Jurnal Siber Transportasi dan Logistik (JSTL)
E-ISSN: 2987-6923
P-ISSN: 2988-2516
+62 822 1012 3600 https://research.e-siber.org siberpublisher.info@gmail.com
DOI:https://doi.org/10.38035/jstl.v4i3
https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

Evaluation of Driver Visibility of Traffic Signs and Road Markings at Night to Improve Traffic Safety on the Northern Ring Road of Tegal City

Gumelar Titis Nagari[1], Salma Putri Damayanti[2], Suprapto Hadi[3].
[1]Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan, Magetan, Indonesia, titisnagari@gmail.com
[2]Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan, Magetan, Indonesia, salmaputrid44@gmail.com
[3]Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan, Magetan, Indonesia, hadi@pktj.ac.id

Corresponding Author: hadi@pktj.ac.id[1]

Abstract: *Nighttime visibility of traffic signs and road markings is important because drivers rely on visual information to understand road conditions, maintain lane position, and anticipate hazards. This study evaluates the perceived visibility and observed condition of signs and markings on the Northern Ring Road of Tegal City, Indonesia, identifies factors associated with poor visibility, and proposes technical improvements. A descriptive quantitative and evaluative approach was used, combining a questionnaire with direct field observation. Of 101 submitted responses, 95 respondents agreed to participate and were included in the main analysis. The mean visibility score was 3.00 out of 5 for signs and 2.64 for road markings. Insufficient street lighting was the most frequently reported sign-visibility issue (74 selections), while faded markings were the most frequently reported marking issue (63 selections). Field observations recorded six sign entries: two had fair visibility and four had poor visibility. The observed lane-divider, road-edge, and pedestrian-crossing markings were faded and difficult to see. Recommended actions include repainting markings, repairing damaged or tilted signs, clearing obstructing vegetation, reviewing lighting, and conducting instrument-based retroreflectivity measurements when equipment is available. The findings identify road markings as a priority for improvement, while acknowledging that the study measured perceived rather than instrument-based visibility.*

Keyword: *Nighttime Visibility, Traffic Signs, Road Markings, Road Safety, Retroreflectivity*.

Abstrak: Visibilitas rambu dan marka jalan pada malam hari penting karena pengendara mengandalkan informasi visual untuk memahami kondisi jalan dan mengantisipasi bahaya. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi visibilitas dan kondisi rambu serta marka jalan di Jalan Lingkar Utara Kota Tegal, mengidentifikasi faktor yang memengaruhi visibilitas, dan menyusun rekomendasi perbaikan teknis. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dan evaluatif melalui kuesioner serta observasi lapangan. Dari 101 tanggapan yang masuk, sebanyak 95 responden bersedia berpartisipasi dan diikutsertakan dalam analisis. Nilai rata-rata visibilitas rambu adalah 3,00 dari skala 5, sedangkan marka jalan sebesar 2,64. Pencahayaan jalan yang tidak memadai menjadi masalah visibilitas rambu yang paling banyak

dilaporkan, dengan 74 pilihan, sementara marka yang memudar memperoleh 63 pilihan. Observasi terhadap enam entri rambu menunjukkan dua rambu memiliki visibilitas cukup baik dan empat lainnya buruk. Marka pembatas lajur, marka tepi jalan, dan zebra cross ditemukan memudar dan sulit terlihat. Rekomendasi meliputi pengecatan ulang marka, perbaikan rambu, pemangkasan vegetasi penghalang, evaluasi pencahayaan, dan pengukuran retroreflektivitas menggunakan alat yang sesuai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa marka jalan perlu diprioritaskan untuk perbaikan, dengan mempertimbangkan bahwa penilaian visibilitas didasarkan pada persepsi responden, bukan pengukuran instrumental.

Kata Kunci: Visibilitas Malam Hari, Rambu Lalu Lintas, Marka Jalan, Keselamatan Jalan, Retroreflektivitas

PENDAHULUAN

Keselamatan jalan raya sebagian bergantung pada kemampuan pengguna jalan untuk mengenali, menafsirkan, dan merespons informasi lalu lintas secara tepat waktu. Rambu lalu lintas dan marka jalan menyampaikan peringatan, pembatasan, petunjuk arah, batas lajur, serta jalur perjalanan yang dimaksudkan. Oleh karena itu, keefektifannya tidak hanya bergantung pada keberadaannya, tetapi juga pada kemampuan pengemudi untuk melihat dan memahaminya dalam berbagai kondisi lingkungan. Penelitian sebelumnya telah mengaitkan kualitas rambu dan marka jalan dengan perilaku mengemudi, pola pandangan, dan beban kognitif pada malam hari (Boadi-Kusi dkk., 2024; Burghardt dkk., 2020).

Mengemudi di malam hari menghadirkan tantangan visual tambahan karena pencahayaan sekitar berkurang dan pengemudi mungkin mengalami kesulitan lebih besar dalam mengenali geometri jalan, batas lajur, rambu, dan bahaya. Dalam kondisi ini, rambu dan marka jalan menjadi acuan visual yang penting. Dilaporkan bahwa kualitas dan visibilitas rambu serta marka jalan dapat memengaruhi perhatian pengemudi dan waktu perolehan informasi (Erkan dkk., 2023). Akibatnya, keberadaan perangkat pengatur lalu lintas saja tidak selalu menjamin bahwa perangkat tersebut memberikan informasi yang berguna dari jarak yang cukup (Burghardt dkk., 2023; Chen dkk., 2024).

