



Review Design Flexible Pavement Menjadi Rigid Pavement pada Pekerjaan Rekonstruksi Jalan Poros Labanan–Tepian Buah Kabupaten Berau

Munadi^{1*}, Joko Triwanto²

¹ CV. Muhi Karya Perdana, Indonesia

² Program Profesi Insinyur, Universitas Muhammadiyah Malang, Jl. Raya Tlogomas 246 Malang, Indonesia

*Corresponding Author's e-mail: moenadi.mz75@gmail.com

Article History:

Received: August 7, 2026

Revised: September 2, 2026

Accepted: September 28, 2026

Keywords:

design review, flexible pavement, rigid pavement, road reconstruction, Berau Regency

Abstract: The Labanan–Tepian Buah Main Road is one of the strategic road segments in Berau Regency that plays an important role in supporting community mobility and the distribution of goods and services. Along with increasing traffic loads and the demand for better road services, a pavement structure with higher durability and longer service life is required. This study aims to analyze the implementation of a design review from flexible pavement to rigid pavement for the reconstruction project of the Labanan–Tepian Buah Main Road in Berau Regency. The research method was conducted through a design review analysis of the initial pavement design, evaluation of alternative pavement structures, and comparison of construction costs and implementation duration between the two pavement types. The results show that the application of rigid pavement provides improved structural performance and a longer service life compared to flexible pavement. In terms of construction costs, flexible pavement requires a cost of IDR 3,128,558,000, while rigid pavement requires IDR 8,565,765,765. Regarding construction duration, flexible pavement requires approximately 8 working days, whereas rigid pavement requires around 20 working days. Although rigid pavement requires higher initial costs and longer construction time, it is considered more suitable for roads with high traffic loads due to its better structural durability, lower maintenance requirements, and improved efficiency in road management throughout its service life. The results indicate that the design review process can serve as an effective approach for determining more sustainable and efficient pavement alternatives in road infrastructure development.

Copyright © 2026, The Author(s).

This is an open access article under the CC–BY-SA license



How to cite: Munadi, M., & Triwanto, J. (2026). Review Design Flexible Pavement Menjadi Rigid Pavement pada Pekerjaan Rekonstruksi Jalan Poros Labanan–Tepian Buah Kabupaten Berau. *SENTRI: Jurnal Riset Ilmiah*, 5(9), 4794–4806. <https://doi.org/10.55681/sentri.v5i9.7085>

PENDAHULUAN

Jalan merupakan salah satu infrastruktur transportasi yang memiliki peranan penting dalam mendukung mobilitas masyarakat, distribusi barang dan jasa, serta pertumbuhan ekonomi suatu wilayah. Ketersediaan jaringan jalan yang baik akan meningkatkan aksesibilitas antarwilayah dan memperlancar aktivitas sosial maupun ekonomi masyarakat. Oleh karena itu, pembangunan dan peningkatan kualitas infrastruktur jalan menjadi salah satu prioritas dalam mendukung pembangunan daerah [1].

Kabupaten Berau sebagai salah satu wilayah yang memiliki potensi ekonomi pada sektor pertambangan, perkebunan, perikanan, dan pariwisata membutuhkan infrastruktur

jalan yang mampu mendukung pergerakan orang maupun barang secara efektif. Salah satu ruas jalan yang memiliki peranan penting adalah Jalan Poros Labanan–Tepian Buah yang berfungsi sebagai penghubung kawasan permukiman, sentra ekonomi, dan wilayah pengembangan lainnya. Kondisi ruas jalan tersebut menuntut tersedianya struktur perkerasan yang mampu memberikan tingkat pelayanan yang baik serta memiliki umur layanan yang memadai.

Dalam perencanaan jalan, pemilihan jenis perkerasan merupakan salah satu keputusan teknis yang sangat penting karena akan berpengaruh terhadap kemampuan struktur dalam menerima beban lalu lintas, biaya konstruksi, kebutuhan pemeliharaan, serta umur pelayanan jalan. Secara umum, struktur perkerasan jalan terdiri atas perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan perkerasan kaku (*rigid pavement*). Perkerasan lentur menggunakan campuran aspal sebagai lapisan utama yang bekerja dengan mendistribusikan beban secara bertahap melalui lapisan perkerasan, sedangkan perkerasan kaku menggunakan pelat beton semen yang memiliki kekakuan tinggi sehingga mampu mendistribusikan beban melalui mekanisme aksi pelat (*slab action*) [2], [3]. Pemilihan jenis perkerasan perlu mempertimbangkan berbagai faktor seperti volume lalu lintas, daya dukung tanah dasar, kondisi lingkungan, umur rencana, serta aspek ekonomi konstruksi [4].

Pada tahap perencanaan awal pekerjaan rekonstruksi Jalan Poros Labanan–Tepian Buah, struktur perkerasan yang digunakan adalah *flexible pavement*. Namun, setelah dilakukan evaluasi lebih lanjut terhadap kondisi lapangan, kebutuhan umur layanan, serta karakteristik lalu lintas yang akan dilayani, dilakukan proses *review design* untuk menilai kemungkinan penerapan *rigid pavement* sebagai alternatif desain. Proses *review design* merupakan bagian penting dalam pengendalian desain konstruksi karena bertujuan mengevaluasi kesesuaian desain awal terhadap kondisi aktual serta menghasilkan alternatif teknis yang lebih optimal dari aspek kinerja dan keberlanjutan infrastruktur [1], [5].

Penerapan *review design* tidak hanya bertujuan untuk membandingkan karakteristik teknis antara kedua jenis perkerasan, tetapi juga untuk mengevaluasi konsekuensi terhadap biaya konstruksi dan waktu pelaksanaan. Perkerasan kaku umumnya memiliki biaya awal lebih tinggi dibandingkan perkerasan lentur, tetapi memiliki umur layanan lebih panjang serta kebutuhan pemeliharaan yang relatif lebih rendah apabila diterapkan pada kondisi lalu lintas dan lingkungan yang sesuai [3], [6]. Sebaliknya, perkerasan lentur memiliki keunggulan dalam kemudahan pelaksanaan dan biaya awal yang lebih rendah, namun membutuhkan pemeliharaan lebih intensif selama masa pelayanan [2].

