

MENDESAIN KESELAMATAN: TINJAUAN POTENSI PENATAAN LANDSKAP SEPANJANG JALAN TOL

Lisana Shidqina¹

¹Fakultas Arsitektur dan Desain, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur, Jl. Rungkut
Madya, Gn. Anyar, Kec. Gn. Anyar, Surabaya, Jawa Timur 60294

* Email korespondensi: lisana.shidqina@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan jalan tol di Indonesia meningkat pesat terutama sejak tahun 2015. Bertambahnya volume kendaraan turut berdampak terhadap bertambahnya jumlah kecelakaan di sepanjang jalan tol, terutama pada pengemudi dengan jarak perjalanan yang panjang. Salah satu faktor utamanya adalah kelelahan (*fatigue*) yang disebabkan oleh kondisi sepanjang jalan tol yang monoton. Tinjauan ini merupakan bahasan awal mengenai potensi intervensi desain lanskap dalam mengatasi kondisi visual yang monoton di jalan tol, sehingga dapat meningkatkan kewaspadaan serta keselamatan pengemudi dalam berkendara. Studi ini telah memperhatikan berbagai parameter desain lanskap mulai dari karakter makro sebuah lanskap hingga elemen mikro penanaman strategis yang terdiri dari pemilihan vegetasi, pola penanaman, ambang batas penanaman, hingga elemen warna pada tanaman. Dari berbagai parameter tersebut telah dihasilkan alur prioritas untuk penerapan serta potensi untuk pengembangan lebih jauh, baik dalam penelitian, kebijakan, maupun aplikasi langsung di ruang bebas jalan (rubeja) tol.

Kata-kunci: desain lanskap, jalan tol, kelelahan, monoton, penanaman strategis.

DESIGNING SAFETY: REVIEWING THE POTENTIALS OF LANDSCAPING ALONG TOLL ROADS

ABSTRACT

The development of toll roads in Indonesia has increased rapidly, especially since 2015. The increase in vehicle volume has also led to an increase in the number of accidents along toll roads, especially among drivers traveling long distances. One of the main factors is fatigue caused by monotony along toll roads. This review is an initial discussion of the potential for landscape design interventions to address monotonous visual conditions on toll roads, thereby increasing driver awareness and safety. This study has considered various landscape design parameters, ranging from the macro characteristics of a landscape to micro elements of strategic planting consisting of choice of vegetation, planting patterns, planting thresholds, and color elements in plants. From these various parameters, a priority flow for implementation and potential for further development has been produced, both in research, policy, and direct application in toll road open spaces.

Keywords: landscape design, highways, fatigue, monotony, strategic planting.

PENDAHULUAN

Perkembangan jalan tol di Indonesia meningkat pesat terutama sejak tahun 2015, membawa dampak besar terhadap ekonomi dan bisnis di Indonesia, terutama dalam membuka akses terhadap daerah-daerah rural baru di sekitar pintu jalan tol. (Siswoyo, 2020). Sampai pada awal tahun 2024, jumlah total jalan tol di Indonesia mencapai 2,816 km yang menghubungkan berbagai kota dan provinsi (Rahmadana & Putra, 2025).

Namun, bertambahnya volume kendaraan turut berdampak terhadap bertambahnya jumlah kecelakaan di sepanjang jalan tol, terutama pada pengemudi dengan jarak perjalanan yang panjang, seperti pengemudi truk dan bus. Dalam beberapa studi disebutkan, bahwa *fatigue* atau kelelahan merupakan salah satu faktor utama kecelakaan (Zainy et al., 2023; Zuraida & Abbas, 2020). Dalam studi oleh Khotimah & Sjafruddin (Khotimah & Sjafruddin, 2024), disebutkan 45% insiden disebabkan oleh pengemudi yang mengalami kelelahan dan kantuk di jalan. Jalan yang lurus dan monoton merupakan salah satu penyebab utama *hypnosis* jalan raya dan penurunan kewaspadaan pengemudi.

Salah satu upaya dalam mengatasi *fatigue* dari pengemudi di jalan tol adalah dengan membangun rest area, yang dikelola oleh pemerintah maupun swasta. Namun, belum semua jalan tol memiliki rest area yang mencukupi, serta belum semua rest area terbangun sesuai dengan standar pemerintah. Selain itu, efektivitas rest area semakin menurun bila pengguna jalan/ jumlah kendaraan semakin banyak (Parbowo et al., 2022). Karena itu, perlu adanya upaya lain untuk menangani kelelahan pengemudi sepanjang jalan tol.

Salah satu penyebab utama kelelahan adalah *monotony* (Thiffault & Bergeron, 2003). Hal ini sangat dirasakan pada pengguna jalan tol, di mana jarak panjang ditempuh dalam kondisi jalan yang cenderung lurus, rata, dan tanpa atraksi visual sepanjang jalan. Kondisi yang monoton menurunkan stimulasi otak sekaligus juga kewaspadaan yang diperlukan selama mengemudi sehingga berpotensi menghasilkan *highway hypnosis*. Kondisi ini memperkuat alasan supir bis merasa kelelahan mental lebih dari kelelahan fisik saat mengemudi jarak jauh (Zuraida et al., 2017).

