

Implementasi Green Highway Pada Jalan Tol Semarang-Demak Seksi 2

Ferry Firmawan¹, Mudjiastuti Handajani², Hani Purwanti³

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Semarang^{1,2,3}

drferryfirm@usm.ac.id¹

Abstrak— Perkembangan pembangunan jalan tol di Indonesia meningkat pada beberapa tahun terakhir, hal ini dibuktikan dengan terjadinya peningkatan realisasi jalan tol yang meningkat 34,9% hanya terhitung dari periode waktu akhir tahun 2021 hingga akhir tahun 2022. Namun perkembangan pembangunan jalan tol tersebut memiliki dampak tersendiri dalam keseimbangan antara ekonomi, sosial, dan lingkungan. Tiga hal tersebut merupakan aspek dalam berkelanjutan. Selain itu, di Indonesia belum memiliki standar penilaian tertentu mengenai jalan tol berkelanjutan yang memuat ketiga aspek tersebut. Maka penelitian ini membuat instrumen penilaian (assessment tools) yang dibuat dengan cara mensintesa dari beberapa acuan penilaian yang ada di Indonesia. Dari instrumen tersebut kemudian digunakan untuk menilai implementasi green highway pada Proyek Jalan Tol Semarang-Demak Seksi 2. Hasil penilaian menunjukkan bahwa dari 93 indikator yang masing-masing terbagi dalam 13 sub kategori dan 3 kategori, yang telah memenuhi sebanyak 73 indikator. Kategori Transportasi dan Masyarakat memenuhi 28 indikator atau sebanyak 85%, dalam kategori Pengelolaan Lingkungan telah memenuhi 19 indikator atau sebanyak 73%, dan Aktivitas Konstruksi memenuhi 26 indikator atau sebanyak 76%.

Kata Kunci — *Green Highway, Instrument Penilaian, Metode Sintesis*

Abstract— *The development of highway construction in Indonesia has increased in recent years, this has been proven by increasing realization of highways which increased by 34.9% calculated from the period from the end of 2021 until the end of 2022. However, the development of highway construction has an impact on the balance between the economy, social, and environment. These three things are aspects of sustainability. In addition, Indonesia does not yet have a specific assessment standard regarding sustainable highways that contains these three aspects. So this research makes an assessment tool which is made by way of synthesizing several assessment references in Indonesia. These instruments are then used to assess the implementation of the green highway on the Project of Semarang-Demak Highway Section 2. The results of the assessment showed that of the 93 indicators, each of which was divided into 13 sub-categories and 3 categories, 73 indicators had been fulfilled. The Transportation and Society category fulfilled 28 indicators or as much as 85%, the Environmental Management category fulfilled 19 indicators or as much as 73%, and Construction Activities fulfilled 26 indicators or as much as 76%.*

Keywords — *Green Highway, Assessment Tools, Synthesis Method*

I. PENDAHULUAN

Setiap metode perencanaan pembangunan wajib untuk mempertimbangkan mengenai daya dukung sumber daya alam serta daya tampung lingkungan yang memiliki tujuan dalam menentukan keberlanjutan pembangunan [1]. Berkelanjutan sendiri merupakan keseimbangan antara tujuan ekonomi, sosial, dan juga lingkungan agar permintaan saat ini dan di waktu yang akan datang dapat terpenuhi [2]. Dalam sektor

konstruksi, pembangunan berkelanjutan disebut sebagai *green construction*. *Green Construction* sendiri adalah bagian dari perencanaan dan pelaksanaan proses konstruksi yang bertujuan untuk mengurangi dampak negatif proses konstruksi terhadap lingkungan dengan maksud terjadi keseimbangan antara kemampuan lingkungan dan kebutuhan hidup manusia untuk generasi saat ini dan masa mendatang [3].

