

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Jumlah kendaraan pada pemakai jalan akan terus meningkat pesat dari tahun ke tahun. Aspek yang memengaruhi adanya pertumbuhan lalu lintas adalah karena ada perkembangan pada kawasan tersebut, meningkatnya kesejahteraan masyarakat dan kemampuan masyarakat untuk membeli kendaraan. Menurut Undang-Undang Republik Indonesia No. 38 tahun 2004, jalan merupakan fasilitas transportasi darat yang mencakup keseluruhan bagian pada jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang disediakan bagi lalu lintas, yang ada pada permukaan tanah, di bagian atas permukaan tanah, di bagian bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori dan jalan kabel. Jalan umum merupakan jalan yang disediakan bagi lalu lintas umum dan jalan khusus memiliki arti jalan yang dibangun oleh instansi, badan usaha, perseorangan atau kelompok masyarakat untuk kepentingan independen.

Seimbang dengan Undang-Undang terkait jalan, No. 13 tahun 1980 dan Peraturan Pemerintah No. 26 tahun 1985, sistem jaringan di Indonesia dapat dibedakan menjadi sistem jaringan primer dan sistem jaringan jalan sekunder.

a. Jaringan jalan primer: merupakan sistem jaringan jalan dengan menggunakan pelayanan jasa distribusi untuk pengembangan semua daerah di tingkat nasional dengan seluruh jasa distribusi yang setelahnya menjadi kota. Jaringan jalan primer menghubungkan jasa-jasa distribusi antara lain : Dalam kesatuan di daerah pengembangan menghubungkan secara berkelanjutan (ibu kota provinsi, ibu kota kabupaten, kotamadya), kecamatan, kota jenjang dibawahnya dan mengaitkan kota satu ke kota satu dengan kota satu antar satuan daerah pengembangan.

b. Jaringan jalan sekunder : merupakan sistem jaringan jalan dengan peran penyajian jasa distribusi diperuntukkan bagi masyarakat yang berada didalam kota.

Jalan memiliki beberapa lapisan yakni : lapisan permukaan (*surface course*), lapisan pondasi atas (*base course*), lapisan pondasi bawah (*subbase course*) dan lapisan tanah dasar (*subgrade*). Perkembangan pada teknik jalan akan beriringan dengan berkembangnya teknologi yang ditemukan manusia. Perkembangan jalan memakai aspal sebagai bahan pengikat ditemukan pertama kali di Babylon pada 625 tahun sebelum masehi. Dimulai dari tahun 1920 sampai saat ini teknologi konstruksi perkerasan dengan memakai aspal sebagai bahan pengikat telah bertambah pesat. Sedangkan konstruksi perkerasan yang memakai semen sebagai bahan pengikat didapat pada tahun 1828 di London, dan mulai membesar sejak awal tahun 1900 an. Lapisan pada perkerasan memiliki fungsi untuk menerima dan menebarkan beban lalu lintas tanpa memicu kerusakan pada konstruksi jalan. Sehingga dapat memberikan rasa aman untuk pengemudi selama penggunaan jalan tersebut.

2.2 Fungsi Jalan

(Sukirman, 1995:84) Berdasarkan kegunaan jalan, jalan dapat dibagi menjadi beberapa jenis yaitu antara lain :

- 1) Jalan Arteri, yaitu jalan yang beroperasi terkait angkutan utama yang memiliki ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.
- 2) Jalan Kolektor, yaitu jalan yang beroperasi terkait angkutan pengumpulan atau pembagian dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.
- 3) Jalan Lokal, yaitu jalan yang beroperasi terkait angkutan setempat dengan ciri perjalanan dekat, kecepatan rata-rata rendah dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

2.3 Kinerja Perkerasan Jalan

(Sukirman, 1995:88) Kinerja perkerasan dapat dibagi menjadi 3 hal yaitu :

- 1) Keamanan, dalam hal ini ditentukan dengan besarnya gesekan akibat adanya pertemuan antara ban dan permukaan jalan. Besarnya gaya gesek tersebut

dipengaruhi oleh bentuk serta kondisi dari ban, tekstur permukaan jalan dan kondisi cuaca.

- 2) Wujud perkerasan, sesuai dengan kondisi fisik dari jalan tersebut seperti halnya terdapat retakan, amblas, alur, gelombang, dan lain sebagainya.
- 3) Fungsi pelayanan, sesuai dengan bagaimana perkerasan tersebut memberikan pelayanan untuk pemakai jalan. Wujud perkerasan dan fungsi pelayanan yang pada akhirnya digambarkan dengan kenyamanan mengemudi.

2.4 Pengertian Kerusakan Jalan

(Hardiyatmo, 2005:218) Kerusakan perkerasan biasanya tidak diinginkan, karena mempengaruhi kualitas dan kenyamanan kendaraan, daya dukung struktural dan kenampakannya. Untuk mendeskripsikan kerusakan, maka diperlukan suatu cara penilaian kuantitas setiap kerusakan dan keseragaman pemberian nama-namanya. Untuk itu diperlukan suatu katalog tipe-tipe kerusakan yang umumnya terjadi pada tipe perkerasan tertentu. Dengan katalog tersebut, seseorang akan dengan dapat mengenal tipe-tipe kerusakan dan sekaligus dapat melakukan sebab-sebab kerusakannya.

2.4.1 Penyebab Kerusakan

(Hardiyatmo, 2005:219) Penyebab kerusakan antara lain disebabkan oleh :

1. Padatnya beban lalu lintas.
2. Keadaan tanah dasar (*subgrade*) yang tidak stabil.
3. Keadaan tanah pondasi yang minim, lunak atau mudah mampat, bila jalan terletak pada timbunan.
4. Keadaan lingkungan yang diakibatkan dari suhu udara dan cuaca hujan yang tinggi.
5. Material dari struktur perkerasan yang kurang baik.
6. Penurunan akibat pembangunan utilitas dibawah lapisan perkerasan.
7. Drainase yang tidak baik.
8. Kadar aspal dalam campuran terlalu banyak.
9. Kelelahan (*fatigoue*) dari perkerasan, pemadatan atau geseran yang berkembang pada tanah dasar.

2.5 Pavement Condition Index (PCI)

(Hardiyatmo, 2005:57) Indeks Kondisi perkerasan atau *Pavement Condition Index* (PCI) adalah tingkatan dari kondisi permukaan perkerasan dan ukurannya yang ditinjau dari fungsi daya guna yang mengacu pada kondisi dan kerusakan di permukaan perkerasan yang terjadi. PCI ini merupakan indeks numerik yang nilainya berkisar antara 0 sampai 100. Nilai 0, menunjukkan perkerasan dalam kondisi sangat rusak, dan nilai 100 menunjukkan perkerasan masih sempurna. PCI ini didasarkan pada hasil survei kondisi visual.

