

Analisis Kasus Penggunaan Teknologi Big Data dalam Bidang Transportasi: Manfaat, Risiko, dan Rekomendasi Implementasi

Big Data dalam Transportasi: Tinjauan Manfaat, Risiko, dan Implementasi Strategi yang Bertanggung Jawab.

Humaeroh
Fakultas Teknik Informasi Utara
Humaeroh165@gmail.com

Abstrak

Perkembangan teknologi Big Data telah membawa transformasi signifikan dalam sektor transportasi, memungkinkan pengelolaan lalu lintas, optimalisasi rute, dan peningkatan keselamatan secara lebih efisien. Artikel ini menganalisis tiga kasus penggunaan Big Data dalam transportasi, yaitu: Manajemen Lalu Lintas Cerdas, Optimasi Rute Logistik, dan Prediksi Kebutuhan Transportasi Publik. Penelitian ini mengkaji potensi manfaat, risiko keamanan data, dan tantangan etis yang muncul, serta memberikan rekomendasi untuk implementasi yang berkelanjutan dan bertanggung jawab. Hasil analisis menunjukkan bahwa Big Data dapat meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi kemacetan, dan mendukung kebijakan transportasi berbasis data. Namun, tantangan utama meliputi privasi data, bias algoritmik, dan kesinambungan digital. Rekomendasi kebijakan mencakup penyesuaian regulasi data, transparansi izin, dan peningkatan literasi digital bagi pemangku kepentingan.

Kata Kunci: Big Data, transportasi cerdas, manajemen lalu lintas, logistik, prediksi transportasi, privasi data.

PENDAHULUAN

Big Data telah menjadi fondasi penting dalam revolusi digital yang tengah mengubah wajah sektor transportasi global. Dalam satu dekade terakhir, kemampuan untuk mengumpulkan, mengintegrasikan, dan menganalisis aliran data masif secara real time telah menciptakan paradigma baru dalam manajemen mobilitas perkotaan dan antarkota. Menurut laporan McKinsey Global Institute (2023), volume data transportasi global diperkirakan akan mencapai 175 zettabyte pada tahun 2025, dengan pertumbuhan tahunan sebesar 27%. Ledakan data ini berasal dari berbagai sumber termasuk sensor IoT di jalan raya, GPS kendaraan, transaksi transportasi umum, hingga data crowdsourcing dari aplikasi navigasi.

Di Indonesia, adopsi Big Data dalam transportasi telah menunjukkan percepatan yang signifikan. Kementerian Perhubungan mencatat bahwa 65% kota besar di Indonesia telah menerapkan berbagai bentuk sistem transportasi cerdas berbasis data (Kemenhub, 2023). Implementasi ini meliputi sistem manajemen lalu lintas adaptif di Jakarta, optimalisasi rute angkutan barang di pelabuhan Tanjung Priok, hingga prediksi permintaan transportasi umum di Surabaya. Hasilnya cukup menggembirakan, yakni pengurangan waktu tempuh hingga 25%, penurunan biaya logistik hingga 18%, dan peningkatan kepuasan pengguna transportasi umum hingga 30 persen.

Namun, di balik keberhasilan ini, terdapat tantangan kompleks yang perlu ditangani secara holistik. Masalah privasi data menjadi perhatian utama saat data pergerakan individu dikumpulkan secara masif. Penelitian Setiawan dkk. (2022) mengungkapkan bahwa 78% pengguna transportasi di Jakarta tidak menyadari bagaimana data perjalanan mereka dikumpulkan dan digunakan. Masalah keamanan siber juga muncul, seperti yang terlihat pada insiden peretasan sistem transportasi umum Bandung tahun 2022 yang mengakibatkan kebocoran data 1,2 juta pengguna.

Tantangan etika tidak kalah kompleks. Penggunaan algoritma prediktif dalam menentukan rute transportasi umum berpotensi menciptakan bias spasial, di mana area

tertentu menerima alokasi sumber daya yang tidak proporsional. Sebuah studi UI (2023) menemukan bahwa sistem penjadwalan bus TransJakarta berbasis AI cenderung mengabaikan rute pemukiman padat penduduk berpendapatan rendah karena pertimbangan efisiensi ekonomi.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi literatur dengan menganalisis artikel jurnal, laporan industri, dan studi kasus terkait penerapan Big Data di sektor transportasi. Sumber data mencakup publikasi nasional dan internasional dari database seperti IEEE Xplore, ScienceDirect, Scopus, dan Google Scholar. Analisis dilakukan secara kualitatif dengan mengidentifikasi pola manfaat, risiko, dan tantangan etis dari penerapan Big Data.

