

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

1. *Aligator Cracking*

Aligator Cracking adalah retak yang saling berhubungan dan berbentuk kulit buaya dengan blok-blok 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. *Aligator 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 didalam campuran atau rendahnya kandungan rongga udara. Hal itu terjadi ketika waktu cuaca panas, aspal pengisi rongga dari campuran memuai naik keluar permukaan jalan dan tidak dapat kembali lagi, kemudian setelah cuaca dingin aspal akan tertumpuk pada permukaan. *Bleeding* tidak dibedakan atas *severity level*.

3. *Block Cracking*

Block Cracking yaitu retak yang disebabkan factor muai susut aspal beton dan siklus perubahan temperatur. Retak ini saling berhubungan dan membagi permukaan perkerasan 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 blok-blok dan pada jalur retak kehilangan partikel-partikel.

4. *Corrugation*

Corrugation disebut juga *wash boarding*, merupakan tipe pergeseran plastis yang berupa gelombang melintang pada permukaan perkerasan aspal. Hal ini 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)*

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

b. *Medium Severity Level (M)*

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

c. *High Severity Level (H)*

Kondisi *corrugation* sangat menyolok dan sangat mempengaruhi kualitas perkerasan, terutama kurang nyaman dalam berlalu-lintas.

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 beban rencana,
2. Penurunan lapisan perkerasan terbawah, dan
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 menyolok 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.

Jenis kerusakan ini 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, dan
3. Pergerakan tanah dasar dan kehilangan kadar 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 material (rontok), dengan lebar retak $> \frac{1}{4}$ inchi.

c. *High Severity Level (H)*

Terjadi kerontokan dan kehilangan partikel agregat pada jalur retak.

8. *Longitudinal dan Transverse Cracking*

Longitudinal dan Transverse Cracking adalah kerusakan yang disebabkan oleh faktor muai susut aspal pada permukaan perkerasan atau sambungan yang kurang baik. Retak arah horisontal juga disebabkan oleh konstruksi sambungan yang kurang baik. *Longitudinal dan Transverse 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)*

Terjadi kerontokan dan kehilangan partikel agregat pada jalur retak.

9. *Oil Spillage*

Oil Spillage adalah 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 tidak bersifat monolit dengan lapisan semula, maka suatu saat tambalan tersebut akan lepas atau lepas kembali. *Patching* dibedakan atas *severity level*, sebagai berikut :

a. *Low Severity Level (L)*

Kondisi tambalan baik dengan elevasi yang hampir sama dengan existing lapis perkerasan (rata).

b. *Medium Severity Level (M)*

Kondisi tambalan agak memburuk dan mempengaruhi kualitas perkerasan yang ada (existing).

c. *High Severity Level (H)*

Kondisi tambalan sangat buruk dan perlu perbaikan kembali.

11. *Polished Agregat*

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

12. *Raveling and Weathering*

Raveling (pelepasan butiran) disebabkan oleh terlepasnya partikel batuan dan hilangnya bahan pengikat aspal. Bila pelepasan butiran berlanjut, maka kehilangan batuan yang lebih besar akan terjadi dan kelihatan bergigi. *Raveling and Weathering* dibedakan atas *severity level*, sebagai berikut :

a. *Low Severity Level (L)*

Bahan pengikat (aspal) pada agregat mulai habis sebagian kecil dan jika semua 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, permukaan menjadi sangat kasar dan berlubang.

13. *Rutting*

Rutting merupakan karakteristik tekanan roda kendaraan pada permukaan perkerasan. Pada beberapa bagian alur ini hanya kelihatan setelah turun hujan,

dimana air menggenangi pada alur tersebut. Kerusakan ini disebabkan oleh deformasi permanen dari beberapa lapisan perkerasan atau lapis subgrade.

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 > 1 inchi.

14. *Shoving*

Shoving adalah suatu pergeseran plastis yang menghasilkan tonjolan setempat (*localized bulging*) dari permukaan perkerasan. Hal ini disebabkan oleh lapisan aspal yang kurang stabil, kadar air yang berlebihan, butiran halus (*fine aggregate*) yang terlalu banyak pada campuran perkerasan. Biasanya terjadi pada daerah dimana lalu-lintas mulai bergerak dan berhenti, juga 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 arah 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* (melengkung)

Swelling 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 kualitas perkerasan.

b. *Medium Severity Level (M)*

Swell kelihatan nyata dan sedikit mempengaruhi kualitas perkerasan.

c. *High Severity Level (H)*

Swell kelihatan sangat menyolok dan sangat mempengaruhi kualitas perkerasan, yaitu tidak nyaman dalam berlalu-lintas karena permukaan perkerasan bergelombang.

