



# Analisis Kinerja Ruas Jalan Kenjeran, Simpang Apill (Jl. Kenjeran - Jl. Tambak Rejo), dan Simpang (Jl. Kenjeran - Jl. Sidotopo Wetan) Akibat Tundaan Perlintasan Sebidang Jpl 3 Sidotopo Surabaya

Bilal Zamzami<sup>1\*</sup>, Ratih Sekartadji<sup>2</sup>, Kurnia Hadi Putra<sup>3</sup>, Theresia Maria<sup>4</sup>

<sup>1-4</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Adhitama Surabaya, Indonesia

\*Penulis Korespondensi: [bilalzamzami7@gmail.com](mailto:bilalzamzami7@gmail.com)

**Abstract.** Traffic congestion caused by railway level crossings is a serious urban problem, especially on Kenjeran Road affected by the closure of the JPL 3 Sidotopo gate in Surabaya. This closure creates total blocked time, triggering long queues that spill back to adjacent intersections. This study aims to evaluate the existing traffic performance of Kenjeran Road, the signalized intersection (Kenjeran–Tambak Rejo), and the unsignalized intersection (Kenjeran–Sidotopo Wetan) using the 2023 Indonesian Road Capacity Guidelines (PKJI), and to propose an alternative solution in the form of a flyover. Primary data were collected through field surveys during three peak periods on weekdays and weekends, covering traffic volume, road geometry, and gate closure duration. Performance analysis included calculation of capacity, degree of saturation, queue length, and delay, supported by visual simulation using PTV Vissim 22. Results show that existing conditions are highly critical, with a road degree of saturation reaching 0.98, a level crossing delay of 56.14 sec/pcu, and a signalized intersection degree of saturation of 1.34, indicating oversaturated conditions. After implementing a flyover that separates straight-through light and heavy vehicle flows, significant improvements were achieved: the underpass road degree of saturation dropped to 0.63, the signalized intersection to 0.50, the unsignalized intersection to 0.41, and crossing delay decreased to 27.24 sec/pcu. These findings confirm that vertical separation of traffic flows effectively restores network service levels.

**Keywords:** Congestion Mitigation; Degree of Saturation; Flyover; Level Crossing; Signalized Intersection.

**Abstrak.** Kemacetan akibat perlintasan sebidang kereta api merupakan permasalahan serius di perkotaan, khususnya pada ruas Jalan Kenjeran yang terdampak penutupan palang pintu JPL 3 Sidotopo, Surabaya. Penutupan ini menciptakan waktu henti total yang memicu antrian panjang dan merambat ke simpang-simpang di sekitarnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja lalu lintas eksisting pada ruas Jalan Kenjeran, Simpang APILL (Jl. Kenjeran – Tambak Rejo), dan Simpang tak bersinyal (Jl. Kenjeran – Sidotopo Wetan) menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023, serta mengusulkan alternatif solusi berupa pembangunan flyover. Data primer diperoleh melalui survei lapangan pada tiga periode jam puncak di hari kerja dan akhir pekan, meliputi volume lalu lintas, geometrik jalan, dan durasi penutupan palang. Analisis kinerja mencakup perhitungan kapasitas, derajat kejenuhan, panjang antrian, dan tundaan, yang didukung simulasi visual dengan PTV Vissim 22. Hasil menunjukkan kondisi eksisting sangat kritis dengan derajat kejenuhan ruas mencapai 0,98, tundaan perlintasan 56,14 det/smp, dan derajat kejenuhan Simpang APILL 1,34 yang menandakan kondisi jenuh total. Setelah penerapan flyover yang memisahkan arus lurus kendaraan ringan dan berat, terjadi perbaikan signifikan: derajat kejenuhan ruas bawah turun menjadi 0,63, Simpang APILL menjadi 0,50, Simpang tak bersinyal menjadi 0,41, serta tundaan perlintasan berkurang menjadi 27,24 det/smp. Temuan ini menegaskan bahwa pemisahan vertikal arus lalu lintas mampu memulihkan tingkat pelayanan jaringan secara efektif.

**Kata kunci :** Derajat Kejenuhan; Jembatan Layang; Kemacetan; Perlintasan Sebidang; Simpang Bersinyal.

## 1. PENDAHULUAN

Urbanisasi yang pesat dan pertumbuhan ekonomi telah mendorong peningkatan mobilitas penduduk di kawasan perkotaan. Badan Pusat Statistik (BPS, 2013) memproyeksikan tingkat urbanisasi Indonesia akan meningkat dari 56,7% pada tahun 2020 menjadi 60% pada tahun 2025. Konsekuensinya, jumlah kendaraan bermotor tumbuh 5–7% per tahun, sementara penambahan panjang jalan hanya 1–2% per tahun. Di Kota Surabaya, yang berpenduduk 3,06 juta jiwa, Derajat Kejenuhan (DJ) rata-rata pada jalan arteri mencapai 0,85 pada jam sibuk,

melampaui batas pelayanan C ( $DJ \leq 0,75$ ) menurut Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 (Kementrian PUPR, 2023). Kondisi ini menunjukkan bahwa infrastruktur jalan eksisting sudah tidak mampu menampung volume lalu lintas yang terus meningkat.