Lebih lanjut lagi, menyetir selama 2,5 jam sudah berpotensi untuk meningkatkan kelelahan, diindikasikan oleh mengemudi perlahan di jalur kanan (jalur cepat), menggebut saat gigi rendah, bernyanyi secara tidak koheren, menurunkan jendela, menggosok wajah, atau sering mengonsumsi permen. Kelelahan yang dirasakan dalam jangka waktu tersebut juga tidak cukup untuk diatasi dengan istirahat selama 15 menit (Zainy et al., 2023). Kondisi jalan tol cenderung sangat berulang dan dapat diprediksi turut berpengaruh pada penurunan kinerja kognitif otak, terutama dengan penggunaan sistem asisten pengemudi (rem ABS, kendali jelajah, peta GPS, dan lain-lain) yang semakin marak (Farahmand & Boroujerdian, 2018).

Kondisi jalan yang sangat berhubungan dengan kewaspadaan saat mengemudi meliputi dua aspek, yaitu 1) desain jalan dan 2) variasi sepanjang sisi jalan (Larue et al., 2011). Desain jalan yang ditelitinya berfokus pada geometri jalan yang lurus dan jalan yang berkelok. Lebih jauh, keselamatan sepanjang jalan dipengaruhi oleh *streetscape* yang mencakup keberadaan ruang hijau, kompleksitas visual, dan variasi warna sepanjang jalan (Park & Lee, 2026).

Penelitian mengenai kecelakaan pada jalan tol saat ini banyak berfokus pada geometri jalan sebagai faktor yang mempengaruhi tingkat kerawanan kecelakaan jalan

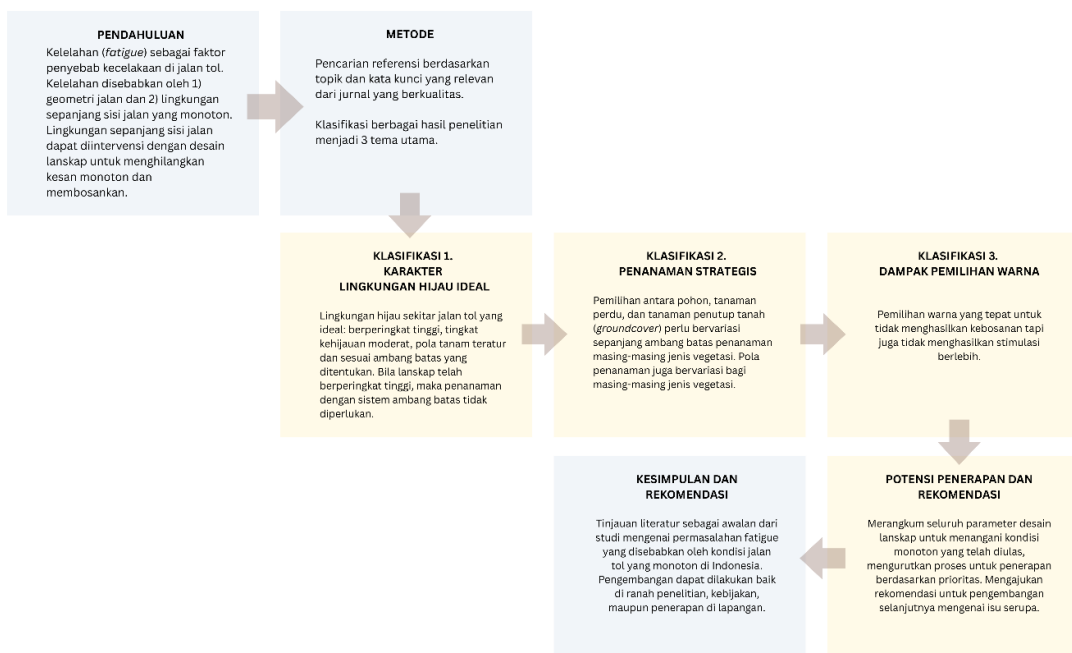
(Ellytrina & Zhafirah, 2023). Ketentuan mengenai dimensi standar juga telah ditetapkan melalui peraturan PUPR No.13/P/BM/2021 mengenai Pedoman Desain Geometrik Jalan (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2021).

Penelitian pada variasi lanskap sepanjang sisi jalan tol masih belum banyak dilakukan, terutama dari sisi desain lanskap dalam konteks jalan tol di Indonesia. Peraturan PUPR No.05/PRT/M/2008 mengenai Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan mencirikan secara spesifik mengenai pemanfaatan RTH pada area sekitar jalan kereta api tapi tidak sekitar jalan tol (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2008). Meski begitu, dalam pedoman ini disebutkan kriteria perbedaan vegetasi untuk jalur sabuk hijau, pulau dan median jalan yang juga terdapat sepanjang jalan tol.

Penanaman vegetasi sepanjang jalan tol perlu mempertimbangkan karakter, fungsi, variasi, serta pola penempatannya untuk mendukung tingkat kewaspadaan pengemudi. Tinjauan literatur ini bertujuan untuk merangkum beragam potensi intervensi desain lanskap yang dapat dilakukan untuk memenuhi tujuan tersebut. Diharapkan bahwa tinjauan ini dapat mengawali berbagai penelitian lebih lanjut mengenai permasalahan ini.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode tinjauan literatur dengan tujuan mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis temuan penelitian yang relevan dengan topik penataan lanskap sepanjang jalan tol. Sumber literatur diperoleh dari berbagai basis data ilmiah seperti jurnal nasional dan internasional, serta prosiding konferensi yang kredibel. Proses pencarian literatur dilakukan dengan menggunakan kata kunci dan frase yang disesuaikan dengan fokus penelitian untuk memperoleh hasil yang komprehensif (Gambar 1). Literatur yang dipilih dibatasi pada publikasi yang relevan, mutakhir, dan memiliki kualitas metodologis yang baik.



