baik dibandingkan transaksi tol dengan kartu elektronik.

Tabel 1. Standar Pelayanan Minimal (SPM) Jalan Tol

Substansi Pelayanan	Indikator	Standar Pelayanan Minimal	
		Cakupan	Tolak Ukur
Aksesibilitas	Kecepatan Transaksi Rata-rata	GTO :	
		Ambil Kartu	Mak. 4 detik/kendaraan
		Transaksi	Maks. 5 detik/kendaraan

Sumber: Permen PUPR No. 16 (2014)

Selain itu, Raharjo *et al.* (2023) memperoleh waktu transaksi dengan SLFF jauh lebih baik, yaitu sebesar 0,6 detik/kendaraan dibandingkan dengan *E-Toll* sebesar 7,6 detik/kendaraan. Gerbang tol dengan SLFF memiliki kinerja yang lebih baik dalam hal waktu servis, penggunaan bahan bakar dan tingkat emisi gas buang sehingga dapat dianggap sebagai pilihan yang lebih efisien dan berkelanjutan.

Namun, permasalahannya, SLFF dirasa belum efektif karena rendahnya pengguna. Pengguna *Let It Flo* pada tahun 2023 baru 13.000 pengguna dengan transaksi harian 3.770 kendaraan (Kumparan Bisnis 2023), sedangkan LHR (Lalu Lintas Harian Rata-rata) Jasa Marga mencapai 3,47 juta yang melintasi tol setiap harinya (Masya Famely Ruhulesin 2023).

Keberhasilan penerapan teknologi SLFF untuk transaksi tol ini tidak lepas dari faktor-faktor yang memengaruhinya. Dalam penelitian Budiharjo dan Margarani (2019) dijelaskan bahwa faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilan teknologi dalam transaksi tol antara lain faktor politik, ekonomi, sosial, dan teknologi. Faktor terbesar yang diperoleh adalah faktor ekonomi, BUJT (Badan Usaha Jalan Tol) yang nantinya akan mengelola SLFF/MLFF memerlukan biaya operasional dan pemeliharaan yang akan dilimpahkan kepada pengguna, serta faktor sosial perlu adanya pengenalan atau sosialisasi kepada masyarakat terkait teknologi baru yang akan digunakan seperti informasi aplikasi, penggunaan aplikasi, dan infrastruktur yang sudah dibangun di Indonesia.

Keberhasilan teknologi transaksi tol dengan sistem SLFF ini juga membutuhkan waktu yang lama untuk peralihan dari transaksi *E-Toll* menjadi SLFF. Penelitian Sunartio and Putranto (2023) juga menjelaskan proses peralihan menuju SLFF dan MLFF akan berjalan tergantung bagaimana masyarakat menyikapi kebijakan yang diberikan oleh Pemerintah. Persepsi masyarakat terkait proses peralihan akan berlangsung mudah karena teknologi yang sudah ada dan antusiasme masyarakat yang cukup besar. Namun,

ada juga yang berpendapat bahwa proses peralihan akan sulit karena perlu adanya proses uji coba teknologi dahulu dan ini merupakan teknologi yang baru bagi masyarakat.

Permasalahan di atas melatarbelakangi penelitian ini untuk mengidentifikasi penerapan SLFF/Flo pada Gerbang Tol Bekasi Timur 2, kemudian menganalisis arus kendaraan, waktu pelayanan transaksi kendaraan, tingkat pelayanan, intensitas pelayanan dan tundaan kendaraan dengan sistem *E-Toll* dan SLFF/Flo di Gerbang Tol Bekasi Timur 2.

Penelitian ini juga menganalisis persepsi pengguna jalan tol Bekasi Timur 2 terkait transaksi tol dengan SLFF/Flo, dengan melakukan analisis korelasi terhadap beberapa variabel. Kemudian mencari faktor apa saja yang memengaruhi pengguna jalan tol tidak menggunakan SLFF/Flo dalam transaksi tol.

HIPOTESIS

Berdasarkan hasil kajian literatur, penelitian ini berasumsi bahwa penerapan sistem *Single Lane Free Flow* (SLFF) atau Flo pada Gerbang Tol Bekasi Timur 2 secara menyeluruh dapat meningkatkan efisiensi serta efektivitas transaksi tol dibandingkan dengan sistem *E-Toll*. Peningkatan tersebut tercermin melalui bertambahnya arus kendaraan, berkurangnya waktu pelayanan transaksi, meningkatnya tingkat pelayanan, serta menurunnya intensitas pelayanan dan waktu tundaan kendaraan. Sistem SLFF/Flo diharapkan mampu menghadirkan proses transaksi yang lebih cepat, aman, dan efisien tanpa perlu berhenti di gerbang tol sehingga mendukung kelancaran arus lalu lintas serta pengurangan antrean kendaraan.

Selain itu, penelitian ini juga mengkaji faktor-faktor yang memengaruhi preferensi pengguna jalan tol terhadap penggunaan sistem SLFF/Flo. Berdasarkan tinjauan teori dan hasil penelitian sebelumnya, preferensi pengguna dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain tingkat kesadaran pengguna, kemudahan penggunaan sistem, keamanan data, biaya tambahan,

manfaat yang dirasakan, serta ketersediaan infrastruktur pendukung. Oleh karena itu, dirumuskan hipotesis bahwa faktor-faktor tersebut memiliki pengaruh signifikan terhadap tingkat preferensi pengguna dalam mengadopsi SLFF/Flo.

METODOLOGI

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Gerbang Tol Bekasi Timur 2 yang beralamat di Pengasinan, Kec. Rawalumbu, Kota Bekasi, Jawa Barat. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Sumber: Google Maps & Dokumentasi Penelitian, 2025

Gambar 1. Lokasi Penelitian

Pemilihan Gerbang Tol Bekasi Timur 2 sebagai lokasi penelitian didasarkan pada pertimbangan teknis, operasional, dan kebijakan yang relevan terhadap penerapan sistem SLFF/Flo di Indonesia. Lokasi ini dipilih karena merupakan salah satu gerbang tol pertama di bawah pengelolaan PT Jasa Marga Tollroad Operator (JMTO) pada ruas Jakarta–Cikampek yang menjadi lokasi uji coba awal (*pilot project*) sistem Let It Flo sejak Tahun 2020.

Berdasarkan Laporan Tahunan Jasa Marga (2023), rata-rata volume transaksi harian di Gerbang Tol Bekasi Timur 2 mencapai sekitar 45.000 kendaraan per hari, dengan proporsi pengguna SLFF/Flo mencapai 12–15% hingga awal tahun 2025. Tingginya aktivitas lalu lintas di lokasi ini menjadikannya representatif untuk menilai efisiensi sistem transaksi serta tingkat penerimaan pengguna terhadap penerapan SLFF/Flo.

Selain itu, Gerbang Tol Bekasi Timur 2 memiliki posisi strategis sebagai penghubung antara wilayah perkotaan Jakarta dengan kawasan industri di Bekasi, Cikarang, dan Karawang, serta area padat penduduk yang dikenal memiliki volume kendaraan padat terutama pada jam sibuk. Kondisi tersebut memberikan gambaran nyata terhadap tantangan operasional dan kinerja teknologi SLFF/Flo di lapangan.

Metode Pengambilan Data

Data primer diperoleh dari hasil survei di Gerbang Tol Bekasi Timur 2 pada GTO 1 dan GTO 3 dengan melakukan pengambilan data selama 3 hari pada jam sibuk, yaitu pada hari Senin 13 Januari 2025, Kamis 16 Januari 2025 pada pukul 06.00 – 08.00 WIB dan Sabtu 18 Januari 2025 pada pukul 10.00 – 12.00 WIB, dengan mencatat arus kendaraan atau tingkat

kedatangan dan waktu pelayanan transaksi untuk kendaraan ringan roda 4 karena GTO 1 dan 3 hanya dapat dilalui oleh kendaraan ringan saja. Oleh karena itu, satuan yang diperoleh adalah smp/jam. Penentuan jam sibuk berdasarkan data volume lalu lintas harian rata-rata yang diperoleh dari data sekunder di PT Jasamarga Tollroad Operator Area Jakarta Cikampek. Data primer juga ditunjang oleh wawancara kepada stakeholder terkait, antara lain pengelola Gerbang Tol Bekasi Timur 2 PT Jasa Marga Tollroad Operator Area Jakarta Cikampek dan Tim Teknis Let it Flo PT Jasa Marga.

