



KEBIJAKAN STRATEGI PENGGUNAAN GREEN TECHNOLOGY UNTUK PRESERVASI INFRASTRUKTUR JALAN BERBASIS KEARIFAN LOKAL

Hendra H.M¹, Ratna Gunanto², Irianto³

^{1,2}Mahasiswa Magister Rekayasa Sipil, Program Pascasarjana, Universitas Yapis Papua

³Dosen Magister Rekayasa Sipil, Program Pascasarjana, Universitas Yapis Papua

hendramengkulle@gmail.com¹, a3gunanto@gmail.com², irian.anto@gmail.com³

ABSTRAK

Pembangunan infrastruktur jalan di Indonesia, terutama di wilayah Papua, menghadapi tantangan besar terkait keberlanjutan lingkungan dan daya tahan struktur jalan. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah penggunaan teknologi hijau dalam preservasi infrastruktur jalan, yang mengintegrasikan prinsip-prinsip keberlanjutan dengan pemanfaatan sumber daya alam secara efisien. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi kebijakan dan strategi penggunaan teknologi hijau dalam preservasi infrastruktur jalan di Papua, dengan pendekatan berbasis kearifan lokal. Kearifan lokal di Papua, yang kaya akan pengetahuan tradisional tentang pengelolaan alam dan sumber daya alam, dapat menjadi dasar dalam merancang solusi yang tidak hanya ramah lingkungan, tetapi juga sesuai dengan konteks sosial dan budaya setempat. Pendekatan berbasis kearifan lokal, seperti pemanfaatan material alami dan teknik konstruksi tradisional, diintegrasikan dengan inovasi teknologi modern untuk menciptakan solusi yang lebih efisien dan berkelanjutan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan teknologi hijau, seperti penggunaan material ramah lingkungan dan teknik pengelolaan air hujan yang efisien, dapat mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan, meningkatkan ketahanan jalan, dan mengurangi biaya pemeliharaan jangka panjang. Selain itu, kearifan lokal dapat meningkatkan keterlibatan masyarakat dalam proses pembangunan dan pemeliharaan, sehingga menghasilkan infrastruktur yang lebih relevan dan berkelanjutan. Penelitian ini memberikan rekomendasi kebijakan yang mendukung integrasi teknologi hijau dengan kearifan lokal dalam pembangunan infrastruktur jalan di Papua, serta pentingnya kolaborasi antara pemerintah, masyarakat, dan sektor swasta untuk mencapai tujuan keberlanjutan infrastruktur yang optimal.

Kata Kunci : Jalan, kearifan lokal, teknologi hijau

ABSTRACT

Road infrastructure development in Indonesia, especially in the Papua region, faces major challenges related to environmental sustainability and the durability of road structures. One feasible solution is the use of green technology in the preservation of road infrastructure, which integrates sustainability principles with the efficient use of natural resources. This research aims to explore policies and strategies for the use of green technology in the preservation of road infrastructure in Papua, with a local wisdom-based approach. Local wisdom in Papua, which is rich in traditional knowledge about nature and natural resource management, can be the basis for designing solutions that are not only environmentally friendly, but also appropriate to the local social and cultural context. Local wisdom-based approaches, such as the use of natural materials and traditional construction techniques, are integrated with modern technological innovations to create more efficient and sustainable solutions. The results show that the application of green technologies, such as the use of environmentally friendly materials and efficient rainwater management techniques, can reduce negative impacts on the environment, improve road resilience, and reduce long-term maintenance costs. In addition, local wisdom can increase community involvement in the development and maintenance process, resulting in more relevant and sustainable infrastructure. This research provides policy recommendations that support the integration of green technology with local wisdom in road infrastructure development in Papua, as well as the importance of collaboration between the government, communities, and the private sector to achieve optimal infrastructure sustainability goals.

Keywords: Roads, local wisdom, green technology.