PEMBAHASAN KASUS PENGGUNA

1. Sistem Manajemen Lalu Lintas Cerdas (Intelligent Traffic Management)

Big Data digunakan untuk memantau arus lalu lintas secara real-time dan menyesuaikan sinyal lalu lintas berdasarkan kondisi aktual di lapangan. Sensor jalan, kamera CCTV, dan GPS dari kendaraan dikumpulkan dan dianalisis untuk mengidentifikasi pola kemacetan, volume kendaraan, dan kecepatan rata-rata. Studi oleh Yuliana et al. (2024) dan Zhang & Liu (2021) menunjukkan bahwa penerapan sistem ini berhasil mengurangi waktu tempuh hingga 20% di beberapa kota besar. Manfaat potensial meliputi efisiensi perjalanan, pengurangan emisi kendaraan, dan peningkatan keselamatan jalan. Namun, risiko meliputi penyalahgunaan data lokasi individu, ketergantungan pada infrastruktur digital yang rentan terhadap serangan siber, dan ketidakadilan akses di area berteknologi rendah. Tantangan etika utama

adalah privasi dan persetujuan pengguna dalam pengumpulan data lokasi secara berkelanjutan.

2. Optimalisasi Rute dan Jadwal Transportasi Umum

Studi oleh González et al. (2022) dan Santosa & Widodo (2022) meneliti penggunaan Big Data untuk mendesain ulang rute dan jadwal transportasi umum berdasarkan data perjalanan aktual, tingkat kemacetan, dan waktu tunggu penumpang. Dengan analitik prediktif, operator transportasi dapat secara dinamis menyesuaikan layanan dengan permintaan pengguna. Manfaatnya meliputi peningkatan kepuasan penumpang, efisiensi operasional, dan penghematan biaya bahan bakar dan tenaga kerja. Namun, tantangannya meliputi akurasi prediktif yang terbatas dalam keadaan luar biasa seperti bencana atau protes. Secara etis, penting untuk memastikan bahwa data perjalanan penumpang tidak digunakan untuk tujuan komersial tanpa izin yang tegas.

3. Sistem Logistik dan Pengiriman Berbasis Data

Dalam logistik, Big Data digunakan untuk mengelola armada pengiriman, memprediksi ETA, dan mengelola rute serta permintaan pasar secara real time. Studi oleh Chan et al. (2024) dan Rahman et al. (2023) menunjukkan efisiensi tinggi dalam manajemen armada dengan menggabungkan data sensor kendaraan, cuaca, dan lalu lintas. Manfaatnya meliputi pengurangan biaya operasional, peningkatan pengiriman tepat waktu, dan pelacakan barang yang lebih transparan. Risiko utamanya adalah pengawasan berlebihan terhadap pekerja, dan eksploitasi data untuk mengukur kinerja tanpa mempertimbangkan kesejahteraan pengemudi. Tantangan etika juga mencakup pemantauan terus-menerus terhadap aktivitas pengemudi yang dapat melanggar privasi dan hak kebebasan bekerja.

Tabel sumber artikel

Tabel 1. Nasional

No	Judul	Penulis	Tahun	Fokus Kajian
1	Pemanfaatan Big Data untuk Sistem Transportasi Cerdas di Indonesia	Anjani et al.	2021	Optimasi lalu lintas dan rute transportasi umum
2	Big Data Analytics untuk Transportasi Perkotaan	Santosa & Widodo	2022	Prediksi kemacetan dan kecelakaan
3	Sistem Navigasi Pintar Berbasis Big Data	Rahman et al.	2023	Integrasi GPS dan data lalu lintas
4	Evaluasi Sistem Manajemen Lalu Lintas Menggunakan Big Data	Yuliana et al.	2024	Monitoring real-time lalu lintas
5	Analisis Perilaku Pengguna Transportasi Online	Fauzi & Nurhalimah	2023	Analitik perilaku konsumen

Tabel 2. Internasional

No	Title	Author(s)	Year	Focus
1	Big Data for Urban Mobility Planning	Batty et al.	2020	Urban traffic optimization
2	Real-Time Traffic Monitoring Using Big Data	Zhang & Liu	2021	Congestion prediction
3	Data-Driven Public Transport Optimization	González et al.	2022	Transport scheduling and routing
4	Ethical Challenges in Big Data Transport Analytics	Mason & Short	2023	Ethical risks and privacy issues
5	AI and Big Data for Smart Logistics	Chan et al.	2024	Supply chain and fleet efficiency