Data survei yang diperoleh akan dianalisis menggunakan parameter antrean untuk mendapatkan tingkat pelayanan, intensitas pelayanan, dan tundaan kendaraan. Adapun parameter antrean yang digunakan (Nurdiana and Haratama 2023) antara lain arus kendaraan/tingkat kedatangan (λ); tingkat pelayanan (μ); intensitas pelayanan (ρ); waktu tundaan rata-rata menunggu dilayani (d); waktu tundaan rata-rata (w); dan total waktu tundaan ($d + w$).

Menurut Sutandi (2012), arus kendaraan atau tingkat kedatangan (λ) didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang tiba pada suatu fasilitas pelayanan dalam satu satuan waktu tertentu. Parameter ini menggambarkan intensitas arus lalu lintas menuju sistem pelayanan, seperti gerbang tol. Tingkat pelayanan (μ) menunjukkan kemampuan fasilitas dalam melayani kendaraan per satuan waktu, sedangkan intensitas pelayanan (ρ) merupakan rasio antara tingkat kedatangan dan tingkat pelayanan yang mencerminkan tingkat pemanfaatan fasilitas. Apabila nilai ρ lebih kecil dari satu ($\rho < 1$), sistem berada dalam kondisi stabil, sedangkan apabila ρ mendekati atau

melebihi satu ($q \geq 1$), sistem cenderung mengalami kepadatan. Selanjutnya, waktu tundaan rata-rata menunggu (d) merupakan waktu yang dihabiskan kendaraan dalam antrian sebelum dilayani, sementara waktu tundaan rata-rata (w) mencakup keseluruhan waktu kendaraan berada dalam sistem pelayanan. Total waktu tundaan ($d + w$) menggambarkan total waktu yang dialami kendaraan sejak tiba hingga selesai dilayani, dan digunakan sebagai indikator untuk menilai efisiensi serta kinerja suatu sistem pelayanan (Sutandi, 2012).

Data primer juga diperoleh dari kuesioner untuk menganalisis preferensi pengguna jalan tol tidak menggunakan SLFF/Flo. Kuesioner disebar kepada responden warga Bekasi yang menggunakan tol Bekasi Timur 2, dalam rentang waktu dari tanggal 1 – 14 Februari 2025 melalui *Google Form* sebanyak 35 responden. Adapun data dalam kuesioner yang dibutuhkan adalah identitas responden serta variabel dan pernyataan kuesioner. Identitas responden dibagi kedalam beberapa kelompok seperti pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Karakteristik Responden dalam Kuesioner

Karakteristik Responden	
Jenis Kelamin	Laki-laki Perempuan
Usia	< 20 Tahun 20 – 29 Tahun 30 – 39 Tahun 40 – 49 Tahun > 50 Tahun
Pendidikan	SMA/SMK Diploma 3 Strata 1 Strata 2 Lainnya
Pekerjaan	PNS/TNI/POLRI Karyawan BUMN Karyawan Swasta Wirausaha Mahasiswa/Pelajar Lainnya
Pengguna Let It Flo atau Tidak	Ya Tidak

Sumber: Data Kuesioner (2025)

Kuesioner disebar kepada pengguna kendaraan. Apabila pengguna kendaraan telah menggunakan Flo, kuesioner bersifat saran dan masukan terkait penerapan dalam penggunaan Flo, sedangkan apabila pengguna kendaraan belum menggunakan Flo, kuesioner berisi pernyataan terkait Flo. Pemilihan variabel dalam penelitian ini didasarkan pada

penelitian Budiharjo and Margarani (2019), Sunartio and Putranto (2023) dan Suprayitno *et al.* (2020), seperti faktor sosial, ekonomi, teknologi, sikap masyarakat dan kebijakan pemerintah. Adapun pertanyaan kuesioner untuk pengguna kendaraan yang belum menggunakan Flo dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Variabel dan Pernyataan dalam Kuesioner

Variabel	Pernyataan
Kesadaran dan informasi yang terbatas mengenai Let It Flo (X1)	Saya mengetahui tentang sistem pembayaran tol tanpa berhenti seperti <i>Let It Flo</i>
	Saya merasa informasi mengenai <i>Let It Flo</i> belum cukup
	Tidak ada informasi dan kebijakan dari Pemerintah terkait <i>Let It Flo</i>
	Saya merasa harus ada sosialisasi terkait <i>Let It Flo</i> kepada masyarakat
Kesulitan dalam penggunaan Let It Flo (X2)	Saya merasa proses pendaftaran dan penggunaan <i>Let It Flo</i> terlalu rumit
	Saya merasa lokasi pendaftaran dan pemasangan Stiker <i>RFID Let It Flo</i> belum bisa dilakukan di mana saja
	Saya khawatir akan mengalami kendala teknis saat menggunakan <i>Let It Flo</i>
	Saya lebih suka dan sudah terbiasa melakukan transaksi pembayaran tol menggunakan Kartu Elektronik (E-Money, Brizzi, Flazz, atau lainnya)
Kepercayaan dan Keamanan Data (X3)	Saya khawatir dengan keamanan data pribadi saya jika menggunakan <i>Let It Flo</i>
	Saya tidak yakin dengan keandalan sistem <i>Let It Flo</i> dalam melakukan transaksi
	Saya lebih percaya dengan metode pembayaran tol seperti e-money karena sudah terbukti mudah dan cepat
	Saya khawatir dengan stiker <i>RFID Let It Flo</i> yang terpasang di mobil dapat rusak atau hilang

Variabel	Pernyataan
Biaya Tambahan dan Manfaat <i>Let It Flo</i> (X4)	Biaya tambahan untuk mendapatkan Stiker RFID <i>Let It Flo</i> merupakan hal yang memberatkan bagi saya Saya lebih memilih metode pembayaran tol yang lebih hemat seperti kartu elektronik (<i>e-money</i> , <i>Brizzi</i> , <i>Flazz</i> , atau lainnya) karena tidak ada biaya tambahan lainnya Saya belum melihat manfaat yang signifikan dari penggunaan <i>Let It Flo</i> dari sisi mengurangi kemacetan lalu lintas di pintu tol Saya belum melihat <i>Let It Flo</i> dapat mengurangi waktu dan panjang antrean di pintu tol Saya merasa tidak ada perbedaan antara gerbang tol dengan <i>Let It Flo</i> dan <i>Kartu Elektronik (E-Money, Brizzi, Flazz, atau lainnya)</i>
Keterbatasan Infrastruktur dan Aplikasi <i>Let It Flo</i> (X5)	Terdapat gerbang tol berbasis <i>Let It Flo</i> di lokasi tempat tinggal saya Saya merasa <i>Let It Flo</i> hanya bisa dilakukan di satu pintu tol di setiap Gerbang Tol Saya merasa <i>Let It Flo</i> belum bisa digunakan di semua titik gerbang tol seluruh Indonesia Saya merasa <i>Let It Flo</i> belum optimal dalam pembacaan kendaraan karena masih terdapat kesalahan dalam membaca kendaraan Saya khawatir akan kesulitan menggunakan <i>Let It Flo</i> di beberapa gerbang tol Saya merasa kesulitan jika harus melakukan isi ulang saldo <i>Let It Flo</i> menggunakan Aplikasi Saya lebih suka menggunakan metode pembayaran tol yang tidak bergantung pada jaringan internet
Preferensi Tidak Menggunakan <i>Let It Flo</i> (Y)	Saya sudah terbiasa dengan metode pembayaran tol dengan <i>Kartu Elektronik (E-Money, Brizzi, Flazz, atau lainnya)</i> Kebijakan Pemerintah dan Infrastruktur <i>Let It Flo</i> belum tersedia Saya tidak tertarik dengan teknologi yang baru, seperti <i>Let It Flo</i>