Salah satu faktor yang terkait dengan visibilitas pada malam hari adalah retroreflektivitas: kemampuan suatu permukaan untuk memantulkan cahaya dari lampu depan kendaraan kembali ke arah pengemudi (Erkan dkk., 2021). Untuk rambu-rambu, bahan retroreflektif membantu menjaga visibilitas simbol dan pesan pada malam hari, meskipun kinerjanya dapat dipengaruhi oleh karakteristik bahan, desain rambu, pencahayaan kendaraan, dan paparan lingkungan (Biermeier dkk., 2025). Untuk marka jalan, visibilitas pada malam hari berkaitan dengan kontras antara marka dan permukaan jalan serta kemampuan marka tersebut untuk memantulkan cahaya lampu depan. (Guan dkk., 2024) meneliti visibilitas marka jalan berwarna putih pada malam hari, sedangkan (Chou dkk., 2020) membahas pendekatan untuk mengevaluasi retroreflektivitas marka jalan. Permukaan jalan yang basah, silau, pudar, kotoran, dan pencahayaan yang buruk dapat semakin mengurangi panduan visual yang tersedia bagi pengemudi (Babić dkk., 2020).

Di Indonesia, rambu lalu lintas diatur oleh Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 13 Tahun 2014, sedangkan marka jalan diatur oleh PM 34 Tahun 2014, sebagaimana diubah dengan PM 67 Tahun 2018. Pedoman audit keselamatan jalan dari Direktorat Jenderal Jalan Raya juga mengidentifikasi keterbacaan rambu pada malam hari serta visibilitas marka dan garis pemisah sebagai hal-hal yang relevan dalam inspeksi keselamatan jalan. Persyaratan-persyaratan ini menjadikan visibilitas sebagai isu praktis bagi pengelolaan jalan sekaligus masalah kenyamanan pengemudi Kementerian Perhubungan (Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2014, t.t.) (Peraturan Menteri Perhubungan Republik

Indonesia Nomor 34 Tahun 2014, t.t.) (Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 67 Tahun 2018, t.t.) (Direktorat Jenderal Bina Marga Nomor 20/SE/Db/2021, t.t.) .

Penelitian sebelumnya telah mengkaji visibilitas rambu, retroreflektivitas marka jalan, dan respons pengemudi, yang sering kali berfokus pada satu jenis perangkat saja atau pada pengujian berbasis instrumen dan eksperimental. (Chou dkk., 2020) Penilaian lapangan yang mempertimbangkan rambu dan marka jalan secara bersamaan dapat memberikan gambaran yang berguna mengenai kondisi yang dihadapi pengemudi di jalan tertentu. Visibilitas dapat dipengaruhi oleh kondisi fisik perangkat, pemeliharaan, vegetasi, geometri jalan, pencahayaan sekitar, dan silau. Retroreflektivitas rambu juga dapat menurun seiring usia dan paparan lingkungan.

Penelitian ini berfokus pada Jalan Lingkar Utara (Jalingkut) di Kota Tegal, Jawa Tengah. Penelitian ini mengevaluasi visibilitas malam hari yang dirasakan serta kondisi fisik rambu dan marka jalan yang diamati, mengidentifikasi faktor-faktor yang dilaporkan oleh pengguna jalan, mempertimbangkan implikasi keselamatannya, dan menyusun rekomendasi praktis. Kontribusi penelitian ini adalah evaluasi lapangan terpadu terhadap rambu-rambu dan marka jalan pada satu segmen jalan perkotaan. Karena tidak tersedia alat pengukur retroreflektivitas (retroreflectometer), penelitian ini tidak mengklaim mengukur retroreflektivitas aktual dari perangkat-perangkat tersebut.

Penelitian ini menjawab lima pertanyaan:

(1) Bagaimana kondisi rambu lalu lintas dan marka jalan pada malam hari saat ini?
(2) Bagaimana responden menilai visibilitasnya?
(3) Faktor-faktor apa saja yang dilaporkan memengaruhi visibilitas?
(4) Apa implikasinya terhadap keselamatan lalu lintas?
(5) Tindakan teknis apa yang dapat meningkatkan visibilitas pada malam hari?

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan komponen evaluatif. Data dikumpulkan melalui pengisian kuesioner oleh responden dan pengamatan lapangan langsung di Jalan Lingkar Utara Kota Tegal. Kuesioner dibagikan kepada pengguna jalan untuk mengetahui persepsi mereka mengenai visibilitas rambu lalu lintas dan marka jalan pada malam hari, faktor-faktor yang mengganggu visibilitas, serta pandangan mereka mengenai kontribusi perangkat pengatur lalu lintas yang terlihat terhadap keselamatan lalu lintas pada malam hari. Responden mengisi kuesioner dengan memberikan jawaban atas pernyataan dan pertanyaan yang disajikan. Sebanyak 101 tanggapan dikumpulkan; 95 responden setuju untuk berpartisipasi dan membentuk kelompok analisis utama. Karena beberapa item kuesioner tidak dijawab, jumlah tanggapan yang valid bervariasi antar pertanyaan.