Industri konstruksi memiliki tanggung jawab secara teratur dari sejumlah dampak negatif yang paling besar dengan bukti bahwa setidaknya terdapat 20% dari limbah material yang tidak dapat digunakan kembali pada akhir setiap proyek [4]. Sementara di Indonesia sejak akhir Tahun 2021 hingga Tahun 2022, realisasi jalan tol sepanjang 165,83 km dengan presentase kenaikan sebesar 34,9% dan rencana penyelesaian konstruksi jalan tol sebanyak 16 ruas yang ditargetkan pada Tahun 2024 [5]. Selain itu, dalam aspek ekonomi juga dapat dipengaruhi jika terjadinya keterlambatan pelaksanaan proyek sehingga dapat menyebabkan tambahan pada biaya tidak terduga.

Sejalan dengan peningkatan pembangunan jalan tol di Indonesia maka diperlukan suatu alat penilaian (*assessment tools*) jalan tol hijau di Indonesia. Namun di Indonesia, pada saat ini belum memiliki standar penilaian khusus mengenai jalan tol hijau Indonesia. Kendati demikian, menurut rujukan [6] semua pihak memerlukan daftar penilaian (alat uji) yang mempunyai fungsi dalam pengendalian yang terukur untuk meraih implementasi dalam konsep konstruksi ramah lingkungan yang berkelanjutan (*sustainable green construction concept*). Sehingga, tujuan dari penelitian ini untuk menilai implementasi *green highway* di Jalan Tol Semarang-Demak Seksi 2 menggunakan alat penilaian (*assessment tools*) yang disusun oleh peneliti.

II. METODE PENELITIAN

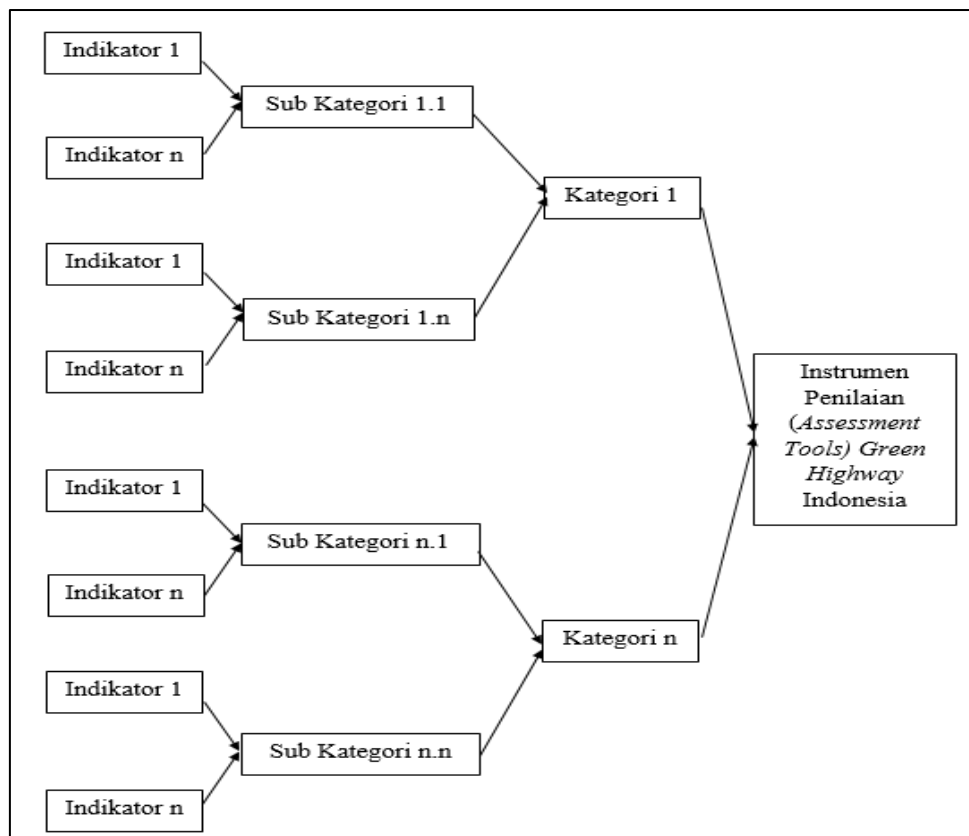
Penelitian ini dilakukan dengan kajian pengembangan tolok ukur menggunakan analisis deskriptif yang melalui pendekatan kualitatif. Penelitian diawali dengan melakukan studi