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis penerapan *review design* dari *flexible pavement* menjadi *rigid pavement* pada pekerjaan rekonstruksi Jalan Poros Labanan–Tepian Buah Kabupaten Berau. Analisis difokuskan pada perbandingan aspek teknis, biaya konstruksi, dan waktu pelaksanaan sebagai dasar dalam menentukan alternatif perkerasan yang paling sesuai untuk diterapkan pada ruas jalan tersebut. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi referensi dalam proses pengambilan keputusan pada perencanaan dan pelaksanaan pembangunan jalan yang efektif, efisien, dan berkelanjutan.

LANDASAN TEORI

2.1 Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan merupakan struktur konstruksi yang berfungsi menerima, menahan, dan mendistribusikan beban lalu lintas menuju tanah dasar sehingga kendaraan dapat bergerak dengan aman dan nyaman. Struktur perkerasan harus dirancang dengan mempertimbangkan berbagai faktor seperti volume lalu lintas, kondisi lingkungan, karakteristik material, serta daya dukung tanah dasar agar mampu memberikan pelayanan sesuai umur rencana. Secara umum, perkerasan jalan terdiri atas dua jenis utama, yaitu perkerasan lentur (flexible pavement) dan perkerasan kaku (rigid pavement). Perkerasan lentur menggunakan campuran aspal sebagai lapisan utama yang bekerja dengan menyebarkan beban secara bertahap melalui lapisan perkerasan, sedangkan perkerasan kaku menggunakan pelat beton semen yang memiliki tingkat kekakuan tinggi dalam mendistribusikan beban kendaraan [1]–[3]. Pemilihan jenis perkerasan tidak hanya mempertimbangkan biaya awal pembangunan, tetapi juga harus memperhatikan aspek kinerja struktur, umur layanan, kebutuhan pemeliharaan, serta biaya siklus hidup jalan agar diperoleh alternatif desain yang efektif dan berkelanjutan [4], [10].

2.2 Flexible Pavement (Perkerasan Lentur)

Flexible pavement atau perkerasan lentur merupakan jenis struktur perkerasan jalan yang menggunakan campuran beraspal sebagai lapisan permukaan dan bekerja dengan prinsip penyebaran beban lalu lintas secara bertahap melalui lapisan surface course, base course, subbase course, hingga tanah dasar. Menurut Sukirman, perkerasan lentur memiliki sifat fleksibel sehingga mampu mengikuti perubahan kecil pada tanah dasar akibat beban kendaraan maupun kondisi lingkungan [2]. Keunggulan flexible pavement terletak pada biaya konstruksi awal yang relatif rendah, metode pelaksanaan yang lebih sederhana, serta waktu pengerjaan yang lebih cepat dibandingkan perkerasan kaku. Namun, perkerasan lentur memiliki tingkat sensitivitas yang lebih tinggi terhadap beban lalu lintas berulang, perubahan temperatur, dan pengaruh air sehingga membutuhkan pemeliharaan secara berkala untuk mempertahankan kinerjanya [6], [7]. Oleh karena itu, pada ruas jalan dengan intensitas kendaraan berat yang tinggi, penggunaan flexible pavement perlu dievaluasi untuk memastikan kemampuan struktur dalam memenuhi kebutuhan pelayanan jangka panjang.

2.3 Rigid Pavement (Perkerasan Kaku)

Rigid pavement atau perkerasan kaku merupakan struktur perkerasan jalan yang menggunakan beton semen sebagai elemen utama dalam menerima dan mendistribusikan beban kendaraan. Berbeda dengan flexible pavement yang menyebarkan beban melalui beberapa lapisan, rigid pavement bekerja melalui mekanisme aksi pelat (slab action) akibat tingkat kekakuan beton yang tinggi sehingga mampu mengurangi tegangan yang diteruskan ke tanah dasar [3], [4]. Perkerasan kaku memiliki keunggulan berupa kemampuan menahan beban kendaraan berat, ketahanan terhadap deformasi permanen, umur layanan yang lebih panjang, serta kebutuhan pemeliharaan yang lebih rendah. Namun, penerapan rigid pavement membutuhkan biaya awal yang lebih besar, metode konstruksi yang lebih kompleks, serta waktu pelaksanaan yang lebih panjang karena adanya pekerjaan pembesian, pengecoran, dan proses curing beton [7]. Penelitian Kurniawan dkk. menunjukkan bahwa rigid pavement memiliki performa struktur yang lebih baik dibandingkan flexible pavement pada kondisi lalu lintas tertentu karena mampu mempertahankan stabilitas struktur dalam jangka panjang [9].

2.4 Review Design dalam Pekerjaan Konstruksi Jalan

Review design merupakan proses evaluasi ulang terhadap desain awal suatu pekerjaan konstruksi untuk memastikan kesesuaian antara rencana teknis dengan kondisi aktual di lapangan. Dalam pekerjaan konstruksi jalan, review design dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan perubahan desain berdasarkan faktor teknis, kondisi lingkungan, karakteristik lalu lintas, biaya, serta efektivitas pelaksanaan pekerjaan [1]. Menurut Ervianto, evaluasi desain diperlukan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya dan mengurangi risiko ketidaksesuaian antara dokumen perencanaan dengan kondisi pelaksanaan proyek [8]. Pada pekerjaan perkerasan jalan, review design dapat berupa perubahan jenis perkerasan, penyesuaian struktur lapisan, maupun penggantian material untuk memperoleh desain yang lebih optimal. Perubahan dari flexible pavement menjadi rigid pavement umumnya dilakukan apabila terdapat kebutuhan peningkatan kapasitas struktur, perpanjangan umur layanan, atau pengurangan biaya pemeliharaan dalam jangka panjang [1], [10].