Pengamatan lapangan langsung dilakukan untuk mendokumentasikan jenis dan lokasi rambu lalu lintas, kondisi fisiknya, posisi pemasangan, kemungkinan penghalang visual, serta kondisi marka pembatas lajur, tepi jalan, dan penyeberangan pejalan kaki. Foto-foto diambil untuk mendukung catatan lapangan dan memberikan dokumentasi visual mengenai kondisi yang diamati. Informasi sekunder diperoleh dari literatur teknis dan peraturan yang relevan.

Data kuesioner dianalisis secara deskriptif menggunakan frekuensi, persentase, dan skor rata-rata berdasarkan skala lima poin. Hasilnya digunakan untuk merangkum persepsi responden dan mengidentifikasi faktor-faktor utama yang memengaruhi visibilitas pada malam hari. Sementara itu, data pengamatan lapangan dijelaskan dan dibandingkan dengan prinsip-prinsip teknis yang relevan. Hasil kuesioner dan pengamatan lapangan kemudian diinterpretasikan secara bersamaan untuk mengidentifikasi masalah terkait visibilitas dan menentukan prioritas perbaikan.

Tidak dilakukan pengukuran retroreflektivitas atau iluminansi karena instrumen yang diperlukan tidak tersedia. Oleh karena itu, hasil kuesioner mewakili persepsi responden, sedangkan klasifikasi lapangan mewakili pengamatan visual yang dilakukan pada saat survei.

Temuan ini tidak boleh diartikan sebagai nilai retroreflektivitas yang diukur, tingkat pencahayaan yang diukur, atau penentuan formal mengenai kepatuhan terhadap peraturan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Profil Responden

Dari 101 tanggapan yang dikirimkan, 95 (94,1%) menyatakan persetujuan untuk berpartisipasi dan enam (5,9%) tidak. Di antara tanggapan yang valid, 55,3% adalah laki-laki dan 44,7% adalah perempuan. Kelompok usia terbesar adalah 17–25 tahun (36,2%), diikuti oleh 26–35 tahun (29,8%). Pelajar merupakan kelompok pekerjaan terbesar (27,4%). Sepeda motor merupakan jenis kendaraan yang paling sering digunakan (55,8%), diikuti oleh mobil penumpang (33,7%). Waktu yang paling sering dilaporkan untuk biasanya melintasi jalan adalah pagi hari (29,8%); 33,7% mengatakan bahwa mereka sering bepergian di jalan pada malam hari. Karakteristik ini menggambarkan para peserta dan tidak menyatakan bahwa sampel tersebut mewakili seluruh pengguna jalan.

Visibilitas rambu lalu lintas dan marka jalan pada malam hari

Tabel 1 Persepsi Responden Terkait Visibilitas pada Malam Hari

Aspek yang Dinilai	Jawaban Paling Umum	Persentase
Visibilitas rambu lalu lintas	Cukup terlihat	63.6%
Visibilitas marka jalan	Tidak Terlihat	44.0%
Manfaat rambu lalu lintas dan marka jalan	Cukup Bermanfaat	64.7%
Kebutuhan untuk meningkatkan visibilitas	Perlu atau sangat perlu ditingkatkan	83.1%

Tabel ini menyajikan penilaian umum para responden mengenai visibilitas rambu lalu lintas dan marka jalan pada malam hari. Rambu lalu lintas cenderung dinilai cukup terlihat, sedangkan marka jalan lebih sering dinilai tidak terlihat. Sebagian besar responden berpendapat bahwa visibilitas perlu ditingkatkan.

Faktor-faktor utama yang memengaruhi visibilitas pada malam hari

Table 2 Faktor Utama yang mempengaruhi Visibilitas pada Malam Hari

Perangkat lalu lintas	Faktor yang mempengaruhi Visibilitas	Persentase
Rambu lalu lintas	Penerangan jalan yang kurang memadai	77.9%
Rambu lalu lintas	Silau dari lampu depan kendaraan yang datang dari arah berlawanan	60.0%
Rambu lalu lintas	Terbatasnya Jarak Pandang	45.3%
Marka Jalan	Marka jalan yang pudar	66.3%
Marka Jalan	Penerangan jalan yang kurang memadai	62.1%
Marka Jalan	Silau dari kendaraan lain	45.3%

Tabel ini merangkum faktor-faktor yang paling sering dilaporkan oleh responden sebagai hal yang mengganggu visibilitas mereka. Penerangan jalan yang tidak memadai merupakan faktor utama yang memengaruhi rambu lalu lintas, sedangkan marka jalan yang pudar merupakan masalah utama yang memengaruhi marka jalan. Kondisi pencahayaan dan silau juga memengaruhi keduanya. Pertanyaan ini memungkinkan lebih dari satu jawaban, sehingga persentasenya tidak selalu berjumlah 100% (Erkan dkk., 2021)

Persepsi mengenai hubungan antara visibilitas dan keselamatan berkendara

Tabel 3 Persepsi tentang Hubungan antara Visibilitas dan Keselamatan Berkendara

Pernyataan	Setuju	Sangat Setuju
Rambu lalu lintas yang terlihat jelas membantu pengemudi mengambil keputusan yang tepat	73.7%	10.5%
Marka jalan yang terlihat jelas membantu pengemudi mempertahankan posisi lajurnya	68.4%	14.7%
Rambu lalu lintas dan marka jalan yang sulit dilihat dapat meningkatkan risiko kesalahan mengemudi	62.1%	12.6%
Visibilitas yang baik penting untuk keselamatan lalu lintas di malam hari	52.6%	28.4%

This table shows respondents' perceptions of the role of visibility in driving safety. Respondents considered that visible traffic signs help with decision-making and visible road markings help maintain lane position. Poor visibility was also perceived as potentially increasing the risk of driving errors. These findings represent respondents' perceptions and do not constitute evidence of a direct cause-and-effect relationship with traffic accidents(Babić et al., 2020).

