

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jalan Raya

Jumlah kendaraan di jalan raya diperkirakan akan terus mengalami peningkatan signifikan setiap tahunnya. Meningkatnya standar hidup masyarakat, dan kemampuan masyarakat untuk membeli kendaraan adalah salah satu elemen yang memengaruhi peningkatan lalu lintas. Semua bagian jalan, serta bangunan atau peralatan tambahan yang digunakan untuk lalu lintas, dianggap sebagai jalan berdasarkan UU No. 38 Tahun 2004 Republik Indonesia, sebagai sarana pengangkutan orang dan barang melalui darat, jalan didefinisikan demikian. Jalan ini mungkin berada di darat, di atas tanah, di bawah tanah, di atas air, atau seluruhnya; satu-satunya pengecualian untuk aturan ini adalah rel kereta api, jalan truk, dan jalan kabel. Ada empat jenis jalan utama berdasarkan kebutuhan kerangka kerja: jalan tol, jalan raya, jalan sedang, dan jalan kecil.

Kualitas jalan dapat menurun jika dilalui lalu lintas yang padat dan sering. Kondisi struktural dan fungsional permukaan jalan menunjukkan adanya kerusakan, yang berfungsi sebagai indikator. Oleh karena itu, penting untuk memeriksa kerusakan jalan secara rutin serta memeriksa permukaan dan komponen lainnya (Yunardhi, 2018).

Selanjutnya, pada bab landasan teori ini akan dipaparkan secara umum mengenai analisis kerusakan pada ruas jalan tersebut, serta penjelasan tentang alternatif perbaikan yang sesuai dengan metode PCI.

2.2 Klasifikasi Jalan Berdasarkan Fungsinya

Semua bagian jalan, serta bangunan atau perlengkapan tambahan apa pun, dianggap sebagai bagian dari sistem jalan dan diperlukan untuk pergerakan lalu lintas yang efisien berdasarkan UU Jalan Raya No. 13/1980.

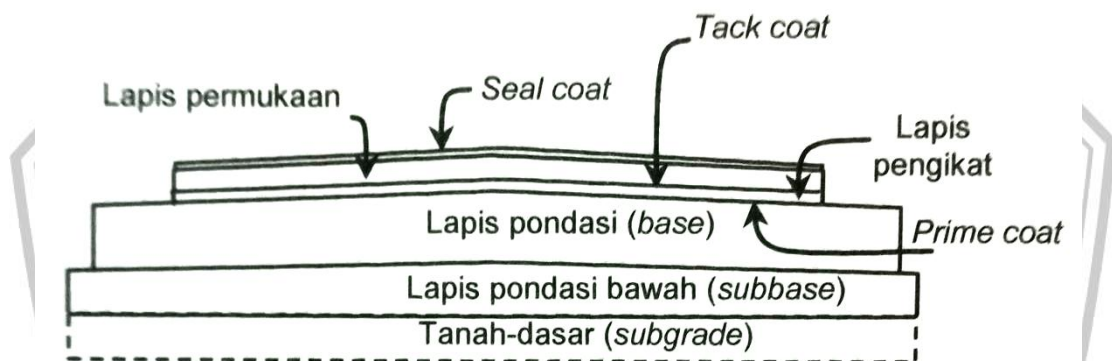
Menurut Sukirman (2010), terdapat beberapa jenis jalan yang diklasifikasikan menurut fungsinya yaitu :

- 1) Karakteristik jalan arteri adalah kapasitasnya untuk membawa lalu lintas jarak jauh serta kecepatan rata-rata yang tinggi sambil mempertahankan jumlah jalan masuk yang optimal sedikit.

- 2) Jalan yang berfungsi sebagai pengumpul atau penyalur transportasi sering kali mempunyai kecepatan rata-rata sedang, jumlah lokasi masuk sedikit, dan spesifikasi perjalanan jarak sedang.
- 3) Karakteristik jalan lokal meliputi perjalanan jarak pendek, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah lokasi akses tak terbatas; serta demikian jalan lokal ideal untuk lalu lintas lokal.

2.3 Perkerasan Fleksibel

Di bawah lapisan aspal perkerasan lentur terdapat lapisan batuan padat (Gambar 2.1) dengan ketebalan lapisan subbase, base, dan surface course menentukan kekuatan perkerasan (Hardiyatmo, 2015).



Gambar 2.1 Perkerasan Fleksibel

Sumber : Hardiyatmo (2015)

2.4 Kinerja Perkerasan Jalan

Menurut Sukirman (2010), terdapat tiga komponen yang membentuk kinerja perkerasan jalan yaitu:

- 1) Tingkat kontak ban serta permukaan jalan merupakan penentu keselamatan dalam konteks ini. Sejumlah variabel, termasuk desain dan kondisi ban, kekasaran permukaan jalan, dan cuaca, berkontribusi terhadap jumlah gesekan total.
- 2) Retakan, lubang pembuangan, alur, gelombang, dan ketidaksempurnaan lain terhadap perkerasan jalan menunjukkan banyak hal mengenai kesehatan fisik jalan.

- 3) Peran layanan perkerasan jalan adalah untuk memastikan keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan. Kenyamanan berkendara merupakan cerminan langsung dari desain dan fungsi pengoperasian perkerasan.

2.5 Kerusakan Jalan dan Penyebabnya

Estetika jalan, kenyamanan kendaraan, kapasitas dukungan teknis, dan kualitas jalan semuanya terdampak negatif oleh kerusakan perkerasan jalan. Keseragaman dalam pemberian label kerusakan dan prosedur evaluasi kuantitatif untuk setiap kerusakan diperlukan untuk deskripsinya. Oleh karena itu, diperlukan daftar bentuk kerusakan perkerasan jalan yang paling umum. Siapa pun dapat menggunakan katalog ini untuk mengidentifikasi berbagai jenis kerusakan dan penyebabnya serta cepat (Hardiyatmo, 2015).

Meskipun biasanya mudah untuk melihat kerusakan dalam bentuk yang paling mendasar, ada sejumlah sumber potensial kerusakan jalan berikut ini:

- 1) Rasio lalu lintas yang berlebih.
- 2) Keadaan tanah yang tidak stabil.
- 3) Keadaan tanah pondasi buruk.
- 4) Kondisi lingkungan.
- 5) Bahan-bahan dan proses di bawah standar digunakan untuk membangun perkerasan jalan.
- 6) Pengembangan utilitas bawah permukaan menyebabkan penurunan.
- 7) Drainase buruk.
- 8) Kandungan aspal dalam campuran terlalu banyak.
- 9) Kerusakan yang disebabkan oleh geseran, kompresi, atau kekerasan terhadap lapisan dasar, pondasi, lapisan permukaan, atau tanah dasar itu sendiri.

2.6 Jenis Kerusakan Perkerasan Fleksibel

Sebagaimana yang dikemukakan oleh Nur Khaerat Nur dkk. (2021), terdapat berbagai macam bentuk kerusakan yang dapat terjadi terhadap permukaan jalan. Salah satu jenis kerusakan adalah kerusakan struktural, yang terjadi ketika lapisan perkerasan jalan unable dalam menahan beban yang diberikan. Jenis kerusakan lainnya adalah kerusakan praktis, yang terjadi ketika permukaan jalan tidak dapat dilalui kendaraan.

Berikut ini adalah contoh berbagai bentuk kerusakan jalan (totalnya sembilan belas):

2.6.1 Retak Kulit Buaya

Dimana kerusakan dengan lebar celah yang melebihi atau sebesar 3 mm, yang diakibatkan oleh beban lalu lintas yang terus-menerus, sehingga menyerupai kulit buaya (Gambar 2.2) dan membentuk jaringan bidang persegi kecil (*poligon*).

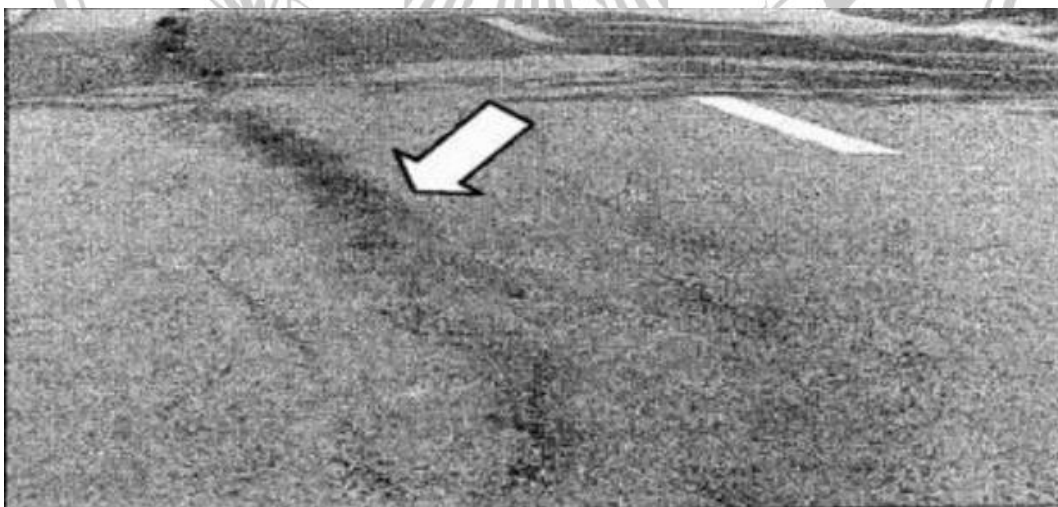


Gambar 2.2 Retak Kulit Buaya

Sumber : Nur Khaerat Nur., dkk, (2021)

2.6.2 Kegemukan

Bila permukaan jalan menjadi panas atau lalu lintas padat, kerusakan ini (Gambar 2.3) dapat terlihat secara harfiah sebagai lapisan tipis aspal di atas jalan.



Gambar 2.3 Kegemukan

Sumber : Hardiyatmo (2015)

2.6.3 Retak Kotak-kotak

Perkerasan jalan dapat mengalami kerusakan dalam bentuk balok atau kotak ketika perkerasan lapis tambahan (*overlay*) diaplikasikan, sehingga menyebabkan munculnya retak-retak terhadap perkerasan yang ada di bawahnya (Gambar 2.4). Balok retakan sering kali lebih besar dari 200 mm × 200 mm.