(Hardiyatmo, 2005:57) Dalam metode PCI, tingkat keparahan kerusakan perkerasan merupakan fungsi dari 3 faktor utama, yaitu :

1. Tipe kerusakan
2. Tingkat keparahan kerusakan
3. Jumlah atau kerapatan kerusakan

Kondisi perkerasan jalan dibagi dalam beberapa tingkat seperti tabel 2. 1 berikut :

Tabel 2. 1 Tabel Nilai PCI dan kondisi perkerasan

Nilai PCI	Kondisi Perkerasan
0-10	Gagal (<i>Failed</i>)
10-25	Sangat Jelek (<i>Very Poor</i>)
25-40	Jelek (<i>Poor</i>)
40-55	Cukup (<i>Fair</i>)
55-70	Baik (<i>Good</i>)
70-85	Sangat Baik (<i>Very Good</i>)
85-100	Sempurna (<i>Excellent</i>)

Sumber : Shahin (1994)

2.5.1 Kadar kerusakan (*Density*)

(Hardiyatmo, 2005:58) *Density* memiliki arti persentase luas atau panjang total dari 1 jenis kerusakan terhadap luas atau panjang total bagian jalan yang diukur, bisa dalam ft² atau m², atau dalam feet atau meter. Dengan cara membagi luas kerusakan dengan luas sampel unit.

Rumus mencari nilai *density* :

$$Density = \frac{Ad}{As} \times 100\% \quad (\text{Sumber : Hardiyatmo, 2005})$$

Atau

$$Density = \frac{Ld}{As} \times 100\%$$

Keterangan :

Ad : Total luas jenis kerusakan pada setiap tingkat kerusakan (m²)

Ld : Total panjang jenis kerusakan pada setiap tingkat kerusakan (m)

As : Total luas unit segmen (m²)

2.5.2 Nilai pengurangan (*deduct value*)

(Hardiyatmo, 2005:57) *Deduct value* memiliki arti nilai pengurangan yang didapat dari kurva hubungan berdasarkan nilai *density* dan *deduct value* untuk setiap jenis kerusakan. *Deduct value* dibedakan atas tingkat kerusakan untuk setiap jenis kerusakan. Grafik *deduct value* pada kerusakan kulit buaya adalah seperti pada gambar 2.1 berikut :

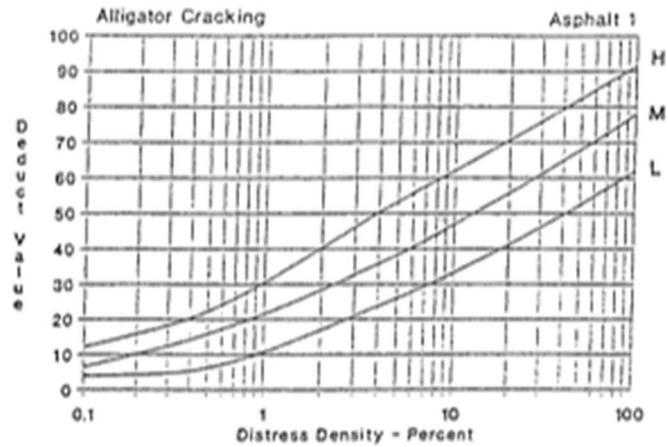


FIG. X3.1 Alligator Cracking

Gambar 2. 1 Grafik Deduct Value akibat kerusakan kulit buaya (Alligator Cracking)

Sumber : ASTM D6433 (2013)

Grafik *deduct value* pada kerusakan kriting adalah seperti pada gambar 2.2 berikut :

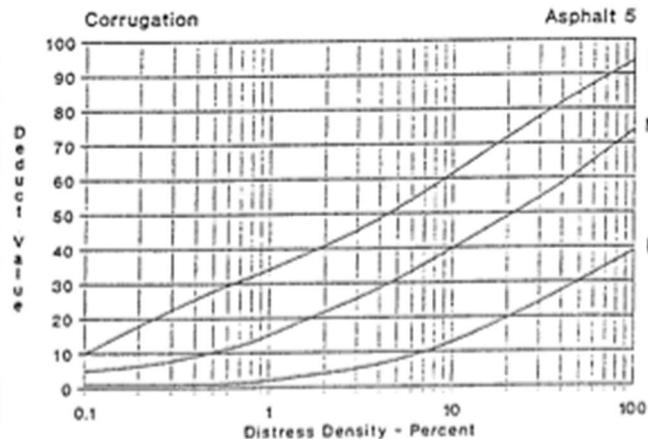
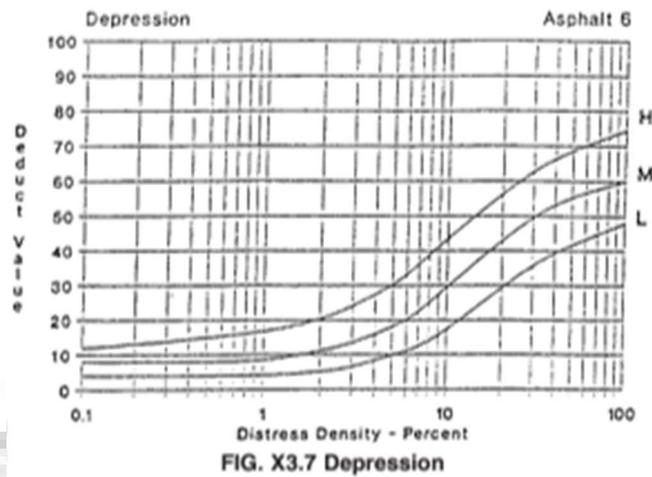


FIG. X3.6 Corrugation

Gambar 2. 2 Grafik Deduct Value akibat kerusakan Kriting (Corrugation)

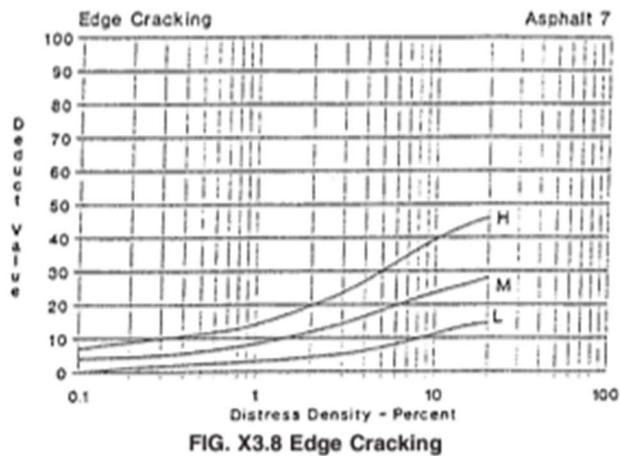
Sumber : ASTM D6433 (2013)

Grafik *deduct value* pada kerusakan ambles adalah seperti pada gambar 2.3 berikut :