1. LATAR BELAKANG

Pembangunan infrastruktur jalan merupakan salah satu fondasi utama dalam mendukung pertumbuhan ekonomi, konektivitas antarwilayah, dan kesejahteraan masyarakat. Namun, seiring dengan meningkatnya beban lalu lintas, pertumbuhan populasi, serta perubahan iklim global, infrastruktur jalan menghadapi tantangan besar dalam hal ketahanan, keberlanjutan, dan efektivitas pemeliharaan jangka panjang. Di Indonesia, kondisi geografis yang beragam, mulai dari daerah dataran rendah hingga kawasan pegunungan dan wilayah pesisir, menuntut strategi preservasi jalan yang tidak hanya mengandalkan pendekatan teknis konvensional, tetapi juga adaptif terhadap karakteristik lokal. Selama beberapa dekade terakhir, pendekatan preservasi infrastruktur jalan cenderung berfokus pada aspek teknis yang mengandalkan material dan teknologi berbasis industri modern. Sayangnya, pendekatan ini sering kali mengabaikan dampak lingkungan yang ditimbulkan, seperti tingginya konsumsi energi, emisi karbon dari produksi material konstruksi, hingga degradasi lingkungan akibat ekstraksi sumber daya alam. Selain itu, pendekatan tersebut tidak selalu relevan untuk diterapkan di seluruh wilayah Indonesia, mengingat kompleksitas sosial, budaya, serta kondisi fisik yang sangat bervariasi dari satu daerah ke daerah lain.

Sejalan dengan meningkatnya kesadaran akan pentingnya pembangunan berkelanjutan, muncul kebutuhan mendesak untuk mengintegrasikan teknologi ramah lingkungan (green technology) dalam praktik preservasi infrastruktur jalan. Green technology mengedepankan efisiensi energi, penggunaan material daur ulang, pengurangan emisi karbon, serta minimnya gangguan terhadap lingkungan hidup. Pendekatan ini berpotensi tidak hanya mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan, tetapi juga memperpanjang umur layan infrastruktur serta mengurangi biaya pemeliharaan dalam jangka panjang. Namun demikian, penggunaan green technology harus disesuaikan dengan konteks lokal agar dapat diterima dan diterapkan secara efektif. Di sinilah peran kearifan lokal (local wisdom) menjadi sangat penting. Kearifan lokal merupakan pengetahuan, nilai, dan praktik yang telah berkembang secara turun-temurun dan terbukti mampu beradaptasi dengan kondisi lingkungan setempat. Dalam konteks preservasi jalan, kearifan lokal bisa berupa teknik tradisional dalam perawatan jalan, pemanfaatan material lokal yang berkelanjutan, atau bahkan pola kerja komunitas seperti gotong royong yang berkontribusi pada pelestarian infrastruktur.

Pengintegrasian green technology dengan kearifan lokal akan menciptakan pendekatan yang lebih holistik dan kontekstual dalam menjaga keberlanjutan infrastruktur jalan. Strategi ini juga memiliki nilai tambah berupa pemberdayaan masyarakat lokal, pelestarian budaya, serta peningkatan kapasitas daerah dalam mengelola infrastruktur secara mandiri. Selain itu, strategi ini juga sejalan dengan arah kebijakan nasional maupun global, seperti Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), kebijakan net zero emission, serta agenda pembangunan rendah karbon yang telah menjadi komitmen Indonesia dalam forum internasional. Sayangnya, hingga saat ini, kebijakan dan strategi yang mengintegrasikan green technology dan kearifan lokal dalam preservasi jalan masih belum terstruktur secara sistematis. Banyak program preservasi yang bersifat top-down dan belum sepenuhnya melibatkan potensi lokal. Oleh karena itu, diperlukan suatu kerangka kebijakan strategis yang komprehensif dan aplikatif untuk mendorong pemanfaatan teknologi hijau secara adaptif dan inklusif berbasis kearifan lokal.

