BAB II
LANDASAN TEORI

2.1 Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah struktur yang dibangun di atas tanah dasar untuk mendukung beban lalu lintas dan mendistribusikan beban tersebut ke tanah dasar secara aman. Menurut (Hasan & Pratama, 2021), perkerasan jalan harus mampu menahan gaya horizontal dan vertikal dari kendaraan tanpa menyebabkan deformasi berlebihan serta memberikan kenyamanan dan keselamatan berkendara. Kinerja perkerasan sangat bergantung pada kualitas material, tebal lapisan, metode pelaksanaan, serta proses pemeliharaan.

Perkerasan lentur (flexible pavement) menggunakan aspal sebagai pengikat utama dan terdiri dari beberapa lapisan seperti lapisan aus (AC-WC), lapisan antara (AC-BC), lapisan pondasi atas, dan lapisan pondasi bawah. Struktur tersebut dirancang untuk menyebarkan beban kendaraan secara berlapis sehingga tekanan yang diteruskan ke tanah dasar tetap aman.

2.2 Pengertian Core Drill

Core Drill adalah alat pengukuran invasif yang digunakan untuk mengambil sampel silinder (core) dari lapisan aspal jalan, memungkinkan analisis langsung ketebalan dan kepadatan di laboratorium. Prinsip kerja core drill melibatkan bor berputar dengan mata bor berlian yang memotong lapisan aspal secara vertikal, menghasilkan sampel berbentuk tabung dengan diameter standar 100-150 mm dan panjang sesuai ketebalan lapisan (Sukirman, 2021). Alat ini biasanya digerakkan oleh mesin pneumatik atau hidraulik, dengan kecepatan putaran 500-2000 RPM untuk meminimalkan kerusakan sampel.

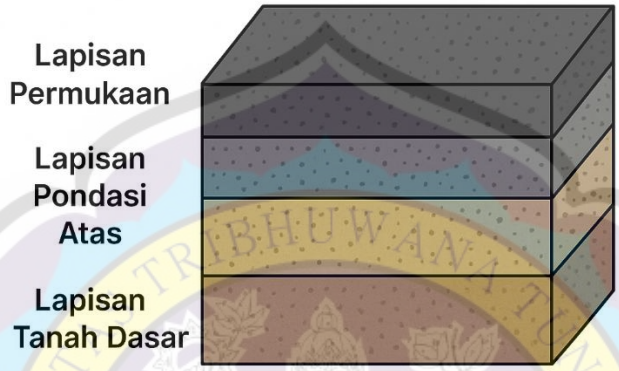
2.3 Struktur Lapisan Perkerasan Aspal

Menurut Gusrinaldi et al. (2025), struktur lapisan perkerasan aspal umumnya terdiri dari:

1. Lapisan Aus (AC-WC / Wearing Course) – berfungsi memberikan permukaan yang halus, kedap air, dan kontak langsung dengan roda kendaraan.
2. Lapisan Pengikat (AC-BC / Binder Course) – berfungsi memperkuat lapisan atas dan meneruskan beban ke lapisan di bawahnya
3. Lapisan Pondasi Atas (Base Course) – menahan gaya yang lebih besar dan mendistribusikannya ke pondasi bawah.

4. Lapisan Pondasi Bawah (Subbase) – mendukung lapisan base agar stabil dan tidak terjadi penurunan.
5. Tanah Dasar (Subgrade) – bagian paling bawah yang memikul beban total.

   Ketebalan setiap lapisan sangat menentukan umur layanan jalan terhadap kelelahan akibat beban berulang.



Gambar 2.1 Struktur Lapisan Perkerasan Jalan
(Sumber:Sukirman, 2021)

2.4 Ketebalan Lapisan Aspal

Ketebalan lapisan aspal merupakan ukuran vertikal dari lapisan permukaan hingga lapisan bawah sesuai desain. Ketebalan harus mengikuti standar desain berdasarkan kelas jalan dan volume lalu lintas.

Ketebalan lapisan yang tidak sesuai standar dapat menyebabkan rutting dan retak fatik lebih cepat dari umur rencana konstruksi. Berdasarkan Spesifikasi Umum (Marga, 2018), ketebalan minimum lapisan AC-WC (*Asphalt Concrete – Wearing Course*) ditetapkan sebesar **4,0 cm**. Standar tersebut menjadi acuan dalam mengevaluasi hasil pengujian core drill pada penelitian ini.

