

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 *Pavement Condition Index (PCI)*

Pavement Condition Index (PCI) adalah kualitas dari suatu lapisan permukaan perkerasan yang mengacu pada tingkat kerusakan perkerasan tersebut. PCI ini digunakan untuk mengetahui tingkat kerusakan suatu perkerasan khususnya jalan raya untuk dapat dioperasikan penggunaannya.

Penelitian terhadap PCI ini awalnya dilakukan pada lapisan perkerasan pelabuhan udara yaitu pada *runway*, *taxiway*, dan *apron*. PCI ini digunakan sebagai acuan dalam usaha pemeliharaan lapis keras.

3.1.1 Jenis-jenis Kerusakan

Jenis-jenis kerusakan berdasarkan tingkat kerusakan yang terdapat pada PCI yang menjadi acuan dalam penelitian ini, khususnya yang sering terjadi pada perkerasan lentur adalah sebagai berikut :

1. *Alligator Cracking*

Alligator Cracking adalah retak yang saling berhubungan dan berbentuk kulit buaya dengan kotak-kotak kecil yang teratur. Hal ini disebabkan penurunan yang berlebihan akibat tanah dasar atau lapisan dibawahnya yang tidak stabil akibat jenuh air dan akibat pembebanan kendaraan yang melebihi kapasitas perkerasan.

Alligator Cracking dibedakan atas *Severity Level*, sebagai berikut :

a. *Low Severity Level (L)*

Kondisi perkerasan tergolong baik, retak rambut paralel satu sama lainnya.

b. *Medium Severity Level (M)*

Kondisi retak membentuk suatu jaringan retak dan berpola. Bagian retak sedikit terbuka dan kemungkinan ada partikel yang terlepas.

c. *High Severity Level (H)*

Jaringan retak terbuka dan dalam, sebagian partikel pada bagian yang retak sudah terlepas.

2. *Bleeding*

Bleeding adalah bentuk lapisan tipis pada permukaan jalan yang menimbulkan kilauan seperti kaca. *Bleeding* disebabkan oleh terlalu banyaknya kuantitas dari aspal di dalam campuran atau rendahnya kandungan rongga udara. *Bleeding* terjadi pada waktu cuaca panas, aspal pengisi rongga dari campuran memuai naik keluar perkerasan jalan dan tidak dapat kembali lagi kemudian setelah cuaca dingin aspal akan tertumpuk di permukaan.

Bleeding tidak dibedakan atas *severity level*.

3. *Block Cracking*

Block cracking adalah retak yang disebabkan faktor muai susut aspal beton dan siklus perubahan temperatur. Retak ini saling berhubungan dan membagi permukaan perkerasaan menjadi beberapa bagian yang berbentuk empat persegi panjang.

Block cracking dibedakan atas *Severity Level*, sebagai berikut:

a. *Low Severity Level (L)*

Kondisi retak tertutup tanpa adanya partikel yang terlepas dengan lebar retak $< \frac{1}{4}$ inchi.

b. *Medium Severity Level (M)*

Kondisi retak sedikit terbuka dengan hilangnya sedikit partikel pada daerah retak dengan lebar retak $> \frac{1}{4}$ inchi.

c. *High Severity Level (H)*

Bagian permukaan perkerasan hampir terpisah membentuk kotak-kotak dan pada jalur retak kehilangan partikel-partikel.

4. *Corrugation*

Corrugation merupakan tipe pergeseran plastis yang berupa gelombang melintang pada permukaan perkerasan aspal. *Corrugation* disebabkan oleh terlalu banyaknya butiran halus pada perkerasan, kadar air yang berlebihan dan lapisan aspal yang kurang stabil.