literatur mengenai jalan tol, peraturan jalan tol di Indonesia, *green highway*, dan penerapan *green highway* di Indonesia. Kemudian dilanjutkan dengan mengidentifikasi tolok ukur dari tiga acuan penilaian yang berasal dari Indonesia. Berdasarkan ketiga acuan penilaian tersebut kemudian akan diidentifikasi dengan cara sintesa. Hasil sintesa tersebut akan digunakan dalam menilai implementasi *green highway* pada Proyek Jalan Tol Semarang-Demak Seksi 2. Proses pengumpulan data dilakukan dengan cara verifikasi langsung di lapangan bersama dengan pihak pengelola Jalan Tol Semarang-Demak Seksi 2. Penilaian dilakukan dengan cara memberikan checklist pada setiap indikator yang telah memenuhi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Identifikasi Instrumen Penilaian Jalan Tol Hijau Indonesia

Proses identifikasi dilakukan dengan cara sintesa dari tiga acuan penilaian yang pertamamemiliki 8 substansi penilaian, 32 indikator, dan 63 tolok ukur [7]. Sementara pada acuan kedua memiliki 5 kategori, 43 sub kategori, dan 86 kriteria [8] dan pada acuan ketiga memiliki 5 aspek, 30 kriteria, serta 210 indikator [9]. Ketiga acuan penilaian tersebut kemudian akan menghasilkan instrumen penilaian (*assessment tools*) yang menghasilkan luaran berupa kategori, sub kategori, dan indikator yang kemudian akan digunakan dalam menilai implementasi *green highway* pada Proyek Jalan Tol Semarang-Demak Seksi 2. Maka proses identifikasi dalam menentukan indikator, sub katgori, dan kategori dalam instumen penilaian yang disusun yang diilustrasikan seperti Gambar 1.



Gambar 1. Proses Identifikasi

Dari gambar, proses identifikasi diawali dengan melakukan kajian isi antara tiga acuan penilaian. Proses yang pertama adalah mengidentifikasi indikator berdasarkan metode sintesa dari tiga instrument penilaian. Kemudian dilanjutkan dengan identifikasi pada tingkat sub kategori dengan mengelompokkan masing-masing indikator yang sesuai dengan tujuan dari indikator. Identifikasi yang terakhir dengan cara mengelompokkan setiap sub kategori dari kesesuaian tujuan sub kategori.

Menurut rujukan [10] definisi dari hasil identifikasi sebagai berikut:

- Kategori, adalah bagian dari sistem klasifikasi (golongan, jenis pangkat, dan sebagainya).
- Sub Kategori, adalah pembagian yang lebih terspesialisasi dari suatu kategori.
- Indikator, adalah sesuatu yang dapat memberikan (menjadi) petunjuk atau keterangan.

Dari hasil sintesa tersebut menghasilkan 3 kategori, 13 sub kategori, dan 93 indikator yang kemudian diberi nama “Instrumen Penilaian

(Assessment Tools) Green Highway Indonesia”. Berikut merupakan hasil identifikasi serta penjelasan masing-masing kategori:

1) *Transportasi dan Masyarakat (TM)*

Dalam Peraturan Pemerintah No. 17 Tahun 2021 tentang Perubahan Keempat atas Peraturan Pemerintah Nomor 15 Tahun 2005 tentang Jalan Tol, menjadi tonggak penting dalam memastikan kualitas pelayanan bagi pengguna jalan tol. Kualitas pelayanan bagi penggunaan jalan tol terdapat ketentuan mengenai kelengkapan sarana, tempat istirahat, pelayanan, dan fasilitas penunjang yang harus dipenuhi demi kebaikan masyarakat pengguna maupun masyarakat sekitar [11]. Selain itu, Pemerintah menjelaskan secara rinci mengenai jenis serta kualitas pelayanan dasar yang wajib terwujud dalam penyelenggaraan jalan tol di Indonesia [7]. Hal ini memiliki tujuan memberikan kepastian dan kenyamanan bagi masyarakat selaku pengguna jalan tol.