Tabel 2.1 Ketebalan Nominal Lapisan AC-WC Berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018

Jenis Lapisan	Ketebalan Nominal (cm)	Ketebalan Minimum (cm)
AC-WC (Wearing Course)	4,0	4,0
AC-BC (Binder Course)	5,0	5,0
AC-Base	6,0	6,0

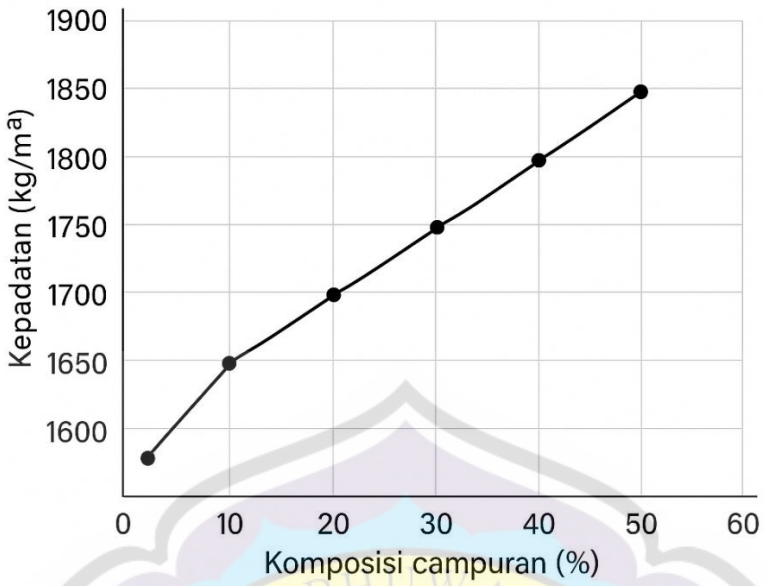
Pada penelitian ini, nilai ketebalan minimum 4,0 cm digunakan sebagai batas bawah penilaian kesesuaian. Apabila ketebalan aktual hasil core drill kurang dari 4,0 cm, maka titik tersebut dinyatakan tidak memenuhi standar dan berpotensi menyebabkan kerusakan dini pada lapisan perkerasan.

2.5 Kepadatan Lapisan Aspal

Kepadatan adalah perbandingan berat volume material padat terhadap volume total campuran, biasanya dinyatakan dalam persen. Menurut (Septian & Firmansyah, 2024), Nilai kepadatan lapisan AC-WC yang memenuhi syarat adalah ≥98% dari kepadatan sesuai Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.

$$\textbf{Bulk Density} = \frac{\textbf{Berat Kering } (\textbf{gram})}{\textbf{Volume Sample } (\textbf{cm}^2)} \textbf{x } 100\%$$

Kepadatan diperoleh melalui proses pemadatan pada saat konstruksi dan dipengaruhi oleh kadar aspal, suhu pemadatan, jumlah lintasan alat pemadat, dan kondisi cuaca (Mulyadi, 2021).



Gambar 2.2 Grafik hubungan komposisi campuran terhadap kepadatan
(Sumber:(Septian & Firmansyah, 2024))

2.6 Metode Core Drill (Pengambilan Sampel Inti)

Metode core drill adalah teknik yang digunakan untuk mengambil sampel berbentuk silinder dari lapisan perkerasan untuk dianalisis di laboratorium. Metode ini memberikan hasil pengukuran yang relatif akurat dibanding metode nondestruktif (Sukirman, 2021).

Tahapan umum core drill (Sukirman,2021):

1. Penentuan titik pengeboran
2. Pengeboran inti menggunakan mata bor berlian
3. Pengangkatan sampel
4. Penyimpanan dalam wadah khusus
5. Pengujian laboratorium



Gambar 2.3 Proses Core Drill
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025)

2.7 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kualitas Perkerasan

Menurut (Gusrinaldi, 2025)**,** faktor yang memengaruhi kinerja perkerasan antara lain:

Tabel 2.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi kinerja perkerasan (Gusrinaldi, 2025)

Faktor	Pengaruh
Intensitas Lalu Lintas	Beban berat dapat mempercepat kerusakan
Cuaca dan Air	Menurunkan adhesi agregat-aspal
Material	Komposisi agregat dan kadar aspal
Proses Pemadatan	Menentukan densitas akhir
Umur Konstruksi	Semakin tua, semakin rentan retak

2.8 Dampak Kekurangan Ketebalan dan Kepadatan

Menurut (Septian & Firmansyah, 2024)**,** perkerasan yang kurang padat akan mudah retak karena rongga udara berlebih memudahkan air masuk dan merusak ikatan. Sedangkan ketebalan yang kurang menyebabkan rutting dan deformasi permanen akibat beban berulang.

