



PERANCANGAN **STRUKTUR** PERKERASAN JALAN

Yusra Aulia Sari

PERANCANGAN STRUKTUR PERKERASAN JALAN

UU No. 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan Sifat Hak Cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Pelindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- i. Penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- ii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- iii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- iv. Penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

PERANCANGAN STRUKTUR PERKERASAN JALAN

Yusra Aulia Sari

Perancangan Struktur Perkerasan Jalan

Penulis : Yusra Aulia Sari
Desain Cover : Dian N
Sumber : (Andrewshots) <https://www.shutterstock.com>
Tata Letak : Titis Y.
Proofreader : Mira M.

Ukuran:
x, 127 hlm., Uk.: 15.5x23 cm

ISBN:
978-634-01-1455-3

Cetakan Pertama:
Oktober 2025

Hak Cipta 2025 pada Penulis
Copyright © 2025 by Deepublish Publisher
All Right Reserved

PENERBIT DEEPUBLISH
(Grup Penerbitan CV BUDI UTAMA)

Anggota IKAPI (076/DIY/2012)
Jl. Rajawali, Gg. Elang 6, No. 3, Drono, Sardonoharjo, Ngaglik, Sleman
Jl. Kaliurang Km. 9,3 – Yogyakarta 55581
Telp./Faks : (0274) 4533427
Website : www.penerbitdeepublish.com
www.deepublishstore.com
E-mail : cs@deepublish.co.id

Hak cipta dilindungi undang-undang.

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit.

Isi di luar tanggung jawab percetakan.

PRAKATA

Segala puji bagi Allah, Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan buku ajar ***Perancangan Struktur Perkerasan Jalan*** ini. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada pihak-pihak yang mendukung lancarnya penyusunan buku ajar ini mulai dari proses penulisan hingga penerbitan buku ini. Adapun, buku ajar yang berjudul ***Perancangan Struktur Perkerasan Jalan*** ini telah selesai penulis buat secara semaksimal dan sebaik mungkin agar menjadi manfaat bagi pembaca yang membutuhkan informasi dan pengetahuan mengenai bagaimana Perancangan Struktur Perkerasan. Dalam buku ini, tertulis bagaimana pentingnya Perancangan Struktur Perkerasan dan juga bagaimana materi yang disajikan secara relevan dengan mata kuliah mengenai Perancangan Struktur Perkerasan yang menjadi alternatif pegangan bagi mahasiswa dan dosen yang menempuh studi tersebut.

Demikian buku ajar ini penulis buat, dengan harapan agar pembaca dapat memahami informasi dan juga mendapatkan wawasan mengenai Perancangan Struktur Perkerasan. serta dapat bermanfaat bagi masyarakat dalam arti luas. Terima kasih.

Batam, September 2023

Penulis

DAFTAR ISI

PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
INTRODUKSI: PENTINGNYA MEMAHAMI PERANCANGAN STRUKTUR PERKERASAN	1
BAB 1 SEJARAH DAN JENIS KONSTRUKSI PERKERASAN JALAN	6
1.1. Sejarah Perkembangan Perkerasan	7
1.2. Jenis Konstruksi Perkerasan Jalan	10
1.2.1. Perkerasan Lentur	10
1.2.2. Perkerasan Kaku	15
1.2.3. Perkerasan Komposit	19
1.3. Kriteria dan Fungsi Lapis Permukaan Lentur dan Kaku	21
1.3.1. Jenis Lapis Perkerasan Lentur	24
1.4. Latihan Soal dan Penyelesaian	33
1.5. Ringkasan	35
1.6. Refleksi Bab Sejarah dan Jenis Konstruksi Perkerasan Jalan	36
1.6.1. Evaluasi Pemahaman	36
1.6.2. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	38
1.7. Istilah-Istilah Penting dalam Sejarah dan Jenis Konstruksi Perkerasan Jalan	40
Daftar Pustaka	42
BAB 2 RANCANGAN BAHAN PERKERASAN JALAN	44
2.1. Bahan Tanah	45
2.2. Bahan Agregat	49
2.3. Klasifikasi Aspal	53

2.4. Latihan Soal dan Penyelesaian	57
2.5. Ringkasan.....	59
2.6. Refleksi Bab Rancangan Bahan Perkerasan Jalan.....	60
2.6.1. Evaluasi Pemahaman	60
2.6.2. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	62
2.7. Istilah-Istilah Penting dalam Rancangan Bahan Perkerasan Jalan	63
Daftar Pustaka	65
 BAB 3 TAHAPAN DALAM PEMBANGUNAN JALAN.....	66
3.1. Tahapan Studi Kelayakan	67
3.2. Batasan-Batasan dalam Tahapan Pembangunan Jalan	72
3.3. Latihan Soal dan Penyelesaian.....	77
3.4. Ringkasan.....	79
3.5. Refleksi Bab Tahapan dalam Pembangunan Jalan	80
3.5.1. Evaluasi Pemahaman	80
3.5.2. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	80
3.6. Istilah-Istilah Penting Tahapan dalam Pembangunan Jalan	81
Daftar Pustaka	83
 BAB 4 PERANCANGAN TEBAL PERKERASAN	84
4.1. Metode Analisis Komponen.....	85
4.1.1. Perencanaan Jalan Baru	85
4.1.2. Pelapisan Tambahan	93
4.1.3. Pelapis Permukaan Reflektif Panas untuk Perkerasan Berkelanjutan.....	93
4.1.4. Konstruksi Bertahap	95
4.2. Metode Manual Desain Perkerasan 2017.....	95
4.3. Latihan Soal dan Penyelesaian	102
4.4. Ringkasan.....	103
4.5. Refleksi Bab Perancangan Tebal Perkerasan	104
4.5.1. Evaluasi Pemahaman	104
4.5.2. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	105

4.6. Istilah-Istilah Penting dalam Perancangan Tebal Perkerasan	105
Daftar Pustaka.....	108
BAB 5 DESAIN PERKERASAN.....	109
5.1. Metode Desain Perkerasan Lentur dengan Lapis Beraspal.....	110
5.2. Prosedur Desain Perkerasan Lentur	112
5.3. Model Kinerja (Fungsi Transfer).....	114
5.3.1. Retak Lelah Lapis Beraspal	114
5.3.2. Perilaku <i>Fatigue</i> CTB Berdasarkan Regangan Tarik	114
5.3.3. Deformasi Permanen	115
5.4. Model Karakteristik Material	116
5.4.1. Material Berperingkat	116
5.4.2. Koreksi Temperatur	116
5.4.3. Material Berbutir.....	117
5.4.4. Parameter Kelelahan Lapisan Beraspal	118
5.5. Latihan Soal dan Penyelesaian	118
5.6. Ringkasan.....	120
5.7. Refleksi Bab Desain Perkerasan.....	121
5.7.1. Evaluasi Pemahaman	121
5.7.2. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	122
5.8. Istilah-istilah Penting dalam Desain Perkerasan.....	124
Daftar Pustaka.....	126
TENTANG PENULIS.....	127

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Konstruksi Perkerasan Romawi, (Hartanti Atmadjaja, 2018).....	8
Gambar 1.2	Lapisan Konstruksi Perkerasan Lentur	11
Gambar 1.3	Lapisan Konstruksi Perkerasan Kaku	16
Gambar 1.4	Konstruksi Perkerasan Komposit	19
Gambar 1.5	Distribusi Beban pada Perkerasan Lentur	22
Gambar 1.6	Komponen Struktur Perkerasan Lentur (Lalu Lintas Berat)	25
Gambar 1.7	Hubungan antara kadar aspal dengan stabilitas dan durabilitas campuran beraspal	29
Gambar 2.1	Gradasi Menerus.....	52
Gambar 2.2	Gradasi Senjang.....	53
Gambar 2.3	Gradasi Tunggal	53
Gambar 3.1	Bagan Alir Perencanaan Teknik Jalan	71
Gambar 4.1.	Mekanisme termal lapisan pemantul panas pada perkerasan aspal.	94
Gambar 5.1	Sistem Perkerasan.....	112
Gambar 5.2	Prosedur Desain Perkerasan Lentur Menggunakan Pendekatan Mekanistik.....	113
Gambar 5.3	Penampang Struktur Perkerasan.....	119

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Batasan Tanah Berdasarkan Jenis dan Ukuran Butir Tanah (PUSBIN KPK PU, 2005)	46
Tabel 2.2	Klasifikasi Tanah.....	48
Tabel 4.1	Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan	86
Tabel 4.2	Faktor Regional (FR).....	89
Tabel 4.3	Indeks Permukaan Pada Awal Umur Rencana (IPo)	90
Tabel 4.4	Tebal Minimum Lapis fondasi	92
Tabel 4.5	Nilai kondisi perkerasan jalan	93
Tabel 4.6	Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru (UR) (MDP 2017)	96
Tabel 4.7	Faktor Distribusi Lajur (DL) (MDP 2017).....	98
Tabel 4.8	Pengumpulan data beban gandar (MDP 2017).....	98
Tabel 4.9	Pemilihan Jenis Perkerasan (MDP 2017).....	100
Tabel 5.1	Faktor Reliabilitas (RF) Retak Lelah Campuran Beraspal.....	114
Tabel 5.2	Faktor Reliabilitas (RF) Retak Lelah Campuran Berpengikat Semen.....	115
Tabel 5.3	Karakteristik Modulus Bahan Berpengikat yang Digunakan Untuk Pengembangan Bagan Desain dan Untuk Analisis Mekanistik.....	116
Tabel 5.4	Faktor Koreksi Modulus Campuran Beraspal	117
Tabel 5.5	Karakteristik Modulus Lapisan Teratas Bahan Berbutir	117
Tabel 5.6	Parameter Kelelahan (<i>Fatigue</i>) K^*	118
Tabel 5.7	Karakteristik Material	119
Tabel 5.8	Hasil Analisis Struktur Perkerasan dan Perhitungan Repetisi Beban Izin.....	120

INTRODUKSI:

PENTINGNYA MEMAHAMI PERANCANGAN STRUKTUR PERKERASAN

Pembelajaran ini meliputi konsep teoretis perancangan perkerasan jalan raya dan kemampuan merancang campuran perkerasan lentur, kemampuan menghitung tebal struktur perkerasan lentur dan kaku, serta Pengetahuan sistem pemeliharaan perkerasan. Topik di bidang ini meliputi: Tahapan pembangunan jalan, perkembangan teknologi jalan dan jenis konstruksi yang ada, karakteristik dan kebutuhan aspal dan dasar jalan sebagai bahan konstruksi permukaan jalan, karakteristik dan persyaratan agregat untuk pembuatan bahan konstruksi permukaan jalan. Selain perencanaan campuran sesuai spesifikasi dan interpretasi hasil pengujian, dilakukan perencanaan ketebalan komponen perkerasan lentur (BM) dengan metode analisis struktur langsung dan *overlay*, perencanaan ketebalan konstruksi secara bertahap dengan menggunakan metode analisis komponen perkerasan lentur dan kaku. Perencanaan ketebalan perkerasan dengan AASHTO, tegangan, regangan dan defleksi pada perkerasan tiga lapis. Serta mampu mengidentifikasi dan mengklasifikasikan kerusakan jalan serta sistem penanganannya. Latihan individu dan kelompok akan ditugaskan untuk melatih kemampuan menyintesis dan mendemonstrasikan solusi desain perkerasan jalan.

Apa yang Akan Dicapai dari Pembelajaran Perancangan Struktur Perkerasan?

Adapun tujuan Capaian Pembelajaran Lulusan dan Capaian Pembelajaran Lulusan Perancangan Struktur Perkerasan adalah:

1. Memiliki kemampuan untuk menerapkan desain teknis dalam menghasilkan solusi untuk memenuhi kebutuhan tertentu dengan mempertimbangkan kesehatan, keselamatan, dan kesejahteraan masyarakat, serta faktor-faktor global, budaya, sosial, lingkungan, dan ekonomi.
2. Memiliki kemampuan untuk berfungsi secara efektif di dalam tim di mana anggotanya secara bersama-sama mewujudkan

kepemimpinan, menciptakan lingkungan yang kolaboratif dan inklusif, menetapkan tujuan, merencanakan tugas, dan menemukan sasaran

3. Memiliki kemampuan untuk mengembangkan dan melakukan eksperimen yang sesuai, menganalisis dan menginterpretasikan data, dan menerapkan penilaian rekayasa untuk menarik kesimpulan.

Capaian Pembelajaran Perancangan Struktur Perkerasan adalah:

1. Mampu menjelaskan teori dan proses teknologi jalan dan jenis konstruksi
2. Mampu menjelaskan teori karakteristik dan persyaratan aspal, tanah dasar dan agregat sebagai bahan konstruksi perkerasan
3. Mampu menjelaskan dan merancang tebal perkerasan lentur metode analisis komponen (BM) konstruksi *overlay* dan bertahap
4. Mampu merencanakan tebal perkerasan kaku dengan AASHTO
5. Mampu mengidentifikasi dan klasifikasi kerusakan jalan serta sistem penanganannya .

Buku ini terdiri dari 5 Bab. Antara satu bab dengan bab lain merupakan satu kesatuan rangkaian pembahasan yang utuh.