Sumber: Data Kuesioner (2025)

Kuesioner ini menggunakan skala Likert, dengan skor yang digunakan seperti pada Tabel 4. Penggunaan skala Likert dalam kuesioner dipilih karena skala ini mampu menggambarkan tingkat persepsi, sikap, dan penilaian responden terhadap suatu variabel secara kuantitatif dan terukur. Menurut Sugiyono (2010), skala Likert merupakan alat ukur yang umum digunakan dalam penelitian sosial dan teknik untuk menilai sejauh mana responden

menyetujui atau tidak menyetujui suatu pernyataan yang berkaitan dengan objek penelitian. Analisis kuesioner menggunakan aplikasi SPSS v.26 dengan melakukan pengujian frekuensi, uji validitas, reliabilitas dan korelasi. Pada uji korelasi kemudian dilihat hubungan korelasi pada tiap variabel untuk mendapatkan faktor apa saja yang memiliki hubungan antara variabel. Tingkat hubungan korelasi menurut Sugiyono (2010) dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 4. Skala Likert

Skor	Alternatif
1	Sangat Tidak Setuju
2	Tidak Setuju
3	Ragu-ragu
4	Setuju
5	Sangat Setuju

Sumber: Sugiyono (2010)

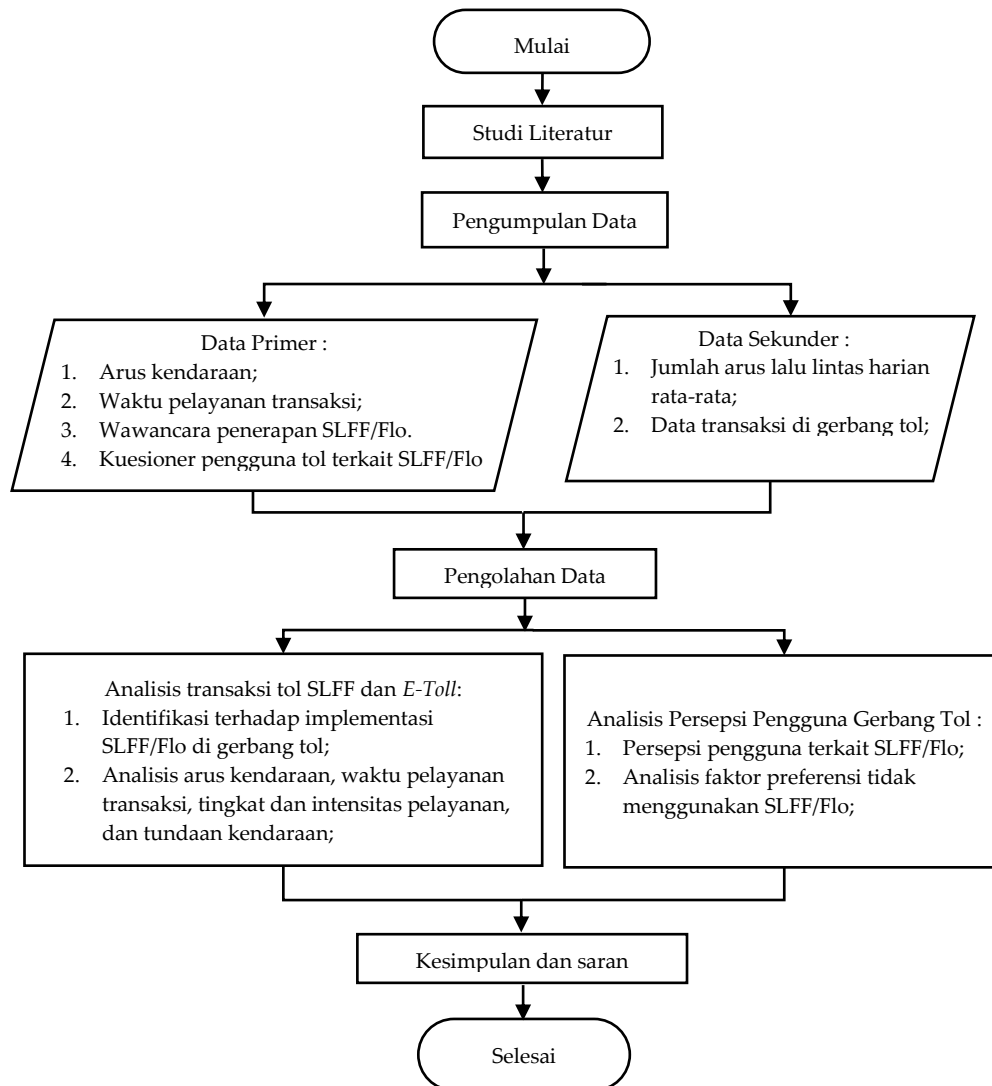
Tabel 5. Tingkat Hubungan Korelasi

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,00 – 0,199	Sangat rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,599	Cukup
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,00	Sangat Kuat

Sumber: Sugiyono (2010)

Untuk memperjelas tahapan dalam pelaksanaan penelitian ini, disusun sebuah bagan alir yang menggambarkan alur proses penelitian secara sistematis dari tahap awal hingga akhir. Bagan alir tersebut berfungsi untuk menunjukkan keterkaitan

antar proses mulai dari identifikasi masalah, studi literatur, pengumpulan data, analisis data, hingga penarikan kesimpulan. Adapun bagan alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Sumber: Data Penelitian, 2025

Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN ANALISIS

Gambaran Umum Penerapan SLFF/Flo di Bekasi Timur

Sistem pembayaran tol dengan SLFF/Flo menggunakan sistem RFID mulai dikembangkan di Indonesia sejak tahun 2017, dan diimplementasikan di Jabodetabek dan Bali pada tahun 2020. Hingga saat ini terdapat 95 titik gerbang tol dengan pembayaran

SLFF/Flo yang tersebar di Jabodetabek dan Bali. SLFF/Flo dapat digunakan pada lajur khusus “*Let It Flo*” seperti pada Gambar 3 dan terbatas hanya untuk kendaraan ringan beroda 4. Pada Gerbang Tol Bekasi Timur 2, dari total 4 gerbang tol yang beroperasi hanya GTO 3 saja yang menggunakan SLFF/Flo selama 24/7. Perbedaan gerbang tol menggunakan *E-Toll* dan SLFF/Flo adalah terdapat *reader* RFID pada gerbang tol, seperti pada Gambar 3.



Sumber: Dokumentasi Penelitian, 2025

Gambar 3. Lajur khusus *Let It Flo* dan *Reader* RFID di gerbang tol

Pendaftaran dan Pemasangan Stiker RFID

Pengguna jalan tol yang menggunakan SLFF/Flo diwajibkan melakukan pendaftaran, pemasangan stiker RFID dan pengisian saldo pada aplikasi *Let It Flo* dan LinkAja. Stiker RFID berfungsi sebagai registrasi pengguna, seperti nama pengguna, nomor RFID, jenis kendaraan, nomor kendaraan, dan golongan kendaraan. Stiker RFID ini juga berfungsi sebagai

transaksi pembayaran tanpa harus tapping *E-Toll* di gerbang tol.

Pendaftaran dan pemasangan stiker RFID dikenakan biaya Rp85.000,00 dan dapat dilakukan di kantor PT Jasamarga. Stiker RFID dipasang pada bagian depan lampu mobil agar memudahkan dan mempercepat pembacaan alat *reader* RFID di gerbang tol. Pemasangan stiker dapat dilihat pada Gambar 4.