Di tengah keberlanjutan pembangunan infrastruktur, Kategori Transportasi dan Masyarakat digunakan dengan tujuan untuk berfokus pada pelayanan minimum dan fasilitas pelengkap menjadi pilar yang penting untuk mencapai tujuan yang berkelanjutan serta perihal pemberdayaan dan keterlibatan masyarakat untuk berpartisipasi dalam penyelenggaraan atau pengelolaan jalan tol. Kategori Transportasi dan Masyarakat disini dapat tercapai berdasarkan rumusan sub kategori spesifikasi dan mutu jalan tol, keselamatan jalan tol, tempat istirahat dan pelayanan jalan tol, serta kategori pemberdayaan masyarakat yang dijabarkan sebagai berikut:

- TM-1. Kondisi dan Spesifikasi Jalan Tol**, bertujuan untuk memenuhi standar kelayakan infrastruktur, dan yang pasti jalan tol mempunyai spesifikasi dan syarat khusus yang lebih tinggi dari jalan umum lainnya untuk menjamin keperluan kemandirian dan transportasi yang efektif serta sesuai tujuan utama dibangunnya jalan tol. Hal ini harus dilaksanakan untuk memenuhi spesifikasi dalam perencanaan pembangunan, kelengkapan penunjang, fasilitas/sarana pelengkap jalan, maupun kondisi dan mobilitas jalan tol itu sendiri yang nantinya diharapkan dapat memperoleh kinerja jalan tol yang berkualitas baik dan konsisten.
- TM-2. Keselamatan Jalan Tol**, bertujuan untuk untuk keselamatan pengguna maupun pekerja agar dapat terjamin, hal itu dapat dilakukan dengan pemenuhan fasilitas standar keamanan penyelenggaraan jalan tol yang dapat dipenuhi dengan menyediakan fasilitas, pelayanan, maupun komponen penunjang keselamatan dan keamanan bagi pengguna. Juga dapat ditunjang dari

SOP dalam melakukan penanganan maupun kejadian lalu lintas di area tol, entah itu dalam bentuk kecelakaan, kejadian tertentu, maupun bencana alam.

- TM-3. Mitigasi Kecelakaan, Hambatan, dan Bencana Alam**, bertujuan untuk mengatur penataan ruang termasuk didalamnya adalah proyek konstruksi harus memegang peran strategis dalam penanggulangan dan mitigasi bencana. Pada semua aspek transportasi memiliki risiko kecelakaan, termasuk di jalan tol.
- TM-4. Tempat Istirahat dan Pelayanan Jalan Tol**, memiliki tujuan untuk meningkatkan dan memenuhi fasilitas pelayanan dan aksesibilitas jalan tol sebagaimana peran utama jalan tol ini dapat dicapai dari perancangan dan konstruksi bangunan tol yang layak, standar operasi dan prosedur operasional gerbang selaras dengan SPM, dan penyediaan ragam peralatan/teknologi yang memiliki fungsi untuk transaksi tol, deteksi kendaraan, serta auditing dan manajemen lalu lintas.
- TM-5. Pemberdayaan Masyarakat**, bermaksud untuk meningkatkan kesejahteraan dan kemandirian masyarakat sekitar kawasan tol, selain itu juga untuk mewujudkan fungsi pelengkap di tempat istirahat dan pelayanan jalan tol. Hal penting pemberdayaan masyarakat ini juga untuk meningkatkan kesejahteraan dan kemandirian masyarakat sekitar kawasan tol. Urgensi pemberdayaan masyarakat mengacu pada pada pemikiran pengelolaan sumber daya lokal dan kearifannya, yang bertujuan untuk mengatasi dan merespon tantangan pembangunan, seperti kemiskinan, menurunnya kualitas lingkungan hidup, dan

ketidacukupan partisipasi masyarakat di dalam proses pembangunan yang

2) *Pengelolaan Lingkungan (PL)*

Rujukan [12] menegaskan pentingnya perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup secara terstruktur dan terpadu. Tujuan dari upaya ini adalah mempertahankan kegunaan lingkungan hidup serta menghindari timbulnya pencemaran dan rusaknya lingkungan yang dapat berdampak negatif pada kehidupan manusia dan ekosistem.