Bab I: Sejarah dan Jenis Konstruksi Perkerasan Jalan

Bab pertama membuka buku dengan memberikan konteks historis tentang perkembangan perkerasan jalan. Pembahasan mencakup sejarah perkembangan perkerasan, jenis konstruksi perkerasan jalan, kriteria dan fungsi lapis permukaan lentur dan kaku. Terdapat pula latihan-latihan soal untuk memperkuat pemahaman pembaca. Bab ini diakhiri dengan evaluasi, umpan balik, dan tindak lanjut, memberikan pembaca kesempatan untuk mengukur pemahaman mereka.

Bab II: Rancangan Bahan Perkerasan Jalan

Bab kedua fokus pada rancangan bahan perkerasan jalan. Materi yang dijelaskan meliputi bahan tanah, bahan agregat, klasifikasi aspal, dan diberikan latihan soal-soal untuk menguji pemahaman pembaca. Seperti bab sebelumnya, bab ini juga diakhiri dengan evaluasi, umpan balik, dan tindak lanjut.

Bab III: Tahapan dalam Pembangunan Jalan

Bab ketiga menyajikan tahapan pembangunan jalan, termasuk studi kelayakan, batasan-batasan dalam tahapan pembangunan jalan. Latihan-latihan soal dan ringkasan membantu pembaca memahami konsep secara lebih mendalam. Evaluasi, umpan balik, dan tindak lanjut memberikan kesempatan bagi pembaca untuk mengevaluasi kemampuan mereka.

Bab IV: Perancangan Tebal Perkerasan

Bab keempat mendeskripsikan perancangan tebal perkerasan dengan memaparkan metode analisis komponen dan metode manual desain perkerasan 2017. Latihan soal-soal dan ringkasan memperkuat pemahaman pembaca. Sebagai bab sebelumnya, bab ini juga diakhiri dengan evaluasi, umpan balik, dan tindak lanjut.

Bab V: Metode Desain Perkerasan Lentur dengan Lapis Beraspal

Bab terakhir membahas metode desain perkerasan lentur dengan lapis beraspal. Materi meliputi prosedur desain, model kinerja, karakteristik material, dan contoh analisis struktur perkerasan. Latihan soal-soal dan ringkasan memastikan pemahaman pembaca. Bab ini diakhiri dengan evaluasi, umpan balik, dan tindak lanjut, menyimpulkan buku dengan penilaian keseluruhan.

Dengan struktur ini, pembaca dapat mengikuti perkembangan konsep dari sejarah hingga implementasi dalam desain perkerasan jalan dengan cara yang sistematis dan terstruktur.

Petunjuk untuk Mempelajari Buku Ajar Perancangan Struktur Perkerasan

1. Petunjuk bagi Mahasiswa

Para pembaca disarankan untuk melakukan pembacaan yang teliti terhadap buku ini. Jika memungkinkan, disarankan untuk merujuk pada buku-buku tambahan guna memperoleh pemahaman yang lebih mendalam. Penggunaan konsep SQ3R (*Survey-Question-Read-Recite-Review*) sangat dianjurkan dalam membaca buku ini.

Dalam tahap *survei*, pembaca diharapkan memerhatikan elemen-elemen penting seperti judul bab, pendahuluan, judul subbab, gambar,

tabel, dan kata kunci. Pada tahap pertanyaan, setiap judul subbab diubah menjadi pertanyaan yang dirumuskan dengan menggunakan kata-kata seperti '*mengapa*', '*bagaimana*', dan sebagainya. Sebaiknya, hindari penggunaan kata '*apakah*' untuk menghindari jawaban yang bersifat biner. Daftar pertanyaan dapat dicatat dalam sebuah buku terpisah atau dalam bentuk dokumen yang dapat diketik. Proses membaca buku sebaiknya dimulai setelah daftar pertanyaan selesai dibuat.

Ketika membaca, penting untuk menjawab setiap pertanyaan sebelum beralih ke subbab berikutnya. Fokus pada tahap ini adalah untuk memahami dan menjawab pertanyaan yang telah disusun. Jawaban yang diperoleh selama membaca segera dicatat pada buku atau dokumen yang telah disiapkan.

Tahap *Recite* melibatkan pengulangan materi yang telah dibaca berdasarkan daftar pertanyaan dan jawabannya. Evaluasi kemajuan belajar dapat dilakukan dengan mencoba menjawab pertanyaan tanpa melihat jawaban atau isi buku. Tahap *Review* dilakukan untuk membangun informasi yang telah diperoleh dan meningkatkan daya ingat terhadap materi yang telah dibaca. Proses ini melibatkan membaca ulang catatan yang dibuat pada tahap sebelumnya.

Setiap bab buku ini dilengkapi dengan soal latihan yang harus diselesaikan oleh pembaca sebelum melanjutkan ke bagian berikutnya. Sang penulis menyarankan agar pembaca tidak melewati tugas yang dianggap sulit. Sebaliknya, pembaca diminta untuk mencari informasi tambahan dari berbagai sumber referensi agar dapat menyelesaikan tugas dengan baik.

2. Petunjuk bagi Dosen

Petunjuk bagi dosen untuk mempelajari buku ajar ini sejalan dengan panduan yang diberikan kepada mahasiswa. Dosen diharapkan memahami prinsip-prinsip dasar dalam memahami isi buku ajar ini dan dapat memberikan bimbingan yang efektif kepada mahasiswa. Beberapa langkah yang dianjurkan untuk dosen adalah sebagai berikut:

- 1) **Pahami Struktur Buku:** Dosen disarankan untuk memahami struktur buku ajar, termasuk judul bab, subbab, pendahuluan, serta bagian evaluasi, umpan balik, dan tindak lanjut. Pemahaman terhadap struktur ini dapat membantu dalam menyusun rencana pembelajaran.

- 2) Evaluasi Soal-Soal: Sebelum memulai proses belajar mengajar (PBM), dosen diharapkan untuk mengerti dan mencari solusi dari soal-soal yang terdapat pada bagian evaluasi di setiap bab. Hal ini akan memberikan gambaran tentang tingkat kesulitan materi dan membantu dalam merancang metode pembelajaran yang sesuai.
- 3) Familiarisasi dengan Umpan Balik dan Tindak Lanjut: Dosen sebaiknya memahami bagian umpan balik dan tindak lanjut di setiap bab. Ini membantu dalam menyusun strategi pembimbingan yang tepat untuk mahasiswa. Umpan balik dan tindak lanjut dapat digunakan sebagai pedoman untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa.
- 4) Penguasaan Perangkat Lunak: Khususnya bagi dosen yang mengampu mata kuliah perancangan struktur perkerasan, dianjurkan untuk menguasai perangkat lunak seperti AutoCAD Civil 3D dan PLAXIS yang relevan dengan materi pembelajaran. Penguasaan perangkat lunak dapat memperkaya pembelajaran dan membantu mahasiswa mengaplikasikan konsep secara praktis.
- 5) Integrasi Materi dengan Materi Lain: Dosen disarankan untuk memahami cara mengintegrasikan materi dari buku ajar ini dengan materi lain yang terkait. Hal ini dapat memberikan konteks yang lebih luas kepada mahasiswa dan meningkatkan pemahaman mereka terhadap topik perancangan struktur perkerasan.
- 6) Berikan Dukungan Aktif: Dosen diharapkan memberikan dukungan aktif kepada mahasiswa dalam memahami dan mengaplikasikan konsep-konsep yang diajarkan dalam buku. Diskusi, tanya jawab, dan bimbingan pribadi dapat membantu mahasiswa mengatasi kesulitan yang mungkin muncul.

Dengan mengikuti petunjuk ini, diharapkan dosen dapat memberikan pengajaran yang efektif dan membantu mahasiswa dalam memahami serta mengaplikasikan materi yang disajikan dalam buku ajar ini.

BAB 1

SEJARAH DAN JENIS KONSTRUKSI PERKERASAN JALAN

Bagian ini merinci struktur dan konten dari bab sejarah dan jenis konstruksi perkerasan jalan. Bab ini dirancang dengan tiga bagian utama, yaitu pendahuluan, penyajian, dan penutup. Pendahuluan memberikan gambaran menyeluruh mengenai bab, termasuk tujuan pembelajaran, kaitan dengan pengetahuan awal mahasiswa, dan kompetensi khusus yang diharapkan.

Untuk penyajian, bab ini akan mencakup sejarah perkembangan perkerasan, jenis konstruksi perkerasan jalan, dan kriteria serta fungsi lapis permukaan lentur dan kaku. Materi ini akan disajikan secara sistematis dan mendalam. Bagian ini akan diakhiri dengan latihan-latihan soal yang menguji pemahaman mahasiswa serta ringkasan yang menyajikan pokok-pokok penting dari materi yang telah dipelajari. Penutup bab mencakup evaluasi, umpan balik, tindak lanjut, istilah penting, dan daftar pustaka.

Tujuan pembelajaran bab ini mencakup pengembangan pemahaman mahasiswa terkait sejarah dan jenis konstruksi perkerasan jalan. Mahasiswa diharapkan mampu memodelkan dan menganalisis struktur perkerasan jalan. Selain itu, mereka juga diarahkan untuk mencari contoh konkret dari jenis konstruksi perkerasan jalan dalam kehidupan sehari-hari dan dapat mempresentasikan hasil temuan mereka secara efektif di depan kelas.

Mahasiswa diajak untuk memahami konsep sejarah dan jenis konstruksi perkerasan jalan dengan memanfaatkan pengetahuan praktis mereka tentang jalan dan infrastruktur sekitarnya. Selain itu, penerapan jenis konstruksi perkerasan jalan dalam kehidupan sehari-hari menjadi fokus, membangun keterhubungan antara konsep teoretis dan aplikasinya dalam konteks nyata.

Mahasiswa diharapkan memperoleh wawasan yang memadai mengenai sejarah dan jenis konstruksi perkerasan jalan, terutama terkait dengan sejarah perkembangan perkerasan, jenis konstruksi perkerasan jalan, dan kriteria serta fungsi lapis permukaan lentur dan kaku. Kompetensi khusus ini mencakup pemahaman mendalam tentang berbagai aspek teknis dan kontekstual dari perkerasan jalan.

1.1. Sejarah Perkembangan Perkerasan

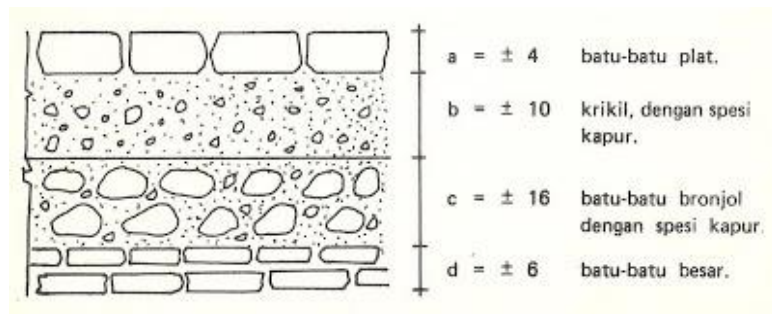
Perkembangan perkerasan jalan mencerminkan kemajuan peradaban manusia dalam merespons kebutuhan mobilitas yang terus meningkat. Seiring berjalannya waktu, struktur jalan telah berevolusi dari jalur tanah alami menjadi sistem perkerasan berlapis yang kompleks dengan teknologi material modern. Evolusi ini sangat dipengaruhi oleh pertumbuhan kendaraan bermotor, peningkatan beban lalu lintas, serta kemajuan dalam ilmu dan teknologi konstruksi. Menurut Liu dkk. (2020), jalan-jalan pertama di dunia merupakan jalur alami yang terbentuk karena aktivitas manusia dan hewan. Di Tiongkok, sistem jalan berlapis pertama muncul pada masa Dinasti Shang sekitar tahun 1046 SM untuk keperluan militer dan komunikasi. Struktur jalan tersebut menggunakan batu, kerikil, atau bata di atas tanah dasar. Seiring perkembangan ekonomi dan sosial, struktur jalan pun berkembang menjadi lebih kompleks, khususnya setelah ditemukannya ladang minyak di Daqing dan Shengli yang memicu penggunaan aspal sebagai bahan utama perkerasan jalan.

Sementara itu, di negara-negara Barat, Romawi Kuno sudah menerapkan teknik perkerasan berlapis dengan tujuan fungsional seperti drainase dan keamanan. Mereka juga sudah memperhitungkan kapasitas tanah dasar dan beban lalu lintas dalam menentukan ketebalan perkerasan. Pada abad ke-18 dan ke-19, tokoh-tokoh seperti Pierre Tresaguet, Thomas Telford, dan John McAdam memperkenalkan metode rekayasa jalan modern, termasuk sistem drainase samping, fondasi batu yang dipadatkan, serta prinsip bahwa tanah dasar yang kering dapat menahan beban tanpa ambblas. Memasuki abad ke-20, perkembangan industri otomotif dan kebutuhan infrastruktur masa perang mendorong lahirnya metode desain empiris seperti *California Bearing Ratio* (CBR) dan pengujian klasifikasi tanah. Di era pascaperang, penelitian dan uji coba skala penuh seperti *AASHO Road Test* di Amerika Serikat melahirkan panduan desain perkerasan yang kemudian menjadi standar di berbagai negara. Liu dkk.