Observed condition of traffic signs

Six sign entries were recorded during the field inventory. The signs included a caution sign at STA 750 m, a traffic-signal sign at STA 800 m, an access restriction sign at STA 970 m, a left-direction sign and a no-entry sign at STA 880 m, and parking/vendor prohibition signs at STA 990 m. The recorded distance from the road shoulder ranged from 1.25 to 2.41 m; signpost height ranged from 2.53 to 3.43 m, and post diameter was recorded as 7 cm.

Table 5 Observed condition of traffic signs

Observed feature	Field finding
Visibility classification	Two of six sign entries were classified as fair; four were classified as poor.
Sign-panel condition	3 panels were dented.
Post condition	2 posts were tilted.
Visual obstruction	1 Vegetation partly obstructed a sign or signs.

Panel dimensions	Approximately 60–68 cm, according to field notes.

Panel yang penyok dapat memengaruhi keterbacaan simbol atau pesan, tiang yang miring dapat mengubah arah papan rambu yang dihadapi pengemudi yang mendekat, dan vegetasi dapat menghalangi informasi. Oleh karena itu, pemeriksaan rutin, perbaikan, dan pengelolaan vegetasi merupakan langkah awal yang wajar. Pengukuran yang dicatat dalam penelitian ini merupakan pengamatan deskriptif; pengukuran tersebut tidak boleh dianggap sebagai bukti kepatuhan atau ketidakpatuhan tanpa memeriksa persyaratan teknis khusus rambu yang berlaku (Saleh & Fleyeh, 2023). Menjaga kondisi fisik dan visibilitas rambu lalu lintas sangat penting karena kerusakan, penghalang, dan penurunan kinerja reflektif dapat mengurangi ketersediaan informasi lalu lintas bagi pengemudi yang mendekat (Jamal dkk., 2022; Khalilikhah & Heaslip, 2016).

Kondisi marka jalan yang diamati

Pengamatan lapangan mengidentifikasi marka pembatas lajur, marka tepi jalan atau bahu jalan, serta penyeberangan pejalan kaki. Marka yang diamati telah memudar dan memiliki visibilitas yang buruk. Pemudaran mengurangi kontras visual antara garis dan permukaan jalan serta dapat mempersulit pengemudi untuk mengidentifikasi posisi lajur dan tepi jalur yang dilalui, terutama pada malam hari. Penyeberangan pejalan kaki yang memudar juga mungkin lebih sulit dikenali oleh pengemudi. Hal ini merupakan masalah keselamatan fungsional yang disimpulkan dari kondisi yang diamati; penelitian ini tidak menetapkan bahwa marka tersebut menyebabkan kecelakaan apa pun di lokasi tersebut. Visibilitas marka jalan yang pudar yang berkurang sejalan dengan penelitian yang mengkaji visibilitas marka jalan pada malam hari dan peran retroreflektivitas dalam membuat marka jalan dapat terdeteksi di bawah berbagai kondisi jalan dan cuaca (Babić dkk., 2020) (Guan dkk., 2024) (Chou dkk., 2020).

Temuan lapangan sejalan dengan tanggapan kuesioner. Skor rata-rata visibilitas yang dirasakan untuk marka jalan adalah 2,64, lebih rendah daripada skor 3,00 untuk rambu lalu lintas. Selain itu, 63 responden (66,3% dari kelompok analisis yang terdiri dari 95 orang) memilih marka jalan yang pudar sebagai faktor yang mengganggu visibilitas, dan 41 responden (43,2%) memilih pantulan cahaya yang tidak memadai. Kesesuaian antara data persepsi dan pengamatan lapangan mendukung prioritas pemeliharaan marka jalan.

Implikasi keselamatan dan tindakan yang direkomendasikan

Rambu lalu lintas membantu pengemudi mengenali pembatasan, peringatan, dan kondisi jalan, sementara marka jalan membantu mereka mempertahankan posisi lajur dan mengenali batas-batas badan jalan. Studi sebelumnya telah meneliti hubungan antara kualitas rambu lalu lintas dan marka jalan, perilaku pengemudi, serta manfaat keselamatan potensial dari peningkatan visibilitas jalan. Ketika salah satunya sulit dilihat, pengemudi mungkin memiliki waktu yang lebih sedikit untuk menafsirkan informasi dan memutuskan bagaimana merespons. Responden secara umum sepakat bahwa rambu dan marka jalan yang terlihat jelas mendukung pengenalan dini, keputusan mengemudi yang lebih tepat, pemeliharaan lajur, dan rasa aman yang lebih besar. Namun, penelitian ini tidak menguji hubungan sebab-akibat antara visibilitas yang buruk dan terjadinya kecelakaan; temuan ini menunjukkan potensi masalah keselamatan, bukan bukti penyebab kecelakaan (Babić dkk., 2022; Y. T. Lee dkk., 2026).

