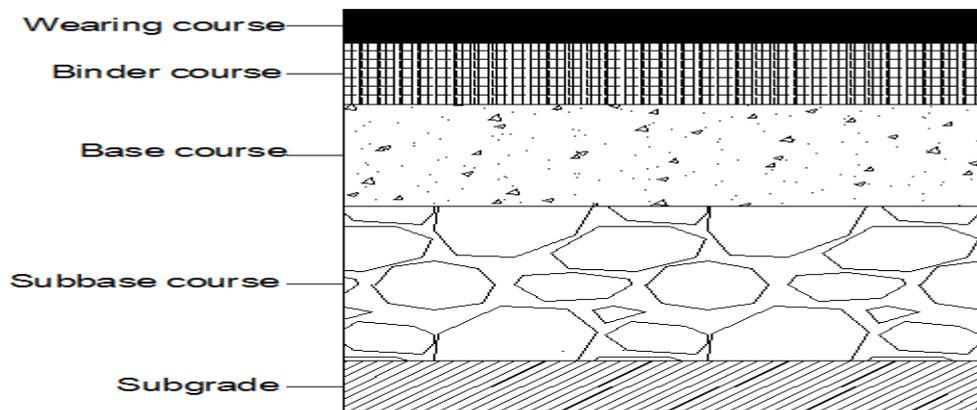


BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 PERKERASAN LENTUR DAN PENYEBARAN BEBAN

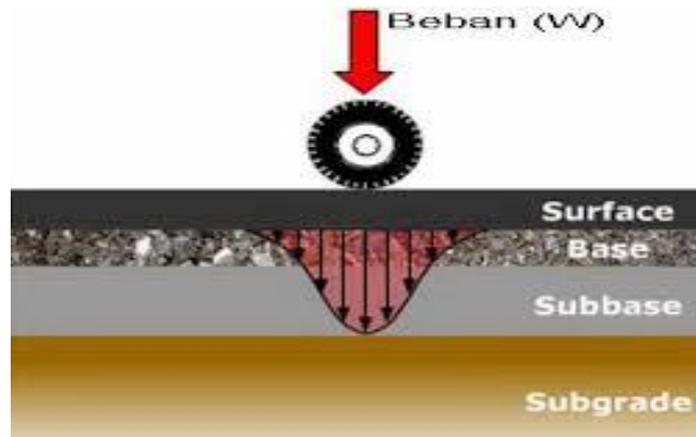
Menurut Departemen Pekerjaan Umum (1987) yang dimaksud dengan perkerasan lentur adalah perkerasan yang umumnya menggunakan bahan campuran beraspal sebagai lapis permukaan serta bahan berbutir sebagai lapis di bawahnya. Bagian perkerasan jalan umumnya terdiri dari lapis pondasi bawah (*sub base course*), lapis pondasi atas (*base course*) dan lapis permukaan (*surface course*).



Gambar 3. 1 Komponen-komponen perkerasan lentur

(Sumber : Yoder dan Witzcak,1975)

Pada saat penyebaran beban di masing-masing lapisan yaitu, lapis permukaan (*surface course*), lapis pondasi atas (*base course*), lapis pondasi bawah (*subbase course*) dan *subgrade* yang diakibatkan oleh beban kendaraan yang melintas pada satu ruas jalan dapat ditunjukkan pada Gambar 3.2



Gambar 3. 2 Tegangan pada Perkerasan Akibat Beban

(Sumber : *Pavement Interactive*, 2013)

Pada gambar di atas dapat dilihat bahwa lapisan paling atas yaitu *surface course* menerima beban dari roda kendaraan kemudian diteruskan ke lapisan yang ada di bawahnya. Sampai dengan pada lapisan yang berada di lapisan paling bawah yaitu subgrade, dengan demikian akan berpengaruh pada penyebaran beban yang terjadi pada masing-masing lapisan.

3.2 JENIS KERUSAKAN PERKERASAN LENTUR

Kerusakan pada perkerasan dapat dilihat dari kegagalan fungsional dan struktural. Kegagalan fungsional adalah apabila perkerasan tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan yang di rencanakan dan menyebabkan ketidaknyamanan bagi pengguna jalan. Sedangkan kegagalan struktural terjadi ditandai dengan adanya rusak pada satu atau lebih bagian dari struktur perkerasan yang disebabkan oleh tanah dasar yang tidak stabil, beban lalu lintas, kelelahan permukaan dan pengaruh kondisi lingkungan sekitar (Yoder, 1975)

3.2.1 Deformasi

Deformasi adalah perubahan jalan dari profil aslinya. Deformasi merupakan kerusakan penting dari kondisi perkerasan. Karena mempengaruhi kualitas kenyamanan lalu lintas. Berikut ini beberapa tipe deformasi perkerasan lentur.

1. Bergelombang (*corrugation*)

Bergelombang atau keriting adalah kerusakan akibat terjadinya deformasi plastis yang menghasilkan gelombang-gelombang melintang arah tegak lurus arah perkerasan. Keriting sering terjadi pada titik-titik yang banyak mengalami tegangan horizontal tinggi, dimana lalu lintas mulai bergerak dan berhenti.

2. Alur (*rutting*)

Alur adalah deformasi permukaan aspal dalam bentuk turunnya perkerasan ke arah memanjang pada lintasan roda kendaraan. Distorsi permukaan jalan yang membentuk alur-alur terjadi akibat beban lalu lintas yang berulang-ulang pada lintasan roda sejajar dengan as jalan. Alur biasanya baru nampak jelas ketika hujan dan terjadi genangan.