Corrugation dibedakan atas *severity level*, sebagai berikut

a. *Low Severity Level (L)*

b. Kondisi *corrugation* sedikit dan tidak begitu mempengaruhi kualitas perkerasan

c. *Medium Severity Level (M)*

Kondisi *corrugation* sangat nyata dan sedikit mempengaruhi kualitas perkerasan.

d. *High Severity Level* (H)

Kondisi *Corrugation* sangat mencolok dan sangat mempengaruhi kualitas perkerasan terutama kurang nyaman dalam berlalulintas.

5. *Depression*

Depression adalah daerah setempat dimana terjadi penurunan yang terjadi retak-retak atau tidak. *Depression* ditandai dengan adanya genangan air pada perkerasan dan berbahaya bagi lalu lintas yang lewat. Hal itu disebabkan oleh:

1. Beban berat pada perkerasan yang melebihi umur rencana,
2. Penurunan lapisan perkerasan terbawah,
3. Metode perencanaan yang kurang baik.

Depression dibedakan atas *Severity Level*, sebagai berikut:

a. *Low Severity Level* (L)

Kondisi penurunan hampir tidak kelihatan.

b. *Medium Severity Level* (M)

Kondisi penurunan kelihatan dan dapat diobservasi tetapi tidak begitu berarti.

c. *High Severity Level* (H)

Kondisi penurunan sangat mencolok dan jelas kelihatan perbedaan elevasi pada permukaan perkerasan dan dapat diukur.

6. *Jet Blast Erosion*

Jet Blast erosion terjadi akibat gesekan antara roda pesawat dan perkerasan pada pesawat *landing* atau *take off* dan tidak terjadi pada jalan raya. *Jet blast erosion* tidak dibedakan atas *severity level*.

7. *Joint Reflection Cracking*

Joint reflection cracking adalah retak yang disebabkan oleh:

1. Pergerakan vertikal dan horizontal pada bagian bawah *overlay*,
2. Kontraksi lapis perkerasan akibat perubahan temperatur atau kadar air,
3. Pergerakan tanah dasar dan kehilangan air pada *subgrade*.

Joint reflection cracking dibedakan atas *severity level*, sebagai berikut:

a. *Low Severity Level (L)*

Kondisi retak sedikit mengalami kerontokan partikel atau tidak sama sekali dengan lebar retak $< \frac{1}{4}$ inchi.

b. *Medium Severity Level (M)*

Kondisi retak sedikit mengalami kehilangan amterial (rontok) dengan lebar retak $> \frac{1}{4}$ inchi.

c. *High Severity Level (H)*

Terjadi kerontokan dan kehilangan partikel agregat pada jalur retak.

8. *Longitudinal and Tranverse Cracking*

Longitudinal and tranverse cracking adalah kerusakan yang disebabkan oleh faktor muai susut aspal pada permukaan perkerasan atau sambungan yang kurang baik. Retak arah horizontal juga disebabkan oleh konstruksi sambungan yang kurang baik.

Longitudinal and tranverse cracking dibedakan atas *severity level*, sebagai berikut:

a. *Low Severity Level (L)*

Kondisi retak sedikit mengalami kerontokan tanpa mengalami kehilangan partikel.

b. *Medium Severity Level (M)*

Kondisi retak dengan sedikit kerontokan dan sedikit kehilangan material.

c. *High Severity Level (H)*

Kondisi tambalan sangat buruk dan perlu perbaikan kembali.

9. *Oil Spillage*

Oil spillage merupakan tumpahan minyak atau aspal pada tempat tertentu pada saat pengerjaan dan biasanya luasannya sangat kecil. *Oil spillage* tidak dibedakan atas *severity level*.

10. *Patching*

Patching adalah perbaikan pada bagian permukaan perkerasan jalan yang bergelombang dengan cara menambal. Bahan yang dipakai untuk tambalan tersebut adalah bahan yang sama dengan bahan pembentuk perkerasan yang lama. Karena penambalan tersebut bersifat monolit maka suatu saat tambalan tersebut akan lepas.

