

**ANALISIS KARAKTERISTIK MEKANIS KONSTRUKSI LAPIS PERMUKAAN  
JALAN DI KABUPATEN JENEPONTO**



**MUHAMMAD FELAYUTAN NALA  
D011 17 1811**

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
GOWA  
2024**



**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS KARAKTERISTIK MEKANIS KONSTRUKSI LAPIS  
PERMUKAAN JALAN DI KABUPATEN JENEPONTO**

***ANALYSIS OF MECHANICAL CHARACTERISTICS OF ROAD SURFACE  
LAYER CONSTRUCTION IN JENEPONTO DISTRICT***

**MUHAMMAD FELAYUTAN NALA  
D011 17 1811**



**PROGRAM SARJANA TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
GOWA  
2024**

**ANALISIS KARAKTERISTIK MEKANIS KONSTRUKSI LAPIS  
PERMUKAAN JALAN DI KABUPATEN JENEPONTO**

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program Studi Sarjana Teknik Sipil

Disusun dan diajukan oleh

MUHAMMAD FELAYUTAN NALA  
D011 17 1811

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
GOWA  
2024**

**LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR)****ANALISIS KARAKTERISTIK MEKANIS KONSTRUKSI LAPISAN PERMUKAAN  
JALAN DI KABUPATEN JENEPONTO****Disusun dan diajukan oleh:****MUHAMMAD FELAYUTAN NALA****D011 17 1811**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 31 Juli 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Ketua Program Studi,

**Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge, ST, M.Eng**

NIP: 196805292002121002

Menyetujui,  
Pembimbing Utama,**Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, ST.,MT.,IPM.,AER**

NIP: 19730926 200012 1 002

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Felayutan Nala  
NIM : D011 17 1811  
Program Studi : Teknik Sipil  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulis saya berjudul

**ANALISIS KARAKTERISTIK MEKANIS KONSTRUKSI LAPIS PERMUKAAN JALAN  
DI KABUPATEN JENEPONTO**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 10 Oktober 2024

Yang Menyatakan



Muhammad Felayutan Nala

## KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrohim. Puji dan Syukur kita panjatkan kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala, Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "**Analisis Karakteristik Mekanis Konstruksi Lapis Permukaan Jalan Dikabupaten Jeneponto**" sebagai salah satu syarat yang diajukan untuk menyelesaikan studi pada Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa banyak kendala yang dihadapi dalam penyusunan tugas akhir ini, namun itu semua tidak lepas dari bimbingan, bantuan dan dukungan dari banyak pihak. Oleh karena itu, dengan ketulusan dan kerendahan hati, penulis mengucapkan banyak terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. **Allah Subhanahu Wa Ta'ala** dengan segala rahmat serta Karunia-Nya yang memberikan kemudahan dan kekuatan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua tercinta, yaitu ayahanda **Julanda Nala** dan ibunda **Inriany Nala, S.E.** yang telah membantu penulis dalam bentuk perhatian, kasih sayang, serta segala dukungan yang engkau berikan selama ini, baik materil maupun spiritual, karena penulis tidak dapat sampai di titik ini jika tanpa doa dan ridho mereka.
3. Bapak **Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, S.T, M.T., IPM., AER** selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Sekaligus Sebagai Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan arahan dari awal hingga terselesaikannya tugas akhir ini
4. Bapak **Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge, S.T., M.Eng.**, selaku Ketua Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
5. Bapak **Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, S.T, M.T., IPM., AER** selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan arahan dari dan hingga terselesainya tugas akhir ini.
6. Ibu **Ir. Hijriyanti Yatmar, S.T., M. Eng.**, selaku Dosen Transport Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang selalu memberikan saya masukan, dukungan, dan motivasi, serta bertukar pikiran selama pengerjaan tugas akhir ini.
7. Seluruh dosen Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
8. Seluruh staf dan karyawan Departemen Teknik Sipil, staf dan karyawan Fakultas Teknik serta staf Laboratorium dan asisten Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
9. **Andi Muh Zulkifli, S.T., Nijynsco Kaleb, S.T.** selaku teman seperjuangan selama perkuliahan.
10. **Muhammad Ilham Rachmadi, Muhammad Irfansyah, Ahcmad Akbar Ramadhan, Andi Aidil Alif Kaharuddin, Qadry Gufri, S.T., Alham Syahputra, Muhammad Arfan**, selaku keluarga yang sering menyemangati dan memotivasi saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini
11. Rekan-rekan beserta adinda di **LANTANG 09 FAMILY**, yang senantiasa membantu, serta memberikan semangat dan dorongan dalam penyelesaian tugas akhir ini.

12. Serta semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu-persatu yang telah mendukung penulis dalam pengerjaan tugas akhir ini.

Akhir kata penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu penulis mengharapkan masukan dari semua pihak. Semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat bagi siapapun yang membacanya.

Gowa, 10 Oktober 2024

Muhammad Felayutan Nala

## ABSTRAK

Sejarah perkerasan jalan dimulai bersamaan dengan sejarah umat manusia itu sendiri dalam usaha memenuhi kebutuhan hidup dan berkomunikasi dengan sesama. Perkembangan sistem struktur perkerasan jalan saling terkait dengan peningkatan mutu kehidupan dan teknologi yang ditemukan umat manusia. Pada awalnya jalan hanyalah berupa jejak manusia yang mencari kebutuhan hidup, termasuk sumber air. Setelah manusia mulai hidup berkelompok, jejak-jejak itu berubah menjadi jalan setapak. Dengan digunakannya hewan sebagai alat transportasi, permukaan jalan dibuat rata dan diperkeras dengan batu. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kondisi dan karakteristik mekanis dari lapisan permukaan jalan di Kabupaten Jeneponto, yang mengalami kerusakan parah, seperti retak dan berlubang, akibat berbagai faktor seperti intensitas lalu lintas, kualitas konstruksi, dan sistem drainase yang tidak memadai. Melalui analisis ini, penulis berupaya untuk memberikan informasi yang berguna bagi pemerintah daerah dalam merumuskan strategi perbaikan yang efektif guna meningkatkan kualitas infrastruktur jalan. Penelitian ini juga mencakup pengujian stabilitas dan kelelahan pada konstruksi lapis permukaan jalan untuk memahami lebih dalam penyebab kerusakan dan mencari solusi yang tepat. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat membantu dalam pengambilan kebijakan yang lebih baik terkait pemeliharaan dan pembangunan jalan di wilayah tersebut.

**Kata Kunci:** Karakteristik Mekanis, Konstruksi Lapis Permukaan Jalan, Pengujian Laboratoris

## ABSTRACT

The history of road pavement began alongside the history of humanity itself in an effort to meet the needs of life and communicate with one another. The development of road pavement structure systems is interconnected with the improvement of quality of life and the technologies discovered by humans. Initially, roads were merely paths made by humans seeking resources, including water sources. As humans began to live in groups, these paths evolved into footpaths. With the use of animals as transportation tools, the road surfaces were leveled and strengthened with stones. This research aims to evaluate the condition and mechanical characteristics of the road surface layers in Jeneponto District, which have suffered severe damage, such as cracks and potholes, due to various factors such as traffic intensity, construction quality, and inadequate drainage systems. Through this analysis, the author seeks to provide useful information for local government in formulating effective repair strategies to improve road infrastructure quality. This research also includes testing stability and ductility in road surface layer construction to gain a deeper understanding of the causes of damage and to find appropriate solutions. The results of this study are expected to assist in better policy-making related to the maintenance and development of roads in the region.