Salah satu titik kemacetan paling parah di Surabaya adalah ruas Jalan Kenjeran yang melintasi perlintasan sebidang JPL 3 Sidotopo. Perlintasan ini menghubungkan kawasan Surabaya Utara dengan pusat kota dan dilalui oleh 3–4 rangkaian kereta api per jam pada periode sibuk. Setiap kali kereta melintas, palang pintu ditutup selama 12–15 menit, menciptakan blocked time yang menghentikan total arus lalu lintas (Dinas Perhubungan Kota Surabaya, 2023). Akibatnya, terjadi akumulasi kendaraan yang membentuk antrian panjang dan merambat (*spillback*) ke simpang-simpang terdekat, yaitu Simpang APILL Jl. Kenjeran – Jl. Tambak Rejo dan Simpang tak bersinyal Jl. Kenjeran – Jl. Sidotopo Wetan.

Penelitian sebelumnya telah mengonfirmasi dampak buruk perlintasan sebidang terhadap kinerja lalu lintas. Anam & Mokhtar (2021) menemukan bahwa blocked time secara signifikan mengurangi kapasitas efektif ruas jalan. Wicaksono & Widyastuti (2023) melalui pemodelan regresi membuktikan bahwa setiap penambahan 20 detik penutupan perlintasan meningkatkan panjang antrian sekitar 40,30 m pada kondisi lapangan. Wati (2024) melaporkan bahwa penutupan palang pintu di Jalan Percetakan Negara, Jakarta Pusat, menyebabkan  $DJ \approx 1$  dan tingkat pelayanan LOS F pada jam sibuk, dengan panjang antrian maksimum mencapai 293 m. Studi-studi tersebut umumnya berfokus pada satu titik pengamatan, belum mengintegrasikan dampak sistemik pada jaringan simpang di sekitarnya secara komprehensif.

Kebaruan penelitian ini terletak pada analisis terintegrasi yang mencakup tiga jenis fasilitas jalan sekaligus ruas jalan, simpang bersinyal, dan simpang tak bersinyal yang semuanya terkena dampak langsung dari satu perlintasan sebidang. Selain itu, evaluasi menggunakan PKJI 2023 yang merupakan pedoman terbaru di Indonesia masih jarang diterapkan dalam studi kasus serupa. Penelitian ini juga menguji efektivitas solusi flyover sebagai alternatif penanganan kemacetan dengan membandingkan kinerja sebelum dan sesudah penerapan secara kuantitatif dan visual melalui simulasi PTV Vissim 22. Tujuan penelitian ini adalah: (1) menganalisis kinerja lalu lintas eksisting pada ketiga lokasi studi menggunakan PKJI 2023, dan (2) memberikan rekomendasi solusi berupa pembangunan flyover serta menguji efektivitasnya dalam menurunkan derajat kejenuhan dan tundaan.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode survei lapangan dan analisis numerik. Desain penelitian bersifat *before-after comparison*, yaitu membandingkan kinerja lalu lintas kondisi eksisting (*before*) dengan kondisi setelah penerapan flyover (*after*). Variabel utama yang diukur meliputi volume lalu lintas ( $q$ ), kapasitas ( $C$ ), derajat kejenuhan ( $DJ$ ), kecepatan tempuh ( $VT$ ), panjang antrian ( $PA$ ), dan tundaan ( $T$ ).

Lokasi studi terletak di ruas Jalan Kenjeran sepanjang 650 m yang mencakup perlintasan sebidang JPL 3 Sidotopo, Simpang APILL tiga lengan (Jl. Kenjeran – Jl. Tambak Rejo), dan Simpang tiga tak bersinyal (Jl. Kenjeran – Jl. Sidotopo Wetan). Survei dilaksanakan pada tanggal 8 Februari 2026 (Minggu) dan 10 Februari 2026 (Selasa) pada tiga periode jam puncak: pagi (06.00–09.00), siang (11.00–13.00), dan sore (15.00–18.00).