Penelitian ini bertujuan untuk merumuskan arah kebijakan dan strategi yang tepat dalam mendorong penggunaan green technology untuk preservasi jalan dengan memanfaatkan kearifan lokal, serta membangun kolaborasi yang kuat antara pemerintah, masyarakat, dunia usaha, dan akademisi dalam mewujudkan infrastruktur jalan yang tangguh, ramah lingkungan, dan berkelanjutan.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Preservasi Infrastruktur Jalan

Preservasi jalan merupakan serangkaian kegiatan pemeliharaan untuk mempertahankan kondisi pelayanan jalan agar tetap optimal dan aman bagi pengguna. Menurut Haas et al. (2015), preservasi jalan meliputi perawatan rutin, rehabilitasi ringan, serta rekonstruksi ringan dengan tujuan mencegah kerusakan struktural yang lebih parah. Di Indonesia, Direktorat Jenderal Bina Marga (2020) telah mengklasifikasikan kegiatan preservasi jalan dalam bentuk pemeliharaan rutin, pemeliharaan berkala, dan penguatan struktur. Dalam praktiknya, kegiatan preservasi seringkali terhambat oleh keterbatasan dana, akses ke teknologi, serta belum optimalnya pendekatan berbasis risiko dan keberlanjutan.

2.2 Green Technology dalam Infrastruktur

Green technology adalah inovasi teknologi yang bertujuan untuk mengurangi dampak lingkungan dari kegiatan manusia, termasuk dalam sektor konstruksi dan infrastruktur. Menurut UNEP (2011), green technology dalam infrastruktur dapat mencakup penggunaan material daur ulang, efisiensi energi, desain berkelanjutan, dan manajemen limbah konstruksi. Beberapa penerapan dalam preservasi jalan termasuk penggunaan aspal daur ulang (Reclaimed Asphalt Pavement), teknologi cold mix, penggunaan material berbasis limbah plastik, serta penerapan teknologi sensor hemat energi untuk monitoring jalan. Studi oleh Mikhailova et al. (2018) menunjukkan bahwa penerapan teknologi hijau dalam perkerasan jalan mampu menurunkan emisi karbon dan mengurangi konsumsi energi hingga 40%.

2.3 Kearifan Lokal dalam Pengelolaan Infrastruktur

Kearifan lokal merupakan pengetahuan tradisional yang berkembang dan diwariskan secara turun-temurun dalam masyarakat lokal, yang berfungsi untuk mengelola lingkungan secara berkelanjutan. Menurut Keraf (2002), kearifan lokal mencakup nilai-nilai, norma, dan praktik yang sesuai dengan kondisi ekologis dan sosial suatu wilayah. Dalam konteks infrastruktur, beberapa bentuk kearifan lokal di Indonesia mencakup pemanfaatan material lokal seperti batu sungai, ijuk, bambu, serta sistem gotong royong dalam perawatan jalan desa. Studi oleh Lestari et al. (2021) menunjukkan bahwa penerapan metode perawatan jalan berbasis komunitas di wilayah pedesaan memberikan efisiensi biaya hingga 30% dibandingkan metode konvensional yang bersifat top-down.

2.4 Integrasi Green Technology dan Kearifan Lokal

Pendekatan integratif antara teknologi modern dan kearifan lokal menjadi fokus dalam pembangunan berkelanjutan. Agrawal (1995) menekankan pentingnya "bridging knowledge systems" antara sains modern dan pengetahuan lokal untuk menciptakan solusi yang lebih relevan dan diterima oleh masyarakat. Dalam konteks preservasi jalan, integrasi ini dapat berupa:

- Pemanfaatan teknologi daur ulang menggunakan material lokal (misal, pencampuran limbah plastik dengan batu lokal).
- Strategi padat karya berbasis teknologi hijau.
- Penerapan teknik tradisional drainase yang dikombinasikan dengan sistem manajemen air modern.

Studi oleh Santoso & Nugroho (2020) menunjukkan bahwa proyek preservasi jalan di NTT yang menggabungkan teknologi sederhana dengan material lokal menunjukkan peningkatan umur layan jalan hingga 25% dibandingkan metode standar berbasis aspal konvensional.