2. Ambles (*depression*)

Ambles adalah penurunan perkerasan yang terjadi pada area terbatas yang mungkin dapat diikuti dengan retakan. Penurunan ditandai dengan adanya genangan air pada permukaan perkerasan.

3. Sungkur (*shoving*)

Sungkur adalah perpindahan permanen secara lokal dan memanjang dari permukaan perkerasan yang disebabkan oleh lalu lintas.

4. Mengembang (*swell*)

Mengembang adalah gerakan ke atas lokal akibat pengembangan (atau pembekuan air) dari tanah dasar atau dari bagian struktur perkerasan. Perkerasan yang naik akibat tanah dasar yang mengembang ini dapat menyebabkan retaknya permukaan aspal.

5. Benjol dan turun (*bump & sags*)

Benjol adalah gerakan atau perpindahan ke atas, bersifat lokal dan kecil dari permukaan perkerasan aspal, sedangkan penurunan (*sags*) yang juga berukuran kecil, merupakan gerakan ke bawah dari permukaan perkerasan (Shahin, 1994)

3.2.2 Retak (*crack*)

Retak dapat terjadi dalam berbagai bentuk. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor dan melibatkan mekanisme yang kompleks. Secara teoritis, retak dapat terjadi bila tegangan tarik yang terjadi pada lapisan aspal melampaui tegangan tarik maksimum yang dapat ditahan oleh perkerasan tersebut.

Mengacu pada AUSTROADS (1987) dalam Hardiyatmo (2007), retak pada perkerasan lentur dapat dibedakan menurut bentuknya, yaitu:

1. Retak memanjang (*longitudinal cracks*)

Retak berbentuk memanjang pada perkerasan jalan, dapat terjadi dalam bentuk tunggal atau berderet yang sejajar, dan kadang-kadang sedikit bercabang. Retak memanjang dapat terjadi oleh labilnya lapisan pendukung struktur perkerasan.

2. Retak melintang (*transverse cracks*)

Retak melintang merupakan retak tunggal (tidak bersambung satu sama lain) yang melintang perkerasan. Perkerasan retak ketika temperature atau lalu lintas menimbulkan tegangan dan regangan yang melampaui kuat tarik atas kelelahan dari campuran aspal padat.

3. Retak diagonal (*diagonal cracks*)

Retak diagonal adalah retakan yang tidak bersambung satu sama lain yang arahnya diagonal terhadap perkerasan.

4. Retak berkelok-kelok (*meandering*)

Retak berkelok-kelok adalah retak yang tidak saling berhubungan, polanya tidak teratur, dan arahnya bervariasi biasanya sendiri-sendiri.

5. Retak reflektif sambungan (*joint reflective cracks*)

Kerusakan ini umumnya terjadi pada permukaan perkerasan aspal yang dihamparkan di atas perkerasan beton semen *Portland*. Retak terjadi pada

lapis tambahan aspal yang mencerminkan pola retak dalam perkerasan beton lama yang berada dibawahnya. Pola retak dapat ke arah memanjang, melintang, diagonal, atau membentuk blok.

6. Retak Blok (*block cracks*)

Retak blok ini membentuk blok-blok besar yang saling bersambungan dengan ukuran sisi blok 0,2-3 meter, dan dapat membentuk sudut atau pojokan yang tajam. Kerusakan ini bukan karena beban lalu lintas. Retak blok biasanya terjadi pada area yang luas pada perkerasan aspal, tapi kadang-kadang hanya terjadi pada area yang jarang dilalui lalu lintas.

7. Retak kulit buaya (*alligator cracks*)

Retak kulit buaya adalah retak yang berbentuk sebuah jaringan dari bidang bersegi banyak kecil-kecil menyerupai kulit buaya, dengan lebar selah ≥ 3 mm, retak ini disebabkan oleh kelelahan akibat beban lalu lintas berulang-ulang.

8. Retak slip (*slippage cracks*)

Retak slip atau retak berbentuk bulan sabit yang diakibatkan oleh gaya gaya horizontal yang berasal dari kendaraan. Retak ini diakibatkan oleh kurangnya ikatan antara lapisan permukaan dengan lapisan dibawahnya, sehingga terjadi penggelinciran. Jarak retakan sering berdekatan dan berkelompok secara paralel.

3.2.3 Kerusakan Tekstur Permukaan

Kerusakan tekstur permukaan merupakan kehilangan material perkerasan secara berangsur-angsur dari lapisan permukaan ke arah bawah. Perkerasan nampak seakan pecah menjadi bagian-bagian kecil, seperti pengelupasan akibat terbakar sinar matahari, atau mempunyai garis-garis goresan yang sejajar. Butiran lepas dapat terjadi di atas seluruh permukaan dengan lokasi terburuk di jalur lalu lintas.

Kerusakan tekstur permukaan aspal dapat dibedakan menjadi:

1. Pelapukan dan Butiran Lepas (*weathering and raveling*)

Pelapukan dan butiran lepas adalah disintegrasi permukaan perkerasan aspal melalui pelepasan partikel agregat yang berkelanjutan, berawal dari

permukaan perkerasan menuju ke bawah atau dari pinggir ke dalam. Butiran agregat berangsur-angsur lepas dari permukaan perkerasan, akibat lemahnya pengikat antara partikel agregat.

2. Kegemukan (*Bleeding/Flushing*)

Kegemukan adalah hasil dari aspal pengikat yang berlebihan yang bermigrasi ke atas permukaan perkerasan. Kelebihan kadar aspal atau terlalu rendahnya kadar udara dalam campuran, dapat menyebabkan tenggelamnya agregat ke dalam pengikat aspal yang menyebabkan berkurangnya kontak antara ban kendaraan dan batuan. Kerusakan ini menyebabkan permukaan jalan menjadi licin. Pada temperature tinggi aspal menjadi lunak dan akan terjadi jejak roda.