2.5 Analisis Biaya Konstruksi Perkerasan Jalan

Analisis biaya konstruksi merupakan proses evaluasi terhadap kebutuhan biaya yang diperlukan dalam pembangunan suatu struktur perkerasan berdasarkan volume pekerjaan, jenis material, harga satuan pekerjaan, dan metode pelaksanaan yang digunakan. Flexible pavement umumnya memiliki biaya awal yang lebih rendah karena menggunakan material aspal dengan metode konstruksi yang lebih sederhana, sedangkan rigid pavement membutuhkan biaya lebih tinggi akibat penggunaan beton semen, pekerjaan pembesian, sambungan beton, serta kebutuhan pengendalian mutu yang lebih ketat [3], [7]. Meskipun demikian, penilaian biaya tidak hanya dilakukan berdasarkan investasi awal, tetapi juga perlu mempertimbangkan biaya siklus hidup (life cycle cost) yang mencakup biaya pemeliharaan dan rehabilitasi selama umur layanan jalan. Adewumi dkk. menyatakan bahwa rigid pavement dapat memberikan keuntungan ekonomi dalam jangka panjang karena memiliki kebutuhan pemeliharaan yang lebih rendah dibandingkan flexible pavement meskipun biaya awal pembangunannya lebih besar [10].

2.6 Analisis Waktu Pelaksanaan Pekerjaan

Waktu pelaksanaan merupakan salah satu faktor penting dalam keberhasilan proyek konstruksi jalan karena berkaitan dengan efisiensi penggunaan tenaga kerja, material, dan peralatan. Perbedaan jenis perkerasan akan memberikan pengaruh terhadap metode kerja dan durasi penyelesaian pekerjaan. Flexible pavement memiliki keunggulan dari sisi waktu pelaksanaan karena proses konstruksinya relatif cepat dan tidak memerlukan waktu tunggu yang panjang setelah pekerjaan selesai. Sebaliknya, rigid pavement membutuhkan tahapan tambahan seperti pemasangan tulangan, pengecoran beton, pembuatan sambungan, serta proses curing untuk mencapai kekuatan yang direncanakan sebelum menerima beban lalu lintas [6], [7]. Menurut Project Management Institute, pengendalian waktu proyek harus mempertimbangkan hubungan antara metode pelaksanaan, kebutuhan sumber daya, dan risiko pekerjaan agar target penyelesaian dapat tercapai secara efektif [15].

2.7 Kerangka Pemikiran Review Design Flexible Pavement Menjadi Rigid Pavement

Perubahan desain dari flexible pavement menjadi rigid pavement merupakan keputusan teknis yang harus dilakukan melalui kajian menyeluruh terhadap berbagai aspek perencanaan dan pelaksanaan konstruksi jalan. Evaluasi review design dilakukan dengan membandingkan karakteristik kedua jenis perkerasan berdasarkan kemampuan struktur dalam menerima beban lalu lintas, kebutuhan biaya konstruksi, waktu

pelaksanaan, umur layanan, serta kebutuhan pemeliharaan. Berdasarkan kajian teori tersebut, penelitian ini menganalisis penerapan *review design* pada pekerjaan Rekonstruksi Jalan Poros Labanan–Tepian Buah Kabupaten Berau untuk mengetahui dampak perubahan tipe perkerasan terhadap aspek teknis, biaya, dan waktu pelaksanaan. Hasil evaluasi diharapkan dapat menjadi dasar dalam menentukan alternatif struktur perkerasan yang lebih efektif, efisien, dan berkelanjutan sesuai dengan kebutuhan pelayanan jalan.

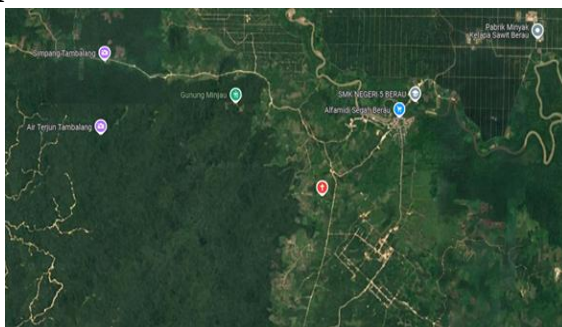
METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi penerapan *review design* pada pekerjaan rekonstruksi Jalan Poros Labanan–Tepian Buah Kabupaten Berau. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan desain awal berupa *flexible pavement* terhadap alternatif *rigid pavement* yang diusulkan melalui proses *review design*. Analisis difokuskan pada aspek teknis, biaya konstruksi, dan waktu pelaksanaan guna memperoleh gambaran mengenai implikasi perubahan desain terhadap pelaksanaan proyek.

Metode penelitian menggunakan pendekatan studi kasus dengan memanfaatkan data perencanaan dan dokumen teknis proyek. Tahapan penelitian dimulai dari pengumpulan data, identifikasi desain awal, penyusunan alternatif desain, analisis biaya dan waktu pelaksanaan, hingga evaluasi hasil *review design* untuk menentukan implikasi teknis dari perubahan tipe perkerasan yang diterapkan.

Penelitian dilaksanakan pada pekerjaan Rekonstruksi Jalan Poros Labanan–Tepian Buah yang berada di Kabupaten Berau, Provinsi Kalimantan Timur. Ruas jalan ini merupakan salah satu jalur transportasi yang mendukung mobilitas masyarakat serta distribusi barang dan jasa antarwilayah. Kondisi lalu lintas dan kebutuhan pelayanan jalan yang terus meningkat menjadi salah satu pertimbangan dalam melakukan evaluasi terhadap desain perkerasan yang direncanakan.