2.5 Kebijakan Publik dan Pendekatan Berbasis Komunitas

Kebijakan publik yang mendorong penggunaan green technology harus memperhatikan prinsip inklusivitas dan partisipasi masyarakat. Rondinelli (1993) menyebutkan bahwa kebijakan pembangunan infrastruktur yang berhasil umumnya adalah yang berbasis pada kebutuhan lokal dan melibatkan komunitas sebagai pemilik dan pelaksana. Dalam konteks Indonesia, pendekatan ini sejalan dengan program-program seperti PISEW (Program Pengembangan Infrastruktur Sosial Ekonomi Wilayah) dan Dana Desa, yang membuka peluang besar untuk mengintegrasikan teknologi berkelanjutan dan kearifan lokal dalam kegiatan preservasi jalan skala kecil dan menengah.



3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pendekatan dan Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan jenis penelitian kebijakan. Fokus utama penelitian adalah menggali, memahami, dan merumuskan strategi kebijakan penggunaan green technology dalam preservasi jalan yang diintegrasikan dengan praktik-praktik kearifan lokal. Penelitian ini bertujuan menghasilkan rekomendasi strategis berbasis data empirik dan teori kebijakan pembangunan berkelanjutan.

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data yang valid dan komprehensif, digunakan beberapa metode pengumpulan data sebagai berikut:

a. Studi Literatur

Mengkaji dokumen kebijakan, jurnal ilmiah, laporan proyek, serta publikasi dari kementerian dan lembaga internasional yang relevan dengan topik green technology, preservasi jalan, dan kearifan lokal.

b. Wawancara Mendalam (In-Depth Interview)

Wawancara dilakukan secara semi-terstruktur dengan narasumber utama, seperti:

- Pejabat pemerintah daerah (Dinas PUPR, Bappeda)
- Akademisi dan peneliti di bidang teknik sipil dan lingkungan
- Tokoh masyarakat dan pelaku lokal
- Kontraktor lokal yang menerapkan teknologi hijau

c. Observasi Lapangan

Melakukan pengamatan langsung terhadap kondisi infrastruktur jalan yang menggunakan pendekatan lokal maupun teknologi ramah lingkungan. Observasi mencakup kondisi fisik jalan, partisipasi masyarakat, dan metode preservasi yang digunakan.

d. Dokumentasi

Mengumpulkan foto, video, peta, dan dokumen proyek sebagai bahan pendukung analisis.

3.3 Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan metode analisis kualitatif dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- Reduksi data: Menyaring data dari wawancara, observasi, dan dokumen untuk fokus pada informasi yang relevan dengan strategi kebijakan.
- Penyajian data: Menyusun data dalam bentuk naratif, tabel, dan diagram untuk mempermudah penarikan kesimpulan.
- Penarikan kesimpulan dan verifikasi: Menggunakan pendekatan SWOT Analysis (Strength, Weakness, Opportunity, Threat) dan Policy Analysis Matrix untuk merumuskan strategi kebijakan.

3.4 Validitas dan Triangulasi

Untuk memastikan keabsahan data, dilakukan triangulasi sumber dan metode, yaitu membandingkan informasi dari berbagai narasumber dan metode (literatur, wawancara, observasi). Selain itu, dilakukan validasi hasil awal kepada para ahli kebijakan infrastruktur dan tokoh lokal yang terlibat.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Konteks Geografis dan Sosial Wilayah Papua



Papua, sebagai wilayah paling timur Indonesia, menyimpan potensi sumber daya alam yang melimpah namun sekaligus menghadapi tantangan besar dalam pembangunan infrastruktur dasar, terutama jalan. Topografi Papua yang didominasi oleh pegunungan curam, lembah dalam, dan kawasan rawa membuat aksesibilitas antarwilayah sangat terbatas. Banyak daerah hanya dapat diakses melalui jalur udara atau sungai, sehingga infrastruktur jalan darat menjadi elemen vital namun juga sangat sulit dibangun dan dipertahankan.

Selain itu, curah hujan yang tinggi, sering kali disertai dengan banjir dan longsor, mempercepat degradasi infrastruktur jalan yang telah dibangun. Di sisi lain, faktor sosial-budaya juga berperan besar dalam dinamika pembangunan di Papua. Masyarakat adat memiliki sistem nilai dan praktik yang khas dalam mengelola lingkungan, termasuk dalam aspek transportasi lokal. Hal ini membuka peluang untuk mengeksplorasi pendekatan alternatif dalam preservasi infrastruktur jalan yang tidak hanya berbasis teknologi modern, tetapi juga mengintegrasikan pengetahuan dan kearifan lokal.