3. Agregat licin (*Polished Aggregate*)

Agregat licin adalah licinnya permukaan bagian atas perkerasan, akibat ausnya agregat di permukaan. Kecenderungan perkerasan menjadi licin dipengaruhi oleh sifat-sifat geologi dari agregat. Akibat pelicinan agregat oleh lalu lintas, aspal pengikat akan hilang dan permukaan jalan menjadi licin, terutama sesudah hujan.

4. Terkelupas (*Delamination*)

Kerusakan permukaan terjadi akibat terkelupasnya lapisan aus dari permukaan perkerasan.

5. *Stripping*

Stripping adalah suatu kondisi hilangnya agregat kasar dari bahan penutup yang disemprotkan, yang menyebabkan bahan pengikat dalam kontak langsung dengan ban. Pada musim panas, aspal dapat tercabut dan melekat pada ban kendaraan.

3.2.4 Lubang (*pothole*)

Lubang adalah lekukan permukaan perkerasan akibat hilangnya lapisan aus dan material lapis pondasi (*base*). Kerusakan berbentuk lubang kecil biasanya berdiameter kurang dari 0,9 m dan berbentuk mangkuk yang dapat berhubungan atau tidak berhubungan dengan kerusakan permukaan lainnya.

3.2.5 Erosi Jet Blast (*Jet Blast Erosion*)

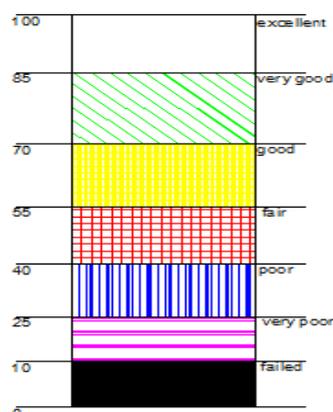
Erosi *jet blast* adalah kerusakan perkerasan beton aspal pada bandara. Kerusakan ini menyebabkan area permukaan aspal menjadi gelap, ketika pengikat aspal telah terbakar atau terkarbonasi. Area terbakar mempunyai kedalaman yang bervariasi sampai 0,5 in (Shahin, 1994). Erosi *jet blast* diukur dalam satuan luas, *feet* persegi atau meter persegi.

3.2.6 Tumpahan Minyak (*Oil Spillage*)

Tumpahan minyak adalah kerusakan atau pelunakan permukaan perkerasan aspal di bandara yang disebabkan oleh tumpahan minyak, pelumas, atau cairan yang lain. Tipe kerusakan seperti ini, terutama terjadi pada perkerasan beton aspal bandara. Kerusakan diukur dalam satuan luas, *feet* persegi atau meter persegi.

3.3 METODE PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI)

Pavement Condition Index (PCI) adalah salah satu sistem penilaian kondisi perkerasan jalan berdasarkan jenis, tingkat kerusakan yang terjadi dan dapat digunakan sebagai acuan dalam usaha pemeliharaan. Nilai *Pavement Condition Index* (PCI) memiliki rentang 0 (nol) – 100 (seratus) dengan kriteria sempurna (*excellent*), sangat baik (*very good*), baik (*good*), sedang (*fair*), jelek (*poor*), sangat jelek (*very poor*) dan gagal (*failed*) (Shahin, 1994)



Gambar 3. 3 Diagram nilai PCI

(Sumber : Shahin, 1994 dalam Hardiyatmo, 2007)

3.3.1 Kadar kerusakan (*Density*)

Density adalah kerusakan terhadap luasan suatu unit segmen yang diukur meter persegi atau meter panjang. Nilai *density* suatu jenis kerusakan dibedakan juga berdasarkan tingkat kerusakannya.

Untuk menghitung nilai *density* dipakai Persamaan 3.1 dan Persamaan 3.2

$$Density = \frac{Ad}{As} \times 100\% \quad (3.1)$$

Atau

$$Density = \frac{Ld}{As} \times 100\% \quad (3.2)$$

Dengan:

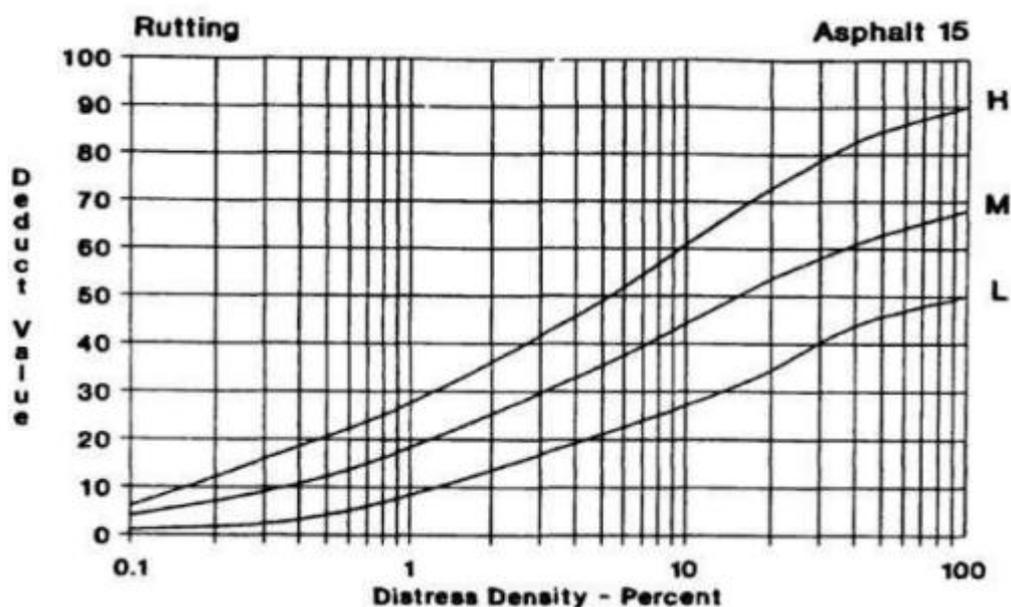
Ad= Luas total jenis kerusakan untuk tiap tingkat kerusakan (m²)