(2020) juga mencatat bahwa meskipun ketebalan dan kekuatan perkerasan terus meningkat, umur layanan desainnya tidak serta-merta bertambah secara signifikan, terutama di negara-negara berkembang.

Menurut Sukirman (1999), sejarah pengembangan jalan dimulai seiring dengan perkembangan umat manusia, yang selalu memiliki keinginan untuk memenuhi kebutuhan hidup dan berkomunikasi dengan sesama. Ini berarti bahwa perkembangan jalan terkait erat dengan perkembangan manusia itu sendiri.

1. Sebelum manusia mengenal hewan sebagai alat angkut, ketika mereka mulai menetap di suatu tempat, mereka mulai memahami konsep jarak jauh dan dekat. Dalam upaya mereka untuk membuat jalan, mereka berusaha untuk menciptakan jalur terpendek, bahkan jika itu melibatkan mengatasi rintangan-rintangan yang masih bisa mereka hadapi. Sebagai contoh, jika mereka melewati daerah berlumpur, mereka meletakkan batu di tempat-tempat tertentu agar dapat melompati daerah tersebut. Jika mereka menghadapi tanjakan curam, mereka membuat tangga-tangga.
2. Setelah manusia mengenal hewan sebagai alat angkut, konstruksi jalan menjadi lebih maju. Bentuk jalan yang sebelumnya bertangga-tangga menjadi lebih datar. Batu-batu yang ditempatkan di jalan menjadi lebih teratur dan menutup rapat daerah yang buruk.
3. Ketika manusia mengenal kendaraan beroda sebagai alat angkut, pada abad ke-4 SM, bangsa Romawi telah mengembangkan jalan dengan perkerasan yang tebalnya sekitar 1,0 hingga 1,7 meter dan lebar sekitar 12 meter. Perkerasan tersebut dibuat dalam lapisan-lapisan seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 1.1 Konstruksi Perkerasan Romawi, (Hartanti Atmadjaja, 2018)

4. Pada akhir abad ke-18, seorang insinyur asal Inggris bernama Thomas Telford, yang terkenal sebagai ahli dalam pembangunan jembatan lengkung dari batu, menciptakan sebuah metode konstruksi perkerasan jalan yang prinsipnya mirip dengan pembuatan jembatan lengkung. Prinsipnya adalah menggunakan batu-batu belah yang ditempatkan secara vertikal dengan tangan. Selama periode yang sama, John McAdam (1756-1836) memperkenalkan metode konstruksi perkerasan yang menggunakan prinsip “tumpang-tindih” dengan menggunakan batu-batu pecah berukuran besar, sekitar 3 inci. Sistem perkerasan ini sangat sukses dan merupakan awal dari pembuatan jalan secara massal dengan penggunaan mesin. Metode ini dikenal sebagai “Sistem McAdam.” Hingga saat ini, kedua sistem perkerasan ini masih digunakan secara luas di berbagai wilayah di Indonesia, seringkali digabungkan menjadi sistem Telford-McAdam, dengan sistem Telford digunakan untuk bagian bawah dan sistem McAdam digunakan untuk bagian atasnya.
5. Pada abad ke-19, perkembangan jalan melambat karena penemuan kereta api pada tahun 1830-an. Jaringan rel kereta api mulai tersebar di mana-mana, dan angkutan melalui jalan raya mulai terdesak. Akibatnya, teknik pembuatan jalan tidak mengalami perkembangan signifikan. Namun, pada akhir abad ke-19, dengan berkembangnya kendaraan bermotor, kebutuhan akan jalan raya yang baik dan lancar kembali meningkat. Ini mendorong munculnya teknik-teknik baru dalam pembuatan jalan yang efisien dan berkualitas.
6. Pada abad ke-20, setelah berakhirnya Perang Dunia I sekitar tahun 1920, banyak negara mulai memberikan perhatian yang lebih serius terhadap pembangunan jalan raya. Hal ini disebabkan oleh peningkatan jumlah kendaraan bermotor yang signifikan. Persaingan antara kereta api dan kendaraan bermotor mulai berkembang, karena keduanya memiliki keunggulan masing-masing. Kereta api lebih unggul dalam hal angkutan massal untuk jarak yang jauh, sementara kendaraan bermotor lebih unggul untuk angkutan jarak pendek atau dekat karena mereka dapat memberikan layanan “*door to door*” dan memiliki konsumsi bahan

bakar yang lebih efisien. Selain itu, pembangunan jalan raya menjadi lebih cepat dan kualitasnya lebih baik karena semakin banyak orang yang mulai memperhatikan pembangunan jalan. Selama Perang Dunia II, demi keperluan militer yang mendesak, ribuan kilometer jalan dibangun secara masif dengan sistem modern di banyak negara. Ini mendorong perkembangan ilmu pengetahuan terkait jalan raya, karena semakin banyak penelitian dan inovasi yang dilakukan dalam bidang ini.

Menurut penelitian oleh Khaerat Nur dan rekan-rekannya pada tahun 2016, pengguna angkutan pribadi lebih fokus pada waktu tempuh, waktu tunggu, dan faktor tarif keseluruhan ketika mereka mempertimbangkan untuk beralih ke moda angkutan umum. Selain itu, faktor-faktor seperti keselamatan, keamanan, kenyamanan, dan budaya juga menjadi pertimbangan dalam penilaian pengguna terhadap kualitas layanan angkutan umum. Dalam hal aksesibilitas, mobilitas, dan tingkat pelayanan, pengguna angkutan pribadi cenderung merasa bahwa penyediaan angkutan umum masih kurang memadai. Oleh karena itu, saat ini, pengguna angkutan pribadi masih enggan beralih ke angkutan umum sebagai pilihan transportasi mereka (Nur Khaerat Nur, 2018).

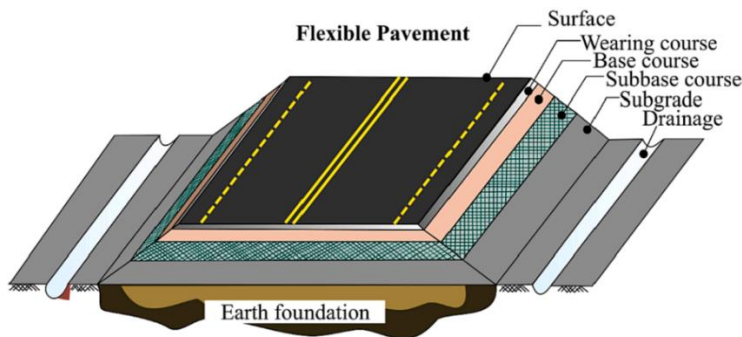
1.2. Jenis Konstruksi Perkerasan Jalan

1.2.1. Perkerasan Lentur

Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*) merujuk pada jenis perkerasan jalan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat, dan lapisan-lapisan perkerasannya memiliki kemampuan untuk menanggung serta meratakan beban lalu lintas sehingga beban ini tersebar ke tanah dasar. Perkerasan lentur umumnya terdiri atas beberapa lapisan yang dibangun menggunakan material granular dan bitumen. Beban roda yang bekerja pada perkerasan ini diteruskan ke lapisan granular di bawahnya melalui kontak antarbutir (Punetha and Nimbalkar, 2025). Aspal merupakan suatu substansi berwarna hitam atau cokelat tua yang berwujud padat hingga agak padat pada suhu ruang. Namun, jika aspal dipanaskan hingga mencapai suhu tertentu, ia dapat melunak atau bahkan menjadi cair, memungkinkan pengikatan dengan partikel agregat saat memproduksi

aspal beton. Setelah suhu turun, aspal akan mengeras dan mengikat agregat dengan kuat (karakteristik termoplastis). Ini sesuai dengan pandangan Sukirman (1999). Karakteristik aspal dapat berubah akibat suhu dan usia. Dalam kondisi panas dan usia panjang, aspal bisa menjadi lebih kaku dan rentan rapuh, sehingga kemampuannya untuk berikatan dengan partikel agregat menurun. Perubahan ini dapat dikelola atau dikurangi melalui pemahaman yang lebih mendalam tentang sifat-sifat aspal serta penerapan langkah-langkah yang baik selama pelaksanaan konstruksi.

Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari beberapa lapisan yang ditempatkan di atas tanah dasar yang telah dikompaksi. Setiap lapisan memiliki peran dalam menyalurkan beban lalu lintas dan meratakan distribusinya ke lapisan di bawahnya, sehingga beban yang diterima oleh tanah dasar menjadi lebih rendah daripada beban yang diterima oleh lapisan permukaan dan lebih kecil dari kapasitas dukungan tanah dasar. Contoh konfigurasi lapisan dalam konstruksi perkerasan lentur diilustrasikan dalam Gambar 1.2.



Gambar 1.2 Lapisan Konstruksi Perkerasan Lentur
(Sumber: Mohd Tahir *et al.*, 2022)

1. Tanah Dasar (*subgrade*)

Tanah Dasar adalah permukaan tanah semula atau permukaan galian atau permukaan tanah timbunan, yang dipadatkan dan merupakan permukaan dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya. Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar. Umumnya persoalan yang menyangkut tanah dasar adalah sebagai berikut:

- a. Perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) dari macam tanah tertentu akibat beban lalu lintas.
 - b. Sifat mengembang dan menyusut dari tanah tertentu akibat perubahan kadar air.
 - c. Daya dukung tanah yang tidak merata dan sukar ditentukan secara pasti pada daerah dengan macam tanah yang sangat berbeda sifat dan kedudukannya, atau akibat pelaksanaan.
2. Lapis Fondasi Bawah (*subbase course*)
- Lapis Fondasi Bawah adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis fondasi dan tanah dasar. Fungsi lapis fondasi bawah antara lain:
- a. Sebagai bagian dari konstruksi perkerasan untuk mendukung dan menyebarkan beban roda.
 - b. Mencapai efisiensi penggunaan material yang relatif murah agar lapisan-lapisan selebihnya dapat dikurangi tebalnya (penghematan biaya konstruksi).
 - c. Untuk mencegah tanah dasar masuk ke dalam lapis fondasi.
 - d. Sebagai lapis pertama agar pelaksanaan dapat berjalan lancar. Hal ini sehubungan dengan terlalu lemahnya daya dukung tanah dasar terhadap roda-roda alat-alat besar atau karena kondisi lapangan yang memaksa harus segera menutup tanah dasar dari pengaruh cuaca. Berbagai macam tipe tanah setempat ($\text{CBR} > 20\%$, $\text{PI} < 10\%$) yang relatif lebih baik dari tanah dasar dapat digunakan sebagai bahan fondasi bawah. Campuran-campuran tanah setempat dengan kapur atau semen portland dalam beberapa hal sangat dianjurkan, agar dapat bantuan yang efektif terhadap kestabilan konstruksi perkerasan.
3. Lapis Fondasi (*base course*)
- Lapis Fondasi adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis permukaan dengan lapis fondasi bawah (atau dengan tanah dasar bila tidak menggunakan lapis fondasi bawah). Fungsi lapis fondasi antara lain:
- a. Sebagai bagian perkerasan yang menahan beban roda,
 - b. Sebagai perletakan terhadap lapis permukaan. Bahan-bahan untuk lapis fondasi umumnya harus cukup kuat dan awet

sehingga dapat menahan beban-beban roda. Sebelum menentukan suatu bahan untuk digunakan sebagai bahan fondasi, hendaknya dilakukan penyelidikan dan pertimbangan sebaik-baiknya sehubungan dengan persyaratan teknik. Berbagai-bagai bahan alam/bahan setempat ($\text{CBR} > 50\%$, $\text{PI} < 4\%$) dapat digunakan sebagai bahan lapis fondasi, antara lain: batu pecah, kerikil pecah dan stabilisasi tanah dengan semen atau kapur.

4. Lapis Permukaan (*surface course*)

Lapis Permukaan adalah bagian perkerasan yang paling atas. Fungsi lapis permukaan antara lain: Sebagai bahan perkerasan untuk menahan beban roda

- a. Sebagai lapisan rapat air untuk melindungi badan jalan kerusakan akibat cuaca.
- b. Sebagai lapisan aus (*wearing course*). Bahan untuk lapis permukaan umumnya adalah sama dengan bahan untuk lapis fondasi, dengan persyaratan yang lebih tinggi. Penggunaan bahan aspal diperlukan agar lapisan dapat bersifat kedap air, di samping itu bahan aspal sendiri memberikan bantuan tegangan tarik, yang berarti mempertinggi daya dukung lapisan terhadap beban roda lalu lintas. Pemilihan bahan untuk lapis permukaan perlu dipertimbangkan kegunaan, umur rencana serta pentahapan konstruksi, agar dicapai manfaat yang sebesar-besarnya dari biaya yang dikeluarkan.

Jenis lapis permukaan terdapat bermacam-macam yaitu:

1. Lapis Aspal Beton (LASTON)

Lapis Aspal Beton (LASTON) adalah merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, *filler* dan aspal keras, yang dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu.