Tabel 6 Rekomendasi Teknis yang Diutamakan untuk Meningkatkan Visibilitas pada Malam Hari dari Rambu dan Marka Jalan

Prioritas	Tindakan yang direkomendasikan	Tujuan

1	Mengecat ulang marka pembatas lajur, tepi jalan/bahu jalan, dan penyeberangan pejalan kaki yang sudah pudar dengan bahan yang sesuai dengan spesifikasi yang berlaku.	Memulihkan panduan visual dan pembatas yang jelas.
2	Perbaiki atau ganti panel rambu yang penyok dan luruskan tiang yang miring.	Meningkatkan orientasi rambu dan keterbacaan pesannya.
3	Pangkas vegetasi yang menghalangi rambu, terutama rambu yang tercatat di dekat STA 990 m.	Menjaga agar informasi rambu tidak terhalang.
4	Periksa pencahayaan malam hari dan tinjau penempatan rambu, ketinggian pemasangan, jarak dari bahu jalan, serta orientasinya sesuai dengan standar teknis yang berlaku.	Mengidentifikasi masalah visibilitas yang terkait dengan lingkungan dan penempatan.
5	Jika instrumen yang sesuai tersedia, ukur retroflektivitas marka jalan dan, jika perlu, rambu (Idris et al., 2024).	Sediakan bukti kuantitatif untuk penetapan prioritas pemeliharaan.

Langkah-langkah pemeliharaan yang diusulkan didukung oleh penelitian mengenai visibilitas dan retroreflektivitas marka jalan, serta pedoman teknis mengenai pemeliharaan rambu lalu lintas dan marka jalan (Guan dkk., 2024). Prioritas awal haruslah menangani marka yang pudar karena marka tersebut memperoleh peringkat visibilitas yang lebih rendah dan secara konsisten teridentifikasi dalam pengamatan lapangan serta kuesioner. Pemeliharaan rambu harus dilakukan secara paralel, terutama di tempat-tempat di mana kerusakan, kemiringan, atau vegetasi memengaruhi visibilitas. Penetapan prioritas akhir harus mempertimbangkan kondisi perangkat, lokasi, fungsi, pencahayaan, dan hasil pengukuran teknis di masa mendatang (Babić et al., 2024).

Pembahasan

Bagaimana kondisi rambu lalu lintas dan marka jalan pada malam hari saat ini?

Berdasarkan pengamatan lapangan langsung, teridentifikasi enam rambu lalu lintas, dengan kondisi fisik dan tingkat visibilitas yang bervariasi. Dua rambu memiliki visibilitas cukup, sedangkan empat lainnya memiliki visibilitas buruk. Masalah yang teridentifikasi meliputi panel rambu yang penyok, tiang rambu yang miring, dan rambu yang sebagian tertutupi oleh pepohonan. Dimensi panel rambu yang tercatat berkisar antara 60 hingga 68 cm, tinggi tiang rambu berkisar antara 2,53 hingga 3,43 m, jarak dari bahu jalan berkisar antara 1,25 hingga 2,41 m, dan diameter tiang rambu sebesar 7 cm.

Sementara itu, marka jalan yang teridentifikasi di sepanjang ruas studi terdiri dari marka pemisah lajur, marka tepi jalan atau bahu jalan, serta penyeberangan pejalan kaki (zebra crossing). Ketiga jenis marka tersebut sudah pudar dan memiliki visibilitas yang buruk. Temuan

ini menunjukkan bahwa infrastruktur jalan yang diamati memiliki kekurangan fisik dan terkait visibilitas yang perlu ditangani guna mendukung keselamatan pengguna jalan pada malam hari.

Bagaimana responden menilai visibilitasnya?

Berdasarkan hasil kuesioner, skor visibilitas rata-rata untuk rambu lalu lintas adalah 3,00 pada skala lima poin, sedangkan skor rata-rata untuk marka jalan adalah 2,64. Hasil ini menunjukkan bahwa responden menilai visibilitas marka jalan lebih rendah daripada rambu lalu lintas.

Temuan ini didukung oleh pengamatan lapangan langsung, yang menunjukkan bahwa empat dari enam rambu lalu lintas memiliki visibilitas yang buruk, sedangkan marka pembatas lajur, marka tepi jalan, dan penyeberangan zebra telah pudar dan sulit dilihat. Oleh karena itu, berdasarkan gabungan hasil kuesioner dan pengamatan, marka jalan harus diprioritaskan untuk peningkatan visibilitas pada malam hari.

Skor rata-rata ini mencerminkan persepsi responden, bukan pengukuran teknis terhadap kinerja retroreflektif rambu dan marka jalan. Akibatnya, kinerja visibilitas teknisnya perlu dikonfirmasi melalui pengukuran lapangan jika diperlukan penilaian lebih lanjut.

Faktor-faktor apa saja yang dilaporkan memengaruhi visibilitas?

