



Perencanaan Waktu Pencacahan Lalu Lintas Optimal di Jalan Kolektor Sekunder Perkotaan: Pemanfaatan Data Waktu Populer Google Maps (Studi Kasus: Kota Semarang, Indonesia)

**Alfa Narendra^{*}, Ahmad Wildan Diyafillah, Alfiansyah Nur Abdillah, Annas Ridho
Agustiyar, Devi Sajna Risay Aszahro, Muhammad Rahil Danial Maula, Nadifa Silviana**
Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Indonesia
^{*}Email corresponding author: alfa.narendra@mail.unnes.ac.id

Received: 22 November 2025 Revised: 11 Juni 2026 Accepted: 27 Juli 2026

Abstract

Conventional traffic volume surveys used to identify peak hours require extensive data collection periods, often taking up to 84 days. Although Narendra (2022) proposed leveraging the Google Maps "Popular Times" feature as a rapid alternative, empirical validation regarding its reliability on urban secondary collector roads remains limited. This study aims to empirically validate the effectiveness of this Google Maps-based peak hour estimation method. Primary traffic data were gathered through direct field observations over a 3-hour window (comprising 1 hour before, during, and 1 hour after the predicted peak) across six two-lane two-way undivided (2/2 UD) urban secondary collector road segments in Semarang, Indonesia. Statistical t-tests and exploratory data analysis were employed to evaluate the alignment between empirical observations and Google Maps secondary data. Results reveal no statistically significant difference between empirical peak times and Google Maps "Popular Times" predictions, with observed time discrepancies ranging from -60 to +50 minutes. Consequently, this Google Maps-based methodology serves as a valid and efficient alternative for urban traffic counting survey. A 3-hour observation window encompassing pre-peak, peak, and post-peak periods is recommended for application.

Keywords: Google maps, peak traffic times, traffic counting

Abstrak

Survei lalu lintas konvensional untuk menentukan waktu puncak membutuhkan waktu pengumpulan data yang lama (hingga 84 hari). Meskipun Narendra (2022) mengusulkan penggunaan aspek "Waktu Populer" Google Maps sebagai alternatif cepat, validasi empiris mengenai keandalan metode ini pada jalan kolektor sekunder perkotaan belum diteliti. Penelitian ini bertujuan memvalidasi efektivitas metode perkiraan waktu puncak lalu lintas berbasis Google Maps secara empiris. Data primer dikumpulkan melalui observasi langsung selama 3 jam (1 jam sebelum, saat, dan sesudah perkiraan puncak) pada 6 ruas jalan kolektor sekunder tipe 2/2 TT di Kota Semarang. Analisis data dilakukan menggunakan Uji-T dan exploratory data analysis untuk membandingkan data survei empiris dengan data sekunder Google Maps. Hasil penelitian menunjukkan tidak terdapat perbedaan statistik yang signifikan antara waktu puncak empiris dengan prediksi "Waktu Populer" Google Maps, dengan rentang selisih -60 hingga +50 menit. Kesimpulannya, metode survei berbasis Google Maps ini valid digunakan pada jalan kolektor sekunder perkotaan sebagai alternatif. Disarankan pelaksanaan survei pencacahan lalu lintas dilakukan selama 3 jam, yang mencakup rentang waktu sebelum, saat, dan setelah perkiraan waktu puncak Google Maps.

Kata kunci: Google map, pencacahan lalu lintas, waktu puncak lalu lintas

Pendahuluan

Dalam rekayasa, dan manajemen transportasi, akurasi data karakteristik arus lalu lintas merupakan data dasar yang menentukan ketepatan perencanaan kapasitas, geometrik, maupun struktur perkerasan jalan. Berdasarkan regulasi teknis yang ditetapkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2023), penentuan kapasitas jalan, dan jumlah lajur optimal, bertumpu pada nilai Volume Jam Perencanaan (VJP). Parameter VJP ini secara ideal diturunkan dari nilai Lalu Lintas Harian Rata-rata Tahunan (LHRT), yang merefleksikan fluktuasi volume kendaraan dalam siklus harian, sampai dengan tahunan (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023).

Secara regulatif, perhitungan LHRT yang presisi mensyaratkan pencacahan lalu lintas secara menerus selama 365 hari (Federal Highway Administration, 2016; Florea *et al.*, 2011; Interreg Central Europe, 2018; Roads Department, 2004; Transportation Research Board & National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2004). Jika menggunakan pendekatan prediktif jangka pendek, pedoman konvensional seperti Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM96 Tahun 2015 (Menteri Perhubungan. (2015)), dan Modul RDE-08 (Departemen Pekerjaan Umum, 2005) menuntut ketersediaan data dalam deret waktu historis (*time-series*) yang mutakhir.

Pelaksanaan survei dengan metode konvensional ini memerlukan waktu sepanjang 84 hari survei pada tahun pertama, dan dilanjutkan 7 hari survei pada tahun kedua untuk mendapatkan data dasar peramalan (*forecasting*) (Indian Roads Congress, 2001; Leduc, 2008; Roads and Highways Department, 2001; Roads Department, 2004). Formulir survei secara umum mengikuti pedoman dari Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah (2004). Namun, terdapat kesenjangan metodologis yang jelas antara tuntutan regulatif ideal tersebut dengan realitas empiris di kota-kota di Indonesia, seperti Kota Semarang.

Evaluasi ketersediaan dan keandalan data historis lalu lintas mengungkapkan adanya tiga kesenjangan metodologis utama yang membatasi ketepatan analisis kinerja jaringan jalan. Pertama, instansi daerah pada umumnya belum memiliki basis data historis pencacahan yang berkesinambungan secara waktu. Sebagai contoh, publikasi Dinas Pekerjaan Umum Kota Semarang (2025) sebatas menyajikan LHR statis, sementara basis data Dinas PU Bina Marga dan Cipta Karya Provinsi Jawa Tengah (2025) terfragmentasi pada ruas tertentu dan tidak berkelanjutan antar-tahun. Kedua, keterbatasan durasi survei jangka pendek (<48 jam) berpotensi

menghasilkan tingkat galat yang signifikan, di mana pemangkasan waktu pengamatan tanpa penerapan faktor penyesuaian (*adjustment factors*) yang terverifikasi secara statistik akan meningkatkan ketidakpastian dan memicu bias sistematis dalam perhitungan LHRT (Federal Highway Administration, 2016). Ketiga, metode pencacahan jangka pendek tersebut tidak mampu merekam dinamika kerapatan arus serta fluktuasi volume harian, mingguan, maupun musiman secara holistik, padahal pemodelan karakteristik arus yang andal membutuhkan interval observasi empiris minimum tujuh hari berturut-turut (Florea *et al.*, 2011; Interreg Central Europe, 2018).