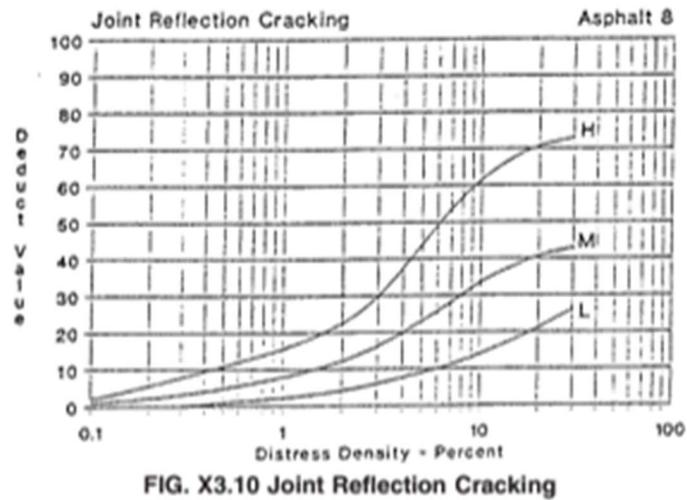
Gambar 2. 3 Grafik Deduct Value akibat kerusakan Ambblas (Depression)
Sumber : ASTM D6433 (2013)

Grafik *deduct value* pada kerusakan cacat tepi perkerasan adalah seperti pada gambar 2.4 berikut :



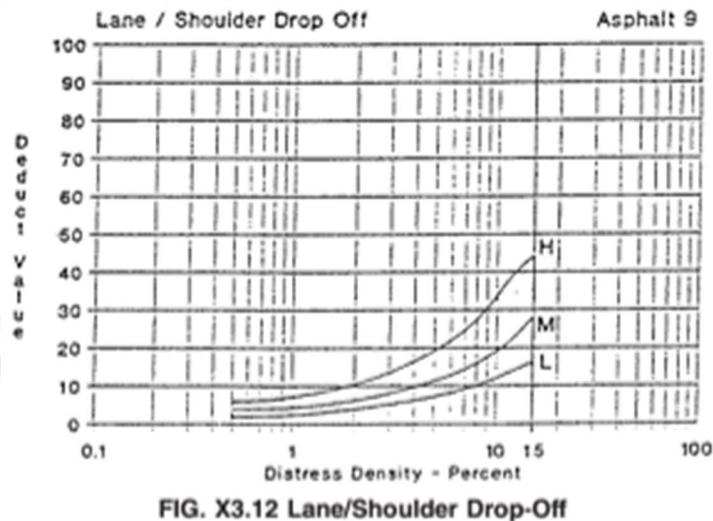
Gambar 2. 4 Grafik Deduct Value akibat kerusakan cacat tepi perkerasan (Edge Cracking)
Sumber : ASTM D6433 (2013)

Grafik *deduct value* pada kerusakan retak sambung adalah seperti pada gambar 2.5 berikut :



Gambar 2. 5 Grafik Deduct Value akibat kerusakan retak sambung (Joint Reflection Cracking)
Sumber : ASTMD6433 (2013)

Grafik *deduct value* pada kerusakan penurunan bahu jalan adalah seperti pada gambar 2.6 berikut :



Gambar 2. 6 Grafik Deduct Value akibat kerusakan penurunan bahu jalan (Lane)
Sumber : ASTMD6433 (2013)

Grafik *deduct value* pada kerusakan retak memanjang dan melintang adalah seperti pada gambar 2.7 berikut :

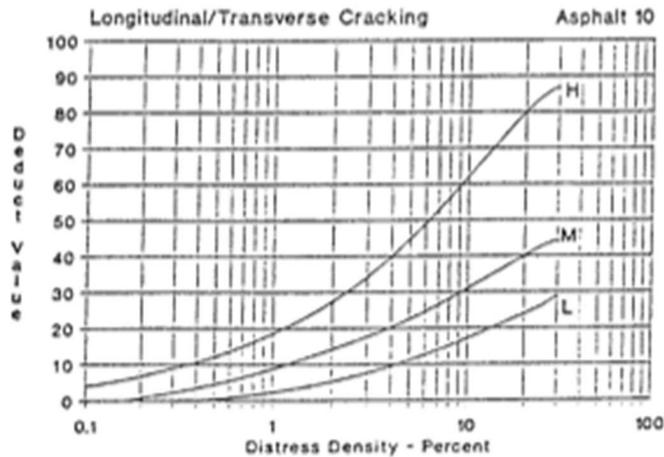


FIG. X3.14 Longitudinal/Transverse Cracking

Gambar 2. 7 Grafik Deduct Value akibat kerusakan retak memanjang dan melintang (longitudinal and transverse cracking)

Sumber : ASTMD6433 (2013)

Grafik *deduct value* pada kerusakan tambalan adalah seperti pada gambar 2.8 berikut :

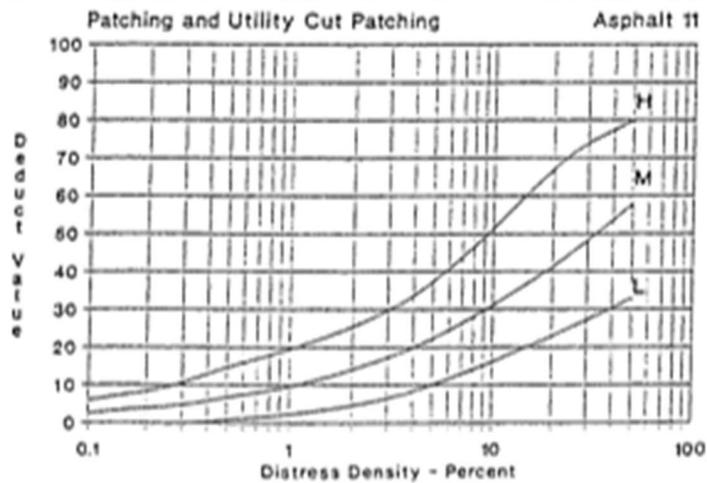
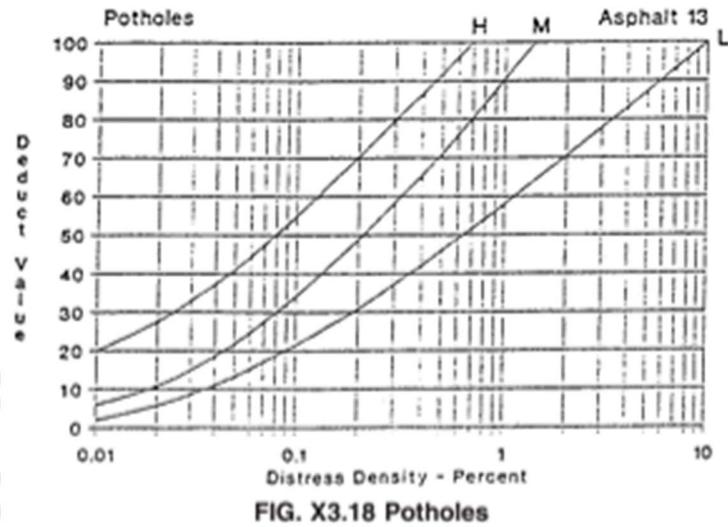