Berdasarkan hasil kuesioner, faktor-faktor yang memengaruhi visibilitas rambu lalu lintas dan marka jalan meliputi kondisi penerangan jalan, silau dari kendaraan yang datang dari arah berlawanan, jarak pandang yang terbatas, kondisi fisik rambu dan marka, serta kemampuan marka jalan untuk memantulkan cahaya.

Untuk rambu lalu lintas, penerangan jalan yang tidak memadai merupakan faktor yang paling sering dilaporkan, dengan 74 pilihan. Hal ini diikuti oleh silau dari lampu depan kendaraan yang datang dari arah berlawanan, dengan 57 pilihan, dan jarak pandang yang terbatas, dengan 43 pilihan. Untuk marka jalan, marka yang pudar merupakan faktor yang paling sering dilaporkan, dengan 63 pilihan, diikuti oleh penerangan jalan yang tidak memadai, dengan 59 pilihan; silau dari kendaraan lain, dengan 43 pilihan; serta reflektivitas cahaya marka yang buruk, dengan 41 pilihan.

Pengamatan lapangan semakin memperkuat temuan ini dengan mengidentifikasi panel rambu yang penyok, tiang rambu yang miring, rambu yang terhalang oleh vegetasi, serta marka pembatas lajur, marka tepi jalan, dan penyeberangan zebra yang pudar. Temuan ini menunjukkan bahwa visibilitas infrastruktur jalan pada malam hari dipengaruhi oleh kombinasi antara kondisi fisik fasilitas dan lingkungan penglihatan di sekitarnya.

Apa implikasinya bagi keselamatan lalu lintas?

Dari perspektif keselamatan lalu lintas, visibilitas rambu lalu lintas dan marka jalan memainkan peran penting dalam membantu pengemudi mengenali informasi lalu lintas, memahami kondisi jalan, menjaga posisi kendaraan, dan mengantisipasi potensi bahaya. Hasil kuesioner menunjukkan bahwa responden secara umum setuju bahwa visibilitas rambu dan marka jalan penting untuk berkendara yang aman pada malam hari.

Namun, kondisi yang ada termasuk empat rambu dengan visibilitas buruk serta marka pembatas lajur, marka tepi jalan, dan penyeberangan zebra yang pudar—menunjukkan adanya masalah yang perlu diperhatikan. Rambu yang penyok, miring, atau terhalang vegetasi dapat mengurangi keterbacaan informasi lalu lintas. Demikian pula, marka jalan yang pudar dapat mempersulit pengemudi untuk mengidentifikasi batas lajur dan tepi jalan, terutama ketika kondisi pencahayaan tidak memadai.

Kekurangan visibilitas ini dapat meningkatkan risiko kesalahan dalam pengambilan keputusan berkendara. Meskipun demikian, penelitian ini tidak menetapkan hubungan sebab-akibat antara rendahnya jarak pandang dan terjadinya kecelakaan lalu lintas. Sebaliknya, temuan tersebut menunjukkan bahwa peningkatan jarak pandang rambu dan marka jalan

merupakan langkah pencegahan yang dapat mendukung keselamatan lalu lintas di Jalan Lingkar Utara Kota Tegal.

Tindakan teknis apa saja yang dapat meningkatkan jarak pandang pada malam hari?

Berdasarkan hasil kuesioner dan pengamatan terhadap kondisi yang ada, direkomendasikan langkah-langkah teknis berikut ini.

Pemeliharaan Marka Jalan

Cat ulang marka pemisah lajur yang pudar serta marka tepi jalan atau bahu jalan menggunakan bahan yang sesuai dengan persyaratan teknis yang berlaku. Visibilitas marka tersebut harus dievaluasi kembali pada malam hari setelah pemeliharaan selesai dilakukan.

Perbaikan Kondisi Fisik Rambu Lalu Lintas

Perbaiki atau ganti panel rambu yang penyok dan luruskan tiang rambu yang miring untuk memastikan rambu dapat dilihat dan dibaca dengan jelas oleh pengemudi.

Pemeliharaan Vegetasi di Sekitar Rambu Lalu Lintas

Pangkas vegetasi yang menghalangi rambu lalu lintas, terutama rambu larangan parkir dan penjualan kaki lima di STA 990 m, untuk memastikan bahwa informasi yang ditampilkan tetap tidak terhalang.

Pengukuran Visibilitas Teknis

Ukur retroreflektivitas marka jalan dan, jika diperlukan, rambu lalu lintas menggunakan peralatan yang sesuai. Hasil pengukuran dapat digunakan untuk menilai kinerja reflektifnya dan menentukan persyaratan pemeliharaan sesuai dengan standar yang berlaku. Pengukuran berbasis instrumen dapat memberikan informasi objektif mengenai kinerja reflektif marka jalan dan membantu mendukung keputusan pemeliharaan, melengkapi penilaian berbasis persepsi (Chou dkk., 2021; Guan dkk., 2024; Fhwa, 2007).