**Keywords:** Mechanical Characteristics, Road Surface Layer Construction, Laboratory Testing

## DAFTAR ISI

|  |      |
|--|------|
| HALAMAN SAMPUL   |      |
| LEMBAR PENGESAHAN .....  | iii  |
| PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA .....           | iv   |
| KATA PENGANTAR .....   | v    |
| ABSTRAK.....   | vii  |
| ABSTRACT .....   | viii |
| DAFTAR ISI.....  | ix   |
| DAFTAR TABEL.....  | x    |
| DAFTAR GAMBAR .....  | xi   |
| BAB I PENDAHULUAN .....  | 1    |
| 1.1 Latar Belakang.....  | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah.....   | 2    |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....  | 2    |
| 1.4 Manfaat Penelitian .....   | 2    |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....  | 3    |
| 2.1 Pengertian Jalan.....  | 3    |
| 2.2 Perkerasan Jalan.....  | 3    |
| 2.3 Fungsi Perkerasan Jalan .....                                    | 4    |
| 2.4 Kinerja Struktur Perkerasan Jalan .....                          | 4    |
| 2.5 Jenis Konstruksi Perkerasan Jalan.....                           | 5    |
| 2.6 Bahan Perkerasan Jalan .....                                     | 7    |
| 2.7 Jenis dan Kemungkinan Penyebab Kerusakan Perkerasan Lentur ..... | 12   |
| 2.8 Spesifikasi Pengujian.....                                       | 14   |
| BAB III METODE PENELITIAN .....                                      | 17   |
| 3.1 Metode Penelitian .....  | 17   |
| 3.2 Survey Lapangan.....   | 17   |
| 3.3 Pengumpulan Data .....   | 17   |
| 3.4 Pengumpulan Sampel .....   | 17   |
| 3.5 Pengujian Density.....   | 17   |
| 3.6 Pengujian Ekstrasi Test .....                                    | 20   |
| 3.7 Pengujian Marshall .....   | 22   |
| 3.8 Hasil Pengujian.....   | 24   |
| 3.9 Langkah-langkah Penelitian .....                                 | 24   |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....                                    | 25   |
| 4.1 Hasil Penelitian .....   | 25   |
| 4.2 Pembahasan .....   | 38   |
| BAB V KESIMPULAN.....  | 39   |
| 5.1 Kesimpulan.....  | 39   |
| DAFTAR PUSTAKA .....   | 40   |

## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| Tabel 2.1 Tebal Nominal Minimum Campuran Beraspal .....  | 14 |
| Tabel 2.2 ketentuan kepadatan .....  | 14 |
| Tabel 2.3 Ketentuan Sifat-sifat Campuran Laston .....  | 15 |
| Tabel 2.4 Toleransi Komposisi Campuran.....  | 15 |
| Tabel 2.5 Ketentuan Sifat-sifat Campuran Laston (AC).....  | 16 |
| Tabel 4.1 Laston AC – BC pada ruas Mangaungi-Munte-Mangepong (STA 100 – 1000) .....                            | 25 |
| Tabel 4.2 Laston AC – BC pada ruas Mangaungi-Munte-Mangepong (STA 1100 – 2000) .....                           | 26 |
| Tabel 4.3 Laston AC – BC pada ruas Mangaungi-Munte-Mangepong (STA 2100 – 3000) .....                           | 27 |
| Tabel 4.4 Laston AC – BC pada ruas Mangaungi-Munte-Mangepong (STA 3100 – 4000) .....                           | 28 |
| Tabel 4.5 Laston AC – BC pada ruas Mangaungi-Munte-Mangepong (STA 4100 – 5000) .....                           | 29 |
| Tabel 4.6 Density AC-BC pada ruas Mangaungi-Munte-Mangepong Jalan di Kabupaten Jeneponto STA 100 – 2000 .....  | 30 |
| Tabel 4.7 Density AC-BC pada ruas Mangaungi-Munte-Mangepong Jalan di Kabupaten Jeneponto STA 2100 - 5200 ..... | 31 |
| Tabel 4.8 Laston AC – WC pada ruas Mangepong-Bululoe (STA 100 – 600).....                                      | 32 |
| Tabel 4.9 Laston AC – WC pada ruas Mangepong-Bululoe (STA 700 – 1620).....                                     | 33 |
| Tabel 4.10 Density AC-WC pada ruas Mangepong-Bululoe Jalan di Kabupaten Jeneponto STA 100 - 600.....           | 33 |
| Tabel 4.11 Density AC-WC pada ruas Mangepong-Bululoe Jalan di Kabupaten Jeneponto STA 700 - 1620.....          | 34 |
| Tabel 4.12 Rekapitulasi Kadar Aspal Laston AC-BC pada ruas Mangaungi-Munte-Mangepong .....                     | 35 |
| Tabel 4.13 Rekapitulasi Kadar Aspal Laston AC-WC pada ruas Mangepong-Bululoe .....                             | 35 |
| Tabel 4.14 Rekapitulasi Hasil Pengujian Marshall pada ruas Mangaungi-Munte-Mangepong .....                     | 36 |
| Tabel 4.15 Rekapitulasi Hasil Pengujian Marshall pada ruas Mangepong-Bululoe.                                  | 37 |

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| Gambar 2.1 Susunan lapis konstruksi perkerasan lentur .....  | 5  |
| Gambar 2.2 Susunan lapis konstruksi perkerasan kaku.....   | 7  |
| Gambar 2.3 Susunan lapis konstruksi perkerasan komposit.....   | 7  |
| Gambar 3.1 Alat – Alat Pengujian, (a) <i>coredrill</i> , (b) Termometer, (c) Oven, (d) Timbangan Digital, (e) Timbangan Neraca, (f) jangka sorong .....                  | 18 |
| Gambar 3.2 Bagan alir pengujian denstiy.....   | 19 |
| Gambar 3.3 Marshall Compression Machine .....  | 20 |
| Gambar 3.4 Bagan alir pengujian ekstraksi.....   | 21 |
| Sumber: (Ramli, et al., 2022).....   | 21 |
| Gambar 3.5 Alat Pengujian, (a) <i>Marshall compression test</i> , (b) <i>Waterbath</i> , (c) Alat pengukur Deformasi, (d) Alat pemadat, (e) Cetakan <i>bricket</i> ..... | 23 |
| Gambar 3.6 Bagan alir pengujian marshall .....   | 23 |
| Sumber: (Ramli, et al., 2022).....   | 23 |
| Gambar 3.7 Bagan Alir Penelitian .....   | 24 |

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Sejarah perkerasan jalan dimulai bersamaan dengan sejarah umat manusia itu sendiri dalam usaha memenuhi kebutuhan hidup dan berkomunikasi dengan sesama. Perkembangan sistem struktur perkerasan jalan saling terkait dengan peningkatan mutu kehidupan dan teknologi yang ditemukan umat manusia. Pada awalnya jalan hanyalah berupa jejak manusia yang mencari kebutuhan hidup, termasuk sumber air. Setelah manusia mulai hidup berkelompok, jejak-jejak itu berubah menjadi jalan setapak. Dengan digunakannya hewan sebagai alat transportasi, permukaan jalan dibuat rata dan diperkeras dengan batu.

Teknologi perkerasan jalan berkembang pesat sejak ditemukannya roda sekitar 3500 tahun sebelum Masehi di Mesopotamia dan pada zaman keemasan Romawi. Pada saat itu jalan dibangun dalam beberapa lapisan perkerasan terutama dari pasangan batu, yang secara keseluruhan lebih tebal dari struktur perkerasan jalan saat ini, walaupun belum menggunakan aspal ataupun semen sebagai bahan pengikat.

