

Pengaruh Jumlah Kendaraan Terhadap Kerusakan Jalan Aspal Kelas IIIa (Studi Kasus: Jalan Hayam Wuruk, Jakarta)

Kissi Rosari Pelangie¹, Reni Karno Kinasih²

¹Teknik Sipil-Fakultas Teknik-Universitas Mercu Buana, Jakarta
email: kissirosariPelangie@gmail.com

² Teknik Sipil-Fakultas Teknik-Universitas Mercu Buana, Jakarta
email: reni.karno@mercubuana.ac.id

Received: 28-05-2024 Revised: 14-09-2024 Accepted: 02-11-2024

Abstract

This study recorded the volume and types of vehicles on Hayam Wuruk Road along 4.5 kilometers, divided into 3 segments, over 16 hours, and converted into performance units (pcu/hour) according to MKJI Chapter 5 Urban Roads. The data is presented in bar charts for each segment, showing fluctuations in vehicle volume with peaks in the morning, noon, and evening. The highest vehicle volume occurred during the evening rush hour (17:00-18:00 WIB) across all segments, with the highest figure of 3956.4 pcu/hour in Segment 2. The study also found the most significant damage, as assessed by the Bina Marga Method, to be potholes, patches, and subsidence, with a damage percentage of 41.3781%, falling into the category of significant damage. Simple linear regression analysis showed that average traffic volume did not have a significant impact on road damage; however, peak hour volume had a significant effect with a significance level of 0.044. The resulting equation or prediction model from the analysis of peak hour volume and road damage values is $Nr = 58.350 + [0.035 \times \text{Average Daily Volume}]$ with $(R^2) = 0.998$.

Keywords: Volume; Traffic; Pavement; Road; Damage Prediction

Abstrak

Penelitian ini mencatat volume dan jenis kendaraan Jalan Hayam Wuruk sepanjang 1,5 kilometer yang dibagi ke dalam 3 segmen selama 16 jam, dikonversi ke dalam satuan kinerja (smp/jam) sesuai MKJI Bab 5 Perkotaan. Data disajikan dalam diagram batang untuk setiap segmen, menunjukkan fluktuasi volume kendaraan dengan puncak pagi, siang, dan sore hari. Volume kendaraan tertinggi terjadi pada jam sibuk sore (17.00-18.00 WIB) di semua segmen, dengan angka tertinggi 3956,4 smp/jam di Segmen 2. Penelitian juga menemukan kerusakan yang paling signifikan setelah diperiksa dengan Metode Bina Marga adalah lubang, tambalan, dan amblas dengan nilai persentase kerusakan sebesar 41,3781% yang masuk ke dalam kategori banyak kerusakan. Analisis regresi linear sederhana menunjukkan bahwa volume lalu lintas rata-rata tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap kerusakan jalan, akan tetapi volume pada jam puncak berpengaruh secara signifikan dengan signifikansi 0.044. Hasil persamaan atau model prediksi dari analisa volume jam puncak dan nilai kerusakan jalan adalah $Nr = 58,350 + [0,035 \times \text{Volume Harian Rata-rata}]$ dengan $(R^2) = 0,998$.

Kata kunci: Volume; Lalu Lintas; Perkerasan; Jalan; Prediksi Kerusakan

PENDAHULUAN

Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk di Indonesia dari tahun ke tahun dan bertambahnya jumlah kendaraan, membuat kebutuhan akan transportasi turut meningkat. Volume kendaraan yang tidak seimbang dengan jalan sering kali menimbulkan kepadatan lalu lintas. Jakarta adalah salah satu kota metropolitan, BPS menunjukkan data jumlah kendaraan bermotor terus meningkat dalam kurun waktu 2018 sampai 2022, meningkatnya jumlah kendaraan bermotor di ibu kota mengindikasikan adanya penguatan

industri otomotif dan daya beli masyarakat (Annur, 2023). Jalan merupakan sarana prasarana transportasi darat yang penting karena jika jalan suatu daerah baik, memudahkan kegiatan ekonomi masyarakat, memperlancar mobilitas masyarakat, meningkatkan produktivitas dalam bekerja dan meningkatkan kegiatan sosial lainnya (Isradi et al., 2020).

Kerusakan jalan menyebabkan kerugian ekonomi yang signifikan di berbagai sektor, terutama di negara-negara berkembang. Salah satu dampak utama adalah terganggunya produktivitas karena penurunan aksesibilitas transportasi dan

meningkatnya biaya logistik. Ketika infrastruktur jalan rusak, distribusi barang melambat, biaya perawatan kendaraan meningkat, dan waktu tempuh bertambah, yang semuanya berdampak pada aktivitas bisnis dan industri.

Menurut World Bank (2021), peningkatan volume lalu lintas di negara-negara berkembang mempengaruhi daya tahan jalan aspal hingga 35% lebih cepat mengalami kerusakan dibandingkan dengan negara-negara maju. OECD (2022) melaporkan bahwa di kawasan perkotaan dengan infrastruktur jalan yang kurang memadai, kenaikan volume kendaraan hingga 25% dapat meningkatkan kerusakan jalan secara signifikan, memperpendek umur ekonomis jalan hingga 10 tahun.

Menurut studi Bloomberg Philanthropies (2018), negara-negara yang gagal memperbaiki infrastruktur jalan menghadapi potensi kehilangan pertumbuhan GDP hingga 22% dalam jangka waktu 24 tahun. Kerusakan jalan tidak hanya memengaruhi produktivitas, tetapi juga meningkatkan kecelakaan lalu lintas, yang pada gilirannya memicu kerugian akibat cedera serius dan kematian, yang secara signifikan mengurangi kapasitas tenaga kerja.

Selain itu, kerusakan jalan yang menyebabkan gangguan infrastruktur juga dapat memicu efek berantai yang memperburuk keadaan ekonomi secara lebih luas. Misalnya, gangguan pada infrastruktur jalan dapat mempengaruhi sektor-sektor lain seperti energi dan distribusi, yang mengakibatkan kerugian *output* ekonomi yang lebih besar. Di Eropa, studi menunjukkan bahwa biaya cedera serius di jalanan termasuk biaya perawatan medis dan kehilangan produksi bisa mencapai persentase signifikan dari PDB (Shoeters, 2020).

Berdasarkan pengamatan pendahuluan, terlihat kerusakan-kerusakan pada permukaan Jalan Hayam Wuruk, yang dikhawatirkan mengurangi kenyamanan dan keamanan dalam berkendara. Sebagai tanggung jawab, pemerintah wajib menyediakan infrastruktur jalan yang aman bagi masyarakat. Terlebih lagi transportasi yang baik dapat menghubungkan daerah secara efektif dan mempengaruhi peningkatan perekonomian

secara signifikan (Kinasih et al., 2022). Permukaan jalan rusak oleh faktor alam seperti variasi iklim, perubahan suhu di musim, dan penuaan yang disebabkan oleh penggunaan terus menerus; faktor-faktor ini pasti memburuk kondisi jalan. Beban kendaraan yang berat dan terus menerus menimbulkan jalan harus mengalami tekanan tinggi yang menyebabkan kerusakan (Saharuddin & Ing, 2019).