Data primer dikumpulkan melalui: (1) pengukuran geometri jalan dan simpang menggunakan meteran; (2) pencacahan volume lalu lintas per 15 menit dengan *traffic counter*, mengklasifikasikan kendaraan menjadi Sepeda Motor (SM), Mobil Penumpang (MP), Kendaraan Sedang (KS), Bus Besar (BB), dan Truk Besar (TB); (3) pencatatan manual durasi buka-tutup palang pintu perlintasan dan headway kereta api. Data sekunder meliputi jadwal perjalanan KA dari DAOP 8 Surabaya, populasi Kota Surabaya 3.065.133 jiwa (BPS, 2026), dan status jalan sebagai arteri sekunder kelas II berdasarkan RTRW Kota Surabaya. Kinerja lalu lintas dihitung menggunakan formula dari PKJI 2023: Kapasitas Ruas Jalan.

$$C = C_0 \times FCLJ \times FCPA \times FCHS \times FCUK \dots\dots\dots(i)$$

Keterangan:  $C$  = kapasitas ruas jalan (smp/jam),  $C_0$  = kapasitas dasar (smp/jam), ditentukan berdasarkan tipe jalan,  $FCLJ$  = faktor koreksi akibat perbedaan lebar lajur,  $FCPA$  = faktor koreksi akibat pemisahan arah (hanya untuk jalan tak terbagi),  $FCHS$  = faktor koreksi akibat hambatan samping,  $FCUK$  = faktor koreksi akibat ukuran kota. Derajat Kejenuhan

$$DJ = q / C \dots\dots\dots(ii)$$

Keterangan  $DJ$  = derajat kejenuhan,  $q$  = arus lalu lintas (smp/jam),  $C$  = kapasitas (smp/jam). Kecepatan Arus Bebas

$$VB = (VBD + VBL) \times FVBHS \times FVBUK \dots\dots\dots(iii)$$

Keterangan:  $VB$  = kecepatan arus bebas untuk mobil penumpang (km/jam),  $VBD$  = kecepatan arus bebas dasar (km/jam),  $VBL$  = koreksi kecepatan akibat lebar lajur (km/jam),  $FVBHS$  = faktor koreksi kecepatan akibat hambatan samping,  $FVBUK$  = faktor koreksi kecepatan akibat ukuran kota. Arus jenuh Simpang APILL

$$J = J_0 \times FHS \times FUK \times FG \times FP \times FBKi \times FBKa \dots\dots\dots(iv)$$

Dengan  $J^0 = 600 \times LE$ , Keterangan:  $J$  = arus jenuh (smp/jam),  $J_0$  = arus jenuh dasar (smp/jam),  $FHS$  = faktor koreksi hambatan samping pada simpang,  $FUK$  = faktor koreksi ukuran kota pada simpang,  $FG$  = faktor koreksi kelandaian pendekat,  $FP$  = faktor koreksi parkir,  $FBKi$  = faktor koreksi belok kiri,  $FBKa$  = faktor koreksi belok kanan,  $LE$  = lebarefektif pendekat (m). Kapasitas Simpang APILL:

$$C = J \times (WH / s) \dots \dots \dots (v)$$

Keterangan:  $C$  = kapasitas pendekat simpang APILL (smp/jam),  $J$  = arus jenuh (smp/jam),  $WH$  = waktu hijau (detik),  $s$  = waktu siklus (detik). Jumlah kendaraan antri pada simpang APILL:

$$Nq1 = 0,25 \times s \times [(DJ - 1) + \sqrt{((DJ - 1)^2 + (8 \times (DJ - 0,5) / s))}]$$

$$Nq2 = s \times ((1 - RH) / (1 - RH \times DJ)) \times (q / 3600)$$

$$Nq = Nq1 + Nq2 \dots \dots \dots (vi)$$

Keterangan:  $Nq1$  = jumlah kendaraan antri yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (smp),  $Nq2$  = jumlah kendaraan yang tiba selama fase merah dan harus menunggu (smp),  $Nq$  = total kendaraan antri (smp),  $s$  = waktu siklus (detik),  $DJ$  = derajat kejenuhan,  $RH$  = rasio waktu hijau terhadap siklus,  $q$  = arus lalu lintas pada pendekat (smp/jam). Panjang antrian:

$$PA = Nq \times (20 / LM) \dots \dots \dots (vii)$$

Keterangan:  $PA$  = panjang antrian maksimum (m),  $Nq$  = jumlah maksimum kendaraan dalam antrian (smp),  $LM$  = panjang rata-rata mobil penumpang (m). Tundaan pada Simpang APILL:

$$T = TL + TG \quad (9)$$

$$TL = s \times ((0,5 \times (1 - RH)^2) / (1 - RH \times DJ)) + ((Nq1 \times 3600) / C) \quad (10)$$

$$TG = (1 - RKH) \times PB \times 6 + (RKH \times 4) \quad (11) \dots \dots \dots (viii)$$