Infrastruktur jalan berperan penting dalam memperlancar pergerakan dan transportasi individu, komoditas, dan jasa. Infrastruktur jalan yang efisien akan meningkatkan pergerakan barang dan orang, meningkatkan keselamatan pengguna jalan, dan mendorong pembangunan ekonomi. Namun demikian, seiring berjalannya waktu dan meningkatnya penggunaan jalan, jalan dapat mengalami kerusakan. Kerusakan jalan dapat disebabkan oleh banyak variabel, termasuk intensitas lalu lintas, kondisi cuaca buruk, dan kualitas konstruksi.

Kondisi jalan di Kabupaten Jeneponto, salah satu kabupaten di Sulawesi Selatan, menjadi perhatian. Beberapa jalan di Jeneponto mengalami kerusakan parah, retak, berlubang, dan permukaannya tidak rata. Hal ini menyebabkan kemacetan, tabrakan, dan kerusakan kendaraan. Kerusakan jalan yang parah di Jeneponto telah menarik perhatian besar dari media dan masyarakat setempat.

Kerusakan jalan di Jeneponto tidak hanya menghambat kelancaran arus kendaraan tetapi juga mengakibatkan kerugian ekonomi bagi kota tersebut. Pengemudi harus mengeluarkan biaya tambahan untuk memperbaiki mobil mereka yang rusak akibat lubang jalan. Lebih jauh lagi, kerusakan jalan dapat menyebabkan penurunan nilai properti di sekitar area jalan yang terkena dampak.

Analisis fitur mekanis konstruksi lapisan permukaan jalan di Kabupaten Jeneponto sangat penting untuk memahami permasalahan jalan yang ada dan mengembangkan metode perbaikan yang tepat. Analisis ini dapat membantu pemerintah daerah dalam merumuskan langkah-langkah yang tepat untuk meningkatkan kualitas jalan di Jeneponto.

Lapisan perkerasan jalan akan rusak lebih cepat dari umur rencana yang diharapkan karena permintaan layanan transportasi yang semakin meningkat baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Penelitian ini dilakukan untuk menyelidiki salah satu faktor penyebab kerusakan lapisan permukaan jalan. Kerusakan perkerasan

jalan biasanya disebabkan oleh sistem drainase yang tidak memadai, volume beban lalu lintas, air, iklim, kondisi tanah dasar yang tidak stabil, bahan konstruksi perkerasan jalan, sistem pengolahan material yang tidak memadai, dan proses pemadatan yang tidak memadai, antara lain.

Berdasarkan latar belakang yang ada, perlu dilakukan analisis karakteristik mekanis konstruksi lapis permukaan jalan di Kabupaten Jeneponto untuk mengetahui kondisi jalan saat ini dan merumuskan strategi perbaikan yang tepat. Analisis ini dapat membantu pemerintah daerah dalam mengambil kebijakan yang tepat untuk meningkatkan kualitas jalan di Jeneponto, yang dituangkan pada skripsi berjudul ” **ANALISIS KARAKTERISTIK MEKANIS KONSTRUKSI LAPIS PERMUKAAN JALAN DI KABUPATEN JENEPONTO**”.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang diatas maka dapat dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik mekanis konstruksi lapis permukaan jalan di Kabupaten Jeneponto?
2. Bagaimana stabilitas dan kelelahan pada konstruksi lapis permukaan jalan di Kabupaten Jeneponto?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Rumusan masalah di atas menunjukkan bahwa tujuan penelitian diperlukan untuk menjawab rumusan masalah yang terjadi. Sebagai contoh, tujuan penelitian dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui nilai-nilai karakteristik mekanis konstruksi lapis permukaan jalan di Kabupaten Jeneponto.
2. Untuk menentukan stabilitas dan kelelahan konstruksi lapis permukaan jalan di Kabupaten Jeneponto.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menawarkan beberapa manfaat seperti:

1. Memberikan informasi yang akurat tentang kondisi karakteristik mekanis konstruksi lapis permukaan jalan di Kabupaten Jeneponto.
2. Memberikan pemahaman yang lebih baik tentang faktor-faktor yang mempengaruhi karakteristik mekanis konstruksi lapis permukaan jalan.
3. Menjadi dasar untuk merumuskan strategi perbaikan dan pemeliharaan jalan yang tepat dan efektif di Kabupaten Jeneponto.
4. Meningkatkan keselamatan pengguna jalan dan mendorong pertumbuhan ekonomi di Kabupaten Jeneponto.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Jalan**

Jalan berarti infrastruktur yang mendukung dan berperan penting dalam sektor transportasi. "Jalan adalah sarana transportasi darat yang meliputi semua komponen jalan, termasuk struktur pendukung dan perlengkapannya yang ditujukan untuk lalu lintas, yang berada di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah atau air serta di atas permukaan air, kecuali rel kereta api, jalur truk, dan jalur kabel" (Kemenetrian PUPR, 2004).

Jalan menjadi bagian infrastruktur transportasi memiliki peran penting dalam bidang ekonomi, sosial budaya, lingkungan alam, politik, pertahanan dan keamanan, serta digunakan untuk sebesar-besarnya kemakmuran masyarakat. Jalan menjadi infrastruktur distribusi barang dan jasa artinya urat nadi kehidupan warga, bangsa, serta negara. Jalan merupakan satu kesatuan sistem jaringan jalan menghubungkan dan mengikat seluruh wilayah Republik Indonesia (Kemenetrian PUPR, 2004).

Berdasarkan UU RI No 38 Tahun 2004 jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, diatas permukaan tanah, dibawah permukaan tanah atau air, serta diatas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel. Sedang berdasarkan UU RI No 22 Tahun 2009 tentang Lalu lintas dan Angkutan Jalan yang diundangkan setelah UU No 38 mendefisikan jalan adalah seluruh bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukan bagi lalu lintas umum, yang berada pada permukaan tanah, diatas permukaan tanah, dibawah permukaan tanah atau air, serta diatas permukaan air, kecuali jalan rel dan jalan kabel (Nurokhman, Suryanto, & Tsany, 2022).

#### **2.2 Perkerasan Jalan**

Perkerasan jalan sudah sejak lama dikenal manusia, dimulai sekitar 3500 tahun sebelum Masehi saat ditemukannya roda untuk kendaraan. Yang dimaksud dengan perkerasan jalan adalah suatu struktur perkerasan diletakkan di atas tanah dasar berfungsi untuk menampung beban lalu lintas yang melewatinya. Secara garis besar klasifikasi jalan dibedakan atas fungsional dan struktural, bila ditinjau dari fungsinya sistim jaringan jalan dibedakan atas sistim jaringan jalan primer dan sistim jaringan jalan sekunder, yang dibedakan dari peranan jasa distribusi untuk pengembangan wilayahnya, sedangkan bila ditinjau dari klasifikasi berdasarkan struktural jalan dibedakan tergantung dari beban lalu-lintas yang dapat dipikulnya (Dunggio, Husnan, & Rachman, 2017)

Perkerasan jalan raya terdiri dari berlapis- lapis supaya beban kendaraan yang melalui bisa diteruskan kelapisan dibawahnya. Lapisan permukaan jalan umumnya memakai material kualitas bagus serta lapisan di bawahnya kualitasnya menurun sebab beban yang diterimanya tidak sebesar beban yang diteruskan pada lapisan permukaan jalan (Musli, 2021)

Perkerasan jalan merupakan bagian dari lalu lintas yang apabila kita cermati dengan cara struktural pada penampang melintang jalan merupakan penampang struktur dalam peran yang sangat sentral dalam suatu badan jalan (Saodang, 2004).