Gambar 1. Framework utama tinjauan literatur potensi penataan lanskap sepanjang jalan tol (Sumber: Penulis, 2025).

Selanjutnya, artikel yang terpilih dianalisis secara sistematis dengan mengelompokkan tema, konsep, dan temuan utama yang berkaitan dengan topik penelitian. Analisis dilakukan melalui tahap seleksi, reduksi data, dan sintesis informasi untuk mengidentifikasi pola, kesenjangan penelitian, serta implikasi teoritis dan praktis. Proses analisis ini menghasilkan tiga aspek lanskap utama yang berpotensi untuk diterapkan pada lanskap sepanjang jalan tol secara umum. Yaitu: 1) karakter lingkungan hijau sepanjang jalan tol yang diprediksi berfungsi optimal, 2) penanaman strategis yang meliputi pola penanaman dan tipe vegetasi, 3) potensi pengaruh permainan warna, baik dari vegetasi maupun dari infrastruktur pendukung jalan tol. Hasil dari tinjauan literatur ini diharapkan dapat memberikan gambaran menyeluruh mengenai perkembangan penelitian serta menjadi dasar bagi penelitian selanjutnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakter Lingkungan Hijau Ideal

Secara umum, ada konsensus antar peneliti bahwa kualitas lanskap, terutama dari sisi visual, sangat berhubungan dengan tingkat konsentrasi dan kewaspadaan pengemudi. Pentingnya keberadaan lingkungan hijau berdasarkan *Attention Restoration Theory* (Kaplan, 1995) dan *Stress Reduction Theory* (Ulrich *et al.*, 1991), di mana objek lanskap dengan tingkatan kehijauan yang lebih tinggi pada umumnya lebih memulihkan mental dibandingkan lanskap dengan tingkat kehijauan yang lebih rendah. Tingkat kehijauan berkaitan langsung dengan reduksi stres dan pemulihan atensi manusia (Jiang *et al.*, 2021).

Pemeringkatan terhadap kualitas lingkungan hijau di sekitar jalan tol turut mempertimbangkan aspek visual sebagai salah satu kriteria penilaian, bersamaan dengan kapasitas ekologi di suatu lingkungan (Tabel 1) (Hu *et al.*, 2023). Semakin tinggi kapasitas ekologi dan kapasitas visual suatu lingkungan di sekitar jalan tol, maka semakin tinggi peringkatnya. Kualitas estetika lingkungan yang berperingkat tinggi ditandai oleh topografi, elemen air, serta ragam, pola, warna, dan skala dari berbagai elemen. Pada lanskap dengan kualitas rendah (Peringkat 3 & 4), potensi intervensi desain lanskap sangat diperlukan dan dapat menjadi titik awal bagi perbaikan lingkungan sepanjang jalan tol.

Tabel 1. Pemeringkatan lingkungan sekitar jalan tol. (Sumber: Hu *et al.*, 2023).

| Tingkat Kualitas Lingkungan | Objek yang dievaluasi | Kualitas Lingkungan Lanskap | Kesesuaian Lanskap |
|--------------------------------|-----------------------|-----------------------------|---|
| Lingkungan lanskap Peringkat 1 | | Elegan | Daya dukung sangat lemah, sangat sensitif |
| Lingkungan lanskap Peringkat 2 | | Baik | Daya dukung lemah, sedikit sensitif |
| Lingkungan lanskap Peringkat 3 | | Normal | Daya dukung baik |
| Lingkungan lanskap Peringkat 4 | | Kurang | Daya dukung sangat kuat, tanah marjinal |

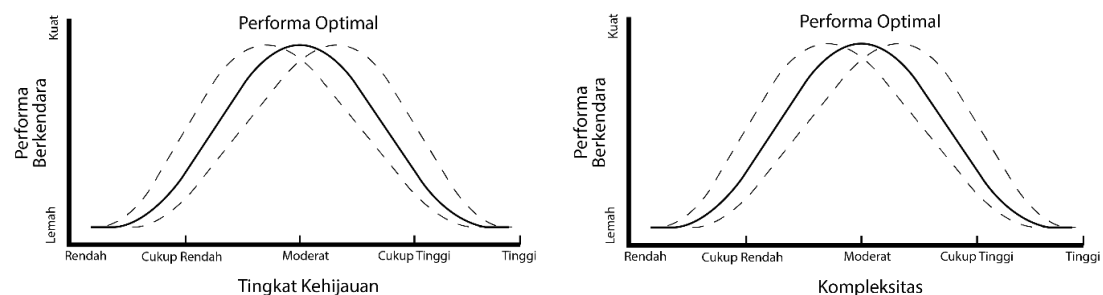
Secara umum, pengaturan lanskap hijau memberikan dampak yang lebih positif terhadap performa berkendara. Lanskap hijau sepanjang jalan tol dapat dibagi menjadi empat kondisi, yaitu kondisi lanskap perdu, pohon, tanah berumput (*turf*) dan tanah tandus (*barren landscape*). Kondisi dengan perdu & pohon memiliki dampak yang jauh lebih positif terhadap performa berkendara dibandingkan kondisi berumput dan tandus, sementara kondisi berumput dan tandus memiliki dampak yang serupa terhadap performa berkendara. Dampak positif tersebut antara lain kemampuan yang lebih baik dalam mengatur akselerasi, kecepatan, dan kontrol atas kemudi (Jiang et al., 2021).