Ld= Panjang total jenis kerusakan untuk tiap tingkat kerusakan (m)

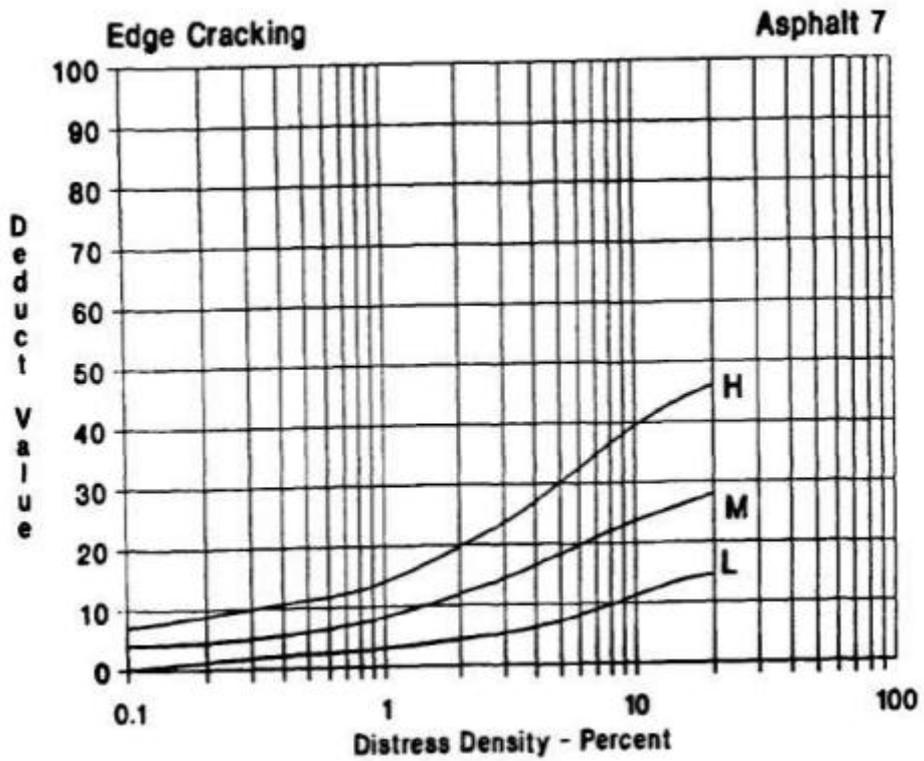
As= Luas total unit segmen (m²)

3.3.2 Nilai pengurangan (*Deduct Value*)

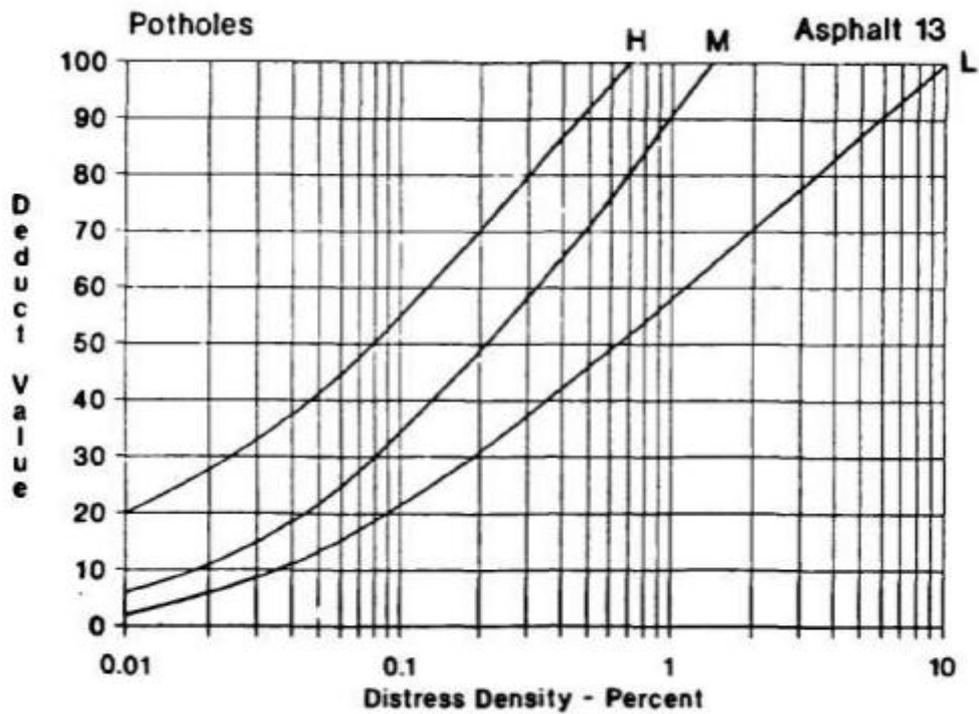
Deduct Value adalah nilai pengurangan untuk tiap jenis kerusakan yang diperoleh dari kurva hubungan antara *density* dan *deduct value*. *Deduct Value* juga dibedakan atas tingkat kerusakan untuk tiap-tiap kerusakan.