Pentingnya Pengelolaan Lingkungan dalam konteks jalan tol terkait dengan kebijakan organisasi atau perusahaan yang beroperasi di sekitar wilayah jalan tol. Setiap perusahaan harus memiliki sistem pengelolaan lingkungan yang komprehensif, mencakup berbagai tahapan seperti perencanaan, penelitian, penerapan kebijakan, dan pemeliharaan. Dengan melibatkan semua aspek ini, dampak lingkungan akibat aktivitas perusahaan dapat diminimalkan. Diperoleh empat sub kategori dalam kategori ini yang dijabarkan sebagai berikut:

PL-1. Manajemen Lingkungan, bertujuan untuk mengurangi resiko dan dampak lingkungan, baik dalam bentuk pencemaran maupun kerusakan lingkungan. Oleh karena itu pengelolaan lingkungan harus menjadi skema yang harus dijalankan oleh setiap pemilik atau pengelola jalan tol sebagai garansi bahwa jalan tol yang dijalankan tidak akan mengundang potensi merusak bagi lingkungan dalam operasinya, sehingga setiap pemilik maupun pengelola jalan tol memiliki kriteria yang sama dalam menjalankan sistem operasional dengan kriteria ramah lingkungan, serta sistem Pengelolaan Lingkungan yang dapat dimanfaatkan masing-masing.

PL-2. Manajemen Limbah, bertujuan untuk menjaga keberlanjutan ekosistem,

berhubungan masyarakat sekitar kawasan jalan tol.

diperlukan perancangan pengelolaan limbah pada kawasan tol, entah itu dalam bentuk limbah padat (sampah) dan cair, serta digolongkan menjadi sampah harian, sampah spesifik, dan limbah B3 (bahan berbahaya dan beracun). Karena hal tersebut manajemen penanganan limbah bertujuan mewujudkan upaya pembangunan konstruksi ramah lingkungan salah satunya meminimalisir adanya limbah operasional maupun konstruksi.

PL-3. Konservasi Lingkungan, bertujuan untuk melindungi setiap tahapan perubahan lingkungan dan memitigasi dampaknya akibat adanya pembangunan konstruksi jalan tol. Konservasi lingkungan ini juga bertujuan untuk mewujudkan ekosistem kawasan yang seimbang, yang bisa dilakukan dengan perancangan yang terintegrasi dengan lingkungan dan juga mempertimbangkan keseimbangan dan keselarasan fungsi ekosistem lingkungan itu sendiri.

PL-4 Efisiensi Energi dan Air, bertujuan untuk menyokong target Pemerintah untuk mewujudkan Net Zero Emission (NZE) 2060 maka sektor konstruksi juga perlu untuk mendukung target tersebut. Akomodasi atas pentingnya lingkungan perlu dilakukan selama perencanaan, pelaksanaan konstruksi, maupun masa operasional tol.

3) *Aktivitas Konstruksi (AK)*

Konstruksi berkelanjutan dapat dicapai melalui metode saat melaksanakan serangkaian usaha yang dibutuhkan untuk menggagas fasilitas fisik yang memperhatikan tujuan ekonomi, sosial, dan lingkungan baik pada masa kini maupun masa mendatang [13].