Lokasi penelitian dipilih karena pada tahap pelaksanaan perencanaan dilakukan proses *review design* yang mengubah desain awal perkerasan lentur (*flexible pavement*) menjadi perkerasan kaku (*rigid pavement*). Kondisi tersebut memberikan kesempatan untuk melakukan analisis perbandingan terhadap kedua alternatif desain berdasarkan aspek teknis, biaya, dan waktu pelaksanaan.



Gambar 1. Lokasi Ruas Jalan Labanan–Tepian Buah Kabupaten Berau

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan pendekatan studi kasus pada pekerjaan Rekonstruksi Jalan Poros Labanan–Tepian Buah Kabupaten Berau. Metode ini dilakukan melalui analisis *review design* terhadap perubahan struktur perkerasan dari *flexible pavement* menjadi *rigid pavement* dengan mengevaluasi aspek teknis, biaya konstruksi, dan waktu pelaksanaan. Tahapan penelitian diawali dengan pengumpulan data sekunder berupa dokumen perencanaan proyek, gambar desain, data struktur

perkerasan, volume pekerjaan, Rencana Anggaran Biaya (RAB), serta jadwal pelaksanaan pekerjaan.

Data tersebut kemudian dianalisis untuk membandingkan karakteristik desain awal menggunakan *flexible pavement* dengan alternatif desain *rigid pavement*. Analisis teknis dilakukan dengan mengevaluasi kesesuaian struktur perkerasan terhadap kebutuhan pelayanan jalan dan umur rencana, sedangkan analisis biaya dilakukan dengan membandingkan nilai pekerjaan dari masing-masing alternatif desain berdasarkan volume dan harga satuan pekerjaan. Selanjutnya, analisis waktu pelaksanaan dilakukan dengan mengevaluasi perbedaan durasi pekerjaan berdasarkan metode konstruksi dan produktivitas pelaksanaan pada kedua jenis perkerasan. Hasil dari seluruh analisis tersebut digunakan untuk mengetahui pengaruh penerapan *review design* terhadap kinerja teknis, efisiensi biaya, dan efektivitas waktu pelaksanaan sebagai dasar dalam menentukan alternatif struktur perkerasan yang lebih sesuai untuk diterapkan pada ruas Jalan Poros Labanan–Tepian Buah Kabupaten Berau.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan dilakukan untuk mengevaluasi hasil *review design* pada pekerjaan Rekonstruksi Jalan Poros Labanan–Tepian Buah Kabupaten Berau. Analisis difokuskan pada perbandingan antara desain awal *flexible pavement* dan alternatif *rigid pavement* yang dihasilkan melalui proses *review design*. Evaluasi dilakukan terhadap aspek teknis, biaya konstruksi, dan waktu pelaksanaan guna mengetahui implikasi perubahan desain terhadap pelaksanaan proyek secara keseluruhan.

4.1 Gambaran Umum Proyek

Pekerjaan Rekonstruksi Jalan Poros Labanan–Tepian Buah merupakan salah satu kegiatan peningkatan infrastruktur jalan yang dilaksanakan untuk mendukung konektivitas dan kelancaran transportasi di Kabupaten Berau. Ruas jalan ini memiliki fungsi strategis sebagai jalur penghubung antarwilayah yang melayani mobilitas masyarakat serta distribusi barang dan jasa.

Seiring dengan meningkatnya aktivitas lalu lintas dan kebutuhan pelayanan jalan, diperlukan struktur perkerasan yang mampu memberikan tingkat kenyamanan dan keamanan bagi pengguna jalan serta memiliki umur layanan yang memadai. Oleh karena itu, pada tahap perencanaan dilakukan kajian terhadap struktur perkerasan yang digunakan agar dapat memberikan kinerja yang optimal selama masa pelayanan jalan.

Pada desain awal, ruas jalan direncanakan menggunakan perkerasan lentur (*flexible pavement*). Namun dalam proses perencanaan dilakukan *review design* untuk mengevaluasi kemungkinan penggunaan perkerasan kaku (*rigid pavement*) sebagai alternatif yang dinilai memiliki ketahanan struktur yang lebih baik terhadap beban lalu lintas dan kondisi lingkungan setempat. Proses *review design* dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa aspek, antara lain kemampuan struktur dalam menahan beban lalu lintas, kebutuhan pemeliharaan selama umur layanan, biaya konstruksi, serta waktu pelaksanaan pekerjaan. Hasil kajian tersebut kemudian digunakan sebagai dasar dalam menentukan alternatif desain yang paling sesuai untuk diterapkan pada ruas jalan yang diteliti.

Selain mempertimbangkan aspek teknis, perubahan desain juga berdampak terhadap kebutuhan material, metode pelaksanaan pekerjaan, serta sumber daya yang digunakan selama konstruksi. Oleh karena itu, evaluasi terhadap hasil *review design* perlu dilakukan secara menyeluruh agar keputusan yang diambil dapat memberikan manfaat

yang optimal baik dari sisi pelaksanaan proyek maupun pengelolaan aset jalan dalam jangka panjang.



Gambar 2. Kondisi Ruas Jalan Poros Labanan-Tepian Buah Kabupaten Berau

4.2 Desain *Flexible Pavement* Eksisting

Pada tahap perencanaan awal, struktur perkerasan yang digunakan pada pekerjaan Rekonstruksi Jalan Poros Labanan–Tepian Buah direncanakan menggunakan perkerasan lentur (*flexible pavement*). Pemilihan jenis perkerasan ini didasarkan pada metode konstruksi yang relatif sederhana, kemudahan pelaksanaan di lapangan, serta biaya awal pembangunan yang lebih rendah dibandingkan perkerasan kaku (*rigid pavement*).