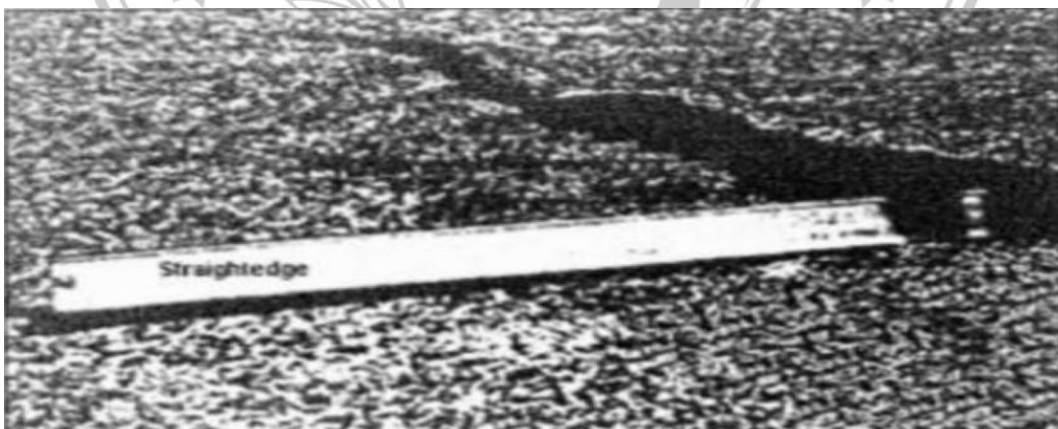


Gambar 2.4 Retak kotak-kotak

Sumber : Nur Khaerat Nur., dkk, (2021)

2.6.4 Benjol dan turun

Karena perkerasan tidak stabil, lapisan perkerasan akan bergeser, yang menyebabkan tonjolan kecil yang menonjol (Gambar 2.5). Tonjolan lokal di bawahnya akan terus naik dari permukaan aspal.



Gambar 2.5 Benjol dan turun

Sumber : Hardiyatmo (2015)

2.6.5 Bergelombang/keriting

Dalam manifestasinya yang paling umum, gelombang terhadap permukaan jalan atau alur yang memotongnya, jenis kerusakan ini disebut riak dan juga disebut gerakan plastis. Jenis kerusakan ini umum terjadi di tempat-tempat di mana mobil berhenti dan disebabkan oleh pengereman mobil (Gambar 2.6).

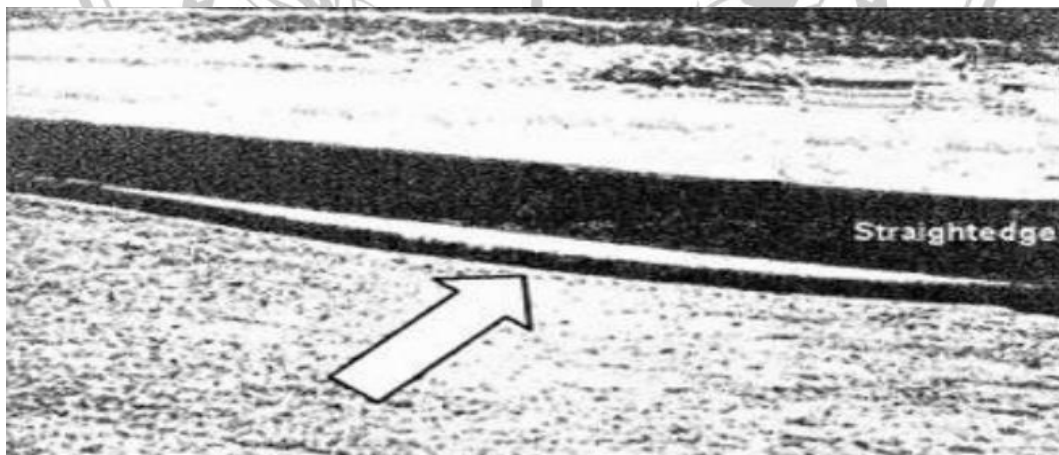


Gambar 2.6 Bergelombang/keriting

Sumber : Nur Khaerat Nur., dkk, (2021)

2.6.6 Amblas

Kerusakan ini terjadi akibat amblesan permukaan perkerasan jalan terhadap lokasi tertentu, baik serta atau tanpa retakan (Gambar 2.7). Kerusakan juga dapat terjadi akibat amblesan permukaan perkerasan jalan terhadap area terbatas, serta kedalaman kerusakan umumnya lebih dari 2 cm.



Gambar 2.7 Amblas

Sumber : Hardiyatmo (2015)

2.6.7 Retak Pinggir

Kerusakan semacam ini sering kali dimulai sepanjang 1 hingga 2 kaki (0,3 hingga 0,6 m) berawal pinggir perkerasan dan berkembang dari retakan yang sejajar serta jalur lalu lintas. Pergeseran pondasi, kualitas tanah yang buruk, atau beban lalu lintas atau cuaca yang berat merupakan penyebab umum kerusakan semacam ini (Gambar 2.8), yang terhadap gilirannya melemahkan pondasi yang lebih tinggi dan lebih rendah di tepi perkerasan.



Gambar 2.8 Retak Pinggir

Sumber : Nur Khaerat Nur., dkk, (2021)

2.6.8 Retak Sambung

Perkerasan jalan yang terbuat dari aspal yang diletakkan di atas perkerasan jalan yang terbuat dari agregat semen Portland lebih mungkin mengalami kerusakan semacam ini (Gambar 2.9). Aspal pelapis, yang merupakan lapisan baru yang meniru pola retakan perkerasan beton sebelumnya, terhadap akhirnya juga akan retak. Pola retakan melintang, berbentuk blok, diagonal, atau membujur juga mungkin terjadi.



Gambar 2.9 Retak Sambung

Sumber : Nur Khaerat Nur., dkk, (2021)

2.6.9 Pinggiran Jalan Turun Vertikal

Jika permukaan bahu jalan atau tanah di sekitar perkerasan lebih rendah dari perkerasan itu sendiri, maka kerusakan semacam ini akan terjadi. Gambar di bawah ini menunjukkan kerusakan terhadap jalan raya dalam arah menurun tajam terhadap (Gambar 2.10).

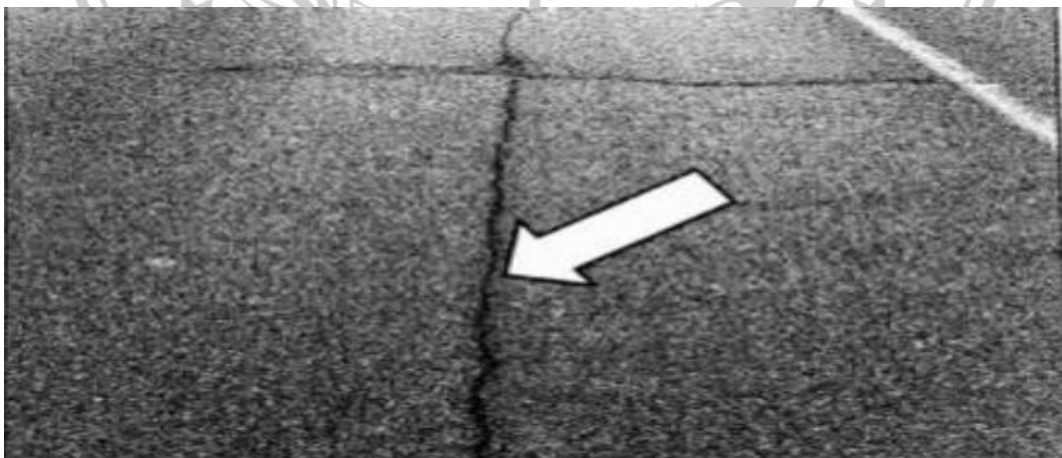


Gambar 2.10 Pinggiran Jalan Turun Vertikal

Sumber : Nur Khaerat Nur., dkk, (2021)

2.6.10 Retak Memanjang dan Melintang

Seperti yang tersirat dari namanya, jenis kerusakan perkerasan ini meliputi retakan memanjang dan melintang. Retakan tersebut merupakan formasi serta beberapa celah yang muncul dalam bentuk baris-baris. Representasi kerusakan yang disebabkan oleh retakan memanjang terhadap (Gambar 2.11)



Gambar 2.11 Retak Memanjang

Sumber : Hardiyatmo (2015)

2.6.11 Patch

Untuk memperbaiki perkerasan jalan yang rusak, tambalan adalah area yang diperbaiki menggunakan material baru. Jika perkerasan jalan rusak, tambalan digunakan untuk memperbaiki kondisi jalan serta mengganti area yang rusak serta material yang lebih baik (Gambar 2.12)



Gambar 2.12 Tambalan

Sumber : Nur Khaerat Nur., dkk, (2021)

2.6.12 Pengausan Agregat

Agregat terhadap perkerasan jalan menjadi licin karena penggunaan lalu lintas yang berulang-ulang, yang menyebabkan kerusakan ini. Hal ini menyebabkan kerusakan terhadap daya rekat penyalur beban antara roda dan perkerasan jalan (Gambar 2.13).



Gambar 2.13 Pengausan Agregat

Sumber : Nur Khaerat Nur., dkk, (2021)

2.6.13 Lubang

Kerusakan ini dapat mengumpulkan dan menahan air di permukaan jalan (Gambar 2.14) bentuknya menyerupai mangkuk. Perkerasan jalan tergenang karena kerusakan ini biasanya muncul di sekitar retakan atau di dekat drainase yang tidak berfungsi dengan baik.



Gambar 2.14 Lubang

Sumber : Hardiyatmo (2015)

2.6.14 Kerusakan Pada Perlintasan Kereta Api

Terdapat masalah terhadap perlintasan kereta api ketika terjadi penurunan atau gundukan di sekitar rel, yang terjadi di perlintasan kereta api atau di tempat rel bertemu serta jalan raya (Gambar 2.15). Ketidaksesuaian rel kereta api serta lapisan perkerasan merupakan akar penyebab kerusakan ini.

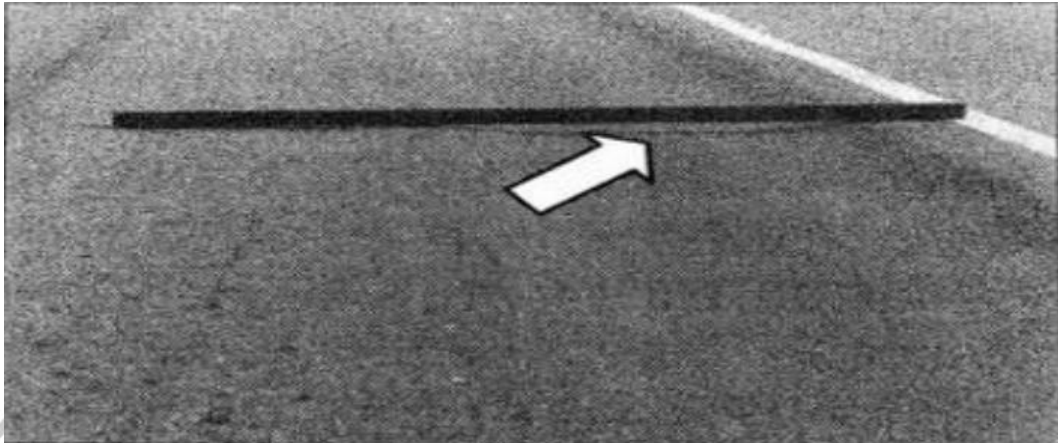


Gambar 2.15 Perlintasan Kereta Api

Sumber : Nur Khaerat Nur., dkk, (2021)

2.6.15 Alur (Rutting)

Kerusakan semacam ini terlihat sebagai bekas roda yang panjang, saluran atau *rutting* (Gambar 2.16). Keausan ini terlihat sebagai alur terhadap permukaan jalan yang disebabkan oleh tekanan dan gesekan yang terus-menerus dari roda mobil.



