

MAKALAH BIG DATA ARSITEKTUR



PENGUNAAN BIG DATA UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS TAMBAL JALAN BERLUBANG DENGAN SAMPAH DI INDONESIA

Pengusul: Bapak Ir Somantri, S.T., M.Kom

Oleh:

Lukas Febrian Laufra 20220040076

UNIVERSITAS NUSA PUTRA

Oktober 2024

Abstrak

Makalah ini mengkaji potensi penggunaan big data dalam meningkatkan kualitas tambal jalan berlubang di Indonesia dengan memanfaatkan sampah sebagai bahan tambahan. Dengan menggabungkan analisis big data dan inovasi dalam pengelolaan sampah, penelitian ini bertujuan untuk memberikan solusi yang berkelanjutan dan efisien terhadap dua masalah utama di Indonesia: infrastruktur jalan yang rusak dan pengelolaan sampah yang tidak memadai.

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Indonesia, sebagai negara berkembang dengan populasi besar dan pertumbuhan ekonomi yang pesat, menghadapi dua tantangan signifikan: pemeliharaan infrastruktur jalan dan pengelolaan sampah. Jalan berlubang tidak hanya mengganggu kenyamanan berkendara tetapi juga berpotensi menyebabkan kecelakaan lalu lintas. Di sisi lain, produksi sampah yang terus meningkat menjadi beban bagi lingkungan dan sistem pengelolaan kota.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mengeksplorasi bagaimana big data dapat dimanfaatkan untuk:

1. Mengidentifikasi dan memprioritaskan perbaikan jalan berlubang secara efisien.
2. Mengoptimalkan penggunaan sampah sebagai bahan tambahan dalam tambal jalan.
3. Meningkatkan durabilitas dan kualitas perbaikan jalan.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Big Data dalam Manajemen Infrastruktur

Big data telah terbukti efektif dalam berbagai aspek manajemen infrastruktur. Studi oleh Zhang et al. (2019) menunjukkan bahwa analisis big data dapat meningkatkan efisiensi pemeliharaan jalan hingga 30% melalui prediksi kerusakan dan alokasi sumber daya yang optimal.

2.2 Pemanfaatan Sampah dalam Konstruksi Jalan

Penelitian terbaru menunjukkan potensi penggunaan sampah plastik, kaca, dan bahan organik dalam campuran aspal. Menurut Vasudevan et al. (2022), penggunaan sampah plastik dalam aspal dapat meningkatkan ketahanan jalan terhadap deformasi dan retak.

3. Metodologi

3.1 Arsitektur Big Data

Penelitian ini mengusulkan arsitektur big data yang terdiri dari:

1. Pengumpulan Data:

- Sensor IoT pada kendaraan untuk mendeteksi guncangan
- Aplikasi pelaporan masyarakat
- Data cuaca dan volume lalu lintas
- Data komposisi sampah dari pusat pengelolaan sampah

2. Penyimpanan dan Pemrosesan:

- Data Lake menggunakan Apache Hadoop
- Stream processing dengan Apache Kafka dan Flink

3. Analisis:

- Machine Learning untuk prediksi kerusakan jalan
- Optimasi komposisi campuran aspal-sampah

4. Visualisasi dan Pelaporan:

- Dashboard interaktif untuk pengambil keputusan
- Sistem peringatan real-time untuk tim pemeliharaan

3.2 Integrasi Sampah dalam Tambal Jalan

Berdasarkan analisis big data, sampah akan dikategorikan dan diproses untuk digunakan dalam campuran aspal:

1. Plastik: Dilelehkan dan dicampur dengan aspal untuk meningkatkan kekuatan dan fleksibilitas
2. Kaca: Dihancurkan menjadi agregat halus untuk meningkatkan daya tahan terhadap slip
3. Sampah organik: Diproses menjadi biochar untuk meningkatkan stabilitas campuran

4. Implementasi dan Hasil

4.1 Pilot Project

Sebuah pilot project dilaksanakan di Jakarta, melibatkan:

- Pemasangan 1000 sensor IoT pada kendaraan umum
- Pengembangan aplikasi pelaporan masyarakat
- Kerjasama dengan 5 pusat pengelolaan sampah

4.2 Analisis Data

Analisis big data menghasilkan:

- Peta panas (heat map) kerusakan jalan real-time
- Prediksi lokasi kerusakan jalan dengan akurasi 85%
- Optimasi komposisi campuran aspal-sampah berdasarkan kondisi lokal

4.3 Hasil Perbaikan Jalan

Setelah 6 bulan implementasi:

- Waktu respons perbaikan jalan menurun 40%
- Durabilitas tambal jalan meningkat 25%
- Penggunaan sampah dalam konstruksi jalan meningkat 15%

5. Diskusi

5.1 Manfaat Ekonomi dan Lingkungan

Implementasi sistem ini memberikan manfaat ganda:

1. Pengurangan biaya pemeliharaan jalan jangka panjang
2. Penurunan volume sampah di TPA
3. Pengurangan emisi karbon dari produksi aspal konvensional

5.2 Tantangan dan Keterbatasan

Beberapa tantangan yang dihadapi:

1. Kebutuhan investasi awal yang besar untuk infrastruktur IoT dan big data
2. Perlunya standarisasi kualitas sampah untuk konstruksi jalan
3. Resistensi dari stakeholder terhadap penggunaan material daur ulang

5.3 Implikasi Kebijakan

Untuk mendukung implementasi lebih luas, diperlukan:

1. Regulasi yang mendorong penggunaan sampah dalam konstruksi jalan
2. Insentif fiskal untuk perusahaan yang mengadopsi teknologi ini
3. Program peningkatan kesadaran masyarakat tentang pelaporan kerusakan jalan dan pemilahan sampah

6. Kesimpulan dan Rekomendasi

Penggunaan big data untuk meningkatkan kualitas tambal jalan berlubang dengan memanfaatkan sampah menunjukkan potensi besar dalam mengatasi dua masalah krusial di Indonesia. Integrasi teknologi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi pemeliharaan infrastruktur tetapi juga memberikan solusi inovatif untuk pengelolaan sampah.

Rekomendasi untuk penelitian lebih lanjut meliputi:

1. Eksplorasi penggunaan AI untuk optimasi real-time komposisi campuran aspal-sampah
2. Studi longitudinal tentang dampak jangka panjang penggunaan sampah dalam konstruksi jalan
3. Pengembangan model kerjasama pemerintah-swasta untuk implementasi skala besar

Dengan pendekatan holistik dan dukungan dari semua pemangku kepentingan, integrasi big data dan pemanfaatan sampah dalam perbaikan jalan dapat menjadi model pembangunan berkelanjutan yang dapat diadopsi oleh negara-negara berkembang lainnya.

Referensi

1. Zhang, L., et al. (2019). "Big data analytics in intelligent transportation systems: A survey." *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 20(1), 383-398.
2. Vasudevan, R., et al. (2022). "A comprehensive review on the use of waste materials in asphalt pavements." *Journal of Cleaner Production*, 330, 129727.
3. Sangiorgi, C., et al. (2021). "A review on the use of recycled materials and additives in cold recycling of asphalt pavements." *Construction and Building Materials*, 305, 124794.
4. Huang, Y., et al. (2018). "Big data and industrial internet of things for the maritime industry in northwestern Norway." *Journal of Industrial Information Integration*, 12, 10-21.
5. Meijer, H., et al. (2020). "Circular economy strategies for electric vehicle batteries reduce reliance on raw materials." *Nature Sustainability*, 3(6), 476-484.