2.9 Hubungan antara Kepadatan dan Ketebalan Lapisan Aspal

Kepadatan dan ketebalan lapisan aspal merupakan dua parameter yang secara teknis saling berkaitan erat dalam menentukan kualitas dan umur layanan perkerasan jalan. Meskipun keduanya diukur secara terpisah, interaksi antara kedua parameter ini memiliki implikasi struktural yang sangat signifikan.

Dari sisi teknis pemadatan, ketebalan lapisan yang lebih besar membutuhkan energi pemadatan yang lebih tinggi untuk mencapai kepadatan yang disyaratkan. Lapisan yang terlalu tebal dalam satu lintasan pemadatan berisiko menghasilkan kepadatan yang tidak merata antara bagian atas dan bawah lapisan, karena alat pemadat (roller) memiliki keterbatasan dalam

mentransmisikan energi ke bagian bawah. Sebaliknya, lapisan yang terlalu tipis cenderung lebih mudah mencapai kepadatan yang tinggi, namun rentan mengalami kerusakan struktural akibat kapasitas dukung beban yang terbatas.

Secara mekanis, kepadatan dan ketebalan bersama-sama menentukan kapasitas dukung beban (load-bearing capacity) lapisan perkerasan. Kepadatan yang tinggi mengurangi rongga udara (air voids) dalam campuran aspal sehingga meningkatkan kekakuan (stiffness) dan ketahanan terhadap deformasi permanen. Sementara itu, ketebalan yang memadai menjamin distribusi tegangan (stress distribution) yang optimal ke lapisan di bawahnya, sehingga beban kendaraan dapat disebarkan secara merata tanpa melebihi kapasitas dukung tanah dasar. Apabila ketebalan lapisan memenuhi standar namun kepadatannya rendah, lapisan tersebut tetap rentan terhadap kerusakan dini berupa rutting dan retak. Demikian pula sebaliknya, kepadatan yang tinggi tidak dapat mengkompensasi defisiensi ketebalan dalam hal distribusi beban dan ketahanan fatik.

Dalam konteks penelitian ini, analisis komparatif terhadap kepadatan dan ketebalan secara bersama-sama (bukan secara terpisah) memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai mutu konstruksi perkerasan. Suatu titik pengujian dapat dinyatakan memenuhi standar hanya apabila kedua parameter tersebut secara simultan memenuhi persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018, yaitu ketebalan minimum 4,0 cm dan kepadatan minimum 98%. Kondisi di mana salah satu parameter tidak memenuhi standar, meskipun parameter lainnya terpenuhi, tetap mengindikasikan adanya risiko kegagalan struktural dini pada lapisan perkerasan tersebut.



Gambar 2.4 Jenis Kerusakan pada Jalan Aspal
(Septian & Firmansyah 2024)

Tabel 2.3 PENELITIAN TERDAHULU

No	Nama	Judul	Metode	Pembahasan	Variabel yg dipakai
1	Nurokhman, Suryanto, & Tsany (2022)	Kadar Aspal, Kepadatan dan Tebal Lapisan Laston AC-BC Hasil Coredrill pada Ruas Jalan KSPN Borobudur	Pengambilan sampel core drill untuk mengukur kadar aspal, kepadatan, dan tebal lapisan secara langsung di lapangan, dibandingkan dengan Sepisifikasi Umum Bina Marga 2018	Hasil core drill pada lapisan Laston AC-BC memperoleh ketebalan rata-rata 6,6 cm (minimum 5,8 cm), memenuhi batas minimum spesifikasi 5,6 cm. Kepadatan lapangan berkisar 98,17%- 98,60%, seluruhnya memenuhi syarat kepadatan minimum 98% menurut Spesifikasi Umum Bina Marga.	Kadar aspal, kepadatan, dan ketebalan lapisan.
2	Gusrinaldi Imani & Alfa (2025)	Evaluasi Kelayakan Struktural dan Kepadatan Lapisan AC-WC Menggunakan Metode Core Drill	Pengujian sampel lapangan dan laboratorium menggunakan metode core drill, dibandingkan dengan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.	Ketebalan rata-rata sebagian sampel memenuhi standar minimum 6,0 cm, meski ditemukan beberapa titik di bawah standar. Nilai kepadatan lapangan berkisar 2,29-2,34 gr/cm dengan derajat kepadatan 97,19%-99,47: sebagian besar titik memenuhi standar >98%,dipengaruhi suhu campuran, waktu tunda penghamparan, dan pelaksanaan lapangan.	Ketebalan,kepadatan lapangan, derajat kepadatan.