Meski begitu, terdapat ambang batas atau *threshold* (ambang batas) tingkat kehijauan yang dapat ditolerir oleh pengemudi saat berkendara di jalan tol. Terlalu sedikit maupun terlalu banyak stimulasi dari elemen hijau bisa menurunkan performa berkendara. Kondisi dengan terlalu banyak pohon diduga dapat membuat pengemudi terlalu rileks sehingga kurang waspada ataupun justru menghasilkan distraksi sepanjang perjalanan. Dengan begitu lanskap dengan elemen utama vegetasi perdu (*shrub*) berpotensi menjadi pilihan lanskap yang sesuai dengan karakter moderat yang tidak menghasilkan banyak distraksi.

Selain itu, pola penanaman turut berpengaruh terhadap tingkat stimulasi pada pengemudi. Penanaman dengan pola yang teratur/ reguler memberikan dampak performa mengemudi yang lebih rendah dibandingkan dengan penanaman dengan pola yang random atau irreguler. Maka dari itu, perlu disadari adanya ambang batas baik untuk tingkat kehijauan maupun tingkat kompleksitas visual sepanjang jalan tol (Gambar 2) (Jiang et al., 2021).

Kondisi ini senada dengan temuan dari Zhao et al. (2023). Walaupun tidak meneliti secara spesifik mengenai jalan tol, namun riset ini menemukan hubungan yang kuat antara keberadaan lingkungan dan elemen hijau di sepanjang jalan dengan penambahan stimulasi kognitif pada pengemudi saat berkendara. Kondisi lingkungan hijau dapat menambahkan stimulasi kognitif pada pengemudi, menyebabkan pengemudi lebih waspada. Namun elemen hijau yang terlalu variatif justru bisa menghasilkan distraksi bagi pengemudi sehingga berpotensi menurunkan performa saat berkendara (Zhao et al., 2023).

Panjang jalan tol mungkin sangat berkorelasi dengan kualitas visual lanskap alam. Ketika kualitas visual lanskap alam rendah, penerapan lanskap dengan ambang batas panjang direkomendasikan untuk digunakan. Namun, ketika kualitas visual lanskap alam tinggi, ambang batas panjang mungkin tidak sesuai untuk digunakan. Oleh karena itu, aspek ini layak untuk dikaji lebih mendalam (Zhao et al., 2023).



Gambar 2. a) Grafik konseptual mengenai hubungan antara tingkat kehijauan lanskap dan performa berkendara di jalan tol. b) Grafik konseptual mengenai hubungan antara kompleksitas lanskap dan performa berkendara di jalan tol. Keduanya menekankan adanya threshold atau ambang batas puncak performa berkendara pada lingkungan dengan karakter moderat (Sumber: Jiang, 2021).

Pentingnya Penanaman Strategis

Landasan mengenai tingkat kehijauan dan kompleksitas menghasilkan perlunya penanaman strategis. Penanaman strategis ini meliputi tiga aspek, yaitu: 1) pemilihan jenis vegetasi antara pohon, perdu (*shrub*), dan rumput atau jenis tutupan tanah (*groundcover*) lainnya, dan 2) pola tutupan (*enclosure*) penanaman vegetasi, dan 3) *threshold* atau ambang batas.

Pemilihan vegetasi pada lanskap sekitar jalan tol, sebaiknya berdasarkan 4 prinsip (Que et al., 2021):

1. Vegetasi yang sesuai dengan konteks lokasi
2. Prinsip berkelanjutan yang mengombinasikan berbagai jenis vegetasi, baik yang cepat tumbuh maupun yang lambat
3. Prinsip keamanan- tidak mengganggu penglihatan pengemudi selama berkendara
4. Prinsip integrasi dengan lingkungan sekitar.

Prinsip-prinsip tersebut senada dengan riset yang meneliti dampak fungsional dari berbagai jenis tanaman. Elemen vertikal seperti pohon bisa membawa dampak positif maupun negatif bagi pengemudi sekitar jalan raya. Dampak positif dari penanaman pohon adalah dapat menjadi elemen vertikal yang mengarahkan pengemudi sepanjang jalan secara efektif. Namun dampak negatifnya adalah pohon sering dipersepsikan sebagai sebuah resiko yang dapat mengakibatkan kecelakaan saat berkendara. Akibatnya, bila menemui pepohonan, pengemudi akan cenderung bergerak ke tengah jalan tol. Maka, penanaman pohon sebaiknya difokuskan pada jalur-jalur di mana pengemudi cenderung berjalan lebih cepat (Calvi, 2015).