Guna memitigasi kesenjangan dari metode konvensional, penelitian ini memanfaatkan data berbasis urun daya (*crowdsourcing*) dan data raya (*big data*). Salah satu instrumen yang paling menjanjikan adalah pemanfaatan riwayat lokasi di Google Maps (*Google Maps Location History-GLH*), yang disimpan secara anonim dari pola pergerakan pengguna gawai yang mengaktifkan aspek riwayat lokasi di aplikasi Google Maps (Google, 2025b).

Potensi GLH telah divalidasi sebagai instrumen pengumpul data yang andal untuk memperpendek kesenjangan keperluan data pergerakan antar manusia, analisis perilaku spasial, hingga perkiraan dampak transportasi terhadap lingkungan seperti emisi karbon dioksida dan sebaran kebisingan (Parady *et al.*, 2023; Prasetyani *et al.*, 2024; Tafidis *et al.*, 2018). Namun, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diantisipasi; Google Maps tidak menyediakan data detail per lokasi di dalam kompleks perbelanjaan, dan cakupan data terbatas pada populasi pengguna perangkat gawai dengan aplikasi Google (Macarulla Rodriguez *et al.*, 2018; Möhring *et al.*, 2021). Adanya potensi bias sampling yang timbul dari perbedaan perilaku antara pengguna, dan non-pengguna ekosistem android, dan aplikasi seluler juga memerlukan perhatian lebih lanjut (Möhring *et al.*, 2021; Parady *et al.*, 2023; Ruktanonchai *et al.*, 2018). Oleh karena itu, penelitian ini mengintegrasikan GLH dengan data primer empiris guna menentukan kesenjangannya, sejalan dengan penelitian sebelumnya (Parady *et al.*, 2023; Ruktanonchai *et al.*, 2018; Yu *et al.*, 2019).

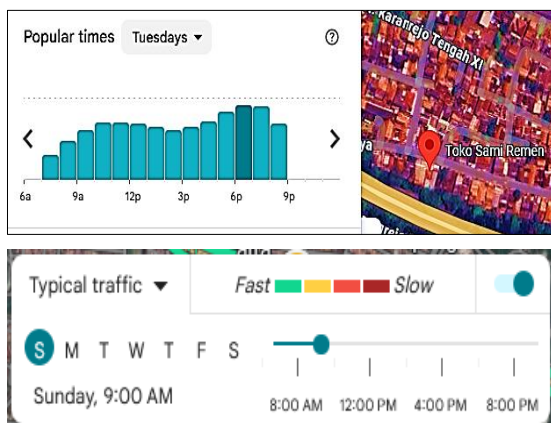
Visualisasi data ruang-waktu pada antarmuka Google Maps dimanfaatkan melalui dua aspek utama: lalu lintas tipikal (*typical traffic*), yang menunjukkan pola kecepatan lalu lintas secara historis pada jaringan jalan berdasarkan data yang dikumpulkan beberapa pekan sebelumnya, serta waktu populer (*popular times*), yang menyajikan grafik batang tingkat keramaian relatif lokasi

berdasarkan agregasi tren perilaku pengguna gawai selama beberapa bulan terakhir (Google, 2021a, 2021b, 2025a).

Narendra (2022) menawarkan metode kajian eksploratif mengenai potensi Google Maps sebagai instrumen bantu penentuan jadwal survei lalu lintas jangka pendek di Indonesia. Studi tersebut membandingkan parameter normatif (PM 96/2015, dan Modul RDE-08) dengan kerangka Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 (Sweroad & PT Bina Karya (1997)) yang kini telah diperbarui menjadi Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 (Direktorat Jenderal Bina Marga (2023)). Integrasi data sekunder ini secara teoritis mampu mengurangi ketidakpastian penentuan jendela waktu (*window time*) survei primer di lapangan, sehingga pengumpulan data primer menjadi lebih berdaya guna dan berhasil guna.

Meskipun memiliki keunggulan rekaman data historis yang panjang, penggunaan data GLH perlu mencermati bias data sampel yang melekat padanya. Bias yang timbul akibat pengumpulan data terbatas pada pengguna yang mengaktifkan aspek riwayat lokasi, dalam ekosistem android, dan aplikasi Google Maps (Möhring *et al.*, 2021; Ruktanonchai *et al.*, 2018). Keandalan data sangat bergantung pada volume pengguna yang melewati ambang batas minimum (*threshold*) pada suatu lokasi (Yu *et al.*, 2019).

Meskipun penelitian terhadap kemampuan Google Maps telah berkembang, terdapat kesenjangan penelitian (*research gap*) yang menghubungkan antara tampilan visual dari Google Maps dengan perencanaan survei terkait lalu lintas. Hingga saat ini, aspek lalu lintas tipikal dan waktu populer disajikan murni sebagai indikator visual nir-nilai (*non-numerical visual indicators*), tanpa disertai besaran nilai volume kendaraan maupun parameter kalender yang definitif (Gambar 1).



Gambar 1. Contoh kelengkapan di Google Maps (2025)

Karakteristik data ini bersifat ordinal-relatif terhadap waktu puncak, sehingga belum dapat dikategorikan sebagai instrumen ukur nominal langsung dalam pengukuran volume lalu lintas. Periode antara waktu puncak juga penting untuk dipahami (Smith, 2002; Lopes *et al.*, 2010; Traffic Design Group, 2001; Zheng & Mike, 2012). Studi terdahulu, seperti Narendra (2022), masih terbatas pada pendekatan meta-analisis kualitatif, dan kajian pustaka komparatif, belum disertai konfirmasi empiris, dan formulasi matematis di lapangan.