Patching dibedakan atas *severity level*, sebagai berikut:

a. *Low Severity Level (L)*

Kondisi tambalan baik dengan elevasi yang harapir sama dengan lapis perkerasan yang sudah ada (rata).

b. *Medium Severity Level (M)*

Kondisi tambalan agak memburuk dan mempengaruhi kualitas perkerasan yang ada.

c. *High Severity Level (H)*

Kondisi tambalan sangat buruk dan perlu perbaikan kembali.

11. *Polished Agregat*

Polished agregat adalah pengausan yang disebabkan oleh partikel agregat yang kehilangan kadar aspal dan terkikis oleh roda kendaraan secara terus menerus atau disebabkan oleh air. *Polished aggregate* tidak dibedakan atas *severity level*.

12. *Ravelling and Weathering*

Ravelling (pelepasan butiran) disebabkan oleh terlepasnya partikel batuan dan hilangnya bahan pengikat aspal. Bila pelepasan butiran berlanjut maka kehilangan agregat yang lebih besar akan terjadi dan akan kelihatan seperti bergigi.

Ravelling and weathering dibedakan atas *severity level*, sebagai berikut:

a. *Low Severity Level (L)*

Bahan pengikat (aspal) pada agregat mulai habis sebagian kecil dan disertai dengan kehilangan partikel.

b. *Medium Severity Level (M)*

Bahan pengikat (aspal) pada agregat sudah habis dan tekstur permukaan telah menjadi kasar disertai dengan terlepasnya partikel agregat.

c. *High Severity Level (H)*

Bahan pengikat (aspal) pada agregat telah habis dan pada luasan yang cukup besar partikel agregat terlepas dan hilang sehingga permukaan perkerasaan menjadi sangat kasar dan berlubang.

13. *Rutting*

Rutting merupakan karakteristik yang terbentuk akibat tekanan roda kendaraan pada permukaan perkerasaan. Pada beberapa bagian alur ini hanya kelihatan setelah turun hujan dimana air menggenangi alur tersebut. Kerusakan ini disebabkan oleh deformasi permanen dari beberapa lapisan permukaan.

Rutting dibedakan atas *severity level*, sebagai berikut:

a. *Low Severity Level (L)*

Jika kedalaman alur antara $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{2}$ inchi.

b. *Medium Severity Level (M)*

Jika kedalaman alur antara $\frac{1}{2}$ - 1 inchi.

c. *High Severity Level (H)*

Jika kedalaman alur antara 1 - 2 inchi.

14. *Shoving*

Shoving adalah suatu pergeseran plastis yang menghasilkan tonjolan setempat dari permukaan perkerasaan. Hal ini disebabkan oleh lapisan aspal yang kurang stabil, kadar air yang berlebihan, dan butiran halus yang terlalu banyak pada campuran perkerasaan. Biasanya terjadi pada daerah dimana lalu lintas mulai bergerak dan berhenti dan juga pada daerah yang sering terjadi pengereman dan tikungan tajam.

Shoving dibedakan atas *severity level*, sebagai berikut:

a. *Low Severity Level (L)*

Dalam jumlah kecil *shoving* terjadi dengan sedikit pengaruh terhadap kualitas perkerasan tanpa ada aspal perkerasan yang pecah.

b. *Medium Severity Level (M)*

Dalam jumlah sedang *shoving* yang terjadi menyebabkan permukaan perkerasan yang cukup kasar dan sedikit patah pada aspal perkerasan.

c. *High Severity Level (H)*

Dalam jumlah besar *shoving* yang terjadi menyebabkan permukaan perkerasan menjadi sangat kasar dan terjadi patah pada aspal permukaan.

15. *Slippage Cracking*

Slippage cracking adalah retak yang disebabkan oleh pengereman dan putaran roda yang mengakibatkan permukaan perkerasan meluncur dan berubah bentuk. Hal ini terjadi jika desain campuran perkerasan memiliki kekuatan yang kecil atau tekanan yang lemah antara lapis permukaan dengan lapisan dibawahnya dari struktur perkerasan. *Slippage cracking* tidak dibedakan atas *severity level*.