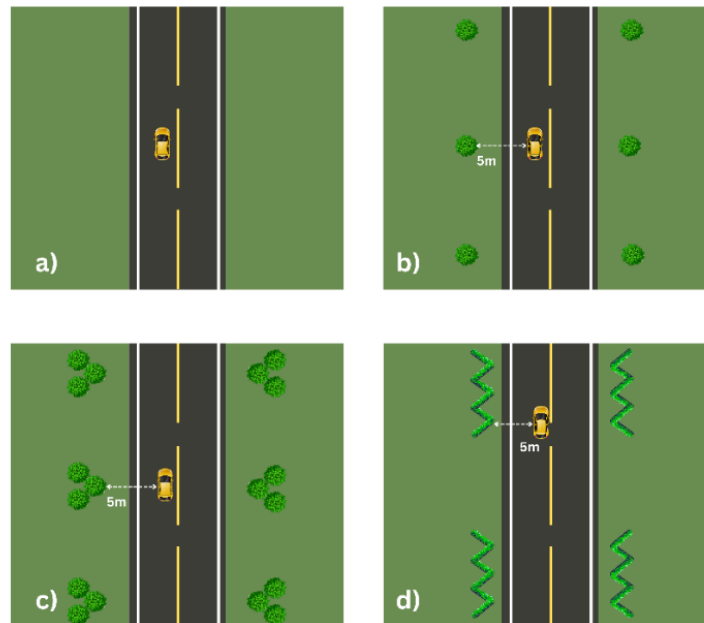
Pola tutupan (*enclosure*) yang dihasilkan oleh pepohonan turut berpengaruh pada tingkat stress pengemudi saat berkendara. Lanskap dengan karakter semi-terbuka maupun tertutup oleh elemen vertikal (pohon) dapat menurunkan kecepatan, memberikan panduan visual yang unggul, dan mengurangi stres saat berkendara secara signifikan dibandingkan dengan lanskap terbuka. Lanskap semi-terbuka yang dimaksud adalah keberadaan pohon di satu sisi, sementara sisi lainnya dibiarkan terbuka (Zhao et al., 2023).

Namun, penelitian ini juga mengakui bahwa setiap tipe lingkungan memiliki perannya sendiri dalam lingkungan jalan tol. Sehingga, area dengan penataan lanskap pun memiliki bahasan atau *threshold* tersendiri. Ambang batas pada pola terbuka haruslah yang terpendek, yaitu kurang dari 11 km, dan dapat menjadi transisi setelah mengemudi dalam jarak yang cukup jauh. Sementara ambang batas pada pola lanskap dengan banyak elemen vertikal perlu dibatasi sampai pada 14 km supaya tidak menghasilkan stimulasi berlebih terhadap pengemudi.

Studi intensif mengenai dua aspek yang mempengaruhi pemilihan dan pola penataan vegetasi pada lingkungan hijau sekitar jalan tol, yaitu: 1) pola penataan yang optimal, dan 2) ambang jarak lanskap yang memadai. Aspek pertama berkaitan dengan rupa grafis (dimensi vertikal dan horizontal) dari tatanan vegetasi, sementara aspek kedua berkaitan dengan tingkat *enclosure* atau tutupan yang dihasilkan. Hasil penelitian menggunakan *driving simulator* menunjukkan bahwa pola lanskap dengan model *chevron* (selang-seling huruf V) dengan vegetasi *shrub* berketinggian maksimal 1.5 m, dengan jarak mobil sekitar 5 m, merupakan elemen vegetasi yang optimal dalam menjaga kewaspadaan pengemudi,

namun terbatas sampai pada jarak 7,2 km. Pola penanaman lain yang berpotensi untuk memaksimalkan performa berkendara adalah pola *herringbone* (Gambar 3) (Zhang & Zhu, 2022).

Penanaman dengan pola khusus turut diperkuat oleh penelitian ambang batas penanaman untuk masing-masing kombinasi vegetasi pada lanskap sepanjang jalan tol, yaitu 15 km. Lebar pulau jalan tol turut berpengaruh terhadap pola penanaman. Idealnya, untuk pola penanaman naturalistik diperlukan lebar 3 m atau lebih. Bila kurang dari 3 m, maka pola penanaman yang perlu diterapkan cukup pola yang reguler saja. Gabungan dari pola penanaman pada pinggiran jalan tol dirangkum pada Tabel 3 (Que et al., 2021).



Gambar 3. Desain eksperimen mengenai pola penanaman vegetasi perdu pada pinggiran jalan tol: a) tanpa vegetasi sepanjang sisi jalan, b) penanaman perdu dengan pola lurus reguler, tingkat tutupan terbuka (tinggi 1,5 m) c) penanaman perdu dengan pola *chevron*, tingkat tutupan terbuka (tinggi 1,5 m) dan d) tingkat tutupan terbuka (tanaman *low shrub*) (Sumber: Zhang & Zhu, 2021).

Tabel 3. Rangkuman mengenai pengaruh jenis vegetasi dan pola penanaman

| No. | Jenis Vegetasi | Pola penanaman | Penempatan | Ambang batas penanaman |
|-----|--|---|---|------------------------|
| 1. | Pohon (<i>tree</i>) | Reguler, satu sisi atau dua sisi | Area berkecepatan tinggi | s/d 15 km |
| 2. | Perdu (<i>shrub</i>), tinggi 1.5-1.6 m | Selang seling (<i>chevron</i> , <i>herringbone</i>), naturalistik | Sepanjang lintasan jalan tol, pada median jalan lebar (>3m) | s/d 15 km |
| | | reguler | Median jalan sempit (lebar < 3m) | |
| 3. | Penutup tanah (<i>groundcover</i>) | Lanskap terbuka | Area transisi antara jenis penanaman lainnya | s/d 11 km |
| | | Kombinasi dengan perdu | Sepanjang lintasan jalan tol | |

(Sumber: Penulis, 2025)

Pemilihan vegetasi pada pulau jalan tol dapat dibagi berdasarkan dua kriteria: 1) *anti-glare/ anti-dazzle* serta 2) vegetasi komplementer yang sesuai. Kapasitas *anti-glare* atau *anti-dazzle* berkaitan dengan kemampuan vegetasi untuk meredam pantulan cahaya dari kendaraan-kendaraan yang melintas dengan cepat. Vegetasi jenis ini umumnya berupa perdu *evergreen*, dengan cabang dan daun yang lebat, pertumbuhan yang lambat, tahan angin dan kekeringan. Sementara vegetasi komplementer berfungsi untuk memperindah jalan, menyesuaikan, dan mengurangi kelelahan visual, berupa vegetasi perdu atau pohon kecil yang bentuknya indah, masa berbunga panjang, dan tahan terhadap pemangkasan.