FIG. X3.16 Patching and Utility Cut Patching

Gambar 2. 8 Grafik Deduct Value akibat kerusakan Tambalan (Patching)

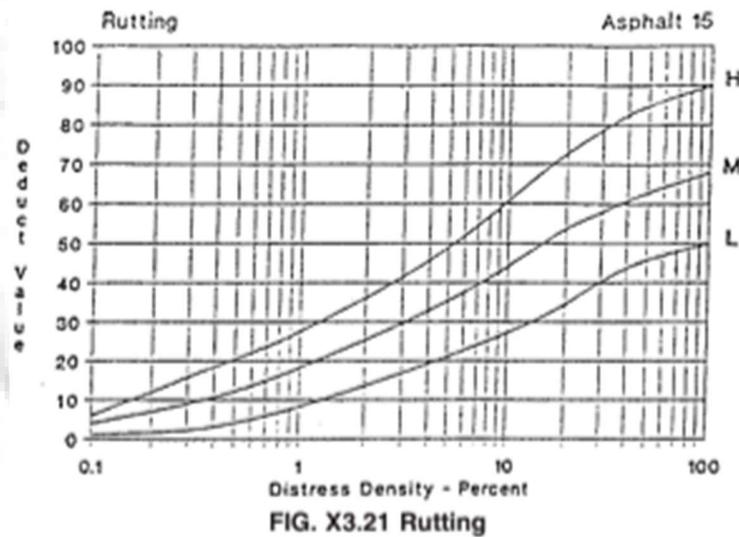
Sumber : ASTMD6433 (2013)

Grafik *deduct value* pada kerusakan kerusakn lubang adalah seperti pada gambar 2.9 berikut :



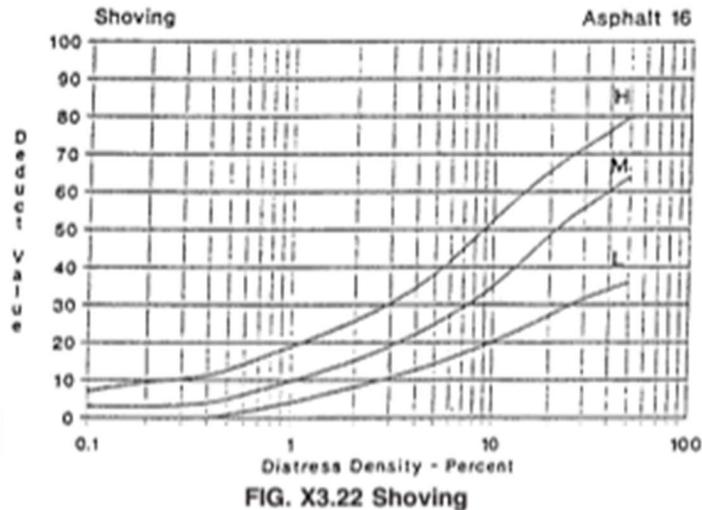
Gambar 2. 9 Grafik Deduct Value Akibat kerusakan Lubang (Potholes)
Sumber : ASTM D6433 (2013)

Grafik *deduct value* pada kerusakan alur adalah seperti pada gambar 2.10 berikut :



Gambar 2. 10 Grafik Deduct Value akibat kerusakan Alur (Rutting)
Sumber : ASTM D6433 (2013)

Grafik *deduct value* pada kerusakan sungkur adalah seperti pada gambar 2.11 berikut :



Gambar 2. 11 Grafik Deduct Value Akibat kerusakan Sungkur (Shoving)
Sumber : ASTMD6433 (2013)

2.5.3 Menghitung *allowable maximum deduct value* (m)

(Shahin, 1994:32) Apabila terdapat 1 *deduct value* dengan rasio > 5 untuk bandara dan > 2 untuk jalan, sehingga *total deduct value* berfungsi untuk mencari rasio CDV (*Corrected Deduct Value*), apabila tidak ada maka diteruskan dengan mengurutkan *Deduct Value* terbesar, kemudian menentukan nilai m dengan rumus sebagai berikut :

$$m = 1 + (9/98) * (100 - HDV) \quad (\text{Sumber : Shahin, 1994})$$

Keterangan :

m = rasio izin *deduct value*

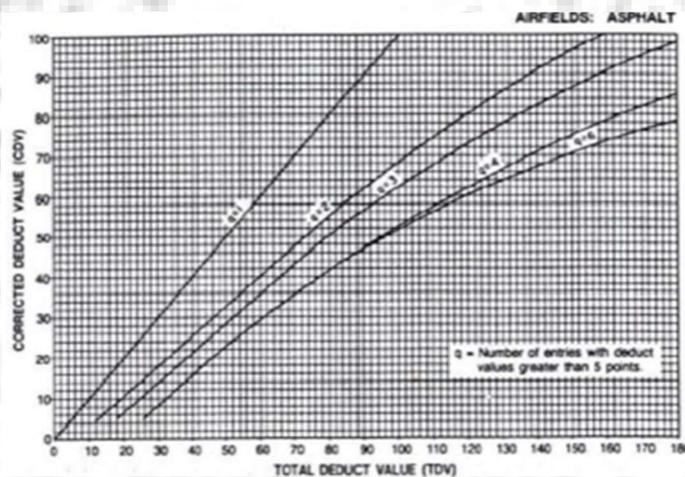
HDV = rasio tertinggi dari *deduct value*

2.5.4 Total Deduct Value (TDV)

(Hardiyatmo, 2005:59) *Total Deduct Value (TDV)* adalah jumlah nilai yang diperoleh dari tiap *deduct value* untuk setiap jenis kerusakan dan tingkat kerusakan yang terdapat pada penelitian.

2.5.5 Corrected Deduct Value (CDV)

(Hardiyatmo, 2005:59) *Corrected Deduct Value (CDV)* memiliki arti nilai yang didapat dari kurva keterkaitan antara nilai TDV dan nilai CDV dengan penyeleksian lengkung kurva berdasarkan dengan total nilai tiap *deduct value* yang memiliki nilai > 2. Menentukan CDV didasarkan pada nilai q dan TDV dengan menggunakan kurva CDV. Jumlah nilai q didasarkan dari banyaknya jumlah kerusakan pada satu unit sampel. Grafik *corrected deduct value (CDV)* adalah seperti pada gambar 2.12 berikut :



Gambar 2. 12 Grafik Corrected Deduct Value (CDV)
Sumber : ASTM D6433 (2013)

2.5.6 Menghitung Nilai PCI

(Hardiyatmo, 2005:60) Rumus untuk menentukan nilai PCI tiap unit yaitu :

$$PCI(s) = 100 - CDV_{maks} \quad (\text{Sumber : Hardiyatmo, 2005})$$

Keterangan :