2. Lapis Penetrasi Makadam (LAPEN)

Lapis Penetrasi Macadam (LAPEN) adalah merupakan suatu lapis perkerasan yang terdiri dari agregat pokok dengan agregat pengunci bergradasi terbuka dan seragam yang diikat oleh aspal keras dengan cara disemprotkan di atasnya dan dipadatkan lapis

demi lapis dan apabila akan digunakan sebagai lapis permukaan perlu diberi laburan aspal dengan batu penutup.

3. Lapis Asbuton Campuran Dingin (LASBUTAG)

Lapis Asbuton Campuran Dingin (LASBUTAG) adalah campuran yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, asbuton, bahan peremaja dan *filler* (bila diperlukan) yang dicampur, dihampar dan dipadatkan secara dingin.

4. *Hot Rolled Asphalt* (HRA)

Hot Rolled Asphalt (HRA) merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi timpang, *filler* dan aspal keras dengan perbandingan tertentu, yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu.

5. Laburan Aspal (BURAS)

Laburan Aspal (BURAS) adalah merupakan lapis penutup terdiri dengan ukuran butir maksimum dari lapisan aspal taburan pasir 9,6 mm atau 3/8 *inch*.

6. Laburan Batu Satu Lapis (BURTU)

Laburan Batu Satu Lapis (BURTU) adalah merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal yang ditaburi dengan satu lapis agregat bergradasi seragam. Tebal maksimum 20 mm.

7. Laburan Batu Dua Lapis

Laburan Batu Dua Lapis (BURDA) adalah merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal ditaburi agregat yang dikerjakan dua kali secara berurutan. Tebal maksimum 35 mm.

8. Lapis Aspal Beton Fondasi Atas (LASTON ATAS)

Lapis Aspal Beton Fondasi Atas (LASTON ATAS) adalah merupakan fondasi perkerasan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal dengan perbandingan tertentu, dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas.

9. Lapis Aspal Beton Fondasi Bawah (LASTON BAWAH)

Lapis Aspal Beton Fondasi Bawah (LASTON BAWAH) adalah pada umumnya merupakan lapis perkerasan yang terletak antara lapis fondasi dan tanah dasar jalan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal dengan perbandingan tertentu dicampur dan dipadatkan pada temperatur tertentu.

10. Lapis Tipis Aspal Beton

Lapis Tipis Aspal Beton (LATASTON) adalah merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi timpang, *filler* dan aspal keras dengan perbandingan tertentu yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Tebal padat antara 25 sampai 30 mm.

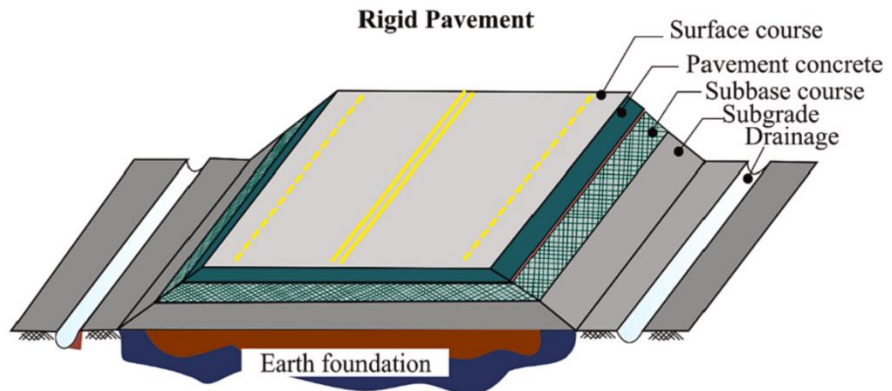
11. Lapis Tipis Aspal Pasir (LATASIR)

Lapis Tipis Aspal Pasir (LATASIR) adalah merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran pasir dan aspal keras yang dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu.

12. Aspal Makadam Aspal Makadam adalah merupakan lapis perkerasan yang terdiri dari agregat pokok dan/atau agregat pengunci bergradasi terbuka atau seragam yang dicampur dengan aspal cair, diperam dan dipadatkan secara dingin. Bagian perkerasan jalan umumnya meliputi: lapis fondasi bawah (*subbase course*), lapis fondasi (*base course*), dan lapis permukaan (*surface course*).

1.2.2. Perkerasan Kaku

Dalam proses konstruksi jalan, Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*) merupakan salah satu jenis perkerasan jalan yang menggunakan beton sebagai komponen utama dalam struktur perkerasan. Bagian utama yang menanggung beban struktural adalah elemen beton itu sendiri. Perkerasan kaku ini umumnya diterapkan pada jalan yang memiliki intensitas lalu lintas yang tinggi dan beban distribusi yang signifikan, seperti pada jalan lintas antar provinsi, jembatan layang (*fly over*), jalan tol, dan persimpangan jalan bersinyal. Terkadang, demi kenyamanan, permukaan perkerasan kaku dilapisi dengan lapisan aspal. Kelebihan utama dari perkerasan kaku dibandingkan dengan perkerasan lentur adalah bagaimana distribusi beban diarahkan ke lapisan tanah *subgrade*. Perkerasan beton yang kaku memiliki modulus elastisitas yang tinggi, sehingga beban didistribusikan melalui area yang cukup luas dari permukaan tanah. Hal ini memungkinkan sebagian besar kapasitas dukungan berasal dari elemen beton itu sendiri. Ini berbeda dengan perkerasan lentur (*flexible pavement*), di mana daya tahan perkerasan bergantung pada lapisan-lapisan tebal dari fondasi bawah, fondasi, dan lapisan permukaan.



Gambar 1.3 Lapisan Konstruksi Perkerasan Kaku
(Sumber: Mohd Tahir *et al.*, 2022)

Berdasarkan adanya sambungan dan tulangan plat beton perkerasan kaku, perkerasan beton semen dapat diklasifikasikan menjadi 3 jenis sebagai berikut:

1. Perkerasan beton semen biasa dengan sambungan tanpa tulangan untuk kendali retak.
2. Perkerasan beton semen biasa dengan sambungan dengan tulangan plat untuk kendali retak. Untuk kendali retak digunakan *wire mesh* di antara siar dan penggunaannya independen terhadap adanya tulangan dowel.
3. Perkerasan beton bertulang menerus (tanpa sambungan). Tulangan beton terdiri dari baja tulangan dengan persentase besi yang relatif cukup banyak (0,02 % dari luas penampang beton).

Saat ini, jenis perkerasan beton semen yang paling umum dan banyak digunakan di negara-negara maju adalah perkerasan beton bertulang menerus. Dalam pembangunannya, plat beton sering disebut sebagai lapisan fondasi karena seringkali terdapat lapisan aspal beton di bagian atasnya yang berfungsi sebagai lapisan permukaan. Perkerasan beton ini memiliki sifat yang kaku dan memiliki modulus elastisitas yang tinggi, sehingga dapat mendistribusikan beban dari atas ke bidang tanah dasar yang luas. Sebagian besar kapasitas struktur perkerasan berasal dari plat beton itu sendiri. Ini berbeda dengan perkerasan lentur di mana kekuatan perkerasan didasarkan pada ketebalan lapisan fondasi bawah,

lapisan fondasi, dan lapisan permukaan. Dalam perencanaan tebal perkerasan beton semen, fokus utama adalah pada kekuatan beton itu sendiri, karena hal ini merupakan faktor yang paling penting dalam menentukan kapasitas struktural perkerasan untuk menahan beban. Perbedaan dalam kekuatan tanah dasar atau fondasi hanya memiliki pengaruh kecil terhadap kapasitas struktural perkerasan. Penggunaan lapisan fondasi bawah di bawah plat beton bisa dipertimbangkan dalam beberapa situasi, seperti untuk mencegah terjadinya fenomena *pumping*, mengontrol sistem drainase, mengatasi perubahan volume tanah dasar, dan untuk menyediakan platform kerja bagi pekerjaan konstruksi.

Secara lebih spesifik, fungsi dari lapis fondasi bawah adalah:

1. Menyediakan lapisan yang seragam, stabil dan permanen.
2. Menaikkan harga modulus reaksi tanah dasar (*modulus of sub-grade reaction* = k), menjadi modulus reaksi gabungan (*modulus of composite reaction*).
3. Mengurangi kemungkinan terjadinya retak-retak pada plat beton.
4. Menyediakan lantai kerja bagi alat-alat berat selama masa konstruksi.
5. Menghindari terjadinya *pumping*, yaitu keluarnya butir-butiran halus tanah bersama air pada daerah sambungan, retakan atau pada bagian pinggir perkerasan, akibat lendutan atau gerakan vertikal plat beton karena beban lalu lintas, setelah adanya air bebas terakumulasi di bawah pelat.

Adapun untuk persyaratan umum Konstruksi perkerasan kaku (*Rigit Pavement*) yakni:

1. Tanah Dasar
Untuk daya dukung tanah ditentukan oleh CBR insitu sesuai dengan SNI 03-1731-1989 atau CBR Laboratorium sesuai dengan SNI 03-1744-1989, masing-masing untuk perencanaan tebal perkerasan lama dan perkerasan jalan baru. Di sini apabila tanah dasar memiliki nilai CBR di bawah 2% maka digunakan fondasi bawah yang terbuat dari beton kurus setebal 15 cm sehingga tanah dianggap memiliki CBR 5%.

2. Fondasi Bawah

Untuk bahan fondasi bawah biasanya digunakan:

- a. Bahan Berbutir
- b. Stabilisasi atau dengan beton giling padat (*Lean Rolled Concrete*)
- c. Campuran beton kurus (*Lean-Mix Concrete*)

3. Beton Semen

Kekuatan beton harus dinyatakan dalam nilai kuat tarik uji lentur (*flexural, strength*) umur 28 hari, yang didapat dari hasil pengujian balok dengan pembebanan tiga titik (ASTM C-78) yang besarnya secara tipikal sekitar 3-5 Mpa (30-50 kg/cm²). Beton juga bisa diperkuat dengan serat baja (*steel fibre*) untuk memperkuat kuat tarik lenturnya serta mengendalikan retak pada plat khususnya bentuk tak lazim.

4. Lalu Lintas

Untuk penentuan beban lalu lintas rencana pada perkerasan beton semen dinyatakan dalam jumlah sumbu kendaraan niaga sesuai dengan konfigurasi sumbu pada lajur rencana selama umur rencana. Lalu lintas harus dianalisis berdasarkan hasil perhitungan volume lalu lintas dan konfigurasi sumbu menggunakan data terakhir atau data 2 tahun terakhir. Untuk kendaraan yang ditinjau memiliki berat total minimum 5 ton.

5. Bahu

Bahu dapat terbuat dari bahan lapisan fondasi bawah dengan atau tanpa lapisan penutup beraspal atau lapisan beton semen. Pada pedoman yang dimaksud dengan Bahu beton semen adalah bahu yang dikunci dan diikatkan dengan lajur lalu-lintas dengan lebar minimum 1,50 m, atau bahu yang menyatu dengan lajur lalu-lintas selebar 0,60 m yang juga mencakup saluran dan keran.

6. Sambungan

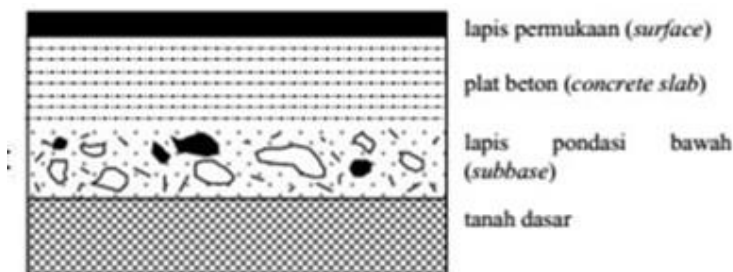
Sambungan pada perkerasan beton berfungsi sebagai:

- a. Membatasi tegangan dan pengendalian retak yang disebabkan oleh penyusutan, pengaruh lenting serta beban lalu lintas.
- b. Memudahkan pelaksanaan 14 Perancangan Perkerasan Jalan
- c. Mengakomodasi gerakan pelat Untuk polanya, sambungan beton semen memiliki batas-batas tersendiri di antaranya:

- A1. Panel diusahakan sepersegi mungkin dengan perbandingan maksimum panjang dan lebarnya 1,25.
- A2. Jarak maksimum sambungan memanjangnya 3-4 m 3. Jarak maksimum sambungan melintang 25 kali tebal plat, maksimum 5 m 4. Antar sambungan harus terhubung dengan satu titik untuk menghindari terjadinya retak refleksi pada lajur bersebelahan
- 7. Sudut dari sambungan yang lebih kecil dari 60 derajat harus dihindari dengan mengatur 0.5 m panjang terakhir dibuat tegak lurus terhadap tepi perkerasan
- 8. Semua bangunan lain seperti *manhole* harus dipisahkan dari perkerasan dengan sambungan muai selebar 12 mm meliputi keseluruhan tebal plat Prosedur perencanaan perkerasan beton semen didasarkan dua model kerusakan yaitu:
 - a. Retak fatik tarik lentur pada plat
 - b. Erosi pada fondasi bawah atau tanah dasar yang diakibatkan oleh lendutan berulang pada sambungan dan tempat retak yang direncanakan

1.2.3. Perkerasan Komposit

Perkerasan komposit merupakan gabungan konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*) dan lapisan perkerasan lentur (*flexible pavement*) di atasnya, di mana kedua jenis perkerasan ini bekerja sama dalam memikul beban lalu lintas. Untuk ini maka perlu ada persyaratan ketebalan perkerasan aspal agar mempunyai kekakuan yang cukup serta dapat mencegah retak refleksi dari perkerasan beton di bawahnya.