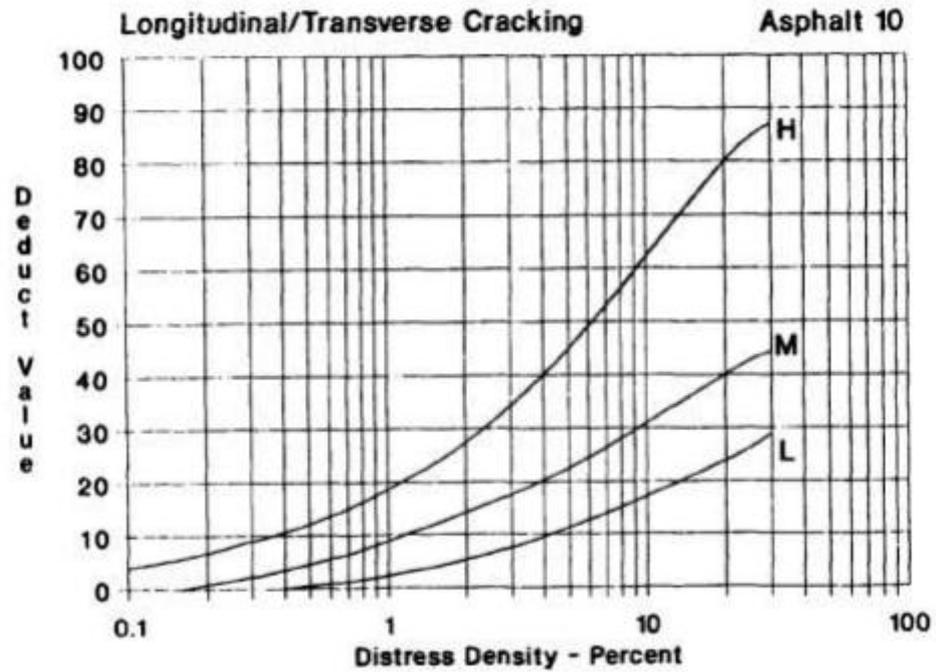
Gambar 3. 4 *Deduct Value* Alur (*Rutting*)



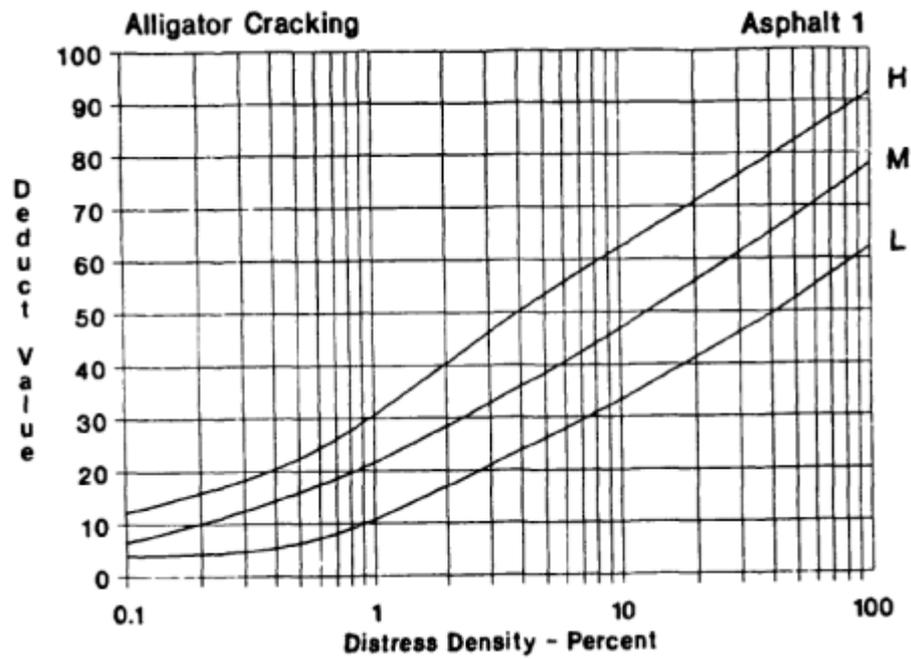
Gambar 3. 5 *Deduct Value* Cacat Tepi Permukaan (*Edge Cracking*)



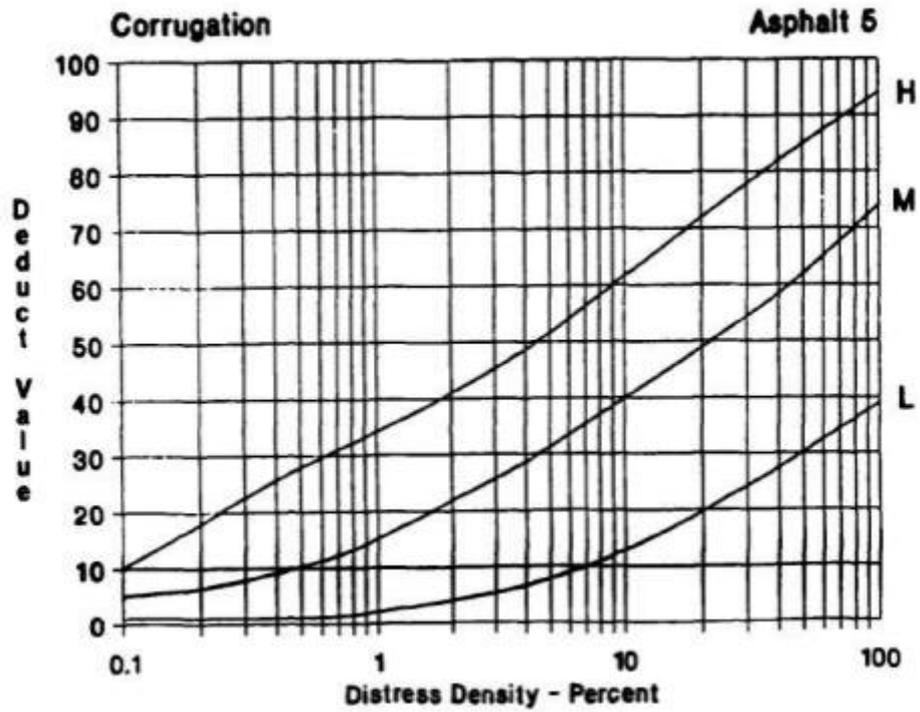
Gambar 3. 6 *Deduct Value* Lubang (*Potholes*)