Tabel 1. Panjang Jalan Berdasarkan Status dan Tingkat Kemantapan di Provinsi Papua (2023)

Status Jalan	Panjang (km)	Jalan (%)	Mantap (%)	Jalan Tidak Mantap (%)
Jalan Nasional	2.697	92,4%		7,6%
Jalan Provinsi	2.312	64,1%		35,9%
Jalan Kabupaten/Kota	21.478	34,5%		65,5%
Total	26.487	40,7%		59,3%

Sumber: Hasil Penelitian, 2025

Data ini menunjukkan bahwa sebagian besar jalan kabupaten di Papua belum mantap, artinya dalam kondisi rusak sedang hingga berat, yang berdampak langsung pada aksesibilitas dan biaya logistik.

4.2. Praktik Kearifan Lokal dalam Pemeliharaan Jalan

Salah satu contoh yang menonjol datang dari masyarakat adat di Kabupaten Yahukimo dan Pegunungan Bintang, Papua. Di wilayah-wilayah ini, masyarakat lokal telah sejak lama mengembangkan cara-cara membangun dan memelihara akses jalan sederhana tanpa bergantung pada teknologi modern. Teknik yang digunakan antara lain adalah paving alami dengan batu lokal yang disusun mengikuti kontur tanah. Teknik ini tidak memerlukan alat berat dan telah terbukti mampu bertahan terhadap hujan dan lalu lintas pejalan kaki serta kendaraan ringan seperti motor. Di beberapa wilayah, masyarakat juga memanfaatkan akar pohon lokal, batang sagu, dan serat tanaman hutan untuk memperkuat tebing jalan dan saluran air. Serat pohon nenas dan pandan hutan digunakan sebagai bentuk geotekstil alami, berfungsi untuk menahan tanah dari erosi. Pendekatan ini sangat sesuai dengan prinsip green technology, yakni memanfaatkan sumber daya lokal secara berkelanjutan dan meminimalkan dampak lingkungan. Selain itu, budaya gotong royong atau kerja bakti, yang dikenal dengan berbagai nama lokal, masih hidup dan menjadi tulang punggung dalam kegiatan pemeliharaan jalan desa. Setiap komunitas memiliki jadwal berkala untuk membersihkan saluran air, memperbaiki permukaan jalan dengan batu, atau menebang pohon yang mengganggu jalur. Praktik-praktik ini menunjukkan bahwa keterlibatan masyarakat dalam preservasi infrastruktur bukan sekadar partisipasi, tetapi merupakan bagian dari sistem sosial-budaya yang mapan.



Tabel 2. Penggunaan Material Lokal dan Teknologi Hijau di Beberapa Distrik di Papua

Lokasi	Jenis Teknologi/Material	Manfaat	Tantangan
Distrik Kurima (Yahukimo)	Paving batu lokal & akar pengikat tebing	Ramah lingkungan, tahan air	Kurang dokumentasi teknik
Distrik Okbibab (Peg. Bintang)	Serat pandan hutan sebagai geotekstil	Murah, mudah didapat	Daya tahan jangka panjang belum teruji
Kabupaten Asmat	Jalan timbunan rawa dengan batang pohon sagu	Adaptif terhadap tanah lunak	Perlu uji struktur teknis
Jayawijaya	Cold-mix asphalt manual	Hemat energi, bisa dikerjakan lokal	Perlu pelatihan teknis lanjut

Sumber: Hasil Penelitian, 2025

4.3. Adopsi Teknologi Ramah Lingkungan: Upaya dan Inisiatif Daerah

Meskipun penguasaan teknologi canggih di Papua relatif terbatas, beberapa program pemerintah dan lembaga non-pemerintah telah memperkenalkan pendekatan teknologi hijau yang sederhana dan mudah diterapkan. Di beberapa distrik di Pegunungan Tengah Papua, proyek-proyek pembangunan jalan yang didanai oleh Dana Otonomi Khusus dan program padat karya telah mulai menggunakan agregat lokal dan bahan stabilisasi alami seperti kapur dan abu kayu. Pendekatan ini tidak hanya menurunkan biaya logistik, tetapi juga mengurangi ketergantungan terhadap material konvensional seperti semen dan aspal yang harus diangkut dari luar Papua dengan biaya tinggi.