Sumber: Dokumentasi Penelitian, 2025

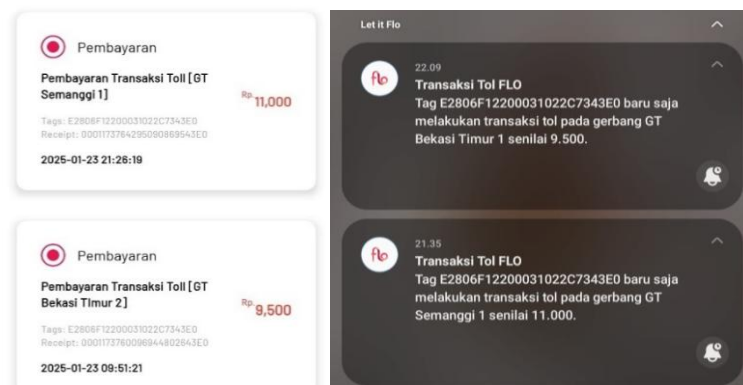
Gambar 4. Stiker RFID pada lampu depan mobil

Mekanisme Penggunaan SLFF/FLO

Proses selanjutnya mengisi saldo pada aplikasi LinkAja yang terintegrasi dengan aplikasi *Let It Flo*. Penggunaan pada gerbang tol diharapkan memberikan jarak dengan pengendara di depan agar tidak terjadi kesalahan pembacaan saat transaksi. Saat transaksi di gerbang tol, pintu tol akan terbuka secara otomatis dan akan menampilkan transaksi via Flo

pada layar di gerbang tol tanpa harus berhenti dan membuka kaca.

Pengguna juga dapat melihat riwayat transaksi tol pada aplikasi *Let It Flo* yang berupa besaran biaya tol, lokasi gerbang tol, tanggal dan waktu transaksi tanpa harus mencetak bukti transaksi pada mesin transaksi di gerbang tol seperti pada Gambar 5.



Sumber: Dokumentasi Penelitian, 2025

Gambar 5. Riwayat Transaksi SLFF/Flo

Data Survei Arus Kendaraan/Tingkat Kedatangan (λ)

Data arus kendaraan diperoleh dari hasil survei pada Gerbang Tol Bekasi Timur 2 pada hari Senin 13 Januari 2025, Kamis 16 Januari 2025 dan Sabtu 18 Januari 2025 pada jam sibuk, yaitu pukul 06.00 – 08.00 WIB untuk hari Senin dan Kamis, dan pukul 10.00 – 12.00 WIB untuk hari Sabtu.

Pengambilan data dilakukan pada dua gerbang tol otomatis (GTO), yaitu GTO 1 dengan sistem E-Toll

dan GTO 3 *hybrid* dengan sistem SLFF/Flo dan juga *E-Toll* dengan mencatat kendaraan penumpang. Karena GTO 1 dan GTO 3 hanya dapat dilewati kendaraan penumpang saja, satuan kendaraan langsung ke dalam smp/jam. Data arus kendaraan yang melewati Gerbang Tol Bekasi Timur 2 pada GTO 1 dan GTO 3 ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Arus Kendaraan/Tingkat Kedatangan (λ)

Hari	GTO 1	GTO 3	
	<i>E-Toll</i> (smp/jam)	<i>E-Toll</i> (smp/jam)	SLFF/Flo (smp/jam)
Senin (06.00 – 08.00)	288	331	2
Kamis (06.00 – 08.00)	261	343	2
Sabtu (10.00 – 12.00)	251	304	1

Sumber: Data Survei, 2025

Arus kendaraan terbesar terjadi pada GTO 3 dengan sistem SLFF/Flo dan *E-Toll* sebesar 343 smp/jam. Namun, arus kendaraan/tingkat kedatangan yang besar pada GTO 3 bukan berdasarkan faktor pengguna SLFF/Flo karena berdasarkan data survei rata-rata pengguna SLFF/Flo yang melewati GTO 3 hanya sebesar 2 smp/jam. Data arus kendaraan atau tingkat kedatangan di atas dijadikan analisis untuk perhitungan tingkat pelayanan dan intensitas pelayanan.

Analisis Tingkat Pelayanan (μ)

Tingkat pelayanan dapat menentukan jumlah manusia atau kendaraan yang mampu dilayani oleh suatu tempat pelayanan dalam satu satuan waktu. Tingkat pelayanan pada gerbang tol dihitung berdasarkan data waktu transaksi yang diperoleh pada saat survei waktu transaksi. Survei waktu transaksi pada gerbang tol juga dilaksanakan pada hari yang sama.

Berdasarkan wawancara peneliti dengan Bapak Andreas selaku Area Manager PT Jasa Marga Tollroad Operator (JMTO) Ruas Jakarta–Cikampek pada 15 Januari 2025, diketahui bahwa waktu pelayanan di PT Jasamarga mulai dari kendaraan memasuki gerbang tol hingga sampai keluar gerbang tol, sedangkan untuk waktu pelayanan transaksi dihitung mulai dari saat kendaraan melakukan tapping *E-Toll* hingga gerbang terbuka dengan rata-rata waktu pembacaan mesin sebesar 2–3 detik per kendaraan. Apabila terdapat keterlambatan, ini dipengaruhi oleh faktor pengguna itu sendiri. Jadi apabila ingin mencari waktu pelayanan transaksi maka dapat diambil data saat kendaraan mulai tapping *E-Toll* sampai selesai.

Hasil survei di gerbang tol waktu pelayanan transaksi rata-rata dari GTO 1 (*E-Toll*) dan GTO 3 (SLFF/Flo dan *E-Toll*) dapat dilihat pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Waktu Pelayanan Transaksi Rata – rata (WT)

Hari	GTO 1	GTO 3	
	<i>E-Toll</i> (detik)	<i>E-Toll</i> (detik)	SLFF/Flo (detik)
Senin (06.00 – 08.00)	3,79	3,76	0,6
Kamis (06.00 – 08.00)	3,88	3,78	0,6
Sabtu (10.00 – 12.00)	3,81	3,82	0,6

Sumber: Data Survei, 2025

Waktu transaksi tol berdasarkan hasil survei diperoleh hasil yang beragam, waktu pelayanan transaksi terendah sebesar 2,19 detik dan waktu pelayanan transaksi terpanjang sebesar 11,09 detik. Namun, rata-rata waktu pelayanan transaksi di Gerbang Tol Bekasi Timur 2 masih sesuai dengan (Kementerian PUPR 2014) bahwa untuk kecepatan transaksi rata-rata di gerbang tol maksimal 5 detik tiap kendaraan.

Rata-rata waktu transaksi terbesar berdasarkan Tabel 7 diperoleh pada hari Kamis di GTO 1, yaitu 3,88 detik. Sementara itu, untuk GTO 3 dengan SLFF/Flo hanya sebesar 0,6 detik, hal tersebut karena transaksi

SLFF/Flo tidak perlu memberhentikan kendaraannya. Dari waktu pelayanan transaksi tersebut kemudian dianalisis tingkat pelayanan (μ) dengan menggunakan persamaan berikut. (Nurdiana and Haratama 2023)

$$\mu = \frac{3600}{WT} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

 μ : Tingkat Pelayanan (smp/jam)

3600 : Detik dalam satu jam

WT : Waktu Pelayanan Transaksi (detik)

Berikut hasil analisis tingkat pelayanan (μ) pada Gerbang Tol Bekasi Timur 2, untuk setiap GTO terlihat pada Tabel 8 berikut.

Tabel 8. Tingkat Pelayanan (μ) Gerbang Tol Bekasi Timur 2

Hari	GTO 1	GTO 3	
	<i>E-Toll</i> (smp/jam)	<i>E-Toll</i> (smp/jam)	SLFF/Flo (smp/jam)
Senin (06.00 – 08.00)	950	957	6000
Kamis (06.00 – 08.00)	928	952	6000
Sabtu (10.00 – 12.00)	945	942	6000

Sumber: Hasil Analisis, 2025

Pada Tabel 8 di atas menunjukkan tingkat pelayanan di GTO 1 *E-Toll* terbesar adalah pada hari Senin dengan 950 smp/jam. Hal tersebut disebabkan oleh rata-rata waktu transaksi di hari Senin lebih kecil. Pada GTO 3 dengan SLFF/Flo memiliki proyeksi tingkat pelayanan yang sangat besar dibandingkan dengan sistem pembayaran tapping *E-Toll*, yaitu sebesar 6.000 smp/jam apabila sudah optimal digunakan oleh keseluruhan pengguna jalan tol. Hal tersebut terjadi karena waktu pelayanan transaksi setiap kendaraan hanya sebesar 0,6 detik/smp.