Hampir semua jenis kerusakan tersebut diatas juga sering kita temui pada lapis perkerasan lentur jalan raya. Hal inilah yang mendorong timbulnya suatu ide untuk mencoba melakukan penelitian nilai PCI pada perkerasan jalan raya khususnya perkerasan lentur pada jalan Jogja-Wonosari dengan standar penelitian yang sama.

Gambar jenis-jenis kerusakan perkerasan pada PCI selengkapnya terdapat pada lampiran 1.

3.1.1 Tingkat Kerusakan (Severity Level)

Severity Level adalah tingkat kerusakan pada tiap-tiap jenis kerusakan yang ada. Tingkat kerusakan yang digunakan dalam melakukan perhitungan PCI menurut *Guidelines and Prosedures for Maintenance of Airport Pavement AC : 150/5380-6* dari *Federal Aviation Administration* (FAA). Ada 3 tingkatan kerusakan yang digunakan untuk penelitian ini yaitu :

- a. *Low severity Level (L)*
- b. *Medium Severity Level (M)*
- c. *Hight Severity Level (H)*

Dari 16 jenis kerusakan yang terdaftar dalam penelitian ini ada beberapa jenis kerusakan yang tidak dibedakan atas *severity level* yaitu : *bleeding, jet blas erosion, oil spilage, polished agregat, dan slippage cracking.*

3.1.2 Standar Penilaian

3.1.2.1 Density (kadar kerusakan)

Density adalah prosentase luasan dari suatu jenis kerusakan terhadap luasan suatu unit segmen yang diukur dalam meter persegi atau meter panjang.

Nilai *density* dari suatu jenis kerusakan dibedakan juga atas tingkat kerusakannya (*severity level*). Nilai *density* dihitung berdasarkan persamaan 3.1 :

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

atau persamaan 3.2 :

$$= \text{Ld}/\text{As} \times 100 \% \dots\dots\dots(3.2)$$

Dengan :

Ad = Luas total jenis kerusakan untuk tiap *severity level* (m^2)

As = Luas total unit segmen (m^2)

Ld = Panjang total jenis kerusakan untuk tiap *severity level* (m^2)

3.1.2.2 Deduct Value (nilai terkurangi)

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

3.1.2.3 Total Deduct Value (TDV)

Total deduct value adalah nilai total dari individual *deduct value* untuk tiap jenis kerusakan dan tingkat kerusakan yang ada pada suatu unit segmen. *Total deduct value* dapat diperoleh dari grafik seperti pada gambar 3.1. Adapun grafik selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 7.

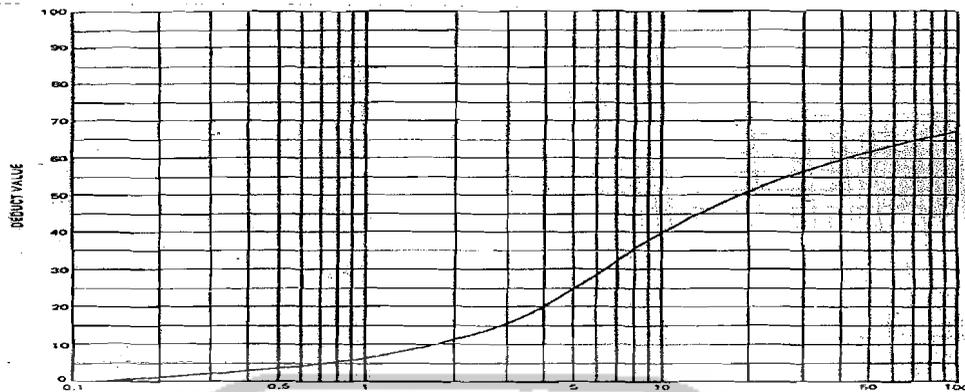


Figure A-30. Flexible pavement deduct values, distress 2, bleeding

Gambar 3.1 Total Deduct Value
Sumber : FAA AC: 150/5380-6

3.1.2.4 Corrected Deduct Value (CDV)

Corrected deduct value diperoleh dari kurva hubungan antara nilai TDV dengan nilai CDV dengan pemilihan lengkung kurva sesuai dengan jumlah nilai *individual deduct value* yang lebih besar dari 5 %. Dan jika nilai CDV yang diperoleh lebih kecil dari nilai *individual deduct value* yang tertinggi, maka CDV yang digunakan adalah nilai dari *individual deduct value* yang tertinggi dan jika nilai *corrected deduct value* telah diketahui maka nilai PCI untuk tiap segmen diketahuit 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 persamaam 3.4 :