Gambar 2.16 Alur

Sumber : Hardiyatmo (2015)

2.6.16 Sungkur

Ketika beban lalu lintas mendorong perkerasan jalan, sehingga terjadi gelombang terhadap perkerasan jalan, (Gambar 2.5) fenomena ini disebut sungkur. Hal ini terjadi di area perkerasan jalan tertentu. Ketidakstabilan aspal merupakan sumber kerusakan ini.



Gambar 2.17 Sungkur

Sumber : Hardiyatmo (2015)

2.6.17 Patah Slip

Retakan akibat longsor, yang terkadang dikenal sebagai retakan setengah bulan atau bulan sabit, terbentuk ketika struktur perkerasan terdorong dan bergeser, sehingga bentuknya berubah. (Gambar 2.18) menunjukkan contoh kerusakan yang disebabkan oleh retakan akibat longsor



Gambar 2.18 Patah Slip

Sumber : Nur Khaerat Nur., dkk, (2021)

2.6.18 Mengembang

Tonjolan perkerasan yang secara bertahap berkembang menjadi gelombang sepanjang sekitar 10 kaki (10 meter) merupakan ciri khas pembengkakan. Biasanya, perubahan cuaca menjadi penyebab proses edema, yang sering diikuti oleh retakan lapisan perkerasan. (Gambar 2.19) menunjukkan kerusakan akibat pelebaran yang ditunjukkan.



Gambar 2.19 Mengembang

Sumber : Hardiyatmo (2015)

2.6.19 Pelepasan Butiran

Pengikat aspal tidak mampu lagi menahan beban roda kendaraan atau agregat tidak cukup baik, yang menyebabkan kerusakan ini. Kerusakan juga dapat terjadi ketika partikel agregat terlepas dari lapisan perkerasan karena hilangnya aspal atau pengikat tar. (Gambar 2.20) menunjukkan kerusakan yang disebabkan oleh terlepasnya butiran aspal.



Gambar 2.20 Pelepasan Butir

Sumber : Nur Khaerat Nur., dkk, (2021)

2.7 Metode *Pavement Condition Index* (PCI)

PCI merupakan suatu penilaian tingkat kondisi permukaan perkerasan serta melihat kerusakan yang terjadi terhadap permukaan perkerasan, dan penilaian ini didasarkan terhadap fungsi utilitas. PCI dapat memiliki nilai antara nol sampai seratus, serta nol menunjukkan perkerasan rusak parah dan seratus menunjukkan perkerasan tanpa cacat. Penilaian kondisi visual yang dilakukan di lapangan digunakan untuk menghitung PCI ini (Hardiyatmo, 2015).

2.7.1 Kerapatan (*density*)

Ruas jalan yang diukur dapat dinyatakan dalam satuan kaki persegi (ft²) atau meter persegi (m²), atau dalam satuan panjang seperti kaki atau meter, kemudian menggunakan nilai tersebut sebagai persentase untuk mendapatkan kerapatan (*density*) (Hardiyatmo, 2015). Persamaan berikut dapat digunakan untuk menyatakan kepadatan kerusakan:

$$\text{Kerapatan (density) (\%)} = \frac{A_d}{A_s} \times 100 \dots\dots\dots 2.1$$

Atau

$$\text{Kerapatan (density) (\%)} = \frac{L_d}{A_s} \times 100 \dots\dots\dots 2.2$$

dengan,

$A_{(d)}$ = Total luas satu jenis perkerasan untuk setiap keparahan kerusakan (m^2)

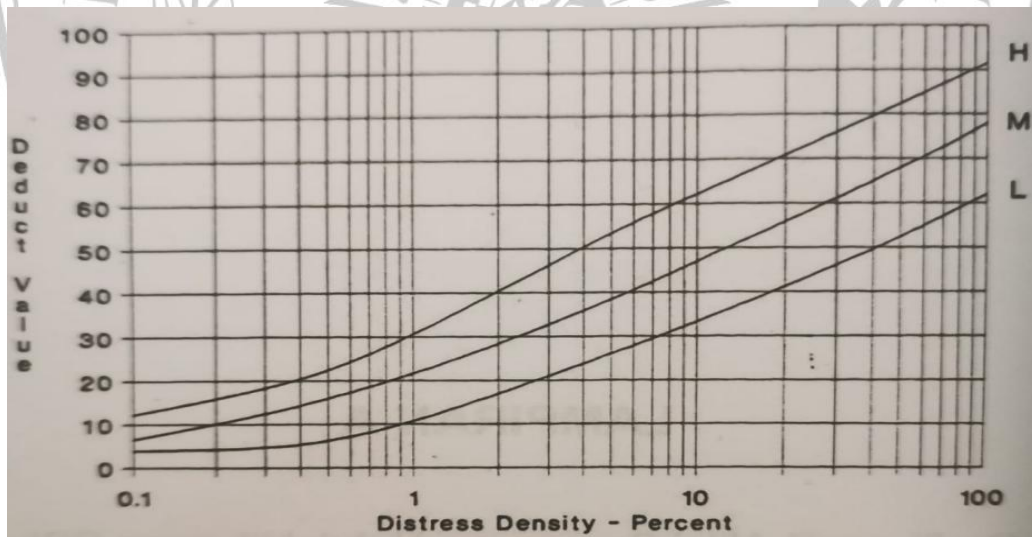
$A_{(s)}$ = Total luas segmen (m^2)

$L_{(d)}$ = Total panjang jenis kerusakan untuk setiap kategori keparahan kerusakan (m)

2.7.2 Nilai Pengurang (*deduct value, DV*)

Nilai *Deduct* merupakan nilai yang diberikan untuk setiap jenis kerusakan, yang ditentukan menggunakan kurva hubungan density-severity. Berdasarkan jenis dan tingkat kerusakan, angka ini digunakan untuk menurunkan PCI (Hardiyatmo, 2015). Rincian deductible untuk berbagai bentuk kerusakan ditunjukkan terhadap grafik berikut:

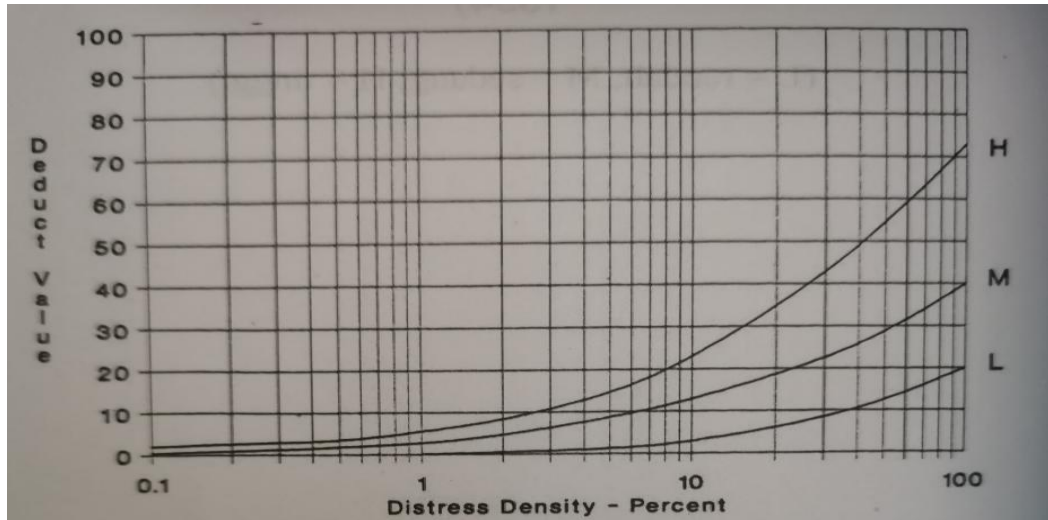
Grafik nilai *deduct* kerusakan kulit buaya sebagaimana yang ditunjukkan terhadap Gambar 2.21 berikut ini:



Gambar 2.21 Grafik nilai deduct akibat kerusakan kulit buaya (*Alligator Cracking*)

Sumber : Hardiyatmo (2015)

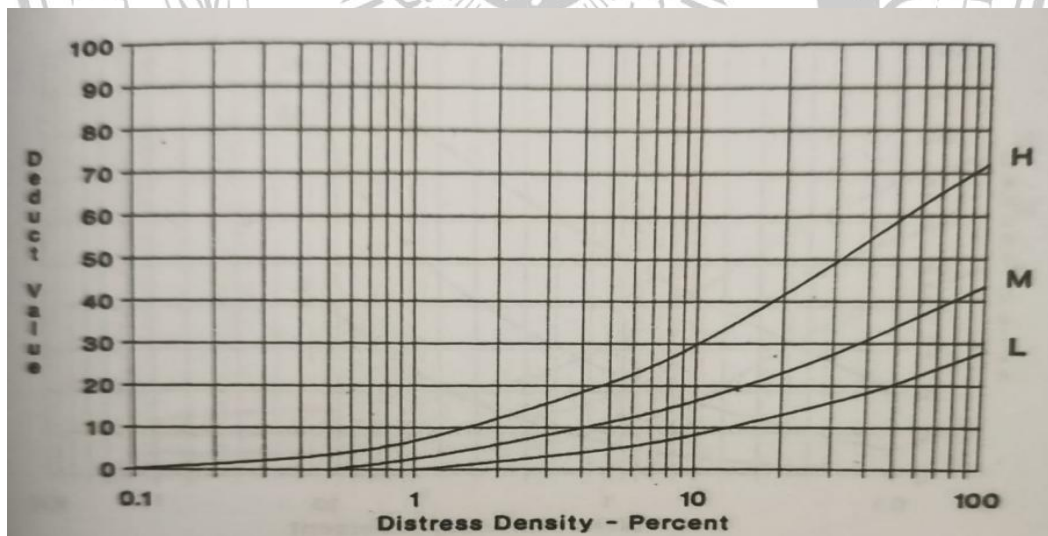
Grafik nilai *deduct* kerusakan kegemukan sebagaimana yang ditunjukkan terhadap Gambar 2.22 berikut ini:



Gambar 2.22 Grafik nilai deduct akibat kerusakan Kegemukan (*bleeding*)

Sumber : Hardiyatmo (2015)