Gambar 1.4 Konstruksi Perkerasan Komposit
(KemenPUPR, 2017)

Perkerasan ini pada umumnya memberikan tingkat kenyamanan yang lebih tinggi bagi pengemudi daripada perkerasan beton semen biasa yang tidak memiliki lapisan aspal. Struktur perkerasan komposit adalah perkerasan yang kuat dengan lapisan aspal di atasnya sebagai lapisan yang aus lebih cepat. Lapisan aspal ini dianggap sebagai bagian yang turut menanggung beban struktural. Perbedaan antara perkerasan komposit dan perkerasan beton terletak pada lapisan permukaannya. Dalam perkerasan komposit, lapisan atasnya adalah aspal, sementara dalam perkerasan beton, lapisan atasnya adalah beton semen. Menggunakan metode perkerasan tipe komposit memiliki banyak keuntungan bagi pengguna jalan dan pengembang. Berbeda dengan metode perkerasan aspal, metode komposit menggabungkan unsur-unsur yang kuat dan fleksibel, yang menghasilkan proses konstruksi yang lebih cepat. Dalam pembuatan lapisan jalan komposit, harus memenuhi persyaratan ketebalan aspal, yang memiliki manfaat untuk mencegah retakan refleksi selama proses perkerasan beton di lapisan bawah. Meskipun prosesnya dianggap rumit karena menggabungkan lapisan keras dan lunak, hasil akhirnya dianggap sempurna. Perawatan perkerasan ini tidak memerlukan biaya besar, dan jangka waktu perawatan lebih lama dibandingkan dengan perkerasan aspal. Kombinasi lapisan keras dan lunak adalah keunggulan dari jenis perkerasan komposit, sehingga efisiensi biaya dapat dicapai. Tipe perkerasan jalan komposit dianggap lebih kuat daripada perkerasan aspal. Bahan komposit merupakan kombinasi lapisan fleksibel dan keras, sehingga semua beban kendaraan akan tersebar lebih merata, meningkatkan daya tahan perkerasan. Meskipun lapisan aspal masih rentan terhadap genangan air, ketahanannya lebih baik karena terdapat lapisan keras berupa semen dan beton. Ketika konstruksi jalan raya tampak kuat dan kokoh, pengguna jalan merasa lebih nyaman saat melintas. Kekuatan perkerasan jalan juga memberikan keamanan kepada pengguna jalan, terutama saat jalan licin akibat genangan air. Struktur jalan yang kuat dan tahan lama membuat pengguna jalan merasa nyaman, sehingga perkerasan tipe komposit banyak digunakan untuk jalan nasional dan jalan kabupaten.

1.3. Kriteria dan Fungsi Lapis Permukaan Lentur dan Kaku

Perkerasan jalan adalah bagian dari jalan raya yang diperkuat dengan agregat dan menggunakan aspal atau semen (*Portland Cement*) sebagai bahan perekatnya. Hal ini bertujuan untuk menciptakan lapisan konstruksi dengan ketebalan, kekuatan, kekakuan, dan stabilitas tertentu, sehingga mampu mendistribusikan beban lalu lintas secara aman ke tanah dasar di bawahnya. Fungsi utama perkerasan adalah untuk menyebarluaskan beban roda ke area yang lebih luas pada tanah dasar (*sub-grade*), sehingga mengurangi tegangan maksimum yang diterapkan pada tanah dasar tersebut. Perkerasan harus memiliki kekuatan yang cukup untuk menopang beban lalu lintas yang lewat di atasnya. Selain itu, permukaan perkerasan harus rata dan memiliki daya tahan terhadap gesekan atau tahanan terhadap licin (*skid resistance*). Pembuatan perkerasan dipertimbangkan dengan memperhatikan berbagai faktor, termasuk persyaratan struktural, faktor ekonomis, daya tahan, kemudahan konstruksi, dan pengalaman (Crhistiady, 2011).

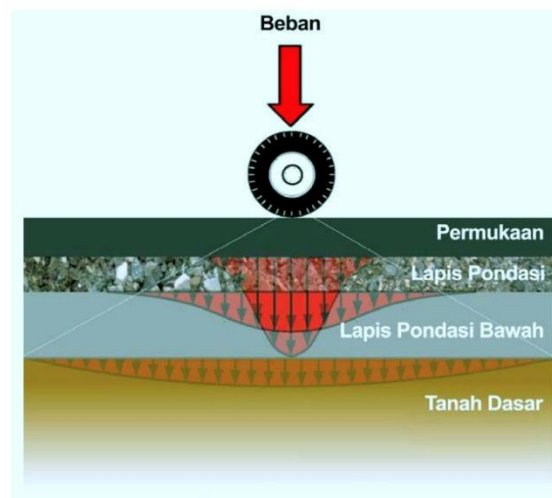
Menurut Sukirman (1999), berdasarkan bahan pengikat yang digunakan, konstruksi perkerasan jalan dapat dibagi menjadi tiga jenis:

1. Konstruksi perkerasan lentur (*Flexible Pavement*): Ini adalah jenis perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasan ini memiliki sifat memikul dan menyebar beban lalu lintas.
2. Konstruksi perkerasan kaku (*Rigid Pavement*): Jenis perkerasan ini menggunakan semen (*Portland Cement*) sebagai bahan pengikat. Pelat beton, baik dengan atau tanpa tulangan, ditempatkan di atas tanah dasar, dengan atau tanpa lapisan fondasi bawah. Sebagian besar beban lalu lintas ditopang oleh pelat beton.
3. Konstruksi perkerasan komposit (*Composite Pavement*): Ini adalah perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur. Ini bisa berarti perkerasan lentur di atas perkerasan kaku atau perkerasan di atas perkerasan lentur yang sudah ada di lapangan.

Perkerasan lentur adalah campuran dari batu pecah, pasir, bahan pengisi, dan aspal yang ditempatkan dan dikompaksi. Perkerasan lentur dirancang agar dapat melengkung dan kembali ke bentuk semula bersama-sama dengan tanah dasar ketika menerima beban. Perancangan perkerasan

lentur didasarkan pada teori elastis dan pengalaman lapangan. Teori elastis digunakan untuk menganalisis regangan dalam setiap lapisan perkerasan dan mencegah terjadinya deformasi permanen (Christiady, 2011). Jenis perkerasan ini, yang disebut perkerasan lentur, menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasannya memiliki kemampuan untuk menanggung dan mendistribusikan beban lalu lintas (Sukirman, 1999).

Dalam konsep perkerasan lentur, perkerasan akan melengkung atau merespons dengan fleksibilitas saat diberikan beban. Karena sifat penyebaran gaya, muatan yang diterima oleh masing-masing lapisan berbeda dan semakin ke bawah, beban tersebut semakin berkurang. Masing-masing lapisan harus mampu menanggung gaya-gaya yang berbeda, dengan lapisan permukaan menerima gaya vertikal dan getaran, sementara tanah dasar hanya menerima gaya vertikal (Sukirman, 1999), seperti yang diperlihatkan dalam gambar di bawah ini.



Gambar 1.5 Distribusi Beban pada Perkerasan Lentur
Sumber: DPU, 2005

Berdasarkan Gambar di atas, kerusakan yang sering terjadi pada perkerasan di lapangan terutama terjadi pada lapisan atas, yang dapat mengalami retakan atau pelelehan akibat kualitas aspal yang tidak memenuhi persyaratan jalan. Biasanya, bahan aspal yang digunakan adalah

Aspal Starbit E-55 dan Retona Blend E-55, yang merupakan alternatif untuk meningkatkan kualitas aspal. Peningkatan ini tidak hanya berfokus pada peningkatan titik lembek, tetapi juga pada *elastic recovery* (yang sangat penting untuk daerah dengan lalu lintas berat), daya rekat terhadap agregat, ketahanan terhadap oksidasi, ketahanan terhadap kelelahan (kekeringan), dan ketahanan terhadap deformasi. Selain perkerasan lentur, di Indonesia juga ada jenis perkerasan kaku yang konstruksinya menggunakan beton. Perkerasan kaku (beton semen) adalah jenis perkerasan yang dibangun dengan menggunakan agregat sebagai bahan baku dan semen sebagai bahan perekatnya. Ini memberikan tingkat kekakuan yang relatif tinggi, terutama jika dibandingkan dengan perkerasan aspal (perkerasan lentur), sehingga dikenal sebagai perkerasan kaku atau *rigid pavement*.

Modulus Elastisitas (E) adalah salah satu parameter yang mengukur tingkat kekakuan konstruksi, selain dimensinya. Ini dapat digunakan sebagai indikasi tingkat kekakuan perkerasan jalan. Pada perkerasan aspal (perkerasan lentur), modulus elastisitas biasanya memiliki nilai sekitar 4.000 MPa. Di sisi lain, pada perkerasan kaku (beton semen), modulus elastisitas rata-rata berkisar pada sekitar 40.000 MPa, atau sekitar 10 kali lipat dari perkerasan aspal. Perkerasan kaku pertama kali diterapkan di Inverness, Inggris, pada tahun 1868. Namun, pada awalnya perkembangannya tidak begitu pesat, dan hingga tahun 1919 hanya beberapa kilometer jalan yang telah dibangun. Di Amerika Serikat, perkerasan kaku pertama kali dibangun di Bellefontaine, Ohio, pada tahun 1891 oleh George Bartholomew. Dia memperoleh pengetahuan tentang produksi semen dari Jerman dan Texas, serta menemukan sumber material seperti batu kapur dan lempung di pusat Ohio. Karena dia adalah orang pertama yang membangun perkerasan kaku di daerah tersebut, pemerintah daerah meminta dia memberikan jaminan sebesar \$ 5000 bahwa perkerasan kaku tersebut dapat bertahan selama 5 tahun. Lebih dari 100 tahun kemudian, sebagian dari perkerasan kaku tersebut masih berfungsi dengan baik.

Selain digunakan untuk jalan raya, perkerasan kaku ini juga dikembangkan untuk digunakan pada landasan pacu bandara. Perkerasan kaku pertama kali dibangun untuk landasan pacu bandara pada tahun 1928 di Ford Field, Dearborn, Michigan. Setahun kemudian, pembangunan

perkerasan kaku juga dilakukan di Cunken Field, Cincinnati, Ohio. Seperti kebanyakan perkerasan kaku yang digunakan untuk jalan raya, perkerasan di landasan pacu bandara ini memiliki peningkatan ketebalan pada bagian tepinya, dengan peningkatan sekitar 5 cm lebih tebal daripada bagian tengahnya.

Dalam uji coba AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), terdapat dua jenis keruntuhan yang berbeda yang terjadi pada perkerasan kaku. Perkerasan yang sangat tipis mengalami keruntuhan dengan fenomena *pumping* pada tepi yang memanjang, yang diakibatkan oleh retakan tepi yang bergabung menjadi retakan yang memanjang. Perkerasan yang lebih tebal mengalami keruntuhan akibat *pumping* pada sambungan, yang menyebabkan dimulainya retakan melintang, terutama pada sisi sambungan yang dilewati oleh lalu lintas. Dari 84 segmen uji coba yang memiliki ketebalan lebih dari 20 cm, hanya tujuh segmen yang memiliki indeks *serviceability* lebih kecil dari 4 pada akhir masa pelayanannya. Yang lebih penting, hanya tiga segmen yang mengalami kerusakan yang dapat dianggap sebagai runtuh atau hancur. Pada awal penggunaan perkerasan kaku, sering terjadi kerusakan akibat siklus pembekuan dan pencairan (*freezing and thawing*) atau pelepasan butir (*scalling*) karena penggunaan garam untuk mengatasi es, serta fenomena *pumping* dari lapisan tanah dasar. Namun, masalah ini telah berhasil diatasi pada tahun 1930-an dengan penggunaan air *entrainment* dalam beton untuk meningkatkan durabilitasnya. Kondisi yang dapat menyebabkan *pumping* juga telah diidentifikasi, termasuk material halus yang dapat berubah menjadi “lumpur” pada tanah dasar dan beban aksial kendaraan yang berat serta sering melewati area tersebut. Untuk mencegah kondisi ini, perlu digunakan lapisan subbase antara tanah dasar dan perkerasan kaku.

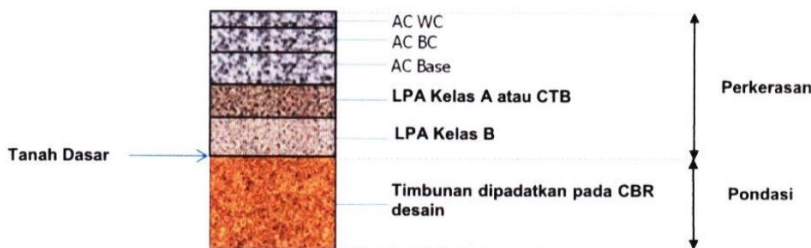
1.3.1. Jenis Lapis Perkerasan Lentur

Struktur perkerasan jalan terbentuk melalui penempatan beberapa lapisan material di atas tanah dasar. Setiap komponen material tersebut memiliki peran penting dalam kapasitas struktur perkerasan (Christiady, 2011). Untuk mencapai tingkat kekuatan struktur perkerasan yang optimal dan efisien, struktur tersebut dibangun secara bertingkat berdasarkan besar beban yang diterima dari roda kendaraan hingga mencapai tanah dasar.

