

Perancangan Desain Marka Zig Zag, Marka Penyempit Jalur, dan *Chevron Speed Reducing Marking* di Jalan Layang Mohammed Bin Zayed

Jati Nugroho¹, Anton Budiharjo², Naomi Sri Kusumatutie³

¹Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Sistem Transportasi Jalan, Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan, Jl. Perintis Kemerdekaan No. 17, Slerok, Kec. Tegal Tim., Kota Tegal, Jawa Tengah, Indonesia
e-mail: muxlimo19@gmail.com, anton@pktj.ac.id, naomis@pktj.ac.id

Received 24-Juni-2026; Reviewed 25-Oktober-2026; Accepted 26-Oktober-2026

Journal Homepage: <http://ktj.pktj.ac.id/index.php/jat>

DOI:10.46447/jat.v4i2.816

Abstract

The Mohammed Bin Zayed (MBZ) Elevated Toll Road is a strategic high-speed toll facility that requires visually clear and technically consistent road markings to support driver alertness and speed control. This article aims to present the design of zig-zag markings, lane-narrowing markings, and chevron speed reducing markings based on the internship report conducted at PT Jasamarga Jalanlayang Cikampek. The method used a technical-design approach through field observation, road geometric measurement, existing-condition documentation, traffic-volume analysis, speed-sample analysis, and reference to road-marking material standards. The analyzed segment has a total roadway width of 10 m, lane width of 3.5 m, outside shoulder of 0.5 m, inside shoulder of 2.5 m, divided four-lane two-way road type, and flat alignment. The 2025 V/C ratio showed an average value of 0.63 with service level B, while the December traffic volume reached 915,574 vehicles on Route A and 949,382 vehicles on Route B. Speed samples at KM 10 generally ranged from 80 to 90 km/h, with several high outliers during off-peak conditions. The resulting recommendations include zig-zag markings for emergency parking bay areas, three chevron marking alternatives for visual speed reduction, and lane-narrowing markings to create a controlled perception of limited road space. Material specifications emphasize thermoplastic and coldplastic quality, glass beads, anti-skid performance, and minimum retroreflectivity. The proposed design is expected to strengthen road safety management on elevated toll roads without adding physical obstacles.

Keywords: chevron marking, lane narrowing, MBZ elevated toll road, road marking, speed reducing marking, zig-zag marking.

Abstrak

Jalan Layang Mohammed Bin Zayed (MBZ) merupakan fasilitas jalan tol layang strategis berkecepatan tinggi yang membutuhkan marka jalan yang jelas secara visual dan konsisten secara teknis untuk mendukung kewaspadaan pengemudi serta pengendalian kecepatan. Artikel ini bertujuan menyajikan desain marka zig zag, marka penyempit jalur, dan chevron speed reducing marking berdasarkan laporan magang di PT Jasamarga Jalanlayang Cikampek. Metode yang digunakan berupa pendekatan perancangan teknis melalui observasi lapangan, pengukuran geometrik jalan, dokumentasi kondisi eksisting, analisis volume lalu lintas, analisis sampel kecepatan, dan penyesuaian dengan standar material marka jalan. Ruas yang dianalisis memiliki lebar total jalan 10 m, lebar lajur 3,5 m, bahu luar 0,5 m, bahu dalam 2,5 m, tipe jalan empat lajur dua arah terbagi, dan alinyemen datar. Nilai V/C ratio tahun 2025 menunjukkan rata-rata 0,63 dengan tingkat pelayanan B, sedangkan volume lalu lintas bulan Desember mencapai 915.574 kendaraan pada Jalur A dan 949.382 kendaraan pada Jalur B. Sampel kecepatan di KM 10 umumnya berada pada rentang 80-90 km/jam dengan beberapa nilai tinggi pada kondisi off-peak. Rekomendasi desain mencakup marka zig zag pada area emergency parking bay, tiga alternatif marka chevron untuk pengurangan kecepatan secara visual, serta marka penyempit jalur untuk menciptakan persepsi ruang jalan yang lebih terkendali. Spesifikasi material menekankan mutu thermoplastic dan coldplastic, glass beads, kinerja anti-selip, serta retroreflektifitas minimum. Desain yang diusulkan diharapkan memperkuat manajemen keselamatan jalan tol layang tanpa menambahkan hambatan fisik.

Kata Kunci: Jalan Layang MBZ, marka chevron, marka jalan, marka penyempit jalur, marka zig zag, speed reducing marking.

PENDAHULUAN

Transportasi jalan membutuhkan sistem perlengkapan jalan yang mampu menjaga keteraturan, kelancaran, dan keselamatan pengguna jalan. Marka jalan menjadi salah satu elemen penting karena berfungsi sebagai media komunikasi visual antara infrastruktur dan pengemudi melalui garis, lambang, gambar, panah, dan bentuk lain pada permukaan jalan. Dalam konteks jalan tol berkecepatan tinggi, fungsi marka tidak hanya sebagai pembatas ruang lalu lintas, tetapi juga sebagai instrumen peringatan, pengarah, dan pengendali perilaku berkendara. Oleh karena itu, kualitas desain, warna, material, reflektifitas, dan keterbacaan marka menjadi faktor penting dalam mendukung keselamatan operasional jalan.

Jalan Layang Sheikh Mohammed bin Zayed (MBZ) merupakan jalan tol layang yang menghubungkan wilayah Jakarta hingga Cikampek dan berperan memisahkan arus perjalanan jarak jauh dari arus komuter pada jaringan Tol Jakarta-Cikampek. Karakteristik jalan layang yang panjang, relatif terbuka, dan digunakan pada kecepatan operasi tinggi membuat pengendalian persepsi pengemudi menjadi penting. Pada kondisi lalu lintas lancar, pengemudi cenderung memiliki ruang gerak yang lebih besar sehingga potensi peningkatan kecepatan perlu dikendalikan melalui perangkat keselamatan yang tidak mengganggu kapasitas ruas.