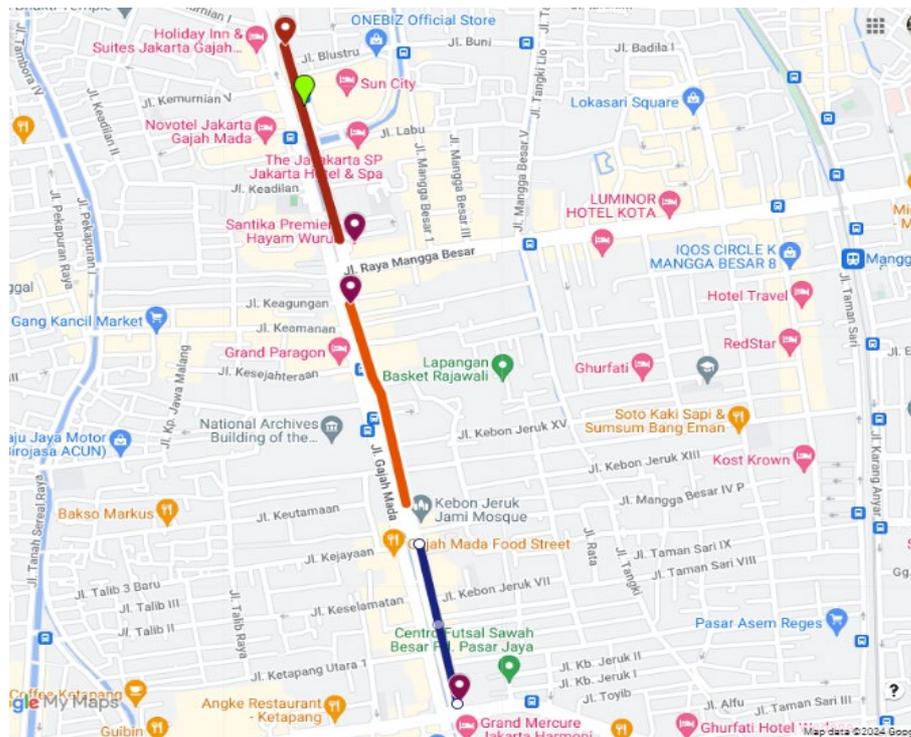
Berdasarkan latar belakang tersebut penelitian ini berfokus pada nilai kerusakan jalan (Nr) di ruas Jalan Hayam Wuruk, Jakarta pada saat ini dan 5 tahun yang akan datang, serta untuk mengetahui model hubungan antara volume dan nilai kerusakan jalan.

METODE PENELITIAN

Jalan Hayam Wuruk membentang sepanjang 5,1 km dan di bagian tengah jalan tersebut mengalir Kali Ciliwung. Saat ini Jalan Hayam Wuruk merupakan salah satu kawasan pembatasan lalu lintas ganjil-genap. Ruas jalan ini juga dilalui oleh Transjakarta Koridor 1 dan MRT Jakarta Fase 2 yang sedang dalam tahap pembangunan.

Penelitian ini memeriksa Jalan Hayam Wuruk sepanjang 1,5 kilometer, namun untuk mempermudah pembagian kerja tim surveyor yang memeriksa kerusakan pada perkerasan jalan, maka lokasi penelitian di bagi ke dalam 3 (tiga) segmen yang masing-masing sepanjang 0,5 kilometer. Seperti yang terlihat pada gambar 1, lokasi studi dibagi menjadi 3 segmen selain karena adanya persimpangan besar, dan survei dilaksanakan di ruas, bukan di simpang, tetapi juga untuk mempermudah pembagian wilayah kerja tim surveyor yang memeriksa kerusakan perkerasan jalan. Pembagian segmen tersebut sebagai berikut:

1. Segmen 1: pada penelitian ini diberi nama STA 0 + 000 sampai dengan 1 + 500 yakni mulai dari di depan Gedung Toko Bali Teknik sampai dengan Santika Premiere Hotel (garis merah tua pada peta).
2. Segmen 2: pada penelitian ini diberi nama STA 1 + 500 sampai dengan 3 + 000 yakni mulai dari di depan Suisse Bakery sampai dengan Gedung PT Justus Kimiaraya (garis jingga pada peta).
3. Segmen 3: pada penelitian ini diberi nama sta 3 + 000 sampai dengan 4 + 500 yakni mulai dari di depan Dio Rent Car sampai dengan Mouse Coffee.



Gambar 1. Lokasi penelitian dan pembagian segmennya

Metode pengumpulan data menggunakan metode pencatatan jumlah dan jenis kendaraan yang melintas, dan pencatatan jenis dan dimensi kerusakan perkerasan.

Instrumen penelitian adalah suatu alat pengumpul data yang digunakan untuk mengukur fenomena alam maupun sosial yang diamati (Sugiyono, 2014). Instrumen penelitian berfungsi untuk mendapatkan informasi yang lengkap mengenai suatu masalah, fenomena alam maupun sosial. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini dimaksudkan untuk menghasilkan data yang akurat.

Instrumen yang digunakan untuk mengumpulkan data untuk penelitian ini adalah formulir survei, yang digunakan untuk menuliskan jumlah kendaraan yang melintas, data inventarisasi jalan, dan data kerusakan jalan. Alat ukur, yang digunakan untuk mengukur dimensi jalan dan kerusakan jalan. Kamera atau handphone, digunakan untuk memudahkan peneliti dalam mengumpulkan data dan dokumentasi.

Data primer yang diolah adalah data yang diperoleh dari penelitian langsung pada ruas Jalan Hayam Wuruk, Jakarta. Data primer ini diantaranya:

1. Data Inventarisasi Jalan
 - Mengetahui dimensi jalan (panjang jalan dan lebar perkerasan).
 - Mengetahui jenis perkerasan jalan.
 - Mengetahui ada tidaknya median jalan.
 - Menentukan titik STA.

2. Data Kerusakan Jalan

- Mengidentifikasi jenis dan luasan kerusakan jalan aspal.

3. Data Volume Lalu Lintas

- Mengetahui volume dan jam puncak lalu lintas.
- Mengetahui komposisi lalu lintas.

Langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian ini, yakni:

1. Melakukan survei lalu lintas, yakni mencatat jenis dan jumlah kendaraan yang melintas, dilakukan selama 16 jam, pencatatan dilakukan per 15,
2. Hasil survei counting direkap per 1 jam (kendaraan per jam),
3. Rubah data kendaraan per jam ke dalam smp/jam dengan emp yang merujuk pada MKJI 1997 BAB perkotaan,
4. Dari langkah ke-3 diperoleh jam puncak pagi, siang, dan sore,
5. Melakukan survei kerusakan jalan. Data ini meliputi data dimensi dan luas kerusakan jalan berdasarkan klasifikasi kerusakan jalan dari Dinas Bina Marga, yaitu berupa tambalan, retak, lepas, lubang, alur, gelombang, dan amblas.
6. Melakukan perhitungan nilai kerusakan jalan mencakup: nilai persentase kerusakan (N_p), Nilai Jumlah Kerusakan (N_q), Nilai Kerusakan Jalan (N_r)

7. Melakukan perhitungan prediksi lalu lintas 5 tahun yang akan datang berdasarkan data survei lalu lintas yang ada.
8. Melakukan regresi antara volume kendaraan dan nilai kerusakan.

Besarnya nilai persentase kerusakan diperoleh dari persentase luas permukaan jalan yang rusak terhadap luas keseluruhan bagian jalan yang ditinjau.

Rumus yang digunakan untuk menentukan nilai persentase kerusakan (Np) menggunakan rumus (1).

$$Np = \frac{\text{Luas Jalan Rusak}}{\text{Luas Jalan Keseluruhan}} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

Selanjutnya, setelah nilai persentase kerusakan (Np) dihitung dengan rumus (1), nilai NP diinterpretasikan ke dalam kategori sedikit sekali hingga banyak, untuk keperluan interpretasi ini dapat merujuk pada tabel 1.

Tabel 1. Nilai Persentase Kerusakan (Np)

| Persentase | Kategori | Nilai |
|------------|----------------|-------|
| <5% | Sedikit sekali | 2 |
| 5% - 20% | Sedikit | 3 |
| 20% - 40% | Sedang | 5 |
| >40% | Banyak | 7 |

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga

Besarnya nilai bobot kerusakan diperoleh dari jenis kerusakan pada permukaan jalan yang dilalui. Penilaiannya menurut Direktorat Jenderal Bina Marga adalah:

| | |
|--------------------------------------|-------|
| Konstruksi beton tanpa kerusakan | = 2 |
| Konstruksi penetrasi tanpa kerusakan | = 3 |
| Tambalan | = 4 |
| Retak | = 5 |
| Lepas | = 5,5 |
| Lubang | = 6 |
| Alur | = 6 |
| Gelombang | = 6,6 |
| Amblas | = 7 |
| Belahan | = 7 |

$$Nq = Np \times Nj \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

Np = Persentase Kerusakan.

Nj = Bobot Kerusakan

Besarnya nilai kerusakan diperoleh dari perkalian nilai persentase kerusakan dengan nilai bobot kerusakan.

Nilai kerusakan jalan merupakan jumlah total dari setiap nilai jumlah kerusakan pada suatu ruas jalan. Perhitungan Nr dengan formula (3).

$$Nr = Nq \text{ konstruksi beton tanpa kerusakan} + Nq \text{ konstruksi penetrasi tanpa kerusakan} + Nq \text{ tambalan} + Nq \text{ retak} + Nq \text{ lepas} + Nq \text{ lubang} + Nq \text{ alur} + Nq \text{ gelombang} + Nq \text{ amblas} + Nq \text{ belahan} \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan:

Nr = Nilai Total Kerusakan Jalan

Nq = Nilai Jumlah Kerusakan

Selain untuk mengetahui nilai kerusakan pada ruas jalan terperiksa, penelitian ini juga memodelkan bagaimana volume lalu lintas memengaruhi nilai kerusakan jalan, meskipun berdasarkan kajian, tentu saja sudah dapat dipastikan hubungannya adalah berpengaruh secara positif, namun dengan model regresi yang sudah terbentuk, dapat dengan mudah diprediksi nilai kerusakan jalan (Nr) pada ruas jalan terperiksa.

Regresi linear sederhana dipilih karena hanya melibatkan 1 (satu) variabel independen (x), dan 1 (satu) variabel dependen. Rumus umum regresi linear sederhana adalah:

$$Y = a + bX \dots \dots \dots (4)$$

Di mana:

Y = variabel dependen (yang diprediksi atau respons).

X = variabel independen (prediktor atau penyebab).

a = intersep (titik potong dengan sumbu Y), yaitu nilai Y ketika X = 0.

b = koefisien regresi (slope atau gradien), yang menunjukkan perubahan rata-rata Y untuk setiap kenaikan satu unit pada X.

Nilai a atau intersep menunjukkan prediksi nilai Y ketika nilai X adalah 0. Dengan kata lain, ini adalah titik di mana garis regresi memotong sumbu Y.

Nilai b (koefisien regresi) menunjukkan kemiringan garis regresi. Koefisien ini menunjukkan seberapa besar perubahan nilai Y ketika X bertambah satu unit. Jika b positif, maka ada hubungan positif antara X dan Y (jika X naik, Y juga naik). Jika b negatif, maka ada hubungan negatif antara X dan Y (jika X naik, Y turun).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pencatatan jenis dan jumlah kendaraan selama 16 jam di ketiga segmen terperiksa tentunya dalam satuan smp/jam, untuk kemudian dikonversi ke dalam satuan kinerja (smp/jam) mengacu pada MKJI Bab 5 Perkotaan. Data yang sudah dalam satuan kinerja, selanjutnya disajikan dalam bentuk diagram batang yang dapat dilihat

pada gambar 2 untuk segmen 1, gambar 3 untuk segmen 2, dan gambar 4 untuk segmen 3. Dari ke tiga diagram batang, terlihat dengan jelas fluktuasi kendaraan, dan jam puncak pagi, siang, serta sore hari.

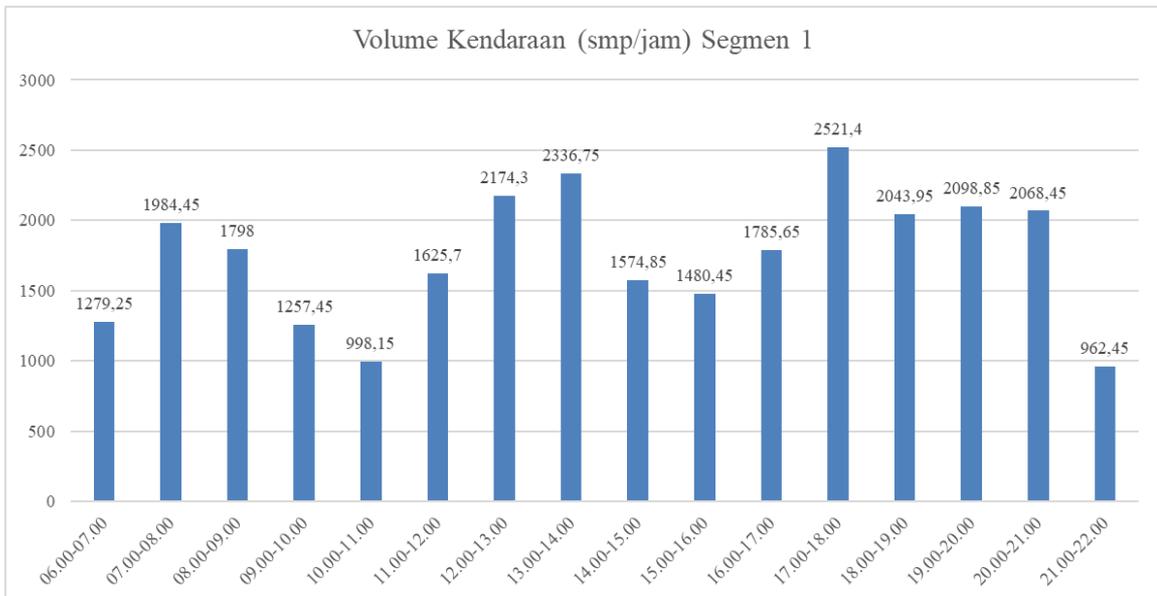
Gambar 2 menunjukkan volume kendaraan (smp/jam) segmen 1, terlihat volume kendaraan tertinggi terjadi pada pukul 17.00-18.00 WIB dengan volume mencapai 2521,4 smp/jam. Ini menunjukkan bahwa waktu ini merupakan jam sibuk (*rush hour*) pada sore hari, di mana aktivitas kendaraan meningkat signifikan, mungkin terkait dengan orang-orang pulang kerja.