16. *Swell*

Swell adalah kenaikan setempat akibat perpindahan perkerasan sehubungan dengan pengembangan *subgrade* atau bagian dari struktur perkerasan. Penyebabnya adalah expansion dari lapisan bawah perkerasan atau tanah dasar.

Swell dibedakan atas *severity level*, sebagai berikut:

a. *Low Severity Level (L)*

Swell kecil dan tidak begitu mempengaruhi kealitan perkerasan.

b. *Medium Severity Level (M)*

Swell kelihatan nyata dan sedikit mempengaruhi kualitas perkerasan.

c. *High Severity Level (H)*

Swell kelihatan sangat mencolok dan sangat mempengaruhi kualitas perkerasan sehingga kenyamanan dalam berlalulintas sangat terganggu akibat permukaan perkerasan yang bergelombang.

Gambar jenis-jenis kerusakan ini dapat dilihat pada lampiran 1.

Hampir semua jenis kerusakan yang telah dijelaskan diatas sering kita jumpai pada lapis perkerasan lentur jalan raya. Hal inilah yang mendorong timbulnya suatu ide untuk mencoba melakukan penelitian nilai PCI pada perkerasan jalan raya meskipun awalnya nilai PCI ini digunakan untuk mengevaluasi kerusakan perkerasan lentur pada perkerasan bandar udara.

3.1.2 *Serevity Level (Tingkat Kerusakan)*

Severity level adalah tingkat kerusakan pada tiap-tiap jenis kerusakan yang ada. Tingkat kerusakan yang digunakan dalam melakukan perhitungan PCI menurut FAA ada 3 (tiga) tingkatan yaitu *Low Severity Level*, *Medium Severity Level*, *High Severity Level*.

Dari 16 jenis kerusakan yang terdaftar dalam penelitian ini ada beberapa jenis kerusakan yang tidak dibedakan atas *severity level* yaitu *bleeding*, *jet blast crotion*, *oil spillage*, *polished aggregate*, dan *slippage cracking*.

3.1.3 Standar Penilaian

3.1.3.1 Density

Density atau kadar kerusakan adalah prosentase luasan dari suatu jenis kerusakan terhadap luasan suatu unit segmen yang diukur dalam meter persegi atau meter panjang. Nilai density suatu jenis kerusakan dibedakan juga atas tingkat kerusakannya (*Severity Level*). Nilai density dihitung berdasarkan persamaan 3.1:

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

atau persamaan 3.2:

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

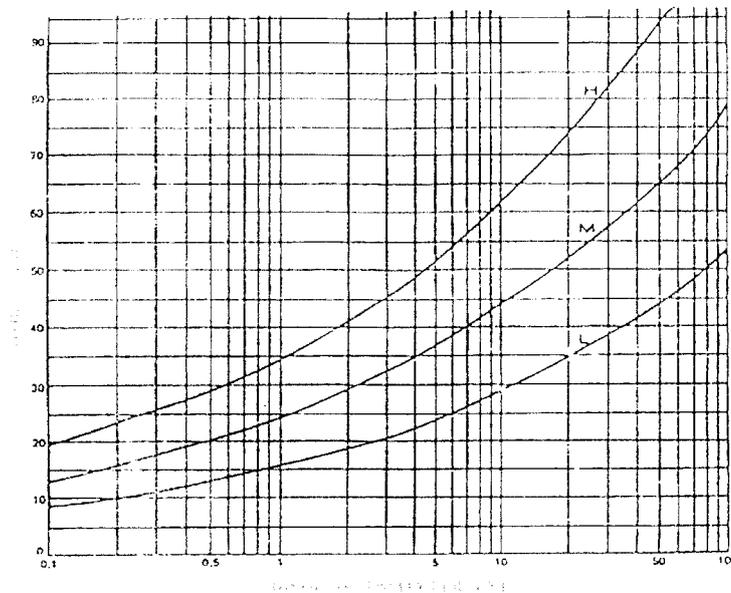
Dengan :

- Ad = Luas total jenis kerusakan untuk tiap *severity level* (m²),
- As = Luas total unit segmen (m²),
- Ld = Panjang total jenis kerusakan untuk tiap *severity level* (m¹).