Marka zig zag, marka penyempit jalur, dan chevron speed reducing marking termasuk bentuk perlakuan visual yang bekerja melalui prinsip perceptual speed reduction. Pola marka tersebut dapat menimbulkan persepsi bahwa ruang lajur lebih sempit atau kendaraan bergerak lebih cepat, sehingga pengemudi terdorong menyesuaikan kecepatan dan meningkatkan kewaspadaan. Dalam laporan magang, kebutuhan desain tersebut diarahkan pada ruas Jalan Layang MBZ dengan mempertimbangkan dimensi jalan, kondisi lapangan, data volume lalu lintas, data kecepatan, standar teknis, dan kebutuhan keselamatan operasional.

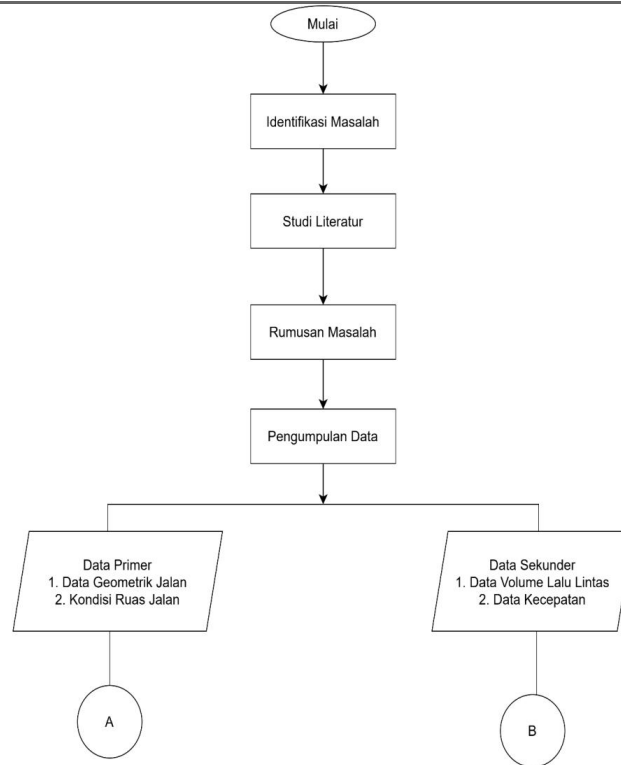
Permasalahan utama dalam artikel ini adalah bagaimana rancangan marka zig zag, marka penyempit jalur, dan marka chevron yang sesuai dengan karakteristik Jalan Layang MBZ, terutama dari aspek bentuk, dimensi, jarak antar marka, lokasi penerapan, warna, material, dan tingkat reflektifitas. Artikel ini disusun untuk mengonversi laporan magang menjadi naskah jurnal yang lebih ringkas, sistematis, dan sesuai dengan struktur Jurnal Abdimas Transjaya, tanpa menghilangkan substansi data, tabel, grafik, dan gambar desain teknis yang terdapat dalam laporan sumber.

METODE PELAKSANAAN

Penyusunan artikel didasarkan pada kegiatan magang di PT Jasamarga Jalanlayang Cikampek pada 1 September 2025–28 Februari 2026. Ruas kajian disebut membentang dari KM 10+000 sampai KM 48+000. Data kecepatan yang tersedia dalam naskah hanya berasal dari KM 10, sehingga data tersebut tidak dapat dianggap mewakili seluruh ruas tanpa justifikasi tambahan. Pendekatan yang digunakan adalah perancangan teknis deskriptif melalui identifikasi masalah, studi literatur, observasi kondisi eksisting, pengumpulan data geometrik dan lalu lintas, penyusunan alternatif desain, serta pemeriksaan kesesuaian teknis. Naskah ini tidak melaporkan pelaksanaan program pengabdian kepada masyarakat atau uji efektivitas marka; kesesuaian dengan ruang lingkup jurnal pengabdian perlu dipastikan oleh editor.

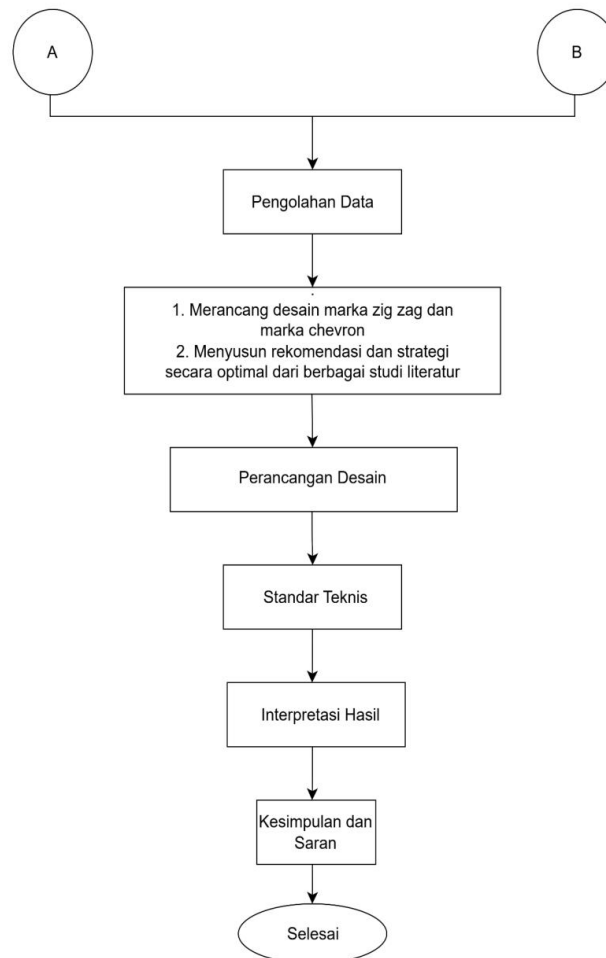
Data primer diperoleh melalui observasi dan survei lapangan untuk mencatat kondisi geometrik dan kondisi eksisting ruas. Data geometrik meliputi lebar jalan, lebar jalur dan lajur, bahu, median, tipe jalan, serta alinyemen. Data sekunder meliputi volume lalu lintas tahun 2025, V/C ratio, dan sampel kecepatan dari speed camera pada KM 10. Informasi tentang tanggal dan durasi perekaman kecepatan, jumlah kendaraan yang teramati, arah pengamatan, kalibrasi alat, cuaca, serta aturan penyaringan data belum dijelaskan dalam bahan yang tersedia dan harus ditambahkan dari catatan survei asli.