Keterangan:  $T$  = tundaan rata-rata (det/smp),  $TL$  = tundaan lalu lintas (det/smp),  $TG$  = tundaan geometrik (det/smp),  $s$  = waktu siklus (detik),  $RH$  = rasio waktu hijau,  $DJ$  = derajat kejenuhan,  $Nq1$  = jumlah kendaraan antri dari siklus sebelumnya (smp),  $C$  = kapasitas pendekat (smp/jam),  $RKH$  = rasio kendaraan yang harus berhenti sebelum lampu hijau,  $PB$  = proporsi kendaraan berhenti Kapasitas simpang tak bersinyal:

$$C = C_0 \times FLP \times FM \times FUK \times FHS \times FBKi \times FBKa \times FRmi \dots \dots \dots (ix)$$

Keterangan:  $C$  = kapasitas simpang tak bersinyal (smp/jam),  $C_0$  = kapasitas dasar simpang (smp/jam),  $FLP$  = faktor koreksi lebar rata-rata pendekat,  $FM$  = faktor koreksi median jalan mayor,  $FUK$  = faktor koreksi ukuran kota,  $FHS$  = faktor koreksi hambatan samping,

$FBKi$  = faktor koreksi rasio arus belok kiri,  $FBKa$  = faktor koreksi rasio arus belok kanan,  $FRmi$  = faktor koreksi rasio arus dari jalan minor. Peluang antrian pada simpang tak bersinyal:  
 $Pa = 47,71 DJ - 24,68 DJ^2 + 56,47 DJ^3 \dots\dots\dots(x)$

Keterangan:  $Pa$  = peluang antrian (%),  $DJ$  = derajat kejenuhan simpang. Analisis tundaan perlintasan sebidang menggunakan pendekatan waktu siklus yang dihitung dari durasi buka-tutup palang pintu, dengan asumsi antrian terurai sempurna saat palang terbuka. Simulasi visual kondisi eksisting dan pasca-flyover dilakukan dengan perangkat lunak PTV Vissim 22 untuk memvalidasi hasil perhitungan kuantitatif.

### 3. HASIL PENELITIAN

#### Kondisi Geometrik Dan Volume Lalu Lintas

Ruas Jalan Kenjeran memiliki tipe 6/2T (enam lajur dua arah terbagi) dengan lebar lajur efektif 3,0 m, median 3,5 m, bahu 0,3 m di kedua sisi, dan tingkat hambatan samping tinggi akibat aktivitas komersial di sepanjang koridor. Tabel 1 menyajikan rekapitulasi volume lalu lintas pada jam puncak sore (16.30–17.30) yang merupakan periode dengan arus tertinggi. Volume terbesar tercatat pada hari Selasa arah selatan sebesar 6.920 kendaraan per jam, dengan komposisi didominasi sepeda motor (68,3%) dan mobil penumpang (31,2%). Setelah dikonversi ke satuan mobil penumpang (smp), arus lalu lintas mencapai 4.093 smp/jam.

**Tabel 1.** Volume lalu lintas jam puncak ruas Jalan Kenjeran.

| Tanggal | Arah    | SM<br>(kend) | MP<br>(kend) | KB (kend) | Total<br>(kend) | Arus<br>(smp/jam) |
|---------|---------|--------------|--------------|-----------|-----------------|-------------------|
| 8 Feb   | Utara   | 4,237        | 1,616        | 17        | 5,870           | 3,333             |
| 8 Feb   | Selatan | 2,617        | 2,041        | 25        | 4,683           | 3,120             |
| 10 Feb  | Utara   | 4,622        | 1,954        | 52        | 6,628           | 3,870             |
| 10 Feb  | Selatan | 4,728        | 2,159        | 33        | 6,920           | 4,093             |

#### Kinerja Ruas Jalan Eksisting

Kapasitas ruas dihitung menggunakan Persamaan (1). Dengan  $C_0 = 1.700$  smp/jam per lajur (total 5.100 smp/jam untuk tiga lajur),  $FCLJ = 0,92$ ,  $FCPA = 1,00$ ,  $FCHS = 0,86$ , dan  $FCUK = 1,04$ , diperoleh  $C = 4.196,53$  smp/jam. Derajat kejenuhan yang dihitung dengan Persamaan (2) ditampilkan pada Tabel 2. Pada hari Selasa,  $DJ$  mencapai 0,92 (Utara) dan 0,98 (Selatan). Nilai  $DJ$  yang mendekati 1,0 menandakan bahwa ruas jalan nyaris jenuh total dan tidak mampu menampung tambahan arus.

