JOURNAL FLYOVER (JFO)
Magister Teknik Sipil Program Pascasarjana UMI

Vol. 06, No. 01 Tahun 2026
E-ISSN: 2829-5684

Penerapan Konstruksi Jalan Hijau (*Green Road Construction*) Ramah Lingkungan

(Studi Kasus Ruas Jalan Abepura – Arso - Waris - Yetti, Kota Jayapura)

Ari Irpa Rikatama [1*], Sofyan Bachmid [2], Abd Karim Hadi [3]

1*) Magister Teknik Sipil, Universitas Muslim Indonesia, Kota Makassar,
rikatamajayapura@gmail.com
2) Teknik Sipil, Universitas Muslim Indonesia, Kota Makassar
3) Teknik Sipil, Universitas Muslim Indonesia, Kota Makassar

Abstract

Road infrastructure development plays a crucial role in enhancing regional connectivity and promoting economic growth, particularly in Papua Province. However, road construction activities may generate significant environmental impacts if not implemented sustainably. This study aims to assess the level of implementation, degree of difficulty, and key obstacles in applying Green Road Construction (GRC) principles to the Abepura–Arso–Waris–Yetti road section in Jayapura City and Keerom Regency. A quantitative approach was employed by distributing structured questionnaires to representatives from government agencies, contractors, and consultants involved in road construction projects. The collected data were analyzed using descriptive statistics (mean and standard deviation) to evaluate implementation levels and perceived difficulty, while SWOT analysis was applied to formulate strategic development recommendations. The results indicate that several GRC criteria fall into the "always implemented" category, such as the provision of road drainage systems (KL-7), with a mean score of 2.6286 and a perceived difficulty level of 2.6857 (classified as not difficult), and the use of local materials (MS-3), with a mean score of 2.5143 and a difficulty level of 2.6286 (not difficult). Nevertheless, certain criteria remain "rarely implemented," including coordination between design and construction teams (AK-6), which recorded a mean score of 2.3143. Overall, the implementation of GRC is categorized as fairly good but not yet optimal, particularly in terms of renewable energy utilization, carbon emission reduction, and the use of recycled materials. The main obstacles identified include limited technical regulations, insufficient availability of environmentally friendly technologies, budget constraints, and a lack of expertise in green road practices. Based on the SWOT analysis, strategic recommendations include strengthening regulatory frameworks, enhancing human resource capacity, and increasing government policy support to advance sustainable road development..

Keywords: Environmental Sustainability, Green Road Construction, Papua, Sustainable Road Development, SWOT Analysis.

Abstrak

Pembangunan infrastruktur jalan berperan penting dalam meningkatkan konektivitas dan pertumbuhan ekonomi wilayah, khususnya di Provinsi Papua. Namun, pembangunan jalan berpotensi menimbulkan dampak lingkungan apabila tidak dilaksanakan secara berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat penerapan, tingkat kesulitan, serta hambatan dalam penerapan *Green Road Construction* (GRC) pada Ruas Jalan Abepura–Arso–Waris–Yetti di Kota Jayapura dan Kabupaten Keerom. Metode penelitian yang digunakan adalah kuantitatif dengan penyebaran kuesioner kepada instansi pemerintah, kontraktor, dan konsultan. Analisis data dilakukan menggunakan statistik deskriptif (*mean* dan standar deviasi) serta analisis SWOT untuk merumuskan strategi pengembangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beberapa kriteria GRC berada pada kategori "selalu diterapkan", antara lain penyediaan sistem drainase jalan (KL-7) dengan nilai *mean* 2,6286 dan tingkat kesulitan 2,6857 (tidak sulit), serta penggunaan material lokal (MS-3) dengan *mean* 2,5143 dan tingkat kesulitan 2,6286 (tidak sulit). Namun, terdapat kriteria yang masih "jarang diterapkan", seperti pelaksanaan koordinasi tim perancangan dan pelaksanaan

konstruksi (AK-6) dengan *mean* 2,3143. Secara umum, tingkat penerapan berada pada kategori cukup baik, tetapi belum optimal pada aspek penggunaan energi terbarukan, pengurangan emisi karbon, dan pemanfaatan material daur ulang. Hambatan utama meliputi keterbatasan regulasi teknis, minimnya teknologi ramah lingkungan, keterbatasan anggaran, serta rendahnya pengetahuan tenaga ahli. Berdasarkan analisis SWOT, strategi yang direkomendasikan adalah penguatan regulasi, peningkatan kapasitas sumber daya manusia, dan dukungan kebijakan pemerintah untuk mendorong pembangunan jalan berkelanjutan.

Kata kunci: Analisis SWOT, *Green Road Construction*, Konstruksi Jalan Hijau, Papua, Pembangunan Berkelanjutan.

1. PENDAHULUAN

Kota Jayapura, yang terletak di provinsi Papua di ujung timur Indonesia, saat ini tengah gencar melakukan pembangunan infrastruktur dan pengembangan kota. Pembangunan Infrastruktur, yang mencakup fasilitas fisik seperti jalan raya, jembatan, gedung, dan bendungan, salah satu peran penting dalam meningkatkan perekonomian daerah. Namun, pembangunan jalan juga memiliki dampak negatif terhadap lingkungan, seperti polusi udara, kebisingan, dan kerusakan habitat alam, termasuk emisi gas CO2 yang berkontribusi pada perubahan iklim global. Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya untuk mengurangi dampak negatif tersebut dengan menerapkan prinsip-prinsip pembangunan jalan yang berkelanjutan dan ramah lingkungan, yang dikenal sebagai Konstruksi jalan hijau (*green road construction*).

Konstruksi jalan hijau (*green road construction*) merupakan pendekatan pembangunan jalan yang mempertimbangkan aspek lingkungan, sosial, dan ekonomi dalam setiap tahapan pembangunan. Prinsip-prinsip Konstruksi jalan hijau (*green road construction*) meliputi penggunaan material yang ramah lingkungan, pengurangan emisi gas rumah kaca, penghematan energi, dan perlindungan habitat alam. Dengan menerapkan prinsip-prinsip Konstruksi jalan hijau (*green road construction*), diharapkan dapat mengurangi dampak negatif pembangunan jalan terhadap lingkungan dan meningkatkan kualitas hidup masyarakat

Di jaman yang modern ini pemerintah Indonesia berupaya keras untuk membangun infrastruktur secara merata di seluruh wilayah Indonesia, termasuk pembangunan jalan dan jembatan sebagai sarana transportasi yang dapat memadai. Di Provinsi Papua, aksesibilitas antar kota dan kabupaten masih terbatas karena keterbatasan infrastruktur transportasi. Untuk mengatasi hal ini, Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Papua dan Papua Pegunungan melakukan pembangunan jalan serta peningkatan dan perawatan jalan yang sudah ada, terutama di Kota Jayapura dan Kabupaten Keerom.

Pembangunan infrastruktur yang terus-menerus di Provinsi Papua berpotensi mengancam kelestarian lingkungan sekitar yang masih terjaga, dengan banyaknya area hijau yang luas dan kualitas udara yang baik, sehingga perlu dilakukan upaya pembangunan yang berkelanjutan dan ramah lingkungan, seperti penerapan teknologi hijau, pengelolaan limbah yang efektif, dan pelestarian sumber daya alam, untuk menjaga keseimbangan antara kemajuan ekonomi dan kelestarian lingkungan. Untuk mencapai pembangunan infrastruktur jalan dan jembatan yang berkelanjutan di Indonesia, setiap daerah perlu memahami dan menerapkan standar kriteria jalan yang berkelanjutan. Namun, penerapan Konstruksi jalan hijau masih menghadapi beberapa tantangan, seperti kurangnya pengetahuan dari penyedia jasa dapat menjadi hambatan dalam implementasi konsep Konstruksi jalan hijau di Papua, biaya yang lebih tinggi untuk menerapkan teknologi ramah lingkungan, dan kurangnya regulasi yang mendukung penerapan Konstruksi jalan hijau. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui bagaimana penerapan Konstruksi jalan hijau dapat dilakukan secara efektif dan efisien dalam pembangunan jalan,

khususnya Kota Jayapura dan Kabupaten Keerom, masih belum diketahui sejauh mana penerapan Konstruksi jalan hijau yang telah dilakukan, apa saja kendala yang dihadapi, dan kriteria apa yang dapat diterapkan. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memperoleh informasi yang lebih detail tentang penerapan Konstruksi jalan hijau (*green road construction*) di wilayah Provinsi Papua.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat penerapan, hambatan penerapan, tingkat kesulitan penerapan konstruksi jalan hijau (*green road construction*) di Papua.