Analisis dilakukan secara deskriptif-kuantitatif. Volume lalu lintas digunakan untuk menggambarkan kondisi operasional, sedangkan sampel kecepatan digunakan untuk pemeriksaan awal perilaku kendaraan. Sebelum menghitung persentil ke-85, data kecepatan ekstrem harus dicocokkan dengan rekaman sumber dan aturan validasi alat. Nilai P85 pada versi sebelumnya belum dapat dipertahankan karena tidak konsisten dengan daftar sampel yang ditampilkan. Rumus $VJR = VLHR \times K/100$ hanya digunakan jika definisi VLHR, faktor K, periode data, dan sumber acuannya dijelaskan. Semua parameter desain harus ditelusuri ke standar resmi yang berlaku; angka yang belum dapat diverifikasi tidak boleh dinyatakan sebagai standar.



Gambar 1. Bagan alir metode pelaksanaan dan pengumpulan data bagian awal.

Sumber: Laporan Magang II, 2026



Gambar 2. Bagan alir metode pelaksanaan dan perancangan desain bagian lanjutan.

Sumber: Laporan Magang II, 2026

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi geometrik dan eksisting Jalan Layang MBZ

Hasil survei menunjukkan bahwa ruas yang dikaji memiliki lebar total 10 m dengan lebar jalur 7 m dan dua lajur masing-masing 3,5 m. Bahu luar memiliki lebar 0,5 m, bahu dalam 2,5 m, median menggunakan concrete barrier, tipe jalan adalah 4/2 T atau empat lajur dua arah terbagi, dan tipe alinyemen tergolong datar. Geometri tersebut menunjukkan bahwa rancangan marka tambahan harus ditempatkan secara hati-hati agar tidak mengganggu batas lajur utama dan tetap terbaca oleh pengemudi pada kecepatan tinggi.

Dokumentasi lapangan memperlihatkan kondisi ruas jalan yang relatif terbuka dan memiliki ruang lateral terbatas karena berada pada struktur layang. Oleh sebab itu, strategi keselamatan yang paling sesuai adalah perlakuan visual yang memperkuat kewaspadaan tanpa menambah hambatan fisik di permukaan jalan. Marka zig zag, chevron, dan penyempit jalur dapat diterapkan sebagai instrumen visual untuk memberi peringatan dini dan mengarahkan pengemudi menyesuaikan kecepatan pada lokasi yang memerlukan perhatian.



Gambar 3. Survei pengambilan data primer pada ruas Jalan Layang MBZ.

Sumber: Laporan Magang II, 2026



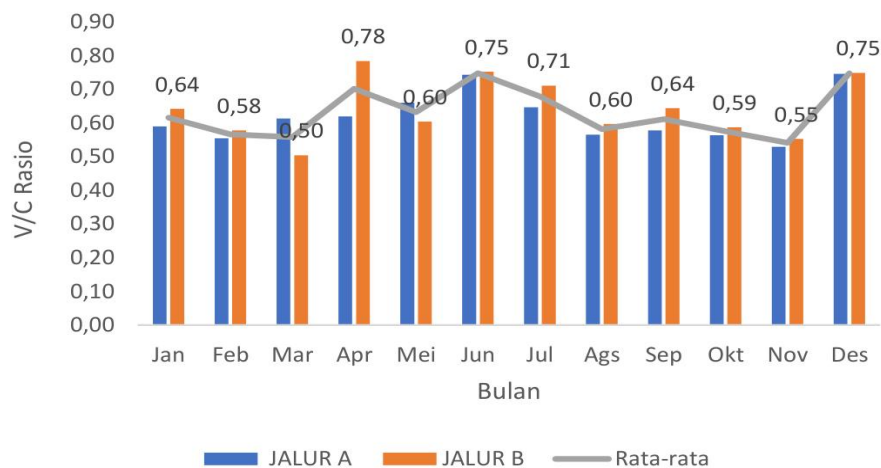
Gambar 4. Kondisi eksisting ruas Jalan Layang MBZ.

Sumber: Laporan Magang II, 2026

Sumber: Laporan Magang II, 2026

Volume lalu lintas dan V/C ratio tahun 2025

Grafik V/C ratio tahun 2025 menunjukkan fluktuasi bulanan dengan nilai rata-rata yang dilaporkan sebesar 0,63. Naskah sebelumnya mengaitkan nilai ini dengan tingkat pelayanan B. Kategori tingkat pelayanan tersebut perlu dipastikan menggunakan pedoman kapasitas yang sesuai dengan tipe fasilitas jalan tol dan sumber perhitungan V/C ratio. Nilai V/C ratio saja tidak membuktikan bahwa marka visual akan menurunkan kecepatan; data tersebut hanya memberi konteks kondisi arus lalu lintas.



Gambar 6. Grafik V/C ratio Jalan Layang MBZ tahun 2025.