Umumnya, vegetasi pada pulau jalan tol perlu memprioritaskan vegetasi yang *low-maintenance* atau tidak perlu perawatan berkala. Ini berkebalikan dengan vegetasi pada *interchange* area atau area persimpangan jalan tol, yang sebaiknya memaksimalkan potensi estetika lanskapnya untuk mendukung pelepasan stres dari para pengemudi yang beristirahat (Que et al., 2021).

Dampak Penanaman Strategis

Tingkat kewaspadaan pengemudi seharusnya berkorelasi terhadap penurunan tingkat kecelakaan pada *black spot* (titik-titik rawan kecelakaan) sepanjang jalan tol di Texas, Amerika Serikat (Mok et al., 2006). Penelitian ini mengevaluasi dampak dari penanaman strategis yang dilakukan oleh Texas Department of Transportation (TxDOT), antara lain:

- Vegetasi di pinggir jalan perlu dirancang atau dipelihara untuk mencapai tujuan tertentu, yaitu jarak pandang, pandangan yang jelas terhadap penghalang, pengendalian erosi, dan estetika.
- Vegetasi tidak boleh ditanam di tempat yang dapat menghalangi rambu, garis pandang, atau jarak pandang pengemudi.
- Di jalan depan, sediakan ruang kosong minimal 90 cm antara bagian belakang trotoar dan area yang akan dipelihara untuk petugas pemeliharaan.
- Penggunaan vegetasi di area persimpangan harus dibatasi pada varietas yang tumbuh rendah.
- Vegetasi tidak boleh ditempatkan di dekat jalur yang menyatu.
- Perbaikan lanskap harus menghindari terciptanya kondisi yang tidak aman bagi pengendara atau petugas pemeliharaan.

Hasil pengamatan pada 10 *black spots* menunjukkan bahwa penambahan dan pengaturan vegetasi berkorelasi positif terhadap penurunan tingkat kecelakaan hingga 95%. Dari 10 *black spots*, 8 titik menunjukkan penurunan signifikan. Dua titik lainnya justru menunjukkan peningkatan angka kecelakaan, diduga karena berkaitan dengan adanya jaringan jalan tol yang kompleks (bertingkat). Keberadaan jaringan jalan tol bertingkat ini didukung oleh tambahan struktur kolom maupun pembatas lainnya, yang menjadi sumber utama penyebab kecelakaan.

Meski begitu, tidak terdapat penurunan signifikan dari kasus kecelakaan tunggal yang menabrak pepohonan. Hal ini sesuai dengan kondisi pohon yang bisa memiliki dampak negatif pada pengemudi (Mok et al., 2006).

Pengaruh Unsur Warna Dari Elemen Lanskap Lainnya

Selain bentukan dan pengaturan elemen, unsur warna turut berpengaruh terhadap kewaspadaan pengemudi selama berkendara. Variasi warna pada sebuah *streetscape* cenderung berpengaruh positif terhadap performa berkendara (Park & Lee, 2026). Warna-warna tertentu sangat berpengaruh terhadap performa berkendara. Hal ini disebabkan bahwa sebanyak 80% informasi visual yang diterima oleh mata diawali dari informasi warna. Warna hijau, terutama, dapat membuat mata pengemudi lebih rileks, dan tidak mudah lelah (Yao et al., 2020).

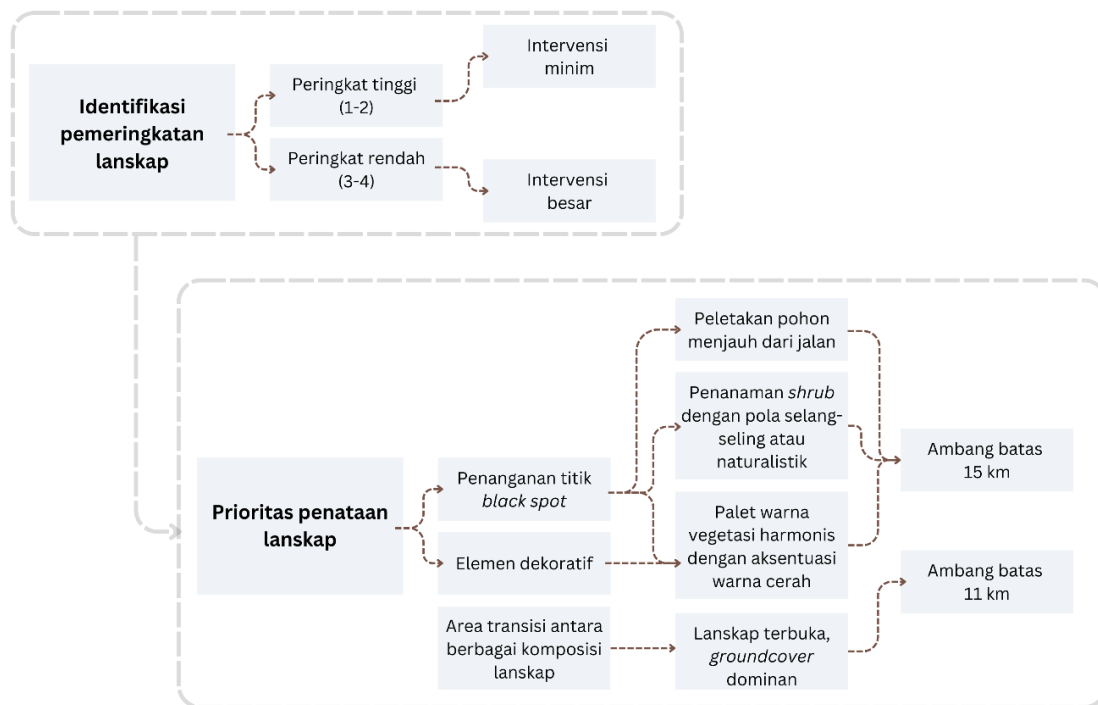
Selain itu, warna-warna terang pada permukaan sepanjang jalan dapat membantu pengemudi untuk dapat mengidentifikasi kondisi jalan lebih cepat. Sehingga warna-warna terang memang diperlukan untuk menandai area tertentu di mana diperlukan kewaspadaan berlebih. Untuk area lain pada umumnya yang tidak membutuhkan stimulasi berlebih, warna yang disarankan adalah warna-warna lanskap alam, dan skema dekorasi lanskap alam (Qin et al., 2020).