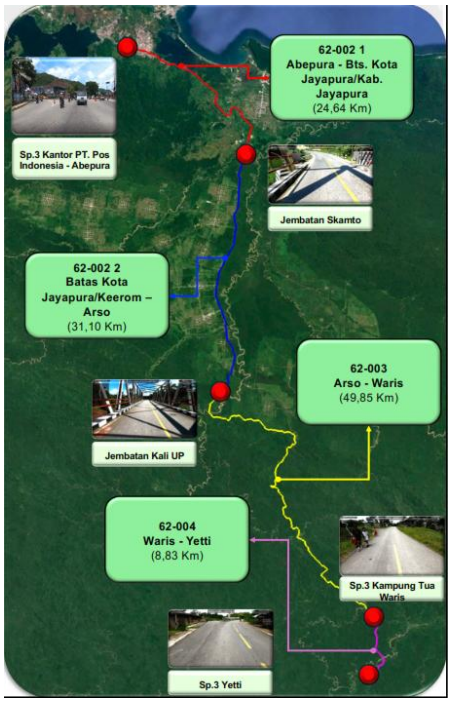
2. METODE

A. Data Penelitian

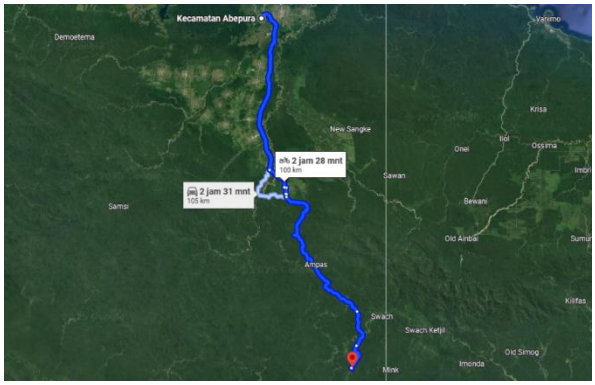
Penelitian ini menggunakan kombinasi data primer dan sekunder, dengan data primer diperoleh langsung dari responden melalui kuesioner yang dibagikan kepada penyedia Jasa, konsultan pengawas dan Instansi terkait yang terlibat dalam proyek jalan. Responden yang dipilih adalah mereka yang memiliki pengaruh langsung pada pelaksanaan pekerjaan jalan, sehingga dapat memberikan informasi yang akurat dan relevan tentang topik penelitian.

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian berlokasi di Ruas Jalan Abepura, Arso Waris, Yetti Kota Jayapura – Kabupaten Keerom sebagai Ruas jalan Abepura – Arso – Waris - Yetti adalah jalur jalan yang menghubungkan Kota Jayapura dengan Kabupaten Keerom di Provinsi Papua. Ruas jalan ini merupakan bagian dari jalur yang lebih panjang, yaitu Jayapura – Abepura – Arso - Waris Yetti, dengan total panjang 114,42 km dan sudah terhubung sepenuhnya dan beraspal dengan titik koordinat Abepura adalah 2°33' hingga 2°41' Lintang Selatan dan 140°37' hingga 140°45' Bujur Timur Secara lebih spesifik, koordinatnya adalah sekitar -2.653100744931598, 140.70104356378857 (**Gambar 1**). Adapun Waktu pelaksanaan penelitian Dilakukan pada bulan Agustus–Desember Tahun 2025.



No.	No. Ruas	Nama Ruas	Lokasi (KM)	Panjang (Km)	Titik Pengenal Awal	Titik Pengenal Akhir
1	62-002 1	Abepura – Batas Kota Jayapura/Keerom	13+300 – 37+940	24,64	Sp.3 Kantor PT. Pos Indonesia - Abepura	Jembatan Skamto
2	62-002 2	Batas Kota Jayapura/Keerom – Arso	37+940 – 68+950	31,10	Jembatan Skamto	Jembatan Kali UP
3	62-003	Arso - Waris	68+950 - 118+800	49,85	Jembatan Kali UP	Sp.3 Kampung Tua Waris
4	62-004	Waris - Yetti	118+800 – 127+630	8,83	Sp.3 Kampung Tua Waris	Sp.3 Yetti



Gambar 1 Peta Ruas jalan Abepura-Arso-Waris-Yetti

C. Tahapan Penelitian

Penelitian ini diawali dengan melakukan studi literatur untuk mengidentifikasi masalah dan merumuskan pertanyaan penelitian. Selanjutnya, peneliti menentukan metode pengumpulan data yang tepat, yaitu menggunakan kuesioner yang dirancang khusus untuk mengukur kriteria *green road construction*. Kuesioner tersebut terdiri dari empat bagian yang berbeda, yaitu bagian pertama untuk mengetahui tingkat penerapan *green road construction*, bagian kedua untuk mengetahui tingkat kesulitan dalam penerapan *green road construction*, bagian ketiga untuk mengetahui hambatan dalam penerapan *green road construction* dan bagian ke empat peneliti menambahkan kolom Saran dan Masukan tentang penerapan *green road construction*. Setelah data terkumpul, peneliti melakukan analisis data dan interpretasi hasil untuk mendapatkan kesimpulan yang akurat dan relevan. Sedangkan variabel yang peneliti gunakan yaitu variabel independen dan variabel dependen, variabel independen adalah variabel yang menyebabkan perubahan pada variabel lain atau sering di sebut variabel bebas, sedangkan variabel dependen adalah variabel yang menjadi akibat dari variabel independen atau sering di sebut variabel terikat.

D. Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian merupakan keseluruhan subjek atau objek yang memiliki karakteristik tertentu dan menjadi sasaran penelitian. Elvis dan Parulian (2011) mendefinisikan populasi sebagai seluruh subjek yang menjadi satuan analisis dalam penelitian, yang dapat berupa manusia maupun makhluk hidup lain yang memiliki ciri tertentu. Sejalan dengan itu, Morissan (2012) menyatakan bahwa populasi adalah kumpulan subjek, variabel, konsep, atau fenomena yang menjadi perhatian penelitian. Sugiyono (2017) menegaskan bahwa populasi tidak hanya merujuk pada jumlah objek atau subjek yang diteliti, tetapi juga mencakup seluruh karakteristik atau sifat yang dimilikinya. Dalam penelitian ini, populasi terdiri atas instansi terkait, kontraktor, dan konsultan yang terlibat dalam proyek pembangunan Ruas Jalan Abepura–Arso–Waris–Yetti yang berada di Kota Jayapura dan Kabupaten Keerom, Provinsi Papua.

Sampel merupakan bagian dari populasi yang diambil untuk mewakili karakteristik keseluruhan populasi. Menurut Morissan (2012), sampel adalah perwakilan dari seluruh anggota populasi yang memiliki sifat representatif. Siregar (2013) juga menjelaskan bahwa sampel diperoleh melalui teknik pengambilan data dengan memilih sebagian anggota populasi untuk menentukan sifat dan karakteristik yang diteliti. Dalam penelitian ini, teknik penentuan jumlah sampel menggunakan rumus Slovin dengan tingkat kesalahan (e) sebesar 10%, pada **Persamaan 1** berikut

$$n = \frac{N}{1+Ne^2} \qquad \textbf{(1)}$$

dengan keterangan:
N = jumlah populasi,
e = tingkat kesalahan,
n = jumlah sampel.

Berdasarkan jumlah populasi sebanyak 35 responden, maka diperoleh jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebanyak 26 responden. Responden yang dipilih meliputi penyedia jasa (kontraktor), konsultan pengawas, dan instansi terkait dengan kualifikasi perusahaan menengah hingga besar, serta instansi yang memiliki keterkaitan langsung dengan pembangunan infrastruktur jalan pada lokasi penelitian. Pemilihan responden dilakukan berdasarkan pertimbangan relevansi peran dan keterlibatan dalam penerapan konsep *Green Road Construction* pada proyek tersebut.

E. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan data primer langsung dari responden melalui kuesioner. Kuesioner ini akan disebarkan secara langsung kepada responden, dan terdiri dari empat bagian utama.