Sumber: Laporan Magang II, 2026

Tabel 1. LHR bulan Desember Jalur A dan Jalur B

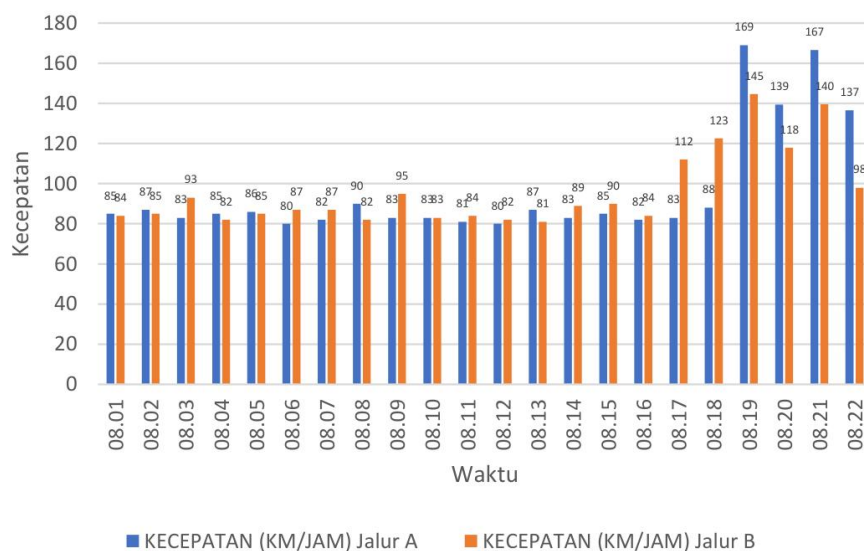
Uraian	Jalur A	Jalur B	Total
Lalu lintas Desember	915.574	949.382	1.864.956
Persentase	49%	51%	100%
LHR	29.535	30.625	-

Sumber: Laporan Maqang II, 2026

Berdasarkan volume bulanan yang dilaporkan, Jalur A mencatat 915.574 kendaraan dan Jalur B 949.382 kendaraan. Dengan asumsi Desember 2025 memiliki 31 hari kalender dan angka volume mencakup seluruh bulan, rata-rata harian hasil pembagian adalah 29.535 kendaraan/hari pada Jalur A dan 30.625 kendaraan/hari pada Jalur B setelah pembulatan. Angka ini merupakan rata-rata harian untuk bulan tersebut, bukan otomatis LHRT tahunan. Proporsi volume sekitar 49,1% pada Jalur A dan 50,9% pada Jalur B.

Sampel kecepatan kendaraan

Sampel kecepatan yang ditampilkan berasal dari KM 10 pada rentang waktu 08.01–08.22. Daftar memuat nilai 112–169 km/jam pada beberapa catatan terakhir, jauh di atas sebagian besar nilai sebelumnya. Nilai tersebut tidak boleh langsung dihapus ataupun digunakan untuk menghitung P85 tanpa pemeriksaan rekaman sumber, definisi setiap baris (kendaraan individual atau agregasi per menit), dan validitas pembacaan speed camera. Oleh karena itu, P85 ditandai perlu dihitung ulang setelah data mentah diverifikasi. Karena hanya satu titik yang tersedia, hasilnya tidak dapat digeneralisasi ke seluruh ruas KM 10+000–KM 48+000.



Gambar 7. Grafik sampel kecepatan kendaraan pada Jalur A dan Jalur B.

Sumber: Laporan Magang II, 2026

Tabel 2. Data sampel kecepatan kendaraan pada KM 10

Waktu	Jalur A	Jalur B
08.01	85	84
08.02	87	85
08.03	83	93
08.04	85	82
08.05	86	85
08.06	80	87
08.07	82	87
08.08	90	82
08.09	83	95
08.10	83	83
08.11	81	84
08.12	80	82
08.13	87	81
08.14	83	89
08.15	85	90
08.16	82	84
08.17	83	112
08.18	88	123
08.19	169	145
08.20	139	118
08.21	167	140
08.22	137	98
Persentil 85	Perlu validasi	Perlu validasi

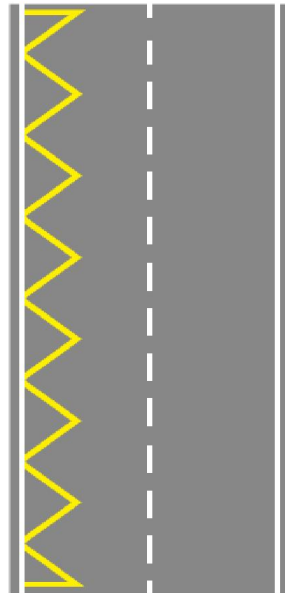
Sumber: Lampiran 5 Laporan Magang II, 2026

Subbagian jadwal magang dihapus dari hasil dan pembahasan karena tidak menyajikan hasil teknis atau kontribusi langsung terhadap pertanyaan penelitian. Informasi periode magang tetap dicantumkan secara ringkas pada metode.

Kegiatan magang dilaksanakan secara bertahap mulai dari pelepasan magang, pelaksanaan magang, kunjungan dosen pembimbing, monitoring dan evaluasi, hingga kembali ke kampus. Jadwal kegiatan pada laporan menunjukkan bahwa proses perancangan tidak dilakukan secara terpisah dari kegiatan lapangan, melainkan mengikuti rangkaian observasi, diskusi, dan penyusunan laporan selama masa magang.