Analisis Intensitas Pelayanan (ρ)

Intensitas pelayanan (ρ) dapat dianalisis dengan arus kendaraan/tingkat kedatangan (λ) pada Tabel 5 dibagi dengan tingkat pelayanan (μ) pada Tabel 8. Jika

nilai $\rho > 1$, maka kedatangan lebih besar dari tingkat pelayanan, dan apabila ini terjadi maka antrean panjang akan bertambah. Adapun menghitung nilai intensitas pelayanan (ρ) adalah menggunakan persamaan berikut. (Nurdiana and Haratama 2023).

$$\rho = \frac{\lambda/N}{\mu} < 1 \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

- ρ : Intensitas Pelayanan
- λ : Tingkat Kedatangan (smp/jam)
- μ : Tingkat Pelayanan (smp/jam)
- N : Jumlah gerbang tol yang dianalisis

Berikut hasil analisis Intensitas pelayanan (ρ) pada Gerbang Tol Bekasi Timur 2, untuk setiap GTO terlihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Intensitas Pelayanan (ρ) Gerbang Tol Bekasi Timur 2

Hari	GTO 1	GTO 3	
	E-Toll	E-Toll	SLFF/Flo
Senin (06.00 – 08.00)	0,30	0,35	0,00033
Kamis (06.00 – 08.00)	0,28	0,36	0,00033
Sabtu (10.00 – 12.00)	0,27	0,32	0,00017

Sumber: Hasil Analisis, 2025

Intensitas pelayanan pada GTO 1 dan GTO 3 didapat nilai $\rho < 1$, maka bisa diartikan bahwa intensitas pelayanan yang terjadi masih aman karena kedatangan tidak lebih besar dari tingkat pelayanan. Intensitas pelayanan GTO 3 dengan SLFF/Flo lebih baik dibandingkan dengan GTO 1 dengan E-Toll karena nilainya lebih kecil.

Analisis Tundaan Kendaraan

Analisis tundaan dilakukan guna mencari berapa lama waktu yang dibutuhkan pengguna kendaraan saat melewati Gerbang Tol Bekasi Timur 2. Adapun menghitung waktu tundaan rata-rata dalam sistem (d) dan waktu tundaan rata-rata dalam antrean (w) adalah menggunakan persamaan sebagai berikut. (Nurdiana and Haratama 2023)

$$d = \frac{1}{\mu - \frac{\lambda}{N}} \times 3600 \dots\dots\dots(3)$$

$$w = \frac{\left(\frac{\lambda}{N}\right)}{\mu \left(\mu - \left(\frac{\lambda}{N}\right)\right)} \times 3600 \dots\dots\dots(4)$$

$$\text{Total Waktu Tundaan} = d + w \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan:

- d : Tundaan rata-rata dalam sistem (detik/smp)
- w : Tundaan rata-rata dalam antrean (detik/smp)
- λ : Tingkat Kedatangan (smp/jam)
- μ : Tingkat Pelayanan (smp/jam)
- N : Jumlah gerbang tol yang dianalisis

Berikut hasil analisis tundaan kendaraan pada Gerbang Tol Bekasi Timur 2, untuk setiap GTO terlihat pada Tabel 10 berikut.

Tabel 10. Tundaan Kendaraan di Gerbang Tol Bekasi Timur 2

Hari	GTO 1	GTO 3	
	E-Toll (detik/smp)	E-Toll (detik/smp)	SLFF/Flo (detik/smp)
Senin (06.00 – 08.00)	7,0	7,7	0,6
Kamis (06.00 – 08.00)	6,9	8,0	0,6
Sabtu (10.00 – 12.00)	6,6	7,6	0,6

Sumber: Hasil Analisis, 2025

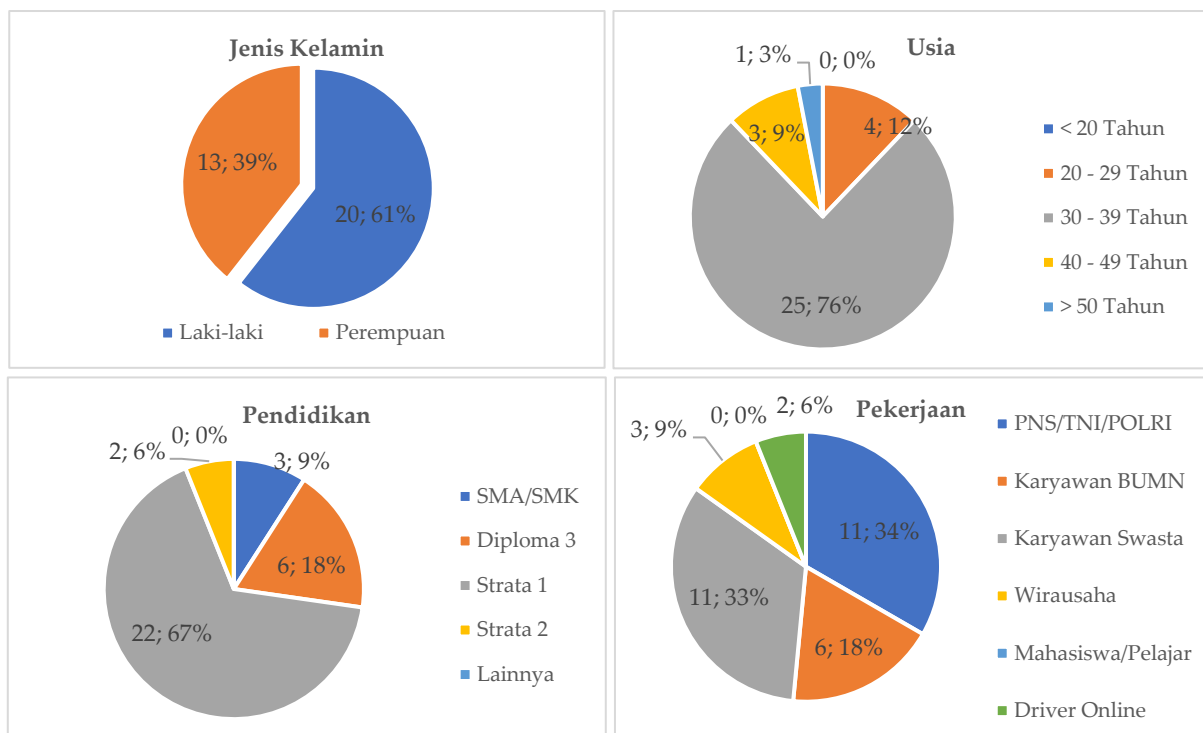
Tabel 10 menunjukkan bahwa GTO 3 dengan sistem pembayaran SLFF/Flo dapat mereduksi waktu tundaan pada gerbang tol. Waktu transaksi pada GTO 3 dengan SLFF/Flo hanya sebesar 0,6 detik per

kendaraan sehingga waktu tundaan juga lebih kecil dibandingkan dengan GTO lain dengan *tapping e-toll*.

Persepsi Pengguna Terkait SLFF/Flo

Untuk mengetahui persepsi pengguna jalan tol terkait SLFF/Let It Flo pada Gerbang Tol Bekasi Timur 2, peneliti menggunakan metode kuantitatif melalui pendekatan kuesioner. Kuesioner disebarikan pada tanggal 1–14 Februari 2025 secara *online* dengan menggunakan *Google Form*. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan aplikasi *Microsoft Excel* dan *IBM*

SPSS Statistic v.26 sebagai proses pengolahan data. Responden dari kuesioner ini diperoleh 33 responden yang berdomisili di Bekasi dan menggunakan Gerbang Tol Bekasi Timur 2. Jumlah responden minimal dalam penelitian kuantitatif adalah 30 orang (Kerlinger *et al.* 2000). Berikut karakteristik responden yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 6.