1. Bagian A merupakan pengantar yang menjelaskan tentang tujuan dari disebarnya kuesioner yang telah di buat oleh penulis
2. Bagian B merupakan data pribadi responden yang meliputi nama responden, usia, nama perusahaan, kualifikasi perusahaan, status perusahaan, nama proyek beserta lokasi, pengalaman bekerja responden, dan pendidikan terakhir responden.
3. Bagian C berisi daftar pernyataan tentang kriteria *green road* yang sesuai dan dapat diterapkan pada ruas Jalan Abepura – Arso – Waris - Yetti serta hambatan dalam penerapannya.
4. Bagian D berisi tentang Saran dan masukan tentang Penerapan *Green Road Construction* di Kota Jayapura dan Kabupaten Keerom – Provinsi papua

F. Metode Analisis Data

a) Nilai Rata-rata (*Mean*)

Penelitian ini menggunakan nilai rata-rata untuk mengukur frekuensi dan tingkat kesulitan *green road* yang dihadapi penyedia jasa dan konsultan. Nilai rata-rata dihitung dengan menjumlahkan nilai responden dan membaginya dengan jumlah responden, menggunakan *software* Microsoft Excel 2021 menggunakan **Persamaan 2**.

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n} \qquad (2)$$

Keterangan:
$\bar{X}$= nilai rata-rata (mean)
n = jumlah responden
Xi = jumlah nilai/bobot yang diberi responden
Untuk mengetahui frekuensi penerapan dan tingkat kesulitan dalam penerapan kriteria *green road*, maka digunakan interval nilai *mean* sebagai berikut :

1. Frekuensi penerapan kriteria *green road*
   - $1 \leq \bar{X} < 1{,}5$ = Tidak diterapkan
   - $1{,}5 \leq \bar{X} < 2{,}5$ = Jarang diterapkan
   - $2{,}5 \leq \bar{X} < 3$ = Selalu diterapkan
2. Tingkat kesulitan dalam penerapan *green road*
   - $1 \leq \bar{X} < 1{,}5$ = Sulit
   - $1{,}5 \leq \bar{X} < 2{,}5$ = Cukup sulit
   - $2{,}5 \leq \bar{X} < 3$ = Tidak sulit

b) Standar Deviasi

Standar deviasi adalah ukuran yang digunakan untuk mengetahui seberapa jauh data individu dari nilai rata-rata *(mean)*. Perhitungan standar deviasi penting karena dua set data dapat memiliki nilai rata-rata yang sama, tetapi memiliki tingkat penyimpangan yang berbeda. Standar deviasi menunjukkan seberapa besar perbedaan antara data individu dan nilai rata-rata. Jika standar deviasi sama dengan nol, maka semua data memiliki nilai yang sama. Namun, jika standar deviasi besar, maka data individu jauh dari nilai rata-rata. Dalam penelitian ini, standar deviasi dihitung dengan bantuan *software Microsoft Excel* 2021 menggunakan rumus pada **Persamaan 3**.

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n-1}} \quad (3)$$

Keterangan :
SD = Standar Deviasi
Xi = Jumlah nilai faktor yang diberikan responden ke- i
X = nilai rata-rata (*mean*)
n = jumlah responden

c) Persentase

Persentase digunakan untuk menganalisis frekuensi dan tingkat kesulitan dalam penerapan *green road*, serta untuk menggambarkan data responden. Dengan menggunakan persentase, kita dapat memahami proporsi atau bagian dari keseluruhan data yang relevan. Rumus perhitungan persentase dapat dilihat pada **Persamaan 4**.

$$P = \frac{x_i}{X_i} \times 100\% \quad (4)$$

Keterangan :
P = Hasil persentase
xi = Jumlah poin
Xi = Jumlah poin pembanding

d) Analisis SWOT

Analisis SWOT dilakukan untuk membuat strategi dalam menghadapi hambatan penerapan *green road*. Strategi yang didapat diharapkan akan memberikan peningkatan penerapan *green road*. Analisis SWOT terdiri dari faktor internal dan eksternal dari perusahaan konstruksi seperti kontraktor dan konsultan. Faktor internal adalah kekuatan dan kelemahan perusahaan, sedangkan faktor eksternal adalah peluang dan ancaman yang ada pada lingkungan sekitar. Berikut adalah penjelasan dari empat komponen dalam analisis SWOT (Dewi dan Diputra, 2015) :

1. Kekuatan (*Strenght*), perusahaan harus mengidentifikasi kekuatan-kekuatan apa saja yang dimilikinya dibandingkan dengan pesaingnya.
2. Kelemahan (*Weaknesses*), perusahaan harus mengidentifikasi kelemahan yang dimilikinya yang akan menghambat kemajuan perusahaan.
3. Peluang (*Opportunity*), perusahaan perlu mengidentifikasi peluang di luar perusahaan yang akan membantu perusahaan tersebut menjadi berkembang dimasa yang akan datang.
4. Ancaman (*Threats*), perusahaan perlu mengidentifikasi ancaman atau tantangan dari lingkungan sekitar yang dapat mengakibatkan kemunduran dari perusahaan.

Faktor internal dan eksternal untuk analisis SWOT berdasarkan hasil dari jawaban responden mengenai hambatan penerapan *green road*. Tujuan dari analisis SWOT ini untuk membuat strategi dalam mengatasi hambatan. Pada **Tabel 1** dijelaskan panduan untuk menciptakan strategis dengan menggunakan matrik SWOT (Dewi dan Diputra, 2015).

Tabel 1 Matrik SWOT

	Kekuatan	**Kelemahan**
Peluang	Strategi SO: Ciptakan strategi yang menggunakan kekuatan untuk memanfaatkan peluang	Strategi WO: Ciptakan strategi yang meminimalkan kelemahan untuk memanfaatkan peluang

Ancaman	Strategi ST: Ciptakan strategi yang menggunakan kekuatan untuk mengatasi ancaman	Strategi WT: Ciptakan strategi yang meminimalkan kelemahan dan menghindari ancaman

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Responden

Responden dalam penelitian ini berasal dari 16 perusahaan dan instansi yang terlibat dalam proyek Ruas Jalan Abepura–Arso–Waris–Yetti di lingkungan Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Papua dan Papua Pegunungan. Total responden yang memenuhi kriteria penelitian berjumlah 35 orang, yang terdiri atas perwakilan kontraktor, konsultan, dan instansi pemerintah. Instansi dengan jumlah responden terbesar adalah Kementerian Pekerjaan Umum melalui BBPJN Papagun sebanyak 9 responden (26%), sedangkan sisanya tersebar pada berbagai perusahaan BUMN dan swasta seperti PT Hutama Karya, PT Yodya Karya (Persero), PT Agrinas Pangan Nusantara (Persero), serta beberapa perusahaan konsultan dan kontraktor lainnya. Komposisi ini menunjukkan bahwa responden berasal dari beragam pemangku kepentingan yang memiliki keterlibatan langsung dalam pelaksanaan proyek jalan.

Berdasarkan status perusahaan, responden didominasi oleh perusahaan swasta sebanyak 17 responden (49%). Sementara itu, responden yang berasal dari Badan Usaha Milik Negara (BUMN) berjumlah 9 orang (26%) dan dari instansi pemerintah juga sebanyak 9 orang (26%). Distribusi ini menunjukkan bahwa keterlibatan sektor swasta cukup dominan dalam proyek infrastruktur jalan, namun tetap diimbangi oleh peran BUMN dan instansi pemerintah sebagai pemilik maupun pengelola proyek.

Ditinjau dari kualifikasi perusahaan, mayoritas responden berasal dari perusahaan berkualifikasi menengah dan besar. Kualifikasi M1 (≥ 2,5–10 miliar) mendominasi dengan 13 responden (37%), diikuti M2 (≥ 10–50 miliar) sebanyak 6 responden (17%). Perusahaan berkualifikasi besar B1 (≥ 50–250 miliar) berjumlah 5 responden (14%) dan B2 (≥ 250 miliar) sebanyak 2 responden (6%). Hanya 1 responden (3%) yang berasal dari perusahaan kualifikasi K2, serta tidak terdapat responden dari kualifikasi K1 dan K3. Selain itu, terdapat 8 responden (23%) dari instansi pemerintah.

Berdasarkan posisi dalam proyek, responden terdiri atas 13 kontraktor (37%), 13 konsultan (37%), dan 9 perwakilan instansi (26%). Komposisi ini menunjukkan keseimbangan antara pelaksana konstruksi dan konsultan sebagai pihak perencana maupun pengawas, serta dukungan dari instansi pemerintah sebagai pemilik proyek. Dengan distribusi yang relatif merata, perspektif yang diperoleh dalam penelitian ini mencerminkan sudut pandang dari berbagai peran strategis dalam implementasi proyek jalan.