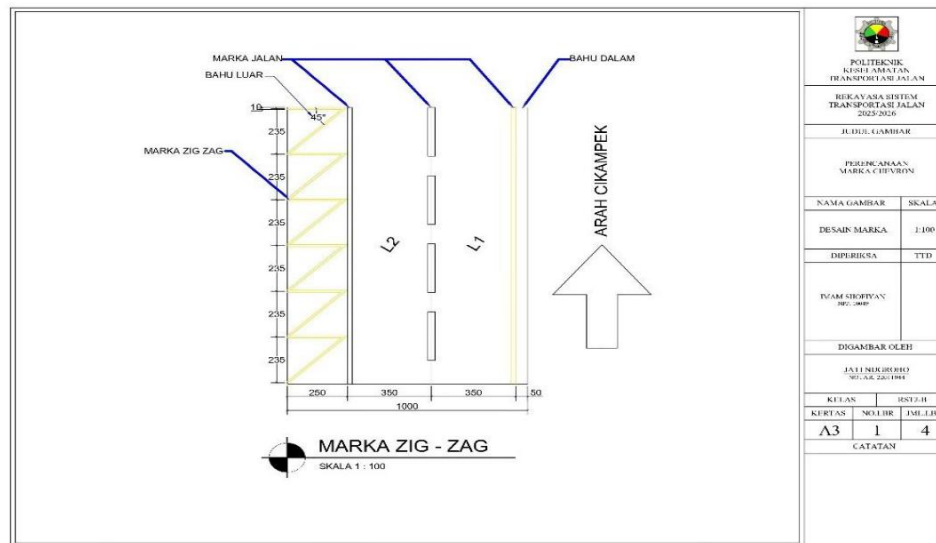
Konsep dan desain marka zig zag

Marka zig zag digunakan sebagai pola peringatan visual yang memberikan pesan bahwa pengemudi perlu meningkatkan kewaspadaan pada lokasi tertentu. Dalam konteks Jalan Layang MBZ, marka ini direkomendasikan pada area emergency parking bay atau lokasi yang membutuhkan peringatan dini karena pola zig zag memiliki bentuk yang berbeda dari marka longitudinal biasa. Perbedaan bentuk tersebut membantu menarik perhatian pengemudi tanpa menutup fungsi marka utama pada lajur kendaraan.



Gambar 8. Ilustrasi konsep marka zig zag pada permukaan jalan.

Sumber: Laporan Magang II, 2026



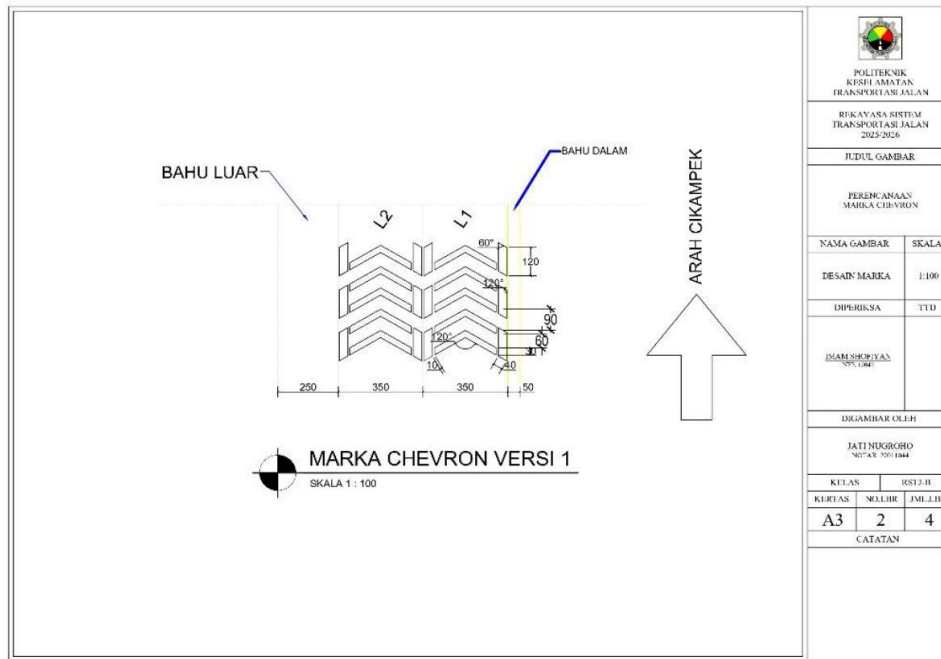
Gambar 9. Desain marka zig zag pada Jalan Layang MBZ.

Sumber: Laporan Magang II, 2026

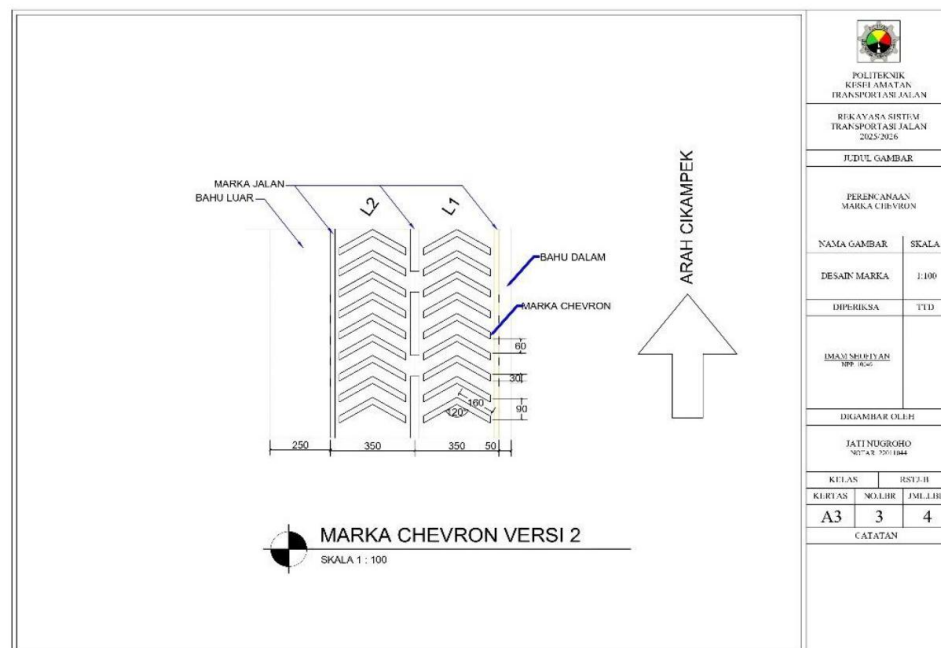
Desain marka zig zag pada laporan memperlihatkan pola garis menyudut yang ditempatkan secara berulang pada sisi ruang jalan. Prinsip utama penerapannya adalah menciptakan kesan visual yang kuat sehingga pengemudi tidak memperlakukan lokasi tersebut sebagai segmen biasa. Pada jalan tol layang, penggunaan pola ini perlu mempertimbangkan jarak pandang, konsistensi warna kuning atau putih sesuai ketentuan, dan keterpaduan dengan rambu pendukung.