Evaluasi Penerangan Jalan dan Penempatan Infrastruktur Jalan

Evaluasi kondisi penerangan di sepanjang ruas studi dan periksa kembali ketinggian pemasangan rambu, jarak dari bahu jalan, orientasi, serta keterbacaan sesuai dengan standar teknis yang relevan.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Penelitian ini mengevaluasi visibilitas rambu lalu lintas dan marka jalan pada malam hari di Jalan Lingkar Utara Kota Tegal dengan menggunakan tanggapan kuesioner dan pengamatan langsung. Dari 101 tanggapan yang masuk, 95 responden memberikan persetujuan dan dimasukkan ke dalam analisis utama. Skor rata-rata visibilitas yang dirasakan adalah 3,00 dari 5 untuk rambu lalu lintas dan 2,64 untuk marka jalan, yang menunjukkan persepsi yang kurang baik terhadap marka jalan. Pengamatan lapangan mengklasifikasikan dua dari enam rambu yang diamati memiliki visibilitas cukup dan empat lainnya memiliki visibilitas buruk. Marka pembatas lajur, tepi jalan/bahu jalan, dan penyeberangan pejalan kaki yang diamati tampak pudar dan sulit dilihat.

Faktor-faktor yang paling sering dilaporkan adalah penerangan jalan yang tidak memadai untuk rambu-rambu (74 pilihan), silau dari lampu depan kendaraan yang berlawanan arah (57), dan jarak pandang yang terbatas (43). Untuk marka jalan, garis yang pudar paling sering dipilih (63), diikuti oleh penerangan yang tidak memadai (59), silau (43), dan refleksi cahaya yang dirasakan rendah (41). Langkah-langkah yang direkomendasikan meliputi pengecatan ulang marka jalan, perbaikan atau penggantian rambu yang rusak, meluruskan tiang yang miring, membersihkan vegetasi, meninjau penempatan penerangan dan perangkat, serta melakukan

pengukuran retroreflektivitas berbasis instrumen jika peralatan tersedia. Langkah-langkah ini merupakan rekomendasi preventif; studi ini tidak membuktikan bahwa kondisi visibilitas menyebabkan kecelakaan.

Keterbatasan

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, penilaian tingkat visibilitas sebagian didasarkan pada jawaban kuesioner yang mencerminkan persepsi subjektif pengemudi. Oleh karena itu, penilaian tersebut dapat bervariasi tergantung pada pengalaman, kemampuan penglihatan, dan kondisi berkendara masing-masing responden. Kedua, pengamatan langsung dilakukan pada enam titik rambu lalu lintas, serta marka pembatas lajur, marka tepi jalan atau bahu jalan, dan penyeberangan pejalan kaki (zebra crossing) yang teridentifikasi di lokasi penelitian.

Akibatnya, hasil pengamatan mungkin tidak sepenuhnya mewakili kondisi seluruh infrastruktur jalan di sepanjang Jalan Lingkar Utara Kota Tegal. Ketiga, penelitian ini tidak mencakup pengukuran kuantitatif terhadap tingkat penerangan jalan maupun retroreflektivitas rambu lalu lintas dan marka jalan. Akibatnya, kinerja reflektif infrastruktur jalan tidak dapat ditentukan secara objektif. Keempat, temuan ini mencerminkan kondisi selama periode pengumpulan data dan tidak dapat membuktikan adanya hubungan sebab-akibat antara visibilitas yang buruk dan terjadinya kecelakaan lalu lintas. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan pengukuran teknis menggunakan peralatan yang sesuai, memperluas cakupan pengamatan lapangan, serta mengkaji berbagai kondisi malam hari dan cuaca guna memungkinkan penilaian visibilitas yang lebih komprehensif.

Rekomendasi

Penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas area pengamatan dan meningkatkan jumlah responden sehingga penilaian visibilitas rambu lalu lintas dan marka jalan dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai kondisi aktual. Pengamatan juga harus dilakukan di bawah kondisi pencahayaan dan cuaca yang bervariasi untuk mengidentifikasi perbedaan visibilitas infrastruktur jalan pada malam hari. Selain kuesioner, studi di masa mendatang dapat menggabungkan pengukuran teknis menggunakan alat pengukur retroreflektivitas untuk menilai kinerja reflektif rambu lalu lintas dan marka jalan, serta pengukuran tingkat pencahayaan di sepanjang ruas jalan (S. Lee & Cho, 2023). Penelitian di masa mendatang dapat memanfaatkan penelitian sebelumnya yang telah mengevaluasi visibilitas marka jalan pada malam hari dan kinerja retroreflektif untuk memperoleh bukti yang lebih objektif dalam mengevaluasi infrastruktur jalan (Chou dkk., 2021; Guan dkk., 2024; Schnell dkk., 2003). Hasil pengukuran tersebut kemudian dapat dibandingkan dengan standar teknis yang berlaku guna memberikan landasan yang lebih objektif dalam merumuskan rekomendasi perbaikan yang terukur. Penelitian di masa mendatang juga dapat mengkaji hubungan antara visibilitas infrastruktur jalan, perilaku pengemudi, dan potensi konflik lalu lintas guna mendukung upaya peningkatan keselamatan berkendara pada malam hari.

Kontribusi Penulis

Para penulis berkontribusi dalam perumusan masalah, pengembangan kuesioner, pengumpulan data melalui kuesioner dan pengamatan langsung, pengolahan data, interpretasi temuan, serta penyusunan naskah.

Ucapan Terima Kasih (Opsional)

Para penulis mengucapkan terima kasih kepada semua responden yang meluangkan waktu untuk mengisi kuesioner serta mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang mendukung pengamatan lapangan dan penyusunan penelitian ini.

