

Pengembangan Model Transportasi Publik Menggunakan Pendekatan Time Series dan Data Sosial Media untuk Meningkatkan Minat Masyarakat

Elna Farida¹, Vera Mandailina², Abdillah³, Syaharuddin⁴

^{1,2,3,4}Prodi Pendidikan Matematika, Universitas Muhammadiyah Mataram, Indonesia

miznuelelna@gmail.com¹, vmandailina@gmail.com², abdillahahmad24041983@gmail.com³, syaharuddin.ntb@gmail.com⁴

Keywords:

Time Series Analysis,
Sentimen Analysis,
Public Transportation,
Predictive Models,
Social Media,

Abstract: This study constitutes a systematic review of literature investigating the integration of time series analysis and sentiment analysis from social media in the context of developing public transportation models. Over the period from 2014 to 2024, sources indexed in Scopus, DOAJ, and Google Scholar were selected to explore the application of these methods. The findings indicate that time series analysis, particularly through techniques like Long Short-Term Memory (LSTM) models, effectively enhances the accuracy of forecasting public transportation demand by leveraging data from smart cards and travel time observations. Conversely, sentiment analysis from social media platforms such as Twitter provides profound insights into public perceptions of transportation services, crucial for enhancing user satisfaction and participation in public transport usage. The study underscores the importance of integrating data from diverse sources to develop models that are more accurate and responsive to transportation user needs. The implications of these findings for transportation policy and future research directions are also discussed.

Kata Kunci:

Analisis Time Series,
Analisis Sentimen,
Transportasi Publik,
Model Prediksi,
Media Sosial.

Abstrak: Penelitian ini merupakan tinjauan sistematis terhadap literatur yang menginvestigasi integrasi antara analisis deret waktu dan analisis sentimen dari media sosial dalam konteks pengembangan model transportasi publik. Dalam periode penelitian dari tahun 2014 hingga 2024, sumber literatur dari pengindek Scopus, DOAJ, dan Google Scholar dipilih untuk mengeksplorasi penerapan metode ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa analisis deret waktu, khususnya melalui teknik seperti model Long Short-Term Memory (LSTM), efektif dalam meningkatkan akurasi peramalan permintaan transportasi umum dengan memanfaatkan data dari kartu pintar dan pengamatan waktu perjalanan. Di sisi lain, analisis sentimen dari platform media sosial seperti Twitter memberikan wawasan yang mendalam tentang persepsi masyarakat terhadap layanan transportasi, yang krusial untuk meningkatkan kepuasan pengguna dan partisipasi dalam penggunaan transportasi umum. Penelitian ini menggarisbawahi pentingnya integrasi data dari sumber yang berbeda untuk mengembangkan model yang lebih akurat dan responsif terhadap kebutuhan pengguna transportasi. Implikasi dari temuan ini untuk kebijakan transportasi dan arah riset mendatang juga dibahas.

Article History:

Received : 18-08-2024

Online : 20-08-2024



This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license



A. LATAR BELAKANG

Pembangunan model transportasi publik menjadi fokus utama dalam usaha meningkatkan efisiensi dan layanan bagi penduduk perkotaan (NSS et al., 2015). Di era di mana teknologi informasi semakin menjangkau berbagai aspek kehidupan, pemanfaatan data time series dan data sosial media telah menjadi perhatian krusial dalam penelitian tentang transportasi (Djogo, 2022). Pendekatan ini tidak hanya memberikan pemahaman yang mendalam mengenai kebiasaan perjalanan individu, melainkan juga mencerminkan preferensi dan kebutuhan pengguna transportasi secara langsung (Septiani, 2022). Oleh karena itu, studi ini bertujuan untuk mengeksplorasi potensi pengembangan model transportasi publik dengan mengintegrasikan data time series dan data sosial media untuk meningkatkan minat dan partisipasi masyarakat dalam menggunakan transportasi publik.

Pendekatan time series dalam pemodelan transportasi telah menjadi dasar yang kokoh dalam menganalisis pola perjalanan (Harmes et al., 2020). Dengan memanfaatkan data historis, metode ini mampu mengenali pola tren, musiman, dan fluktuasi yang memengaruhi penggunaan transportasi publik (Cantarelli et al., 2018). Namun, seiring berkembangnya teknologi informasi, data sosial media juga memberikan wawasan berharga dalam memahami perilaku pengguna transportasi (Ogunkunbi & Meszaros, 2023). Melalui platform-platform sosial media, masyarakat dapat berinteraksi secara langsung dan berbagi pengalaman terkait penggunaan transportasi publik. Informasi yang diungkapkan dalam media sosial mencakup preferensi pengguna terhadap layanan transportasi, keluhan mengenai pelayanan, serta umpan balik terhadap pengalaman menggunakan transportasi tersebut (Ye et al., 2022).

Penggabungan data time series dan data sosial media dalam pengembangan model transportasi publik menawarkan langkah maju dalam meningkatkan layanan transportasi (Jumini & Realize, 2020). Dengan memanfaatkan kelebihan kedua jenis data tersebut, diharapkan model yang tercipta dapat memberikan prediksi yang lebih akurat dan responsif terhadap kebutuhan masyarakat (Widyadhana et al., 2023). Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan tidak hanya memberikan sumbangan yang signifikan dalam bidang akademik, tetapi juga dapat menjadi acuan praktis bagi pihak-pihak terkait untuk meningkatkan efisiensi dan minat masyarakat terhadap penggunaan transportasi publik (Hasnunidah, 2017). Dengan cara ini, pengintegrasian data time series dan sosial media tidak hanya memperkaya analisis yang dilakukan, tetapi juga memberikan potensi untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam pengelolaan sistem transportasi publik (Jikwa et al., 2017). Dengan cara ini, pemanfaatan teknologi tersebut tidak hanya meningkatkan kualitas analisis yang dilakukan, tetapi juga memiliki potensi untuk mengubah cara pandang dalam pengaturan serta pembangunan infrastruktur transportasi perkotaan di masa mendatang (Yanuarsari et al., 2022).