3.1.3.2 Deduct Value

Deduct value adalah nilai terkurangi untuk tiap jenis kerusakan yang diperoleh dari kurva hubungan antara *density* dan *deduct value*. Sama halnya seperti *density*, *deduct value* juga dibedakan atas tingkat kerusakan (*severity level*) untuk tiap-tiap jenis kerusakan.

Untuk menentukan nilai *deduct value* masing- masing jenis kerusakan dapat dilihat pada gambar 3.1.



Sumber FAA AC:150/5380-6
 Gambar 3.1 *Individual Deduct Value (Rutting)*

3.1.3.3 *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 segmen.

3.1.3.4 *Corected Deduct Value (CDV)*

Corected deduct value diperoleh dari kurva hubungan antara nilai TDV dengan nilai CDV dengan pemilihan lengkung kurva sesuai dengan jumlah nilai *individual deduct value* yang tertinggi, maka nilai CDV yang digunakan adalah nilai dari *individual deduct value* yang tertinggi dan jika nilai *corected deduct value* telah diketahui maka nilai PCI untuk tiap unit segmen diketahui dari persamaan 3.3:

$$PCI (s) = 100 - CDV \dots\dots\dots(3.3)$$

Dengan:

PCI (s) = *Pavement Condition Index* untuk tiap unit segmen.

CDV = *Corrected Deduct Value* untuk tiap unit segmen.

Untuk nilai PCI dari perkerasan lentur secara keseluruhan didapat dari persamaan 3.4:

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

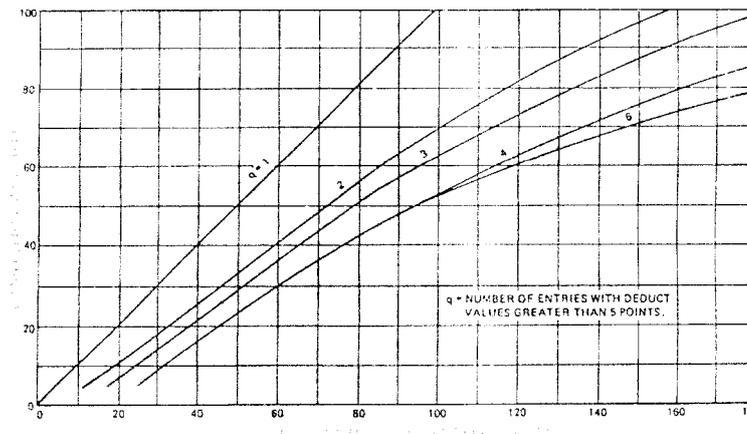
Dengan:

PCI (f) = Nilai PCI perkerasan lentur keseluruhan.

PCI (s) = Nilai PCI untuk tiap unit segmen.

N = Jumlah segmen.

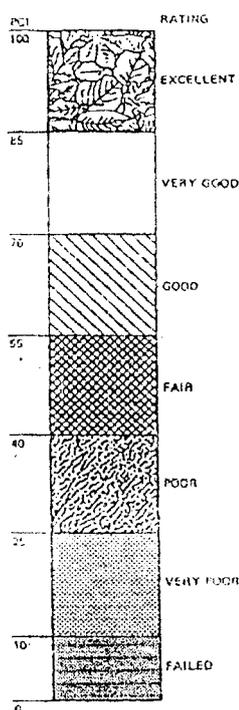
Adapun nilai CDV dapat dicari dengan grafik seperti pada gambar 3.2.