Menurut Sukirman, S (2010) dalam perencanaan harus diperhitungkan semua faktor- faktor yang bisa mempengaruhi fungsi dari pelayanan konstruksi perkerasan jalan semacam fungsi jalan, daya tahan perkerasan, umur rencana, lalu lintas, sifat dasar tanah, situasi lingkungan, sifat serta material dilokasi sebagai bahan lapisan perkerasan serta struktur geometrik lapisan perkerasan jalan.

### 2.3 Fungsi Perkerasan Jalan

Secara umum fungsi utama perkerasan jalan adalah:

- Menyediakan lahan untuk pergerakan barang dan manusia dengan rasa aman, nyaman dan sesuai dengan kebutuhan serta irit.
- Melindungi subgrade dengan lapisan kedap air untuk mencegah air permukaan menginfiltrasi ke dalam subgrade dan melemahkannya.
- Menahan tegangan regangan yang disebabkan oleh beban lalu-lintas dan cuaca dan memindahkannya pada subgrade dengan batas-batas tertentu, dengan kata lain perkerasan melindungi subgrade dari distribusi beban lalu lintas yang terkonsentrasi sehingga terhindar dari tegangan yang berlebih.

Untuk memenuhi tuntutan di atas dalam upaya mendukung beban lalu-lintas, konstruksi perkerasan jalan harus mempunyai kekuatan yang cukup pada setiap lapisan (Dunggio, Husnan, & Rachman, 2017).

### 2.4 Kinerja Struktur Perkerasan Jalan

Menurut Sukirman, S (2010) Pada struktur perkerasan jalan menjadi komponen berasa prasana kendaraan sebagai berikut:

1. kelelahan (fatigue resistance) adalah salah satu aspek penting dalam desain dan konstruksi perkerasan jalan. Kelelahan mengacu pada kemampuan perkerasan untuk tahan terhadap beban berulang dari lalu lintas kendaraan yang melewati jalan. Beban berulang ini bisa menyebabkan tegangan dan deformasi berulang pada perkerasan, yang pada akhirnya dapat menyebabkan terbentuknya retak-retak mikro.
2. Menciptakan rasa nyaman dan aman bagi pengguna jalan merupakan hal yang sangat penting dalam desain dan konstruksi perkerasan jalan. Untuk mencapai tujuan tersebut, permukaan perkerasan harus memenuhi beberapa persyaratan, termasuk kesat, tahan selip, dan tidak mengkilap.

Supaya struktur perkerasan jalan kokoh selama masa pelayanan, aman, dan nyaman bagi pengguna jalan maka (Sukirman, Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur, 2010):

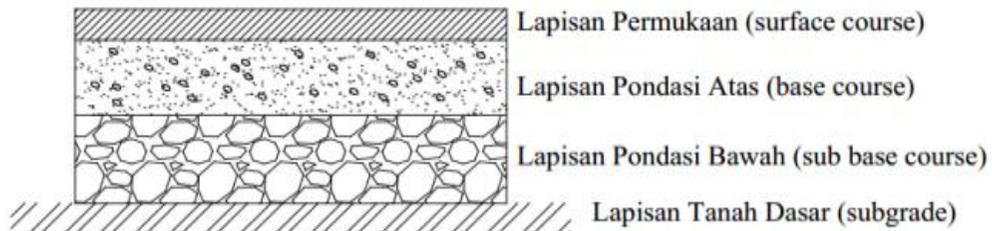
1. Pemilihan jenis perkerasan serta perencanaan tebal perkerasan perlu memperhatikan daya dukung tanah dasar, beban lalu lintas, keadaan lingkungan, masa pelayanan atau umur rencana, ketersediaan dan karakteristik material pembentuk perkerasan jalan di sekitar lokasi.

2. Analisis dan rancangan campuran dari bahan yang tersedia perlu memperhatikan mutu dan jumlah bahan setempat sehingga sinkron menggunakan spesifikasi pekerjaan dari jenis lapisan perkerasan.
3. Pengawasan pelaksanaan pekerjaan sesuai prosedur pengawasan yang ada, dengan memperhatikan sistem penjaminan mutu pelaksanaan jalan sesuai spesifikasi pekerjaan. Pemilihan jenis lapisan perkerasan dan perencanaan tebal perkerasan, analisis campuran yang baik, belum menjamin di dapatkan perkerasan yang memenuhi apa yang di inginkan, jika pelaksanaan dan pengawasan tidak dilakukan dengan cermat sesuai prosedur serta spesifikasi jalan.
4. Pemeliharaan jalan selama masa pelayanan perlu dilakukan secara periodik sehingga umur rencana bisa tercapai. Pemeliharaan meliputi tidak saja struktur perkerasan jalan, namun juga drainase di sekitar lokasi tersebut.

## 2.5 Jenis Konstruksi Perkerasan Jalan

### 2.5.1. Konstruksi Perkerasan Lentur (*Fleksibel Pavement*)

Menurut Sukirman, S (1999) Perkerasan Lentur Jalan Raya, struktur perkerasan lentur terdiri dari lapisan- lapisan yang diletakkan di atas tanah dasar yang sudah dipadatkan. Lapisan-lapisan itu berperan guna menerima beban lalu lintas untuk kemudian disebarkan ke lapisan dibawahnya. Lapisan-lapisan konstruksi perkerasan lentur antara lain:



Gambar 2.1 Susunan lapis konstruksi perkerasan lentur

- a. Lapisan permukaan (*surface course*)  
Lapisan permukaan yang terletak paling atas dari permukaan jalan dan berfungsi sebagai:
  - Lapis perkerasan penahan beban roda, lapisan yang memiliki stabilitas tinggi guna menahan beban roda selama masa pelayanan.
  - Lapis kedap air, sehingga air hujan yang jatuh di atasnya tidak meresap ke lapisan yang terdapat dibawahnya serta melemahkan lapisan-lapisan tersebut.
  - Lapis aus (*wearing course*), lapisan yang langsung menahan gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus.
  - Lapis yang menyebarkan beban ke lapisan bawah, sehingga dapat dipikul oleh lapisan lain yang mempunyai daya dukung yang lebih jelek.

b. Lapisan pondasi atas (*base course*)

Lapisan perkerasan yang terletak diantara lapis pondasi dan lapis permukaan dinamakan lapis pondasi atas (*base course*). Fungsi lapisan pondasi atas ini antara lain sebagai:

- Bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkannya ke lapisan di bawahnya.
- Lapisan peresapan untuk lapisan pondasi bawah.
- Bantalan terhadap lapisan permukaan.

c. Lapisan pondasi bawah (*subbase course*)

Lapisan perkerasan yang terletak antara lapis pondasi atas dan tanah dasar dinamakan lapis pondasi bawah (*subbase*). Lapis pondasi bawah ini berfungsi sebagai:

- Bagian dari konstruksi perkerasan untuk menyebarkan beban roda ke tanah dasar. Efisiensi penggunaan material, dimana material pondasi bawah relatif murah dibandingkan dengan lapisan perkerasan yang ada di atasnya.
- Mengurangi tebal lapisan yang ada di atasnya yang lebih mahal.
- Lapis peresapan, agar air tanah berkumpul di pondasi.
- Lapisan pertama, agar pekerjaan dapat berjalan lancar. Maka hal ini sehubungan dengan kondisi lapangan yang memaksa harus segera menutup tanah dasar dari pengaruh cuaca, atau lemahnya daya dukung tanah dasar menahan roda-roda alat berat/besar.
- Lapisan untuk mencegah partikel-partikel halus dari tanah dasar naik ke lapis pondasi atas.