Penggunaan cold-mix asphalt dengan pencampuran manual juga diperkenalkan sebagai teknik pelapisan ulang yang hemat energi dan tidak memerlukan pemanasan tinggi. Proses ini lebih mudah dioperasikan dalam konteks desa terpencil, karena hanya membutuhkan alat sederhana dan tenaga kerja lokal. Beberapa proyek bahkan menggunakan aspal emulsi berbasis air yang lebih aman bagi lingkungan dan pekerja. Meskipun teknologi-teknologi tersebut belum diadopsi secara luas, hasil awal menunjukkan bahwa kombinasi antara teknologi sederhana dan sumber daya lokal dapat menghasilkan jalan yang lebih tahan lama, murah, dan sesuai dengan kondisi medan yang ekstrem di Papua.

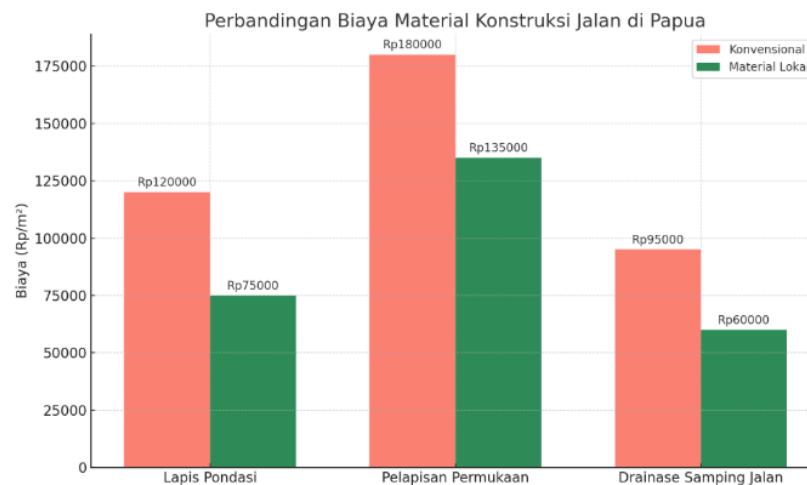
Tabel 3. Perbandingan Biaya Bahan Konvensional vs Bahan Lokal

Komponen Bahan Konstruksi	Biaya Material Konvensional (Rp/m²)	Biaya dengan Material Lokal (Rp/m²)	Potensi Penghematan (%)
Lapis Pondasi (Base Course)	120.000	75.000	37,5%
Pelapisan Permukaan (Aspal)	180.000	135.000 (cold-mix lokal)	25%
Drainase Samping Jalan	95.000	60.000 (batu lokal & kayu)	36,8%

Komponen Bahan Konstruksi	Biaya Material dengan Konvensional (Rp/m²)	Biaya dengan Material Lokal (Rp/m²)	Potensi Penghematan (%)
Rata-rata Penghematan	—	—	33,1%

Sumber: Hasil Penelitian, 2025

Berikut adalah grafik perbandingan biaya antara penggunaan material konstruksi jalan konvensional dan material lokal di Papua. Terlihat bahwa material lokal menawarkan penghematan biaya yang signifikan di setiap komponen jalan.



Gambar 1. Perbandingan Biaya penggunaan material konstruksi jalan konvensional dan material lokal di Papua.