PCI (s) : *Pavement Condition Index* untuk tiap unit

CDV_{maks} : *Corrected Deduct Value* untuk tiap unit

Rumus untuk menentukan PCI secara keseluruhan :

$$PCI = \frac{\sum PCI(s)}{N} \quad (\text{Sumber : Hardiyatmo, 2005})$$

Keterangan :

PCI : Nilai *Pavement Condition Index* perkerasan secara keseluruhan

\sum PCI (s) : Total *Pavement Condition Index* dari masing – masing unit segmen

N : Jumlah unit segmen penelitian

2.5.7 Penentuan Unit Sampel

(Shahin, 1994:18) Pembagian unit sampel kedalam beberapa unit dilakukan untuk mempermudah melakukan perhitungan dan pengolahan pada data. pembagian unit sampel dihitung menggunakan rumus berikut :

$$n = \frac{N \cdot s^2}{\frac{e^2}{4} (N-1) + s^2} \quad (\text{Sumber : Shahin, 1994})$$

Keterangan :

N : Jumlah total unit sampel pada bagian tersebut

s : Deviasi standar PCI dari satu unit sampel ke unit sampel lainnya ; diasumsikan untuk perkerasan AC = 10

e : Kesalahan yg dapat diterima dalam memperkirakan bagian PCI ; biasanya kurang lebih 5 poin PCI.

Setelah jumlah unit sampel telah ditentukan, selanjutnya menghitung interval jarak dari unit-unit tersebut dengan menggunakan sampling acak sistematis. Dimana sampel diberi jarak yang sama di seluruh bagian dan sampel pertama dipilih secara acak. Interval jarak (i) dari unit yang akan dijadikan sampel dihitung dengan rumus berikut yang dibulatkan kebilangan bulat terendah berikutnya :

$$i = \frac{N}{n} \quad (\text{Sumber : Shahin, 1994})$$

Keterangan :

i : Interval jarak unit-unit sampel

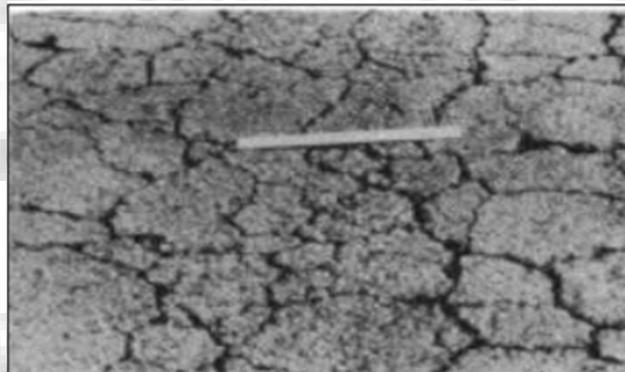
N : Jumlah total unit sampel pada bagian tersebut

n : Jumlah unit sampel yang akan diperiksa

2.6 Jenis Kerusakan Jalan

Menurut manual Pemeliharaan Jalan No : 03/MN/B/1983 yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga, kerusakan jalan dapat dibagi menjadi :

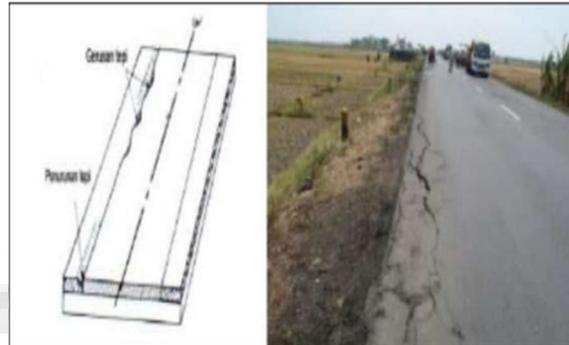
- A. Retak (*Cracking*), retak yang terjadi pada lapisan permukaan jalan dapat dibedakan menjadi :
- Retak Halus (*Hair Cracking*), merupakan retak yang memiliki lebar celah lebih kecil atau sama dengan 3mm, penyebabnya adalah bahan perkerasan yang kurang baik atau bagian perkerasan dibawah lapis permukaan yang kurang stabil.
 - Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*), merupakan retak yang memiliki lebar celah lebih besar atau sama dengan 3mm membentuk serangkaian kotak-kotak kecil menyerupai kulit buaya. Penyebabnya adalah bahan perkerasan yang kurang baik, pelapukan permukaan, tanah dasar atau bagian perkerasan dibawah lapis permukaan kurang stabil, atau bahan lapis pondasi dalam keadaan jenuh air. Gambar kerusakan retak kulit buaya adalah seperti gambar 2.13 berikut :



Gambar 2. 13 Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*)
Sumber : Bina Marga no.03/MN/B/1983

- Retak Pinggir (*Edge Cracking*), merupakan retak memanjang dengan atau tanpa cabang yang mengarah ke bahu dan terletak dekat bahu jalan. Penyebabnya adalah tidak baiknya sokongan dari arah samping,

drainase kurang baik, terjadi penyusutan tanah. Gambar kerusakan retak pinggir adalah seperti gambar 2.14 berikut :



Gambar 2. 14 Retak Pinggir (*Edge Cracking*)

Sumber : Bina Marga no.03/MN/B/1983

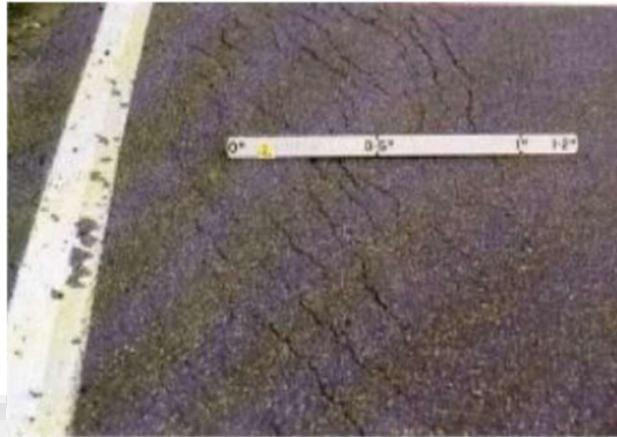
- d. Retak Sambungan Bahu dan Perkerasan (*Edge Joint Cracking*), merupakan retak yang umumnya terjadi pada sambungan bahu dengan perkerasan. Penyebabnya adalah kondisi drainase dibawah bahu jalan lebih buruk daripada dibawah perkerasan, terjadinya settlement di bahu jalan, penyusutan material bahu atau perkerasan jalan, atau akibat lintasan truk / kendaraan berat di bahu jalan.
- e. Retak Sambungan Jalan (*Lane Joint Cracking*), merupakan retak yang terjadi pada sambungan dua lajur lalu lintas. Penyebabnya adalah tidak baiknya ikatan sambungan kedua lajur.
- f. Retak Sambungan Pelebaran Jalan (*Widening Cracking*), merupakan retak memanjang yang terjadi pada sambungan antara perkerasan lama dengan perkerasan pelebaran. Penyebabnya adalah perbedaan daya dukung dibawah bagian pelebaran dan bagian jalan lama, dapat disebabkan juga oleh ikatan antara sambungan yang tidak baik.
- g. Retak Refleksi (*Reflection Cracking*), merupakan retak memanjang, melintang, diagonal, atau membentuk kotak. Penyebabnya adalah jika retak pada perkerasan lama tidak diperbaiki secara baik sebelum

pekerjaan overlay dilakukan. Gambar kerusakan retak refleksi adalah seperti gambar 2.15 berikut :