Dalam panduan ini, disebutkan bahwa konstruksi berkelanjutan harus mengikuti tiga aspek penting, antara lain ekonomi, sosial, serta lingkungan. Artinya, pembangunan infrastruktur harus mengoptimalkan manfaat ekonomi, meningkatkan kesejahteraan sosial, dan tetap memperhatikan dampak lingkungan secara menyeluruh. Hal tersebut dapat dilakukan melewati tahapan pelaksanaan infrastruktur kegiatan yang meliputi tahapan pemrograman, perencanaan teknis, pelaksanaan konstruksi, pemanfaatan dan juga tahap pembongkaran yang dijalankan dengan menggunakan pendekatan konstruksi berkelanjutan. Terdapat empat sub kategori yang terdapat dalam kategori ini seperti diuraikan di bawah:

AK-1. Kesehatan dan Keselamatan dalam Aktivitas Konstruksi, bertujuan untuk mencapai pelengkap standar keamanan, keselamatan, kesehatan, dan keberlanjutan dengan memastikan keselamatan keteknikan konstruksi, keselamatan dan kesehatan tenaga kerja, keselamatan publik serta keselamatan lingkungan.

AK-2. Perlindungan Kualitas Udara, Air, dan Lingkungan Pada Tahap Konstruksi, bertujuan untuk mewujudkan jalan tol yang bermanfaat secara lingkungan maupun berkelanjutannya, hal tersebut dapat dilaksanakan dengan perkembangan teknologi maupun inovasi dalam proses konstruksi, bisa dalam bentuk perkerasan berkelanjutan, perencanaan umur dan kinerja jalan, penggunaan teknologi terbaru, campuran maupun daur ulang perkerasan, dan inovasi untuk menunjang efektivitas dan keberlanjutan bangunan.

AK-3. Inovasi Konstruksi Berkelanjutan, bertujuan untuk mengiringi berkembangnya ilmu pengetahuan,

pada praktik di lapangan juga seharusnya dapat untuk mengikuti keterbaruan ilmu tersebut. Tidak terkecuali dalam proses konstruksi. Hal tersebut dilakukan guna meningkatkan efisiensi dalam pelaksanaannya. Namun inovasi dari suatu ilmu tidak diperkenankan untuk mengesampingkan lingkungan.

AK-4. Efisiensi Material, Energi dan Air, bertujuan untuk menunjang pembangunan konstruksi berkelanjutan dengan melakukan efisiensi dan optimalisasi. Pengupayaan ini sangat berpengaruh dalam pengurangan emisi, limbah, biaya, maupun, energi. Tujuan tersebut dapat dicapai melalui upaya reduce, reuse, recycle, pemanfaatan material sisa, dan juga penggunaan alat atau mesin hemat energi dan terbarukan.

B. Implementasi Green Highway Pada Proyek Jalan Tol Semarang-Demak Seksi 2

Penilaian implementasi green highway menggunakan Instrumen Penilaian (Assessment Tools) Green Highway Indonesia dilakukan di Proyek Jalan Tol Semarang-Demak seksi 2 yang memiliki panjang 16,01 kilometer. Penilaian di seksi 2 sesuai dengan aspek instrumen penilaian yang disusun untuk diterapkan pada tahapan konstruksi dan masa operasional jalan tol, yang dimana saat ini Jalan Tol Semarang—Demak seksi 2 baru selesai tahap konstruksi dan baru dioperasikan. Pengerjaan proyek ini dilakukan dengan skema dibagi menjadi 2 paket, yaitu Paket 1 Value Government Fund (VGF) terintegrasi tanggul laut dengan panjang trase dari STA 0+000 hingga STA 10+690 dan Paket 2 Investasi dengan panjang trase dari STA 10+690 hingga STA 27+00.

Hasil penilaian implementasi green highway dengan masing-masing indikator yang telah memenuhi kemudian dianalisis. Hasil analisis mendapatkan sejumlah indikator yang telah memenuhi, dimana dalam kategori Transportasi

dan Masyarakat terdapat 28 indikator yang memenuhi dari sejumlah 33 indikator, pada kategori Pengelolaan Lingkungan dari 26 indikator yang terpenuhi sejumlah 19 indikator,

dan dari kategori Aktivitas Konstruksi terdapat 26 indikator memenuhi dari sejumlah 34 indikator. Jumlah indikator yang memenuhi dalam setiap kategori direkap dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Penilaian