Sejumlah studi telah menggunakan analisis time series dalam mengkaji penggunaan transportasi publik. (Umayya et al., 2018) menggunakan regresi linear ganda untuk mengevaluasi tingkat kepuasan pengguna terhadap transportasi ke Pulau Ketawai, dengan mengidentifikasi bukti fisik dan keandalan sebagai faktor utama yang mempengaruhi kepuasan. (Junaidi et al., 2020) menemukan bahwa transportasi darat, terutama jumlah kendaraan bermotor dan belanja pemerintah, memiliki pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi di Kalimantan Timur. (Supriadi et al., 2020) melakukan analisis terhadap pola operasional Jakarta MRT pada hari kerja berdasarkan kepadatan penumpang, yang menunjukkan peningkatan 104% dalam jumlah penumpang dari jam 18:00-19:00 WIB dan 120% dari jam 19:00-20:00 WIB. Terakhir, (Nurindahsari et al., 2019) mengidentifikasi bahwa laba per saham, return on equity, rasio utang terhadap ekuitas, inflasi, dan nilai tukar secara bersama-sama mempengaruhi imbal hasil saham dalam sub-sektor transportasi. (Sa'diah & Sudarti, 2022) mengidentifikasi dampak kesehatan dari polusi debu dan asap transportasi umum, sementara (Dewi 2023) menyoroti perlunya sistem transportasi berkelanjutan di Jawa Barat untuk mengurangi dampak lingkungan.

Beberapa penelitian telah memanfaatkan analisis sentimen pada data media sosial untuk memahami pandangan masyarakat terhadap layanan transportasi. (Dwianto & Sadikin, 2021) dan (Mandasari et al., 2022) sama-sama menggunakan metode Naïve Bayes dan Support Vector Machine untuk menganalisis sentimen publik terhadap GrabId dan GojekIndonesia, dengan hasil bahwa Dwianto menemukan SVM lebih efektif dalam aplikasinya. (Aulawi et al., 2022) fokus pada

kereta cepat Jakarta-Bandung, menggunakan Naïve Bayes untuk mengidentifikasi mayoritas sentimen positif. (Hasan & Dwijayanti, 2021) juga menggunakan Naïve Bayes untuk mengevaluasi tingkat kepuasan pelanggan terhadap Grab Indonesia, dan menemukan tingkat sentimen positif yang tinggi. Studi-studi ini secara bersama-sama menunjukkan potensi analisis sentimen dalam menilai persepsi masyarakat terhadap layanan transportasi.

Beberapa penelitian telah menjelajahi integrasi data deret waktu dan media sosial dalam meramalkan permintaan transportasi. (Efnandyah & Yulia, 2022) dan (Desviona, 2023) mengemukakan potensi metode ini dalam meningkatkan interaksi sosial serta meramalkan jumlah penumpang di sektor penerbangan. (Widyah et al., 2022) memperluas aplikasi ini ke sektor maritim dengan menggunakan Analisis Data Envelopment untuk mengevaluasi efisiensi pelabuhan kontainer. (Susanti & Adji, 2020) juga menerapkan metode deret waktu untuk meramalkan pendapatan sebuah start-up transportasi, yang menunjukkan relevansi luas teknik ini dalam industri tersebut. Studi-studi ini secara kolektif menegaskan nilai integrasi data deret waktu dan media sosial dalam meramalkan permintaan transportasi serta meningkatkan efisiensi operasional.

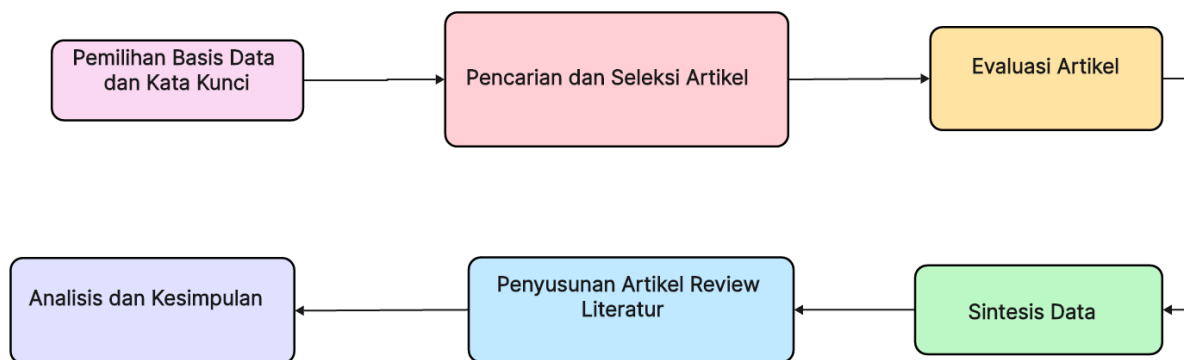
Penelitian terbaru menunjukkan bahwa penggabungan data deret waktu dan media sosial memiliki peran yang sangat penting dalam pengembangan model transportasi publik. Namun, untuk memanfaatkannya secara maksimal, diperlukan peningkatan dalam integrasi data ini dengan mempertimbangkan keragaman konteks lokal. Ini penting agar metode analisis yang digunakan dapat lebih relevan dan efektif dalam menanggapi kebutuhan serta preferensi masyarakat terhadap layanan transportasi. Meskipun analisis time series telah terbukti berhasil dalam meramalkan permintaan transportasi berdasarkan data historis, pemanfaatan analisis sentimen media sosial juga menjadi krusial. Namun, untuk meningkatkan dampaknya terhadap persepsi masyarakat terhadap layanan transportasi, perlu dilakukan eksplorasi lebih lanjut dalam strategi penggunaannya. Dengan demikian, diharapkan penelitian mendatang dapat mengembangkan model yang lebih menyeluruh dan terintegrasi, serta memfasilitasi implementasi hasil temuan langsung dalam kebijakan yang dapat secara signifikan meningkatkan kualitas dan daya tarik transportasi publik.

B. METODE

Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki dan mensintesis literatur terkait pengembangan model transportasi publik menggunakan pendekatan time series dan data sosial media. Fokus utama adalah untuk memahami bagaimana integrasi kedua jenis data ini dapat digunakan secara efektif dalam meramalkan permintaan transportasi publik dan meningkatkan minat serta kepuasan masyarakat terhadap layanan tersebut. Pencarian literatur dilakukan secara sistematis menggunakan basis data akademik seperti Google Scholar, Scopus, DOAJ. Pencarian literatur difokuskan pada artikel-artikel yang dipublikasikan dalam 10 tahun terakhir (2014 – 2015) untuk memastikan relevansi dengan perkembangan terbaru dalam bidang ini. Kata kunci yang digunakan mencakup kombinasi seperti "public transportation", "time series analysis", "social media data", "transportation demand forecasting", dan "public perception". Artikel-artikel yang dipilih harus memenuhi kriteria inklusi yang mencakup publikasi dalam jurnal ilmiah terkemuka, relevansi dengan integrasi time series dan data sosial media dalam konteks transportasi publik, dan berbahasa Inggris.