Gambar 2. 15 Retak Refleksi (*Reflection Cracking*)
Sumber : Bina Marga no.03/MN/B/1983

- h. Retak Susut (*Shrinkage Cracking*), merupakan retak yang saling bersambungan membentuk kotak – kotak besar dengan sudut tajam. Penyebabnya adalah perubahan volume pada lapisan permukaan yang memakai aspal dengan penetrasi rendah atau perubahan volume pada lapisan pondasi dan tanah dasar.
- i. Retak Selip (*Slippage Cracking*), merupakan retak yang memiliki bentuk melengkung seperti bulan sabit. Penyebabnya adalah kurang baiknya ikatan antara lapis permukaan dan lapis dibawahnya (adanya debu, minyak, air, atau benda nonadhesif lainnya, akibat tidak diberi tack coat sebagai bahan pengikat diantara kedua lapis). Gambar kerusakan retak selip adalah seperti gambar 2.16 berikut :



Gambar 2. 16 Retak Selip (Slippage Cracking)

Sumber : Bina Marga no.03/MN/B/1983

B. Distorsi (*Distorsion*), merupakan perubahan bentuk yang terjadi akibat lemahnya tanah dasar, pemadatan yang kurang pada lapis pondasi, sehingga terjadi penambahan pemadatan akibat beban lalu lintas.

- a. Alur (*Ruts*), merupakan kerusakan yang terjadi pada lintasan roda sejajar dengan as jalan. Alur dapat juga menjadi tempat menggenangnya air hujan yang jatuh diatas permukaan jalan, mengurangi tingkat kenyamanan yang akhirnya dapat timbul retak – retak. Penyebabnya adalah lapis perkerasan yang kurang padat, dengan demikian terjadi tambahan pemadatan akibat repetisi beban lalu lintas pada lintasan roda. Gambar kerusakan alur adalah seperti gambar 2.17 berikut :



Gambar 2. 17 Alur (Rutting)

Sumber : Bina Marga no.03/MN/B/1983

- b. Keriting (*Corrugation*), merupakan alur yang terjadi melintang jalan. Penyebabnya adalah rendahnya stabilitas campuran yang berasal dari terlalu tingginya kadar aspal, terlalu banyak mempergunakan agregat halus, agregat berbentuk bulat, dan berpermukaan licin atau aspal yang dipergunakan mempunyai penetrasi yang terlalu tinggi. Gambar kerusakan keriting adalah seperti gambar 2.18 berikut :



Gambar 2. 18 Keriting (Corrugation)

Sumber : Bina Marga no.03/MN/B/1983

- c. Sungkur (*Shoving*), merupakan deformasi plastis yang terjadi setempat, ditempat kendaraan sering berhenti, kelandaian curam, dan tikungan

tajam. Penyebab kerusakan sama dengan kerusakan keriting. Gambar kerusakan sungkur adalah seperti gambar 2.19 berikut :



Gambar 2. 19 Sungkur (Shoving)
Sumber : Bina Marga no.03/MN/B/1983

- d. Amblas (*Grade Depressions*), dapat terdeteksi dengan adanya air yang tergenang, air yang tergenang dapat meresap ke dalam lapisan perkerasan yang akhirnya menimbulkan lubang. Penyebabnya adalah kendaraan yang melebihi apa yang direncanakan, pelaksanaan yang kurang baik, atau penurunan bagian perkerasan dikarenakan tanah dasar mengalami settlement. Gambar kerusakan amblas adalah seperti gambar 2.20 berikut :



Gambar 2. 20 Amblas (Grade Depressions)
Sumber : Bina Marga no.03/MN/B/1983

- e. Jembul (*Upheaval*), merupakan kerusakan yang terjadi akibat adanya pengembangan tanah dasar pada tanah dasar ekspansif. Gambar kerusakan jembul adalah seperti gambar 2.21 berikut :



Gambar 2. 21 Jembul (*Upheaval*)
Sumber : Bina Marga no.03/MN/B/1983

- C. Cacat Permukaan (*Disintegration*), yang termasuk dalam cacat permukaan :
- a. Lubang (*Potholes*), merupakan kerusakan yang berupa mangkuk, ukurannya bervariasi dan meresapkan air ke dalam lapis permukaan yang menyebabkan semakin parahnya kerusakan jalan. Penyebabnya adalah campuran lapis permukaan jelek, lapis permukaan tipis, sistem drainase jelek dan retak – retak yang terjadi tidak segera ditangani. Gambar kerusakan lubang adalah seperti gambar 2.22 berikut :



Gambar 2. 22 Lubang (*Potholes*)
Sumber : Bina Marga no.03/MN/B/1983

- b. Pelepasan Butir (*Raveling*), bisa terjadi secara meluas dan mempunyai efek serta disebabkan oleh hal yang sama dengan lubang. Gambar kerusakan pelepasan butir adalah seperti gambar 2.23 berikut :



Gambar 2. 23 Pelepasan Butir (*Ravelling*)
Sumber : Bina Marga no.03/MN/B/1983

- c. Pengelupasan Lapisan Permukaan (*Stripping*), dapat disebabkan oleh kurangnya ikatan antara lapis permukaan dan lapis dibawahnya atau terlalu tipisnya lapis permukaan.
- D. Pengausan (*Polished Agregate*), pengausan terjadi karena agregat berasal dari material yang tidak tahan aus terhadap roda kendaraan, atau agregat yang dipergunakan berbentuk bulat dan licin, tidak berbentuk cubical. Gambar kerusakan pengausan adalah seperti gambar 2.24 berikut :



Gambar 2. 24 Pengausan (Polished Agregate)
 Sumber : Bina Marga no.03/MN/B/1983

- E. Kegemukan (*Bleeding or flushing*), dapat disebabkan oleh pemakaian kadar aspal yang tinggi pada campuran aspal, pemakaian terlalu banyak aspal pada pekerjaan *prime coat* atau *take coat*. Gambar kerusakan kegemukan adalah seperti gambar 2.25 berikut :



Gambar 2. 25 Kegemukan (Bleeding or Flushing)
 Sumber : Bina Marga no.03/MN/B/1983

- F. Penurunan pada bekas penanaman utilitas, terjadi karena pemadatan yang tidak memenuhi syarat. Penurunan terjadi disepanjang bekas penanaman utilitas.

2.7 Teori Rekomendasi Perbaikan

Kerusakan jalan adalah kerusakan yang disebabkan oleh kelelahan karena beban yang berulang. Umur rencana lima tahun umumnya yang ditetapkan pada jalan baru. Secara teknis, kerusakan jalan mengindikasikan suatu kondisi yang struktural dan fungsionalnya telah tidak mampu memberikan pelayanan efektif terhadap pengendara yang melintasi jalan tersebut.