Penulis belum ditemukan sebuah pendekatan yang mampu menerjemahkan fluktuasi grafis non-numerik Google Maps menjadi perkiraan waktu survei untuk mendapatkan waktu puncak, yang kemudian hasil pencacahan lalu lintasnya digunakan untuk menentukan LHR dengan standar PKJI 2023. Sehingga, data Google Maps dalam survei lalu lintas masih diposisikan sebatas referensi pelengkap, bukan sebagai metode yang memiliki kepastian ilmiah.

Untuk mengisi kesenjangan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk membangun metode penentuan jendela waktu survei. Penentuan waktu survei dengan cara membandingkan antara data historis GLH (melalui tampilan lalu lintas tipikal, dan waktu populer) dengan data primer empiris hasil pencacahan langsung (*traffic counting*), pada ruas jalan kolektor di Kota Semarang. Pola fluktuasi visual dari data historis GLH akan diterjemahkan menjadi waktu survei empiris, yang hasil surveinya kemudian untuk menentukan jendela waktu survei. Kebaruan dari penelitian ini terletak pada formulasi metodologi perkiraan jendela waktu survei untuk mendapatkan waktu puncak, yang berhasil guna dan berdaya guna pada jaringan jalan kolektor, tanpa mengabaikan akurasi teknis sesuai PKJI 2023.

Metode

Pada penelitian ini, memerlukan data sekunder, dan data primer. Data sekunder berupa data pola lalu lintas terdahulu, menggunakan waktu populer dari informasi kunjungan bisnis di Google Maps. Data primer didapatkan dari survei lalu lintas di lapangan, untuk mendapatkan volume eksisting lalu lintas di lokasi survei. Observasi lapangan adalah proses pencatatan secara langsung terhadap subjek atau objek yang diamati dengan cara yang sistematis. Pendekatan ini dilakukan untuk memperoleh data yang valid mengenai objek yang diteliti (Yao *et al.*, 2020).

Data sekunder berasal dari tangkapan layar dari aplikasi Google Maps versi desktop. Data primer berupa rekaman arus lalu lintas yang direkam dengan kamera telepon seluler menggunakan

perangkat lunak *timestamp camera*. Rekaman tersebut yang kemudian dicacah menjadi volume kendaraan per jam. Sejumlah kendaraan tersebut dengan menggunakan nilai ekuivalensi mobil penumpang berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023, diubah menjadi Satuan Mobil Penumpang per jam (SMP per jam). Data dalam SMP per jam ini kemudian dicari nilai tertinggi sebagai waktu puncak.

Pengumpulan data primer dilakukan menggunakan kombinasi instrumen geometrik dan digital untuk menjamin ketepatan dan keterulangan data lapangan (*reproducibility*). Peralatan survei mencakup kamera ponsel pintar yang terintegrasi dengan aplikasi *timestamp camera* untuk perekaman dokumentasi visual berbasis stempel waktu dan geolokasi secara otomatis, meteran ukur roda untuk inventarisasi dimensi geometrik ruas jalan (meliputi lebar jalur lalu lintas, bahu jalan, dan saluran drainase), serta alat tulis untuk pencatatan data atributif dan pembuatan sketsa skematik kondisi riil di lokasi pengamatan. Aplikasi *timestamp camera* memungkinkan pengguna untuk menambahkan data peta, waktu (sampai akurasi mili detik), tanggal, lokasi (*latitude*, *longitude*), saat pengambilan foto, atau video (Bian Di, 2025). Data ini berguna untuk mengevaluasi ketepatan lokasi, dan waktu saat pengambilan foto, atau video.

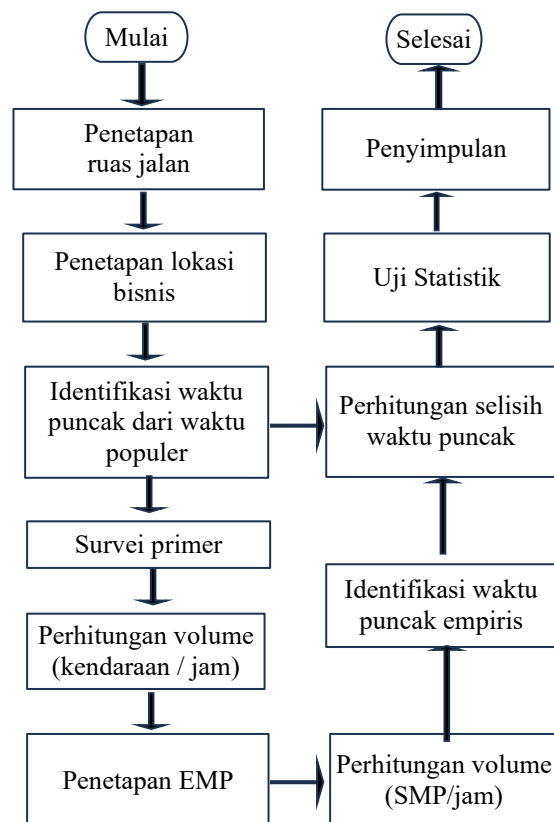
Penentuan perkiraan waktu puncak lalu lintas berbasis data sekunder dilakukan melalui pengambilan informasi ruang-waktu pada antarmuka *Google Maps Desktop* untuk ruas jalan yang ditinjau (Narendra, 2022). Prosedur analisis diawali dengan mengaktifkan aspek Lalu lintas Tipikal dan mencatat perubahan warna tingkat pelayanan jalan—yang diklasifikasikan ke dalam kategori hijau, kuning, merah, dan merah bata pada interval waktu lima menit selama tujuh hari berturut-turut melalui penggeseran bilah waktu (*time slider*).