Dari segi pengalaman kerja, sebagian besar responden memiliki pengalaman antara 5–10 tahun, yaitu sebanyak 15 orang (43%). Responden dengan pengalaman kurang dari 4 tahun berjumlah 12 orang (34%), sedangkan yang memiliki pengalaman 10–15 tahun dan lebih dari 15 tahun masing-masing berjumlah 4 orang (11%). Data ini menunjukkan bahwa mayoritas responden berada pada kategori pengalaman kerja menengah, sehingga dinilai cukup memahami proses pelaksanaan proyek jalan, termasuk potensi penerapan konsep *green road construction*.

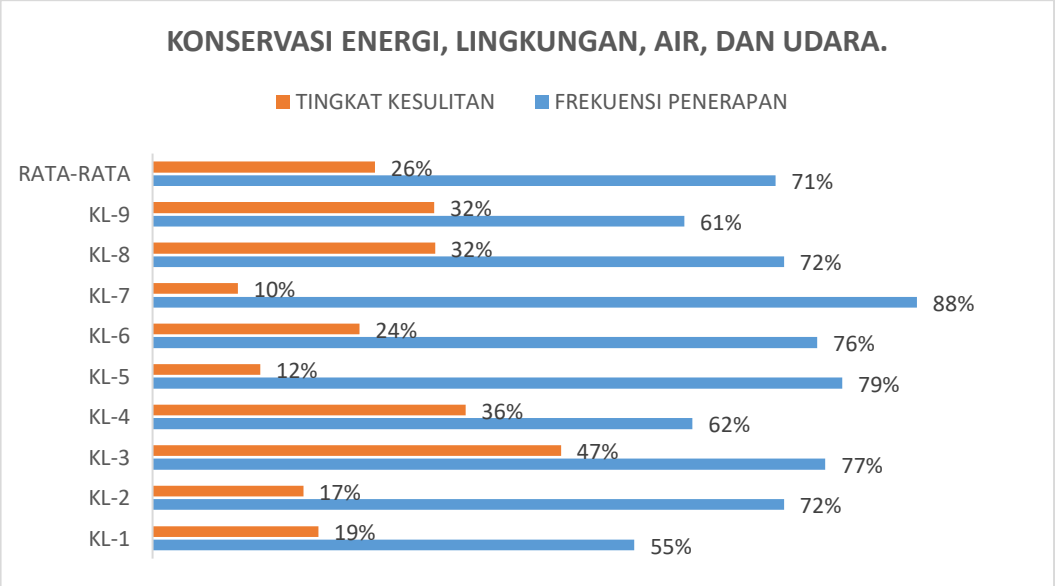
Berdasarkan usia, responden didominasi oleh kelompok usia 21–30 tahun sebanyak 18 orang (51%). Kelompok usia 31–40 tahun berjumlah 12 orang (34%), sedangkan usia 41–50 tahun sebanyak 3 orang (9%) dan di atas 50 tahun sebanyak 2 orang (6%). Distribusi ini menunjukkan bahwa mayoritas responden berada pada usia produktif, yang umumnya memiliki mobilitas tinggi serta adaptif terhadap perkembangan konsep dan teknologi konstruksi berkelanjutan.

Ditinjau dari tingkat pendidikan terakhir, mayoritas responden berpendidikan Strata Satu (S1) sebanyak 28 orang (80%). Responden dengan pendidikan Strata Dua (S2) berjumlah 4 orang (11%), Diploma Tiga (D3) sebanyak 1 orang (3%), dan Sekolah Menengah Atas (SMA) sebanyak 2 orang (6%), serta tidak terdapat responden dengan pendidikan Strata Tiga (S3). Komposisi ini menunjukkan bahwa sebagian besar responden memiliki latar belakang pendidikan tinggi yang relevan dengan bidang teknik dan konstruksi, sehingga mendukung pemahaman terhadap konsep *Green Road Construction* dalam proyek infrastruktur jalan.

B. Pengelolaan dan Analisis Data

Kriteria yang diperoleh dari hasil penyebaran kuesioner selanjutnya diolah menggunakan perhitungan nilai *mean*, standar deviasi, dan persentase dengan bantuan perangkat lunak Microsoft Excel. Perhitungan ini bertujuan untuk mengidentifikasi kriteria yang diterapkan dalam proyek jalan di lingkungan Balai Pelaksanaan Jalan Nasional Jayapura serta menentukan peringkat dan kategori masing-masing kriteria. Nilai *mean* digunakan untuk mengklasifikasikan frekuensi penerapan dan tingkat kesulitan berdasarkan rentang nilai tertentu, yaitu untuk frekuensi penerapan: $1 \leq \bar{X} < 1{,}5$ dikategorikan tidak diterapkan, $1{,}5 \leq \bar{X} < 2{,}5$ jarang diterapkan, dan $2{,}5 \leq \bar{X} < 3$ selalu diterapkan; sedangkan untuk tingkat kesulitan: $1 \leq \bar{X} < 1{,}5$ dikategorikan sulit, $1{,}5 \leq \bar{X} < 2{,}5$ cukup sulit, dan $2{,}5 \leq \bar{X} < 3$ tidak sulit. Standar deviasi digunakan untuk membantu penentuan peringkat apabila terdapat kriteria dengan nilai *mean* yang sama. Selain itu, nilai persentase dihitung untuk menggambarkan tingkat frekuensi penerapan dan kesulitan dengan cara membandingkan jumlah poin jawaban responden yang diperoleh dengan poin maksimal yang seharusnya, kemudian dikalikan 100%. Sebagai contoh, pada kriteria KL-2 diperoleh total 16 poin dari maksimum 21 poin sehingga persentase frekuensi penerapannya adalah $(16/21) \times 100\% = 76{,}2\%$. Adapun untuk tingkat kesulitan, selisih antara poin yang diperoleh (19) dan poin maksimal (21) adalah 2, sehingga persentase tingkat kesulitan dihitung sebagai $(2/21) \times 100\% = 10\%$.

Hasil rekapitulasi jawaban dari responden mengenai frekuensi dan tingkat kesulitan dalam penerapan kriteria green road untuk kategori KL atau Konservasi Energi, Lingkungan, Air dan Udara dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2 Kategori KL

Pada **Gambar 2** menunjukkan kriteria yang memiliki tingkat kesulitan tertinggi adalah KL-3 Pengurangan polusi udara dan debu pada pelaksanaan konstruksi atau pasca konstruksi 47%. Kriteria dengan frekuensi penerapan tertinggi adalah KL-7 yaitu penyediaan sistem drainase jalan dengan persentase 88%.

Tabel 2 Frekuensi penerapan kategori KL

Kode Kuisioner		Mean	Sd	Keterangan	Rank
A	KL-1	1,657	0,591	Jarang diterapkan	9
	KL-2	2,171	0,707	Jarang diterapkan	6
	KL-3	2,314	0,583	Jarang diterapkan	3
	KL-4	1,857	0,550	Jarang diterapkan	7
	KL-5	2,371	0,598	Jarang diterapkan	2
	KL-6	2,286	0,667	Jarang diterapkan	4
	KL-7	2,629	0,646	Selalu diterapkan	1
	KL-8	2,171	0,618	Jarang diterapkan	6
	KL-9	1,829	0,618	Jarang diterapkan	8

Tabel 2 menunjukkan frekuensi penerapan tertinggi adalah KL-7 dengan *mean* 2,629, kriteria ini termasuk kategori yang selalu diterapkan pada proyek jalan di Kota Jayapura dan Kabupaten Keerom karena memiliki nilai *mean* diatas 2,5. Sedangkan untuk frekuensi penerapan terendah adalah KL-1 Pelatihan kesadaran lingkungan dengan *mean* 1,657, kriteria ini termasuk kategori yang Jarang diterapkan karena memiliki nilai *mean* di bawah 2,5.

Tabel 3 Tingkat kesulitan penerapan kategori KL

Kode Kuisioner		Mean	Sd	Keterangan	Rank
A	KL-1	2,429	0,739	Cukup sulit	4
	KL-2	2,486	0,507	Cukup sulit	3
	KL-3	1,600	0,604	Cukup sulit	9
	KL-4	1,914	0,853	Cukup sulit	8
	KL-5	2,600	0,604	Tidak sulit	2
	KL-6	2,257	0,817	Cukup sulit	5
	KL-7	2,686	0,530	Tidak sulit	1
	KL-8	2,057	0,765	Cukup sulit	7
	KL-9	2,086	0,781	Cukup sulit	6

Taebl 3 diatas menunjukkan tingkat kesulitan dengan mean 2,686 adalah KL-7 yaitu penyediaan sistem drainase jalan kriteria ini masuk pada kategori tingkat kesulitan yang tidak sulit dalam penerapannya karena nilai *mean* di atas 2,5.