Desain chevron speed reducing marking

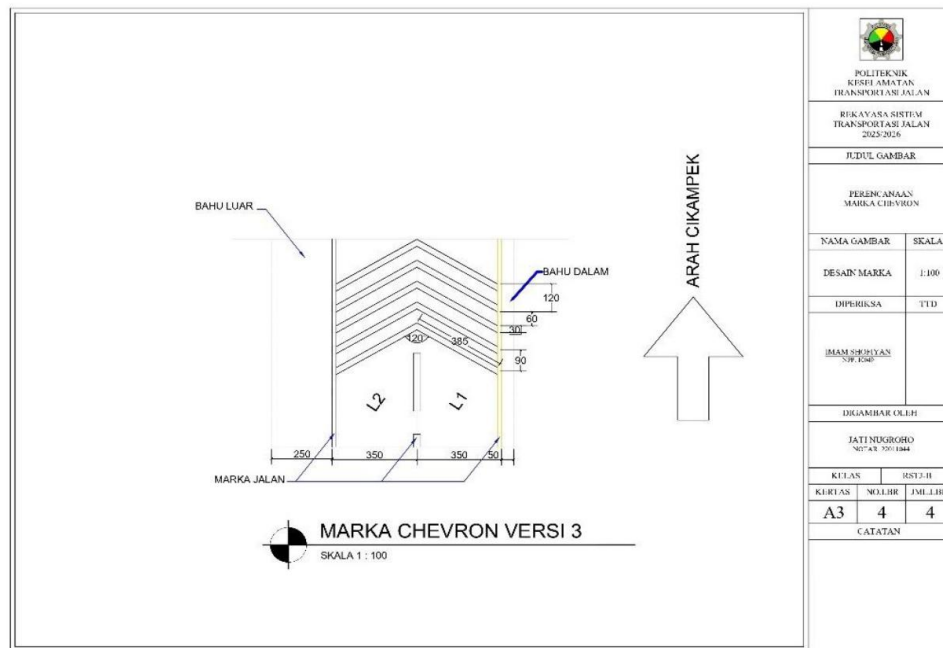
Chevron speed-reducing marking diajukan sebagai perlakuan visual yang berpotensi memengaruhi persepsi kecepatan. Laporan memuat tiga alternatif konfigurasi. Perbedaan pola belum dapat dinyatakan sebagai perbedaan efektivitas karena tidak ada hasil uji yang membandingkan ketiganya. Pemilihan alternatif harus mempertimbangkan geometri, jarak pandang, marka eksisting, kecepatan operasi, risiko pengereman mendadak, dan persetujuan teknis penyelenggara jalan.



Gambar 10. Desain marka chevron speed reducing marking model 1.
Sumber: Laporan Magang II, 2026



Gambar 11. Desain marka chevron speed reducing marking model 2.
Sumber: Laporan Magang II, 2026



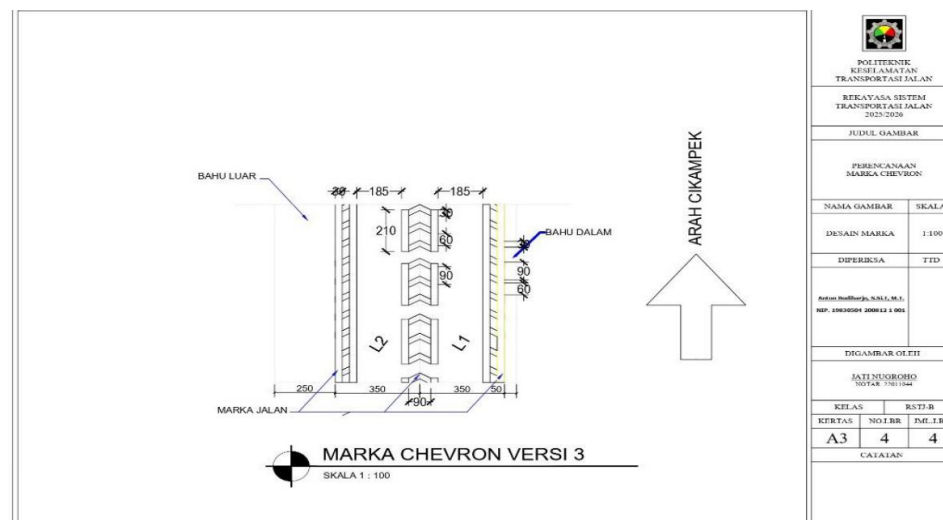
Gambar 12. Desain marka chevron speed reducing marking model 3.

Sumber: Laporan Magang II, 2026

Model 1 dapat digunakan pada lokasi yang membutuhkan peringatan visual awal dengan pola relatif sederhana. Model 2 memberikan pola yang lebih rapat sehingga efek visual terhadap persepsi kecepatan menjadi lebih kuat. Model 3 membentuk pola yang lebih terpusat dan dapat digunakan pada lokasi yang memerlukan penegasan arah pandang pengemudi. Ketiga model tersebut tetap harus memperhatikan kesesuaian dengan marka eksisting, jarak pandang, kecepatan operasi, serta kemudahan pemeliharaan.

Desain marka penyempit jalur

Marka penyempit jalur diusulkan untuk memberi persepsi visual tentang ruang gerak yang lebih terbatas. Desain harus mempertahankan keterbacaan lajur dan tidak mengarahkan kendaraan terlalu dekat ke concrete barrier. Sebelum diterapkan, perlu dilakukan pemeriksaan keselamatan desain, termasuk jarak lateral, jarak pandang, risiko pengereman mendadak, serta potensi konflik antarkendaraan.