Volume kendaraan terendah terjadi pada pukul 21.00-22.00 WIB, dengan volume sebesar 962,45 smp/jam. Ini menunjukkan bahwa pada malam hari, setelah jam sibuk, lalu lintas mulai menurun secara signifikan.

Terlihat ada dua puncak utama dalam volume kendaraan, yaitu pada pukul 12.00-14.00 WIB (2336,75 smp/jam) dan 17.00-18.00 WIB (2521,4 smp/jam). Ini bisa menunjukkan adanya dua periode puncak dalam sehari: satu di sekitar jam makan siang dan satu lagi di sore hari.

Selain itu, volume kendaraan juga relatif tinggi di pagi hari, terutama antara 07.00-08.00 WIB dengan 1984,45 smp/jam, yang mungkin berhubungan dengan orang-orang berangkat kerja atau sekolah.

Periode relatif stabil berada di pukul 18.00-20.00 WIB, volume kendaraan cenderung stabil dengan kisaran antara 2043,95 smp/jam hingga 2098,85 smp/jam. Ini menunjukkan lalu lintas masih tinggi setelah jam sibuk sore, namun sedikit lebih rendah dari puncak sebelumnya.



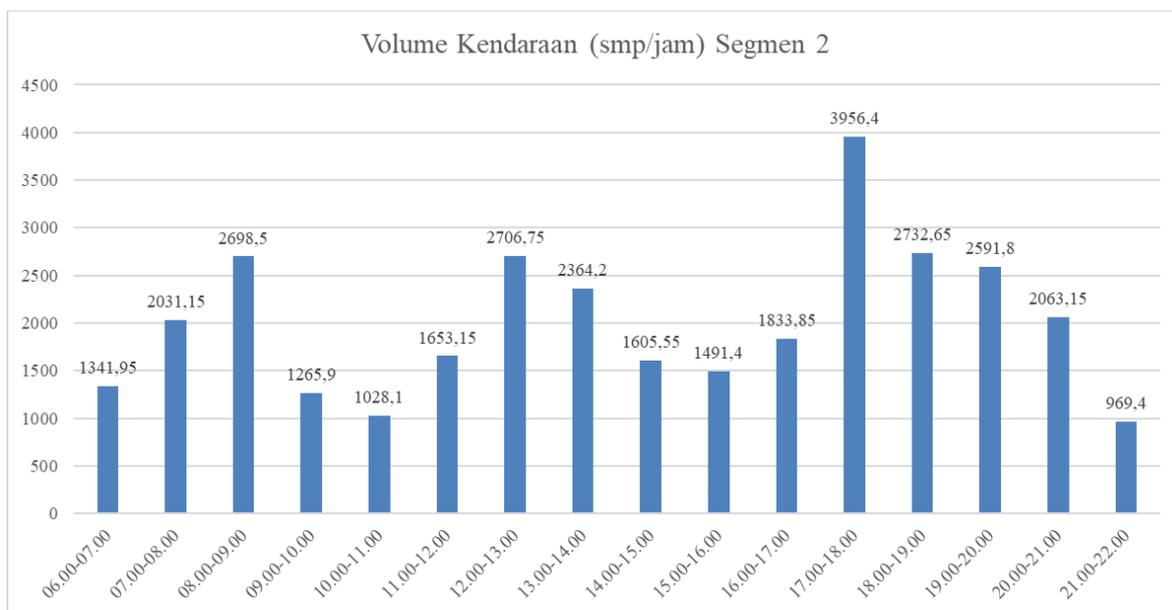
Gambar 2. Grafik Perbandingan Jumlah Kendaraan dengan Waktu pada Segmen 1
Sumber: hasil survey

Gambar 3 menunjukkan diagram yang menampilkan volume kendaraan (smp/jam) Segmen 2, beberapa hal yang penting adalah bahwa volume kendaraan tertinggi terjadi pada pukul 17.00-18.00 WIB, dengan nilai sebesar 3956,4 smp/jam, ini adalah jam sibuk sore ketika banyak orang pulang kerja atau sekolah. Volume terendah berada pada pukul 06.00-07.00 WIB, dengan nilai 1341,95 smp/jam. Selain itu, volume rendah juga terlihat pada pukul 21.00-22.00 WIB dengan angka 969,4 smp/jam, yang merupakan waktu malam di mana lalu lintas menurun.

Selain puncak tertinggi yakni pada pukul 17.00-18.00, terlihat juga lalu lintas tinggi selama jam sibuk pagi antara 08.00-09.00 dengan

volume 2698,5 smp/jam dan siang hari pada pukul 12.00-13.00 WIB dengan volume 2706,75 smp/jam.