Sumber FAA AC:150/5380-6
 Gambar 3.2 *Corrected Deduct Value*

3.1.3.5 Rating (Klasifikasi Kualitas Perkerasan)

Dari nilai PCI (0-100) untuk masing-masing unit segmen agar dapat diketahui kualitas lapis perkerasan dari unit segmen berdasarkan kualifikasi tertentu yaitu *excellent*, *very good*, *good*, *fair*, *poor*, dan *failed*. Kualifikasi kualitas perkerasan dapat dilihat pada gambar 3.3. dibawah ini:



Sumber FAA AC:150/5380-5

Gambar 3.3 Rating (Klasifikasi Kualitas Perkerasan)

3.2 Kepadatan dan Daya Dukung Tanah (DDT)

Eban kendaraan yang dilimpahkan ke lapisan perkerasan melalui roda-roda kendaraan selanjutnya disebarkan ke lapisan-lapisan di bawahnya dan akhirnya diterima oleh tanah dasar. Dengan demikian tingkat kerusakan

konstruksi perkerasan selama masa pelayanan tidak saja ditentukan oleh kekuatan dari lapisan perkerasan tetapi juga oleh tanah dasar.

Daya dukung tanah dasar dipengaruhi oleh jenis tanah, tingkat kepadatan, kadar air, kondisi drainase, dan lainnya. Tanah dengan tingkat kepadatan tinggi mengalami perubahan volume yang kecil jika terjadi perubahan kadar air dan mempunyai daya dukung yang lebih besar dibandingkan dengan tanah sejenis yang tingkat kepadatannya lebih rendah.

Daya dukung tanah dasar pada perencanaan perkerasan lentur dinyatakan dengan nilai CBR (*California Bearing Ratio*). CBR pertama kali diperkenalkan oleh California Division of Highways pada tahun 1928. Harga CBR dinyatakan dalam persen. Harga CBR adalah nilai yang menyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan bahan standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR sebesar 100% dalam memikul beban lalu lintas.

Nilai CBR dapat diperoleh dengan melakukan pemeriksaan CBR di lapangan dengan menggunakan data DCP (*Dinamyc Cone Penetrometer*). DCP mulai digunakan di Indonesia sejak tahun 1985. Pemeriksaan dilakukan dengan alat DCP yang menghasilkan data kekuatan tanah sampai pada kedalaman 90 cm. Data yang dihasilkan dari penggunaan alat tersebut nantinya diolah sehingga didapat nilai CBR yang ada di lapangan.

konstruksi perkerasan selama masa pelayanan tidak saja ditentukan oleh kekuatan dari lapisan perkerasan tetapi juga oleh tanah dasar.

Daya dukung tanah dasar dipengaruhi oleh jenis tanah, tingkat kepadatan, kadar air, kondisi drainase, dan lainnya. Tanah dengan tingkat kepadatan tinggi mengalami perubahan volume yang kecil jika terjadi perubahan kadar air dan mempunyai daya dukung yang lebih besar dibandingkan dengan tanah sejenis yang tingkat kepadatannya lebih rendah.

Daya dukung tanah dasar pada perencanaan perkerasan lentur dinyatakan dengan nilai CBR (*California Bearing Ratio*). CBR pertama kali diperkenalkan oleh California Division of Highways pada tahun 1928. Harga CBR dinyatakan dalam persen. Harga CBR adalah nilai yang menyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan bahan standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR sebesar 100% dalam memikul beban lalu lintas.

Nilai CBR dapat diperoleh dengan melakukan pemeriksaan CBR di lapangan dengan menggunakan data DCP (*Dinamyc Cone Penetrometer*). DCP mulai digunakan di Indonesia sejak tahun 1985. Pemeriksaan dilakukan dengan alat DCP yang menghasilkan data kekuatan tanah sampai pada kedalaman 90 cm. Data yang dihasilkan dari penggunaan alat tersebut nantinya diolah sehingga didapat nilai CBR yang ada di lapangan.