Gambar 13. Desain marka penyempit jalur pada Jalan Layang MBZ.

Sumber: Laporan Magang II, 2026

Gambar desain pada naskah merupakan render dari dokumen laporan. Berkas CAD asli tidak tersedia dalam bahan yang ditelaah. Karena itu, dimensi yang tidak terbaca pada gambar belum dapat diverifikasi. Sebelum

publikasi, penulis perlu menyediakan gambar beresolusi tinggi atau file gambar teknis yang menunjukkan skala, dimensi, lokasi penerapan, arah lalu lintas, dan satuan secara terbaca.

Spesifikasi teknis material marka jalan

Spesifikasi teknis material diperlukan agar marka tidak hanya sesuai dari sisi bentuk, tetapi juga memiliki daya tahan, keterbacaan, dan keselamatan permukaan yang memadai. Laporan mengacu pada standar sarana jalan tol yang menekankan penggunaan bahan thermoplastic atau coldplastic, glass beads, nilai ketahanan anti-selip, serta pengukuran retroreflektifitas. Aspek ini menjadi penting karena marka pada jalan tol layang harus tetap terbaca pada kondisi siang, malam, dan cuaca berubah.

Tabel 5. Komposisi cat dan bahan thermoplastic warna putih

Uraian pengujian	Thermoplastic warna putih
Berat jenis	Maksimum 2,15
Binder	Minimum 18,0% berat
Glass beads	30-40% berat
TiO ₂ (Titan Dioksida)	Minimum 10,0% berat
CaCO ₃ dan inner fillers	Maksimum 42% berat
Waktu mengering	Maksimum 10 menit
Bond strength	Maksimum 180 psi

Sumber: Laporan Magang II, 2026

Tabel 6. Jenis pengujian material coldplastic

Material	Rujukan
Cat coldplastic	MMA minimum 65%
BPO	Maksimum 50% +/- 5%
Glass beads	1,50-1,55
Tensile strength	ASTM D638 (1,4 +/- 0,1 MPa)
Elongation at break	ASTM D638 (78 +/- 7%)
Tensile E-modulus	ASTM D638 (13,7 +/- 4,2 MPa)

Sumber: Laporan Magang II, 2026

Tabel 7. Nilai ketahanan anti-selip material marka

Deskripsi	Nilai yang diperlukan
Nilai SRT	Di atas 50

Sumber: Laporan Magang II, 2026

Tabel 8. Pengukuran nilai reflektifitas marka warna putih

Waktu pengukuran	Nilai minimum
0 bulan atau awal aplikasi	Min. 300 mcd/lx.m ²
6 bulan	Min. 250 mcd/lx.m ²
12 bulan	Min. 200 mcd/lx.m ²

Sumber: Laporan Magang II, 2026

Parameter material pada tabel berikut disalin dari laporan magang dan belum diverifikasi secara independen terhadap standar resmi terbaru. Sebelum angka-angka tersebut diperlakukan sebagai persyaratan teknis, penulis harus mencantumkan nama dokumen, nomor/tahun, bagian atau tabel acuan, satuan, metode uji, serta memastikan tidak ada salah ketik pada nilai seperti bond strength, BPO, glass beads, dan retroreflektifitas. Nilai yang tidak dapat dilacak harus dihapus atau diberi keterangan bahwa nilainya masih menunggu konfirmasi.

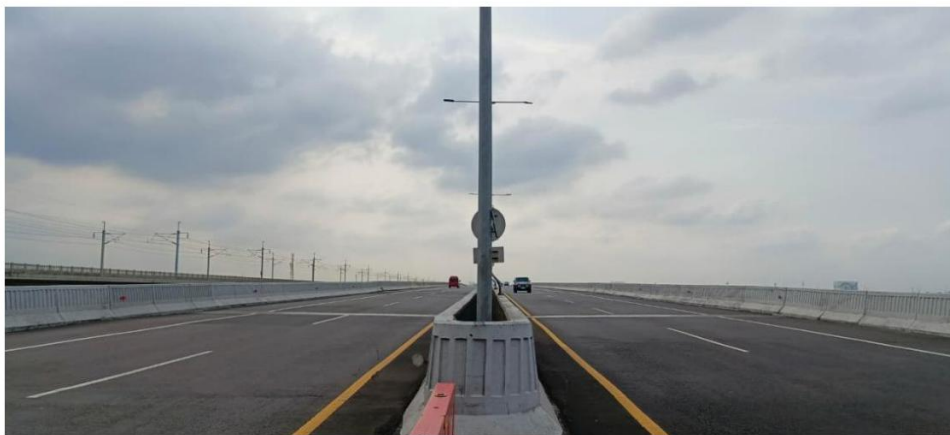
Dokumentasi pendukung lapangan

Dokumentasi foto menunjukkan kondisi eksisting dan kegiatan pengukuran di lokasi kajian. Foto tersebut mendukung deskripsi kondisi lapangan, tetapi tidak menjadi bukti bahwa desain marka telah diterapkan atau efektif. Lokasi spesifik untuk setiap alternatif desain harus ditentukan menggunakan chainage/kilometer, arah perjalanan, dan alasan pemilihan lokasi yang terdokumentasi.



Gambar 14. Foto kondisi eksisting Jalur Jalan Layang MBZ arah Cikampek.

Sumber: Laporan Magang II, 2026



Gambar 15. Foto kondisi eksisting Jalur Jalan Layang MBZ arah Jakarta.

Sumber: Laporan Magang II, 2026



Gambar 16. Survei pengukuran eksisting Jalan Layang MBZ.

Sumber: Laporan Magang II, 2026



Gambar 17. Survei pengukuran eksisting Jalan Layang MBZ lanjutan.