$$PCI (f) = \sum PCI(s) / N \dots \dots \dots (3.4)$$

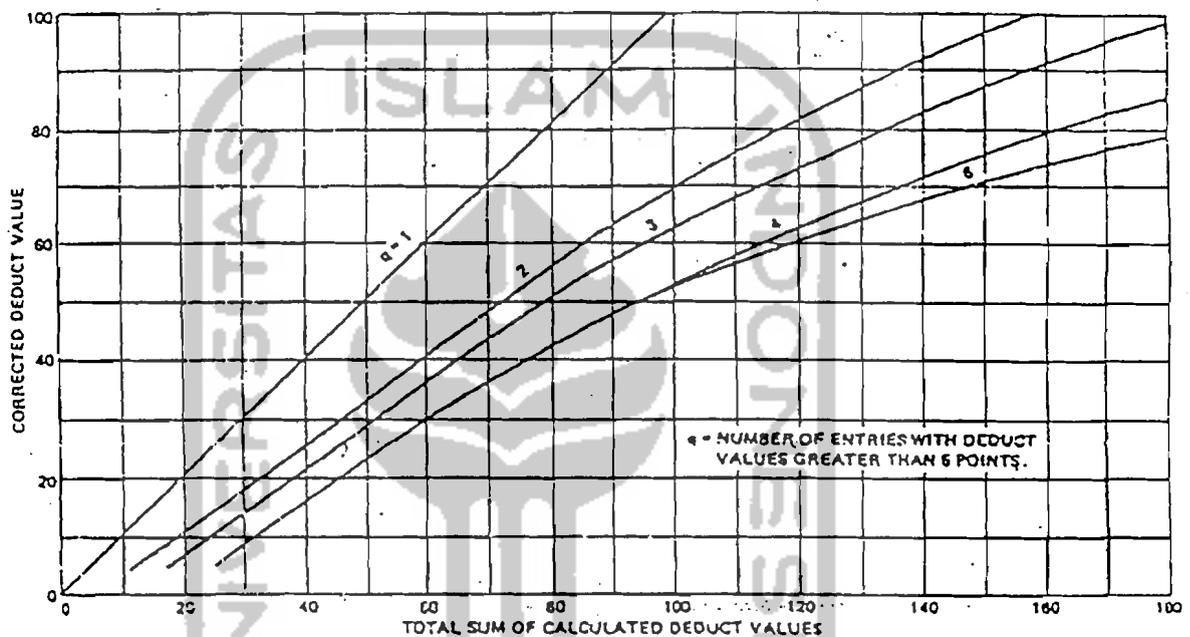
Dengan :

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



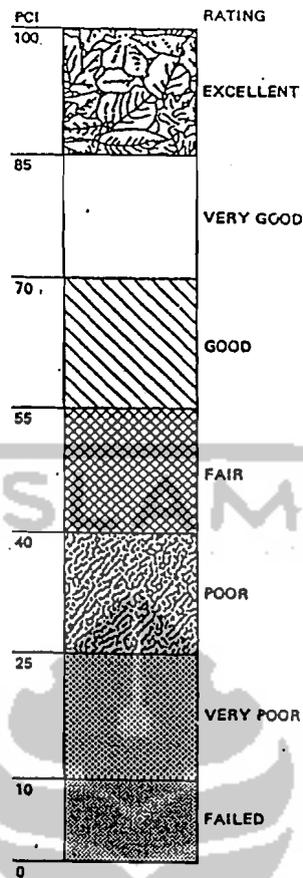
Gambar 3.2 - *Corrected Deduct Value*

Sumber : FAA AC: 150/5380-6

3.1.2.5 Rating (klasifikasi kualitas perkerasan)

Dari nilai PCI (0-100) untuk masing-masing unit segmen untuk dapat diketahui kualitas lapis perkerasan dari unit segmen berdasarkan klasifikasi tertentu yaitu : *excellent*, *very good*, *good*, *fair*, *poor*, dan *failed*.

Klasifikasi kualitas perkerasan dapat dilihat dari gambar 3.3



Gambar 3.3 *Rating* (klasifikasi kualitas perkerasan)

Sumber : FAA AC: 150/5380-6

3.2 Present Serviceability Index (PSI)

Present Serviceability Index (PSI) adalah indek permukaan perkerasan yang mengacu pada parameter kerusakan pada bagian permukaan jalan menurut AASTHO *Road Test* 1962, umumnya dinyatakan dalam indek permukaan (IP) yang merupakan fungsi dari :

1. *Slope Variance* (SV)

Merupakan variasi sudut gelombang jalan dalam arah memanjang pada jejak ban yang diukur pada setiap jarak 1 *feet* (304,8 mm).