Kriteria inklusi meliputi studi-studi yang membahas aplikasi time series dan data sosial media dalam konteks transportasi publik, baik dalam prediksi permintaan, peningkatan layanan, atau analisis persepsi masyarakat. Kriteria eksklusi meliputi studi-studi yang tidak berfokus pada integrasi kedua jenis data ini atau hanya menggunakan satu pendekatan saja tanpa mengintegrasikan keduanya. Seleksi artikel dilakukan berdasarkan evaluasi judul, abstrak, dan teks penuh untuk memastikan relevansi dengan tujuan penelitian. Data yang diekstraksi mencakup informasi mengenai metodologi yang digunakan, temuan utama terkait penggunaan time series dan data sosial media dalam konteks transportasi publik, serta implikasi dari temuan tersebut terhadap pengembangan model dan kebijakan transportasi publik. Ekstraksi data

dilakukan secara sistematis untuk menyusun sintesis yang komprehensif dalam artikel review literatur ini.



Gambar 1. Flow Chart Prosedur Penelitian

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam tabel berikut, disajikan hasil analisis dari berbagai penelitian yang mengungkapkan berbagai aspek terkait dengan pengembangan model transportasi publik. Hasil penelitian tersebut mencakup analisis deret waktu untuk peramalan permintaan, penggunaan data media sosial dalam memprediksi perilaku pengguna, faktor-faktor yang memengaruhi kepuasan pengguna, serta peran partisipasi publik dalam pembangunan kebijakan transportasi. Setiap penelitian memberikan kontribusi penting dalam memahami tantangan dan peluang dalam mengoptimalkan sistem transportasi publik, baik dari perspektif teknis maupun sosial.

Tabel 1. Fokus dan wawasan terhadap hasil penelitian sesuai dengan kriteria eligibilitas.

No	Bidang atau Fokus	Nama Penulis yang Se-Fokus	Insight atau Variabel Riset
1	Analisis Deret Waktu untuk Peramalan Permintaan	(Cantarelli et al., 2018)	Penggunaan data dari kartu pintar dan periode tertentu dari deret waktu dapat meningkatkan prediksi jumlah penumpang dalam transportasi umum.
2	Analisis Deret Waktu dalam Perencanaan Lalu Lintas	(C. H. Cheng et al., 2022)	Analisis deret waktu penting dalam mengembangkan model untuk penjadwalan lalu lintas dan perencanaan perjalanan umum.
3	Penggunaan Model LSTM dalam Prediksi Perubahan Permintaan	(Wang et al., 2022)	Model LSTM efektif dalam menyesuaikan prediksi permintaan sistem bus terhadap perubahan seperti pandemi COVID-19.
4	Analisis Sentimen dari Data Media Sosial	<ul style="list-style-type: none"> • (Al-Sahar et al., 2024) • (ÇAPALI et al., 2023) • (Agrawal & Kuriakose, 2022) • (Ladayya et al., 2022) • (Fahmi et al., 2023) 	Penggunaan teknik analisis sentimen seperti LSTM, SVM, dan Naïve Bayes dalam menilai persepsi dan pandangan pengguna terhadap layanan transportasi umum.

5	Integrasi Data Deret Waktu dan Media Sosial dalam Pengembangan Model Transportasi Umum	<ul style="list-style-type: none"> • (Lopes et al., 2023) • (Abidin et al., 2015) • (Georgiadis et al., 2021) • (Z. Cheng et al., 2020) 	Manfaat integrasi data media sosial dalam meningkatkan ketepatan prediksi dan perbaikan proses pengambilan keputusan dalam transportasi umum.
6	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kepuasan Pengguna Transportasi Umum	<ul style="list-style-type: none"> • (Girma & Woldetensae, 2022) • (Zefreh et al., 2020) • (Ismael & Duleba, 2021) • (de Oliveira et al., 2022) 	Faktor-faktor seperti frekuensi layanan, ketepatan waktu, keselamatan, dan persepsi aksesibilitas mempengaruhi kepuasan pengguna transportasi umum.
7	Peran Partisipasi Publik dalam Pengembangan Kebijakan Transportasi Umum	<ul style="list-style-type: none"> • (Judijanto et al., 2023) • (Wijaya et al., 2018) • (Hakim, 2011) 	Partisipasi publik dalam pengembangan kebijakan dapat mengidentifikasi kebutuhan masyarakat yang lebih baik dalam konteks transportasi umum.
8	Tantangan dalam Integrasi Data Deret Waktu dan Media Sosial	<ul style="list-style-type: none"> • (Ye et al., 2022) • (Rachmat et al., 2019) • (Loilatu et al., 2021) 	Tantangan seperti variasi waktu dan pengelolaan data yang hilang mempengaruhi pengembangan model transportasi umum berbasis data deret waktu dan media sosial.

Pada tabel 1 adalah hasil analisis dari berbagai penelitian yang disajikan dalam tabel menggambarkan kompleksitas dan beragamnya pendekatan dalam menghadapi tantangan dalam pengembangan transportasi publik. Penelitian-penelitian tersebut mengungkapkan pentingnya integrasi data deret waktu dan data media sosial untuk meningkatkan akurasi peramalan permintaan transportasi, serta pemanfaatan analisis sentimen dari media sosial untuk memahami persepsi masyarakat terhadap layanan transportasi. Selain itu, faktor-faktor seperti kepuasan pengguna, kebutuhan akan kebijakan partisipatif, dan pengelolaan data yang kompleks juga menjadi sorotan utama dalam upaya meningkatkan efisiensi dan pelayanan transportasi umum di berbagai konteks perkotaan dan pedesaan. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memberikan wawasan mendalam terhadap dinamika sistem transportasi modern, tetapi juga memberikan dasar yang kuat bagi pengembangan kebijakan yang lebih responsif dan berkelanjutan di masa depan.