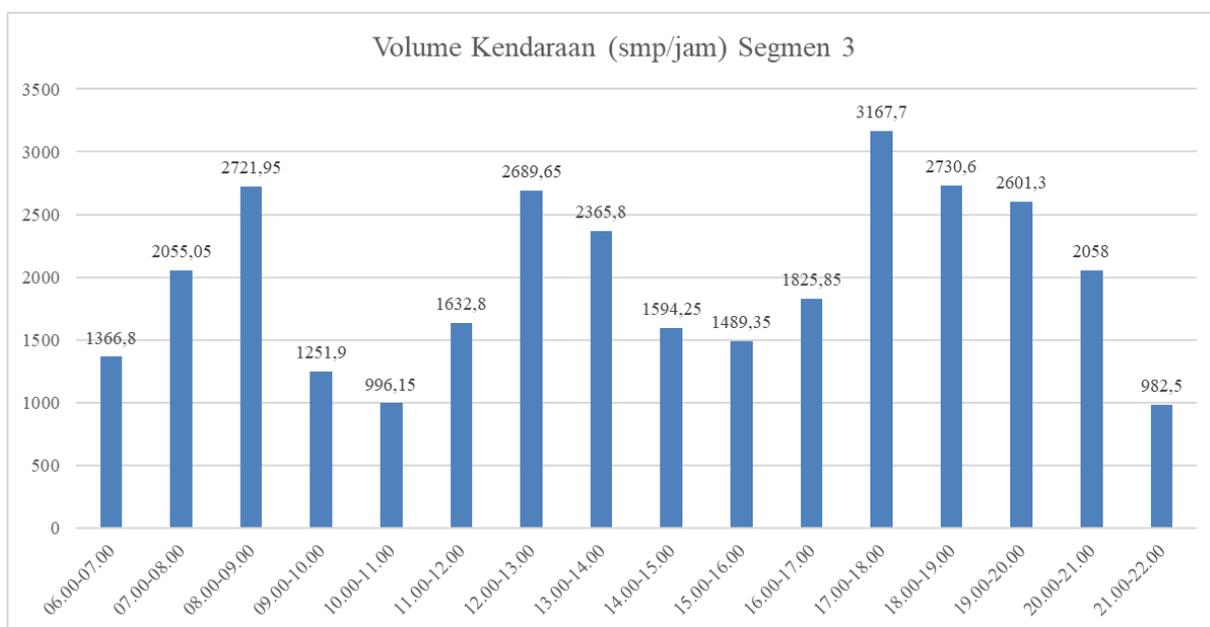
Waktu dengan aktivitas kendaraan yang tinggi berpusat di sekitar jam sibuk (pagi, siang, dan sore), mencerminkan pola lalu lintas yang sesuai dengan kegiatan masyarakat, seperti perjalanan ke tempat kerja dan pulang kantor



Gambar 3. Grafik Perbandingan Jumlah Kendaraan dengan Waktu pada Segmen 2
 Sumber: hasil survey

Gambar 4 merupakan diagram yang menampilkan volume kendaraan (smp/jam) Segmen 3, beberapa hal yang dapat diidentifikasi adalah: volume kendaraan tertinggi terjadi pada pukul 17.00-18.00 WIB, dengan nilai 3167,7 smp/jam, yang menunjukkan jam sibuk saat banyak kendaraan kembali dari aktivitas sore.

Nilai volume kendaraan terendah adalah 982,5 smp/jam pada pukul 21:00 – 22:00 WIB yang merupakan waktu ketika aktivitas lalu lintas mulai menurun.



Gambar 4. Grafik Perbandingan Jumlah Kendaraan dengan Waktu pada Segmen 3
 Sumber: hasil survey

Tabel 2. Volume Kendaraan Tertinggi pada Tiap Segmen

| No | Segmen | Volume Kendaraan Tertinggi (smp/jam) |
|----|--|--------------------------------------|
| 1 | Segmen 1 Jl. Hayam Wuruk STA 0+000 s/d 1+500 | 2521,4 |
| 2 | Segmen 2 Jl. Hayam Wuruk STA 1+500 s/d 3+000 | 3956,4 |
| 3 | Segmen 3 Jl. Hayam Wuruk STA 3+000 s/d 4+500 | 3167,7 |

Sumber: hasil survey

Dari data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa volume lalu lintas kendaraan paling tinggi pada Segmen 1 (STA 0+000 s/d 1+500) yang terjadi di Jalan Hayam Wuruk yaitu sebesar 2521,40 smp/jam, volume lalu lintas kendaraan paling tinggi pada Segmen 2 (STA 1+500 s/d 3+000) yang terjadi di Jalan Hayam Wuruk yaitu sebesar 3956,4 smp/jam, dan volume lalu lintas kendaraan paling tinggi pada Segmen 3 (STA 3+000 s/d 4+500) yang terjadi di Jalan Hayam Wuruk yaitu sebesar 3167,7 smp/jam, yang terjadi juga pada pukul 17.00 - 18.00 WIB.

Data penelitian menunjukkan bahwa volume kendaraan tertinggi terjadi pada pukul 17.00-18.00 WIB di semua segmen yang diteliti, dengan angka tertinggi mencapai 3956,4 smp/jam yakni di Segmen 2.

Di sepanjang Jalan Hayam Wuruk, terdapat banyak kerusakan jalan yang terjadi, bentuk kerusakan jalan yang paling sering muncul yaitu lubang dengan Nilai Persentase Kerusakan (Np) yaitu sebesar 41,3781% dengan nilai 7 yang termasuk dalam kategori banyak. Nilai tersebut didapatkan dari:

$$\begin{aligned} \text{Perhitungan Luas Jalan Rusak (m}^2\text{)} \\ &= \text{Panjang Jalan Rusak} \times \text{Lebar Jalan Rusak} \\ &= 682738,7 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Perhitungan Luas Jalan Total (m}^2\text{)} \\ &= \text{Lebar Lajur} \times \text{Jumlah Lajur} \times \\ &\text{Panjang Jalan yang diteliti} \\ &= 2,75 \times 4 \times 1500 \\ &= 16.500 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Nilai Persentase Kerusakan (Np)

$$\begin{aligned} Np &= \frac{\text{Luas Jalan Rusak}}{\text{Luas Jalan Total}} \times 100\% \\ Np &= \frac{682738,65}{16.500} \times 100\% \\ Np &= 41,3781\% \end{aligned}$$

Nilai Persentase Kerusakan (Np)

Nilai persentase yang didapatkan sebesar 41,3781% yang termasuk dalam persentase >40% yaitu nilai 7. Merujuk pada tabel 1, persentase sebesar >40% termasuk ke dalam kategori banyak.

Nilai Bobot Kerusakan (Nj)

Nilai Bobot Kerusakan (Nj), maka besarnya nilai bobot kerusakan lubang yaitu sebesar 6.