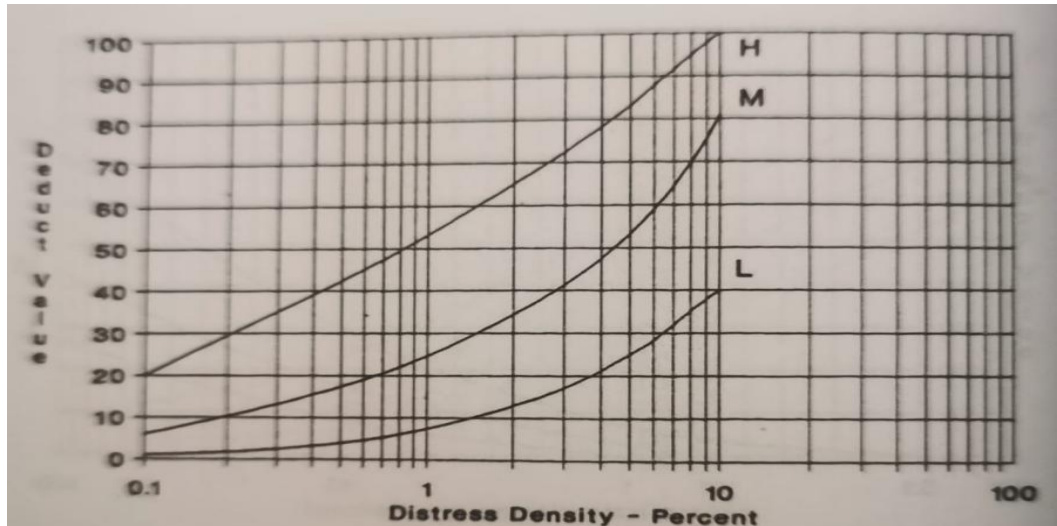
Grafik nilai *deduct* kerusakan retak blok sebagaimana yang ditunjukkan terhadap Gambar 2.23 berikut ini:



Gambar 2.23 Grafik nilai deduct akibat kerusakan retak blok (*block cracking*)

Sumber : Hardiyatmo (2015)

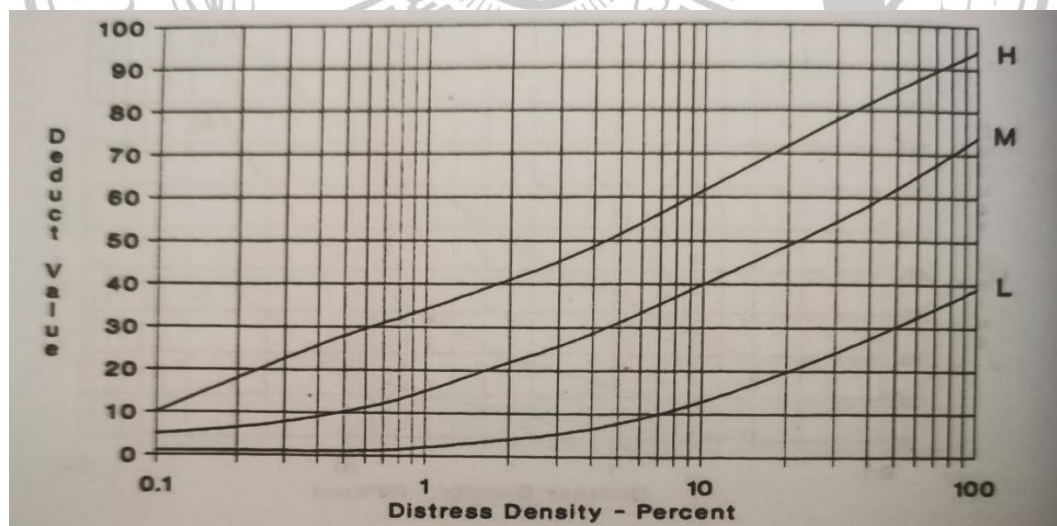
Grafik nilai *deduct* kerusakan benjol dan turun sebagaimana yang ditunjukkan terhadap Gambar 2.24 berikut ini:



Gambar 2.24 Grafik nilai deduct akibat kerusakan benjol dan turun

Sumber : Hardiyatmo (2015)

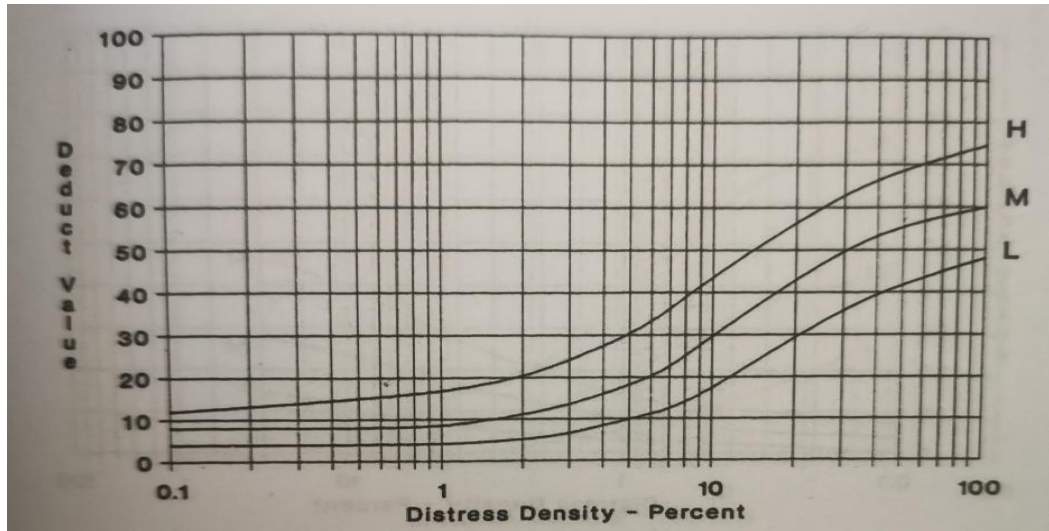
Grafik nilai *deduct* kerusakan ikal sebagaimana yang ditunjukkan terhadap Gambar 2.25 berikut ini:



Gambar 2.25 Grafik nilai deduct akibat kerusakan keriting

Sumber : Hardiyatmo (2015)

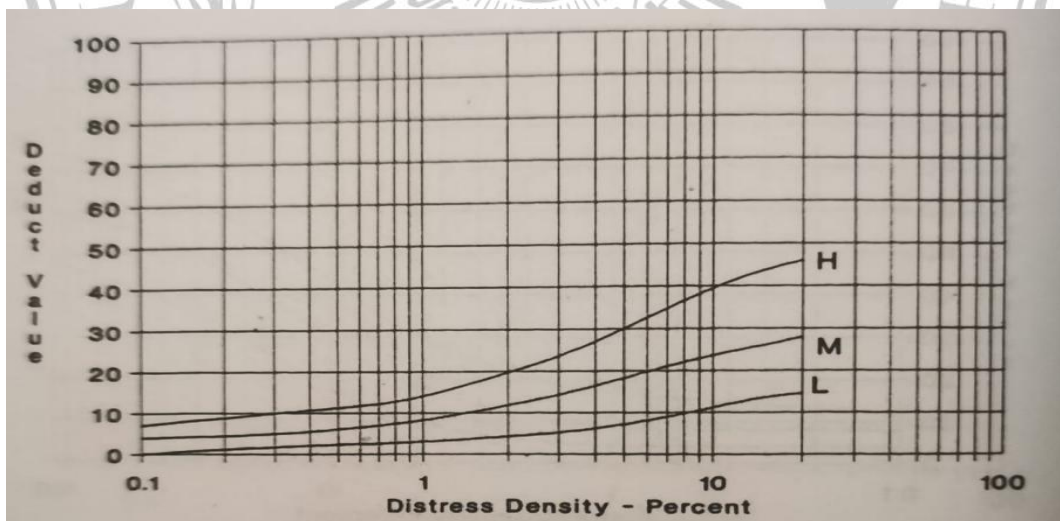
Grafik nilai *deduct* kerusakan amblas sebagaimana yang ditunjukkan terhadap Gambar 2.26 berikut ini:



Gambar 2.26 Grafik nilai deduct akibat kerusakan amblas

Sumber : Hardiyatmo (2015)

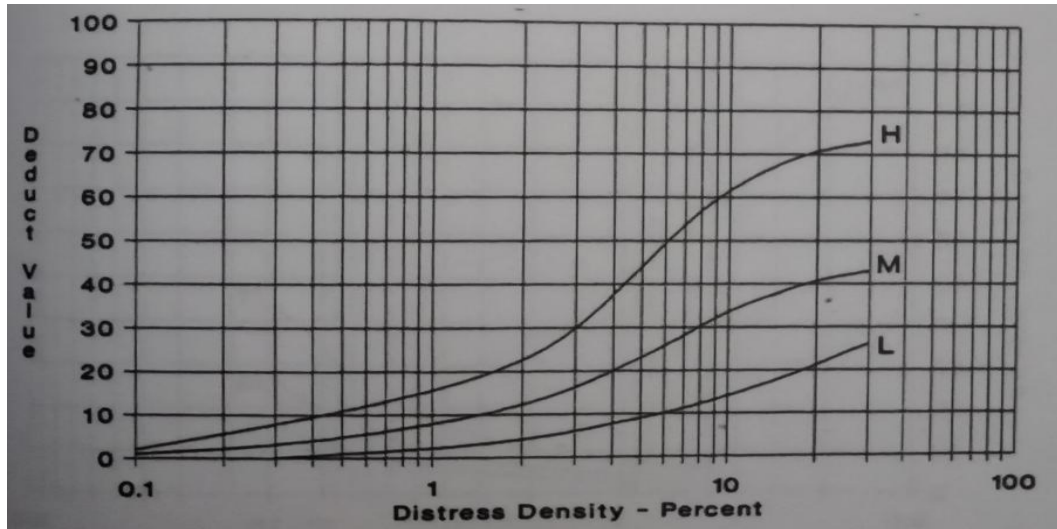
Grafik nilai *deduct* kerusakan retak tepi sebagaimana yang ditunjukkan terhadap Gambar 2.27 berikut ini:



Gambar 2.27 Grafik nilai deduct akibat kerusakan retak tepi

Sumber : Hardiyatmo (2015)

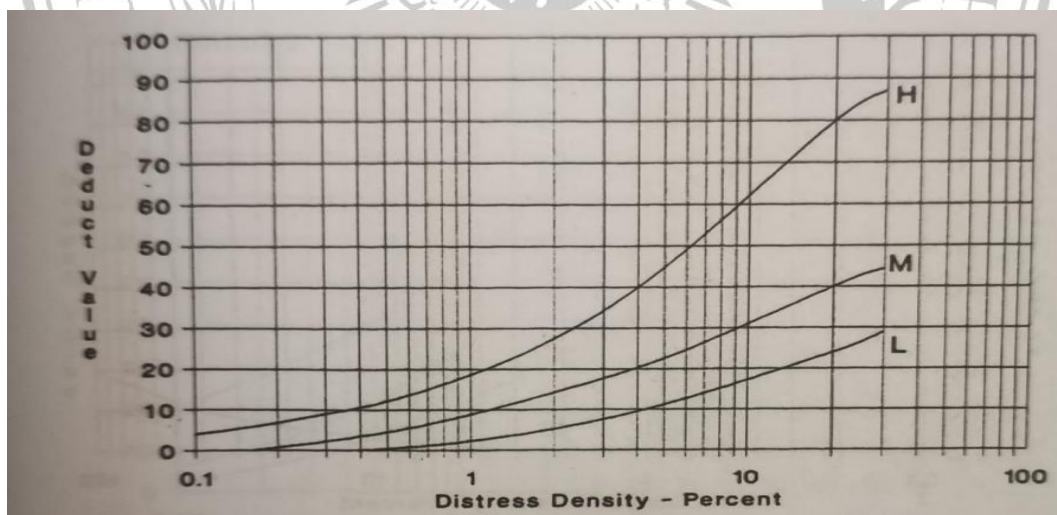
Grafik nilai *deduct* kerusakan retak refleksi sebagaimana yang ditunjukkan terhadap Gambar 2.28 berikut ini:



Gambar 2.28 Grafik nilai deduct akibat kerusakan retak refleksi

Sumber : Hardiyatmo (2015)

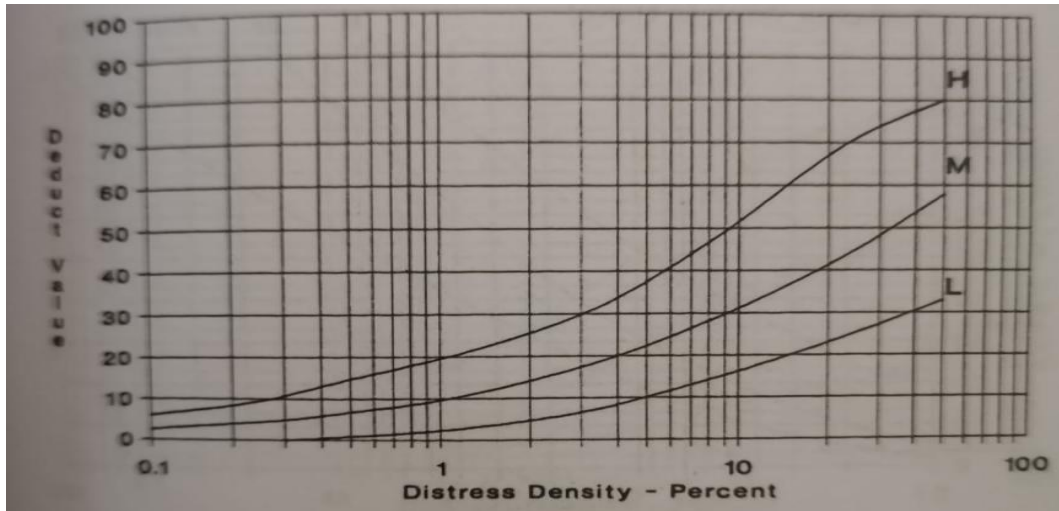
Grafik nilai *deduct* kerusakan retak memanjang/melintang sebagaimana yang ditunjukkan terhadap Gambar 2.29 berikut ini:



Gambar 2.29 Grafik nilai deduct akibat kerusakan retak memanjang/melintang

Sumber : Hardiyatmo (2015)

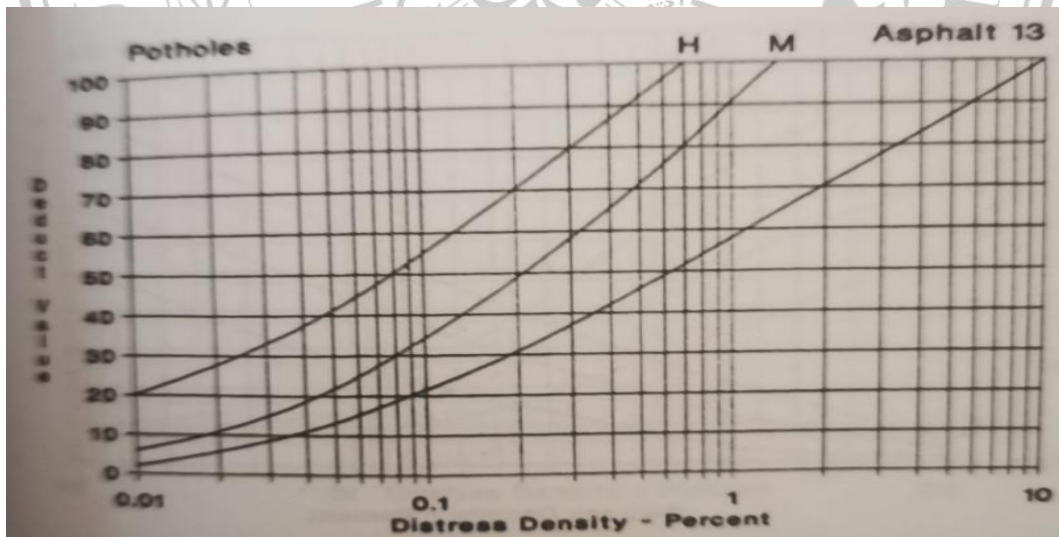
Grafik nilai *deduct* kerusakan tambalan sebagaimana yang ditunjukkan terhadap Gambar 2.30 berikut ini:



Gambar 2.30 Grafik nilai deduct akibat kerusakan tambalan

Sumber : Hardiyatmo (2015)

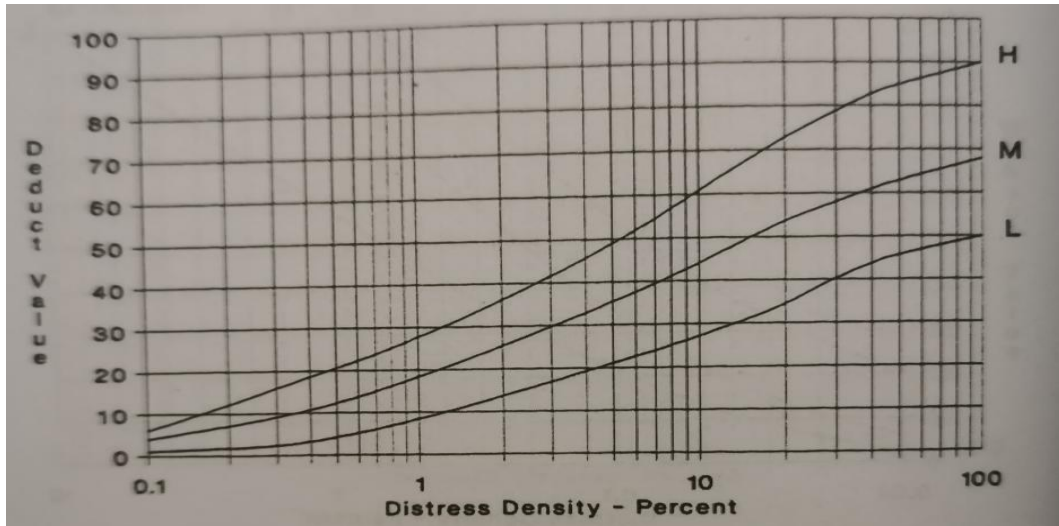
Grafik nilai *deduct* kerusakan lubang sebagaimana yang ditunjukkan terhadap Gambar 2.31 berikut ini:



Gambar 2.31 Grafik nilai deduct akibat kerusakan lubang

Sumber : Hardiyatmo (2015)

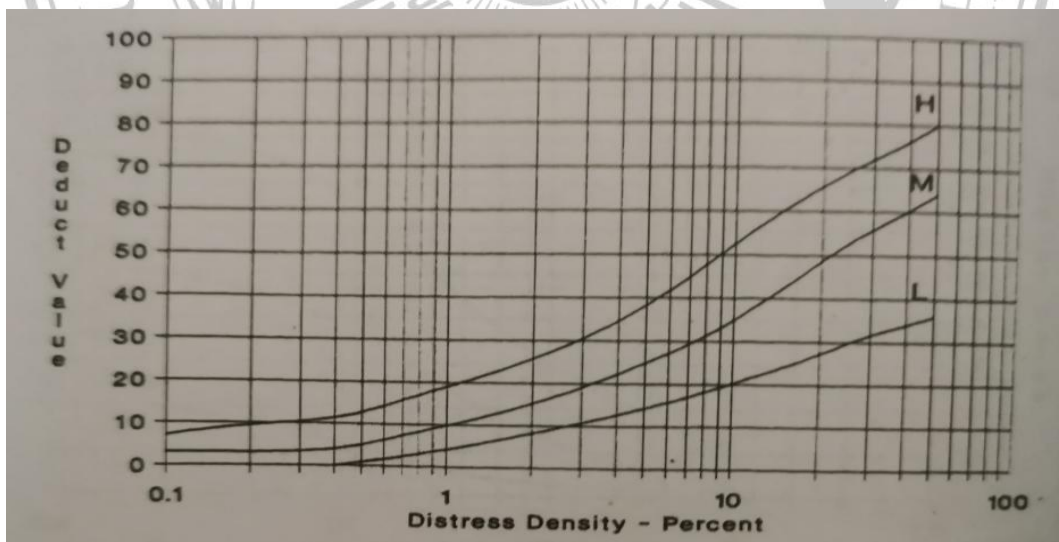
Grafik nilai *deduct* kerusakan alur sebagaimana yang ditunjukkan terhadap Gambar 2.32 berikut ini:



Gambar 2.32 Grafik nilai deduct akibat kerusakan alur

Sumber : Hardiyatmo (2015)

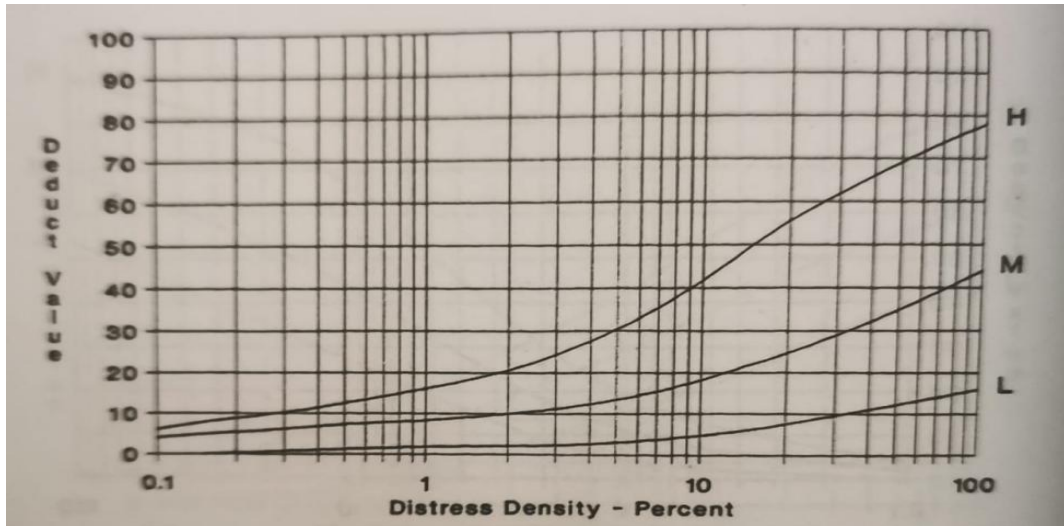
Grafik nilai *deduct* kerusakan sungkur sebagaimana yang ditunjukkan terhadap Gambar 2.33 berikut ini:



Gambar 2.33 Grafik nilai deduct akibat kerusakan sungkur

Sumber : Hardiyatmo (2015)

Grafik nilai *deduct* kerusakan butiran lepas sebagaimana yang ditunjukkan terhadap Gambar 2.34 berikut ini:



Gambar 2.34 Grafik nilai deduct akibat kerusakan pelapukan dan butiran lepas

Sumber : Hardiyatmo (2015)

2.7.3 Jumlah Pengurang Ijin (*allowable number of deduct, m*)

Untuk mendapatkan rasio CDV, jumlahkan semua nilai deduct dan lihat apakah ada yang memiliki rasio lebih dari 5 untuk bandara dan 2 untuk jalan (Hardiyatmo, 2015). Jika tidak ada, maka selanjutnya mengurutkan nilai deduct terbesar, cari *m* menggunakan rumus berikut jika tidak ada nilai:

$$m_{(i)} = 1 + (9/98) \times (100 - HDV_{(i)}) \dots \dots \dots 2.3$$

Keterangan :

$m_{(i)}$ = Jumlah pengurang ijin

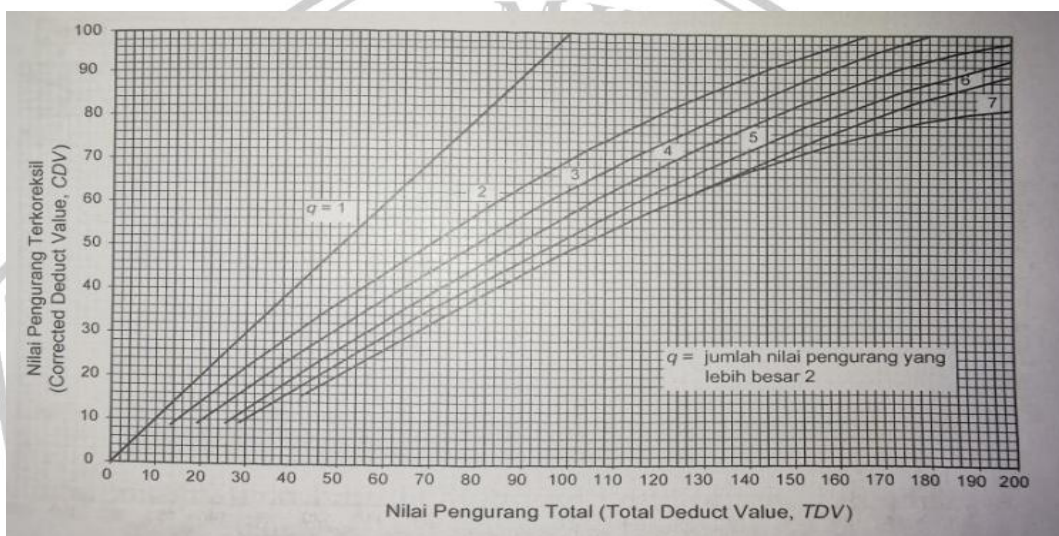
$HDV_{(i)}$ = Nilai pengurang individu tertinggi

2.7.4 Total Deduct Value, (TDV)

TDV adalah penjumlahan nilai deduct untuk setiap kategori kerusakan dan tingkat keparahan sebagaimana ditentukan oleh survei. TDV digunakan untuk mengukur sejauh mana besar efek dari kerusakan pada perkerasan jalan terhadap penurunan kualitas keseluruhan, yang nantinya akan mempengaruhi perhitungan Indeks Kondisi Perkerasan (PCI) (Hardiyatmo, 2015).

2.7.5 Corrected Deduct Value (CDV)

TDV merupakan nilai yang diperoleh serta menelusuri hubungan antara nilai TDV dan CDV; kurva dipilih berdasarkan jumlah semua nilai deduct yang lebih besar dari 2. Serta menggunakan kurva CDV dan nilai q dan TDV, CDV dapat ditentukan. Kerusakan terhadap satu unit sampel digunakan untuk menentukan nilai q, yang selanjutnya menggambarkan pengaruh kerusakan terhadap kondisi keseluruhan perkerasan (Hardiyatmo, 2015). Untuk jalan raya serta perkerasan aspal, modifikasi kurva ditunjukkan terhadap Gambar 2.35.



Gambar 2.35 Koreksi kurva untuk jalan dengan perkerasan dengan permukaan aspal

Sumber: Hardiyatmo (2015)

2.7.6 Nilai PCI

Perhitungan berikut digunakan untuk menghitung PCI untuk setiap unit sampel setelah CDV diperoleh:

$$PCI_{(s)} = 100 - CDV \dots \dots \dots 2.4$$

Di mana PCI = PCI dan CDV setiap unit studi atau sampel adalah hal yang sama. Nilai PCI keseluruhan perkerasan terhadap suatu ruas jalan tertentu adalah:

$$PCI_{(t)} = \sum \frac{PCI_{(s)}}{N} \dots \dots \dots 2.5$$

Serta,

$PCI_{(t)}$ = nilai PCI rata-rata dari seluruh wilayah studi

$PCI_{(s)}$ = nilai PCI untuk setiap seksi

N = jumlah seksi

2.7.7 Klasifikasi Kualitas Perkerasan

$PCI_{(t)}$ yang diperoleh Berdasarkan rekomendasi FAA (1982) dan Shahin (1994) sebagaimana dikutip dalam Hardiyatmo (2015), Tabel 2.1 menampilkan pembagian peringkat kondisi perkerasan.

Tabel 2.1 PCI dan Nilai Kondisi Kerusakan

Nilai <i>PCI</i>	Kondisi
0 – 10	Gagal (<i>failed</i>)
11 – 25	Sangat buruk (<i>very poor</i>)
26 – 40	Buruk (<i>poor</i>)
41 – 55	Sedang (<i>fair</i>)
56 – 70	Baik (<i>good</i>)
71 – 85	Sangat baik (<i>very good</i>)
86 – 100	Sempurna (<i>excellent</i>)

Sumber : Hardiyatmo (2015)

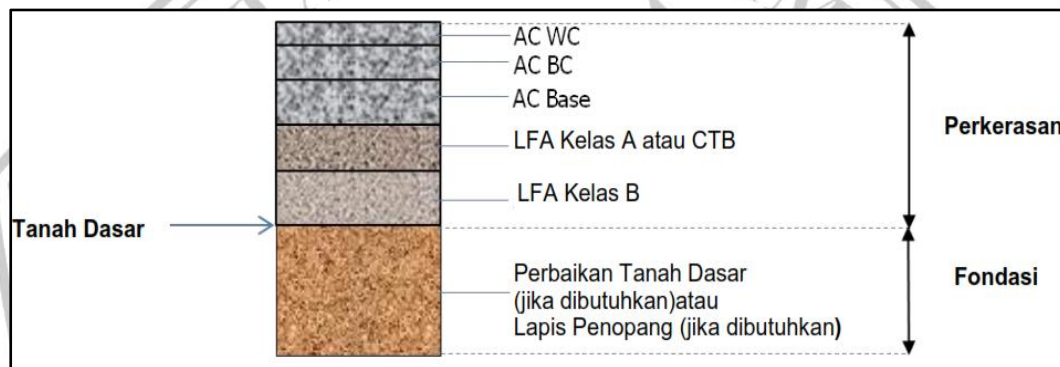
Ada dua metode untuk memanfaatkan nilai PCI. Pertama-tama, nilai PCI memberikan pendekatan yang wajar untuk menilai kondisi jalan sebagai metrik relatif. Lebih jauh lagi, nilai PCI berfungsi sebagai metrik objektif yang menunjukkan jenis dan tingkat perbaikan yang diperlukan (Hardiyatmo, 2015).

Sebagai aturan umum:

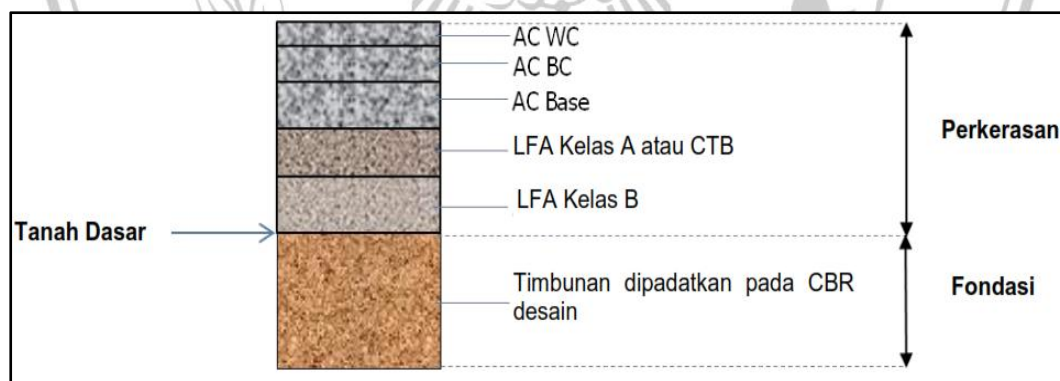
- Tugas pemeliharaan rutin seperti penambalan retakan, penyegelan lubang, atau pelapisan segel sudah memadai apabila nilai PCI berada dalam kisaran 80-100.
- Kebutuhan untuk pelapisan lebih lanjut, atau hamparan, menjadi jelas ketika angka PCI turun di bawah 80.
- Nomor PCI harus lebih dari 30 untuk dapat melanjutkan pembangunan kembali jalan atau rekonstruksi.

2.8 Merencanakan Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Bina Marga 2017

Metode Bina Marga 2017 memiliki dua bagian. Bagian pertama menjelaskan cara membangun perkerasan jalan, sedangkan bagian kedua menjelaskan cara memperbaiki jalan. Lebih jauh, teknik ini menjelaskan serta jelas apa yang harus diperhatikan saat merencanakan pembangunan permukaan jalan. Panas ekstrem, hujan lebat, tanah yang tidak mencukupi atau lunak, dan beban berat adalah empat faktor yang diperhitungkan dalam metode ini. Bagian perkerasan dan permukaan tanah dasar dari struktur perkerasan baru dibangun dalam urutan yang digambarkan terhadap Gambar 2.36, 2.37, dan 2.38 .