No	Kategori	Jumlah Indikator	Jumlah Indikator Terpenuhi	Prosentase
1.	Transportasi dan Masyarakat	33	28	85%
2.	Pengelolaan Lingkungan	26	19	73%
3.	Aktivitas Konstruksi	34	26	76%

IV. KESIMPULAN

Instrumen Penilaian (*Assessment Tools*) Green Highway Indonesia yang diperoleh dari hasil sintesa dari tiga acuan penilaian menghasilkan tiga kategori dengan rincian:

- Transportasi dan Masyarakat (TM), terbagi dalam 5 sub kategori dan 33 indikator.
- Pengelolaan Lingkungan (PL), terbagi dalam 4 sub kategori dan 26 indikator.
- Aktivitas Konstruksi (AK), terbagi dalam 4 sub kategori dan 34 indikator.

Setelah dilakukan implementasi green highway pada Proyek Jalan Tol Semarang-Demak Seksi 2 didapatkan hasil:

- Transportasi dan Masyarakat (TM), memenuhi 28 indikator dari 33 indikator.
- Pengelolaan Lingkungan (PL), memenuhi 19 indikator dari 26 indikator.
- Aktivitas Konstruksi (AK), memenuhi 26 indikator dari 34 indikator.

Bagian simpulan bukan merupakan keharusan. Meskipun suatu simpulan dapat memberikan gambaran mengenai intisari artikel Anda, jangan menduplikasi abstrak sebagai simpulan Anda. Sebuah simpulan dapat menekankan pada pentingnya penelitian yang Anda lakukan atau saran pengembangan penelitian selanjutnya yang dapat dikerjakan

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik, "Statistik Lingkungan Hidup Indonesia 2020," 2020.
- [2] G. M. Lawalata, "Usulan Indikator Jalan Berkelanjutan Untuk Indonesia (Proposed Sustainable Road's Indicators For Indonesia)," *Jurnal Jalan Jembatan*, vol. 34, no. 1, hal. 33-47, 2017.
- [3] W. I. Ervianto, "Implementasi Green Construction Sebagai Upaya Mencapai Pembangunan Berkelanjutan di Indonesia," dalam *Konferensi Nasional Forum Wahana Teknik ke-2*, 2015.
- [4] K. Dajadian, "Waste Management Models and Their Applications," *International Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 3, no. 3, hal. 91-98, 2014.
- [5] Badan Pengatur Jalan Tol Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, "16 Ruas Jalan Tol Baru Selesai Konstruksinya Sepanjang 332 Km Hingga Akhir Tahun 2022," 2022.
- [6] F. Firmawan, "The Green Construction Site Index (GCSI): A Quantitative Tool Used to Assess an Ongoing Project to Meet the Green Construction Concept," *International Journal of Technology*, vol. 7, no. 4, hal. 540-533, 2016.
- [7] Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia, "Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia No. 16/PRT/M/2014 tentang Standar Pelayanan Minimal Jalan Tol," Jakarta, 2014.
- [8] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, "Surat Edaran Menteri PUPR No. 04/SE/M/2018 tentang Pedoman Pemingkatan Jalan Hijau," Jakarta, 2018.
- [9] K. A. Hartono dan I. Mahani, "Kajian Pengembangan Tolok Ukur Jalan Tol Hijau Baru Di Indonesia," dalam *Konferensi Nasional Teknik Sipil 15*, Semarang, 2021.
- [10] KBBI, "Kamus Besar Bahasa Indonesia Daring," diakses 05 November 2023.
- [11] Pemerintah Pusat, "Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 17 Tahun 2021 tentang Perubahan Keempat atas Peraturan Pemerintah Nomor 15 Tahun 2005 Tentang Jalan To," Jakarta, 2021.
- [12] Pemerintah Pusat, "Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup," Jakarta, 2021.

[13] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, "Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 05/PRT/M/2015 Tahun 2015 tentang Pedoman Umum Impelementasi Konstruksi Berkelanjutan pada Penyelenggaraan

Infrastruktur Bidang Pekerjaan Umum dan Permukiman," Jakarta, 2015.