No	Nama	Judul	Metode	Pembahasan	Variabel yg dipakai
3	Septian & Firmansyah (2024)	Evaluasi Mutu Kinerja Lapisan AC-BC pada Ruas Jalan Sumedang	Banyak titik pengujian menunjukkan nilai ketebalan core drill dan kepadatan di bawah standar yang dipersyaratkan.	Evaluasi dilakukan terhadap ketebalan, kepadatan, dan kualitas campuran aspal AC-BC. Hasil menunjukkan lapisan tidak memenuhi standar pelaksanaan sehingga berpotensi menimbulkan kerusakan dini. Perlu peningkatan kontrol mutu pekerjaan dan pemadatan lapangan.	Ketebalan lapisan, kepadatan, mutu campuran AC-BC.

No	Nama	Judul	Metode	Pembahasan	Variabel yg dipakai
4	Gusrinaldi et al. (2025)	Kinerja Aspal AC-BC terhadap Variasi Kondisi Iklim dan Beban Lalu Lintas	Faktor cuaca dan beban berat merupakan faktor paling dominan yang menyebabkan penurunan kinerja AC-BC.	Penelitian membahas pengaruh lingkungan dan lalu lintas terhadap kerusakan struktural. Rutting dan pelepasan butiran paling sering terjadi pada kondisi beban berat dan cuaca ekstrem. Rekomendasi: peningkatan mutu material dan struktur perkerasan.	Temperatur, curah hujan, beban lalu lintas, rutting, pelepasan butir.
5	Hendrawan & Putra (2023)	Evaluasi Ketebalan dan Kepadatan Lapisan Perkerasan Menggunakan Core Drill dan Uji Marshall (Studi Kasus Jalan Nasional Jawa Barat)	27% sampel memiliki ketebalan di bawah standar dan 19% sampel memiliki nilai stabilitas Marshall tidak memenuhi syarat teknis.	Penelitian menggunakan core drill untuk mengetahui ketebalan aktual dan uji Marshall untuk analisis stabilitas campuran. Ketidaksesuaian kualitas pelaksanaan menjadi penyebab menurunnya kekuatan struktur perkerasan dan potensi kerusakan prematur.	Ketebalan aktual, stabilitas Marshall, kualitas pelaksanaan.
No	**Nama**	**Judul**	**Metode**	**Pembahasan**	**Variabel yg dipakai**
6	Mulyadi et al. (2021)	Pengaruh Suhu Pemadatan dan Kadar Aspal	Pengujian laboratorium dengan variasi suhu pemadatan (120°C–160°C) dan kadar	Penelitian ini menjelaskan bahwa suhu pemadatan dan kadar aspal secara signifikan mempengaruhi tingkat kepadatan lapisan AC-WC.	Suhu pemadatan, kadar aspal, kepadatan lapisan AC-WC, nilai Marshall.

No	Nama	Judul	Metode	Pembahasan	Variabel yg dipakai
		terhadap Kepadatan Lapisan AC-WC	aspal (4,5%–6,5%) menggunakan alat Marshall.	Suhu pemadatan optimal berada pada 145°C–155°C dengan kadar aspal optimum 5,5%. Pemadatan di bawah suhu tersebut menghasilkan kepadatan lebih rendah dan meningkatkan porositas lapisan aspal, yang mempercepat kerusakan akibat infiltrasi air dan beban lalu lintas berulang.	
7	Hasan & Pratama (2021)	Karakteristik Perkerasan Lentur dan Evaluasi Ketebalan Lapisan Menggunakan Metode Mekanis-Empiris	Analisis mekanis-empiris berdasarkan data beban lalu lintas dan pengujian ketebalan lapisan perkerasan lentur di lapangan.	Penelitian ini membahas karakteristik struktural perkerasan lentur yang dipengaruhi oleh ketebalan lapisan dan volume lalu lintas. Metode mekanis-empiris digunakan untuk mengevaluasi kesesuaian desain tebal lapis perkerasan terhadap kondisi aktual. Hasil menunjukkan bahwa lapisan yang tidak memenuhi ketebalan rencana mengalami penurunan daya dukung struktural lebih cepat dari umur rencana yang telah ditetapkan.	Ketebalan lapisan perkerasan, volume lalu lintas, daya dukung struktural, umur layanan jalan.