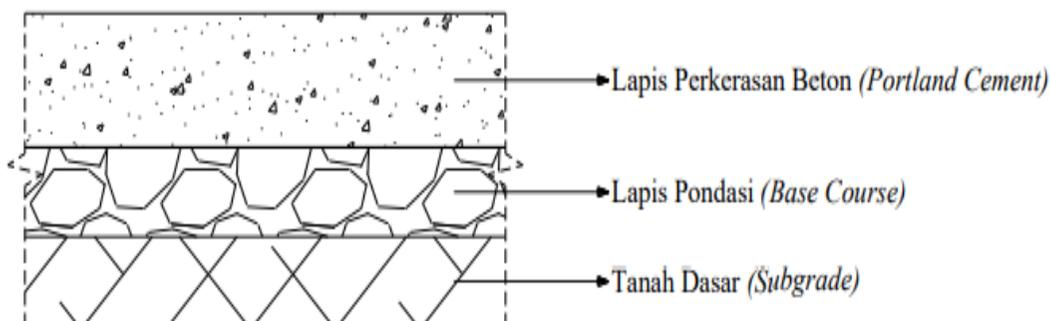
d. Lapisan tanah dasar (*subgrade*)

Lapisan tanah dasar berupa tanah asli yang dipampatkan kalau aslinya bagus, tanah yang didatangkan dari tempat lain serta dipampatkan ataupun tanah asli yang distabilitasi dengan kapur ataupun materi yang lain. Pemadatan yang bagus didapat kalau dilakukan pada kandungan air optimum serta diusahakan kandungan air tersebut selama umur rencana. Ditinjau dari muka tanah asli, maka lapisan tanah dasar dibedakan:

- Lapisan tanah dasar dan tanah galian.
- Lapisan tanah galian dan tanah timbunan.
- Lapisan tanah dasar dan tanah asli.

### 2.5.2. Konstruksi Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

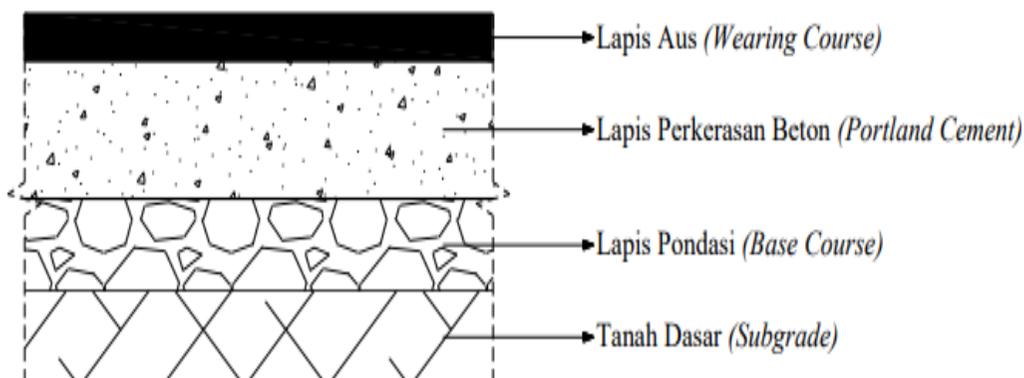
Menurut Sukirman, S (1999), Perkerasan Kaku Jalan Raya, Beranggapan kalau konstruksi perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) ialah perkerasan yang menggunakan semen (*portland cement*) selaku materi pengikat. *Rigid pavement* ataupun Perkerasan Kaku merupakan suatu lapisan konstruksi perkerasan dimana sebagai lapisan atas yang menggunakan pelat beton yang terletak di atas pondasi ataupun diatas tanah dasar pondasi ataupun langsung di atas tanah dasar (*subgrade*). Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton.



Gambar 2.2 Susunan lapis konstruksi perkerasan kaku

### 2.5.3. Perkerasan Komposit (*Composite Pavement*)

Menurut Sukirman, S (1999) menerangkan kalau konstruksi perkerasan komposit (*Composite Pavement*) ialah perkerasan kaku yang digabungkan dengan perkerasan lentur bisa berbentuk perkerasan lentur di atas perkerasan kaku ataupun perkerasan kaku di atas perkerasan lentur.



Gambar 2.3 Susunan lapis konstruksi perkerasan komposit

## 2.6 Bahan Perkerasan Jalan

### 2.6.1 Agregat

Menurut Dunggio, A. H. (2017) Agregat bisa diperoleh dari agregat alam, agregat melalui proses pengolahan dan agregat buatan. Agregat alam adalah batuan yang langsung bisa digunakan sebagai bahan perkerasan, agregat melalui proses pengolahan adalah batuan sebelum digunakan, perlu dilakukan pengolahan dengan cara dipecah sesuai ukuran yang dikehendaki sedangkan agregat buatan adalah batuan yang diperoleh dari hasil pengolahan secara fisika.

#### a. Agregat Kasar

- Fraksi agregat kasar untuk rancangan campuran adalah yang tertahan ayakan No.8 (2,36 mm) yang dilakukan secara basah dan harus bersih,

keras, awet dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya dan memenuhi ketentuan yang diberikan.

- Fraksi agregat kasar harus dari batu pecah dan disiapkan dalam ukuran nominal sesuai dengan jenis campuran yang direncanakan. Ukuran maksimum (maximum size) agregat adalah satu ayakan yang lebih besar dari ukuran nominal maksimum (nominal maximum size). Ukuran nominal maksimum adalah satu ayakan yang lebih kecil dari ayakan pertama (teratas) dengan bahan tertahan kurang dari 10 %.
  - Angularitas agregat kasar didefinisikan sebagai persen terhadap berat agregat yang lebih besar dari 4,75 mm dengan muka bidang pecah satu atau lebih.
  - Agregat kasar untuk Latasir kelas A dan B boleh dari kerikil yang bersih.
- b. Agregat Halus
- Agregat halus dari sumber bahan manapun, harus terdiri dari pasir atau hasil pengayakan batu pecah dan terdiri dari bahan yang lolos ayakan No.8 (2.36 mm)
  - Fraksi agregat halus pecah mesin dan pasir harus ditempatkan terpisah dari agregat kasar.
  - Pasir dapat digunakan dalam campuran aspal. Persentase maksimum yang disarankan untuk Laston (AC) adalah 15%.
  - Agregat halus harus merupakan bahan yang bersih, keras, bebas dari lempung, atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya. Batu pecah halus harus diperoleh dari batu yang memenuhi ketentuan mutu. Agar dapat memenuhi ketentuan Pasal ini batu pecah halus harus diproduksi dari batu yang bersih. Bahan halus dari pemasok pemecah batu (crusher feed) harus diayak dan ditempatkan tersendiri sebagai bahan yang tak terpakai (kulit batu) sebelum proses pemecahan kedua (secondary crushing).
  - Agregat pecah halus dan pasir harus ditumpuk terpisah dan harus dipasok ke instalasi pencampur aspal dengan menggunakan pemasok penampung dingin (cold bin feeds) yang terpisah sedemikian rupa sehingga rasio agregat pecah halus dan pasir dapat dikontrol dengan baik.
- c. Bahan Pengisi (*Filler*) untuk Campuran Aspal
- Bahan pengisi yang ditambahkan terdiri atas debu batu kapur (limestone dust), semen portland, abu terbang, abu tanur semen atau bahan non plastis lainnya dari sumber yang disetujui oleh Direksi Pekerjaan. Bahan tersebut harus bebas dari bahan yang tidak dikehendaki.
  - Bahan pengisi yang ditambahkan harus kering dan bebas dari gumpalan-gumpalan dan bila diuji dengan pengayakan sesuai SK SNI M-02-1994-03 harus mengandung bahan yang lolos ayakan No.200 (75 micron) tidak kurang dari 75 % terhadap beratnya.
  - Bilamana kapur tidak terhidrasi atau terhidrasi sebagian, digunakan sebagai bahan pengisi yang ditambahkan maka proporsi maksimum yang diijinkan adalah 1,0 % dari berat total campuran aspal.