Sumber: Hasil Penelitian, 2025

4.4. Kendala Implementasi: Kebijakan, Kelembagaan, dan SDM

Meskipun praktik lokal dan teknologi hijau telah menunjukkan potensi besar, terdapat beberapa hambatan utama dalam proses integrasi ke dalam kebijakan formal dan sistem pembangunan infrastruktur. Pertama, banyak praktik lokal yang belum terdokumentasi secara sistematis dan tidak masuk dalam standar teknis nasional. Akibatnya, kontraktor dan pejabat teknis di daerah enggan mengadopsi metode tersebut karena tidak tercantum dalam pedoman teknis atau dokumen pelelangan.

Kedua, kesiapan SDM di tingkat lokal, baik dari sisi teknis maupun administratif, masih terbatas. Tenaga teknis di Dinas PUPR kabupaten sering kali tidak memiliki latar belakang dalam pengelolaan teknologi ramah lingkungan, sementara masyarakat lokal tidak diberdayakan dalam proses pengambilan keputusan teknis.

Ketiga, dari sisi kebijakan, belum terdapat regulasi khusus yang mendorong penggunaan teknologi hijau atau kearifan lokal dalam proyek-proyek infrastruktur. Dana Otsus dan Dana Desa memiliki fleksibilitas penggunaan, namun belum disertai dengan guideline khusus yang mendukung pendekatan berbasis keberlanjutan dan kultural.

4.5. Peluang Strategis dan Rekomendasi

Melihat potensi yang ada, Papua dapat menjadi laboratorium model pembangunan infrastruktur yang kontekstual dan berkelanjutan, melalui langkah-langkah strategis berikut:

1. Penyusunan pedoman teknis preservasi jalan berbasis lokal: Pemerintah pusat melalui Kementerian PUPR dapat bekerja sama dengan pemerintah daerah dan akademisi lokal untuk



- menyusun panduan teknis yang mengakomodasi praktik lokal dan green technology sederhana.
2. Pelatihan dan sertifikasi tenaga kerja lokal: SDM lokal perlu dilibatkan secara aktif dan dibekali keterampilan melalui program pelatihan terpadu berbasis teknologi hijau yang sesuai dengan kondisi geografis Papua.
 3. Inovasi pembiayaan: Skema insentif atau pembiayaan khusus untuk proyek-proyek preservasi jalan berbasis komunitas dan lingkungan dapat dirancang melalui kerjasama antara pusat dan daerah, misalnya dalam bentuk *matching fund*.
 4. Pembangunan berbasis komunitas (community-based development): Pemberdayaan masyarakat adat sebagai pelaku utama dalam pemeliharaan infrastruktur dapat menjadi pendekatan utama, bukan hanya sekadar partisipan, tetapi sebagai pemilik dan pengelola jalan desa mereka.
 5. Dokumentasi dan replikasi praktik terbaik: Pengalaman positif dari distrik tertentu di Papua perlu didokumentasikan dan dijadikan model replikasi di daerah lain dengan kondisi serupa, termasuk luar Papua.
- 6.

Tabel 4. Strategi Integratif untuk Preservasi Jalan di Papua

Komponen Strategi	Pendekatan Teknologi Hijau	Pendekatan Kearifan Lokal	Sinergi yang Diharapkan
Material Konstruksi	Cold-mix, agregat lokal, abu kayu	Batu sungai, akar pengikat, serat alam	Biaya rendah, ramah lingkungan
Metode Konstruksi	Teknologi low-energy, alat ringan	Gotong royong, adaptasi kontur	Efisiensi tenaga kerja, partisipatif
Perencanaan dan Dokumentasi	Peta jalan digital, pengawasan mandiri	Pemetaan wilayah adat dan jalur tradisional	Akurasi teknis berbasis lokalitas
Pembiayaan	Dana Otsus, Dana Desa, CSR	Dana adat, swadaya komunitas	Kemandirian dan keberlanjutan fiskal
Pendidikan dan Pelatihan	Pelatihan green infrastructure	Pelestarian teknik lokal	Transfer pengetahuan lintas generasi