Potensi Penerapan Dan Rekomendasi

Berbagai parameter desain lanskap yang telah dibahas dapat diurutkan dalam sebuah alur prioritas sebelum diterapkan pada suatu objek jalan tol (Gambar 4). Yaitu, pertama, identifikasi pemeringkatan karakter lanskap. Bila peringkat karakter lanskapnya tinggi, maka intervensi hanya perlu dilakukan dalam skala kecil. Namun peringkat karakter lanskap yang rendah akan menuntut lebih banyak intervensi. Sementara prioritas untuk intervensi dapat diutamakan pada titik-titik *black spots*. Prioritas berikutnya adalah untuk menambah dimensi estetika atau dekoratif dari objek lanskap yang diintervensi. Teknik intervensi yang dilakukan adalah dengan memilih jenis-jenis vegetasi yang sesuai dan selaras warnanya dan mendesain pola penanamannya dalam per bagian ambang batasan.

Perlu dicatat bahwa dalam penerapan yang lebih luas, intervensi desain lanskap ini perlu turut memperhatikan peraturan spesifik dari Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) mengenai desain sepanjang ruang bebas jalan (rubeja) jalan tol (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2021). Dalam proyeksi yang lebih jauh, riset yang lebih mendalam mengenai permasalahan ini berpotensi menjadi bahan rekomendasi untuk pedoman penataan lanskap dalam skala yang lebih detail, seperti panduan dari Texas Department of Transportation (TxDOT) (Mok et al., 2006). Lebih lanjut lagi, pemilihan vegetasi juga dapat disesuaikan dengan perkembangan di Indonesia untuk mencapai sustainable atau green toll roads system.

Tinjauan literatur ini menyadari bahwa referensi yang banyak digunakan masih berasal dari sumber-sumber internasional. Penelitian mengenai kesesuaian dengan kondisi di Indonesia perlu dilakukan. Hal ini dapat dilakukan melalui simulasi menggunakan driving simulator, maupun kondisi simulasi langsung di lapangan, hingga penggunaan *electroencephalogram* (EEG) untuk mengamati langsung dampak dari aspek visual lanskap terhadap aktivitas dan stimulasi otak pengemudi.



Gambar 4. Diagram alur prioritas intervensi desain lanskap pada lingkungan jalan tol
(Sumber: Penulis, 2025).

Tinjauan literatur ini juga masih terbatas pada elemen lanskap yang dipersepsikan oleh pengemudi dalam kondisi lingkungan terbuka di siang hari di bawah cahaya matahari. Potensi pencegahan untuk kecelakaan yang terjadi pada malam hari, kondisi hujan, maupun dalam terowongan yang melibatkan lebih detail potensi pencahayaan (*lighting*) (Sari & Yudhistira, 2021) dan pengaruh warna, belum dibahas secara mendalam dan dapat menjadi pengembangan dari permasalahan ini.

KESIMPULAN

Tinjauan ini merupakan bahasan awal mengenai potensi intervensi desain lanskap dalam mengatasi kondisi visual yang monoton di jalan tol, sehingga dapat meningkatkan kewaspadaan serta keselamatan pengemudi dalam berkendara. Studi ini telah memperhatikan berbagai parameter desain lanskap mulai dari karakter makro sebuah lanskap hingga elemen mikro yang terdiri dari vegetasi, pola penanaman, ambang batas penanaman, hingga elemen warna pada tanaman. Dari berbagai parameter tersebut telah dihasilkan alur prioritas untuk penerapan serta potensi untuk pengembangan lebih jauh, baik dalam penelitian, kebijakan, maupun aplikasi langsung di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

Calvi, A. (2015). Does Roadside Vegetation Affect Driving Performance?: Driving Simulator Study on the Effects of Trees on Drivers' Speed and Lateral Position. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2518(1), 1–8. <https://doi.org/10.3141/2518-01>

- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2021). *Pedoman Desain Geometrik Jalan No. 13/P/BM/2021*. Jakarta: Kementerian PUPR. https://binamarga.pu.go.id/uploads/files/1310/preview_1310-1-5.pdf
- Ellytrina, D. F. N., & Zhafirah, A. (2023). Analisis Pengaruh Geometrik Jalan Terhadap Kecelakaan Lalu Lintas. *Cantilever: Jurnal Penelitian dan Kajian Bidang Teknik Sipil*, 11(2), 121–128. <https://doi.org/10.35139/cantilever.v11i2.156>
- Farahmand, B., & Boroujerdian, A. M. (2018). Effect of road geometry on driver fatigue in monotonous environments: A simulator study. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 58, 640–651. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2018.06.021>
- Hu, S., Tong, W., & Mao, K. (2023). Study on Highway Landscape Environment Assessment and Grading Method. *Sustainability*, 15(6), 4904. <https://doi.org/10.3390/su15064904>
- Jiang, B., He, J., Chen, J., & Larsen, L. (2021). Moderate is optimal: A simulated driving experiment reveals freeway landscape matters for driving performance. *Urban Forestry & Urban Greening*, 58, 126976. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.126976>
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2008). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 05/PRT/M/2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan*. PUPR. <https://peraturan.bpk.go.id/Download/344663/2008pmpupr05.pdf>
- Khotimah, K., & Sjafruddin, A. (2024, June). *Analysis of Driver Fatigue Caused By Highway Hypnosis in Monotonous Geometrics of Road: State of the Art Review*. The 9th International Conference on Civil, Structural and Transportation Engineering. <https://doi.org/10.11159/iccste24.175>
- Larue, G. S., Rakotonirainy, A., & Pettitt, A. N. (2011). Driving performance impairments due to hypovigilance on monotonous roads. *Accident Analysis & Prevention*, 43(6), 2037–2046. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2011.05.023>
- Mok, J.-H., Landphair, H. C., & Naderi, J. R. (2006). Landscape improvement impacts on roadside safety in Texas. *Landscape and Urban Planning*, 78(3), 263–274. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2005.09.002>
- Parbowo, Suwaryo, U., Mulyawan, R., & Yuningsih, N. Y. (2022). *Review of Regional Center Authority for Rest Areas Development on the Public Roads in Indonesia. 1*.
- Park, J., & Lee, S. (2026). Do visual attributes of streetscapes affect car crashes? Applications of computer vision techniques and Machine learning. *Travel Behaviour and Society*, 42, 101153. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2025.101153>
- Qin, X., Zhang, N., Zhang, W., & Meitner, M. (2020). How does tunnel interior color environment influence driving behavior? Quantitative analysis and assessment experiment. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 98, 103320. <https://doi.org/10.1016/j.tust.2020.103320>
- Que, Y., Tang, H., Zhang, Z., & Zhao, H. (2021). A brief analysis method in plant landscape design of motorway. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 702(1), 012048. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/702/1/012048>

- Rahmadana, M. F., & Putra, I. M. (2025). Community dynamics towards the existence of toll roads in Indonesia: A literature and spatial study. *Frontiers in Built Environment*, 11, 1515186. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2025.1515186>
- Sari, Y., & Yudhistira, M. H. (2021). Bad light, bad road, or bad luck? The associations of road lighting and road surface quality on road crash severities in Indonesia. *Case Studies on Transport Policy*, 9(3), 1407–1417. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2021.07.014>
- Siswoyo, M. (2020). *The Impact of Toll Roads Development: Ecology of Public Administration Perspective*.
- Thiffault, P., & Bergeron, J. (2003). Monotony of road environment and driver fatigue: A simulator study. *Accident Analysis & Prevention*, 35(3), 381–391. [https://doi.org/10.1016/S0001-4575\(02\)00014-3](https://doi.org/10.1016/S0001-4575(02)00014-3)
- Yao, X., Ji, B., Li, M., Men, Y., & Jin, X. (2020). Research on the Impact of Road Landscape Color on the Driving Fatigue of Drivers. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 440(4), 042044. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/440/4/042044>
- Zainy, M. L. S., Pratama, G. B., Kurnianto, R. R., & Iridiastadi, H. (2023). Fatigue Among Indonesian Commercial Vehicle Drivers: A Study Examining Changes in Subjective Responses and Ocular Indicators. *International Journal of Technology*, 14(5), 1039. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v14i5.4856>
- Zhang, Y., & Zhu, S. (2022). The influence of landscape intervention used as an alertness maintaining ‘tool’ on driving behaviour. *IET Intelligent Transport Systems*, 16(3), 394–407. <https://doi.org/10.1049/itr2.12150>
- Zhao, X., Shen, K., Mo, Z., Xue, Y., Xue, C., Zhang, S., Yu, Q., & Zhang, P. (2023). Impact of Road Central Greening Configuration on Driver Eye Movements: A Study Based on Real Vehicle Experiments. *Sustainability*, 15(24), 16792. <https://doi.org/10.3390/su152416792>
- Zuraida, R., & Abbas, B. S. (2020). The Factors Influencing Fatigue Related to the Accident of Intercity Bus Drivers in Indonesia. *International Journal of Technology*, 11(2), 342. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v11i2.3792>
- Zuraida, R., Iridiastadi, H., & Sitalaksana, I. Z. (2017). Indonesian Drivers’ Characteristics Associated with Road Accidents. *International Journal of Technology*, 8(2), 311. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v8i2.6148>