1. Penggunaan Analisis Time Series dapat Meningkatkan Akurasi dalam Meramalkan Permintaan Transportasi Publik

Analisis deret waktu memiliki peranan penting dalam meningkatkan akurasi peramalan permintaan transportasi umum. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan data dari kartu pintar dan penggunaan periode tertentu dari deret waktu dalam model peramalan dapat secara signifikan meningkatkan prediksi jumlah penumpang dalam sistem transportasi umum (Cantarelli et al., 2018). Selain itu, penelitian yang fokus pada peramalan lalu lintas menekankan pentingnya analisis deret waktu dalam mengembangkan model yang akurat untuk penjadwalan lalu lintas di kota dan perencanaan perjalanan umum (C. H. Cheng et al., 2022). Selanjutnya, studi perbandingan tentang prediksi permintaan untuk sistem bus menunjukkan bahwa analisis deret waktu, khususnya melalui pendekatan menggunakan model LSTM, dapat menyesuaikan diri

dengan cepat terhadap perubahan seperti pandemi COVID-19, yang menghasilkan peningkatan signifikan dalam akurasi perkiraan di lingkungan yang dinamis (Wang et al., 2022). Oleh karena itu, mengintegrasikan teknik analisis deret waktu sangatlah penting untuk mencapai prediksi yang tepat dan dapat diandalkan dalam meramalkan permintaan transportasi umum.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa berbagai teknik analisis deret waktu efektif dalam konteks meramalkan permintaan transportasi publik. Misalnya, metode Moving Average digunakan untuk meramalkan permintaan makanan populer seperti ayam geprek di Indonesia, sementara model ARIMA ditemukan efektif dalam meramalkan jumlah penumpang penerbangan domestik di Bandara Internasional Lombok. Begitu pula, metode Exponential Smoothing membuktikan kegunaannya dalam meramalkan data curah hujan musiman. Penggunaan Time Series Decomposition juga menunjukkan kemampuannya dalam memprediksi aliran lalu lintas berdasarkan waktu perjalanan dan kondisi cuaca dengan tingkat kesalahan yang rendah. Secara keseluruhan, pendekatan ini dinilai efektif karena mampu mengatasi dinamika kompleks dalam data permintaan transportasi publik. Metode-metode seperti ARIMA dan LSTM (Long Short-Term Memory) dalam model neural network telah terbukti mampu menyesuaikan diri dengan perubahan-perubahan seperti pandemi COVID-19, yang menunjukkan fleksibilitas dan ketangguhan dalam meramalkan dalam lingkungan yang dinamis.

2. Metode Analisis Sentimen yang Efektif untuk Mengukur Persepsi Masyarakat Terhadap Layanan Transportasi Publik Menggunakan Data Sosial Media

Penelitian-penelitian terbaru telah menggali berbagai metode analisis sentimen yang efektif untuk menilai persepsi masyarakat terhadap layanan transportasi umum menggunakan data dari media sosial. Melalui platform seperti Twitter, para peneliti telah mengembangkan leksikon sentimen khusus untuk evaluasi layanan transit, yang terbukti lebih unggul dalam akurasi dan skor F1 dibandingkan leksikon generik (Al-Sahar et al., 2024). Teknik-teknik dalam pemrosesan bahasa alami, seperti LSTM (Long Short-Term Memory), Random Forest, dan Multi Logistic Regression, digunakan untuk mengklasifikasikan sentimen pengguna menjadi positif, negatif, atau netral berdasarkan komentar, dengan model LSTM menunjukkan performa akurasi yang optimal (ÇAPALI et al., 2023). Analisis sentimen terhadap data Twitter juga diterapkan untuk mengevaluasi pandangan komuter terhadap layanan transportasi umum, seperti metro Delhi, menyoroti peran penting jejaring sosial berbasis lokasi dalam memahami kekhawatiran dan sentimen pengguna (Agrawal & Kuriakose, 2022). Pendekatan lain menggunakan algoritma Support Vector Machine (SVM) telah sukses mengukur opini publik terhadap program transportasi umum seperti JakLingko di Jakarta, menunjukkan bahwa media sosial mampu menangkap sentimen publik secara real-time (Ladayya et al., 2022). Terakhir, metode Naïve Bayes digunakan dalam analisis sentimen untuk mengklasifikasikan tanggapan publik terhadap layanan transportasi online di Indonesia, menemukan bahwa mayoritas tanggapan memiliki sentimen netral (Fahmi et al., 2023). Kajian-kajian ini secara keseluruhan menegaskan pentingnya analisis sentimen dalam memanfaatkan data dari media sosial untuk memahami serta meningkatkan layanan transportasi umum.

Studi-studi menggunakan Naïve Bayes Classifier untuk menganalisis data Twitter, mencapai tingkat akurasi yang tinggi, yaitu 85.73% dan 83.8% secara berturut-turut. Metode ini terbukti efektif dalam mengklasifikasikan sentimen pengguna terhadap layanan transportasi umum. Penelitian lain membandingkan kinerja metode Naïve Bayes dan SVM dalam menganalisis layanan transportasi online, dengan SVM menunjukkan performa yang lebih baik. Penggunaan LSTM juga mencatat performa akurasi yang optimal dalam mengklasifikasikan sentimen, menunjukkan kemampuannya dalam menangani data sequential seperti komentar-komentar di media sosial. Random Forest dan Multi Logistic Regression juga digunakan dalam beberapa penelitian untuk mencapai tujuan yang serupa, meskipun fokus utama tetap pada pemrosesan teks dan klasifikasi sentimen.

Secara umum, metode-metode ini mampu mengukur dengan baik persepsi masyarakat terhadap layanan transportasi publik berdasarkan data sosial media. Mereka memanfaatkan kekuatan analisis sentimen untuk mengekstraksi informasi berharga dari volume besar komentar

dan tanggapan pengguna yang tersebar di platform-platform seperti Twitter. Kelebihan masing-masing metode seperti akurasi tinggi Naïve Bayes, kehandalan SVM dalam menangani data yang kompleks, dan fleksibilitas LSTM dalam memproses data sequential, semuanya memberikan kontribusi positif dalam menghasilkan pemahaman yang mendalam tentang persepsi masyarakat. Namun, evaluasi juga menyoroti bahwa hasil analisis sentimen dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti kualitas leksikon sentimen yang digunakan, preprocessing data yang tepat, dan penyesuaian model terhadap karakteristik unik dari data sosial media tertentu.