2.7.1 Rekomendasi Perbaikan Metode PCI

(Hardiyatmo, 2005:55) Terdapat dua cara dimana nilai PCI dapat digunakan. Pertama, nilai PCI digunakan sebagai pengukur relatif yang akan memberikan cara rasional dalam membuat ranking kondisi jalan. Kedua, nilai PCI dipakai sebagai pengukur absolut. Disini, nilai PCI memberikan indikator dari tipe dan tingkat besarnya pekerjaan perbaikan yang akan dilakukan. Sebagai aturan umum, jika nilai kondisi diantara 80 -100, maka hanya diperlukan operasi pemeliharaan rutin, contohnya : pengisian retakan, menutup lobang, atau mungkin hanya pemberian *seal-coat* saja. Jika nilai kondisi dibawah 80, maka diperlukan pelapisan tambahan (*Overlay*). Tapi, jika nilai PCI dibawah 30, maka diperlukan pembangunan kembali (*Rekonstruksi*). Metode PCI menyarankan kisaran nilai kondisi yang berguna sebagai indikator tipe pemeliharaan, seperti yang ditunjukkan dalam tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Tabel Rekomendasi Perbaikan Menurut Metode PCI

Rekonstruksi (0 – 30)	Overlay (30 – 80)	Pemeliharaan Rutin (80 – 100)
--------------------------	----------------------	----------------------------------

Sumber : Hardiyatmo, 2005

2.7.2 Rekomendasi Perbaikan Metode Bina Marga

Metode perbaikan kerusakan jalan pada lapisan lentur memakai metode standar Direktorat Jendral Bina Marga 1995. Jenis – jenis metode penanganan di tiap – tiap kerusakan jalan yaitu :

1) Metode Perbaikan P1 (Penebaran Pasir)

Metode ini untuk kerusakan seperti kegemukan aspal terutama pada tanjakan dan tikungan. Langkah – langkahnya berupa memobilisasi peralatan, pekerja dan material ke lapangan, lalu diberi tanda pada setiap kerusakan. Kemudian setelah ditandai jalan tersebut dibersihkan memakai air compressor. Setelah itu dilakukan penyebaran agregat halus atau pasir kasar (tebal >10mm) diatas permukaan yang terpengaruh kerusakan. Selanjutnya dilakukan pemadatan dengan pemadat ringan (1-2) ton hingga didapatkan permukaan yang rata dan mempunyai kepadatan optimal (kepadatan 95%).

2) Metode Perbaikan P2 (Pelaburan Aspal Setempat)

Metode ini untuk kerusakan tepi bahu jalan beraspal berupa retak kulit buaya < 2mm, retak pinggir lebar < 2mm dan terkelupas. Cara yang dilakukan adalah berupa mobilisasi peralatan, pekerja, material ke lapangan dan membersihkan bagian yang diperbaiki dengan air compressor, untuk bagian permukaan jalan harus bersih dan kering. Selain itu dilakukan penyemprotan aspal keras sebanyak 1,5kg/m² dan untuk *cut back* 1 liter/m². Kemudian melakukan penyebaran pasir kasar atau agregat halus 5mm hingga rata. Selanjutnya dilakukan pemadatan mesin *pneumatic* sampai dengan diperoleh permukaan yang rata dan mempunyai kepadatan optimal (kepadatan 95%)

3) Metode Perbaikan P3 (Pelapisan Retakan)

Metode ini untuk kerusakan retak satu arah dengan lebar retakan < 2mm. langkah – langkahnya berupa memobilisasi peralatan, pekerja, material ke lapangan dan membersihkan bagian yang akan diperbaiki dengan air compressor, sampai permukaan jalan bersih dan kering. Kemudian menyemprotkan *tack coat* (0,2 liter/m² di bagian yang akan diperbaiki). Lalu, menebar dan meratakan campuran aspal beton pada seluruh bagian yang sudah diberi tanda baru kemudian dilakukan pemadatan ringan (1-2ton) sampai diperoleh permukaan yang rata dan kepadatan optimal (kepadatan 95%)

4) Metode Perbaikan P4 (Pengisian Retak)

Metode ini untuk kerusakan retak satu arah dengan lebar retakan > 2 mm. langkah – langkahnya berupa memobilisasi peralatan, pekerja, material ke lapangan dan membersihkan bagian yang akan diperbaiki dengan air compressor, sampai permukaan jalan bersih dan kering. Kemudian menyemprotkan *tack coat* 0,2 liter/m² menggunakan aspal *sprayer* atau bisa juga dengan tenaga manusia. Setelah itu menebarkan pasir kasar pada retakan yang sudah terisi aspal dengan ketebalan 10 mm dan memadatkannya minimal 3 lintasan dengan *baby roller*.

5) Metode Perbaikan P5 (Penambalan Lubang)

Metode ini untuk kerusakan lubang dengan kedalaman > 50 mm, keriting kedalaman > 30 mm, alur kedalaman > 50 mm, amblas kedalaman > 50 mm, jembul kedalaman > 50 mm, kerusakan tepi perkerasan jalandan retak kulit buaya dengan lebar > 2 mm. Langkah – langkahnya dengan menggali material sampai dengan lapisan bawahnya. Kemudian membersihkan daerah yang akan diperbaiki dengan tenaga manusia, lalu menyemprot lapis resap pengikat *prime coat* sebanyak 0,5 liter/m² serta menyebarkan dan memadatkan campuran aspal beton hingga diperoleh permukaan yang rata dengan menggunakan *baby roller* minimal 5 lintasan.

6) Metode Perbaikan P6 (Peralatan)

Metode ini untuk kerusakan lubang dengan kedalaman < 50 mm, keriting kedalaman < 30 mm, jembul kedalaman < 50 mm. Langkahnya yaitu dengan membersihkan bagian permukaan yang akan diperbaiki dengan tenaga manusia. Kemudian melaburkan *tack coat* sebanyak 0,5 liter/m², setelah itu menaburkan campuran aspal beton dan memadatkannya hingga diperoleh permukaan yang rata dengan menggunakan *baby roller* minimal 5 lintasan.