Perkerasan lentur bekerja dengan menyebarkan beban lalu lintas secara bertahap melalui beberapa lapisan struktur hingga mencapai tanah dasar [5]. Oleh karena itu, setiap lapisan perkerasan memiliki fungsi tertentu dalam mendistribusikan beban dan menjaga kestabilan struktur jalan selama masa pelayanan. Kinerja perkerasan sangat dipengaruhi oleh kualitas material penyusun, kondisi tanah dasar, serta intensitas beban lalu lintas yang melintas pada ruas jalan tersebut.

Berdasarkan hasil perencanaan awal, struktur *flexible pavement* pada ruas Jalan Poros Labanan–Tepian Buah terdiri atas lapisan permukaan beraspal yang didukung oleh lapisan pondasi atas dan lapisan pondasi bawah. Kombinasi lapisan tersebut dirancang untuk memenuhi kebutuhan pelayanan jalan sesuai umur rencana yang ditetapkan dalam dokumen perencanaan.

Selain aspek struktur, penggunaan *flexible pavement* juga memiliki keunggulan dari sisi pelaksanaan pekerjaan karena proses konstruksi dapat dilakukan secara bertahap dan tidak memerlukan waktu tunggu (*curing time*) yang panjang sebagaimana pada pekerjaan beton semen [6]. Kondisi tersebut menyebabkan waktu pelaksanaan relatif lebih singkat sehingga sering menjadi pertimbangan dalam proyek peningkatan jalan [7].

Namun demikian, perkerasan lentur memiliki sensitivitas yang lebih tinggi terhadap pengaruh beban lalu lintas berulang, perubahan kondisi lingkungan, serta kerusakan akibat genangan air. Pada ruas jalan dengan volume kendaraan yang tinggi atau beban kendaraan berat yang dominan, kebutuhan pemeliharaan berkala cenderung lebih besar dibandingkan perkerasan kaku. Kondisi tersebut menjadi salah satu alasan dilakukannya evaluasi ulang terhadap desain awal melalui proses *review design*.

Hasil telaah terhadap desain eksisting menunjukkan bahwa secara konstruksi perkerasan lentur masih dapat diterapkan pada ruas jalan yang diteliti. Akan tetapi, untuk memperoleh umur layanan yang lebih panjang serta mengurangi kebutuhan pemeliharaan selama masa operasi jalan, diperlukan kajian terhadap alternatif struktur perkerasan yang

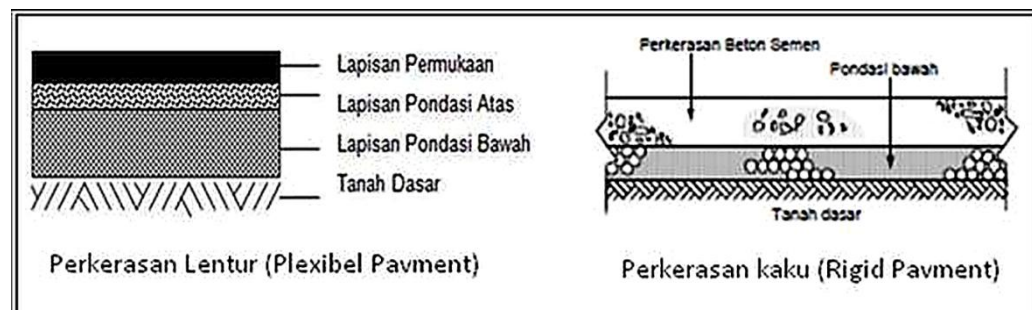
memiliki kapasitas dan ketahanan yang lebih baik. Oleh karena itu, dilakukan *review design* dengan mempertimbangkan penggunaan *rigid pavement* sebagai alternatif desain.

Menurut Sukirman (2010), pemilihan jenis perkerasan tidak hanya ditentukan oleh biaya awal pembangunan, tetapi juga harus mempertimbangkan kemampuan struktur dalam melayani beban lalu lintas, kondisi tanah dasar, serta umur rencana jalan. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan *review design* sebagai dasar untuk mengevaluasi kesesuaian penggunaan rigid pavement terhadap kondisi ruas Jalan Poros Labanan–Tepian Buah. Sebagai bagian dari proses evaluasi, dilakukan perbandingan terhadap karakteristik kedua jenis perkerasan untuk mengetahui implikasi teknis yang ditimbulkan akibat perubahan desain. Hasil *review design* tersebut dibahas pada subbab berikutnya.

4.3 Review Design Menjadi Rigid Pavement

Proses *review design* dilakukan untuk mengevaluasi kesesuaian desain awal *flexible pavement* terhadap kebutuhan pelayanan jalan dalam jangka panjang. Evaluasi ini mempertimbangkan beberapa aspek, antara lain kemampuan struktur dalam menahan beban lalu lintas, umur layanan perkerasan, kebutuhan pemeliharaan, serta efektivitas pelaksanaan konstruksi. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa penggunaan *rigid pavement* dinilai lebih mampu memberikan kinerja struktur yang lebih baik dibandingkan desain awal yang menggunakan *flexible pavement*. Temuan tersebut sejalan dengan hasil kajian komparatif yang menyatakan bahwa rigid pavement umumnya memiliki kinerja struktur, ketahanan terhadap deformasi permanen, dan biaya siklus hidup yang lebih baik dibandingkan flexible pavement pada ruas jalan dengan beban lalu lintas tinggi [9].

Perbedaan mendasar antara *flexible pavement* dan *rigid pavement* terletak pada mekanisme distribusi beban kendaraan terhadap tanah dasar. Pada *flexible pavement*, beban disalurkan secara bertahap melalui beberapa lapisan perkerasan, sedangkan pada *rigid pavement* beban didistribusikan oleh pelat beton yang memiliki kekakuan lebih tinggi [4].



Gambar 3. Perbandingan Konsep Struktur Flexible Pavement dan Rigid Pavement

Perkerasan kaku (*rigid pavement*) memiliki karakteristik utama berupa lapisan beton semen yang berfungsi sebagai elemen struktural utama dalam menahan dan mendistribusikan beban kendaraan ke tanah dasar [12]. Berbeda dengan *flexible pavement* yang mengandalkan beberapa lapisan perkerasan untuk menyebarkan beban secara bertahap, *rigid pavement* memiliki kekakuan yang lebih tinggi sehingga mampu mengurangi tegangan yang diteruskan ke lapisan di bawahnya.