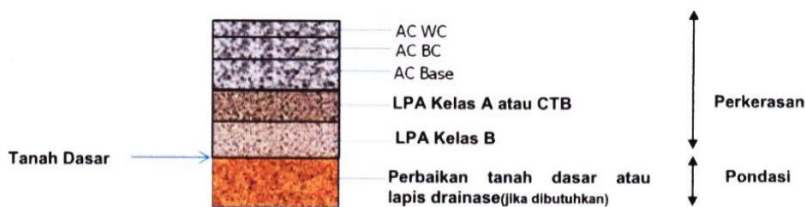
Setiap lapisan dalam perkerasan memiliki fungsi yang berbeda dan harus mampu mendistribusikan beban secara efektif ke lapisan di bawahnya. Jika salah satu lapisan tidak dapat mendistribusikan beban dengan baik, maka lapisan lainnya dapat mengalami kerusakan. Lapisan paling atas terdiri dari dua lapisan, yaitu lapisan pemakaian (*wearing course*), diikuti oleh lapisan pengikat (*binder course*), lalu lapisan fondasi atas (*base course*), lapisan fondasi bawah (*subbase*), dan terakhir adalah tanah dasar (*subgrade*). Berikut ini adalah ilustrasi struktur perkerasan lentur.



Struktur Perkerasan Lentur (Lalu Lintas Berat) pada Permukaan Tanah Asli (At Grade)



Struktur Perkerasan Lentur (Lalu Lintas Berat) pada Timbunan



Struktur Perkerasan Lentur (Lalu Lintas Berat) pada Galian

Gambar 1.6 Komponen Struktur Perkerasan Lentur (Lalu Lintas Berat)
Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan (Bina Marga), 2013.

Menurut Sukirman (1999), Lapis permukaan adalah bagian perkerasan terletak paling atas. Mempunyai fungsi sebagai berikut:

1. Lapisan perkerasan penahan beban roda, lapisan ini mempunyai stabilitas tinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan.
2. Sebagai lapisan kedap air, sehingga air hujan yang jatuh di atasnya tidak meresap ke lapisan bawahnya dan melemahkan lapisan-lapisan tersebut.
3. Sebagai lapisan aus (*wearing course*), lapisan yang langsung menderita gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus.
4. Lapis yang menyebarkan beban ke lapis bawah, sehingga dapat dipikul oleh lapisan lain yang mempunyai daya dukung yang lebih jelek.

Lapis permukaan itu sendiri masih bisa dibagi lagi menjadi beberapa lapisan lagi, yaitu:

1. Lapis Aus (*Wearing course*)
Lapis aus (*wearing course*) merupakan bagian dari lapis permukaan yang terletak di atas lapis antara (*binder course*). Fungsi dari lapis aus adalah:
 - a. Mengamankan perkerasan dari pengaruh air.
 - b. Menyediakan permukaan yang halus.
 - c. Menyediakan permukaan yang kesat.
2. Lapis Antara (*Binder Course*)
Lapis antara (*binder course*) merupakan bagian dari lapis permukaan yang terletak di antara lapis fondasi atas (*base course*) dengan lapis aus (*wearing course*). Fungsi dari lapis antara adalah:
 - a. Mengurangi tegangan.
 - b. Menahan beban paling tinggi akibat beban lalu lintas sehingga harus mempunyai kekuatan yang cukup.
3. Lapisan Fondasi Atas (*Base Course*).
Lapis fondasi atas adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis fondasi bawah dan lapisan permukaan. Mempunyai fungsi sebagai:
 - a. Sebagai lapis pendukung bagi lapis permukaan.

- b. Bagian perkerasan yang menahan gaya dari beban roda dan menyebarkan ke lapisan bawahnya.
 - c. Sebagai lapisan peresapan untuk fondasi bawah.
 - d. Memberikan bantalan terhadap lapisan permukaan (pemikul beban horizontal dan vertikal).
4. Lapisan fondasi bawah (*Subbase*)
- Lapis Fondasi Bawah adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis fondasi atas dan tanah dasar. Mempunyai fungsi sebagai:
- a. Bagian dari konstruksi perkerasan menyebarkan beban roda ke tanah dasar.
 - b. Mengurangi tebal lapisan di atasnya yang lebih mahal.
 - c. Efisiensi penggunaan material. Material fondasi bawah lebih relatif murah dibandingkan yang berada di atas.
 - d. Lapisan untuk mencegah partikel-partikel halus dari tanah dasar ke lapis atas.
 - e. Sebagai lapisan peresapan agar air tanah tidak mengumpul di fondasi maupun di tanah dasar.
 - f. Sebagai lapisan pertama agar pelaksanaan pekerjaan dapat berjalan lancar

Tanah dasar (*subgrade*) adalah permukaan tanah yang awalnya ada, tanah yang digali, atau permukaan tanah yang telah ditimbun kemudian dipadatkan, dan berfungsi sebagai dasar untuk penempatan komponen perkerasan lainnya. Pencapaian kepadatan yang baik pada tanah dasar dapat dicapai dengan menjaga kadar air pada tingkat optimum dan menjaga kadar air tersebut tetap stabil selama masa penggunaan. Hal ini dapat dicapai dengan menggunakan peralatan dan sistem drainase yang memenuhi persyaratan (Sukirman, 1999). Beban yang diterima oleh lapisan perkerasan dari roda kendaraan selanjutnya disebar ke lapisan-lapisan di bawahnya, dan pada akhirnya diterima oleh tanah dasar. Kekuatan, daya tahan, serta ketebalan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung pada sifat dan kemampuan dukungan dari tanah dasar ini.

Karakteristik perkerasan merupakan sifat khusus perkerasan yang dapat menentukan baik buruknya kualitas dari perkerasan. Karakteristik perkerasan yang baik adalah perkerasan yang dapat memberikan pelayanan

terhadap lalu lintas yang direncanakan, baik berupa kekuatannya, keawetan, dan kenyamanannya. Karakteristik tidak terlepas dari kualitas bahan penyusunnya, terutama pada saat proses pembuatan. Karakteristik yang harus dimiliki oleh perkerasan lentur adalah sebagai berikut (Sukirman, 1999):

1. Stabilitas

Stabilitas merujuk pada kemampuan lapisan perkerasan jalan untuk menahan beban lalu lintas tanpa mengalami perubahan bentuk permanen atau kerusakan seperti deformasi, alur, *bleeding*, retak, pecah, atau lubang. Kebutuhan akan stabilitas perkerasan berkaitan langsung dengan volume lalu lintas dan beban kendaraan yang akan menggunakan jalan tersebut. Jadi, jalan yang melayani lalu lintas yang padat dan kendaraan berat memerlukan struktur perkerasan dengan stabilitas yang lebih tinggi daripada jalan yang melayani kendaraan ringan.

Stabilitas ini diperoleh melalui faktor-faktor seperti gesekan antar butir agregat, penguncian antara partikel-partikel tanah, dan daya rekat yang kuat antara lapisan aspal. Oleh karena itu, untuk mencapai stabilitas yang tinggi dalam perkerasan jalan, penting untuk mempertimbangkan hal-hal berikut:

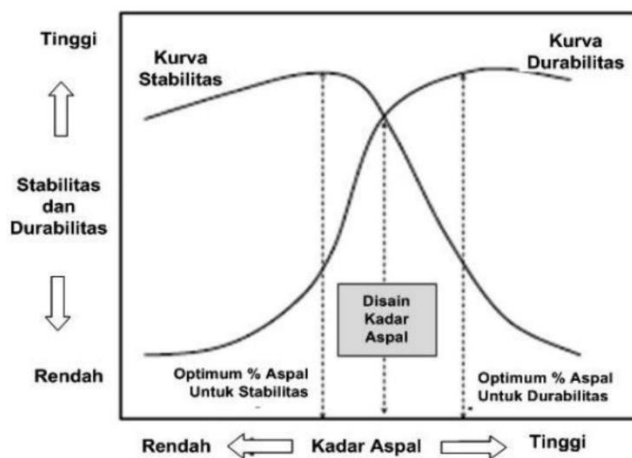
- a. Menggunakan agregat dengan gradasi yang padat (*dense graded*).
- b. Menggunakan agregat dengan permukaan yang kasar.
- c. Menggunakan agregat yang memiliki bentuk kubus.
- d. Menggunakan aspal dengan tingkat penetrasi yang rendah.
- e. Menggunakan aspal dalam jumlah yang cukup untuk membentuk ikatan yang kuat antara butir-butir agregat.

2. Durabilitas

Durabilitas mengacu pada kemampuan aspal untuk mempertahankan sifat-sifatnya yang asli meskipun terkena pengaruh cuaca selama masa pelayanan jalan. Durabilitas ini adalah karakteristik campuran aspal dan sangat bergantung pada sifat agregat, campuran dengan aspal, faktor pelaksanaan, dan faktor-faktor lainnya.

Ada beberapa faktor yang dapat memengaruhi durabilitas perkerasan jalan, yaitu:

- a. Ketebalan film aspal yang lebih tebal dapat menghasilkan lapisan aspal beton yang memiliki durabilitas yang tinggi, namun ini juga dapat meningkatkan potensi terjadinya *bleeding*.
- b. VIM (*Voids in Mix*) yang kecil menyebabkan lapisan menjadi kedap air, dan udara tidak dapat masuk ke dalam campuran.
- c. VMA (*Void in Mineral Aggregate*) yang besar memungkinkan film aspal dapat dibuat lebih tebal. Jika VMA dan VIM rendah dan kadar aspal tinggi, maka kemungkinan terjadinya *bleeding* akan cukup besar. Untuk mencapai VMA yang besar ini, seringkali digunakan agregat dengan gradasi yang rapat.
- d. Jika VMA dan VIM rendah, serta kadar aspal tinggi, maka kemungkinan terjadinya *bleeding* juga cukup besar.



Gambar 1.7 Hubungan antara kadar aspal dengan stabilitas dan durabilitas campuran beraspal

(Sumber: Jurnal Nono 2015)

3. Fleksibilitas

Kelenturan Fleksibilitas adalah kemampuan bahan lapisan perkerasan untuk dapat mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas berulang tanpa timbulnya retak dan perubahan

volume. Untuk mendapatkan fleksibilitas yang tinggi dapat diperoleh dengan beberapa cara seperti di bawah ini:

- a. Penggunaan agregat bergradasi senjang sehingga diperoleh VMA yang besar.
- b. Penggunaan aspal lunak (aspal dengan penetrasi yang tinggi).
- c. Penggunaan aspal yang cukup banyak sehingga diperoleh VIM yang kecil.

4. Tahanan geser (*Skid Resistance*)

Tahanan geser adalah kemampuan perkerasan aspal memberikan permukaan yang cukup kesat sehingga kendaraan yang melaluinya tidak mengalami slip atau pergeseran ban saat melaju, baik di waktu jalan basah maupun kering. Tahanan geser dinyatakan dengan koefisien gesek antara permukaan jalan dengan roda kendaraan. Tingginya nilai tahanan gesek ini dipengaruhi oleh beberapa hal seperti di bawah ini:

- a. Penggunaan agregat dengan permukaan kasar.
- b. Penggunaan kadar aspal yang tepat sehingga tidak terjadi *bleeding* dan adanya rongga udara yang cukup dalam campuran, sehingga bila terjadi panas aspal tidak terdesak keluar ke permukaan jalan.
- c. Penggunaan agregat dengan bentuk kubus.
- d. Penggunaan komposisi agregat yang cukup.

5. Kedap air

Kedap air adalah kemampuan bahan perkerasan untuk tidak dapat dengan mudah dilalui oleh air atau udara. Air dan udara dapat mengakibatkan percepatan proses penuaan (oksidasi) campuran beton aspal dan pengelupasan selimut aspal (film) dari permukaan agregat. Adapun cara mengusahakan agar bahan perkerasan kedap air sebagai berikut ini:

- a. Memperkecil VIM dan memperbesar kadar aspal.
- b. Menggunakan gradasi agregat yang rapat (*dense graded*).