Gambar 2.36 Struktur Perkerasan Fleksibel terhadap Tanah Dasar (Kementerian Pekerjaan Umum, 2017: 1-3)



Gambar 2.37 Struktur Perkerasan Fleksibel terhadap Tanggul (Kementerian Pekerjaan Umum, 2017: 1-3)



Gambar 2.38 Struktur Perkerasan Fleksibel terhadap Tanah Galian (Kementerian Pekerjaan Umum, 2017: 1-3)

2.8.1 Umur Rencana

Untuk mengetahui perkiraan usia atau masa pakai jalan, Direktorat Jenderal Bina Marga (2017: 2-1) menyatakan bahwa dihitung periode sejak jalan pertama kali dibuka hingga jalan tersebut diperkirakan memerlukan perbaikan besar. Perencanaan usia permukaan jalan mengikuti pedoman yang ditetapkan dalam Tabel 2.2

Tabel 2.2 Jenis Penanganan Usia yang Direncanakan

Kriteria beban lalulintas (juta ESA4)	< 0,5	0,5 - <30	≥ 30
Umur rencana perkerasan lentur	Seluruh penanganan 10 tahun	Rekonstruksi-20 tahun Overlay struktural-10 tahun Overlay non struktural- 10 tahun Penanganan sementara- sesuai kebutuhan	

Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga (2017: 2-1)

Informasi :

- 1) Jika usia terencana yang disebutkan sebelumnya dianggap terlalu sulit untuk dilaksanakan, usia terencana alternatif dapat diperiksa; namun, ini tidak dapat dilakukan tanpa terlebih dahulu melakukan analisis menggunakan biaya seumur hidup yang didiskon, yang dapat menunjukkan bahwa usia terencana asli dapat memberikan biaya seumur hidup yang didiskon terendah.
- 2) Usia desain harus memperhitungkan kapasitas jalan.

2.8.2 Analisis Volume Lalu Lintas

Beban lalu lintas yang akan dilaksanakan terhadap tahap perencanaan ditentukan sebagian besar oleh data yang diperoleh dari pengemudi lalu lintas, sebagaimana dinyatakan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga (2017: 4-1). Dalam penanganan lalu lintas, Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) digunakan untuk mengetahui volume lalu lintas terhadap jam sibuk.

2.8.3 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Perkiraan unsur-unsur yang berkontribusi terhadap peningkatan lalu lintas, yang diperoleh dari informasi tentang pertumbuhan populasi, ditunjukkan terhadap Tabel 2.3 oleh Direktorat Jenderal Bina Marga (2017: 4-2). Jika tidak ada informasi tersebut, tabel tersebut sering digunakan untuk memastikan proyeksi peningkatan lalu lintas serendah mungkin, serta mempertimbangkan pergeseran demografi dan pertimbangan desain jalan terkait lainnya.

Tabel 2.3 Faktor-faktor Tingkat Pertumbuhan Lalu Lintas (i)

	Jawa	Sumatera	Kalimantan	Rata-rata Indonesia
Arteri dan perkotaan	4,80	4,83	5,14	4,75
Kolektor rural	3,50	3,50	3,50	3,50
Jalan desa	1,00	1,00	1,00	1,00

Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga (2017: 4-2)

Untuk memeriksa kenaikan kumulatif lalu lintas sepanjang periode perencanaan dan pertumbuhan lalu lintas, digunakan persamaan 2.6 dan 2.7 di bawah ini.

$$R = \frac{(1+0,01i)^{UR} - 1}{0,01i} \dots\dots\dots 2.6$$

Serta:

- R = Faktor Pengali Pertumbuhan Lalu Lintas
- i = Tingkat Pertumbuhan Tahunan
- UR = Umur Rencana (tahun)
- $V_n = V(1+t)^n \dots\dots\dots 2.7$

Di mana:

- V_n = Volume Lalu Lintas Rencana
- V = Volume Lalu Lintas Awal
- t = Asumsi Pertumbuhan Lalu lintas (%)
- n = Tahun Rencana

2.8.4 Lalu Lintas Pada Lajur Rencana

Dalam hal lalu lintas kendaraan komersial, termasuk bus dan truk, lajur desain adalah salah satu lajur terhadap bentangan jalan yang dirancang untuk menangani beban maksimum. Serta mempertimbangkan faktor distribusi arah (DD) dan faktor distribusi lajur (DL), beban lalu lintas lajur desain dihitung sebagai beban gandar standar kumulatif (ESA). Kecuali ada area tertentu serta konsentrasi kendaraan komersial yang sangat besar yang melaju dalam satu arah, faktor distribusi arah (DD) untuk jalan raya dua arah biasanya adalah 0,50. Faktor distribusi arah (DD) biasanya ditetapkan terhadap 0,50, serta pengecualian area serta jumlah kendaraan komersial yang sangat besar dalam satu arah. terhadap jalan raya serta dua lajur atau lebih dalam satu arah, faktor alokasi lajur digunakan untuk mengubah beban kumulatif (ESA). Beberapa kendaraan akan menggunakan lajur dalam, meskipun sebagian besar truk komersial akan menggunakan lajur luar. Berdasarkan variabel distribusi jalan yang ditunjukkan terhadap Tabel 2.4 di bawah, penting untuk memastikan bahwa beban desain terhadap setiap lajur tidak melampaui kapasitas lajur selama umur desain.

Tabel 2.4 Faktor Distribusi Laju

Jumlah Lajur setiap arah	Kendaraan niaga pada lajur desain (persen terhadap populasi kendaraan niaga)
1	100
2	80
3	60
4	50

Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga (2017: 4-3)

2.8.5 Faktor Ekuivalen Beban (Vehicle Damage Factor)

Perancang perkerasan jalan menggunakan Faktor Kerusakan Kendaraan untuk mengubah beban lalu lintas menjadi ESA. Kuantitas ESA yang terakumulasi terhadap lajur rancangan selama masa rancangannya digunakan untuk melakukan analisis struktur perkerasan jalan. Estimasi beban lalu lintas yang akurat juga diperlukan untuk desain yang baik. Jadi, untuk mendapatkan perhitungan ESA yang akurat, Anda memerlukan studi atau survei beban gandar yang direncanakan dan dilaksanakan serta baik. Jika memungkinkan, survei beban

gandar harus dilakukan. Anda dapat melihat item yang diperlukan dalam Tabel 2.5 untuk mengumpulkan data tentang beban gandar.

Tabel 2.5 Pengumpulan data beban gandar

Spesifikasi Penyedia Prasarana Jalan	Sumber Data Beban Lalu Lintas
Jalan Bebas Hambatan	1 atau 2
Jalan Raya	1 atau 2 atau 3
Jalan Sedang	2 atau 3
Jalan Kecil	2 atau 3

Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga (2017: 4-4)

Data beban gandar dapat diperoleh dari:

1. Menggunakan jembatan timbang, timbangan statis, atau WIM (survei langsung).
2. Telah dilakukan survei beban gandar menggunakan jembatan timbang atau WIM, dan hasilnya dianggap sangat representatif.
3. Informasi dari basis data WIM regional Direktorat Jenderal Bina Marga.

Nilai VDF (*Vehicle Damage Factor*) dalam Tabel 2.6 untuk setiap jenis kendaraan niaga dapat digunakan sebagai acuan.

Tabel 2.6 Nilai VDF masing – masing jenis kendaraan niaga

Jenis Kendaraan	Sumatera				Jawa				Kalimantan				Sulawesi				Bali, Nusa Tenggara, Maluku dan Papua				
	Beban Aktual		Normal		Beban Aktual		Normal		Beban Aktual		Normal		Beban Aktual		Normal		Beban Aktual		Normal		
	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	
5B	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
6A	0,6	0,5	0,6	0,5	0,6	0,5	0,6	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,6	0,5	0,6	0,5	0,6	0,5	0,6	0,5	0,6
6B	4,5	7,4	3,4	4,6	5,3	9,2	4,0	5,1	4,8	8,5	3,4	4,7	4,9	9,0	2,9	4,0	3,0	4,0	2,5	3,0	3,0
7A1	10,1	18,4	5,4	7,4	8,2	14,4	4,7	6,4	0,99	18,3	4,1	5,3	7,2	11,4	4,9	6,7	-	-	-	-	-
7A2	10,5	20,0	4,3	5,6	10,2	19,0	4,3	5,6	9,6	17,7	4,2	5,4	9,4	19,1	3,8	4,8	4,9	9,7	3,9	6,0	6,0
7B1	-	-	-	-	11,8	18,2	9,4	13,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7B2	-	-	-	-	13,7	21,8	12,6	17,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7C1	15,9	29,5	7,0	9,6	11,0	19,8	7,4	9,7	11,7	20,4	7,0	10,2	13,2	25,5	6,5	8,8	14,0	11,9	10,2	8,0	8,0
7C2A	19,8	39,0	6,1	8,1	17,7	33,0	7,6	10,2	8,2	14,7	4,0	5,2	20,2	42,0	6,6	8,5	-	-	-	-	-
7C2B	20,7	42,8	6,1	8,0	13,4	24,2	6,5	8,5	-	-	-	-	17,0	28,8	9,3	13,5	-	-	-	-	-
7C3	24,5	51,7	6,4	8,0	18,1	34,4	6,1	7,7	13,5	22,9	9,8	15,0	28,7	59,6	6,9	8,8	-	-	-	-	-

Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga (2017: 4-5)

2.8.6 Menghitung Beban Sumbu Standar kumulatif (CESAL)

Persamaan berikut ini diperoleh dari Departemen Jenderal Jalan Raya (2017: 4-7) dan menunjukkan beban gandar standar rata-rata, yang merupakan jumlah beban lalu lintas terhadap jalur yang direncanakan sebagai fungsi dari usia perencanaan dan indeks VDF setiap jenis kendaraan aktif.

$$ESATH-1 = (\sum LHRJK \times VDFJK) \times 365 \times DD \times DL \times R \dots \dots \dots 2.8$$

Nilai CESA5 dapat diperoleh serta mengalikannya serta nilai TM (*Traffic Multiplier*) di Indonesia yang terhadap tahun 2017 diperkirakan sekitar 1,8-2 oleh Departemen Pekerjaan Umum.

2.8.7 Desain Struktur Perkerasan

Adapun beberapa faktor yang mesti ditinjau saat menentukan metode restorasi perkerasan jalan, termasuk volume lalu lintas, usia, dan kondisi jalan saat ini (Direktorat Nasional Jalan Raya 2017: 3-1). Menggabungkan semua bentuk transportasi umum dan menggunakan data lalu lintas sangat penting untuk menciptakan desain terbaik. Faktor terpenting yang menentukan kondisi permukaan jalan adalah jenis kendaraan yang membawa beban paling banyak. Jika ditemukan kesalahan dalam data, penting untuk menentukan lalu lintas sebelum menyelesaikan proses perencanaan, karena akurasi sangat memengaruhi hasil survei. Anda dapat menemukan desain perkerasan fleksibel aspal serta lapisan pondasi berbutir terhadap Tabel 2.7 di bawah ini.