Dalam proses *review design*, perubahan tipe perkerasan dilakukan dengan mempertimbangkan kondisi ruas jalan yang diproyeksikan menerima beban lalu lintas cukup tinggi selama masa pelayanan. Selain itu, penggunaan *rigid pavement* juga dipandang lebih sesuai untuk meminimalkan potensi kerusakan struktural akibat beban kendaraan berat yang berulang. Dengan tingkat kekakuan yang lebih tinggi, perkerasan beton

memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap deformasi permanen dibandingkan perkerasan lentur.

Dari aspek pemeliharaan, *rigid pavement* umumnya memiliki kebutuhan pemeliharaan yang lebih rendah selama umur layanannya dibandingkan *flexible pavement*^[2]. Meskipun biaya konstruksi awal relatif lebih besar, umur layanan yang lebih panjang dan frekuensi pemeliharaan yang lebih rendah menjadi salah satu pertimbangan penting dalam proses pengambilan keputusan desain. Oleh karena itu, evaluasi tidak hanya dilakukan terhadap biaya awal pembangunan, tetapi juga mempertimbangkan manfaat yang diperoleh selama masa operasional jalan.

Hasil review design menunjukkan bahwa perubahan desain dari flexible pavement menjadi rigid pavement memberikan konsekuensi terhadap kebutuhan material, metode pelaksanaan, serta durasi pekerjaan akibat adanya proses pembesian, pengecoran, dan curing beton sebelum jalan dapat difungsikan. Meskipun demikian, dari sisi kinerja struktur, rigid pavement dinilai lebih mampu memenuhi kebutuhan pelayanan jalan dalam jangka panjang sehingga dipilih sebagai alternatif desain yang selanjutnya dianalisis terhadap implikasi biaya konstruksi dan waktu pelaksanaan.

4.4 Analisis Biaya Konstruksi

Salah satu aspek yang menjadi perhatian dalam proses *review design* adalah perubahan kebutuhan biaya konstruksi yang timbul akibat pergantian tipe perkerasan. Analisis biaya dilakukan berdasarkan perbandingan Rencana Anggaran Biaya (RAB) antara desain awal *flexible pavement* dan hasil *review design* rigid pavement yang disusun dalam Dokumen *Detail Engineering Design* (DED) Rekonstruksi Jalan Poros Labanan–Tepian Buah Tahun 2024. Perhitungan biaya menggunakan volume pekerjaan dan harga satuan yang tercantum dalam dokumen perencanaan sehingga hasil analisis menggambarkan konsekuensi finansial akibat perubahan tipe perkerasan.

Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat perbedaan biaya yang cukup signifikan antara kedua alternatif perkerasan. Perkerasan lentur (*flexible pavement*) memiliki biaya konstruksi yang lebih rendah dibandingkan perkerasan kaku (*rigid pavement*). Kondisi ini disebabkan oleh perbedaan material utama yang digunakan, kebutuhan pekerjaan pendukung, serta metode pelaksanaan konstruksi pada masing-masing jenis perkerasan.

Tabel 1. Perbandingan Biaya Konstruksi Perkerasan

Jenis Perkerasan	Biaya Konstruksi (Rp)
<i>Flexible Pavement</i>	3.128.558.000
<i>Rigid Pavement</i>	8.565.765.765
Selisih Biaya	5.437.207.765

Sumber: Hasil analisis berdasarkan Dokumen Detail Engineering Design (DED) Rekonstruksi Jalan Poros Labanan–Tepian Buah Tahun 2024.

Berdasarkan Tabel 1, biaya konstruksi *rigid pavement* mencapai Rp8,57 miliar, sedangkan biaya konstruksi *flexible pavement* sebesar Rp3,13 miliar. Dengan demikian, penerapan *rigid pavement* memerlukan biaya awal yang lebih tinggi yaitu sekitar 2,74 kali lebih besar dibandingkan *flexible pavement*.

Peningkatan biaya tersebut terutama dipengaruhi oleh penggunaan beton semen sebagai struktur utama perkerasan yang memerlukan material dengan spesifikasi dan mutu tertentu. Selain itu, pekerjaan pembesian, sambungan (joint), serta kebutuhan peralatan pendukung pada pekerjaan beton turut memberikan kontribusi terhadap meningkatnya biaya konstruksi.

Meskipun biaya awal pembangunan *rigid pavement* lebih besar, hasil *review design* menunjukkan bahwa pemilihan alternatif ini tidak hanya didasarkan pada pertimbangan biaya konstruksi. Perkerasan kaku memiliki umur layanan yang lebih panjang serta kebutuhan pemeliharaan yang relatif lebih rendah dibandingkan perkerasan lentur. Oleh karena itu, biaya konstruksi awal yang lebih tinggi dipandang sebagai investasi untuk memperoleh kinerja jalan yang lebih baik dalam jangka panjang. Hasil ini juga didukung oleh penelitian Adewumi dkk. (2024) yang menunjukkan bahwa meskipun biaya konstruksi awal *rigid pavement* lebih tinggi dibandingkan *flexible pavement*, kebutuhan pemeliharaan yang lebih rendah menjadikan *rigid pavement* lebih ekonomis apabila ditinjau berdasarkan biaya siklus hidup (*life cycle cost*) [15].

Hasil analisis biaya menunjukkan bahwa perubahan desain dari *flexible pavement* menjadi *rigid pavement* memberikan konsekuensi berupa peningkatan biaya konstruksi. Namun demikian, peningkatan biaya tersebut diharapkan dapat diimbangi oleh peningkatan kinerja struktur dan efisiensi pengelolaan jalan selama masa pelayanan. Selain aspek biaya, perubahan desain juga memberikan implikasi terhadap waktu pelaksanaan pekerjaan yang dibahas pada subbab berikutnya.