Pengamatan diulang guna meminimalkan hambatan tundaan tampilan antar muka. Perkiraan waktu puncak diidentifikasi berdasarkan kondisi kecepatan terendah yang ditunjukkan oleh indikator warna merah bata, dalam kondisi tidak terdeteksi variasi warna pada ruas jalan. Perkiraan waktu puncak didekati melalui analisis agregasi tingkat kunjungan pada aspek waktu populer dari fasilitas di sekitar ruas jalan. Seluruh tahapan pengamatan digital ini diikuti dengan pelaksanaan survei lapangan primer pada jendela waktu hasil perkiraan tersebut guna memvalidasi akurasi dan keandalan data waktu puncak dari Google Maps. Interval pencatatan volume lalu lintas dengan interval selama lima menit, mampu menangkap laju arus

puncak maksimum (*spike*) yang mungkin hanya terjadi sebentar, namun stabil, dalam satu jam (Smith, 2002). Waktu pencatatan selama 7 hari di lalu lintas tipikal dari Google Maps, dilakukan karena hanya rentang waktu itu yang disediakan

Survei primer pada ruas jalan dalam penelitian ini menghasilkan data volume lalu lintas. Dari pengolahan data volume lalu lintas didapatkan letak waktu puncak empiris, sebagai Gambar 1. Data lalu lintas waktu puncak dari Google Maps dibandingkan dengan data lalu lintas waktu puncak dari hasil survei pencacahan lalu lintas empiris. Hasil akhirnya berupa penjelasan serta kesimpulan yang diperoleh dari perbandingan data tersebut.

Bagan alir sebagai tahapan untuk menentukan rentang waktu puncak volume lalu lintas empiris, menganalisis selisih waktu puncak empiris dibandingkan terhadap prediksi Google Maps, serta merumuskan jendela waktu survei yang optimal berdasarkan data perkiraan tersebut (Gambar 2)



Gambar 2. Bagan alir penelitian

Penetapan ruas jalan, dalam penelitian ini adalah menetapkan 6 ruas jalan yang diteliti. Selanjutnya penetapan lokasi bisnis adalah penetapan lokasi-lokasi bisnis yang berada di ruas jalan yang diteliti. Dari data sekunder waktu populer di lokasi-lokasi bisnis, seperti Gambar 1, ditetapkan waktu puncak dari waktu populer sebagai acuan survei primer.

Untuk penelitian ini, survei primer dilakukan dalam waktu paling pendek untuk mendapatkan waktu puncak, yaitu selama 180 menit, terdiri dari 60 menit sebelum perkiraan waktu puncak, 60 menit saat perkiraan waktu puncak, dan 60 menit setelah perkiraan waktu puncak. Data rekaman video di survei primer kemudian dicacah menjadi volume lalu lintas dalam satuan kendaraan per jam (kend/jam). Karena tidak ada volume lain di artikel ini selain volume lalu lintas, maka selanjutnya disebut volume saja, yang membedakan adalah satuannya.

Volume lalu lintas dalam satuan kendaraan per jam diperlukan untuk menentukan nilai Ekuivalensi Mobil Penumpang (EMP) yang sesuai, seperti pada Tabel 1. Dengan nilai EMP tersebut, nilai volume (kend/jam) diubah menjadi volume Satuan Mobil Penumpang per jam (SMP/jam). Dari volume yang disusun dari pencacahan 5 menitan ini, didapatkan waktu puncak empiris.

Tabel 1. EMP untuk tipe jalan tak terbagi di perkotaan

Tipe jalan	Vol. lalu lintas total dua arah (kend/jam)	EMP _{KS}	EMP _{SM}	
			L.jalur <6 m	L.jalur >6 m
2/2-TT	<1800	1,30	0,50	0,40
	≥1800	1,20	0,35	0,25

Sumber : PKJI 2023

Dalam PKJI 2023 (Bina Marga, 2023), ekuivalensi mobil penumpang didefinisikan sebagai faktor konversi untuk jenis kendaran sedang, bus besar, truk besar, dan sepeda motor yang dibandingkan terhadap mobil penumpang sehubungan dengan dampaknya terhadap kapasitas jalan. Nilai EMP untuk jalan perkotaan (Tabel 1), terdiri dari EMP kendaraan sedang (EMP_{KS}), dan EMP sepeda motor (EMP_{SM}). EMP mobil penumpang (EMP_{MP}) tidak dituliskan dalam tabel, karena sebagai acuan, nilainya adalah satu (1).

Langkah selanjutnya adalah menghitung selisih waktu puncak empiris waktu puncak dari waktu populer. Kemudian dilakukan uji statistik berupa uji beda 2 sampel, antara waktu puncak dari waktu populer dan waktu puncak empiris. Selain itu juga dilakukan uji statistik deskriptif terhadap data selisih waktu puncak. Dari hasil uji statistik ini, dilakukan penyimpulan dengan memperhatikan hasil uji beda, dan deskripsi data. Sehingga didapatkan kesimpulan berupa rentang waktu survei primer dengan acuan waktu puncak dari waktu populer.

Uji statistik digunakan terhadap data hasil survei empiris, dengan data perkiraan dari Google Maps.

Analisis statistik meliputi analisis data eksploratif (*Exploratory Data Analysis* - EDA), uji normalitas, dan uji beda. EDA menggunakan analisis deskriptif, dan gambar boxplot (Denker & Woyczynski, 1944; Tukey, 1977). Uji normalitas menggunakan uji Shapiro-Wilk (Kim, 2025). Uji beda menggunakan uji T jika data berdistribusi normal, dan selain data berdistribusi normal menggunakan uji Kruskal-Wallis rank sum (Chicco *et al.*, 2025). Tahapan uji statistik ini digunakan untuk menilai perbedaan antara data hasil survei empiris, dengan data perkiraan dari Google Maps

Hasil dan Pembahasan

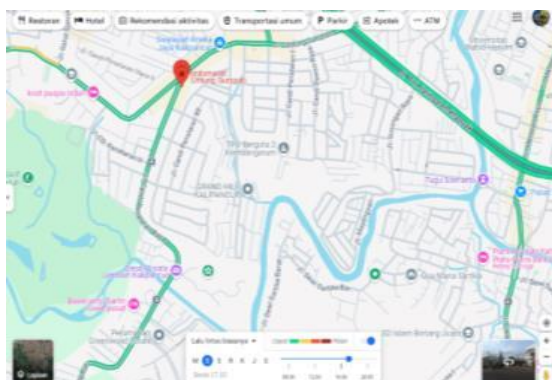
Penelitian ini dilakukan pada 6 ruas jalan dengan karakteristik yang sama, yaitu tipe jalan 2/2 TT, datar, dan jalan kolektor sekunder perkotaan di Kota Semarang. Enam ruas jalan tersebut adalah: Jalan Candi Penataran Raya, Kecamatan Gunungpati, Jalan Lamongan Raya, Kecamatan Gajahmungkur, Jalan Ampel Gading Raya, Kecamatan Gunungpati, Jalan Karangrejo Raya, Kecamatan Gajahmungkur, Jalan Banaran Raya, Kecamatan Gunungpati, dan Jalan Raya Manyaran, Kecamatan Gunungpati. Data yang didapatkan adalah data perkiraan waktu puncak, data volume lalu lintas kendaraan empiris.