Kecepatan arus bebas dihitung menggunakan Persamaan (3) dengan  $VBD = 57$  km/jam,  $VBL = -4$  km/jam,  $FVBHS = 0,87$ , dan  $FVBUK = 1,03$ , menghasilkan  $VB = 47,49$  km/jam. Namun, kecepatan tempuh aktual pada kondisi  $DJ$  tertinggi hanya 26,5 km/jam atau turun 44%

dari kecepatan arus bebas. Tingkat pelayanan ruas berada pada kategori F (sangat buruk), menunjukkan kemacetan parah yang memerlukan penanganan segera.

**Tabel 2.** Derajat kejenuhan dan kecepatan tempuh ruas Jalan Kenjeran.

| Hari   | Arah    | Derajat Kejenuhan<br>( <i>DJ</i> ) | <i>VT</i><br>(km/jam) |
|--------|---------|------------------------------------|-----------------------|
| Minggu | Utara   | 0,79                               | 36,4                  |
| Minggu | Selatan | 0,74                               | 35,5                  |
| Selasa | Utara   | 0,92                               | 30,5                  |
| Selasa | Selatan | 0,98                               | 26,5                  |

#### **Tundaan Perlindungan Sebidang Jpl 3 Sidotopo**

Berdasarkan data survei, pada jam puncak sore terdapat lima kereta api yang melintas di JPL 3 Sidotopo. Total durasi penutupan palang mencapai 766 detik, dengan waktu siklus rata-rata 588 detik, sehingga rasio buka (*RH*) hanya 0,787. Artinya, selama 21,3% dari waktu siklus, arus lalu lintas terhenti total. Tundaan lalu lintas dihitung menggunakan modifikasi Persamaan (10) untuk kondisi perlindungan (dengan asumsi  $Nq1 = 0$  karena antrian terurai sempurna saat palang terbuka). Hasilnya, tundaan rata-rata pada hari Selasa mencapai 56,14 det/smp, dengan panjang antrian maksimum 1.361,5 m di arah selatan (Tabel 3). Panjang antrian ini setara dengan lebih dari dua kali panjang segmen jalan yang ditinjau, membuktikan bahwa perlindungan sebidang merupakan bottleneck utama penyebab kemacetan di seluruh koridor.

**Tabel 3.** Kinerja perlindungan sebidang JPL 3 Sidotopo.

| Tanggal | Arah    | Derajat<br>Kejenuhan ( <i>DJ</i> ) | <i>RH</i> | <i>PA</i><br>(m) | <i>T</i> (detik/smp) |
|---------|---------|------------------------------------|-----------|------------------|----------------------|
| 8 Feb   | Utara   | 0,79                               | 0,787     | 686,8            | 37,6                 |
| 8 Feb   | Selatan | 0,74                               | 0,787     | 581,2            | 34,0                 |
| 10 Feb  | Utara   | 0,92                               | 0,787     | 1.091,1          | 51,4                 |
| 10 Feb  | Selatan | 0,98                               | 0,787     | 1.361,5          | 60,6                 |

#### **Kinerja Simpang Apill Eksisting**

Simpang APILL Jl. Kenjeran – Jl. Tambak Rejo memiliki tiga lengan dengan sistem tiga fase dan waktu siklus 135 detik. Lebar efektif pendekat masing-masing adalah 3,0 m (Barat), 6,0 m (Timur), dan 3,1 m (Selatan). Arus jenuh dasar dihitung dengan  $J_0 = 600 \times LE$  menghasilkan 1.800, 3.600, dan 1.860 smp/jam. Setelah dikoreksi dengan faktor lingkungan ( $FHS = 0,93$ ), ukuran kota ( $FUK = 1,05$ ), kelandaian ( $FG = 1$ ), parkir ( $FP = 1$ ), serta faktor belok ( $FBK_i = FBK_a = 1$  karena adanya BK<sub>i</sub>JT dan fase terlindung), arus jenuh menjadi 1.757,7 smp/jam (Barat), 3.515,4 smp/jam (Timur), dan 1.816,3 smp/jam (Selatan). Kapasitas pendekat dihitung dengan Persamaan (5) menggunakan waktu hijau eksisting (Barat 34 detik, Timur 71 detik, Selatan 21 detik), menghasilkan kapasitas 442,68 smp/jam, 1.848,84 smp/jam, dan 282,53 smp/jam.

Arus lalu lintas yang membebani simpang (tidak termasuk arus BKiJT) pada jam puncak Selasa adalah 591,30 smp/jam (Barat), 1.563,55 smp/jam (Timur), dan 328,20 smp/jam (Selatan). Akibatnya,  $DJ$  mencapai 1,34 (Barat) dan 1,16 (Selatan), yang menandakan kondisi over-saturated di mana arus melampaui kapasitas. Pendekat Timur relatif lebih baik dengan  $DJ = 0,85$ . Panjang antrian maksimum terjadi di pendekat Barat sejauh 332,83 m dengan tundaan 68,10 det/smp (Tabel 4). Kondisi ini menunjukkan bahwa simpang tidak mampu menampung beban, terutama akibat tingginya pergerakan belok kanan dari arah Barat menuju Jl. Tambak Rejo.