#### d. Gradasi Agregat Gabungan

- Gradasi agregat gabungan untuk campuran aspal, ditunjukkan dalam persen terhadap berat agregat, harus memenuhi batas-batas dan harus berada di luar Daerah Larangan (*Restriction Zone*)
- Gradasi seragam (*uniform graded*) adalah agregat dengan ukuran yang hampir sama/sejenis atau mengandung agregat halus yang sedikit jumlahnya sehingga tidak dapat mengisi rongga antar agregat. Gradasi seragam disebut juga gradasi terbuka. Agregat dengan gradasi seragam akan menghasilkan lapisan perkerasan dengan sifat permeabilitas tinggi, stabilitas kurang, berat volume kecil.
- Gradasi rapat, merupakan campuran agregat kasar dan halus dalam porsi yang seimbang, sehingga dinamakan juga agregat bergradasi baik. Gradasi rapat akan menghasilkan lapisan perkerasan dengan stabilitas tinggi, kurang kedap air, sifat drainase jelek dan berat volume besar.
- Gradasi senjang (*gap graded*), merupakan campuran yang tidak memenuhi 2 (dua) kategori di atas. Agregat bergradasi buruk yang umum digunakan untuk lapisan perkerasan lentur merupakan campuran dengan 1 fraksi hilang atau 1 fraksi sedikit. Gradasi seperti ini juga disebut gradasi senjang. Gradasi senjang akan menghasilkan lapis perkerasan yang mutunya terletak antara kedua jenis di atas

### 2.6.2 Aspal

Aspal didefinisikan sebagai suatu cairan yang lekat atau berbentuk padat terdiri dari hydrocarbon atau turunannya, terlarut dalam trichloro-ethylene dan bersifat tidak mudah menguap serta lunak secara bertahap jika dipanaskan.

Aspal berwarna coklat tua sampai hitam dan bersifat melekatkan, padat atau semi padat, dimana sifat aspal yang menonjol tersebut didapat di alam atau dengan penyulingan minyak (Krebs & Walker, 1971)

Aspal terbuat dari minyak mentah melalui proses penyulingan atau dapat ditemukan dalam kandungan alam sebagai bagian dari komponen alam yang ditemukan bersama-sama material lainnya seperti pada cekungan bumi yang mengandung aspal.

Aspal adalah material yang mempunyai sifat visco-elastis dan tergantung dari waktu pembebanan. Pada proses pencampuran dan proses pemadatan sifat aspal dapat ditunjukkan dari nilai viscositasnya, sedangkan pada sebagian besar kondisi saat masa pelayanan aspal mempunyai sifat viscositas yang diwujudkan dalam suatu nilai modulus kekakuan (Shell Bitumen, 1990)

AASHTO (1982) menyatakan bahwa jenis aspal keras ditandai dengan angka penetrasi aspal. Angka ini menyatakan tingkat kekerasan aspal atau tingkat konsistensi aspal. Semakin besar angka penetrasi aspal maka tingkat kekerasan aspal semakin rendah, sebaliknya semakin kecil angka penetrasi aspal maka tingkat kekerasan aspal makin tinggi.

Terdapat bermacam-macam tingkat penetrasi aspal yang dapat digunakan dalam campuran aggregate aspal antara lain 40/50, 60/70, 80/100. Umumnya aspal yang digunakan di Indonesia adalah penetrasi 80/100 dan penetrasi 60/70.

Aspal pada lapis keras jalan berfungsi sebagai bahan ikat antar agregat untuk membentuk suatu campuran yang kompak, sehingga akan memberikan kekuatan yang lebih besar dari kekuatan agregat. Aspal merupakan material yang bersifat viscoelastis dan memiliki ciri yang beragam mulai dari yang bersifat lekat sampai yang bersifat elastis. Diantara sifat aspal lainnya adalah:

Aspal mempunyai sifat Rheologic (mekanis), yaitu hubungan antara tegangan (*stress*) dan regangan (*strain*) dipengaruhi oleh waktu. Apabila mengalami pembebanan dengan jangka waktu pembebanan yang sangat cepat, maka aspal akan bersifat elastis, tetapi jika pembebanannya terjadi dalam jangka waktu yang lambat, sifat aspal menjadi plastis (*viscous*).

Aspal adalah bahan yang *Thermoplastis*, yaitu konsistensinya atau viskositasnya akan berubah sesuai dengan perubahan temperatur yang terjadi. Semakin tinggi temperatur aspal, maka viskositasnya akan semakin rendah atau semakin encer, demikian pula sebaliknya. Dari segi pelaksanaan lapis keras, aspal dengan viskositas yang rendah akan menguntungkan karena aspal akan menyelimuti batuan dengan lebih baik dan merata. Namun pemanasan yang berlebihan terhadap aspal akan merusak molekul-molekul dari aspal, misalnya aspal menjadi getas dan rapuh.

Aspal mempunyai sifat Thixotropy, yaitu jika dibiarkan tanpa mengalami tegangan-regangan akan berakibat aspal menjadi mengeras sesuai dengan jalannya waktu fungsi kandungan aspal dalam campuran juga berperan sebagai selimut penyelubung agregat dalam bentuk tebal film aspal yang berperan menahan gaya geser permukaan dan mengurangi kandungan pori udara yang lebih lanjut juga berarti mengurangi penetrasi air dalam campuran.

#### a. Aspal Beton (*Asphalt Concrete/AC*)

Aspal beton (*Asphalt Concrete*) merupakan salah satu jenis perkerasan lentur yang umum digunakan di Indonesia. Aspal beton merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan raya yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang bergradasi menerus (*well graded*), dicampur, dihamparkan dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Pembuatan lapis beton aspal dimaksudkan untuk mendapatkan suatu lapisan permukaan atau lapis antara pada perkerasan jalan raya yang mampu memberikan sumbangan daya dukung terukur yang dapat melindungi konstruksi di bawahnya.

Aspal beton (AC) memiliki sejumlah sifat sebagai lapis perkerasan jalan, yaitu:

- Pembentukan gaya geser melalui gaya kunci (interlock) antar partikel dan kohesi antara butir yang diperoleh dari bitumen pengikat.
- Dapat menahan beban lalu lintas di atasnya (mempunyai nilai struktural).
- Mempunyai stabilitas yang tinggi.
- Kedap air.
- Tidak mudah aus akibat beban lalu lintas.
- Peka terhadap suhu.