Salah satu lokasi pengamatan ruas jalan yaitu pada ruas Jalan Candi Penataran Raya, Kecamatan Gunungpati, Kota Semarang ditunjukkan pada Gambar 3. Berdasarkan data *typical traffic* dari Google Maps pada Gambar 4, penentuan waktu puncak berdasarkan pengamatan *typical traffic* dilakukan untuk mendapatkan waktu puncak lalu lintas. Perkiraan terbaik waktu puncak, didapatkan berdasarkan pengamatan terhadap rincian di 7 hari lalu lintas biasa (*typical traffic*), per 5 menitan, selama 16 jam. Dari data per 5 menit menunjukan warna hijau yang artinya pada ruas jalan tersebut terpantau lancar tanpa hambatan.



Gambar 3. Ruas Jalan Candi Penataran Raya (2025)

Ketiadaan variasi visual pada aspek lalu lintas tipikal di ruas jalan yang diamati (Gambar 4), mendorong penerapan alternatif berupa pendekatan waktu populer, sebagaimana disarankan Narendra (2022). Data historis waktu popules menggunakan lokasi gerai ritel Indomaret Greenwood sebagai pendekatan lalu lintas tipikal. Pemilihan lokasi ritel tunggal ini didasarkan pada karakteristik data waktu populer gerai yang dinilai representatif, dengan rentang waktu operasional yang dimulai sebelum jam puncak pagi dan berakhir setelah jam puncak sore, sehingga mampu menangkap dinamika fluktuasi pergerakan lalu lintas di koridor tersebut secara utuh.



Gambar 4. Tangkapan layar lalu lintas tipikal di Jalan Candi Penataran (2025)

Berdasarkan data pada Gambar 5, waktu puncak daerah tersebut menunjukan pada pukul 17.00 – 18.00 sehingga ditetapkan sebagai waktu puncak berdasarkan Google Maps untuk ruas Jalan Candi Penataran Raya. Berdasarkan jam tersebut, dilakukan survei primer selama 3 jam. Dengan karakteristik jalan di Tabel 2, hasil survei lalu lintas (dalam satuan kendaraan), dan nilai EMP pada Tabel 1, digunakan nilai $EMP_{KS} = 1,3$, dan $EMP_{SM} = 0,4$. Nilai EMP ini selanjutnya digunakan untuk menghitung volume kendaraan dalam satuan SMP/jam.



**Gambar 5. Contoh tangkapan layar waktu populer di Google Maps
Sumber : Google Maps (2025)**

Perbandingan antara waktu puncak dengan hasil survei empiris dan perkiraan berdasarkan waktu

populer di Google Maps untuk masing-masing titik pengamatan disajikan pada Gambar 6-11. Hasil perbandingan waktu puncak menggunakan waktu populer *Google Maps* dan survei primer dapat dilihat pada Tabel 3, 4 dan Gambar 12, dan terlihat adanya pola hubungan kelompok waktu, dan selisih waktu puncak antara Google Maps, dan data empiris.

Tabel 2. Karakteristik ruas Jalan Candi Penataran Raya

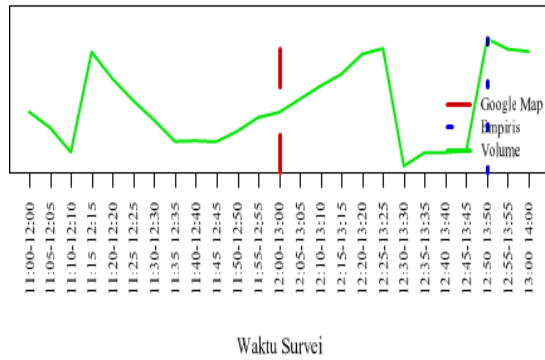
Deskripsi	Karakteristik
Lebar jalan	7 m
Tipe jalan	Jalan perkotaan
Fungsi jalan	Kolektor – Sekunder - Dalam kota
Kondisi lingkungan	komersial (COM)
Tipe perkerasan jalan	Beton aspal/laston
Tipe ruas jalan	2/2 TT
Rambu jalan	Terdapat lampu peringatan, tersedia rambu tanda persimpangan 3 sisi dan tanjakan, terdapat tanda halte BRT.

Tabel 3. Perbandingan waktu puncak dari waktu populer dan survei primer

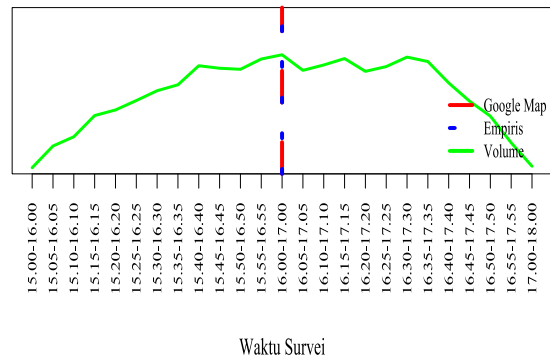
Nama jalan	Waktu Puncak Google Maps	Waktu puncak empiris
Jl. Raya Manyaran-Gunungpati	10.00-11.00	10.30-11.30
Jl. Ampel Gading Raya	12:00-13:00	12:50-13:50
Jl. Raya Banaran	16.00-17.00	16.15-17.15
Jl. Lamongan Raya	16.00-17.00	16.00-17.00
Jl. Candi Penataran Raya	17.00-18.00	17.05-18.05
Jl. Karang Rejo	20.00-21.00	19.00-20.00