**Tabel 4.** Kinerja Simping APILL (Selasa, 10 Februari 2026).

| Pendekat | $q$<br>(smp/jam) | $C$<br>(smp/jam) | Derajat<br>Kejenuhan ( $DJ$ ) | $PA$<br>(m) | $T$ (detik/smp) |
|----------|------------------|------------------|-------------------------------|-------------|-----------------|
| Barat    | 591,30           | 442,68           | 1,34                          | 332,83      | 68,10           |
| Timur    | 1.563,55         | 1.848,84         | 0,85                          | 173,19      | 31,49           |
| Selatan  | 328,20           | 282,53           | 1,16                          | 172,69      | 67,68           |

#### Kinerja Simping Tak Bersinyal Eksisting

Simpang Jl. Kenjeran – Jl. Sidotopo Wetan bertipe 322 (tiga lengan, dua lajur mayor, dua lajur minor) dengan lebar rata-rata pendekat 4,725 m. Kapasitas dasar  $C_0 = 2.700$  smp/jam. Faktor koreksi meliputi  $FLP = 1,089$ ,  $FM = 1,00$ ,  $FUK = 1,05$ ,  $FHS = 0,93$ ,  $FBKi = 1,427$ ,  $FBKa = 1,09$ , dan  $FRmi = 1,00$ . Kapasitas simpang yang dihitung menggunakan Persamaan (12) adalah 4.550 smp/jam pada hari Selasa. Dengan arus total 3.741,8 smp/jam,  $DJ = 0,82$ , masih di bawah batas kritis 0,85. Tundaan simpang rata-rata 13,87 det/smp, dengan tundaan jalan minor lebih tinggi (22,29 det/smp) akibat prioritas arus mayor. Peluang antrian yang dihitung dengan Persamaan (13) berkisar 27,2–54,0%, menunjukkan risiko antrian yang cukup tinggi terutama jika ada gangguan dari perlintasan.

#### Alternatif Solusi Flyover

Flyover direncanakan sepanjang 650 m dengan tipe 4/2T (empat lajur dua arah terbagi), lebar lajur 3,0 m, median 0,6 m, dan tingkat hambatan samping rendah. Flyover hanya diperuntukkan bagi kendaraan golongan MP dan KB dengan pergerakan lurus Barat–Timur dan sebaliknya. Kendaraan SM serta kendaraan yang berbelok tetap menggunakan jalan di bawah flyover. Dengan skenario ini, volume di ruas bawah berkurang drastis (Tabel 5).

**Tabel 5.** Arus lalu lintas ruas bawah flyover (Selasa, 10 Februari 2026).

| Arah    | $MP$<br>(smp/jam) | $KB$<br>(smp/jam) | $SM$<br>(smp/jam) | Total<br>(smp/jam) |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| Utara   | 800               | 10,4              | 1.848,8           | 2.659              |
| Selatan | 587               | 3,9               | 1.891,2           | 2.482              |

Kapasitas ruas bawah tetap 4.196,53 smp/jam karena geometri tidak berubah.  $DJ$  turun menjadi 0,63 (Utara) dan 0,59 (Selatan). Kecepatan tempuh meningkat menjadi 30–31 km/jam.

Di sisi lain, ruas *flyover* memiliki kapasitas 3.286,28 smp/jam (dua lajur per arah,  $FCFS = 1,02$ ). Dengan arus 2.022–2.163 smp/jam,  $DJ$  ruas atas hanya 0,62–0,66, tergolong baik. Pada Simpang APILL, arus lalu lintas dihitung ulang dengan mengeluarkan arus lurus yang telah dialihkan ke *flyover*. Arus yang tersisa hanya pergerakan belok. Waktu sinyal disesuaikan berdasarkan rasio arus baru. Hasilnya,  $DJ$  semua pendekat turun menjadi sekitar 0,50, panjang antrian memendek, dan tundaan berkurang drastis. Simpang tak bersinyal juga memperoleh manfaat:  $DJ$  menurun menjadi 0,41 dan tundaan hanya 9,08–9,55 det/smp. Tundaan perlintasan sebidang pun menurun 51,5% menjadi 27,24 det/smp karena volume kendaraan yang harus berhenti di bawah *flyover* jauh lebih sedikit. Perbandingan kinerja sebelum dan sesudah *flyover* dirangkum dalam Tabel 6.