No	Nama	Judul	Metode	Pembahasan	Variabel yg dipakai
8	Prasetyo & Widjaja (2022)	Analisis Deviasi Ketebalan Lapisan Aspal AC-WC Berdasarkan Uji Core Drill pada Jalan Arteri Kota Surabaya	Core drill pada 40 titik di tiga ruas jalan arteri, kemudian dianalisis menggunakan statistik deskriptif dan uji t satu sampel terhadap standar Bina Marga 2018.	Penelitian menemukan bahwa rata-rata ketebalan lapisan AC-WC pada ruas jalan arteri di Surabaya sebesar 3,8 cm, di bawah standar minimum 4,0 cm. Sebanyak 42,5% titik pengujian tidak memenuhi spesifikasi. Deviasi terbesar terjadi pada segmen dengan intensitas kendaraan berat tinggi. Penelitian menyimpulkan perlunya pengawasan ketat selama proses pelaksanaan pengaspalan untuk meminimalkan deviasi ketebalan dari spesifikasi desain.	Ketebalan lapisan AC-WC, deviasi tebal, core drill, intensitas lalu lintas berat, spesifikasi Bina Marga.

No	Nama	Judul	Metode	Pembahasan	Variabel yg dipakai
9	Santoso & Rachman (2023)	Evaluasi Kepadatan Lapisan Aus (AC-WC) dengan Metode Core Drill dan Hubungannya dengan Kerusakan Permukaan Jalan	Pengambilan sampel core drill pada 50 titik di empat ruas jalan provinsi, kemudian nilai kepadatan dikorelasikan dengan jenis kerusakan permukaan menggunakan analisis regresi linier.	Penelitian ini mengevaluasi tingkat kepadatan lapisan AC-WC dan korelasinya terhadap jenis kerusakan permukaan yang terjadi. Hasil menunjukkan korelasi negatif yang signifikan antara nilai kepadatan dan tingkat kerusakan: semakin rendah kepadatan, semakin tinggi intensitas kerusakan berupa retak, rutting, dan lubang. Kepadatan di bawah 95% secara konsisten berkaitan dengan kerusakan dini yang muncul dalam 2–3 tahun pertama masa layanan jalan.	Kepadatan lapisan AC-WC, core drill, jenis kerusakan permukaan, regresi linier, retak, rutting.
10	Nugroho & Arifin (2024)	Studi Komparatif Ketebalan dan Kepadatan Lapisan Perkerasan Aspal pada Berbagai Kelas Jalan di Jawa Tengah Menggunakan Uji Core Drill	Pengujian core drill pada jalan nasional, provinsi, dan kabupaten dengan masing-masing 15 titik sampel. Data dianalisis menggunakan uji One-Way ANOVA untuk	Penelitian ini membandingkan kondisi ketebalan dan kepadatan lapisan aspal di berbagai kelas jalan. Hasil ANOVA menunjukkan perbedaan signifikan antar kelas jalan ($F = 8{,}73$; $p < 0{,}05$). Jalan nasional memiliki nilai kepadatan tertinggi rata-rata	Ketebalan lapisan aspal, kepadatan, core drill, kelas jalan, uji ANOVA, kontrol mutu konstruksi.

No	Nama	Judul	Metode	Pembahasan	Variabel yg dipakai
			membandingkan ketebalan dan kepadatan antar kelas jalan.	97,2%, sementara jalan kabupaten hanya 93,1%. Ketebalan lapisan juga bervariasi signifikan dengan jalan kabupaten cenderung memiliki ketebalan di bawah standar. Penelitian merekomendasikan peningkatan pengawasan mutu pada jalan kelas kabupaten.	