Tabel 4. Kelompok waktu puncak dan selisih waktu puncak Google Maps dan empiris

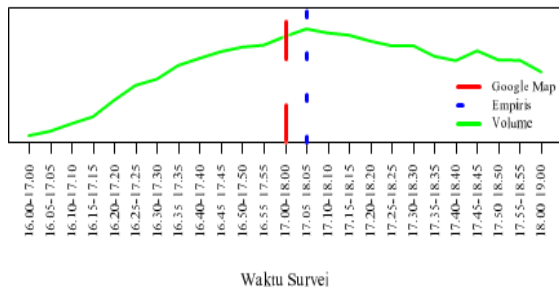
Nama jalan	Kelompok waktu	Selisih (min)
Jl. Raya Manyaran-Gunungpati	Pagi	30
Jl. Ampel Gading Raya	Siang	50
Jl. Raya Banaran	Sore	15
Jl. Lamongan Raya	Sore	0
Jl. Candi Penataran Raya	Sore	5
Jl. Karang Rejo	Malam	-60



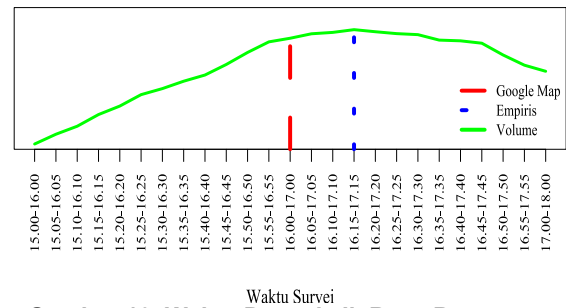
Gambar 6. Waktu puncak Jl. Ampel Gading Raya



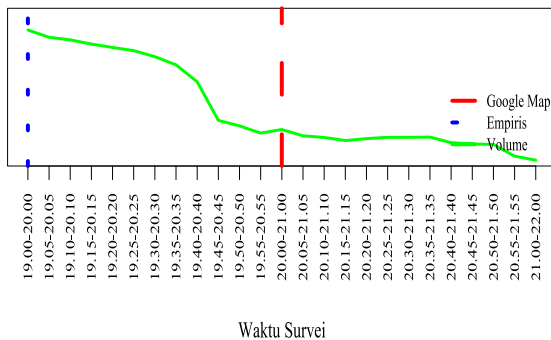
Gambar 9. Waktu Puncak Jl. Lamongan Raya



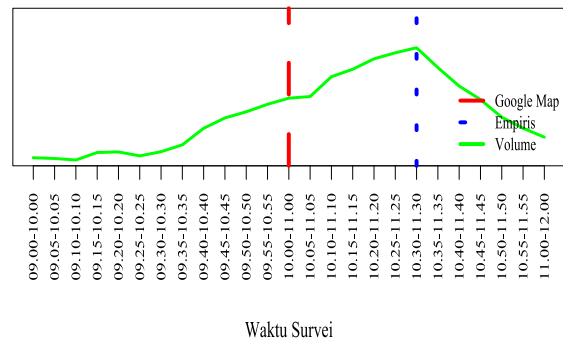
Gambar 7. Waktu puncak Jl.Candi Penataran Raya



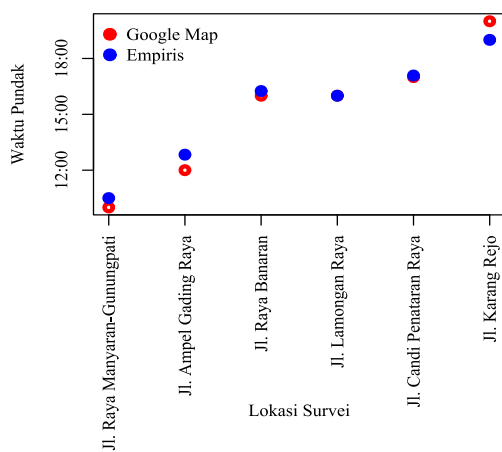
Gambar 10. Waktu Puncak Jl. Raya Banaran



Gambar 8. Waktu Puncak Jl. Karang Rejo



Gambar 11. Waktu Puncak Raya Manyaran-Gunungpati



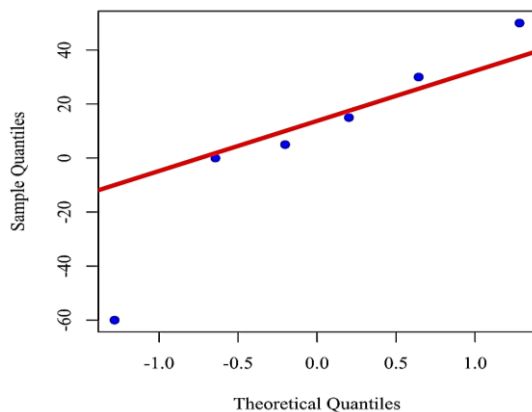
Gambar 12. Perbandingan waktu puncak per lokasi survei

Kelompok waktu pagi mengalami waktu puncak di rentang pukul 10.00 hingga 13.00 WIB (Jl. Raya Manyaran-Gunungpati dan Jl. Ampel Gading Raya). Nilai selisih bernilai positif signifikan (+30 hingga +50 menit). Artinya, lalu lintas empiris di lapangan bergeser lebih lambat dibandingkan perkiraan historis dari Google Maps.

Kelompok waktu sore, berada di antara jam 16.00 hingga 18.00 WIB. Hasil survei primer di Jl. Raya Banaran, Jl. Lamongan Raya, Jl. Candi Penataran Raya, ditunjukkan pada Gambar 7. Terlihat titik merah (Google Maps) dan titik biru (empiris) saling berhimpit secara konsisten. Pada kelompok waktu pagi (0 hingga +15 menit). Mengecilnya selisih waktu ini menandakan bahwa perkiraan waktu

puncak dari Google Maps memiliki akurasi lokasi waktu tertinggi pada kelompok waktu sore.

Pada kelompok waktu malam hari (19.00–21.00 WIB), hasil survei di Jl. Karang Rejo, pola berbalik secara ekstrim menjadi negatif (-60 menit). Hasil ektrim ini terkonfirmasi dalam perhitungan statistik, yang menunjukkan adanya pencilan (*outlier*). Kondisi empiris menunjukkan puncak aktivitas terjadi jauh lebih awal (pukul 19.00 WIB) dibandingkan perkiraan historis dari Google Maps (pukul 20.00 WIB).