**Tabel 6.** Perbandingan kinerja sebelum dan sesudah *flyover*.

| Segmen/Simpang                | $DJ$<br>Eksisting | $DJ$<br>Setelah <i>Flyover</i> | Penurunan<br>(%) |
|-------------------------------|-------------------|--------------------------------|------------------|
| Ruas Bawah (Utara)            | 0,92              | 0,63                           | 31,5             |
| Ruas Bawah (Selatan)          | 0,98              | 0,59                           | 39,8             |
| Ruas Atas (Utara)             | -                 | 0,62                           | -                |
| Ruas Atas (Selatan)           | -                 | 0,66                           | -                |
| Simpang APILL (Barat)         | 1,34              | 0,50                           | 62,7             |
| Simpang APILL (Timur)         | 0,85              | 0,50                           | 41,2             |
| Simpang APILL (Selatan)       | 1,16              | 0,50                           | 56,9             |
| Simpang tak Bersinyal         | 0,82              | 0,41                           | 50,0             |
| Tundaan Perlintasan (det/smp) | 56,14             | 27,24                          | 51,5             |

Temuan di atas mengonfirmasi bahwa perlintasan sebidang bertindak sebagai pemicu degradasi kinerja seluruh jaringan. Mekanisme *spillback* terjadi karena *blocked time* menciptakan gelombang kejutan (*shock wave*) yang merambat ke hulu secara periodik. Ketika palang ditutup, arus terhenti total dan antrian terbentuk. Saat palang dibuka kembali, arus bergerak dengan kecepatan rendah akibat kepadatan tinggi. Dalam satu jam, siklus ini berulang hingga lima kali, menghasilkan tundaan kumulatif yang besar dan menurunkan kapasitas efektif ruas maupun simpang di sekitarnya. Panjang antrian 1.361 m yang tercatat di Jalan Kenjeran jauh melampaui temuan Wati (2024) di Jakarta (293 m), menandakan bahwa dampak *blocked time* sangat bergantung pada volume lalu lintas dan geometri jalan. Hal ini memperkuat argumen bahwa solusi konvensional seperti optimasi sinyal tidak akan cukup; diperlukan solusi struktural yang memisahkan arus lalu lintas secara vertikal. Keberhasilan *flyover* dalam memulihkan kinerja lalu lintas didasarkan pada prinsip dasar manajemen lalu lintas: pemisahan konflik arus. Dengan mengalihkan arus menerus ke jalur atas, konflik antara pergerakan lurus dan pergerakan belok di simpang dihilangkan. Hal ini secara langsung meningkatkan kapasitas efektif simpang karena tidak ada lagi interaksi antara arus yang saling memotong. Pengurangan beban di perlintasan sebidang juga berkontribusi pada penurunan

tundaan keseluruhan. Simulasi visual dengan PTV Vissim 22 mengonfirmasi bahwa setelah penerapan flyover, aliran lalu lintas menjadi jauh lebih lancar dengan antrian yang lebih pendek dan waktu tempuh yang lebih singkat. Dari segi teknis, pembangunan flyover pada median eksisting selebar 3,5 m memerlukan desain struktur yang cermat, terutama dalam pemilihan tipe pondasi dan konfigurasi pilar agar tidak mengganggu arus lalu lintas di bawahnya. Meskipun biaya konstruksi relatif tinggi, manfaat ekonomi dari penghematan waktu tempuh, pengurangan konsumsi bahan bakar, dan penurunan emisi gas buang dapat menjadi justifikasi yang kuat untuk investasi ini.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan simulasi, dapat disimpulkan bahwa penutupan perlintasan sebidang JPL 3 Sidotopo secara signifikan menurunkan kinerja ruas Jalan Kenjeran dan simpang di sekitarnya hingga mencapai kondisi kritis pada jam sibuk. Kondisi eksisting menunjukkan derajat kejenuhan yang melampaui ambang batas pelayanan minimum, tundaan yang sangat tinggi, serta antrian kendaraan yang merambat jauh ke simpang-simpang terdekat. Dengan menerapkan alternatif solusi berupa pembangunan flyover yang memisahkan arus lalu lintas menerus dari arus lokal, beban pada simpang dan perlintasan berkurang secara drastis sehingga tingkat pelayanan meningkat ke kategori yang memuaskan. Temuan ini menegaskan bahwa pendekatan rekayasa geometri berupa pemisahan vertikal arus merupakan strategi yang tepat guna memecah konflik lalu lintas di kawasan perlintasan sebidang. Kontribusi penelitian ini adalah menyediakan dasar kuantitatif dan visual bagi instansi terkait dalam merencanakan penanganan kemacetan, serta memperkaya kajian implementasi PKJI 2023 pada jaringan jalan yang terdampak perlintasan kereta api.