3. Integrasi antara Data Time Series dan Data Sosial Media dapat Memperkuat Model – Model Pengembangan Transportasi Publik

Gabungan antara data deret waktu dan data media sosial membuktikan kegunaannya dalam meningkatkan pengembangan model transportasi umum. Dengan memanfaatkan platform media sosial untuk mengambil informasi yang dinamis dan dihasilkan oleh pengguna (Lopes et al., 2023), perencanaan transportasi dapat mengambil manfaat dari informasi yang terus diperbarui secara real-time, partisipasi pelanggan, dan penyebaran informasi mengenai layanan. Selain itu, integrasi data media sosial ke dalam model permintaan perjalanan dapat meningkatkan ketepatan dalam memprediksi waktu kedatangan bus (Abidin et al., 2015) serta memperbaiki proses pengambilan keputusan dalam sistem transportasi umum (Georgiadis et al., 2021). Studi mengenai penggunaan data media sosial dalam model permintaan perjalanan di berbagai konteks perkotaan juga menyoroti dampak positifnya terhadap performa model, terutama di kota metropolitan, daerah pedesaan, dan destinasi wisata (Agrawal & Kuriakose, 2022). Sinergi ini mampu mengatasi kesenjangan antara perencanaan kota dan transportasi, yang pada akhirnya mendukung pembangunan perkotaan yang berkelanjutan dengan memberikan pandangan yang berharga pada setiap tahap perencanaan (Z. Cheng et al., 2020).

Studi-studi menunjukkan bahwa media sosial memainkan peran krusial dalam transportasi umum dengan menyediakan informasi yang penting bagi pengguna dan operator, seperti perubahan rute, kondisi lalu lintas, dan layanan yang tersedia. Integrasi data ini dengan data deret waktu memungkinkan untuk meningkatkan model-model peramalan permintaan perjalanan dan mengoptimalkan pengaturan waktu kedatangan transportasi umum. Pentingnya penilaian dampak sosial dalam integrasi mode transportasi perkotaan dapat ditingkatkan dengan penggunaan data media sosial. Data ini membantu dalam memahami persepsi dan partisipasi masyarakat terhadap layanan transportasi, yang secara langsung dapat mempengaruhi kebijakan dan perencanaan perkotaan yang berkelanjutan.

Secara umum, integrasi antara data deret waktu dan data media sosial meningkatkan ketepatan model-model transportasi umum dengan memanfaatkan informasi yang terus diperbarui secara real-time dan partisipasi aktif masyarakat. Ini membantu dalam mengatasi tantangan perencanaan transportasi, seperti penyesuaian dengan perubahan lingkungan dan kebutuhan masyarakat. Namun, evaluasi juga menyoroti beberapa tantangan, seperti perlunya mengelola volume besar data dari media sosial dan memastikan kualitas data yang digunakan untuk analisis. Penggunaan metode analisis sentimen dan teknik pemrosesan bahasa alami menjadi kunci untuk memahami dan mengekstraksi informasi yang relevan dari data media sosial.

4. Implikasi dari Temuan Penelitian terhadap Pengembangan Kebijakan yang Bertujuan Meningkatkan Kepuasan dan Partisipasi Masyarakat dalam Penggunaan Transportasi Publik

Temuan dari sejumlah penelitian memberikan wawasan berharga bagi para pembuat kebijakan yang bertujuan untuk meningkatkan kepuasan dan partisipasi masyarakat dalam penggunaan transportasi umum. Berbagai faktor yang memengaruhi kepuasan penumpang meliputi frekuensi layanan, ketepatan waktu keberangkatan, keselamatan di halte, kebersihan kendaraan, kapasitas tempat duduk, dan ketersediaan informasi (Girma & Woldetensae, 2022). Faktor-faktor sosial ekonomi seperti gender dan pendidikan juga memiliki dampak signifikan terhadap kepuasan pengguna, dimana wanita cenderung menunjukkan tingkat kepuasan yang lebih rendah dibandingkan pria (Zefreh et al., 2020). Selain itu, kualitas layanan dan persepsi

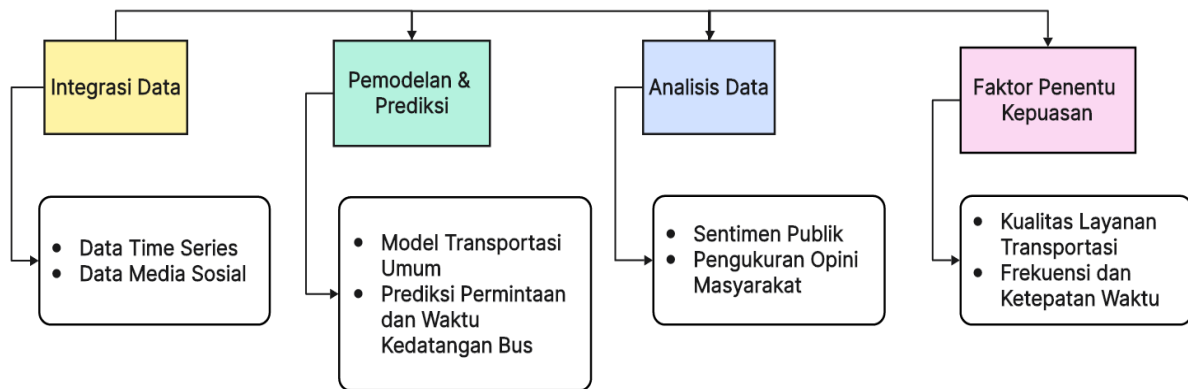
tentang aksesibilitas sangat berpengaruh terhadap kepuasan pengguna kendaraan pribadi, yang menunjukkan perlunya strategi yang disesuaikan untuk menggalakkan penggunaan transportasi umum (Ismael & Duleba, 2021). Memahami faktor-faktor utama yang mempengaruhi kepuasan ini dan mengidentifikasi area-area perbaikan, seperti ketepatan waktu dan keamanan, dapat membimbing pembuat kebijakan dalam merancang kebijakan yang efektif untuk meningkatkan kualitas layanan bus umum serta memperbaiki kepuasan dan partisipasi pengguna secara keseluruhan (de Oliveira et al., 2022).

Temuan dari penelitian ini menyoroti pentingnya memahami faktor-faktor yang mempengaruhi kepuasan pengguna dalam merancang kebijakan transportasi publik yang efektif. Dengan mempertimbangkan variabel-variabel seperti frekuensi layanan dan ketepatan waktu, serta aspek-aspek sosial ekonomi seperti gender dan pendidikan, pembuat kebijakan dapat merancang kebijakan yang lebih terfokus untuk meningkatkan kualitas layanan dan responsif terhadap kebutuhan masyarakat. Pengembangan strategi untuk meningkatkan partisipasi masyarakat dalam pengambilan keputusan juga menjadi kunci untuk mengidentifikasi kebijakan alternatif yang lebih sesuai dengan kebutuhan masyarakat. Penelitian menunjukkan bahwa implementasi kebijakan yang mengakomodasi preferensi dan kebutuhan masyarakat dalam penggunaan transportasi umum dapat meningkatkan kepuasan pengguna secara keseluruhan. Faktor-faktor seperti kualitas layanan yang ditingkatkan dan strategi untuk meningkatkan partisipasi publik melalui analisis kebijakan partisipatif menjadi krusial dalam merumuskan kebijakan yang berhasil.