- Peka terhadap penyimpangan perencanaan dan pelaksanaan

Berdasarkan fungsinya aspal beton (*Asphalt Concrete/AC*) dapat dibedakan atas:

1) *Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC)*

Lapis Aus (*Wearing Course*), memiliki fungsi:

- Sebagai lapisan aus, yaitu lapisan yang semakin lama semakin tipis karena langsung bersentuhan dengan roda-roda kendaraan lalu lintas, dan dapat diganti lagi dengan yang baru.
- Menyediakan permukaan jalan yang aman dan kesat (anti selip).
- Tebal minimum AC-WC adalah 4cm.

2) *Asphalt Concrete – Binder Course (AC-BC)*

AC-BC atau biasa disebut lapis antara mempunyai ukuran agregat maksimum 25 mm dan mempunyai fungsi sebagai:

- Menerima beban langsung dari lalu lintas dan menyebarkannya untuk mengurangi tegangan pada lapisan bawah lapisan jalan.
- Menyediakan permukaan jalan yang baik dan rata sehingga nyaman dilalui.
- Tebal minimumnya adalah 5cm

3) *Asphalt Concrete – Base (AC-Base)*

Lapis pondasi atas adalah bagian dari perkerasan yang terletak antara lapis permukaan dan lapis pondasi bawah atau dengan tanah apabila tidak menggunakan lapis pondasi bawah, yang berfungsi:

- Lapis pendukung bagi lapis permukaan.
- Pemikul beban horizontal dan vertical.
- Lapis perkerasan bagi lapis pondasi bawah.
- Tebal minimumnya adalah 6cm.

### 2.6.3 Kinerja Campuran Aspal berdasarkan Sifat-Sifat Marshall

a. Stabilitas

Stabilitas merupakan kemampuan perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur, dan bleeding. Kebutuhan akan stabilitas sebanding dengan fungsi jalan, dan beban lalu lintas yang akan dilayani. Jalan yang melayani volume lalu lintas tinggi dan dominan terdiri dari kendaraan berat, membutuhkan perkerasan jalan dengan stabilitas tinggi. Sebaliknya perkerasan jalan yang diperuntukkan untuk melayani lalu lintas kendaraan ringan tentu tidak perlu mempunyai stabilitas yang tinggi.

Sedangkan untuk hasil pengujian Marshall rendaman diperoleh nilai stabilitas untuk sampel yang direndam selama 24 jam. Dari pengujian tersebut diperoleh hasil stabilitas tersisa setelah perendaman 24 jam pada suhu 60°C.

b. Kelelahan

Ketahanan terhadap kelelahan (*flow*) merupakan kemampuan beton aspal menerima lendutan berulang akibat repetisi beban, tanpa terjadinya kelelahan berupa alur dan retak. Hal ini dapat tercapai jika mempergunakan kadar aspal yang tinggi.

- c. *Voids in Mineral Aggregate (VMA)*  
Rongga di antara mineral agregat (VMA) adalah ruang di antara partikel agregat pada suatu campuran beraspal, termasuk rongga udara dan volume aspal efektif (tidak termasuk volume aspal yang diserap agregat).
- d. *Voids Filled with Asphalt (VFA)*  
Bagian dari rongga yang berada di antara mineral agregat yang terisi oleh aspal efektif yang dinyatakan dalam persen.
- e. *Density*  
Density menunjukkan besarnya kerapatan suatu campuran yang sudah dipadatkan. Campuran dengan density yang tinggi akan lebih mampu menahan beban yang lebih berat, dibandingkan pada campuran yang mempunyai density rendah
- e. *Voids in Mix (VIM)*  
Rongga udara dalam campuran atau VIM dalam campuran perkerasan beraspal terdiri atas ruang udara di antara partikel agregat yang terselimuti aspal. VIM dinyatakan dalam persentase terhadap volume beton aspal padat.

## 2.7 Jenis dan Kemungkinan Penyebab Kerusakan Perkerasan Lentur

Menurut Dunggio (2017) akibat dari tegangan/regangan baik tarik maupun tekan yang ditimbulkan beban lalu-lintas, serta akibat cuaca, terjadi kerusakan-kerusakan pada perkerasan, Cuaca mengakibatkan lapis beraspal menjadi rapuh (*brittle*) sehingga makin rentan terhadap terjadinya retak dan disintegrasi (pelepasan). Bila sudah mulai terjadi, luas dan keparahan retak akan berkembang cepat sehingga terjadi gompal dan akhirnya terjadi lubang.

Untuk keperluan perencanaan penanganan perkerasan, perlu ditetapkan kondisi kritis dan *failure*, beberapa negara menetapkan:

- Kondisi Kritis adalah saat kedalaman alur yang terjadi pada lajur roda lalu-lintas adalah 15 mm yang diukur dengan mistar ukur (straight edge) sepanjang 2 meter
- Kondisi *Failure* adalah saat kedalaman alur yang terjadi pada lajur roda lalu-lintas adalah 20 mm atau lebih yang diukur dengan mistar ukur (straight edge) sepanjang 2 meter
- Pada waktu belakangan ditetapkan kondisi kritis adalah saat kedalaman alur telah mencapai 10 mm dan retak-retak sepanjang lajur roda (wheel track) telah mencapai 15%.

### 2.7.1 Deformation

Terdapat dua jenis deformasi yaitu deformasi arah memanjang dan arah melintang dari perkerasan. Kerusakan jenis ini biasanya diakibatkan oleh karena lapisan tidak bisa menahan regangan tekan yang terjadi akibat beban lalu-lintas, deformasi bisa terjadi hanya pada satu lapis ataupun pada semua lapis dari suatu susunan struktur perkerasan. Jenis deformasi dan hubungannya dengan penyebab kerusakan ini adalah:

- Deformasi melintang yang terjadi adalah pada lajur beban roda lalu lintas yang umumnya diakibatkan oleh regangan tekan akibat beban tidak bisa ditahan oleh

lapisan, apabila deformasi hanya terjadi pada lapisan permukaan dengan campuran beraspal, kemungkinan penyebab kerusakan disebabkan karena campuran tidak mempunyai stabilitas yang cukup untuk menahan beban lalu-lintas, namun apabila deformasi terjadi sampai pada lapisan dibawahnya kemungkinan penyebab kerusakan adalah akibat lemahnya daya dukung dari lapis yang bersangkutan untuk menahan regangan tekan. Jenis deformasi selain penurunan (*deformation*) juga terdapat jenis lainnya yaitu sungkur (*sholving*) dan jembul (*up heave*).

- Deformasi memanjang terbagi atas gelombang yang panjang (*corrugation*), kerusakan jenis ini terjadi diakibatkan oleh beban lalu-lintas dan oleh bukan oleh beban lalu-lintas, dan yang kedua adalah deformasi dengan gelombang yang pendek (*rutting*) atau keriting yang kemungkinan disebabkan nilai stabilitas campuran pada permukaan tidak cukup tinggi. Deformasi kemungkinan terjadi karena beban lalu lintas atau bukan karena beban lalu-lintas, seperti disebabkan karena pengaruh cuaca dan lingkungan. Pada beberapa kasus, deformasi terjadi pada perkerasan baru akibat tidak cukupnya pengendalian mutu saat pelaksanaan. Deformasi merupakan bagian yang sangat penting pada kondisi perkerasan yang langsung berhubungan dengan mutu dari suatu perkerasan, dimana kelengkungan yang menyebabkan air tergenang mengakibatkan hilangnya kekesatan dan menyebabkan melemahnya struktur perkerasan. Deformasi kemungkinan terjadi setelah terjadinya retak-retak atau sebaliknya. Deformasi dikelompokkan dalam jenis-jenis keriting (*corrugations*), depresi (*Depressions*), alur (*Rutting*), dan sungkur (*Shoving*).