REFERENSI

Babić, D., Babić, D., Fiolić, M., Eichberger, A., & Magosi, Z. F. (2022). Impact of Road Marking Retroreflectivity on Machine Vision in Dry Conditions: On-Road Test. Sensors, 22(4). https://doi.org/10.3390/s22041303

Babić, D., Fiolić, M., Babić, D., & Burghardt, T. E. (2024). Systematic Testing of Road Markings' Retroreflectivity to Increase Their Sustainability through Improvement of Properties: Croatia Case Study. Sustainability (Switzerland), 16(15). https://doi.org/10.3390/su16156653

Babić, D., Fiolić, M., Babić, D., & Gates, T. (2020). Road Markings and Their Impact on Driver Behaviour and Road Safety: A Systematic Review of Current Findings. In Journal of Advanced Transportation (Vol. 2020). Hindawi Limited. https://doi.org/10.1155/2020/7843743

Biermeier, S., Kemper, D., & García-Hernandez, A. (2025). Road marking visibility for automated vehicles: Machine detectability and maintenance standards. Case Studies in Construction Materials, 22. https://doi.org/10.1016/j.cscm.2025.e04430

Boadi-Kusi, S. B., Aikins, P. M., Zaabaar, E., & Duku, A. G. (2024). Visual function correlates of self-reported vision-related nighttime driving difficulties. Journal of Optometry, 17(3). https://doi.org/10.1016/j.optom.2023.100506

Burghardt, T. E., Chistov, O., Reiter, T., Popp, R., Helmreich, B., & Wiesinger, F. (2023). Visibility of flat line and structured road markings for machine vision. Case Studies in Construction Materials, 18. https://doi.org/10.1016/j.cscm.2023.e02048

Burghardt, T. E., Mosböck, H., Pashkevich, A., & Fiolić, M. (2020). Horizontal road markings for human and machine vision. Transportation Research Procedia, 48, 3622–3633. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.08.089

Chen, Q., Pan, Z., Wu, J., & Xue, C. (2024). An Investigation into the Effects of Correlated Color Temperature and Illuminance of Urban Motor Vehicle Road Lighting on Driver Alertness. Sensors, 24(15). https://doi.org/10.3390/s24154927

Chou, C. P., Leong, K. W., Chen, A. C., & Lee, Y. X. (2020). Road marking retroreflectivity study via a visual algorithm. International Journal of Pavement Research and Technology, 13(6), 614–620. https://doi.org/10.1007/s42947-020-6001-x

Direktorat Jenderal Bina Marga Nomor 20/SE/Db/2021. (n.d.).

Erkan, A., Babilon, S., Hoffmann, D., Singer, T., Vitkov, T., & Khanh, T. Q. (2021). Determination of Speed-Dependent Roadway Luminance for an Adequate Feeling of Safety at Nighttime Driving. Vehicles, 3(4), 821–839. https://doi.org/10.3390/vehicles3040049

Erkan, A., Hoffmann, D., Kreß, N., Vitkov, T., Kunst, K., Peier, M. A., & Khanh, T. Q. (2023). Required Visibility Level for Reliable Object Detection during Nighttime Road Traffic in Non-Urban Areas. Applied Sciences (Switzerland), 13(5). https://doi.org/10.3390/app13052964

Fhwa. (2007). Methods for Maintaining Traffic Sign Retroreflectivity.

Guan, Y., Hu, J., Wang, R., Cao, Q., & Xie, F. (2024). Research on the nighttime visibility of white pavement markings. Heliyon, 10(16). https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e36533

Idris, I. I., Mousa, M., & Hassan, M. (2024). Modeling retroreflectivity degradation of pavement markings across the US with advanced machine learning algorithms. Journal of Infrastructure Preservation and Resilience, 5(1). https://doi.org/10.1186/s43065-024-00094-z

Jamal, A., Reza, I., & Shafiullah, M. (2022). Modeling retroreflectivity degradation of traffic signs using artificial neural networks. IATSS Research, 46(4), 499–514. https://doi.org/10.1016/j.iatssr.2022.08.003

Khalilikhah, M., & Heaslip, K. (2016). The effects of damage on sign visibility: An assist in traffic sign replacement. Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition), 3(6), 571–581. https://doi.org/10.1016/j.jtte.2016.03.009

Lee, S., & Cho, B. H. (2023). Evaluating Pavement Lane Markings in Metropolitan Road Networks with a Vehicle-Mounted Retroreflectometer and AI-Based Image Processing Techniques. Remote Sensing, 15(7). https://doi.org/10.3390/rs15071812

Lee, Y. T., Gonçalves, R. C., Öztürk, İ., Solernou, A., Proctor, K., & Merat, N. (2026). Hazard perception in manual and hands-off Level 2 driving under daytime and after dark lighting conditions: A driving simulator study. Cognition, Technology and Work, 28(3), 689–707. https://doi.org/10.1007/s10111-026-00870-9

Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2014. (n.d.).

Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2014. (n.d.).

Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 67 Tahun 2018. (n.d.).

Saleh, R., & Fleyeh, H. (2023). Predicting the service life of road signs based on their retroreflectivity and color using Logistic Regression. Transportation Research Procedia, 73, 77–84. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2023.11.894.