5. Tantangan dalam Mengintegrasikan dan Mengolah Data Time Series serta Data Sosial Media Secara Bersamaan dalam Konteks Pengembangan Model Transportasi Publik

Mengintegrasikan dan memproses data deret waktu serta data media sosial secara bersamaan menimbulkan tantangan yang signifikan dalam pengembangan model transportasi umum, terutama di negara-negara berkembang. Tantangan tersebut meliputi variasi waktu kedatangan/perjalanan yang dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti musim, sinyal lalu lintas, dan berbagai moda transportasi (Ye et al., 2022). Selain itu, diperlukan imputasi yang akurat terhadap data yang hilang secara non-acak secara berkelanjutan dalam konteks sistem transportasi yang cerdas. Untuk mengatasi tantangan ini, pendekatan inovatif telah diusulkan, seperti penggunaan jaringan saraf berulang untuk memprediksi waktu kedatangan bus dan penggunaan jaringan generatif lintas modalitas untuk mengelola data yang hilang, yang menunjukkan peningkatan signifikan dalam akurasi prediksi dan kinerja dalam situasi lalu lintas dunia nyata (Miao et al., 2023). Selain itu, kendala seperti pemrosesan teks awal, pengurangan kebisingan, dan interpretasi hasil dalam analisis data media sosial semakin mempersulit proses integrasi ini.

Tantangan utama dalam integrasi ini meliputi pengelolaan data yang bervariasi dalam hal sumber, format, dan karakteristiknya. Data deret waktu mencakup informasi terstruktur tentang waktu kedatangan dan pola perjalanan, sementara data media sosial menambah dimensi baru dengan sentimen, opini, dan informasi real-time dari pengguna. Proses integrasi ini memerlukan pendekatan yang inovatif seperti penggunaan jaringan saraf berulang untuk prediksi waktu kedatangan bus dan jaringan generatif untuk mengelola data yang hilang, yang bertujuan untuk meningkatkan akurasi dan kinerja model transportasi. Kendala-kendala seperti kompleksitas dalam pemrosesan data, pemilihan alat yang tepat, dan pengelolaan data yang hilang secara efisien menjadi fokus utama dalam mengatasi tantangan ini. Analisis sentimen dan pemodelan topik dari data media sosial seperti Twitter dapat memberikan wawasan yang berharga, tetapi juga memerlukan penanganan yang cermat terhadap kebisingan dan pemrosesan teks awal untuk menghasilkan informasi yang relevan bagi pengembangan model transportasi publik yang efektif.



Gambar 2. Flow Chart Perkembangan Variabel Riset

Integrasi data deret waktu dan media sosial dalam pengembangan sistem transportasi umum memungkinkan prediksi yang lebih akurat terhadap permintaan transportasi dan estimasi waktu kedatangan bus. Analisis sentimen dari platform seperti Twitter memberikan wawasan mendalam tentang persepsi masyarakat terhadap layanan transportasi, yang krusial untuk meningkatkan interaksi positif dan kepuasan pelanggan. Pengembangan model transportasi umum juga sangat penting, karena memungkinkan pengaturan layanan yang lebih efisien dan tepat waktu, berdasarkan data terintegrasi dari berbagai sumber. Faktor-faktor seperti frekuensi layanan yang konsisten dan kebersihan kendaraan juga menjadi fokus utama dalam upaya meningkatkan kualitas layanan dan mendorong penggunaan transportasi umum yang berkelanjutan di perkotaan.

D. SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil evaluasi studi yang telah dilakukan, integrasi antara analisis deret waktu dan analisis sentimen dari media sosial membuktikan kegunaannya dalam meningkatkan pengembangan model transportasi publik. Analisis deret waktu telah terbukti efektif dalam meningkatkan akurasi peramalan permintaan transportasi umum dengan memanfaatkan data dari kartu pintar dan teknik seperti model LSTM. Sementara itu, analisis sentimen dari data media sosial, khususnya melalui platform seperti Twitter, memberikan wawasan mendalam tentang persepsi masyarakat terhadap layanan transportasi, yang penting untuk meningkatkan kepuasan pengguna dan partisipasi dalam penggunaan transportasi umum.

Namun, terdapat beberapa kesenjangan yang perlu diatasi untuk pengembangan riset di masa mendatang. Pertama, masih diperlukan penelitian yang lebih mendalam mengenai integrasi data deret waktu dan data media sosial secara real-time dalam konteks yang lebih luas dan beragam, termasuk di kota-kota kecil dan pedesaan. Hal ini akan memperluas generalisasi hasil studi terhadap berbagai kondisi geografis dan demografis. Kedua, perlu lebih banyak penelitian yang fokus pada pengembangan algoritma baru yang dapat mengatasi kompleksitas dalam mengelola data deret waktu yang besar dan data media sosial yang tidak terstruktur. Ini termasuk pengembangan teknik untuk mengatasi kebisingan dan validitas informasi dari media sosial yang dapat mempengaruhi analisis sentimen.

Topik riset yang mendesak untuk dijelajahi di masa mendatang adalah integrasi teknik pembelajaran mesin yang lebih maju, seperti penggunaan jaringan saraf berulang (RNN) dan model yang dapat mengatasi data yang hilang atau tidak terstruktur dalam analisis data transportasi publik. Penelitian juga harus lebih menyoroti bagaimana hasil dari analisis ini dapat diimplementasikan secara efektif dalam perencanaan kebijakan untuk meningkatkan kualitas layanan transportasi dan responsif terhadap kebutuhan masyarakat secara lebih tepat waktu. Dengan demikian, studi-studi ini tidak hanya memberikan landasan teoritis yang kuat, tetapi juga menunjukkan arah untuk riset lebih lanjut yang dapat memberikan dampak positif yang signifikan dalam pengembangan sistem transportasi publik yang lebih efisien, inklusif, dan berkelanjutan di masa depan.