Sumber: Laporan Magang II, 2026

KESIMPULAN

Kajian menghasilkan rancangan awal marka zig-zag untuk area emergency parking bay atau lokasi yang memerlukan peringatan khusus, tiga alternatif marka chevron, dan marka penyempit jalur. Data yang tersedia menggambarkan geometri ruas, volume lalu lintas, dan sampel kecepatan pada KM 10. Namun, validitas statistik kecepatan masih perlu diperiksa karena terdapat nilai ekstrem dan nilai P85 pada versi sebelumnya tidak konsisten dengan tabel sampel. Rancangan ini belum diuji melalui simulasi, uji coba lapangan, atau studi sebelum-sesudah; karena itu, naskah tidak menyimpulkan bahwa desain telah menurunkan kecepatan atau meningkatkan keselamatan. Sebelum penerapan, desain perlu ditinjau oleh penyelenggara jalan tol dan diverifikasi terhadap regulasi serta standar teknis yang berlaku. Evaluasi lanjutan perlu mengukur kecepatan sebelum-sesudah, kepatuhan lajur, keterbacaan marka, kondisi material, dan indikator keselamatan.

Rekomendasi desain yang dihasilkan terdiri atas marka zig zag untuk area emergency parking bay atau lokasi peringatan khusus, tiga alternatif chevron speed reducing marking untuk menciptakan pengurangan kecepatan secara visual, dan marka penyempit jalur untuk memperkuat persepsi ruang jalan yang lebih terbatas. Seluruh desain perlu diterapkan dengan memperhatikan jarak pandang, warna, konsistensi pola, kesesuaian lokasi, integrasi dengan rambu, dan keberlanjutan pemeliharaan marka.

Spesifikasi material menjadi faktor penentu keberhasilan penerapan karena marka pada jalan tol layang harus memiliki daya tahan, sifat anti-selip, dan nilai retroreflektifitas yang memadai. Evaluasi pascapenerapan perlu dilakukan melalui pemantauan perubahan kecepatan, keterbacaan marka, kondisi material, dan potensi risiko

keselamatan. Dengan demikian, rancangan marka tidak hanya menjadi produk gambar teknis, tetapi juga bagian dari manajemen keselamatan jalan yang berbasis data dan dapat dievaluasi secara berkala.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan, Program Studi Rekayasa Sistem Transportasi Jalan, serta PT Jasamarga Jalanlayang Cikampek atas kesempatan dan pendampingan selama kegiatan magang. Pernyataan ini tidak dimaksudkan sebagai klaim bahwa PT Jasamarga Jalanlayang Cikampek telah menyetujui desain atau mengizinkan publikasi data. Penulis perlu memastikan izin penggunaan data dan gambar sebelum naskah diterbitkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Babić, D., Babić, D., Fiolić, M., & Ferko, M. (2022). Road markings and signs in road safety. *Encyclopedia*, 2(4), 1738-1752. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia2040119>
- Calvi, A., D'Amico, F., Bianchini Ciampoli, L., & Ferrante, C. (2019). Evaluating the effectiveness of perceptual treatments on sharp curves: A driving simulator study. *Traffic Injury Prevention*, 20(sup2), S13-S19. <https://doi.org/10.1080/15389588.2019.1669789>
- Calvo-Poyo, F., de Oña, J., Morcillo, L. G., & Navarro-Moreno, J. (2020). Influence of wider longitudinal road markings on vehicle speeds in two-lane rural highways. *Sustainability*, 12(20), 1-11. <https://doi.org/10.3390/su12208305>
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2013). *Pedoman kapasitas jalan Indonesia*. Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Distefano, N., & Leonardi, S. (2019). Evaluation of the benefits of traffic calming on vehicle speed reduction. *Civil Engineering and Architecture*, 7(4), 200-214. <https://doi.org/10.13189/cea.2019.070403>
- Firgian, H., Sulandari, E., & Mayuni, S. (2019). Evaluasi keberadaan rambu dan marka jalan di Kota Pontianak.
- Garach, L., Calvo, F., & de Oña, J. (2022). The effect of widening longitudinal road markings on driving speed perception. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 88, 141-154. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2022.05.021>
- Gowa, X. L. F., Astutik, H. P., & Handayani, A. T. (2022). Studi kasus Jalan Jogja-Wonosari Km.17-Km.24 Kabupaten Gunung Kidul Daerah Istimewa Yogyakarta. <http://journal.itny.ac.id/index.php/ReTII>
- Hallmark, S., Hawkins, N., & Knickerbocker, S. (2021). Evaluation of transverse markings as a speed transition zone countermeasures in small, rural communities. *Journal of Transportation Technologies*, 11(1), 61-77. <https://doi.org/10.4236/jtts.2021.111004>
- Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. (2014). *Peraturan Menteri Perhubungan tentang marka jalan*. Kementerian Perhubungan Republik Indonesia.
- Pedoman Standar Sarana Jalan Tol. (2015). *Pedoman standar sarana jalan tol*. www.jasamarga.com
- Pineda-Mendez, R. A., Shi, X., Tarko, A. P., & Romero, M. A. (2023). Speed management on freeways in transition zones between rural and urban conditions. <https://doi.org/10.5703/1288284317586>
- Pirdavani, A., Bajestani, M. S., Bunjong, S., & Delbare, L. (2025). The impact of perceptual road markings on driving behavior in horizontal curves: A driving simulator study. *Applied Sciences*, 15(8). <https://doi.org/10.3390/app15084584>
- Tarko, A. P., Hall, T., Lizarazo, C., & España-Monedero, F. (2020). Speed management in small cities and towns: Guidelines for Indiana. <https://doi.org/10.5703/1288284317122>
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan.
- Wan, H., Du, Z., Yan, Q., & Chen, X. (2018). Evaluating the effectiveness of speed reduction markings in highway tunnels. *Transport*, 33, 647-656. <https://doi.org/10.3846/transport.2018.1574>