6. Kemudahan dalam pekerjaan (*Workability*)

Kemudahan pelaksanaan adalah sifat mudahnya bahan lapis perkerasan untuk dihampar dan dipadatkan sehingga diperoleh hasil yang memenuhi kepadatan yang diharapkan. *Workability* ini dipengaruhi oleh beberapa hal di bawah ini:

- a. Gradasi agregat, agregat bergradasi baik lebih mudah dilaksanakan daripada agregat bergradasi lain.
 - b. Temperatur campuran yang dapat memengaruhi kekerasan bahan pengikat yang bersifat termoplastik.
 - c. Kandungan bahan pengisi (*filler*) yang tinggi menyebabkan pelaksanaan lebih sulit.
7. Ketahanan leleh (*Fatigue Resistance*)
- Ketahanan kelelahan adalah ketahanan dari lapis aspal beton dalam menerima beban berulang tanpa terjadinya kelelahan yang berupa alur (*rutting*) dan retak. Faktor-faktor yang memengaruhi ketahanan terhadap kelelahan adalah sebagai berikut ini:
- a. VIM yang tinggi dan kadar aspal yang rendah akan mengakibatkan kelelahan yang lebih cepat.
 - b. VMA dan kadar aspal yang tinggi dapat mengakibatkan lapis perkerasan menjadi fleksibel.
 - c. VMA (*Void in Mineral Aggregate*) besar sehingga film aspal dapat dibuat tebal. Jika VMA dan VIM kecil serta kadar aspal tinggi maka kemungkinan terjadinya *bleeding* cukup besar. Untuk mencapai VMA yang besar ini dipergunakan agregat bergradasi senjang.
 - d. Jika VMA dan VIM dibuat kecil serta kadar aspal tinggi maka kemungkinan terjadinya *bleeding* cukup besar
8. Kelenturan (*Flexibility*)
- Kelenturan Fleksibilitas adalah kemampuan bahan lapisan perkerasan untuk dapat mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas berulang tanpa timbulnya retak dan perubahan volume. Untuk mendapatkan fleksibilitas yang tinggi dapat diperoleh dengan beberapa cara seperti di bawah ini:
- a. Penggunaan agregat bergradasi senjang sehingga diperoleh VMA yang besar.
 - b. Penggunaan aspal lunak (aspal dengan penetrasi yang tinggi).
 - c. Penggunaan aspal yang cukup banyak sehingga diperoleh VIM yang kecil.
9. Tahanan Geser (*Skid Resistance*)
- Tahanan geser adalah kemampuan perkerasan aspal memberikan permukaan yang cukup kesat sehingga kendaraan yang melaluinya

tidak mengalami slip atau pergeseran ban saat melaju, baik di waktu jalan basah maupun kering. Tahanan geser dinyatakan dengan koefisien gesek antara permukaan jalan dengan roda kendaraan.

Tingginya nilai tahanan gesek ini dipengaruhi oleh beberapa hal seperti di bawah ini:

- a. Penggunaan agregat dengan permukaan kasar.
- b. Penggunaan kadar aspal yang tepat sehingga tidak terjadi *bleeding* dan adanya rongga udara yang cukup dalam campuran, sehingga bila terjadi panas aspal tidak terdesak keluar ke permukaan jalan.
- c. Penggunaan agregat dengan bentuk kubus.
- d. Penggunaan komposisi agregat yang cukup.

10. Kedap Air

Kedap air adalah kemampuan bahan perkerasan untuk tidak dapat dengan mudah dilalui oleh air atau udara. Air dan udara dapat mengakibatkan percepatan proses penuaan (oksidasi) campuran beton aspal dan pengelupasan selimut aspal (film) dari permukaan agregat.

Adapun cara mengusahakan agar bahan perkerasan kedap air sebagai berikut ini:

- a. Memperkecil VIM dan memperbesar kadar aspal.
- b. Menggunakan gradasi agregat yang rapat (*dense graded*).

11. Kemudahan dalam pekerjaan (*Workability*)

Kemudahan pelaksanaan adalah sifat mudahnya bahan lapis perkerasan untuk dihampar dan dipadatkan sehingga diperoleh hasil yang memenuhi kepadatan yang diharapkan. *Workability* ini dipengaruhi oleh beberapa hal di bawah ini:

- a. Gradasi agregat, agregat bergradasi baik lebih mudah dilaksanakan daripada agregat bergradasi lain.
- b. Temperatur campuran yang dapat memengaruhi kekerasan bahan pengikat yang bersifat termoplastik.
- c. Kandungan bahan pengisi (*filler*) yang tinggi menyebabkan pelaksanaan lebih sulit.

12. Ketahanan Leleh (*Fatigue Resistance*)

Ketahanan kelelahan adalah ketahanan dari lapis aspal beton dalam menerima beban berulang tanpa terjadinya kelelahan yang

berupa alur (*rutting*) dan retak. Faktor-faktor yang memengaruhi ketahanan terhadap kelelahan adalah sebagai berikut ini:

- a. VIM yang tinggi dan kadar aspal yang rendah akan mengakibatkan kelelahan yang lebih cepat.
- b. VMA dan kadar aspal yang tinggi dapat mengakibatkan lapis perkerasan menjadi fleksibel.

13. Material Perkerasan

Material yang terdapat dalam perkerasan beton aspal meliputi agregat, bahan pengisi (*filler*), dan aspal. Material tersebut kemudian dicampur berdasarkan standarisasi yang sudah ada. Bahan ikat pada struktur perkerasan dapat berupa semen portland (PC) atau aspal.

1.4. Latihan Soal dan Penyelesaian

Soal 1: Sejarah Perkembangan Perkerasan

Pertanyaan: Apa peran penting jalan Romawi dalam sejarah perkembangan perkerasan, dan bagaimana prinsip-prinsip konstruksi mereka mempengaruhi teknik rekayasa jalan modern?

Jawaban: Jalan Romawi, seperti Via Appia, memainkan peran penting dengan memperkenalkan konsep menggunakan batu dan teknik konstruksi canggih. Prinsip-prinsip ini, seperti fondasi yang kokoh dan lapisan permukaan yang tahan lama, memengaruhi pengembangan teknik rekayasa jalan modern.

Soal 2: Jenis Konstruksi Perkerasan Jalan

Pertanyaan: Jelaskan perbedaan utama antara perkerasan lentur dan perkerasan kaku. Berikan contoh situasi di mana masing-masing jenis perkerasan lebih cocok.

Jawaban: Perkerasan lentur lebih lentur dan menggunakan lapisan aspal, cocok untuk area dengan deformasi elastis. Perkerasan kaku, seperti beton, lebih kaku dan cocok untuk menahan beban berat, terutama di area dengan trafik berat seperti jalan tol.

Soal 3: Kriteria Desain Perkerasan Jalan

Pertanyaan: Sebutkan tiga kriteria desain utama yang perlu dipertimbangkan saat merencanakan perkerasan jalan.

Jawaban: Kriteria desain melibatkan faktor seperti beban lalu lintas yang diantisipasi, jenis tanah di bawah perkerasan, iklim, dan faktor-faktor lingkungan lainnya. Ketebalan lapisan, jenis material, dan daya dukung tanah adalah aspek kritis dalam perencanaan.

Soal 4: Fungsi Lapis Permukaan Lentur

Pertanyaan: Apa fungsi utama dari lapis permukaan lentur dalam perkerasan jalan?

Jawaban: Fungsi lapis permukaan lentur melibatkan memberikan ketahanan terhadap beban lalu lintas, melindungi lapisan di bawahnya dari air, serta meningkatkan daya tahan terhadap keausan dan deformasi.

Soal 5: Fungsi Lapis Permukaan Kaku

Pertanyaan: Apa perbedaan utama antara fungsi lapis permukaan lentur dan kaku dalam perkerasan jalan?

Jawaban: Lapis permukaan lentur berfungsi untuk menyesuaikan diri dengan deformasi elastis dan menahan beban dengan cara yang fleksibel. Sementara itu, lapis permukaan kaku berfungsi untuk mendistribusikan beban melalui refleksi tegangan, memberikan permukaan yang keras dan tahan deformasi.

Soal 6: Perbedaan Bahan Perkerasan

Pertanyaan: Jelaskan perbedaan antara bahan perkerasan jalan lentur dan kaku. Berikan contoh masing-masing.

Jawaban: Bahan perkerasan lentur seperti aspal memiliki kemampuan lentur dan elastisitas, sementara bahan perkerasan kaku seperti beton cenderung lebih kaku dan memiliki kekuatan kompresi yang tinggi.

Soal 7: Jenis Material Perkerasan

Pertanyaan: Sebutkan dua jenis material yang umum digunakan dalam perkerasan lentur dan kaku.

Jawaban: Dalam perkerasan lentur, material umumnya adalah aspal (*hot mix asphalt*), sedangkan dalam perkerasan kaku, material yang umum digunakan adalah beton semen portland.

Soal 8: Proses Konstruksi Perkerasan Jalan

Pertanyaan: Jelaskan langkah-langkah utama dalam konstruksi perkerasan jalan menggunakan aspal sebagai lapisan permukaan.

Jawaban: Langkah-langkahnya melibatkan persiapan dasar tanah, penempatan lapisan subbase, lapisan agregat kasar, lapisan pengikat, dan akhirnya, penempatan lapisan aspal menggunakan metode *hot mix asphalt* (campuran panas).

Soal 9: Faktor-faktor Lingkungan dalam Perkerasan Jalan

Pertanyaan: Bagaimana faktor-faktor lingkungan seperti iklim dapat mempengaruhi desain perkerasan jalan?

Jawaban: Faktor-faktor lingkungan seperti iklim dapat mempengaruhi kelembaban, suhu, dan sifat material perkerasan. Desain perkerasan jalan harus mempertimbangkan perubahan kondisi lingkungan untuk memastikan kinerja jangka panjang.

Soal 10: Peran Perkerasan Jalan dalam Keselamatan

Pertanyaan: Mengapa perkerasan jalan yang baik sangat penting untuk keselamatan lalu lintas?

Jawaban: Perkerasan jalan yang baik memberikan permukaan yang stabil dan tahan lama, mengurangi risiko kecelakaan karena kerusakan jalan atau permukaan yang licin. Selain itu, perkerasan yang baik juga mendukung daya tahan struktural jalan terhadap beban lalu lintas, mendukung mobilitas, dan mengurangi biaya pemeliharaan jalan.

1.5. Ringkasan

Sejarah perkembangan perkerasan jalan memiliki tonggak penting, terutama melalui kontribusi jalan Romawi. Jalan Romawi, seperti Via Appia, dikenal karena memperkenalkan konsep menggunakan batu dan teknik konstruksi canggih. Fondasi yang kokoh dan lapisan permukaan yang tahan lama dari jalan Romawi memengaruhi pengembangan teknik rekayasa jalan modern. Ada dua jenis utama konstruksi perkerasan jalan, yaitu perkerasan lentur dan perkerasan kaku. Perkerasan lentur, umumnya menggunakan lapisan aspal, lebih lentur dan cocok untuk daerah dengan deformasi elastis. Sementara perkerasan kaku, yang umumnya terbuat dari beton, lebih kaku dan digunakan untuk menahan beban berat, terutama di jalan tol dengan trafik berat. Desain perkerasan jalan melibatkan

pertimbangan berbagai kriteria. Beberapa kriteria utama termasuk beban lalu lintas yang diantisipasi, jenis tanah di bawah perkerasan, iklim, dan faktor-faktor lingkungan lainnya. Ketebalan lapisan, jenis material, dan daya dukung tanah menjadi aspek kritis dalam perencanaan perkerasan. Lapis permukaan lentur memiliki fungsi utama memberikan ketahanan terhadap beban lalu lintas, melindungi lapisan di bawahnya dari air, serta meningkatkan daya tahan terhadap keausan dan deformasi. Di sisi lain, lapis permukaan kaku berfungsi mendistribusikan beban melalui refleksi tegangan, memberikan permukaan yang keras dan tahan deformasi. Perkembangan perkerasan jalan mencerminkan evolusi teknologi konstruksi dari zaman Romawi hingga teknik modern. Pemahaman jenis konstruksi, kriteria desain, dan fungsi lapis permukaan lentur dan kaku menjadi kunci dalam merancang jalan yang tahan lama, sesuai dengan kondisi dan beban lalu lintas yang diantisipasi.

1.6. Refleksi Bab Sejarah dan Jenis Konstruksi Perkerasan Jalan

1.6.1. Evaluasi Pemahaman

Bagian penutup ini mencakup evaluasi terhadap pemahaman mahasiswa terhadap materi yang telah disajikan dalam bab sejarah dan jenis konstruksi perkerasan jalan. Evaluasi ini dapat berupa ujian tertulis, penugasan, atau bentuk evaluasi lainnya. Tujuan evaluasi adalah untuk mengukur sejauh mana mahasiswa telah mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan sebelumnya.

Soal 1: Sejarah Perkembangan Perkerasan

Pertanyaan: Apakah pemahaman tentang peran jalan Romawi cukup mendalam?

Jawaban: Jawaban memberikan gambaran umum, tetapi dapat diperkaya dengan contoh teknik konstruksi Romawi yang spesifik.

Soal 2: Jenis Konstruksi Perkerasan Jalan

Pertanyaan: Apakah penjelasan perbedaan antara perkerasan lentur dan kaku mencakup situasi yang dapat diidentifikasi dengan jelas?

Jawaban: Jawaban memberikan perbandingan yang baik; mungkin dapat memberikan contoh situasi lebih rinci.

Soal 3: Kriteria Desain Perkerasan Jalan

Pertanyaan: Apakah tiga kriteria desain utama sudah diidentifikasi dengan jelas?

Jawaban: Jawaban menyebutkan kriteria secara umum, dapat diperkaya dengan contoh konkrit untuk setiap kriteria.

Soal 4: Fungsi Lapis Permukaan Lentur

Pertanyaan: Apakah jawaban memberikan pemahaman yang baik tentang fungsi lapis permukaan lentur?