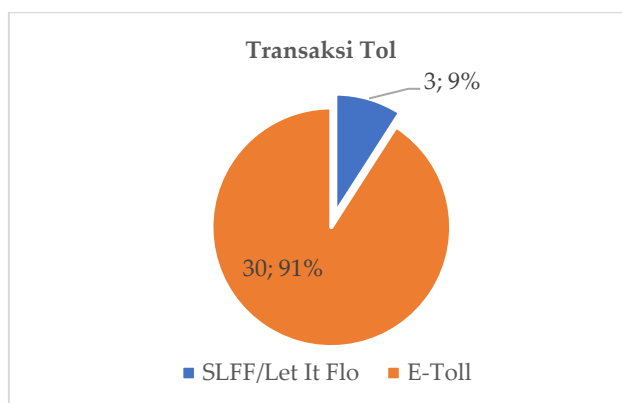


Sumber: Hasil Analisis, 2025

Gambar 6. Karakteristik Responden

Berdasarkan Gambar 6 di atas, karakteristik responden terbanyak dengan jenis kelamin laki-laki dengan 20 responden, pada rentang usia 30 – 39 tahun dengan 25 responden. Responden terbanyak untuk pendidikan adalah Strata 1 sebanyak 22 responden dan

responden terbanyak pada jenis pekerjaan adalah Karyawan Swasta dan PNS sebanyak 11 responden. Adapun karakteristik responden berdasarkan penggunaan transaksi tol dengan SLFF/Let It Flo dan Kartu Elektronik (*E-Toll*) dapat dilihat pada Gambar 7.



Sumber: Hasil Analisis, 2025

Gambar 7. Jenis Transaksi Tol Responden

Berdasarkan jenis transaksi tol responden diatas pengguna kendaraan dengan transaksi tol SLFF/Flo adalah 9% dengan jumlah pengguna SLFF/Flo sebanyak 3 responden, sedangkan untuk transaksi tol dengan kartu elektronik (*E-Toll*) sebesar 91% dengan jumlah pengguna 30 responden. Berdasarkan hasil kuesioner, diperoleh 3 responden menggunakan SLFF/Flo dan diperoleh faktor apa saja menentukan dalam kepuasan pengguna SLFF/Flo. Faktor pertama adalah kebermanfaatan SLFF/Flo dan kecepatan transaksi tol. Berdasarkan hasil kuesioner penelitian, para responden yang menggunakan SLFF/Flo merasa lebih nyaman dan aman menggunakan sistem SLFF/Flo dibandingkan kartu elektronik karena pengguna tidak perlu berhenti atau membuka jendela saat melakukan transaksi. Selain itu, mayoritas responden menilai penggunaan SLFF/Flo lebih efisien karena dapat menghemat waktu transaksi tol serta mengurangi antrean di gerbang tol (Hasil Kuesioner Penelitian, 2025).

Responden juga menyampaikan bahwa gerbang tol dengan sistem *Let It Flo* sudah tersedia di beberapa lokasi, khususnya wilayah Jabodetabek sehingga memudahkan mobilisasi pengguna jalan tol (Hasil Kuesioner Penelitian, 2025).

Faktor berikutnya adalah kemudahan dan fitur layanan SLFF/Flo, berdasarkan hasil kuesioner penelitian, kemudahan, dan fitur layanan pada sistem SLFF/Flo dinilai sangat membantu pengguna

kendaraan. Mayoritas responden menyatakan bahwa cara pemakaian serta fitur yang tersedia pada aplikasi *Let It Flo* mudah dipahami dan digunakan (Hasil Kuesioner Penelitian, 2025).

Responden juga menilai bahwa fitur isi ulang saldo melalui aplikasi *Let It Flo* sangat praktis, karena dapat dilakukan langsung melalui smartphone tanpa perlu datang ke lokasi fisik. Selain itu, fitur notifikasi transaksi tol dianggap sangat membantu karena memberikan bukti transaksi secara digital sehingga pengguna tidak perlu lagi mengambil struk di gerbang tol (Hasil Kuesioner Penelitian, 2025).

Analisis Faktor Preferensi Tidak Menggunakan SLFF/Let It Flo

Dari 30 responden yang tidak menggunakan SLFF/Flo, dianalisis faktor tidak menggunakan SLFF/Flo dengan dianalisis korelasi menggunakan SPSS v.26 dan ditarik kesimpulan faktor apa saja yang memiliki pengaruh atau hubungan tiap variabel pada Tabel 3. Dasar pengambilan keputusan untuk uji korelasi adalah apabila nilai Signifikansi $< 0,05$ maka terdapat korelasi antarvariabel, begitu pula sebaliknya. Jika nilai r hitung (*Pearson Correlations*) $> r$ tabel maka terdapat korelasi dan sebaliknya. R tabel yang diperoleh berdasarkan tabel r adalah sebesar 0,3610. Hasil uji korelasi dengan SPSS 26 terlihat pada Tabel 11 berikut.

Tabel 11. Hubungan Variabel X dan Y

Variabel	Pearson Correlations (r hitung)	r Tabel	Sig $< 0,05$	Hubungan dengan Variabel Y	Tingkat Hubungan
X1	0,813	0,361	0,000	Berhubungan	Sangat Kuat
X2	0,464	0,361	0,010	Berhubungan	Rendah
X3	0,056	0,361	0,769	Tidak Berhubungan	-
X4	0,482	0,361	0,007	Berhubungan	Cukup
X5	0,786	0,361	0,000	Berhubungan	Kuat

Sumber: Hasil Analisis, 2025

Hubungan variabel X dan Y berdasarkan hasil analisis korelasi pada Tabel 11 di atas diperoleh variabel X1 (Kesadaran dan informasi yang terbatas mengenai *Let It Flo*) berhubungan atau berkorelasi sangat kuat dengan Y (Preferensi tidak menggunakan *Let It Flo*). Variabel X2 (Kesulitan dalam penggunaan *Let It Flo*) berhubungan atau berkorelasi rendah dengan Y (Preferensi tidak menggunakan *Let It Flo*). Sedangkan pada variabel X3 (Kepercayaan dan Keamanan Data) tidak berhubungan atau tidak berkorelasi dengan Y (Preferensi tidak menggunakan *Let It Flo*). Untuk variabel X4 (Biaya tambahan dan manfaat *Let It Flo*) berhubungan atau berkorelasi cukup kuat dengan Y (Preferensi tidak menggunakan *Let It Flo*) dan X5

(Keterbatasan infrastruktur dan aplikasi *Let It Flo*) berhubungan atau berkorelasi kuat dengan variabel Y.

Faktor yang memengaruhi preferensi tidak menggunakan SLFF/Flo antara lain adalah kesadaran dan informasi yang terbatas mengenai SLFF/Flo dan infrastruktur dan aplikasi SLFF/Flo yang terbatas di seluruh gerbang tol di Indonesia.

PEMBAHASAN

Sistem pembayaran tol dengan SLFF/Flo berbasis RFID (*Radio Frequency Identification*) mulai diterapkan pada tahun 2017 sesuai dengan Permen PUPR No. 16/PRT/M/2017 tentang Transaksi Tol Nontunai di Jalan Tol. Penelitian Suprayitno *et al.* (2020)

juga menjelaskan bahwa Permen PUPR No. 16 Tahun 2017 ini dimaksudkan sebagai pedoman dalam penyelenggaraan transaksi tol nontunai di jalan tol dengan tujuan untuk meningkatkan pelayanan kepada pengguna jalan tol sehingga transaksi tol menjadi lebih efektif, efisien, aman, dan nyaman.