Gambar 13. Normal QQ Plot Selisih Waktu Puncak

Hasil uji normalitas menggunakan Uji Shapiro-Wilk, terhadap data selisih waktu puncak menghasilkan nilai $W=0,91717$, dan nilai $p\text{-value}=0,4852$. Nilai W statistik yang mendekati 1 menunjukkan datanya sesuai dengan kurva normal. Nilai $p\text{-value}$ lebih besar dari tingkat signifikansi 0,05 menunjukkan populasinya berdistribusi normal. Hal ini didukung dengan hasil QQ Plot pada Gambar 13, yang menunjukkan data selisih waktu puncak (titik biru) berada di dekat garis normal (warna merah).

Karena data selisih waktu puncaknya berdistribusi normal, digunakan Uji-T berpasangan untuk menguji beda antara pola waktu puncak dari waktu populer, dan waktu puncak dari survei primer. Hasil Uji-T berpasangan (*Paired t-test*) dari data waktu puncak dari waktu populer, dan waktu puncak dari survei primer menghasilkan nilai p ($p\text{-value}$) = 0,6804. Nilai p yang lebih besar dari tingkat signifikansi 0,05, menunjukkan pasangan data waktu puncak dari waktu populer dan waktu puncak dari survei primer tidak berbeda signifikan secara statistik.

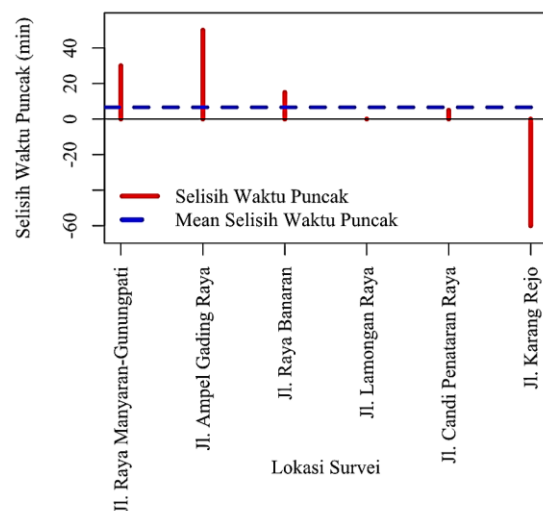
Pengujian deskriptif dari data selisih waktu puncak, menghasilkan data deskriptif statistik disajikan pada Tabel 5. Dari Tabel 5 ini bisa dihitung jarak antar kuartil (*inter quartile range*) $Q3 - Q1 = 26,25$

- 1,25 = 25,00. Nilai minimum (-60,00) sangat jauh dari jarak antar kuartil (25). Nilai minimum ini menunjukkan adanya *outlier* bawah. Deskripsi data rentang selisih waktu puncak ditampilkan di Gambar 14.

Tabel 5. Deskripsi statistik selisih waktu puncak

Deskripsi	Nilai
Min.	-60,000
1st Qu.	1,250
Median	10,000
Mean	6,667
3rd Qu.	26,250
Max.	50,000

Terdapat rentang data keseluruhan selisih waktu puncak yang cukup lebar (110 menit), dibandingkan terhadap waktu survei (180 menit). Sehingga tidak bisa digunakan nilai rata-rata selisih waktu puncak (6,67 menit) untuk menetapkan rentang waktu survei. Jika menggunakan nilai rata-rata selisih waktu puncak (dibulatkan menjadi 10 menit), untuk menetapkan rentang waktu survei, maka rentang waktu survei menjadi 80 menit (10+60+10 menit). 80 menit waktu survei ini mengabaikan adanya kemungkinan selisih waktu puncak -60 menit, dan 50 menit, sehingga waktu survei lebih baik menggunakan rentang selisih waktu puncak, menjadi 180 menit (60+60+60) waktu survei.



Gambar 14. Selisih waktu puncak (menit) per ruas jalan

Berdasarkan temuan empiris, dan karakteristik waktu (kelompok waktu, selisih waktu puncak) yang teramati, penelitian ini merekomendasikan rentang waktu survei lapangan optimal selama lima jam, dan minimal tiga jam. Kendati demikian, penelitian lanjutan sangat diperlukan untuk mengevaluasi, serta memvalidasi efektivitas rentang waktu tersebut pada berbagai klasifikasi

fungsi jalan, tipologi tata guna lahan, dan ukuran kota yang lebih heterogen.

Kesimpulan

Penelitian ini menyimpulkan bahwa data waktu puncak dari survei primer secara statistik tidak memiliki perbedaan signifikan dengan data sekunder Waktu Populer di Google Maps. Waktu puncak empiris hasil survei primer, bervariasi antara pukul 10.00 hingga 21.00 WIB, dengan rentang selisih perkiraan sebesar 110 menit (antara -60 hingga +50 menit). Berdasarkan karakteristik pola dan jendela waktu tersebut, durasi survei primer yang direkomendasikan adalah selama 3jam, atau optimalnya 5jam jika kondisi memungkinkan. Rentang waktu survei ini secara eksplisit jauh lebih singkat, dan berdaya guna dibandingkan metode konvensional. Dengan demikian, untuk jalan kolektor perkotaan, pemanfaatan aspek waktu populer di Google Maps ini secara empiris mampu menggantikan keterbatasan catatan historis survei lalu lintas terdahulu. Sekaligus menyederhanakan metodologi penentuan waktu puncak, menjadi lebih akurat dan aplikatif.