Tabel 2.7 Desain Perkerasan Lentur – Aspal dengan Lapis Fondasi Berbutir

	STRUKTUR PERKERASAN								
	FFF1	FFF2	FFF3	FFF4	FFF5	FFF6	FFF7	FFF8	FFF9
	Solusi yang dipilih				Lihat Catatan 2				
Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana (10^6 ESAS)	<2	≥ 2-4	> 4-7	> 7-10	> 10-20	> 20-30	> 30-50	> 50-100	> 100-200
	KETEBALAN LAPIS PERKERASAN (mm)								
AC WC	40	40	40	40	40	40	40	40	40
AC BC	60	60	60	60	60	60	60	60	60
AC Base	0	70	80	105	145	160	180	210	245
LPA Kelas A	400	300	300	300	300	300	300	300	300
Catatan	1		2			3			

Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga (2017: 7-14)

2.9 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Total estimasi harga proyek dapat dihitung dengan mengalikan volume satuan pekerjaan dengan harga satuan pekerjaan. Untuk berpartisipasi dalam proses penawaran proyek konstruksi seperti lelang dan tender, kontraktor sering membuat estimasi biaya ini. Untuk menentukan RAB, atau Rencana Anggaran Biaya, rumus standarnya adalah:

$$\text{RAB} = \sum (\text{volume} \times \text{harga satuan pekerjaan})$$

Dimana:

- Volume adalah jumlah pekerjaan yang harus dilakukan (misalnya, panjang, luas, atau volume material yang digunakan).
- HSP adalah biaya per unit volume pekerjaan yang dihitung berdasarkan tarif atau harga pasar.

Sebelum memulai perhitungan atau perencanaan anggaran untuk sebuah proyek, langkah pertama yang perlu dilakukan adalah menghitung setiap komponen dalam rencana anggaran, yang mencakup beberapa elemen penting sebagai berikut:

a. Volume Pekerjaan

Dengan mengukur setiap item dalam gambar atau di lapangan, seseorang dapat menentukan kualitas pekerjaan. Serta asumsi sisi-sisi bidang ruang yang diukur berada dalam garis lurus, pendekatan luas penampang rata-rata digunakan. Perkiraan waktu dan uang yang dibutuhkan untuk melakukan tugas sangat bergantung terhadap volume pekerjaan.

b. Analisis Harga Satuan Dasar (HSD)

Tenaga kerja, peralatan HSD, dan material HSD merupakan komponen yang dibutuhkan dalam penyusunan HSP. Berikut ini adalah prosedur yang diuraikan dalam laporan AHSP Sektor Jalan Raya tahun 2022 oleh Departemen Pekerjaan Umum untuk menentukan komponen HSD HSP:

1. Harga Satuan Tenaga Kerja

Menemukan bahan acuan harga standar untuk upah tenaga kerja, atau HSD, adalah langkah pertama dalam menghitung HSP. Selanjutnya adalah tahapan untuk menghitung HSD tenaga kerja:

- a. Cari tahu apakah ada buruh, perajin, mandor, atau kepala perajin yang berpartisipasi.
- b. Informasi gaji harus dikumpulkan sesuai serta peraturan setempat, begitu pula informasi gaji yang dikumpulkan dari survei yang dilakukan di sekitar lokasi pekerjaan.
- c. Pikirkan tentang orang-orang yang Anda pekerjakan dari luar kota, lalu masukkan dalam biaya hidup mereka, termasuk makanan, penginapan, dan transportasi.
- d. Cari tahu berapa hari kerja efektif dalam sebulan (24–26 hari tidak termasuk hari libur) dan berapa jam efektif dalam sehari (7 jam).
- e. Hitunglah biaya upah setiap orang per jam.
- f. Rata-rata total biaya upah per jam.
- g. Menurut Departemen Pekerjaan Umum, Divisi Jalan Raya AHSP (2022), tarif bayaran minimum harus sama serta bayaran minimum regional (UMR) rata-rata daerah setempat.

2. Harga satuan alat

Untuk studi HSD, Anda memerlukan informasi tentang gaji operator serta spesifikasi peralatan, seperti kapasitas kerjanya (m^3), daya mesin, umur ekonomis, jumlah jam kerja dalam setahun, dan harga. Elemen pengembangan peralatan, yang meliputi cakupan peralatan, biaya pemuat, dan biaya lainnya, juga harus diperhitungkan (Kementerian Pekerjaan Umum, AHSP untuk Jalan Raya, 2022).

Tuntutan persyaratan proyek dan metode konstruksi yang digunakan menentukan peralatan yang digunakan dalam proyek konstruksi. Peralatan yang digunakan juga dapat meningkatkan kualitas pelaksanaan proyek, yang menambah nilai proyek.

Anggaran peralatan proyek pengembangan dapat dibagi menjadi beberapa kategori, termasuk:

- Biaya Operasional (*variable costs*): Bahan bakar dan pemeliharaan berkala adalah contoh biaya habis pakai yang berfluktuasi seiring serta penggunaan peralatan.

- Biaya Produksi: Biaya yang terkait langsung serta pembuatan alat, seperti biaya bahan dan tenaga kerja.
- Biaya Peralatan: Penyusutan nilai peralatan dan biaya pemeliharaan adalah contoh biaya kepemilikan dan penggunaan peralatan.

Biaya Tetap: Biaya seperti asuransi dan biaya administrasi yang terkait serta peralatan tidak berubah berapa pun jumlah penggunaannya

3. Harga satuan material

Saat melakukan analisis HSD terhadap material, perlu menyertakan anggaran transportasi dan produksi selain data tentang harga bahan baku. Dalam kebanyakan kasus, sejumlah alat dibutuhkan untuk memproduksi satu unit material. Output setiap alat diukur dalam satuan pengukuran per jam. Faktor-faktor seperti volume alat, efisiensi alat, dan durasi periode operasi setiap alat digunakan dalam perhitungan ini.

Dua jenis perhitungan HSD yang berbeda berlaku untuk material galian:

- Bahan baku (misalnya pasir sungai/gunung, batu sungai/gunung, dan lain-lain).
- Bahan Olahan (seperti agregat kasar dan halus yang dihasilkan oleh penghancur batu, dll.).

Keterangan ini merujuk pada pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan pada bidang Jalan Raya yang diterbitkan Kementerian Pekerjaan Umum pada tahun 2022.

Pada penelitian ini membutuhkan beberapa referensi dari peneliti terdahulu untuk memberikan garis besar prosedur pengembangan proyek, berikut lima penelitian sebelumnya yang pernah diteliti di tunjukkan pada **Tabel 2.8**.

Tabel 2.8 Penelitian Terdahulu

No	Nama	Judul	Lokasi	Metode	Hasil
1	Hillman Yunardhi, M. Jazir Alkas, & Heri Sutanto (2018)	Evaluasi Kerusakan Jalan Akibat PCI dan Alternatif yang Mungkin (studi kasus: ruas jalan di Panjaitan)	Ruas jalan DI Panjaitan	<i>Indeks Kondisi Perkerasan Jalan</i>	Penelitian yang mengkaji kondisi ruas jalan DI Panjaitan serta menggunakan teknik PCI menghasilkan temuan yang sangat baik (nilai PCI rata-rata 79% untuk ruas jalan DI Panjaitan menuju Bontang). Nilai PCI rata-rata untuk ruas jalan DI Panjaitan menuju Samarinda adalah 98%, yang menunjukkan bahwa jalan tersebut dalam kondisi keseluruhan <i>yang sangat baik</i> .
2	Aulia Dewi Fatikasari (2021)	Pemeriksaan Kondisi Jalan di Raya Cangkring, Kecamatan Krembung, Kabupaten Sidoarjo, Melalui Penggunaan Metode PCI untuk Penilaian Kerusakan	Cangkring Raya, Kec. Krembung, Kab. Sidoarjo	<i>Indeks Kondisi Perkerasan Jalan</i>	Nilai PCI Jalan Raya Cangkring, Kecamatan Krembung, Provinsi Sidoarjo adalah 18,4, berdasarkan hasil survei, pemeriksaan, dan pengolahan data. Berdasarkan angka tersebut, kondisi perkerasan jalan dalam keadaan rusak. Pengaspalan ulang Jalan Raya Cangkring perlu dilakukan berdasarkan metodologi Asphalt Institute. Berdasarkan hasil inspeksi visual di area tersebut, kondisi jalan mengalami kerusakan yang sangat parah, serta lubang dan retakan blok jalan menjadi bentuk kerusakan yang paling menonjol.

3	Reiman Lasarus Lucia GJ Lalamentik, Joice E. Waani (2020)	Analisis dan Penanganan Kerusakan Jalan serta Metode PCI	Ruas Jalan Kauditan (by pass) – Airmadidi	<i>Indeks Kondisi Perkerasan Jalan</i>	Menurut PCI, nilai indeks perkerasan untuk ruas jalan yang diamati adalah 76,7. Oleh karena itu, tindakan yang disarankan adalah memperbaiki area seluas 31,2 m ² , melapisi 950 m serta material non-struktural, dan melakukan perawatan rutin sepanjang 3000 m dari rute yang diperiksa .
4	Rowinanda Lailatul Jannah, Helga Yermadona, & Selpa Dewi (2022)	Studi kasus: Jl. Lintas Sumatera km 203 – 213, Indonesia, untuk analisis kerusakan perkerasan jalan menggunakan metode Bina Marga dan Pavement Condition Index (PCI)	Jl.trans sumatera	<i>Indeks Kondisi Jalan Raya dan Perkerasan Jalan</i>	Ruas jalan yang dimaksud merupakan bagian dari program rehabilitasi jalan karena nilai kondisinya berdasarkan hasil survei kerusakan perkerasan jalan di Jalan Lintas Sumatera Km 203-213 Kabupaten Dhamasraya serta menggunakan teknik Bina Marga, diperoleh nilai prioritas 3. Berdasarkan perhitungan nilai kondisi perkerasan jalan berbasis PCI, angka 16 menunjukkan mutu sangat buruk (sangat jelek). Berdasarkan Metode PCI, nilai kondisi jalan adalah 8.
5	Anisa Gusnilawati, Yusfita Chrisnawati, & Woro Partini Maryunani (2021)	Studi Kasus Ruas Jalan Patuk-Dlingo Kecamatan Dlingo Kabupaten Bantul: Analisis Evaluasi Faktor Kerusakan Jalan Menggunakan Metode Bina Marga, PCI, dan SDI (Surface Distress Index)	Ruas Jalan Patuk-Dlingo, kecamatan Dlingo, Kabupaten Bantul	Jalan Raya, PCI, SDI	Serta menggunakan Metode Bina Marga, dapat diketahui bahwa terhadap ruas Jalan Patuk Dlingo Kecamatan Dlingo Kabupaten Dlingo diperlukan program perbaikan secara berkala. Kondisi kerusakan jalan tersebut memiliki peringkat prioritas sebanyak 25 ruas serta nilai rata-rata 7,92. Sementara itu, ruas Jalan Patuk Dlingo Kecamatan Dlingo Kabupaten Bantul memiliki nilai rata-rata PCI sebesar 39,7 sehingga masuk dalam kategori buruk dan perlu dilakukan perbaikan jalan. Berdasarkan nilai rata-rata kerusakan jalan sebesar 11,8 yang dihitung serta teknik SDI.