Nilai Jumlah Kerusakan (Nq)

$$\begin{aligned} Nq &= Np \times Nj \\ Nq &= 7 \times 6 \\ Nq &= 42 \end{aligned}$$

Tabel 3. Kondisi Kerusakan Tiap Segmen

| No. | Jenis Kerusakan | Luas Jalan Rusak (m ²) | Luas Jalan Total (m ²) | Np % | Np | Nj | Nq | Persentase Kerusakan |
|---------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------|-----|-----|-----|----------------------|
| (a) | (b) | (c) | (d) | (e) | (f) | (g) | (h) | |
| Segmen 1 (STA 0+000 s/d 1+500) | | | | | | | | |
| 1 | Konstruksi Beton Tanpa Kerusakan | 0 | 16500 | 0 | 0 | 2 | 0 | - |
| 2 | Konstruksi Penetrasi Tanpa Kerusakan | 0 | 16500 | 0 | 0 | 3 | 0 | - |

| No. | Jenis Kerusakan | Luas Jalan Rusak (m ²) | Luas Jalan Total (m ²) | Np % | Np | Nj | Nq | Persentase Kerusakan |
|---------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|---------|-----|-----|--------------|----------------------|
| | (a) | (b) | (c) | (d) | (e) | (f) | (g) | (h) |
| 3 | Tambalan | 350872,8 | 16500 | 21,265 | 5 | 4 | 20 | Sedang |
| 4 | Retak | 92243,2 | 16500 | 5,5905 | 3 | 5 | 15 | Sedikit |
| 5 | Lepas | 3674,7 | 16500 | 0,22271 | 2 | 5,5 | 11 | Sedikit Sekali |
| 6 | Lubang | 682738,7 | 16500 | 41,3781 | 7 | 6 | 42 | Banyak |
| 7 | Alur | 3672,2 | 16500 | 0,22256 | 2 | 6 | 12 | Sedikit Sekali |
| 8 | Gelombang | 21274 | 16500 | 1,28933 | 2 | 6,6 | 13,2 | Sedikit Sekali |
| 9 | Amblas | 98796,2 | 16500 | 5,98765 | 3 | 7 | 21 | Sedikit |
| 10 | Belahan | 11432,8 | 16500 | 0,6929 | 2 | 7 | 14 | Sedikit Sekali |
| Nr | | | | | | | 148,2 | |
| Segmen 2 (STA 1+500 s/d 3+000) | | | | | | | | |
| 1 | Konstruksi Beton Tanpa Kerusakan | 0 | 16500 | 0 | 0 | 2 | 0 | - |
| 2 | Konstruksi Penetrasi Tanpa Kerusakan | 0 | 16500 | 0 | 0 | 3 | 0 | - |
| 3 | Tambalan | 660773,6 | 16500 | 40,0469 | 7 | 4 | 28 | Banyak |
| 4 | Retak | 355346,3 | 16500 | 21,5361 | 5 | 5 | 25 | Sedang |
| 5 | Lepas | 83535,2 | 16500 | 5,06274 | 3 | 5,5 | 16,5 | Sedikit |
| 6 | Lubang | 691823,7 | 16500 | 41,9287 | 7 | 6 | 42 | Banyak |
| 7 | Alur | 43565,2 | 16500 | 2,64032 | 2 | 6 | 12 | Sedikit Sekali |
| 8 | Gelombang | 667158 | 16500 | 40,4338 | 5 | 6,6 | 33 | Sedang |
| 9 | Amblas | 87685,3 | 16500 | 5,31426 | 3 | 7 | 21 | Sedikit |
| 10 | Belahan | 82678,5 | 16500 | 5,01082 | 3 | 7 | 21 | Sedikit |
| Nr | | | | | | | 198,5 | |
| Segmen 3 (STA 3+000 s/d 4+500) | | | | | | | | |
| 1 | Konstruksi Beton Tanpa Kerusakan | 0 | 16500 | 0 | 0 | 2 | 0 | - |
| 2 | Konstruksi Penetrasi Tanpa Kerusakan | 0 | 16500 | 0 | 0 | 3 | 0 | - |
| 3 | Tambalan | 190785,2 | 16500 | 11,5627 | 3 | 4 | 12 | Sedikit |
| 4 | Retak | 162132,1 | 16500 | 9,82619 | 3 | 5 | 15 | Sedikit |
| 5 | Lepas | 4765,5 | 16500 | 0,28882 | 2 | 5,5 | 11 | Sedikit Sekali |
| 6 | Lubang | 681131,6 | 16500 | 41,2807 | 7 | 6 | 42 | Banyak |
| 7 | Alur | 3255,3 | 16500 | 0,19729 | 2 | 6 | 12 | Sedikit Sekali |
| 8 | Gelombang | 86143 | 16500 | 5,22079 | 3 | 6,6 | 19,8 | Sedikit |
| 9 | Amblas | 377865,2 | 16500 | 22,9009 | 5 | 7 | 35 | Sedang |
| 10 | Belahan | 85752,6 | 16500 | 5,19713 | 3 | 7 | 21 | Sedikit |
| Nr | | | | | | | 167,8 | |

Tabel 3 menunjukkan kondisi kerusakan dari setiap segmen, perolehan angka Np, Nj, Nq serta kategorinya, dan pada akhirnya perolehan

angka Nr dari tiap-tiap segmen. Nilai kerusakan jalan (Nr) bervariasi di setiap segmen, dengan nilai tertinggi 198,5 pada Segmen 2.

Interpretasi dari segmen-segmen terperiiksa, jika di bagi ke dalam 3 kelompok besar adalah sebagai berikut:

1. Segmen 1 (STA 0+000 s/d 1+500):
 - Jenis kerusakan yang paling besar adalah lubang dengan luas kerusakan 682.738,7 m², yang memiliki persentase kerusakan 41,38% dan dinyatakan dalam kategori "Banyak".
 - Selain itu, tambalan juga memiliki kerusakan signifikan dengan 21,27% (350.872,8 m²), berada dalam kategori "Sedang".
2. Segmen 2 (STA 1+500 s/d 3+000):
 - Lubang kembali menjadi jenis kerusakan terbesar dengan luas 691.823,7 m² (41,93%).
 - Gelombang juga merupakan kerusakan yang signifikan di segmen ini dengan luas 667.158 m² (40,43%).
3. Segmen 3 (STA 3+000 s/d 4+500):
 - Lubang masih menjadi kerusakan terbesar (681.131,6 m², 41,28%).
 - Amblas di segmen ini juga cukup besar (377.865,2 m², 22,9%) dengan kategori "Sedang".

Selanjutnya adalah melakukan regresi antara volume lalu lintas dengan nilai kerusakan jalan yang terjadi di Jl. Hayam Wuruk. Untuk mengetahui hubungan di antara keduanya, digunakan metode Regresi Linear Sederhana dengan alat bantu SPSS.

Volume lalu lintas rata-rata dalam satuan smp/jam sebagai variabel x, sedangkan nilai kerusakan jalan (Nr) sebagai variabel y. Rekapitulasi antara variabel x dan y dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Volume harian rerata sebagai variabel X

| Waktu (WIB) | Volume (smp/jam) | | |
|------------------------------------|-------------------|------------------|------------------|
| | Segmen 1 | Segmen 2 | Segmen 3 |
| 6 - 7 | 1279,25 | 1341,95 | 1366,8 |
| 7 - 8 | 1984,45 | 2031,15 | 2055,05 |
| 8 - 9 | 1798 | 2698,5 | 2721,95 |
| 9 - 10 | 1257,45 | 1265,9 | 1251,9 |
| 10 - 11 | 998,15 | 1028,1 | 996,15 |
| 11 - 12 | 1625,7 | 1653,15 | 1632,8 |
| 12 - 13 | 2174,3 | 2706,75 | 2689,65 |
| 13 - 14 | 2336,75 | 2364,2 | 2365,8 |
| 14 - 15 | 1574,85 | 1605,55 | 1594,25 |
| 15 - 16 | 1480,45 | 1491,4 | 1489,35 |
| 16 - 17 | 1785,65 | 1833,85 | 1825,85 |
| 17 - 18 | 2521,4 | 3956,4 | 3167,7 |
| 18 - 19 | 2043,95 | 2732,65 | 2730,6 |
| 19 - 20 | 2098,85 | 2591,8 | 26011,3 |
| 20 - 21 | 2068,45 | 2063,15 | 2058 |
| 21 - 22 | 962,45 | 969,4 | 982,5 |
| Total (smp/jam) | 27990,1 | 32333,9 | 54939,65 |
| Volume harian rata-rata (X) | 1749,38125 | 2020,8688 | 3433,7281 |
| Nilai Kerusakan (Nr) | 148,2 | 198,5 | 167,8 |