Sumber: Hasil Penelitian, 2025

5. KESIMPULAN

1. Ketimpangan Infrastruktur dan Tantangan Geografis di Papua
Pembangunan dan preservasi infrastruktur jalan di Papua menghadapi tantangan besar, baik dari sisi topografi yang ekstrem, curah hujan tinggi, hingga keterbatasan logistik dan aksesibilitas. Data menunjukkan bahwa lebih dari 59% jalan di Papua dalam kondisi tidak mantap, terutama di wilayah kabupaten, yang menjadi indikator lemahnya konektivitas antarwilayah dan keterisolasi desa-desa terpencil.
2. Potensi Pemanfaatan Green Technology dan Kearifan Lokal
Studi kasus di berbagai distrik di Papua menunjukkan bahwa pendekatan berbasis *green technology* seperti penggunaan material lokal (batu sungai, abu kayu, cold-mix), serta teknik tradisional (akar pengikat tanah, serat tanaman sebagai geotekstil) dapat meningkatkan



efisiensi biaya dan ketahanan jalan terhadap kondisi lingkungan. Teknologi ini terbukti ramah lingkungan, murah, dan lebih mudah dioperasikan dengan sumber daya lokal.

3. Kearifan Lokal sebagai Pilar Strategi Preservasi Jalan

Praktik-praktik seperti gotong royong, pemetaan tradisional, dan adaptasi teknik lokal dalam pembangunan jalan merupakan bentuk pengetahuan komunitas yang relevan dengan prinsip keberlanjutan. Namun, praktik ini belum terintegrasi secara formal dalam kebijakan dan dokumen teknis pembangunan infrastruktur nasional.

4. Penghematan Biaya yang Signifikan

Penggunaan material lokal memberikan penghematan biaya hingga lebih dari 30% dibandingkan bahan konstruksi konvensional. Ini sangat relevan mengingat biaya logistik pembangunan jalan di Papua bisa mencapai dua hingga tiga kali lipat dibandingkan wilayah lain di Indonesia.

5. Kebutuhan Reformasi Kebijakan dan Penguatan Kapasitas SDM

Integrasi green technology dan kearifan lokal membutuhkan dukungan kebijakan yang konkret, berupa regulasi teknis, insentif anggaran, serta program pelatihan bagi SDM teknis dan masyarakat lokal. Tanpa dukungan kelembagaan yang kuat, potensi besar ini tidak akan termanfaatkan secara optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Arianto, H. (2021). *Green technology untuk pengelolaan infrastruktur jalan di Indonesia*. Jurnal Teknologi Infrastruktur, 15(3), 215-226.
- Budi, A., & Siregar, R. (2020). *Kearifan lokal dalam perencanaan pembangunan infrastruktur di Papua*. Jurnal Kebijakan Pembangunan, 12(4), 345-358.
- Cahyadi, M. (2019). *Preservasi jalan menggunakan teknologi ramah lingkungan: Studi kasus di daerah pedalaman*. Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil, 7(1), 89-103.
- Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia (2018). *Pedoman Penggunaan Teknologi Hijau dalam Infrastruktur Jalan*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Iskandar, D., & Harun, S. (2022). *Implementasi kebijakan green technology dalam preservasi jalan di wilayah tropis*. Jurnal Teknik Sipil, 18(2), 112-125.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia (2019). *Penerapan Teknologi Ramah Lingkungan dalam Infrastruktur*. Jakarta: KLHK.
- Mulia, S., & Prasetyo, H. (2020). *Kebijakan dan strategi pembangunan infrastruktur yang berkelanjutan di Papua*. Jurnal Pembangunan Berkelanjutan, 14(1), 43-56.
- Sutrisno, W., & Prabowo, A. (2017). *Green technology: Solusi untuk pembangunan infrastruktur yang ramah lingkungan*. Jurnal Teknologi dan Lingkungan, 11(2), 154-167.
- Zulkarnain, S., & Darmawan, E. (2021). *Studi kasus penggunaan kearifan lokal dalam desain dan pembangunan infrastruktur di Papua*. Jurnal Kearifan Lokal, 19(3), 202-215.
- Zulfa, N. (2018). *Peran green technology dalam pengelolaan infrastruktur jalan berkelanjutan*. Jurnal Rekayasa Infrastruktur, 9(1), 78-91.