2. *Rut Depth* (RD)

Merupakan kedalaman rutting permukaan perkerasan pada jejak ban yang diukur pada arah melintang jalan untuk setiap interval 25 feet (7,5 m) panjang jalan.

3. *Crack*

Merupakan luas retak yang terjadi pada ruas jalan dalam ft^2 per 1000 ft^2 luas jalan.

4. *Patching/pothole* (P)

Yaitu suatu luas tambalan/ lubang yang terdapat pada ruas jalan dalam ft^2 per 1000 ft^2 luas jalan. Pada penelitian AASTHO *Road Test* 1962, nilai indeks permukaan pada jalan baru yang dibuka untuk lalu lintas adalah $\pm 4,5$ dimana penurunan yang diakibatkan oleh *rut depth* (RD) berkisar 0 – 0,5 sedangkan *crack* (C) dan *patching/pothole* (P) mempunyai nilai penurunan indeks sebesar 0 – 0,3. Nilai terminal indeks permukaan minimum sebesar 1,5 yang berarti *slope variance* (SV) memberikan penurunan indeks permukaan sebesar 2,2 – 3 atau $\pm 74 - 100$ %. Gambar selengkapnya dapat dilihat pada lamp. 2

Terminal indeks permukaan perkerasan di Indonesia sangat dipengaruhi oleh faktor jumlah lalu-lintas kumulatif sampai dengan umur rencana, yang dicantumkan pada Petunjuk Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen, SKBI – 2.3.26. 1987

Penelitian yang dikembangkan oleh AASTHO *Road Test* 1962 pada perkerasan lentur untuk mendapatkan suatu nilai *Serviceability Index* (PSI) atau indeks permukaan, dengan menggunakan alat pengukur *longitudinal profiler*,

stright edge atau *tranverse profilometer*, *crack* dan *patching/pothole*. Nilai PSI didapat dengan persamaan 3.5 :

$$\text{PSI} = 5.03 - 1.91 \log(1 + \text{SV}) - 1.38 \text{RD}^2 - 0.01 (\text{C} + \text{P})^{0.5} \dots \dots \dots (3.5)$$

Dengan :

PSI = *Present Serviceability Index* (indek permukaan)

SV = Rata-rata varian kemiringan memanjang jalan dari jejak roda

RD = Rata-rata ukur *rutting* dalam inch.

C = *Crack*, dinyatakan dalam luas retak (ft²) setiap 1000 ft²

P = Luas tambalan atau lubang dinyatakan dalam ft² untuk setiap 1000 ft²

Untuk menghitung besar *slope variance* rata-rata (SV) dipakai rumus pada persamaan 3.6 (Yoder & Witczak, 1975) :

$$\text{SV} = \frac{1}{n-1} \left[\sum_{i=1}^{i=n} x_i^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^{i=n} x_i \right)^2 \right] \dots \dots \dots (3.6)$$

Dengan :

x_i = Kemiringan relatif antara 2 titik sepanjang 1 ft memanjang jalan dalam suatu persen.

n = Jumlah data pengamatan sepanjang ruas jalan.

Sedangkan untuk menghitung x_i dipakai rumus pada persamaan 3.7 :

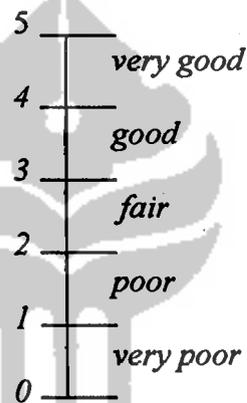
$$x_i = \left(\frac{Ya}{12} \right) \times 100 \% \dots \dots \dots (3.7)$$

Dengan :

Ya = selisih tinggi pembacaan *Dipstick floor profiler* dalam satuan inch

3.2.1 Rating (Indek Perkerasan)

Dari nilai PSI (0 – 5) untuk masing-masing unit segmen untuk dapat diketahui kualitas lapis perkerasan dari unit segmen berdasarkan klasifikasi tertentu yaitu : *very good*, *good*, *fair*, *poor*, dan *very poor*. Klasifikasi indek perkerasan dapat diperoleh dari gambar 3.4.



Gambar 3.4 Rating Indek Perkerasan
Sumber : Yoder & Witczak (1975)