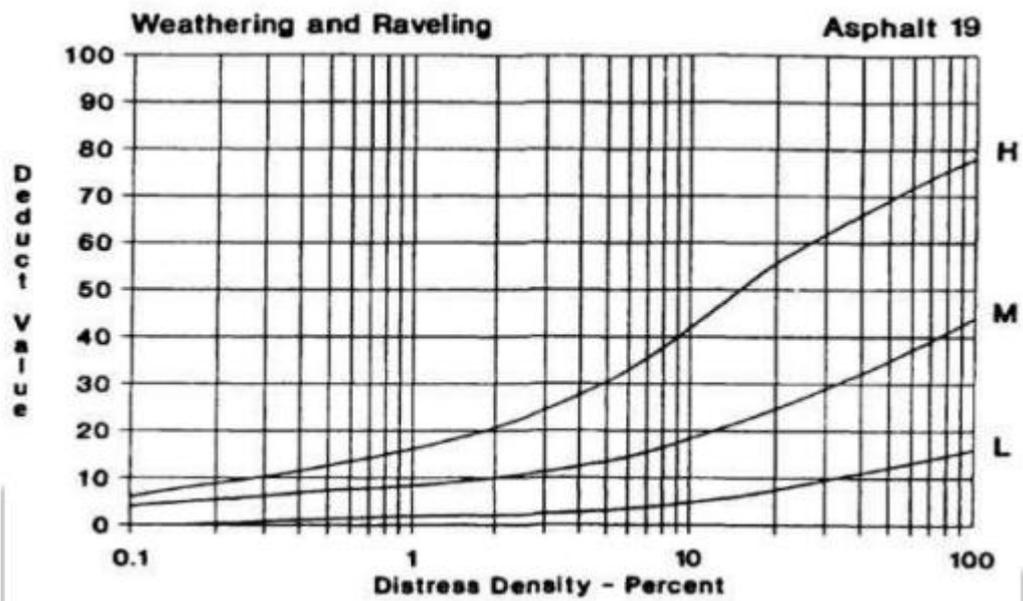
Gambar 3.7 *Deduct Value* Retak Memanjang dan Melintang



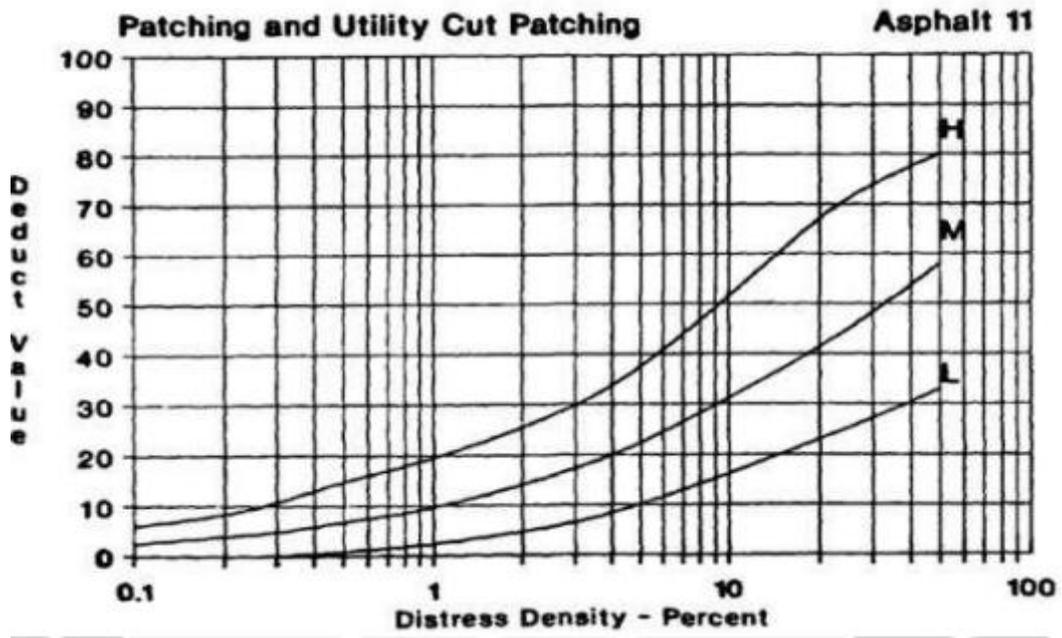
Gambar 3.8 *Deduct Value* Retak Kulit Buaya



Gambar 3. 9 *Deduct Value* Keriting atau Bergelombang (*Corrugation*)