### 2.7.2 Retak-retak (*cracks*)

Retak-retak dapat terjadi pada tepi atau tempat lainnya dari permukaan perkerasan dalam bentuk tunggal dan bentuk interkoneksi antar retak. Akibat terjadinya retak akan mengakibatkan perkerasan tidak kedap air, hilangnya kemampuan untuk penyebaran beban, terjadinya pumping dari lapisan pondasi, hilangnya pengendalian mutu dari permukaan, dan hilangnya kinerja perkerasan.

Hilangnya kemampuan perkerasan untuk menerima beban dan menyebarkannya ke lapisan di bawahnya serta tidak kedap air biasanya akan mempercepat kerusakan dari kondisi perkerasan. Berdasarkan penyebab terjadinya, jenis kerusakan retak-retak dapat dibedakan atas:

- Akibat beban lalu-lintas
- Bukan yang diakibatkan oleh beban lalu lintas (*pengaruh cuaca*)

### 2.7.3 Perubahan Tekstur Permukaan

Perubahan tekstur permukaan merupakan hilangnya material dari permukaan baik tekstur makro maupun mikro. Perubahan tekstur permukaan tidak langsung berhubungan dengan perubahan kekuatan struktur dari perkerasan namun sangat signifikan berhubungan dengan pelayanan terhadap lalu lintas dalam hal kenyamanan pengendara dan kekesatan.

Namun demikian bilamana tidak diperbaiki, perubahan tekstur dapat mempengaruhi kekuatan dari perkerasan. Terdapat lima jenis perubahan tekstur permukaan yaitu delaminasi, kegemukan, pengausan, pelepasan butir dan stripping

#### 2.7.4 Lubang-lubang (*Potholes*)

Lubang-lubang terjadi akibat dari masuknya air melalui retakan atau delaminasi yang ada pada permukaan perkerasan. Untuk menilai kerusakan digunakan milimeter untuk kedalaman dari lubang dan dalam meter persegi luas lubang dan jumlah dari lubang.

#### 2.8 Spesifikasi Pengujian

Pada tebal nominal minimum campuran beraspal terlampir spesifikasi pada tabel berikut.

Tabel 2.1 Tebal Nominal Minimum Campuran Beraspal

| Jenis Campuran                      |               | Simbol    | Tebal Nominal Minimum (cm) |
|-------------------------------------|---------------|-----------|----------------------------|
| <i>Stone Matrix Asphalt</i> Tipis   |               | SMA Tipis | 3,0                        |
| <i>Stone Matrix Asphalt</i> - Halus |               | SMA-Halus | 4,0                        |
| <i>Stone Matrix Asphalt</i> - Kasar |               | SMA-Kasar | 5,0                        |
| Lataston                            | Lapis Aus     | HRS-WC    | 3,0                        |
|                                     | Lapis Fondasi | HRS-Base  | 3,5                        |
| Laston                              | Lapis Aus     | AC-WC     | 4,0                        |
|                                     | Lapis Antara  | AC-BC     | 6,0                        |
|                                     | Lapis Fondasi | AC-Base   | 7,5                        |

Pada ketentuan kepadatan, terlampir pada tabel berikut.

Tabel 2.2 ketentuan kepadatan

| Jenis Campuran Aspal      | Kepadatan yg. disyaratkan (% JSD) untuk 1 benda uji | Jumlah benda uji per segmen | Kepadatan Minimum Rata-rata (% JSD) | Nilai minimum setiap pengujian tunggal (% JSD) |
|---------------------------|---|-----------------------------|-------------------------------------|--|
| Campuran Beraspal lainnya | 98  | 3 – 4                       | 98,1                                | 95   |
|                           |   | 5                           | 98,3                                | 94,9   |
|                           |   | > 6                         | 98,5                                | 94,8   |
| Lataston (HRS)            | 97  | 3 – 4                       | 97,1                                | 94   |
|                           |   | 5                           | 97,3                                | 93,9   |
|                           |   | > 6                         | 97,5                                | 93,8   |

Tabel 2.3 Ketentuan Sifat-sifat Campuran Lataston

| Sifat-sifat Campuran  |       | Lataston  |               |
|---|-------|-----------|---------------|
|   |       | Lapis Aus | Lapis Fondasi |
| Kadar aspal efektif (%)   | Min   | 5,9       | 5,5           |
| Jumlah tumbukan per bidang  |       | 50        |               |
| Rongga dalam campuran (%) <sup>(4)</sup>  | Min.  | 4,0       |               |
|   | Maks. | 6,0       |               |
| Rongga dalam Agregat (VMA) (%)  | Min.  | 18        | 17            |
| Rongga terisi aspal (%)   | Min.  | 68        |               |
| Stabilitas Marshall (kg)  | Min.  | 600       |               |
| Marshall Quotient (kg/mm)   | Min.  | 250       |               |
| Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 °C <sup>(5)</sup> | Min.  | 90        |               |

Tabel 2.4 Toleransi Komposisi Campuran

| Agregat Gabungan                        | Toleransi Komposisi Campuran |
|---|------------------------------|
| Sama atau lebih besar dari 2,36 mm      | ± 5 % berat total agregat    |
| Lolos ayakan 2,36 mm sampai No.50       | ± 3 % berat total agregat    |
| Lolos ayakan No.100 dan tertahan No.200 | ± 2 % berat total agregat    |
| Lolos ayakan No.200                     | ± 1 % berat total agregat    |

| Kadar aspal | Toleransi                    |
|-------------|------------------------------|
| Kadar aspal | ± 0,3 % berat total campuran |

| Temperatur Campuran                                       | Toleransi  |
|---|--|
| Bahan meninggalkan AMP dan dikirim ke tempat penghampanan | - 10 °C dari temperatur campuran beraspal di truk saat keluar dari AMP |

Pada pemeriksaan marshall, dilakukan analisis perbandingan antara stabilitas dan pelelehan, dimana terlampir persyaratan pada tabel berikut.

Tabel 2.5 Ketentuan Sifat-sifat Campuran Laston (AC)

| Sifat-sifat Campuran  |       | Laston    |              |                     |
|---|-------|-----------|--------------|---------------------|
|   |       | Lapis Aus | Lapis Antara | Fondasi             |
| Jumlah tumbukan per bidang  |       | 75        |              | 112 <sup>(3)</sup>  |
| Rasio partikel lolos ayakan 0,075mm dengan kadar aspal efektif                      | Min.  | 0,6       |              |                     |
|   | Maks. | 1,2       |              |                     |
| Rongga dalam campuran (%) <sup>(4)</sup>  | Min.  | 3,0       |              |                     |
|   | Maks. | 5,0       |              |                     |
| Rongga dalam Agregat (VMA) (%)  | Min.  | 15        | 14           | 13                  |
| Rongga Terisi Aspal (%)   | Min.  | 65        | 65           | 65                  |
| Stabilitas Marshall (kg)  | Min.  | 800       |              | 1800 <sup>(3)</sup> |
| Pelelehan (mm)  | Min.  | 2         |              | 3                   |
|   | Maks. | 4         |              | 6 <sup>(3)</sup>    |
| Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 °C <sup>(5)</sup> | Min.  | 90        |              |                     |
| Rongga dalam campuran (%) pada Kepadatan membal (refusal) <sup>(6)</sup>            | Min.  | 2         |              |                     |