Walaupun sudah diterapkan mulai tahun 2017 hingga saat ini, dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan transaksi tol dengan SLFF/Flo di Gerbang Tol Bekasi Timur 2 belum menunjukkan hasil yang efektif dan menyeluruh. Hal tersebut karena transaksi tol dengan SLFF/Flo hanya dapat digunakan oleh kendaraan ringan beroda 4 saja dan dari total 4 gerbang tol yang beroperasi di Bekasi Timur 2 hanya gerbang tol otomatis (GTO) 3 saja dengan jalur khusus "Let It Flo" yang dapat melayani transaksi SLFF/Flo. Sama halnya dalam penelitian Raharjo *et al.* (2023), Gerbang Tol Ngurah Rai Bali hanya GTO 2 saja yang dapat melayani transaksi tol SLFF/Flo dari 4 gerbang tol yang beroperasi.

Dari penelitian ini diperoleh gambaran mekanisme transaksi tol dengan SLFF/Flo, para pengguna diwajibkan mendaftar, memasang stiker RFID dan melakukan isi ulang saldo, dan semua bukti transaksi pembayaran dapat dilihat secara *real time* pada aplikasi *Let It Flo*. Teknologi RFID ini digunakan oleh pengguna dengan membeli stiker RFID yang dipasang di kendaraan sebagai identitas pengguna dan kendaraan, serta sebagai alat transaksi dengan tingkat keandalan mencapai 99,5% (Suprayitno *et al.* 2020).

Penelitian ini menunjukkan bahwa transaksi tol dengan SLFF/Flo belum menunjukkan hasil yang efektif dibandingkan dengan sistem *E-Toll*. Hal tersebut ditunjukkan berdasarkan hasil survei pada tol Bekasi Timur, bahwa pengguna jalan tol dengan transaksi SLFF/Flo hanya 2 smp/jam sangat kecil dibandingkan dengan transaksi *E-Toll* yang mencapai 343 smp/jam pada jam sibuk. Jumlah pengguna SLFF/Flo yang relatif sangat kecil juga ditunjukkan dalam penelitian (Chandrapradja and Susilo 2023), bahwa tingkat kedatangan kendaraan dengan SLFF/Flo pada Gerbang Tol Tanjung Duren hanya 3 smp/jam dari 413 smp/jam dengan sistem *E-Toll*. Namun, berdasarkan hasil analisis, sistem SLFF/Flo menunjukkan hasil yang efisien dalam tundaan karena dapat menurunkan waktu tundaan sebesar 0,6 detik/smp. Dari segi antrean belum menunjukkan hasil yang efisien karena penerapan SLFF di Gerbang Tol Bekasi Timur 2 masih *hybrid* antara jalur khusus SLFF/Flo dan *E-Toll* sehingga masih terdapat antrean apabila digunakan oleh pengguna *E-Toll*. Hasil tersebut tidak sejalan dengan manfaat yang diberikan oleh sistem SLFF/Flo ini, salah satunya adalah dapat menghilangkan waktu transaksi tol. Dari hasil penelitian ini mendapatkan waktu

pelayanan transaksi tol dengan SLFF/Flo adalah 0,6 smp/jam, hal tersebut karena pengguna kendaraan tidak perlu memberhentikan kendaraannya saat transaksi.

Meskipun adopsi sistem SLFF/Flo masih mengalami sejumlah kendala, sebagian pengguna di Gerbang Tol Bekasi Timur 2 telah mulai merasakan manfaat dari implementasinya. Pengguna melaporkan peningkatan rasa aman dan nyaman akibat tidak lagi diperlukan, baik penghentian kendaraan maupun interaksi fisik, seperti membuka jendela, selama proses transaksi. Selain itu, sistem ini dinilai meningkatkan efisiensi mobilisasi, khususnya di wilayah Jabodetabek yang telah menerapkan infrastruktur SLFF/Flo secara bertahap.

Waktu pelayanan transaksi tol yang dapat direduksi dengan sistem SLFF/Flo ini menyebabkan hilangnya antrean kendaraan serta dapat meningkatkan kapasitas atau tingkat pelayanan suatu gerbang tol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proyeksi tingkat pelayanan Gerbang Tol Bekasi Timur 2 dengan sistem SLFF/Flo dapat mencapai 6000 smp/jam lebih besar dibandingkan sistem *E-Toll* yang hanya 957 smp/jam. Hal yang sama juga diperoleh dalam penelitian (Nurdiana and Haratama 2023) tingkat pelayanan dengan SLFF/Flo mendapatkan hasil yang signifikan dibanding *E-Toll*.

Dari hasil penelitian juga diperoleh dengan sistem SLFF/Flo ini dapat mengurangi kemacetan pada gerbang tol, hal tersebut ditunjukkan dari hasil intensitas pelayanan Gerbang Tol Bekasi Timur 2 yang mencapai $0,00033 < 1$, yang bisa diartikan bahwa kedatangan tidak lebih besar dari tingkat pelayanan. Intensitas pelayanan yang mencapai atau > 1 bisa artikan semakin macet. Hal tersebut juga didukung dalam penelitian Chandrapradja and Susilo (2023) dan Nurdiana and Haratama (2023) menunjukkan bahwa intensitas pelayanan dengan SLFF/Flo didapat $\rho < 1$, berarti intensitas yang terjadi masih aman. Menghilangkan kemacetan pada gerbang tol juga dapat dilihat pada waktu tundaan kendaraan, dengan SLFF/Flo dapat mereduksi tundaan pada gerbang tol Bekasi Timur dibandingkan dengan *E-Toll*.

Dalam penelitian ini juga menunjukkan manfaat SLFF/Flo yang dapat dirasakan pengguna jalan tol, antara lain merasa nyaman dan aman dalam transaksi tol karena tidak perlu berhenti dan membuka jendela, dan fitur notifikasi transaksi sangat membantu pengguna melihat bukti transaksi pengguna. Dari sekian banyak manfaat yang diberikan sistem SLFF/Flo dalam transaksi tol dan penerapannya sudah dari tahun 2017 hingga saat ini, namun penerapannya dirasa belum efektif dan efisien karena pengguna SLFF/Flo masih sedikit. Preferensi pengguna jalan tol tidak menggunakan SLFF/Flo dan memilih kartu elektronik

(*E-Toll*) untuk transaksi tol disebabkan karena beberapa faktor, yang pertama informasi terkait definisi, fungsi, manfaat, mekanisme penggunaan dan lokasi mengenai SLFF/Flo yang terbatas. Pada faktor sosial perlu adanya pengenalan atau sosialisasi kepada masyarakat terkait teknologi baru yang akan digunakan di jalan tol seperti informasi aplikasi, penggunaan dan infrastruktur yang sudah tersedia (Budiharjo dan Margarani 2019).

Faktor berikutnya yang diperoleh dari penelitian ini adalah keterbatasan infrastruktur dan aplikasi SLFF/Flo. Hingga saat ini infrastruktur SLFF/Flo hanya bisa digunakan beberapa titik gerbang tol Jabodetabek dan Bali, dapat digunakan hanya 1 pintu tol dari tiap gerbang tol dan hanya dapat melayani kendaraan ringan beroda 4 saja. Aplikasi Let It Flo juga masih dalam tahap pengembangan, berdasarkan hasil observasi langsung proses isi ulang saldo hanya bisa digunakan melalui dompet digital LinkAja, belum dapat dilakukan oleh bank lain. Pemilihan teknologi nirsentuh ini perlu mempertimbangkan tingkat keandalan serta keberlanjutan teknologi (Suprayitno *et al.* 2020). Sunartio and Putranto (2023) juga menjelaskan proses peralihan sistem menjadi nirsentuh akan berjalan tergantung bagaimana sikap masyarakat terhadap kebijakan dan sosialisasi yang dilakukan Pemerintah, namun tidak sedikit masyarakat berpendapat bahwa proses peralihan ini akan sulit karena harus dilakukan uji coba dahulu dan sistem ini merupakan teknologi yang baru bagi masyarakat.