Gambar 3. 10 *Deduct Value* Pelepasan Butiran (*Weathering and Raveling*)



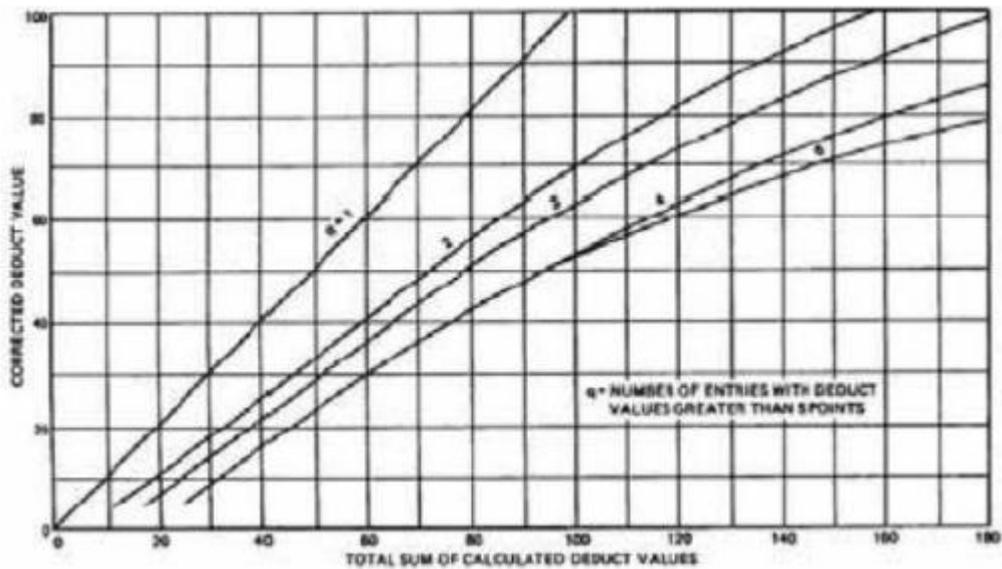
Gambar 3 .11 *Deduct Value* Tambalan

3.3.3 *Total Deduct Value (TDV)*

Total Deduct Value (TDV) adalah nilai total dari individual *deduct value* untuk tiap jenis kerusakan dan tingkat kerusakan yang ada pada suatu unit penelitian.

3.3.4 *Corrected Deduct Value (CDV)*

Corrected Deduct Value (CDV) adalah diperoleh dari kurva hubungan antara nilai TDV dan nilai CDV dengan pemulihan lengkung kurva sesuai dengan jumlah nilai individual *deduct value* yang mempunyai nilai lebih besar dari 2 (dua).



Gambar 3. 12 Corrected Deduct Value

3.3.5 Klasifikasi kualitas perkerasan

Jika nilai CDV telah diketahui, maka nilai PCI untuk tiap unit dapat diketahui dengan Persamaan 3.3 dan Persamaan 3.4.

$$PCI(S) = 100 - CDV \quad (3.3)$$

dengan :

$PCI(S)$ = *Pavement Condition Index* untuk tiap unit.

CDV = *Corrected Deduct Value* untuk tiap unit.

Untuk nilai PCI Secara keseluruhan :

$$PCI = \frac{\sum PCI(S)}{N} \quad (3.4)$$

dengan :

PCI = Nilai PCI perkerasan keseluruhan.

$\sum PCI(S)$ = *Pavement condition index* untuk tiap unit.

N = Jumlah unit

3.4 PEMELIHARAAN PERKERASAN LENTUR BERDASARKAN NILAI PCI

3.4.1 Penutupan Retakan

Menurut Hardiyatmo dalam buku Pemeliharaan Jalan Raya, penutupan retakan (*crack sealing*) adalah proses pembersihan dan penutupan atau penutupan ulang retakan dalam perkerasan aspal. Cara ini digunakan untuk mengisi retakan memanjang dan melintang. Pada perkerasan beton yang ditutupi aspal, hal ini termasuk penutupan retak reflektif dari pelat beton yang dibawahnya yang lebarnya lebih besar dari 3 mm. Idealnya, perbaikan *crack sealing* harus diterapkan saat cuaca relatif dingin. Selain itu, instalasi harus sesuai dengan bahan yang digunakan, tidak terlalu dingin atau basah. *Crack sealing* merupakan pengisian material pada retak yang masih aktif dengan lebar 5-20 mm dan luasannya yang berkembang. *Crack sealing* membutuhkan persiapan yang seksama dan kadang juga memerlukan material berkualitas tinggi yang khusus untuk ditempatkan di dalam atau di atas retak yang masih aktif, serta untuk mencegah terjadinya intrusi air dan material lainnya. *Crack sealing* secara umum dianggap bertahan lebih lama dari pada *crack filling*. Menurut *Caltrans, 2000 crack sealant* yang cocok harus mampu:

1. Tetap melekat pada dinding retak
2. Memanjang sampai ke bukaan retak yang maksimum dan memperbaikinya hingga mencapai ukuran awalnya tanpa terputus
3. Memanjang dan berkontraksi pada batas temperature layanan tanpa terputus dari dinding retak
4. Menahan abrasi dan kerusakan yang disebabkan oleh lalu lintas

Bahan *crack sealing* untuk perkerasan fleksibel didesain untuk merekat pada dinding retakan, memanjang sesuai dengan pergerakan dari retak, serta dapat menahan abrasi dan kerusakan akibat lalu lintas. Untuk merekatkan pada retak yang aktif, perekat (*sealant*) yang dipilih biasanya bersifat *elastomeric*. Maksudnya adalah perekat memiliki modulus elastisitas yang rendah dan akan terulur dengan mudah dan mencapai elongasi yang tinggi (biasanya berkisar 10

kali dimensi) tanpa terputus. Perekat seperti ini akan kembali mendekati ukurannya semula setelah beberapa waktu.