Kode	Kriteria *Green Road*	Frekuensi Penerapan			Tingkat Kesulitan		
		Instansi	Kontraktor	Konsultan	Instansi	Kontraktor	Konsultan
KL-1	Pelatihan kesadaran lingkungan	59%	51%	56%	19%	18%	21%
KL-2	Mitigasi bencana	74%	64%	79%	19%	18%	15%
KL-3	Pengurangan polusi udara dan debu pada pelaksanaan konstruksi atau pasca konstruksi	70%	82%	77%	48%	51%	41%
KL-4	Sertifikat sistem manajemen lingkungan dan penerapan inovasi pelaksana pekerjaan	59%	56%	69%	33%	46%	28%
KL-5	Penanaman pohon dan jenis vegetasi lain	85%	74%	79%	4%	26%	8%
KL-6	Perlindungan dan pencegahan hilangnya habitat	85%	74%	72%	15%	36%	21%
KL-7	Penyediaan sistem drainase jalan	89%	87%	87%	4%	23%	3%
KL-8	Pembatasan penerangan jalan	81%	77%	62%	41%	44%	13%
KL-9	Mereduksi kebisingan	52%	62%	67%	48%	33%	15%
RATA - RATA		73%	70%	72%	26%	33%	18%

Gambar 3 Kriteria green road konstruksi kategori KL

Gambar 3 merupakan persentase perbedaan frekuensi dan tingkat kesulitan penerapan kriteria *green road* antara instansi terkait, kontraktor dan konsultan pada kategori konservasi energi, lingkungan, air, dan udara. Frekuensi penerapan kriteria *green road* oleh Instansi terkait rata-rata sebesar 73% dengan tingkat kesulitan adalah 26% , kontraktor rata-rata sebesar 70% dengan tingkat kesulitan adalah 33%. Sedangkan rata-rata frekuensi penerapan konsultan adalah 72% dengan tingkat kesulitan 18%.

Hasil perhitungan frekuensi penerapan dan tingkat kesulitan kriteria Green Road pada tiga kategori menunjukkan variasi antar pemangku kepentingan, yaitu instansi terkait, kontraktor, dan konsultan. Pada kategori Transportasi dan Masyarakat, rata-rata frekuensi penerapan oleh instansi terkait sebesar 68% dengan tingkat kesulitan 24%, kontraktor sebesar 69% dengan tingkat kesulitan 38%, serta konsultan sebesar 63% dengan tingkat kesulitan 23%. Pada kategori Aktivitas Konstruksi, frekuensi penerapan oleh instansi terkait mencapai 64% dengan tingkat kesulitan 39%, kontraktor sebesar 60% dengan tingkat kesulitan 41%, dan konsultan sebesar 65% dengan tingkat kesulitan 41%. Sementara itu, pada kategori Material dan Sumber Daya Alam, frekuensi penerapan cenderung lebih tinggi dibandingkan kategori lainnya, yaitu instansi terkait sebesar 67% dengan tingkat kesulitan 25%, kontraktor sebesar 71% dengan tingkat kesulitan 27%, dan konsultan sebesar 73% dengan tingkat kesulitan 32%. Secara umum, kategori Material dan Sumber Daya Alam menunjukkan tingkat penerapan tertinggi, sedangkan kategori Aktivitas Konstruksi memiliki tingkat kesulitan relatif lebih besar, khususnya dari perspektif kontraktor dan konsultan.

Hasil perhitungan frekuensi penerapan dan tingkat kesulitan kriteria Green Road pada kategori Perkerasan untuk Badan Jalan menunjukkan bahwa rata-rata frekuensi penerapan oleh instansi terkait sebesar 68% dengan tingkat kesulitan 28%, oleh kontraktor sebesar 69% dengan tingkat kesulitan 34%, serta oleh konsultan sebesar 75% dengan tingkat kesulitan 24%. Data ini mengindikasikan bahwa konsultan memiliki tingkat penerapan tertinggi dan tingkat kesulitan relatif lebih rendah dibandingkan kontraktor. Sementara itu, pada kategori Perkerasan untuk Trotoar Jalan, frekuensi penerapan cenderung lebih rendah dibandingkan badan jalan, yaitu instansi terkait sebesar 54% dengan tingkat kesulitan 19%, kontraktor sebesar 60% dengan tingkat kesulitan 30%, dan konsultan sebesar 68% dengan tingkat kesulitan 32%. Secara umum, penerapan kriteria green road pada perkerasan badan jalan lebih tinggi dibandingkan trotoar, meskipun tingkat kesulitan masih dirasakan terutama oleh kontraktor dan konsultan dalam pelaksanaannya.

C. Hambatan Dalam Penerapan Kriteria *Green Road* Di Jayapura Berdasarkan Perspektif Instansi, Kontraktor dan Konsultan

Dalam menerapkan kriteria *green road* terdapat beberapa hambatan yang akan mempengaruhi penerapannya. Penelitian ini mengidentifikasi hambatan-hambatan yang ada di Kota Jayapura dengan harapan dapat meningkatkan penerapan kriteria *green road*. Hambatan berdasarkan persepsi instansi terkait, Kontraktor dan Konsultan di Kota jayapura dan Kabupaten Keerom dapat dilihat pada **Gambar 4**. Gambar ini hasil dari jawaban responden bekerja di Instansi terkait, Kontraktor dan Konsultan.

Hambatan penerapan kriteria *green road* berdasarkan persepsi responden dari instansi terkait meliputi:

1. Kurangnya sosialisasi dan edukasi mengenai efisiensi air dan energi dalam konstruksi pelaksanaan pekerjaan jalan.
2. Terbatasnya anggaran dan sumber daya untuk penerapan *green road* konstruksi di Kota Jayapura dan Kabupaten Keerom
3. Ketidaktahuan mengenai biaya siklus hidup (*life cycle cost*) dan manfaat jangka Panjang yang tersedia
4. Kurangnya standar dan regulasi yang jelas terhadap penerapan *green road* konstruksi
5. Kesulitan dalam mengadopsi teknologi baru dan mahal.

KODE		R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	TOTAL	MEAN	SD	Keterangan	RANK	%
KUISIONER		1	2	3	6	14	16	18	21	30						
A	H1	2	2	2	2	2	2	3	3	2	20	2,2222	0,4410	Cukup menghambat	2	74%
	H2	1	1	2	1	2	1	2	2	2	14	1,5556	0,5270	Cukup menghambat	4	52%
	H3	2	2	2	2	2	1	1	3	2	17	1,8889	0,6009	Cukup menghambat	3	63%
	H4	2	3	3	3	3	2	3	2	2	23	2,5556	0,5270	Cukup menghambat	1	85%
												2,0556	**0,5240**			**69%**
B	H5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	27	3,0000	0,0000	Menghambat	1	100%
	H6	2	3	3	3	3	3	3	2	2	24	2,6667	0,5000	Cukup menghambat	3	89%
	H7	3	3	3	3	3	2	3	3	2	25	2,7778	0,4410	Menghambat	2	93%
	H8	2	2	3	3	3	1	3	2	2	21	2,3333	0,7071	Cukup menghambat	4	78%
												2,6944	**0,4120**			**90%**
C	H9	2	3	3	3	3	2	3	2	3	24	2,6667	0,5000	Menghambat	2	89%
	H10	3	2	3	3	3	2	3	3	3	25	2,7778	0,4410	Menghambat	1	93%
	H11	2	3	3	3	3	2	2	3	3	24	2,6667	0,5000	Cukup menghambat	2	89%
												2,7037	**0,4803**			**90%**
D	H12	2	3	3	3	3	1	3	2	3	23	2,5556	0,7265	Cukup menghambat	2	85%
	H13	3	3	3	3	3	2	3	3	3	26	2,8889	0,3333	Menghambat	1	96%
												2,7222	**0,5299**			**91%**
E	H14	3	3	3	2	2	2	3	3	3	24	2,6667	0,5000	Menghambat	3	89%
	H15	3	3	3	3	3	2	3	3	3	26	2,8889	0,3333	Menghambat	1	96%
	H16	3	3	3	3	3	2	3	3	3	26	2,8889	0,3333	Menghambat	1	96%
	H17	3	2	1	3	3	2	3	3	3	23	2,5556	0,7265	Menghambat	4	85%
												2,7500	**0,4733**			**92%**
F	H18	2	2	2	1	1	1	3	1	3	16	1,7778	0,8333	Cukup menghambat	2	59%
	H19	2	3	3	3	3	3	3	3	3	26	2,8889	0,3333	Menghambat	1	96%
												2,3333	**0,5833**			**78%**