Daftar Pustaka

- Bian Di. (2025). *Timestamp Camera—Apps on Google Play*.
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.jeyluta.timestampcamerafree&hl=en>
- Smith, D., & McIntyre, J. (2002). *Handbook of Simplified Practice for Traffic Studies (No. Iowa DOT Project TR-455,)*.
- Chicco, D., Sichenze, A., & Jurman, G. (2025). *A simple guide to the use of Student's t-test, Mann-Whitney U test, Chi-squared test, and Kruskal-Wallis test in biostatistics*. *BioData Mining*, 18(1), 56.
- Denker, M., & Woyczynski, W. A. (1944). *Introductory statistics and random phenomena*. Springer.
- Departemen Pekerjaan Umum. (2005). Rde-08: Rekayasa Lalu Lintas., *Pelatihan Ahli Teknik Desain Jalan*.
- Departemen Perhubungan dan Prasarana Wilayah. (2004). *Survei Pencacahan Lalu Lintas dengan cara Manual*. Departemen Perhubungan dan Prasarana Wilayah.
- Dinas Pekerjaan Umum., (2025). *Statistik Jalan Ruas Jalan Per Wilayah Kecamatan*.
<https://jalanpu.semarangkota.go.id/>
- Dinas PU Bina Marga dan Cipta Karya Provinsi Jawa Tengah. (2025). *Lalu Lintas Harian Rata-Rata 2023*. Dinas PU Bina Marga dan Cipta Karya Provinsi Jawa Tengah.
<https://dpubinmarcipka.jatengprov.go.id/lhrt/lalu-lintas-harian-rata-rata-2023/>
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2023). *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Federal Highway Administration. (2016). *Highway Performance Monitoring System—Field Manual*.
- Florea, D., Covaciu, D., Preda, I., & Timar, J. (2011). *Traffic Counts Methodologies For Various Type Of Road Traffic Applications*.
- Google. (2021a). *Plan your commute or trip—Android—Google Maps Help*.
<https://support.google.com/maps/answer/7565193>
- Google. (2021b). *Popular times, wait times, and visit duration—Google Business Profile Help*.
<https://support.google.com/business/answer/6263531>
- Google. (2025a). *About popular times, wait times & visit duration data—Google Business Profile Help*.
<https://support.google.com/business/answer/6263531>
- Google. (2025b). *Manage your Location History—Google Account Help*. <https://support.google.com/accounts/answer/3118687>
- Indian Roads Congress. (2001). *Manual For Survey, Investigation and Preparation Of Road Projects*. Indian Roads Congress.
- Interreg Central Europe. (2018). *Methodology of Development of Traffic Surveys*. Interreg Central Europe.
- Kim, N. (2025). *Shapiro-Wilk statistic for testing multivariate normality*. *The Korean Data & Information Science Society*, 36(3), 379–393.
- Leduc, G. (2008). *Road Traffic Data: Collection Methods and Applications*.
- Lopes, J., Bento, J., Huang, E., Antoniou, C., & Ben-Akiva, M. (2010). *Traffic and mobility data collection for real-time applications*. 13th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, 216–223.
<https://doi.org/10.1109/ITSC.2010.5625282>
- Macarulla R. A., Tiberius, C., Van B. R., & Geradts, Z. (2018). *Google timeline accuracy assessment*

and error prediction. *Forensic Sciences Research*, 3(3), 240–255.
<https://doi.org/10.1080/20961790.2018.1509187>

Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2023). *Persyaratan Teknis Jalan dan Perencanaan Teknis Jalan*. Direktorat Jenderal Peraturan Perundang-Undangan Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia.

Menteri Perhubungan. (2015). *Peraturan Menteri Perhubungan Tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas*.

Möhring, M., Keller, B., Schmidt, R., & Dacko, S. (2021). *Google Popular Times: Towards a better understanding of tourist customer patronage behavior*. *Tourism Review*, 76(3), 533–569.
<https://doi.org/10.1108/tr-10-2018-0152>

Narendra, A. (2022). *Google Map Sebagai Alat Bantu Penentuan Waktu Pencacahan Lalu Lintas*. *Jurnal Teknik Sipil*, 13(1), Article 1.
<https://doi.org/10.36448/jts.v13i1.2614>

Parady, G., Suzuki, K., Oyama, Y., & Chikaraishi, M. (2023). *Activity detection with Google Maps location history data: Factors affecting joint activity detection probability and its potential application on real social networks*. *Travel Behaviour and Society*, 30, 344–357.
<https://doi.org/10.1016/j.tbs.2022.10.010>

Prasetyani, M., Isnanto, R. R., & Widodo, C. E. (2024). *Analyzing Road Users' Behavior: A Data Mining Approach Using Google Maps Popular Time and Web Scraping for Rest Area Visitation Patterns on Highways and Toll Roads*. *Ingénierie Des Systèmes d'Information*, 29(5), 1711–1722.
<https://doi.org/10.18280/isi.290505>

Roads and Highways Department. (2001). *Manual Classified Traffic Counts*. Ministry of Communication.

Roads Department. (2004). *Traffic Data Collection and Analysis*. Ministry of Works and Transport Botswana.

Ruktanonchai, N. W., Ruktanonchai, C. W., Floyd, J. R., & Tatem, A. J. (2018). *Using Google Location History data to quantify fine-scale human mobility*. *International Journal of Health Geographics*, 17(1), Article 1.
<https://doi.org/10.1186/s12942-018-0150-z>

Sweroad & PT Bina Karya. (1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Departemen Pekerjaan Umum.

Tafidis, P., Teixeira, J., Bahmankhah, B., Macedo, E., Guarnaccia, C., Margarida, C. C., & Jorge, M. B. (2018). *Can Google Maps Popular Times Be an Alternative Source of Information to Estimate Traffic-Related Impacts? USA*.
<https://www.iris.unisa.it/handle/11386/4717926>

Traffic Design Group. (2001). *Guide to Estimation and Monitoring of Traffic Counting and Traffic Growth*. Transfund New Zealand.

Transportation Research Board & National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2004). *Traffic Data Collection, Analysis, and Forecasting for Mechanistic Pavement Design (hlm. 13781)*. Transportation Research Board.
<https://doi.org/10.17226/13781>

Tukey, J. W. (1977). *Exploratory data analysis*. Reading/Addison-Wesley.

Yao, H., Li, Q., & Li, X. (2020). *A study of relationships in traffic oscillation features based on field experiments*. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 141, 339–355.

Yu, X., Stuart, A. L., Liu, Y., Ivey, C. E., Russell, A. G., Kan, H., Henneman, L. R. F., Sarnat, S. E., Hasan, S., Sadmani, A., Yang, X., & Yu, H. (2019). *On the accuracy and potential of Google Maps location history data to characterize individual mobility for air pollution health studies*. *Environmental Pollution*, 252, 924–930.
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.05.081>

Zheng, P., & Mike, M. (2012). *An Investigation on the Manual Traffic Count Accuracy*. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 43, 226–231.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.04.095>