3.4.2 Penambahan Permukaan

Patching (penambahan permukaan) adalah suatu proses pembuangan atau penggantian bagian perkerasan jalan yang rusak maupun penambahan material untuk menutup area yang mengalami kerusakan. (Caltrans, 2007)

Patching biasanya digunakan pada jalan dengan kerusakan sebagai berikut:

1. Sungkur
2. Retak alur
3. Amblas
4. Pelapukan dan butiran lepas
5. Retak kulit buaya

Pekerjaan utama pada *patching* adalah penggantian bahan yang telah hilang karena perkerasan setempat atau pemisahan material, pembuangan struktur perkerasan secara menyeluruh (penggalian) dan penggantian segmen menerus perkerasan yang rusak/gagal tersebut, atau pelaburan lapisan tipis diatas segmen perkerasan yang menunjukkan kerusakan pada permukaan. *Patching* dapat bersifat perbaikan sementara, semi permanen atau permanen. Pemilihan metode perbaikan yang tepat tergantung pada tingkat lalu lintas, waktu dilakukan perbaikan pada tahun anggaran berjalan, lama waktu sampai jatuh tempo perbaikan, dan ketersediaan peralatan personil. *Patching* biasanya menggunakan material utama yaitu campuran aspal panas (*Hotmix*).

Aspal beton (*hotmix*) adalah campuran agregat halus dengan agregat kasar, dan bahan pengisi (*Filler*) dengan bahan pengikat aspal dalam kondisi suhu panas tinggi. Dengan komposisi yang diteliti dan diatur oleh spesifikasi teknis. Aspal beton secara luas digunakan sebagai lapisan permukaan konstruksi jalan dengan

lalu lintas berat, sedang, ringan dan lapangan terbang, dalam kondisi segala macam cuaca. Kelebihan aspal beton antara lain :

1. Waktu pekerjaan yang relatif sangat cepat sehingga terciptanya efisiensi waktu.
2. Lapisan konstruksi aspal beton tidak peka terhadap air (kedap air)
3. Dapat dilalui kendaraan setelah pelaksanaan penghamparan.
4. Mempunyai sifat flexible sehingga mempunyai kenyamanan bagi pengendara
5. Pemeliharaan yang relative mudah murah
6. Stabilitas yang tinggi sehingga dapat menahan beban lalu lintas tanpa terjadinya deformasi

3.4.3 Lapis Tambah (*Overlay*)

Suatu lapisan perkerasan memiliki umur layan. Jika umur layan telah terlampaui, maka perlu ada perlakuan khusus untuk perkerasan tersebut. Membangun suatu lapisan tambahan merupakan salah satu cara untuk meremajakan struktur perkerasan. *Overlay* merupakan lapis tambahan pada struktur perkerasan yang memiliki kontak langsung dengan beban lalu lintas. *Overlay* digunakan jika umur rencana struktur perkerasan sudah menurun, yaitu tegangan yang terjadi pada struktur perkerasan sudah melebihi tegangan izin nya sehingga perlu dibuat lapisan baru yang dapat mendukung kerja struktur perkerasan tersebut.

Berdasarkan pada jenis *overlay* dan perkerasan sebelumnya, ada empat desain *overlay* yang dapat digunakan, yaitu *overlay* HMA pada perkerasan aspal, *overlay* HMA pada perkerasan PCC (*Portland cement concrete*), *overlay* PCC pada perkerasan aspal dan *overlay* PCC pada perkerasan PCC. *Overlay* untuk suatu perkerasan lentur dapat ditentukan dari nilai lendutan (*deflection*) hasil pengukuran di lapangan. Dalam hal ini nilai lendutan menjadi suatu dasar yang telah digunakan secara luas dalam perencanaan suatu *overlay*. Metode

perencanaan *overlay* yang berdasarkan pada nilai pengukuran lendutan ini telah dikembangkan oleh AI (*Asphalt Institute*)

3.5 PERHITUNGAN VOLUME KEBUTUHAN

3.5.1 Kebutuhan Aspal Beton (*Hotmix*)

Menurut Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bina Marga Tahun 2013 untuk menghitung kebutuhan beton aspal menggunakan Persamaan 3.5, 3.6 dan 3.7

$$V = p \times l \times t \times \text{koef aspal} \quad (3.5)$$

Dengan;

V = Volume (Ton)

P = panjang daerah kerusakan (m)

l = lebar daerah kerusakan (m)

t = tinggi aspal yang direncanakan (m)

koefisien aspal *hotmix* = 2,3 (Ton/M³)

3.5.2 Kebutuhan *Sealant*

Untuk menghitung kebutuhan *Sealant* menggunakan persamaan 3.6

$$V = p \times l \times t \times \text{koef. Sealant} \quad (3.6)$$

Dengan;

V = Volume (Ton)

p = panjang daerah kerusakan (m)

l = lebar daerah kerusakan (m)

t = tinggi aspal yang direncanakan (m)

koefisien *Sealant* = 1,6 (Ton/M³)

3.5.3 Kebutuhan *PrimeCoat*

Untuk menghitung kebutuhan *PrimeCoat* menggunakan persamaan 3.7

$$V = L \times \text{koefisien} \quad (3.7)$$

V = volume (L/m)

L = Luas kerusakan (m²)

Koefisien = 0,8 L/m³