#### DAFTAR REFERENSI

- Afifah, N., & Nugroho, A. (2020). Analisis dampak perlintasan sebidang terhadap kinerja lalu lintas dan efek *spillback* pada jaringan jalan perkotaan. *Jurnal Transportasi*, 12(2), 45–56.
- Anam, K., & Mokhtar, A. (2021). Pengaruh *blocked time* perlintasan sebidang terhadap kapasitas efektif ruas jalan. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 8(1), 23–34.
- Anugrah, D. A. (2021). *Analisa penilaian kondisi jalan raya dengan metode Surface Distress Index (SDI) dan Present Serviceability Index (PSI): Studi kasus Duri Kecamatan Mandau*.
- Aptarila, G., Lubis, F., & Saleh, A. (2020). Analisis kerusakan jalan metode SDI Taluk Kuantan–Batas Provinsi Sumatera Barat. *Siklus: Jurnal Teknik Sipil*, 6(2), 195–203. <https://doi.org/10.31849/siklus.v6i2.4647>

- Badan Pusat Statistik. (2013). *Proyeksi urbanisasi penduduk Indonesia tahun 2020–2025*. Badan Pusat Statistik.
- Bernando, A. C. (2018). Jalan umum dan klasifikasi jalan. *E-Journal UAJY*, 38, 1–23.
- Dinas Perhubungan Kota Surabaya. (2023). *Data lalu lintas dan jadwal operasional perlintasan JPL 3 Sidotopo Surabaya*. Dinas Perhubungan Kota Surabaya.
- Gusnilawati, A., Chrisnawati, Y., & Maryunani, W. P. (2021). Analisis penilaian faktor kerusakan jalan dengan perbandingan metode Bina Marga, metode PCI (*Pavement Condition Index*), dan metode SDI (*Surface Distress Index*). *Jurnal Rekayasa Infrastruktur Sipil*, 15(2), 1–23.
- Hasrudin, L., & Maha, I. (2024). Analisis penilaian kondisi perkerasan jalan dengan metode PCI (*Pavement Condition Index*), SDI (*Surface Distress Index*), dan IRI (*International Roughness Index*). *Journal Syntax Idea*, 6(4).
- Indahri. (2017). Kajian urbanisasi dan dampaknya terhadap kemacetan lalu lintas perkotaan di Indonesia. *Jurnal Kebijakan Publik*, 5(3), 112–125.
- Istiqlal, R. S., Rulhendri, & Chayati, N. (2023). Analisis kerusakan jalan dengan menggunakan metode PCI (*Pavement Condition Index*) dan SDI (*Surface Distress Index*): Studi kasus Jalan Yasmin Raya, Taman Yasmin, Bogor. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 5(1), 1–9.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2023). *Pedoman kapasitas jalan Indonesia (PKJI)*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Koromath, H. J., Desei, F. L., & Kadir, Y. (2022). Analisis kondisi kerusakan jalan menggunakan metode *Pavement Condition Index* (PCI) dan *International Roughness Index* (IRI) beserta alternatif penanganannya (Studi kasus: Jalan Samaun Pulubuhu–Jalan Boliohuto Huidu–Jalan A.K. Luneto). *Fropil (Forum Profesional Teknik Sipil)*, 10(1), 1–9. <https://doi.org/10.33019/fropil.v10i1.2785>
- Mufidah, L. (2022). *Pemetaan karakteristik dan kerusakan jalan di Kecamatan Porong dengan sistem informasi geografis*. <http://repository.upnjatim.ac.id/id/eprint/6464>
- Muhammad, F., & Subkhan, M. (2022). Analisis volume lalu lintas dan tingkat layanan jalan di Surabaya. *Jurnal Teknik Sipil*, 10(1), 67–78.
- Nur, M. I. (2023). *Analisa penyebab dan jenis kerusakan aspal pada Jalan Tandipau*. <https://doi.org/10.31219/osf.io/bwx5r>
- Pasha, E. P., Sebayang, N., & Ma'ruf, A. (2022). Analisis kerusakan jalan dengan menggunakan metode PCI (*Pavement Condition Index*), SDI (*Surface Distress Index*), dan IRI (*International Roughness Index*) (Studi kasus Jl. Widuri Sukorejo, Kota Blitar). *Student Journal Gelagar*, 4(2), 153–162. <http://eprints.itn.ac.id/id/eprint/7700>
- Wati, S. (2024). Pengaruh penutupan palang pintu perlintasan kereta api terhadap kinerja lalu lintas pada perlintasan Jalan Percetakan Negara, Jakarta Pusat. *Jurnal Teknik Sipil dan Transportasi*, 15(2), 89–102.
- Wicaksono, A., & Widyastuti, H. (2023). Studi pemodelan kinerja persimpangan bersinyal akibat adanya perlintasan sebidang kereta api. *Jurnal Transportasi*, 14(1), 34–48.