Gambar 4 Hambatan berdasarkan Perspektif Instansi

Dengan menggunakan metode perhitungan yang sama, identifikasi hambatan penerapan kriteria *green road* dilakukan berdasarkan persepsi responden dari kontraktor dan konsultan. Berdasarkan perspektif kontraktor, hambatan utama meliputi biaya awal yang relatif lebih mahal untuk teknologi dan peralatan dalam penerapan *green road* di Jayapura dan Kabupaten Keerom, kurangnya pengetahuan serta keterampilan teknis terkait konstruksi ramah lingkungan, ketidaktahuan mengenai konsep biaya siklus hidup (*life cycle cost*) dan manfaat jangka panjangnya, kesulitan dalam memenuhi standar dan regulasi yang ketat, serta terbatasnya dukungan dan insentif dari pemerintah. Sementara itu, dari perspektif konsultan, hambatan yang diidentifikasi antara lain rendahnya permintaan dari klien untuk menerapkan konsep *green road* dalam proyek, terbatasnya pengetahuan dan pengalaman mengenai *green road construction*, kesulitan dalam mengintegrasikan konsep tersebut ke dalam tahap desain dan perencanaan, kurangnya standar dan pedoman teknis yang jelas, serta tingginya biaya implementasi. Secara umum, hambatan yang muncul menunjukkan adanya tantangan baik dari sisi teknis, regulasi, maupun aspek ekonomi dalam penerapan *green road construction*.

D. Analisis SWOT

Hasil analisis SWOT menunjukkan bahwa penerapan green road construction memiliki posisi strategis yang relatif kuat berdasarkan faktor internal dan eksternal yang teridentifikasi. Dari sisi internal, kekuatan (*Strength)* meliputi dukungan terhadap program pembangunan infrastruktur berkelanjutan, ketersediaan tenaga kerja konstruksi, komitmen pemerintah terhadap pembangunan ramah lingkungan, serta potensi pemanfaatan material lokal. Namun demikian, terdapat beberapa kelemahan (*Weakness*) seperti belum adanya regulasi khusus mengenai green road, minimnya sosialisasi konsep tersebut, tingginya biaya investasi awal, serta keterbatasan teknologi ramah lingkungan. Dari sisi eksternal, peluang (*Opportunity*) yang dapat dimanfaatkan antara lain adanya kebijakan nasional pembangunan berkelanjutan, dukungan program pemerintah pusat, serta meningkatnya kesadaran lingkungan masyarakat. Di sisi lain, ancaman (*Threat)* yang dihadapi meliputi keterbatasan anggaran daerah, fluktuasi harga material, kondisi geografis Papua yang menantang, serta adanya resistensi terhadap perubahan metode kerja. Berdasarkan hasil perhitungan matriks SWOT diperoleh nilai X = 0,90 (selisih *Strength* dan *Weakness*) dan Y = 0,95 (selisih *Opportunity* dan *Threat)*, yang menunjukkan bahwa posisi strategi berada pada kuadran I (agresif), sehingga strategi yang direkomendasikan adalah memanfaatkan kekuatan internal untuk menangkap peluang eksternal guna mendorong implementasi *green road construction* secara lebih optimal.

Hasil analisis menunjukkan bahwa penerapan *Green Road Construction* pada ruas Jalan Abepura–Arso–Waris–Yetti berada pada kondisi yang mendukung untuk dikembangkan secara progresif. Berdasarkan pemetaan awal matriks SWOT dengan koordinat (0,90 ; 0,95), posisi strategi berada pada Kuadran I (Strategi Agresif/SO), yang mengindikasikan bahwa kondisi internal relatif kuat dan lingkungan eksternal memberikan peluang besar bagi pengembangan. Oleh karena itu, strategi yang tepat adalah memanfaatkan dukungan kebijakan nasional untuk mempercepat penyusunan regulasi daerah *green road*, mengoptimalkan potensi material lokal sebagai bagian dari konstruksi ramah lingkungan, meningkatkan kapasitas tenaga kerja melalui pelatihan teknologi konstruksi hijau, serta mengintegrasikan prinsip keberlanjutan dalam setiap tahap proyek jalan. Temuan ini menunjukkan bahwa implementasi *green road* di Provinsi Papua memiliki prospek yang baik apabila didukung oleh kebijakan yang konsisten dan penguatan kapasitas teknis.

Namun demikian, analisis lanjutan menunjukkan bahwa meskipun terdapat peluang besar dalam penerapan *Green Road Construction* seiring dengan program pembangunan infrastruktur berkelanjutan, masih terdapat kelemahan internal dan ancaman eksternal berupa keterbatasan regulasi, biaya, dan teknologi. Strategi utama yang direkomendasikan meliputi penguatan regulasi dan pedoman teknis, peningkatan kapasitas sumber daya manusia, pemberian dukungan kebijakan serta insentif pemerintah, serta peningkatan sosialisasi dan pemanfaatan teknologi ramah lingkungan. Berdasarkan hasil perhitungan kuantitatif SWOT yang lebih rinci diperoleh nilai koordinat (13,61 ; -25,50), di mana nilai X yang positif menunjukkan bahwa faktor kekuatan internal lebih dominan dibandingkan kelemahan, sedangkan nilai Y yang negatif menunjukkan bahwa ancaman eksternal masih lebih besar dibandingkan peluang. Dengan demikian, posisi strategi bergeser ke Kuadran II (Strategi ST), yaitu strategi yang memanfaatkan kekuatan internal untuk meminimalkan dampak ancaman eksternal dalam penerapan green road, sehingga pendekatan yang diperlukan adalah strategi defensif-progresif yang tetap mengoptimalkan potensi internal sambil mengantisipasi berbagai risiko eksternal.

Tabel 4 Strategi SWOT

Kategori Strategi	Kode	Uraian Strategi
S–O (Strength–Opportunity)	SO1	Memanfaatkan dukungan kebijakan pembangunan berkelanjutan untuk menyelenggarakan pelatihan *green road* bagi SDM pemerintah dan penyedia jasa.
	SO2	Mengoptimalkan komitmen pemerintah daerah dalam pengembangan infrastruktur untuk meningkatkan kompetensi kontraktor dan konsultan melalui program sertifikasi *green road*.
	SO3	Menggunakan proyek jalan nasional sebagai proyek percontohan (*pilot project*) penerapan *green road* guna meningkatkan pemahaman seluruh stakeholder.
	SO4	Memanfaatkan kerja sama dengan perguruan tinggi untuk memperkuat kajian teknis dan inovasi konstruksi jalan ramah lingkungan.
W–O (Weakness–Opportunity)	WO1	Menyelenggarakan pelatihan dan bimbingan teknis untuk mengatasi kurangnya tenaga ahli *green road* di pemerintahan.
	WO2	Mengadakan *workshop* dan program pendampingan untuk meningkatkan pengetahuan dan pengalaman kontraktor tentang *green road*.
	WO3	Mendorong sertifikasi dan pelatihan khusus bagi konsultan perencana dan pengawas terkait standar *green road*.
	WO4	Menyusun modul dan pedoman teknis *green road* untuk meningkatkan pemahaman konsep secara menyeluruh.
	WO5	Membangun kerja sama dengan Kementerian PUPR dan asosiasi jasa konstruksi untuk peningkatan kapasitas SDM secara berkelanjutan.
S–T (Strength–Threat)	ST1	Memperkuat regulasi internal proyek untuk mengantisipasi belum adanya peraturan khusus *green road*.
	ST2	Mengoptimalkan dukungan anggaran proyek nasional untuk mengatasi potensi kenaikan biaya material ramah lingkungan.
	ST3	Mengintegrasikan prinsip *green road* dalam dokumen kontrak untuk meminimalkan resistensi pelaku jasa konstruksi.
	ST4	Meningkatkan pengawasan teknis berbasis standar lingkungan untuk mengurangi risiko kegagalan penerapan.
W–T (Weakness–Threat)	WT1	Menyusun *roadmap* pengembangan SDM *green road* untuk mencegah ketertinggalan kompetensi.
	WT2	Mendorong penyusunan regulasi daerah tentang *green road* untuk mengurangi ketidakpastian kebijakan.
	WT3	Melakukan sosialisasi intensif kepada seluruh stakeholder guna mengurangi resistensi terhadap perubahan sistem konstruksi.
	WT4	Melakukan evaluasi dan monitoring berkala untuk menghindari kegagalan implementasi akibat kurangnya pemahaman teknis.

4. PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa tingkat penerapan *Green Road Construction* pada ruas Jalan Abepura – Arso – Waris – Yetti di Kota Jayapura dan Kabupaten Keerom telah dilakukan, namun belum diterapkan secara menyeluruh pada seluruh tahapan pembangunan jalan, dengan penerapan yang lebih dominan pada aspek aktivitas konstruksi serta penggunaan material dan sumber daya alam. Hambatan utama yang mempengaruhi implementasi meliputi keterbatasan regulasi dan pedoman teknis, kurangnya sosialisasi dari pemerintah, keterbatasan anggaran, minimnya teknologi ramah lingkungan, serta rendahnya pengetahuan dan pengalaman pelaku jasa konstruksi terhadap konsep green road. Tingkat kesulitan penerapan dinilai cukup tinggi, terutama pada aspek pembiayaan awal, kesiapan sumber daya manusia, serta dukungan kebijakan dan kelembagaan. Oleh karena itu, berdasarkan analisis SWOT, strategi yang direkomendasikan untuk meningkatkan penerapan konstruksi jalan hijau di Papua adalah melalui penguatan regulasi, peningkatan kapasitas sumber daya manusia, serta pemberian insentif dan dukungan kebijakan pemerintah guna mendorong implementasi yang lebih optimal dan berkelanjutan.

5. DAFTAR PUSTAKA

Alwi, M., Supardi, S., & Watono. (2024). Peran Konsultan Manajemen Konstruksi Terhadap Waktu Pelaksanaan Proyek Rehabilitasi dan Rekonstruksi Gedung Kantor DPRD Provinsi Sulawesi Barat. Jurnal Flyover, 4(2), 333–342. https://doi.org/10.52103/JFO.V4I2.2201

Amir, A., Ashad, H., & Watono. (2024). Evaluasi Metode Kerja Terhadap Waktu pada Pelaksanaan Konstruksi Jalan. Jurnal Flyover, 4(2), 343–350. https://doi.org/10.52103/JFO.V4I2.2202

Apituley, M. D., Ashad, H., & Bachmid, S. (2024). Evaluasi Durasi Pelaksanaan Proyek Dengan Menggunakan Critical Path Method (CPM). Jurnal Flyover, 4(1), 25–34. https://doi.org/10.52103/JFO.V4I1.2155

Badan Standardisasi Nasional. (2011). Pengukuran dan penghitungan cadangan karbon-Pengukuran lapangan untuk penaksiran cadangan karbon hutan. Sni 7724:2011, 65.020. www.bsn.go.id TJbean

Bakhtiar, Supardi, S., & Watono. (2025). Evaluasi Efektifitas Pengadaan Barang dan Jasa Melalui Sistem Elektronik. Jurnal Flyover, 5(2), 421–432. https://doi.org/10.52103/JFO.V5I2.2254

Bean, F.X.C.T. Marimpan, L.S. Sinaga, P.S, 2025. Potensi Simpanan Biomassa dan Karbon di Jalur Hijau Kota Kupang (Studi Kasus: Jalan Piet A. Tallo, Jalan Frans Seda dan Jalan El Tari), Wahana Forestra: Jurnal Kehutanan Vol. 20 No. 02 Juli 2025, E-ISSN : 2548-608X P-ISSN : 1858-4209 https://journal.unilak.ac.id/index.php/forestra.

Budisuanda, (2011), rumitnya proyek EPC, (Online), (http://www.manajemenproyekindonesia.com/?p=884, diakses 9 Oktober 2013).

Creswell, Jhon. (2010). Research Design: Pendekatan Kualitatif, Kuantitatif dan Mixed. Yogyakarta: Pustaka Pelajar. TJ idrus

Deni., & Misbakhul, 2023. PENERAPAN MANAJEMEN PENGELOLAAN LIMBAH KONSTRUKSI DALAM MEWUJUDKAN GREEN CONSTRUCTION (Studi Kasus di Perumahan Adivasa Semarang), FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS SEMARANG,https://eskripsi.usm.ac.id/files/skripsi/C11A/2019/C.111.19.0197/C.111.19.0197-15-File-Komplit-20230904121148.pdf .

Dwijayanti, K.P. Kyla, A,J. Ansusanto, J.D. Penerapan Kembali Limbah Plastik Sebagai Alternatif Bahan Konstruksi Jalan yang Ramah Lingkungan dan Berkelanjutan, Volume 1 Nomor 1, Juli 2024, hal: 35 - 42 Available Online JRC, VoL. 1, No. 1, Juli 2024, hlm 35-42 at: https://ojs.uajy.ac.id/index.php/JRC/article/view/9589

Dwijayanti, Kadek .P (2024). Penerapan Kembali Limbah Plastik Sebagai Alternatif Bahan Konstruksi Jalan yang Ramah Lingkungan dan Berkelanjutan. Volume 1 Nomor 1, Juli 2024, hal: 35– 42

EPA (Environmental Protection Agency). (2010). SOP Sampling and Characterization of Bioaerosols in Indoor Air. Environmental Health and Engineering. U.S

Ervianto, W. I., 2011. Pengembangan Model Assessment Green Construction Pada Proses Konstruksi Untuk Proyek Konstruksi di Indonesia. Bandung, s.n

Fassa, Ferdinand. 2022. Perencanaan Konstruksi Berkelanjutan. Podomoro University Press. TJpraningrum

Firmawan, F. Handajani, M. Purwanti, H, 2024. Implementasi Green Highway Pada Jalan Tol Semarang-Demak Seksi 2, STRUCTURE TEKNIK SIPIL, Volume 6, No.1 , Maret 2024, Halaman 18-25 e-ISSN: 2580-3824.

Greenroads. (2010). Greenroads Manual Version 1.5. Greenroads Foundation,Washington DC.

Harefa, M. B. (2020). Implementasi Manajemen Pengolahan Limbah Konstruksi Dalam Mewujudkan Green Construction (Studi Kasus: Pembangunan Transmart Carrefour Padang). JUITECH: Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik …,4(1), 20–30.

Hartono, K.A. Mahani, I, 2021. KAJIAN PENGEMBANGAN TOLOK UKUR JALAN TOL HIJAU BARU DI INDONESIA, Konferensi Nasional Teknik Sipil 15 Semarang, 20 – 21 Oktober 2021.

Hasan, M. (2011). International Seminar On The Green Road Construction and International Workshop on The Vetiver Systems. Kementerian Pekerjaan Umum: Bandung.

Herald Pradana Bima, M., Supardi, S., Husni Maricar, M., Jasa Konstruksi Wilayah Makassar, B. V., Jenderal Bina Konstruksi, D., & Pekerjaan Umum, K. (2024). Pengaruh Faktor Internal dan Eksternal terhadap Kinerja Pekerjaan Konstruksi Provinsi Sulawesi Selatan. Jurnal Flyover, 4(1), 78–86. https://doi.org/10.52103/JFO.V4I1.2167

Idrus, I. MUsdalifah, 2023. KAJIAN PENGELOLAAN LIMBAH KONSTRUKSI DALAM MEWUJUDKAN TEKNOLOGI HIJAU PADA PROYEK PEMBANGUNAN IKN, KoNTekS Ke-17 Balikpapan, 16 – 17 November 2023 289

Ihyadi, Ashad, H., Watono, & Hadi, A. K. (2025). Evaluasi Fungsi Manajemen Konstruksi dalam Pelaksanaan Proyek Pembangunan Gudang Farmasi Kota Makassar. Jurnal Flyover, 5(1), 13–22. https://doi.org/10.52103/JFO.V5I1.2159

Irwanto, T. J., Sali, A. B. S., & Khotimah, K. (2022). Pemanfaatan Limbah Konstruksi untuk Timbunan Jalan Desa di Dsn. Nglundo Kecamatan Sukomoro Kabupaten Nganjuk. Jurnal Pengabdian Teknik Dan Sains (JPTS), 2(01), 15–20. https://doi.org/10.30595/jpts.v2i01.13100

Jufandi, 2024. KESIAPAN PENERAPAN KONSEP GREEN ROAD CONSTRUCTION DI PROVINSI ACEH, Program Studi Magister Teknik Sipil Program Pascasarjana Universitas Malikussaleh, https://rama.unimal.ac.id/id/eprint/7522/3/Abstrak.pdf

Karitna, N.M. Rohman, M.A, 2024. Faktor Hambatan dalam Penerapan Green Public Procurement pada Konstruksi Jalan di Bali, Jurnal Aplikasi Teknik Sipil Volume 22, Nomor 1, Feruari 2024, Journal homepage: http://iptek.its.ac.id/index.php/jats

Khoerani, A. Prayogo, R.D. Start, R.R. 2023. Perancangan Bioswale sebagai Jalur Hijau Jalan Studi Kasus Jalan Soekarno Hatta, Kota Bandung, Prosiding The 13th Industrial Research Workshop and National Seminar Bandung, 13-14 Juli 2022.