Jawaban: Jawaban memberikan gambaran yang baik tentang fungsi tersebut.

Soal 5: Fungsi Lapis Permukaan Kaku

Pertanyaan: Apakah perbedaan fungsi lapis permukaan lentur dan kaku dijelaskan dengan baik?

Jawaban: Jawaban menjelaskan perbedaan tersebut secara jelas.

Soal 6: Perbedaan Bahan Perkerasan

Pertanyaan: Apakah perbedaan antara bahan perkerasan lentur dan kaku dijelaskan dengan jelas?

Jawaban: Jawaban memberikan pemahaman yang baik dengan memberikan contoh masing-masing.

Soal 7: Jenis Material Perkerasan

Pertanyaan: Apakah jawaban memberikan informasi yang mencakup jenis material utama untuk perkerasan lentur dan kaku?

Jawaban: Jawaban memberikan informasi yang cukup.

Soal 8: Proses Konstruksi Perkerasan Jalan

Pertanyaan: Apakah langkah-langkah utama dalam konstruksi perkerasan jalan menggunakan aspal sudah diidentifikasi dengan jelas?

Jawaban: Jawaban memberikan langkah-langkah dengan baik, mungkin dapat memberikan lebih banyak rincian pada setiap langkah.

Soal 9: Faktor-faktor Lingkungan dalam Perkerasan Jalan

Pertanyaan: Apakah jawaban mencakup dampak faktor lingkungan seperti iklim pada desain perkerasan jalan?

Jawaban: Jawaban memberikan gambaran umum, mungkin dapat memberikan contoh konkrit.

Soal 10: Peran Perkerasan Jalan dalam Keselamatan

Pertanyaan: Apakah jawaban memberikan pemahaman yang kuat tentang peran perkerasan jalan dalam keselamatan?

Jawaban: Jawaban memberikan pemahaman yang baik tentang peran keselamatan perkerasan jalan.

Kesimpulan:

Soal-soal secara umum memberikan kesempatan untuk memahami konsep-konsep kunci terkait perkerasan jalan.

Jawaban-jawaban memberikan penjelasan yang baik; beberapa dapat diperkaya dengan contoh atau rincian lebih lanjut.

1.6.2. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Studi Kasus 1: Sejarah Perkembangan Perkerasan

Latar Belakang:

Sebuah kota tua yang mengalami pertumbuhan pesat memutuskan untuk melakukan renovasi besar-besaran pada sistem jalan raya mereka. Pemerintah kota ingin memastikan bahwa sejarah perkembangan perkerasan jalan dipertimbangkan dalam pembangunan kembali ini.

Pertanyaan:

Bagaimana Anda, sebagai ahli konstruksi, akan memberikan saran kepada pemerintah kota untuk memperhitungkan faktor sejarah dalam memilih jenis konstruksi perkerasan untuk ruas jalan tertentu?

Apa dampak sejarah perkembangan perkerasan pada kualitas dan keberlanjutan infrastruktur jalan? Berikan contoh konkrit untuk mendukung argumen Anda.

Bagaimana sejarah perkembangan perkerasan dapat memengaruhi aspek kebudayaan dan estetika kota? Diskusikan bagaimana pilihan konstruksi dapat mencerminkan identitas sejarah kota tersebut.

Studi Kasus 2: Jenis Konstruksi Perkerasan Jalan

Latar Belakang:

Sebuah kota yang berkembang pesat perlu memutuskan jenis konstruksi perkerasan untuk jalan arteri utama yang akan dibangun di pusat kota. Keputusan ini akan memiliki dampak besar pada mobilitas dan perkembangan kota.

Pertanyaan:

Diskusikan kelebihan dan kelemahan antara perkerasan lentur dan kaku untuk jalan arteri pusat kota yang sangat sibuk. Berikan contoh situasi di mana masing-masing jenis konstruksi lebih disukai.

Bagaimana jenis konstruksi perkerasan dapat memengaruhi biaya konstruksi dan biaya pemeliharaan jangka panjang? Berikan analisis ekonomi terkait.

Jelaskan bagaimana pemilihan jenis konstruksi dapat memengaruhi keberlanjutan lingkungan. Pertimbangkan aspek-aspek seperti daur ulang material dan efisiensi energi.

Studi Kasus 3: Kriteria dan Fungsi Lapis Permukaan Lentur dan Kaku

Latar Belakang:

Sebuah provinsi yang memiliki cuaca ekstrem perlu memilih lapis permukaan yang sesuai untuk jalan tol baru yang akan melewati daerah tersebut. Kondisi cuaca yang ekstrem menjadi faktor kunci dalam pengambilan keputusan.

Pertanyaan:

Apa kriteria utama yang perlu dipertimbangkan dalam memilih lapis permukaan lentur untuk jalan tol di daerah dengan cuaca ekstrem? Berikan alasan mendalam untuk setiap kriteria.

Jelaskan fungsi lapis permukaan kaku dalam menjaga integritas jalan tol di bawah kondisi cuaca ekstrem. Berikan contoh situasi di mana lapis permukaan kaku lebih diutamakan.

Bagaimana perencanaan pemeliharaan berbeda antara lapis permukaan lentur dan kaku dalam konteks cuaca ekstrem? Diskusikan strategi pemeliharaan yang dapat diambil untuk meminimalkan kerusakan dan memperpanjang umur jalan tol.

Tindak Lanjut:

Sejarah Perkembangan Perkerasan:

Telusuri literatur tambahan untuk mengeksplorasi lebih dalam dampak teknologi tertentu pada perkembangan perkerasan. Diskusikan temuan dalam sesi kelas berikutnya.

Jenis Konstruksi Perkerasan:

Buat perbandingan mendalam antara proyek perkerasan lentur dan kaku di area lokal atau regional. Diskusikan implikasi pilihan jenis konstruksi terhadap biaya dan keberlanjutan.

Kriteria dan Fungsi Lapis Permukaan Lentur dan Kaku:

Selidiki proyek-proyek nyata yang telah mengalami masalah atau keberhasilan dalam pemilihan lapis permukaan. Diskusikan temuan dalam kelas dan identifikasi tindakan perbaikan yang dapat diambil.

1.7. Istilah-Istilah Penting dalam Sejarah dan Jenis Konstruksi Perkerasan Jalan

1. Perkerasan Jalan (*Pavement*): Struktur yang dibangun di atas permukaan tanah untuk menahan beban lalu lintas dan mendistribusikannya ke bawahnya.
2. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*):
 - Definisi: Jenis perkerasan jalan yang memiliki kemampuan lentur dan menyesuaikan diri terhadap beban lalu lintas dengan deformasi elastis pada lapisan permukaan dan bawahnya.
 - Komponen utama: Biasanya terdiri dari lapisan aspal (*hot mix asphalt*) di bagian atas, diikuti oleh lapisan pengikat dan agregat yang semakin kasar ke arah bawah.
3. Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*):
 - Definisi: Jenis perkerasan jalan yang kaku dan memiliki kemampuan mendistribusikan beban lalu lintas melalui refleksi tegangan.
 - Komponen utama: Terbuat dari beton semen portland yang ditempatkan di atas lapisan dasar tanah.

4. Aspal: Campuran bahan bitumen (*asphalt cement*) dan agregat, digunakan sebagai lapisan permukaan lentur pada perkerasan jalan.
5. Beton Semen Portland (*Portland Cement Concrete*): Campuran dari semen portland, air, agregat, dan aditif, digunakan sebagai lapisan permukaan kaku pada perkerasan jalan.
6. Dasar Tanah (*Subgrade*): Tanah alami atau tanah yang telah diperkuat di bawah perkerasan jalan.
7. Lapisan Pengikat (*Binder course*): Lapisan perkerasan yang ditempatkan di antara lapisan atas dan lapisan bawah untuk meningkatkan kekuatan dan daya tahan.
8. Agregat: Material kasar (batu pecah, kerikil, pasir) yang digunakan dalam konstruksi perkerasan.
9. Fungsi Lapis Permukaan Lentur: Memberikan ketahanan terhadap beban lalu lintas, melindungi lapisan di bawahnya dari air, dan meningkatkan daya tahan terhadap keausan dan deformasi.
10. Fungsi Lapis Permukaan Kaku: Menahan dan mendistribusikan beban lalu lintas, memberikan permukaan yang keras dan tahan terhadap deformasi.
11. Kriteria Desain: Parameter dan persyaratan teknis yang digunakan dalam perencanaan dan desain perkerasan jalan, termasuk ketebalan lapisan, jenis material, dan faktor keamanan.
12. Daya Dukung (*Load-Bearing Capacity*): Kemampuan perkerasan untuk menahan beban lalu lintas tanpa mengalami kerusakan permanen.

Daftar Pustaka

1. Bina Marga. (2015). Pedoman Perencanaan Jalan. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
2. Direktorat Jendral Bina Marga, (2017). Manual Desain Perkerasan Jalan, Jakarta: Direktorat Jendral Bina Marga.
3. Dirjen Bina Konstruksi BPTK KemenPUPR, (2018), Materi Suplemen Pengetahuan Pembekalan Ke Profesian Ahli Teknik Jalan, Jakarta
4. Hughes, P., & Thornton, S. (2018). Introduction to Transportation Engineering. John Wiley & Sons.
5. Marsden, C., & Horne, R. (2015). Highway Engineering. John Wiley & Sons.
6. Brown, E. R., & Croney, D. (2019). Flexible Pavement Design, Evaluation and Rehabilitation. CRC Press.
7. Witczak, M. W., Mirza, M. W., Kaloush, K. E., & Pellinen, T. K. (2010). Mechanistic-Empirical Pavement Design Guide: A Manual of Practice (2nd ed.). National Academies Press.
8. Sukirman, S., 1999, Perkerasan Lentur Jalan Raya, Bandung: Nova.
9. Sukirman, S., 2010, Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur, Bandung; Nova.
10. Suryadharma, H., Susanto, B., 1999, Rekayasa Jalan Raya, Yogyakarta: Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
11. Hardiyatmo, Hary Christady, 2015, Perencanaan Perkerasan Jalan & Penyelidikan Tanah, Yogyakarta: UGM Press.
12. Nur, dkk, 2021, Perancangan Perkerasan Jalan, Medan: Yayasan Kita Menulis.
13. Punetha, P. and Nimbalkar, S. (2025) 'Utilisation of construction and demolition waste and recycled glass for sustainable flexible pavements: A critical review', *Transportation Geotechnics*, 54, p. 101612. doi: 10.1016/j.trgeo.2025.101612.
14. Liu, Y. *et al.* (2020) 'Review on evolution and evaluation of asphalt pavement structures and materials', *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, 7(5), pp. 573–599. doi: 10.1016/j.jtte.2020.05.003.

15. Mohd Tahir, M. F. *et al.* (2022) 'Potential of industrial By-Products based geopolymer for rigid concrete pavement application', *Construction and Building Materials*, 344, p. 128190. doi: 10.1016/j.conbuildmat.2022.128190.

TENTANG PENULIS

Assoc. Prof Yusra Aulia Sari, S.T., M.URP., Ph.D. adalah dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Internasional Batam, dengan keahlian di bidang Rekayasa Transportasi. Beliau meraih gelar Sarjana Teknik Sipil dari Universitas Andalas (2016), Magister Perencanaan Wilayah dan Kota dari Universitas Gadjah Mada (2018), serta Doktor Perencanaan Wilayah dan Kota dari Universiti Teknologi Malaysia (2024). Sejak 2020, beliau menjabat sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil dan aktif mengajar mata kuliah terkait teknik transportasi, perancangan sistem perkerasan, dan perencanaan pelabuhan. Penelitian dan publikasinya berfokus pada *Transportation & Urban Behaviour Studies* dengan basis Teknik Sipil (rekayasa transportasi) dan Perencanaan Wilayah & Kota (*transportation planning & urban design*), khususnya dalam konteks *mobility of children*. Selain itu, beliau aktif dalam pengabdian masyarakat, khususnya di bidang transportasi dan pengembangan wilayah *hinterland* berbasis keberlanjutan.

PERANCANGAN STRUKTUR PERKERASAN JALAN

Buku *Perancangan Struktur Perkerasan Jalan* ini disusun sebagai referensi bagi pembaca yang membutuhkan informasi dan pengetahuan mengenai perancangan struktur perkerasan. Terbagi ke dalam lima bab, buku ini mengulas mulai dari sejarah dan jenis konstruksi perkerasan jalan, rancangan bahan perkerasan jalan, tahapan dalam pembangunan jalan, perancangan tebal perkerasan, hingga desain perkerasan. Semoga pembaca dapat memahami informasi dan juga mendapatkan wawasan mengenai perancangan struktur perkerasan. Selamat membaca!

Penerbit Deepublish (CV BUDI UTAMA)

Jl. Kaliurang Km 9,3 Yogyakarta 55581

Telp/Fax : (0274) 4533427

Anggota IKAPI (076/DIY/2012)

✉ cs@deepublish.co.id

📘 Penerbit Deepublish

📱 @penerbitbuku_deepublish

🌐 www.penerbitdeepublish.com



Kategori : Teknik Jalan Raya

ISBN 978-634-01-1455-3



9

786340

114553