4.5 Analisis Waktu Pelaksanaan

Selain biaya konstruksi, perubahan desain perkerasan juga memberikan pengaruh terhadap waktu pelaksanaan pekerjaan. Analisis durasi dilakukan berdasarkan jadwal pelaksanaan (*time schedule*) yang disusun dalam Dokumen *Detail Engineering Design* (DED) Rekonstruksi Jalan Poros Labanan–Tepian Buah Tahun 2024 untuk masing-masing alternatif perkerasan. Perbandingan durasi diperoleh dari tahapan metode pelaksanaan dan produktivitas pekerjaan pada desain *flexible pavement* dan hasil *review design rigid pavement*, sehingga dapat diketahui implikasi perubahan desain terhadap waktu penyelesaian proyek.

Perbedaan durasi pelaksanaan terjadi karena masing-masing jenis perkerasan memiliki metode konstruksi dan tahapan pekerjaan yang berbeda. Pada *flexible pavement*, pekerjaan umumnya dapat dilaksanakan secara bertahap dengan waktu tunggu yang relatif singkat. Setelah lapisan perkerasan selesai dikerjakan dan memenuhi persyaratan teknis, pekerjaan dapat segera dilanjutkan ke tahapan berikutnya. Sebaliknya, *rigid pavement* memerlukan tahapan tambahan berupa proses perawatan beton (*curing*) untuk memastikan beton mencapai kekuatan yang direncanakan sebelum menerima beban lalu lintas. Proses ini menyebabkan waktu pelaksanaan menjadi lebih panjang dibandingkan pekerjaan perkerasan lentur. Selain itu, pekerjaan pembesian, pemasangan bekisting, pengecoran, dan pembuatan sambungan beton juga memerlukan waktu pelaksanaan yang lebih besar.

Tabel 2. Perbandingan Waktu Pelaksanaan Perkerasan

Jenis Perkerasan	Durasi Pelaksanaan
<i>Flexible Pavement</i>	8 Hari
<i>Rigid Pavement</i>	20 Hari
Selisih Durasi	12 Hari

Sumber: Hasil analisis berdasarkan Dokumen Detail Engineering Design (DED) Rekonstruksi Jalan Poros Labanan–Tepian Buah Tahun 2024.

Berdasarkan hasil analisis, pekerjaan menggunakan *flexible pavement* dapat diselesaikan dalam waktu sekitar 8 hari, sedangkan pekerjaan *rigid pavement* membutuhkan waktu sekitar 20 hari. Dengan demikian, penerapan *rigid pavement* menyebabkan

penambahan durasi pelaksanaan sekitar 12 hari dibandingkan desain awal. Durasi pelaksanaan *rigid pavement* sekitar 2,5 kali lebih lama dibandingkan *flexible pavement*.

Perbedaan durasi tersebut menunjukkan bahwa penggunaan *rigid pavement* memiliki konsekuensi terhadap jadwal pelaksanaan proyek. Apabila ditinjau dari aspek waktu semata, *flexible pavement* lebih menguntungkan karena dapat diselesaikan lebih cepat. Namun demikian, keputusan pemilihan jenis perkerasan tidak hanya didasarkan pada pertimbangan durasi pelaksanaan, tetapi juga harus mempertimbangkan kinerja struktur dan umur layanan yang diharapkan. Dalam praktik konstruksi jalan, alternatif yang membutuhkan waktu pelaksanaan lebih lama tetap dapat dipilih apabila mampu memberikan manfaat yang lebih besar selama masa operasional. Hal tersebut juga terjadi pada hasil review design ruas Jalan Poros Labanan–Tepian Buah, di mana rigid pavement dipilih karena memiliki ketahanan struktur yang lebih baik meskipun memerlukan proses pembesian, pengecoran, dan curing yang menyebabkan durasi pelaksanaan lebih panjang dibandingkan flexible pavement. Namun demikian, karakteristik tersebut diimbangi oleh umur layanan yang lebih panjang dan kebutuhan rehabilitasi yang lebih rendah [5],[6].

Hasil analisis biaya dan waktu menunjukkan bahwa penerapan *rigid pavement* memerlukan investasi yang lebih besar baik dari sisi biaya maupun durasi pelaksanaan. Namun demikian, keputusan perubahan desain dilakukan dengan mempertimbangkan manfaat teknis yang diperoleh selama masa pelayanan jalan. Pertimbangan tersebut menjadi bagian penting dalam proses pengambilan keputusan keinsinyuran yang dibahas pada subbab berikutnya.

4.6 Implikasi Keinsinyuran

Hasil *review design* dari *flexible pavement* menjadi *rigid pavement* pada proyek Rekonstruksi Jalan Poros Labanan–Tepian Buah menunjukkan bahwa proses pengambilan keputusan keinsinyuran tidak hanya mempertimbangkan biaya awal dan waktu pelaksanaan, tetapi juga kinerja infrastruktur selama masa layanannya. Perubahan desain ini memberikan implikasi teknis dan manajerial dalam proses perencanaan dan pelaksanaan konstruksi jalan, khususnya dalam menentukan alternatif perkerasan yang paling sesuai dengan kondisi lapangan, kebutuhan pelayanan jalan, serta tujuan keberlanjutan infrastruktur.

Dari perspektif teknis, penerapan *rigid pavement* memerlukan pengendalian mutu yang lebih ketat dibandingkan *flexible pavement* karena kualitas pekerjaan sangat dipengaruhi oleh proses pengecoran, perawatan beton (*curing*), dan ketepatan pelaksanaan di lapangan. Selain itu, peningkatan biaya konstruksi dari Rp3,13 miliar menjadi Rp8,57 miliar serta bertambahnya durasi pelaksanaan dari 8 hari menjadi 20 hari menjadi faktor penting yang perlu dipertimbangkan dalam proses perencanaan dan pengambilan keputusan teknis.