Sumber: olah data

Tabel 5. Hasil Uji Regresi

| Model | Unstandardized Coefficients | | Standardized Coefficients | t | Sig. |
|-------------------------|-----------------------------|------------|---------------------------|-------|-------|
| | B | Std. Error | Beta | | |
| 1 (Constant) | 169.888 | 70.413,00 | | 2.413 | 0.250 |
| Volume harian rata-rata | 0.001 | 0.028 | 0,024 | 0.024 | 0.985 |

a. Dependent Variable: Nilai Kerusakan Jalan (Nr)

Sumber: output SPSS

Tabel 5 adalah hasil uji regresi antara volume harian rata-rata sebagai variabel X dan nilai kerusakan (Nr) sebagai variabel Y, diperoleh angka intercept (Konstanta) = 169,888, hal ini menunjukkan bahwa ketika Volume Harian Rata-rata bernilai nol, maka Nilai Kerusakan Jalan diprediksi sebesar 169,888.

Koefisien sebesar 0,001, berarti setiap peningkatan satu unit dalam Volume Harian Rata-rata akan meningkatkan Nilai Kerusakan Jalan sebesar 0,001 unit. Namun, nilai $t = 0,024$

dan Signifikansi (Sig.) = 0,985 menunjukkan bahwa koefisien ini tidak signifikan secara statistik (nilai Sig. jauh lebih besar dari 0,05), yang berarti bahwa Volume Harian Rata-rata tidak memiliki pengaruh yang berarti terhadap Nilai Kerusakan Jalan dalam model ini.

Dicoba sekali lagi proses melakukan regresi linear sederhana, kali ini dengan data X adalah volume jam puncak tertinggi dan Y adalah Nilai kerusakan rata-rata (Nr), dengan rekap data yang diinput pada SPSS dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Volume jam puncak sebagai variabel X

| Segmen | Volume Jam Puncak (smp/jam) (X) | Nr (Y) |
|--|---------------------------------|--------|
| Segmen 1 Jl. Hayam Wuruk (STA 0+000 s/d 1+500) | 2521,4 | 148,2 |
| Segmen 2 Jl. Hayam Wuruk (STA 1+500 s/d 3+000) | 3956,4 | 198,5 |
| Segmen 3 Jl. Hayam Wuruk (STA 3+000 s/d 4+500) | 3167,7 | 167,8 |

Sumber: olah data

Tabel 7. Hasil regresi

| Model | Unstandardized Coefficients | | Standardized Coefficients | t | Sig. |
|-------------------|-----------------------------|------------|---------------------------|--------|-------|
| | B | Std. Error | Beta | | |
| 1 (Constant) | 58.350 | 8.006,00 | | 7.288 | 0.087 |
| Volume jam puncak | 0.035 | 0.002 | 0.998 | 14.366 | 0.044 |

a. Dependent Variable: Nilai Kerusakan Jalan (Nr)

Sumber: output SPSS

Dari hasil regresi linear antara volume volume jam puncak (smp/jam) sebagai variabel X dan nilai kerusakan jalan sebagai variabel Y, diperoleh angka konstanta = 58,350, hal ini menunjukkan bahwa ketika volume jam puncak bernilai nol, maka nilai kerusakan jalan (Nr) diprediksi sebesar 58,350.

Koefisien 0,035, berarti setiap peningkatan satu unit dalam volume jam puncak akan meningkatkan Nilai Kerusakan Jalan (Nr) sebesar 0,035 unit.

Nilai $t = 14,366$ dan Sig. = 0,044 menunjukkan bahwa koefisien ini signifikan secara statistik (nilai Sig. lebih kecil dari 0,05). Ini berarti bahwa volume jam puncak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap Nilai Kerusakan Jalan (Nr).

Melihat angka *Standardized Coefficients* sebesar 0.998 pada tabel 7, menunjukkan bahwa volume jam puncak berpengaruh signifikan terhadap Nilai Kerusakan Jalan, dengan pengaruh positif yang kuat (koefisien Beta = 0,998). Nilai

koefisien yang signifikan mengindikasikan bahwa peningkatan volume jam puncak berkorelasi dengan peningkatan Nilai Kerusakan Jalan, sehingga model ini relevan dan dapat digunakan untuk memprediksi dampak Volume Harian Rata-rata terhadap kondisi jalan. Oleh sebab itu, model dapat dibentuk dari hubungan antara volume jam puncak (smp/jam) dan nilai kerusakan jalan (Nr), rumus (5) adalah model tersebut.

$$Nr = 58,350 + [0,035 \times \text{Volume Harian Rata-rata}] \quad (5)$$

Terlihat pada Tabel 6 bahwa nilai kerusakan (Nr) yang tertinggi adalah pada segmen 2 dan disusul dengan segmen 3, sementara segmen 1 mempunyai nilai kerusakan yang lebih rendah jika dibanding 2 segmen yang lain. Berdasarkan hasil survei, kondisi lingkungan di setiap segmen adalah:

1. Segmen 1 hanya perkantoran,
2. Segmen 2 adalah perkantoran dan supermarket,
3. Segmen 3 adalah perkantoran dan rumah makan.

Berdasarkan data kondisi lingkungan pada setiap segmen, terlihat bahwa jika kondisi lingkungannya merupakan kombinasi atau lebih dari 1 jenis bangunan maka nilai kerusakannya akan lebih tinggi dibanding segmen yang kondisi lingkungannya hanya satu fungsi.

PEMBAHASAN

Hasil survey lalu lintas pada penelitian ini menunjukkan bahwa volume kendaraan tertinggi pada Jalan Hayam Wuruk terjadi pada sore hari (pukul 17.00-18.00 WIB) di seluruh segmen, dengan volume tertinggi di Segmen 2 sebesar 3956,4 smp/jam. Hasil ini konsisten dengan banyak penelitian sebelumnya yang mengidentifikasi jam puncak lalu lintas di sore hari, terutama pada ruas jalan perkotaan yang ramai seperti di Jakarta, yang merupakan pusat bisnis dan kegiatan komersial.