REFERENSI

- Abidin, A. F., Kolberg, M., & Hussain, A. (2015). Integrating SUMO and kalman filter models towards a social network based approach of public transport arrival time prediction. *International Journal of Simulation: Systems, Science and Technology*. <https://doi.org/10.5013/IJSSST.a.16.03.05>
- Agrawal, A., & Kuriakose, P. N. (2022). Implications of a Twitter data-centred methodology for assessing commuters' perceptions of the Delhi metro in India. *Computational Urban Science*. <https://doi.org/10.1007/s43762-022-00066-7>
- Al-Sahar, R., Klumpenhower, W., Shalaby, A., & El-Diraby, T. (2024). Using Twitter to Gauge Customer Satisfaction Response to a Major Transit Service Change in Calgary, Canada. *Transportation Research Record*. <https://doi.org/10.1177/03611981231179167>
- Aulawi, H., Kurniawan, W. A., & Syaeful Azhar, A. (2022). Analisis Sentimen Terhadap Layanan INDOSAT pada Media Sosial Twitter Selama Pandemi. *Jurnal Kalibrasi*. <https://doi.org/10.33364/kalibrasi/v.20-1.1114>
- Cantarelli, C. C., Flybjerg, B., Molin, E. J. E., & Wee, B. van. (2018). Cost Overruns in Large-Scale Transport Infrastructure Projects. *Automation in Construction*.
- Çapalı, B., Küçüksille, E., & Kemalöglü Alagöz, N. (2023). A natural language processing framework for analyzing public transportation user satisfaction: a case study. *Journal of Innovative Transportation*. <https://doi.org/10.53635/jit.1274928>
- Cheng, C. H., Tsai, M. C., & Cheng, Y. C. (2022). An Intelligent Time-Series Model for Forecasting Bus Passengers Based on Smartcard Data. *Applied Sciences (Switzerland)*. <https://doi.org/10.3390/app12094763>
- Cheng, Z., Jian, S., Rashidi, T. H., Maghrebi, M., & Waller, S. T. (2020). Integrating Household Travel Survey and Social Media Data to Improve the Quality of OD Matrix: A Comparative Case Study. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*. <https://doi.org/10.1109/TITS.2019.2958673>
- de Oliveira, M. L., de Andrade Mairinque, L., dos Santos, J. B., & Lima, J. P. (2022). Multivariate analysis of public transport quality: A case study in a medium-sized Brazilian city. *Production*. <https://doi.org/10.1590/0103-6513.20210117>
- Desviona, N. (2023). Prediksi Jumlah Penumpang Pesawat Pada PT. Angkasa Pura II Bandar Udara Sultan Thaha Jambi dengan Pemodelan ARIMA. *JiIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*. <https://doi.org/10.54371/jiip.v6i5.2012>
- Djogo, O. (2022). Strategi Manajemen Pemasaran Dalam Era Digital Pada Masa Sekarang. *Kebijakan: Jurnal Ilmu Administrasi*. <https://doi.org/10.23969/kebijakan.v13i1.5028>
- Dwianto, E., & Sadikin, M. (2021). Analisis Sentimen Transportasi Online pada Twitter Menggunakan Metode Klasifikasi Naïve Bayes dan Support Vector Machine. *Format: Jurnal Ilmiah Teknik Informatika*. <https://doi.org/10.22441/format.2021.v10.i1.009>
- Efnandyah, N., & Yulia, C. (2022). Efektivitas Media Ular Tangga Untuk Meningkatkan Interaksi Sosial Pada Siswa. *Research and Development Journal of Education*. <https://doi.org/10.30998/rdje.v8i2.13666>
- Fahmi, M., Puspita, A., & Yuningsih, Y. (2023). Sentiment Analysis Of Online Gojek Transportation Services On Twitter Using The Naïve Bayes Method. *JITK (Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Komputer)*. <https://doi.org/10.33480/jitk.v8i2.4004>
- Georgiadis, G., Nikolaidou, A., Politis, I., & Papaioannou, P. (2021). How Public Transport Could Benefit from Social Media? Evidence from European Agencies. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-61075-3_63
- Girma, M., & Woldetensae, B. (2022). Evaluating Users' Satisfaction In Public Transit Service: A Case Of Addis Ababa City, Ethiopia. *Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport*. <https://doi.org/10.20858/sjsutst.2022.114.2>
- Hakim, L. (2011). Manajemen Kebijakan Dalam Membangun Partisipasi Publik. *Otoritas: Jurnal Ilmu Pemerintahan*. <https://doi.org/10.26618/ojip.v1i1.20>
- Harmes, H., Zuhdi, M., & Naswir, M. (2020). Efek Spasial Jaringan Jalan di Kota Jambi. *Jurnal Engineering*. <https://doi.org/10.22437/jurnalengineering.v2i2.10208>