Faktor tersebut memperjelas alasan utama para pengguna jalan enggan menggunakan sistem SLFF/Flo dan tetap memilih kartu elektronik (*e-toll*) untuk transaksi tol. Oleh karena itu, kebijakan Pemerintah ke depan perlu memberikan sosialisasi dan pengembangan infrastruktur SLFF/Flo di seluruh Indonesia.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa penerapan transaksi tol berbasis SLFF/Flo dengan sistem RFID meskipun memiliki manfaat untuk meningkatkan efisiensi, efektivitas dan kenyamanan pengguna jalan tol, tetapi belum menunjukkan hasil yang optimal dalam implementasinya di Gerbang Tol Bekasi Timur 2. Hal ini tercermin dari rendahnya tingkat adopsi oleh pengguna jalan tol, terbatasnya cakupan infrastruktur SLFF/Flo, serta kurangnya sosialisasi terhadap masyarakat.

Secara teknis, sistem ini memiliki keunggulan yang signifikan dalam mereduksi waktu pelayanan transaksi, meningkatkan tingkat atau kapasitas pelayanan gerbang tol, serta dapat menurunkan

intensitas kemacetan digerbang tol jika dibandingkan dengan sistem *e-toll*.

Namun, keterbatasan jumlah gerbang tol yang menyediakan layanan transaksi SLFF/Flo, penggunaanya hanya untuk kendaraan ringan beroda empat saja, serta keterbatasan sistem pendukung seperti aplikasi, menjadi hambatan utama dalam peningkatan efektivitas sistem SLFF/Flo. Selain itu, faktor sosial seperti kurangnya pemahaman masyarakat terhadap SLFF/Flo turut mempengaruhi preferensi penggunaan. Oleh karena itu, keberhasilan transisi menuju sistem transaksi tol nirsentuh tidak hanya ditentukan oleh kesiapan teknologinya, tetapi juga bergantung pada upaya komprehensif pemerintah dalam pengembangan infrastruktur, edukasi publik, serta kebijakan yang mendukung perubahan perilaku pengguna jalan tol secara berkelanjutan.

Dengan demikian, hipotesis penelitian yang menyatakan bahwa sistem SLFF/Flo mampu meningkatkan efisiensi dan efektivitas transaksi tol dibandingkan sistem E-Toll dapat diterima secara teknis, namun belum sepenuhnya tercapai dalam implementasi aktual di Gerbang Tol Bekasi Timur 2 karena adanya kendala infrastruktur, sosialisasi, dan tingkat adopsi pengguna yang masih rendah.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan agar Pemerintah perlu menetapkan kebijakan yang lebih adaptif dan terarah terkait sistem transaksi tol nirsentuh, guna mendorong penerapan SLFF secara efektif dan berkelanjutan sebagai dasar menuju sistem MLFF. Selanjutnya, kolaborasi antara pemerintah dan BUJT perlu diperkuat melalui sosialisasi yang masif, untuk meningkatkan pemahaman masyarakat terkait manfaat dan mekanisme SLFF/Flo.

Untuk mendukung kajian berkelanjutan, penelitian lanjutan diharapkan mencakup kondisi lalu lintas pada periode khusus seperti hari besar dan libur nasional, serta memperluas analisis terhadap konsumsi bahan bakar, biaya, dan emisi kendaraan, guna menilai dampak sistem SLFF/Flo secara lebih menyeluruh.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusi dalam proses penyusunan penelitian ini, khususnya kepada Dosen Teknik Sipil Universitas Cenderawasih, PT JMTO Area Jakarta-Cikampek, Kementerian Pekerjaan Umum atas bimbingannya selama proses penyusunan, pengumpulan data hingga akhir. Penulis berharap penelitian ini dapat memberikan dampak positif bagi perkembangan infrastruktur jalan tol di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Andreas. 2025. *Wawancara pribadi oleh Fahmi Akbar*, Area Manager PT. Jasa Marga Tollroad Operator (JMT0) Ruas Jakarta–Cikampek. Bekasi Timur, 15 Januari 2025.
- Budiharjo, Anton, and Sekar Ratri Margarani. 2019. "Kajian Penerapan Multi Lane Free Flow (MLFF) Di Jalan Tol Indonesia." *Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan (Indonesian Journal of Road Safety)* 6 (2): 1–14. <https://doi.org/10.46447/ktj.v6i2.27>.
- Chandrapradja, M. Al Khwarizmi Hs, and Budi Hartanto Susilo. 2023. "Penilaian Terhadap Kemampuan Tampung dan Waktu Pelayanan di Gerbang Tol Tanjung Duren." *Jurnal Rekayasa Lingkungan Terbangun Berkelanjutan* 01 (02): 7.
- Hasil Kuesioner Penelitian. 2025. Data primer penelitian: Analisis Sistem Pembayaran Tol SLFF di Gerbang Tol Bekasi Timur. Tidak dipublikasikan.
- Kementerian PUPR, 16/PRT/M/2014 16/PRT/M/2014 (2014).
- Kerlinger, Kerlinger, Fred N, Duangduen Bhanthumnavin, and Howard B. Lee. 2000. *Foundations of Behavioral Research: The Most Sustainable Popular Textbook by Kerlinger & Lee* (2000). 3.2. Journal of Social Development.
- Kumparan Bisnis. 2023. "Apa Kabar Sistem Bayar Tol Tanpa Berhenti yang Sudah Jalan di Indonesia?" kumparan. <https://kumparan.com/kumparanbisnis/apa-kabar-sistem-bayar-tol-tanpa-berhenti-yang-sudah-jalan-di-indonesia-20Vit3aSEI9>.
- Masya Famely Ruhulestin, Kompas Cyber. 2023. "Tiap Hari, 3,4 Juta Kendaraan Lintasi Jalan Tol Milik Jasa Marga." KOMPAS.com, July 25. <https://www.kompas.com/properti/read/2023/07/25/200047921/tiap-hari-34-juta-kendaraan-lintasi-jalan-tol-milik-jasa-marga>.
- Nurdiana, Rista Septi, and Kusuma Refa Haratama. 2023. "Peluang Penggunaan Sistem Single Lane Free Flow (SLFF) Untuk Mereduksi Tundaan Pada Gerbang Tol Exit Kejapanan Utama." *Mitrans: Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi* 2 (2).
- Raharjo, Efendhi Prih, I Kadek Surya Putra Adidana, Kevinsyah Haryoto, and Juan Benedict Rore. 2023. "Analysis of Toll Payment Based on Single Lane Free Flow at the Ngurah Rai Toll Gate in Realizing Transport Sustainability". *Jurnal Teknologi Transportasi Dan Logistik* 4 (2):213-18. <https://doi.org/10.52920/jttl.v4i2.209>.
- Shahrier, Mahir, Arif Hasnat, Jobaer Al-Mahmud, Armana Sabiha Huq, Sakib Ahmed, and Md. Khorshadul Haque. 2024. "Towards Intelligent Transportation System: A Comprehensive Review of Electronic Toll Collection Systems." *IET Intelligent Transport Systems* 18 (6): 965–83. <https://doi.org/10.1049/itr2.12500>.
- Sugiyono, P. D. 2010. "Metode Penelitian." *Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D*. <http://fekbis.repository.unbin.ac.id/151/4/bab%20III.pdf>.
- Sunartio, Victoria, and Leksmono Suryo Putranto. 2023. "Pendapat Pengguna Jalan Tol Jabodetabek Tentang Multi Lane Free Flow." *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, November 22, 913–24. <https://doi.org/10.24912/jmts.v6i3.24848>.
- Suprayitno, Hadi, Galuh Permana Waluyo, and Slamet Muljono. 2020. "Menuju Pembayaran Tol Tanpa Henti Secara Multilajur." *Jurnal Himpunan Pembangunan Jalan dan Jembatan Indonesia* 6 (1): 14.
- Sutandi, A.C. 2012. Analisis Kinerja Simpang Bersinyal dan Antrian. Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- Tamin, Ofyar Z, and Rusmadi Suyuti. 2003. *The Impact Of Location And Number Of Traffic Counts In The Accuracy Of O-D Matrices Estimated From Traffic Counts Under Equilibrium Condition: A Case Study In Bandung (Indonesia)*.