IMPLEMENTASI

Berdasarkan analisis tiga kasus di atas, beberapa langkah strategis diperlukan untuk mengimplementasikan teknologi Big Data secara bertanggung jawab dalam sektor transportasi:

1. **Penyusunan Kebijakan Perlindungan Data:** Pemerintah dan operator transportasi perlu menetapkan kerangka hukum yang mengatur pengumpulan, penyimpanan, dan penggunaan data agar tidak melanggar privasi individu.
2. **Transparansi dan Persetujuan Pengguna:** Pengguna harus diberi informasi yang jelas mengenai jenis data yang dikumpulkan serta diberikan opsi untuk menyetujui atau menolak.
3. **Peningkatan Literasi Teknologi:** Diperlukan edukasi bagi masyarakat dan pelaku transportasi mengenai manfaat dan risiko Big Data agar tercipta ekosistem digital yang inklusif.
4. **Audit Etika dan Keamanan Sistem:** Setiap sistem berbasis Big Data harus diaudit secara berkala untuk memastikan keamanannya dari kebocoran data dan pelanggaran hak asasi.
5. **Pengembangan Infrastruktur Digital yang Merata:** Pemerataan akses teknologi sangat penting agar inovasi berbasis Big Data tidak hanya dinikmati oleh kota besar, tetapi juga menjangkau daerah pinggiran.

KESIMPULAN

Big Data telah membawa perubahan besar dalam dunia transportasi, dari pengaturan lalu lintas yang lebih cerdas, optimalisasi layanan publik, hingga efisiensi dalam sektor logistik. Kajian ini menunjukkan bahwa penerapan Big Data mampu meningkatkan efisiensi, keselamatan, dan kenyamanan layanan transportasi secara

signifikan. Namun, risiko yang ditimbulkan seperti pelanggaran privasi, ketidaksetaraan akses teknologi, dan tantangan etis dalam pengumpulan data mengharuskan adanya pendekatan implementasi yang berhati-hati. Rekomendasi strategis seperti perlindungan data, edukasi teknologi, serta audit keamanan perlu menjadi dasar dalam setiap proyek Big Data agar dapat mewujudkan sistem transportasi yang cerdas, adil, dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anjani, R., Subagio, B., & Nugroho, A. (2021). Pemanfaatan Big Data untuk Sistem Transportasi Cerdas di Indonesia. *Jurnal Transportasi Digital*, 6(2), 112–120.
- Batty, M., Axhausen, K., Giannotti, F., Pozdnoukhov, A., Bazzani, A., Wachowicz, M., ... & Portugali, Y. (2020). Big Data for Urban Mobility Planning. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 47(4), 507–523.
- Chan, K., Lo, H., & Zhang, L. (2024). AI and Big Data for Smart Logistics. *Journal of Intelligent Transportation Systems*, 28(1), 45–62.
- Fauzi, R. A., & Nurhalimah, S. (2023). Analisis Perilaku Pengguna Transportasi Online Menggunakan Big Data. *Jurnal Informatika dan Mobilitas*, 8(1), 33–40.
- González, M. C., Hidalgo, C. A., & Barabási, A.-L. (2022). Data-Driven Public Transport Optimization. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 132, 103–112.
- Mason, D., & Short, J. (2023). Ethical Challenges in Big Data Transport Analytics. *Ethics and Information Technology*, 25(1), 77–89.
- Rahman, T., Hidayat, D., & Safitri, M. (2023). Sistem Navigasi Pintar Berbasis Big Data. *Jurnal Sistem dan Teknologi Transportasi*, 5(3), 88–95.

- Santosa, R., & Widodo, D. (2022). Big Data Analytics untuk Transportasi Perkotaan: Studi Kasus Jakarta. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi*, 9(1), 56–63.
- Yuliana, E., Prasetyo, B., & Arifin, H. (2024). Evaluasi Sistem Manajemen Lalu Lintas Menggunakan Big Data. *Jurnal Teknik Sipil dan Transportasi*, 10(2), 115–123.
- Zhang, Y., & Liu, Q. (2021). Real-Time Traffic Monitoring Using Big Data. *Journal of Transportation Technologies*, 11(4), 240–251.