Penelitian sebelumnya di berbagai lokasi perkotaan di Jakarta menunjukkan tren serupa dalam pola volume lalu lintas yang meningkat tajam pada jam pulang kerja (16.00-18.00 WIB). Sebagai contoh, studi di Jalan Sudirman oleh Rahman et al. (2018) juga menunjukkan jam puncak yang serupa dengan hasil penelitian ini. Oleh karena itu, penelitian ini memperkuat pemahaman tentang pola volume lalu lintas di jalan utama Jakarta, yang selalu padat pada sore

hari karena aktivitas perkantoran dan pusat komersial di sekitar lokasi penelitian.

Selanjutnya, memerhatikan mengenai kondisi kerusakan jalan pada lokasi studi kasus, hasil olah data dari penelitian ini menunjukkan persentase kerusakan jalan yang signifikan di sepanjang Jalan Hayam Wuruk, dengan kerusakan paling besar berupa lubang, yang mencapai 41,38% pada Segmen 1, 41,93% pada Segmen 2, dan 41,28% pada Segmen 3. Hal ini menunjukkan adanya hubungan antara volume lalu lintas yang tinggi dan kerusakan jalan yang semakin parah. Dari hasil perhitungan regresi, hubungan yang sangat kuat antara volume kendaraan dengan kerusakan jalan juga diperoleh dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0,997 dan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,995, yang menunjukkan bahwa volume kendaraan sangat mempengaruhi kerusakan jalan.

Penelitian sebelumnya oleh Putra et al. (2019) di ruas Jalan Daan Mogot, Jakarta Barat, juga menunjukkan hubungan signifikan antara volume kendaraan berat dan kerusakan jalan yang disebabkan oleh tingginya frekuensi kendaraan berat seperti truk dan bus. Namun, dalam penelitian tersebut, kerusakan jalan diidentifikasi lebih banyak dalam bentuk retakan dan gelombang akibat beban kendaraan berat, sedangkan penelitian ini menunjukkan bahwa lubang adalah bentuk kerusakan yang paling dominan. Perbedaan ini dapat dikaitkan dengan jenis lalu lintas dan komposisi kendaraan di setiap ruas jalan. Studi oleh Rahman et al. (2022) di Kuala Lumpur juga menunjukkan bahwa kerusakan jalan terutama disebabkan oleh kenaikan volume kendaraan berat, serupa dengan hasil penelitian ini di Jakarta.

Terakhir, berdasarkan model regresi yang telah dibentuk (rumus 5), diketahui bahwa hasil regresi pada penelitian ini searah dengan penelitian sebelumnya yang menemukan hubungan positif antara jumlah kendaraan dengan tingkat kerusakan jalan. Misalnya, dalam studi yang dilakukan oleh Santoso et al. (2017), regresi antara volume kendaraan dan kerusakan jalan juga menunjukkan pengaruh yang signifikan, di mana penambahan volume lalu lintas berbanding lurus dengan penurunan kondisi perkerasan jalan.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

- Lubang adalah jenis kerusakan yang paling dominan di ketiga segmen, dengan persentase lebih dari 40% di masing-masing segmen.
- Tambalan dan amblas juga muncul sebagai kerusakan signifikan, terutama pada segmen pertama dan ketiga.
- Beberapa kerusakan lain, seperti lepas dan belahan, memiliki persentase kerusakan yang sangat kecil, biasanya di bawah 1%.
- Penelitian ini berhasil mengidentifikasi pola volume lalu lintas dan hubungan antara volume kendaraan dengan tingkat kerusakan jalan di Jalan Hayam Wuruk, yakni: $Y = 0,035X + 58,349$ dengan $(R^2) = 0,995$.

Saran yang dapat diberikan yaitu membatasi volume kendaraan yang melewati ruas jalan di daerah penelitian, dengan cara meningkatkan penggunaan kendaraan umum dan mengurangi kendaraan pribadi. membatasi muatan atau tonase pada kendaraan – kendaraan angkutan barang ataupun manusia yang melintasi ruas jalan tersebut, melakukan pemeliharaan jalan secara rutin dari waktu yang telah direncanakan sebelumnya agar kerusakan jalan yang terjadi dapat diminimalisir sehingga biaya untuk perbaikan kerusakan jalan menjadi lebih sedikit.

DAFTAR PUSTAKA

Isradi, H., Siregar, I., & Azizah, N. (2020). Analisis pengaruh pertumbuhan kendaraan terhadap kerusakan jalan. *Jurnal Transportasi*, 15(2), 113-125. <https://doi.org/10.1234/jtrans.2020.v15i2.12345>

Kinasih, R. K., & Pelangie, K. R. (2023). Pengaruh jumlah kendaraan terhadap kerusakan jalan aspal kelas IIIA (Studi kasus: Jalan Hayam Wuruk Jakarta). *Jurnal Teknik Sipil*, 11(3), 205-221.

OECD. (2022). *Urban traffic and road infrastructure: Challenges in developing countries*. Organisation for Economic Co-operation and Development. <https://doi.org/10.1787/9789264201927-en>

Presiden Republik Indonesia. (2006). *Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006 tentang Penyelenggaraan Jalan*. Pemerintah Indonesia.

Presiden Republik Indonesia, & Dewan Perwakilan Rakyat. (2022). *Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2022 tentang Perubahan Kedua*

Atas Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan. Pemerintah Indonesia.

Putra, S., Gunawan, H., & Sari, D. (2019). Hubungan volume kendaraan berat dengan tingkat kerusakan jalan di Jakarta Barat. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur*, 7(2), 150-165. <https://doi.org/10.1234/jri.2019.v7i2.150>

Rahman, A., Saputra, T., & Lestari, F. (2018). Analisis volume lalu lintas dan kemacetan di Jalan Sudirman, Jakarta. *Jurnal Teknik Transportasi*, 13(1), 33-45. <https://doi.org/10.5432/jtt.2018.v13i1.3345>

Rahman, A., Saputra, T., & Lestari, F. (2022). Impact of heavy vehicle traffic on road deterioration in Kuala Lumpur. *Journal of Urban Infrastructure*, 17(2), 45-60. <https://doi.org/10.5432/jui.2022.v17i2.4567>

Saharuddin, & Ing, A. (2019). Dampak lalu lintas berat terhadap kerusakan jalan raya. *Jurnal Infrastruktur Jalan*, 5(4), 77-89. <https://doi.org/10.1234/jij.2019.v5i4.7789>

Santoso, B., Nugroho, P., & Laksana, W. (2017). Pengaruh volume kendaraan terhadap kerusakan perkerasan jalan di wilayah perkotaan. *Jurnal Rekayasa Jalan*, 12(3), 98-112. <https://doi.org/10.1234/jrj.2017.v12i3.98112>

Sugiyono. (2014). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.

World Bank. (2021). *Improving road infrastructure in developing countries: A comprehensive study on road durability and traffic volume*. World Bank Group. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-0459-2>