- Hasan, F. N., & Dwijayanti, M. (2021). Analisis Sentimen Ulasan Pelanggan Terhadap Layanan Grab Indonesia Menggunakan Multinomial Naïve Bayes Classifier. *Jurnal Linguistik Komputasional*. <https://doi.org/https://doi.org/10.26418/jlk.v4i2.61>
- Hasnunidah, N. (2017). Metodologi Penelitian Pendidikan : komponen MKDK. *Jakarta: Rineka Cipta*.
- Ismael, K., & Duleba, S. (2021). Investigation of the relationship between the perceived public transport service quality and satisfaction: A pls-sem technique. *Sustainability (Switzerland)*. <https://doi.org/10.3390/su132313018>
- Jikwa, E., Salle, A., & Allo Layuk, P. K. (2017). Pengaruh Pendapatan Transfer Dan Silpa Terhadap Belanja Modal Di Kabupaten Mamberamo Tengah. *KEUDA (Jurnal Kajian Ekonomi Dan Keuangan Daerah)*. <https://doi.org/10.52062/keuda.v2i2.721>
- Judijanto, L., Damanik, F. H. S., Saputra, A. M., Ahmadun, A., & Leuwol, N. V. (2023). Analisis Partisipasi Masyarakat dalam Pengambilan Keputusan Publik: Menilai Efektivitas Model Keterlibatan Warga. *Jurnal Cahaya Mandalika ISSN 2721-4796 (Online)*. <https://doi.org/10.36312/jcm.v3i2.2367>
- Jumini, I., & Realize. (2020). Pengaruh Kualitas Pelayanan dan Fasilitas terhadap Keputusan Pembelian pada Jasa Transportasi Bus Trans Batam. *Jurnal Ilmiah Core IT*.
- Junaidi, J., Gani, I., & Noor, A. (2020). Analisis Transportasi Darat Terhadap Pertumbuhan Ekonomi di Provinsi Kalimantan Timur. *Forum Ekonomi*.
- Kemmala Dewi, & Aris Krisdiyanto. (2023). Pengembangan Sistem Transportasi Masa Depan: Mobilitas Berkelanjutan dan Otonom di Jawa Barat. *Jurnal Multidisiplin West Science*. <https://doi.org/10.58812/jmws.v2i09.626>
- Ladayya, F., Siregar, D., Pranoto, W. E., & Muchtar, H. D. (2022). Analisis Sentimen pada Program Transportasi Publik JakLingko dengan Metode Support Vector Machine. *Jurnal Statistika Dan Aplikasinya*. <https://doi.org/10.21009/jsa.06221>
- Loilatu, M. J., Irawan, B., Salahudin, S., & Sihidi, I. T. (2021). Analisis Fungsi Twitter Sebagai Media Komunikasi Transportasi Publik. *Jurnal Komunikasi*.
- Lopes, F., Gil, J., & Stavroulaki, I. (2023). Simplified geodata models for integrated urban and public transport planning. *AGILE: GIScience Series*. <https://doi.org/10.5194/agile-giss-4-32-2023>
- Mandasari, S., Hayadi, B. H., & Gunawan, R. (2022). Analisis Sentimen Pengguna Transportasi Online Terhadap Layanan Grab Indonesia Menggunakan Multinomial Naive Bayes Classifier. *J-SISKO TECH (Jurnal Teknologi Sistem Informasi Dan Sistem Komputer TGD)*. <https://doi.org/10.53513/jsk.v5i2.5635>
- Miao, M., Kang, M., Qian, X., Chen, D., Wu, W., & Yu, W. (2023). Improving traffic time-series predictability by imputing continuous non-random missing data. *IET Intelligent Transport Systems*. <https://doi.org/10.1049/itr2.12372>
- NSS, R. L. P., Suryawardana, E., & Triyani, D. (2015). Analisis Dampak Pembangunan Infrastruktur Jalan Terhadap Pertumbuhan Usaha Ekonomi Rakyat Di Kota Semarang. *Jurnal Dinamika Sosial Budaya*. <https://doi.org/10.26623/jdsb.v17i1.505>
- Nurindahsari, D. A., Chumaidiyah, E., & Suryana, N. (2019). Analisis Pengaruh Eps, Roe, Der, Kurs Dan Inflasi Terhadap Return Saham Sub Sektor Transportasi Periode 2012-2017. *Jurnal Mitra Manajemen*. <https://doi.org/10.52160/ejmm.v3i7.253>
- Ogunkunbi, G., & Meszaros, F. (2023). SOCIAL MEDIA ANALYSIS OF THE PUBLIC PERCEPTION OF URBAN VEHICLE ACCESS REGULATIONS. *Transport Problems*. <https://doi.org/10.20858/TP.2023.18.1.13>
- Rachmat, A. W., Prianto, A. L., Hamrun, H., & Nurmaeta, S. (2019). Pengembangan Transportasi Publik Berbasis Smart Mobility Di Kota Makassar. *FisiPublik : Jurnal Ilmu Sosial Dan Politik*. <https://doi.org/10.24903/fpb.v4i1.739>
- Sa'diah, A., & Sudarti, S. (2022). Analisis Dampak Debu Dan Asap Transportasi Umum Yang Dirasakan Masyarakat Sumber Kejayan. *JURNAL KESEHATAN LINGKUNGAN: Jurnal Dan Aplikasi Teknik Kesehatan Lingkungan*. <https://doi.org/10.31964/jkl.v19i1.456>
- Septiani, fauziah. (2022). Dasar Dasar Pemasaran Digital. *Strategi Pemasaran*.
- Supriadi, U., Adji, B. S., & Widorisnomo, W. (2020). Analisis Pola Operasi Weekday MRT Jakarta

- Berdasarkan Kepadatan Penumpang. *Jurnal Penelitian Sekolah Tinggi Transportasi Darat*.
<https://doi.org/10.55511/jpsttd.v11i2.553>
- Susanti, R., & Adji, A. R. (2020). Analisis Peramalan Ihsg Dengan Time Series Modeling Arima. *Jurnal Manajemen Kewirausahaan*. <https://doi.org/10.33370/jmk.v17i1.393>
- Umayya, M., Adi, W., & Kurniawan, K. (2018). Analisis Kepuasan Pengunjung Terhadap Sarana Transportasi Pulau Ketawai Kabupaten Bangka Tengah. *Akuatik: Jurnal Sumberdaya Perairan*. <https://doi.org/10.33019/akuatik.v11i2.239>
- Wang, L., Chen, J., Wang, W., Song, R., Zhang, Z., & Yang, G. (2022). Review of Time Series Traffic Forecasting Methods. *2022 4th International Conference on Control and Robotics, ICCR 2022*. <https://doi.org/10.1109/ICCR55715.2022.10053870>
- Widyadhana, F. K., Setiawan, N. Y., & ... (2023). Sentimen Analysis pada Opini Masyarakat terhadap Pelayanan Publik Polres Ponorogo menggunakan Metode Support Vector Machine. ... *Teknologi Informasi Dan ...*
- Widyah, I. N., Kurnia, G., & Amarilies, H. S. (2022). Evaluasi Efisiensi Kinerja Pelabuhan Petikemas Menggunakan Data Envelopment Analysis (Studi Kasus: PT Pelabuhan Indonesia). *LOGISTIK*. <https://doi.org/10.21009/logistik.v15i02.29091>
- Wijaya, S. S., Setyoko, P. I., & Rosyadi, S. (2018). Kebijakan Pengelolaan Transportasi Publik Di Purwokerto. *Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah*. <https://doi.org/10.36762/litbangjateng.v16i1.744>
- Yanuarsari, R., Asmadi, I., Muchtar, H. S., & Sulastini, R. (2022). Peran Program Merdeka Belajar Kampus Merdeka Dalam Meningkatkan Kemandirian Desa. *Comm-Edu (Community Education Journal)*. <https://doi.org/10.22460/comm-edu.v5i2.9659>
- Ye, Q., Chen, X., Ozbay, K., & Li, T. (2022). Mining Social Media Data for Transport Policy: Approaches, Challenges, and Recommendations. *IEEE Conference On Intelligent Transportation Systems, Proceedings, ITSC*. <https://doi.org/10.1109/ITSC55140.2022.9922279>
- Zefreh, M. M., Hussain, B., & Sipos, T. (2020). In-Depth Analysis and Model Development of Passenger Satisfaction with Public Transportation. *KSCE Journal of Civil Engineering*. <https://doi.org/10.1007/s12205-020-1871-7>