Meskipun membutuhkan investasi awal yang lebih besar, *rigid pavement* memberikan manfaat berupa umur layanan yang lebih panjang dan kebutuhan pemeliharaan yang lebih rendah. Oleh karena itu, keputusan perubahan desain tidak semata-mata didasarkan pada pertimbangan biaya dan waktu pelaksanaan, tetapi juga pada upaya menghasilkan infrastruktur jalan yang lebih andal dan berkelanjutan.

Proses *review design* menunjukkan bahwa evaluasi teknis terhadap desain awal merupakan bagian penting dalam praktik keinsinyuran. Melalui proses tersebut, alternatif desain yang lebih sesuai dapat dipilih berdasarkan pertimbangan aspek teknis, biaya konstruksi, waktu pelaksanaan, umur layanan, serta kebutuhan pemeliharaan sehingga

keputusan yang diambil menjadi lebih rasional, akuntabel, dan berorientasi pada keberlanjutan infrastruktur jalan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis *review design* perubahan *flexible pavement* menjadi *rigid pavement* pada pekerjaan Rekonstruksi Jalan Poros Labanan–Tepian Buah Kabupaten Berau, dapat disimpulkan bahwa desain awal ruas jalan tersebut menggunakan perkerasan lentur (*flexible pavement*), namun melalui proses evaluasi desain diperoleh alternatif penggunaan perkerasan kaku (*rigid pavement*) yang dinilai lebih sesuai untuk mendukung beban lalu lintas tinggi serta memberikan kinerja struktur yang lebih baik dalam jangka panjang. Hasil evaluasi teknis menunjukkan bahwa *rigid pavement* memiliki keunggulan dari aspek kekakuan struktur, kemampuan menahan beban kendaraan berat secara berulang, serta kebutuhan pemeliharaan yang lebih rendah dibandingkan dengan *flexible pavement*. Dari aspek biaya konstruksi, penerapan *flexible pavement* membutuhkan biaya sebesar Rp3.128.558.000, sedangkan *rigid pavement* membutuhkan biaya sebesar Rp8.565.765.765, sehingga terjadi peningkatan biaya sebesar Rp5.437.207.765 atau sekitar 2,74 kali dibandingkan desain awal. Sementara itu, dari aspek waktu pelaksanaan, *flexible pavement* membutuhkan durasi pekerjaan selama 8 hari kerja, sedangkan *rigid pavement* membutuhkan waktu 20 hari kerja akibat adanya tambahan pekerjaan pembesian, pengecoran, dan proses *curing* beton, sehingga terjadi penambahan durasi selama 12 hari.

Meskipun penerapan *rigid pavement* membutuhkan investasi biaya awal dan waktu pelaksanaan yang lebih besar, alternatif ini memberikan keuntungan berupa umur layanan yang lebih panjang, tingkat pemeliharaan yang lebih rendah, serta potensi efisiensi pengelolaan jalan selama masa operasional. Dengan demikian, proses *review design* terbukti menjadi bagian penting dalam praktik keinsinyuran karena mampu memberikan dasar pengambilan keputusan dalam menentukan alternatif desain perkerasan yang optimal berdasarkan pertimbangan aspek teknis, biaya, waktu pelaksanaan, umur layanan, dan keberlanjutan infrastruktur jalan.

DAFTAR REFERENSI

- [1] Direktorat Jenderal Bina Marga, *Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 03/M/BM/2024*. Jakarta, Indonesia: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2024.
- [2] S. Sukirman, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung, Indonesia: Penerbit Nova, 2010.
- [3] S. Sukirman, *Beton Semen untuk Perkerasan Jalan Raya*. Bandung, Indonesia: Penerbit Nova, 2005.
- [4] Y. H. Huang, *Pavement Analysis and Design*, 2nd ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Pearson Prentice Hall, 2004.
- [5] American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), *Guide for Design of Pavement Structures*. Washington, DC, USA: AASHTO, 1993.
- [6] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, *Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 04/SE/Db/2017*. Jakarta, Indonesia: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017.
- [7] A. Suryawan, *Perkerasan Jalan Beton Semen Portland (Rigid Pavement)*. Yogyakarta, Indonesia: Beta Offset, 2009.
- [8] W. I. Ervianto, *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta, Indonesia: Andi, 2005.

- [9] A. Kurniawan, M. C. Petronio, and S. Sharma, "Comparative Study of Rigid and Flexible Pavement Performance in Urban Roads," *RESWARA: Jurnal Riset Ilmu Teknik*, vol. 2, no. 1, 2023, doi: 10.70716/reswara.v2i1.372.
- [10] R. Adewumi, W. K. Sulaiman, and A. Shola, "Life Cycle Economic Comparison Between Rigid and Flexible Pavement: A Case Study," *Engineering and Technology Journal*, vol. 42, no. 5, 2024, doi: 10.30684/etj.2023.144541.1637.
- [11] A. T. Papagiannakis and E. A. Masad, *Pavement Design and Materials*. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, 2008.
- [12] R. Haas, W. R. Hudson, and J. Zaniewski, *Modern Pavement Management*. Malabar, FL, USA: Krieger Publishing Company, 1994.
- [13] C. S. Papagiannakis, E. A. Masad, and A. T. Papagiannakis, "Pavement Design and Materials: Performance Evaluation and Structural Analysis," *Transportation Research Record*, vol. 1819, pp. 1–10, 2002.
- [14] M. R. Islam, M. H. Rahman, and M. A. Hossain, "Evaluation of Pavement Performance and Maintenance Strategies for Sustainable Road Infrastructure," *Journal of Construction Engineering and Management*, 2021.
- [15] Project Management Institute (PMI), *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)*, 7th ed. Pennsylvania, USA: Project Management Institute, 2021.