Lawalata, G. M. (2018). Penentuan Indikator Jalan Berkelanjutan. Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.

Lawalata, G. M., Suprayoga, G., Gunarta, S., dan Kadar, E. (2013). Jalan Hijau Indonesia. Pusat Penelitian Jalan dan Jembatan, Jakarta.

Lawalata, G.M. 2019. Pemeringkatan Jalan Hijau untuk Mendukung Implementasi Program Konstruksi Jalan Berkelanjutan. Jurnal HPJI, 591 : 21-30.

Lim, J. Bawono, A.T. Afla, M.N, Hartanto, V. Krisniren, G, 2020. ANALISIS LIMBAH KONSTRUKSI PADA PROYEK KAWASAN REAL ESTATE, JTD : Jurnal Ilmiah Teknologi dan Desain Universitas Pradita Volume 2, Nomor 1, Juli 2020; pp. 71-85 ISSN: 2685 – 0222.

Lirawati, L. A. M. (2021). Analisis Faktor Keterlambatan Proyek Konstruksi Bangunan Gedung. Jurnal Teknik | Majalah Ilmiah Fakultas Teknik UNPAK, 21(2). https://doi.org/10.33751/teknik.v21i2.3282. TJ

Lovina, R. 2023. Kajian Pembangunan Infrastruktur (Jalan, Jaringan Listrik, Telekomunikasi) Yang Disinergikan Dengan Pembangunan Jalur Hijau Di Kota Tanjungpinang, Jurnal Archipelago, Jurnal tata Kelola pemerintahan, Vol. 02 (2), p.181-193 Desember 2023.

Naa, G.M.M. Riogilang, H. Riogilang, HY, 2023. Strategi Implementasi Konsep Green Building Pada Bangunan Masjid Baitur Rahim Kuala Kencana Kabupaten Mimika. Volume 21, No. 85, Tahun 2023, p-ISSN: 0215-9617, https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/tekno.

Nurdin, D., Ashad, H., Watono, & Hadi, A. K. (2025). Evaluasi Manajemen Waktu Pelaksanaan Konstruksi Pembangunan Gedung Instalasi Rawat Jalan RSUD Jayapura. Jurnal Flyover, 5(1), 47–57. https://doi.org/10.52103/JFO.V5I1.2162

Nuryadi, Astuti, T. D., Utami, E. S., & Budiantara, M. (2017). Dasar-Dasar Statistik Penelitian (1st ed.). SIBUKU MEDIA. www.sibuku.com TJsya

Poke, A. H. S. F. H., Bachmid, S., & Supardi, S. (2025). Kajian Optimalisasi Waktu dan Biaya dengan Metode Crashing pada Proyek Preservasi Jalan Batas Prov. Sulteng - Asera – Belalo - Lasolo (Longsoran). Jurnal Flyover, 5(1), 165–174. https://doi.org/10.52103/JFO.V5I1.2226

Praganingrum, T.I, dkk, 2023. IDENTIFIKASI PENERAPAN GREEN CONSTRUCTION PADA PROYEK KONSTRUKSI, Jurnal Permukiman Vol. 18 No.1, Mei 2023 : 45 – 52.

Restuningrat Fahrul Y, Limbah Konstruksi dan Dampak Sosial pada Proyek Pembangunan Gedung, Volume 01, Nomor 01, November 2023, Halaman 20-23.

Restuningrat, F.Y, 2023. Limbah Konstruksi dan Dampak Sosial pada Proyek Pembangunan Gedung, urnal TRIPUTRA : Ekonomi, Sosial dan Hukum Volume 01, Nomor 01, November 2023, Halaman 20-23 DOI : 10.58641, e-ISSN : xxxx

Saleh, A., Supardi, S., & Watono. (2024). Kajian kelayakan Investasi Proyek Pembangunan Perumahan Socia Garden, Kabupaten Karawang Jawa Barat. Jurnal Flyover, 4(1), 99–110. https://doi.org/10.52103/JFO.V4I1.2169

Salmah, S. Cahyonugroho, O.K, Strategi optimalisasi jalur hijau dalam peningkatan potensi sekuestrasi CO2 (studi kasus: Jalan Jagir Wonokromo) Green line optimization strategy to Increase CO2 sequestration potential (case study: Jagir Street Wonokromo), JPLB Vol. 7 No. 3 (2023) ISSN 2598-0017 | E-ISSN 2598-0025 Tersedia di http://www.bkpsl.org/ojswp/index.php/jplb.

Sampebua, W. P., Bachmid, S., & Husni Maricar, M. (2025). Kajian Manajemen Konstruksi Berbasis Value Engineering pada Proyek Kantor Gubernur Sulawesi Barat. Jurnal Flyover, 5(1), 97–108. https://doi.org/10.52103/JFO.V5I1.2220

Setiaji, R. R., Ashad, H., & Watono. (2025). Analisis Efektivitas Metode Prior Review World Bank terhadap Usulan Perubahan Kontrak Konsultan pada Program Central Sulawesi Rehabilitation and Reconstruction Project (CSRRP). Jurnal Flyover, 5(1), 175–188. https://doi.org/10.52103/JFO.V5I1.2227

Sudirman Hi. Umar 1,2015. Seminar Nasional Teknik Sipil (SeNaTS 1) Universitas Udayana – Bali 25 April 2015, https://www.academia.edu/12046201/Green_Road_Construction_dan_Prospek_Penerapanya_di_Indonesia

Surbakti. 2021. Analisis Hambatan Green Road Construction Studi Kasus : Proyek Pembangunan Kantilever Jalan Nasional Parapat – Ajibata. Juitech Vol.5 No.2, e-ISSN : 2597-7261.

Susilo, A,N. Jin, O.F. 2022. JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil Vol. 5, No. 2, Mei 2022: hlm 533-546, EISSN 2622-545X.

Syahraeni, N. Nasrullah, N. Hermawan, R, 2024. Peran Jalur Hijau Jalan dalam Mereduksi PM10 di Jalan Tol Bertingkat Role of Roadside Green Belt in Reducing PM10 on Multilevel Toll Road, Jurnal Teknologi Lingkungan, Vol. 25 No. 2 (Juli 2024) 308-315, e-ISSN 2548-6101 p-ISSN 1411-318X, Journal Homepage: ejournal.brin.go.id/JTL.

Syara, E., Ashad, H., & Bachmid, S. (2023). Analisis Metode Least Cost Analysis dan Metode Fast Tracking pada Pembangunan Kantor Kejaksaan Negeri Makassar. Jurnal Flyover, 3(1), 1–10. https://doi.org/10.52103/JFO.V3I1.1468

Tanubrata, M., & Gunawan, I. (2016). Pengelolaan Bangunan yang Ramah Lingkungan (Green Construction) dalam Konteks Teknik Sipil. Simposium Nasional RAPI XV, 205–210. https://publikasiilmiah.ums.ac.id/bitstream/handle/11617/8147/D3_MaksmTanubrata.pdf?sequence=1

Yahya, W. Sitawati, A. Fitri, R. Andjani, R.D. Siswanto, A.N. 2025. Kajian Daya Serap Ruang Terbuka Hijau Koridor Jalan Tol Jagorawi dalam Menurunkan Emisi CO2 dari KendaraanVolume 7, Nomor 1, 2025, 1 – 13 http://jurnal.uns.ac.id/jdk/article/view/93910 E-ISSN: 2656-5528 DOI: https://doi.org/10.20961/desa-kota.v7i1.93910.1-13 Copyright © 2025 The Authors.

Yulianti, F. D., Ashad, H., & Bachmid, S. (2024). Aplikasi Teknologi Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligence) dalam Perencanaan Durasi Pelaksanaan. Jurnal Flyover, 4(2), 275–286. https://doi.org/10.52103/JFO.V4I2.2196

Z. Piervandi, “The Use of the Bioleaching-Based Technique for the Treatment of Polluted Sulphide Tailings: A Short Review,” Am. J. Biomed. Sci. Res., vol. 18, no. 2, pp. 181–183, 2023, doi: 10.34297/ajbsr.2023.18.002456

Zulfahmi. (2023). Analisis Penerapan Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) Terhadap Kinerja Proyek Pembangunan Hunian Tetap Pasca Bencana di Balaroa Kota Palu. Jurnal Flyover, 3(2), 109–119. https://doi.org/10.52103/JFO.V3I2.1636