2.8 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Total estimasi biaya proyek, dapat dibuat dengan mengalikan kualitas satuan pekerjaan dan harga satuan pekerjaan. Kontraktor akan membuat estimasi dengan maksud untuk kegiatan penawaran terhadap suatu proyek konstruksi pada saat pelelangan atau sebuah tender. Rumus dasar untuk perhitungan rencana anggaran biaya (RAB) adalah sebagai berikut : $RAB = \sum (\text{volume} \times \text{harga satuan pekerjaan})$

2.8.1 Komponen Rencana Anggaran Biaya

Sebelum memulai menghitung atau merencanakan anggaran untuk sebuah proyek, harus terlebih dahulu menghitung setiap komponen pada rencana anggaran yang mencakup :

a. Volume Pekerjaan

Kualitas pekerjaan dapat diperoleh dengan mengukur setiap objek dalam gambar ataupun langsung pada objek aktual di lapangan, maka metode rata – rata luas penampang digunakan untuk mengasumsikan sisi – sisi lapangan ruang diukur dalam garis lurus. Volume pekerjaan yang dihitung akan sangat mempengaruhi jumlah biaya yang akan digunakan untuk menyelesaikan volume dari item tersebut.

b. Analisis Harga Satuan Dasar (HSD)

Komponen untuk menyusun harga satuan pekerjaan (HSP) membutuhkan tenaga kerja, HSD alat, HSD bahan. Berikut ini diberikan langkah – langkah untuk menghitung HSD komponen HSP (Kementrian Pekerjaan Umum, Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Bina Marga, 2016).

1) Harga Satuan Tenaga Kerja

Untuk menghitung harga satuan pekerjaan, maka perlu ditetapkan dahulu bahan rujukan harga standar untuk upah yang digunakan sebagai HSD tenaga kerja. Langkah perhitungan HSD tenaga kerja adalah sebagai berikut :

- a. Tentukan jenis tenaga kerja, pekerja (P), tukang (Tk), mandor (M), dan kepala tukang (KT)

- b. Kumpulkan data upah yang sesuai dengan peraturan daerah setempat, data upah hasil survey di tempat yang berdekatan dan berlaku untuk daerah tempat lokasi pekerjaan akan dilakukan.
- c. Perhitungkan tenaga kerja yang diambil dari luar daerah maka memperhitungkan biaya makan, menginap dan transport.
- d. Tentukan jumlah hari efektif pekerjaan selama satu bulan dikurangi dan tanggal merah (24-26 hari), dan jumlah jam efektif dalam satu hari (7 jam).
- e. Hitung biaya upah dari masing – masing orang per jam.
- f. Rerata dari jumlah biaya upah per jam.
- g. Nilai rerata biaya upah minimum harus setara dengan upah minimum regional (UMR) dari daerah setempat (Kementrian Pekerjaan Umum, Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Bina Marga, 2016)

2) Harga Satuan alat

Analisis HSD alat membutuhkan data upah operator, spesifikasi dari alat meliputi kapasitas kerja alat (m³), tenaga mesin, umur ekonomis alat, jam kerja alat dalam satu tahun dan harga alat. Aspek lainnya adalah komponen investasi alat yang meliputi asuransi alat, dan loader dan lain – lain. (Kementrian Pekerjaan Umum, Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Bina Marga, 2016). Penggunaan peralatan pada proyek – proyek konstruksi didorong oleh adanya tuntutan spesifikasi proyek dan teknologi konstruksi, juga dapat menghasilkan nilai tambah pada pelaksanaan proyek yang menyangkut mutu dari pada pelaksanaan.

Biaya alat bisa dibedakan menjadi beberapa bagian, seperti :

- Biaya Operasi (biaya variabel).
- Biaya produksi
- Biaya alat
- Biaya tetap

3) Harga Satuan Bahan

Analisis HSD bahan membutuhkan data harga bahan baku, serta anggaran transportasi dan anggaran produksi untuk bahan baku menjadi bahan olahan atau bahan jadi. Produksi material membutuhkan alat yang mungkin lebih dari satu alat. Setiap alat dihitung berapa kapasitas produksinya dalam satuan pengukuran per jam, dengan memasukkan data kapasitas alat, faktor efisiensi alat, faktor lain, dan waktu setiap siklus. Perhitungan HSD bahan yang diambil dari penggalian dapat dari dua jenis, yaitu dalam bentuk bahan baku (batu kali/gunung, pasir sungai/gunung dll), dan dalam bentuk bahan olahan (misalnya agregat kasar dan halus yang dihasilkan oleh mesin penghancur batu dll). (Kementrian Pekerjaan Umum, Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) di Bidang Jalan Raya, 2016).



2.9 Tinjauan Penelitian Terdahulu

Tinjauan penelitian terdahulu seperti pada tabel 2.3 berikut ini :

Tabel 2. 3 Tabel Penelitian Terdahulu

No	Nama	Judul	Lokasi Penelitian	Metode	Hasil
1.	Yulfriwini, M Akbar Ferdana. 2023 (Biner : Jurnal Ilmu Komputer, Teknik dan Multimedia)	Analisis Tingkat Kerusakan Jalan Dengan Metode PCI (<i>Pavement Condition Index</i>)	Jalan Provinsi Sp. Korpri – Purwotani	Pavement Condition Index	Penelitian ini terdapat 12 jenis kerusakan berdasarkan PCI yaitu retak kulit buaya sebesar 14,72 m ² , lubang sebesar 156,43 m ² , amblas sebesar 15,07 m ² , sungkur sebesar 0,93 m ² , agregat licin sebesar 0,04 m ² , mengembang sebesar 2,84 m ² , tambalan sebesar 160,63 m ² , pelapukan atau butiran lepas sebesar 0,39 m ² , alur sebesar 0,55 m ² , retak memanjang dan melintang sebesar 1,89 m ² , retak blok sebesar 9,46 m ² dan retak slip sebesar 1,24 m ² sehingga didapatkan nilai akhir PCI sebesar 51,6%. Nilai ini terbilang cukup (<i>fair</i>) untuk kondisi jalan.

No	Nama	Judul	Lokasi Penelitian	Metode	Hasil
2.	Hillman Yunardhi, M. Jazir Alkas, Heri Sutanto. 2018 (Jurnal Teknologi Sipil)	Analisa Kerusakan Jalan Dengan Metode PCI dan Alternatif Penyelesaiannya	Jalan D.I Panjaitan	Pavement Condition Index	Penelitian ini terdapat 9 jenis kerusakan yaitu tambalan, pengausan, retak kulit buaya, amblas, keriting, lubang, retak memanjang dan melintang, alur dan retak pinggir. Kemudian di dapatkan hasil akhir PCI sebesar 79%, nilai ini terbilang sangat baik (<i>very good</i>).
3.	Azmiyati Mutoharoh, Wahidin, Yulia Feriska, Muhammad Taufiq. 2022	Analisis Kerusakan Perkerasan Jalan dengan Metode Pavement Condition Index (PCI)	Jalan Tanjung - Kersana	Pavement Condition Index	Penelitian ini terdapat 4 jenis kerusakan yaitu retak kulit buaya, retak pinggir, lubang dan tambalan. Diperoleh hasil akhir PCI sebesar 75% yang berarti ruas jalan tersebut dalam keadaan sangat baik.

	(Jurnal Sains dan Teknologi)				
4.	Reiman Lasarus, Lucia G.J. Lalamentik, Joice E. Waani 2020 (Jurnal Sipil Statik)	Analisa Kerusakan Jalan dan Penangannya dengan Metode PCI	Jalan Kauditan, Sulawesi Utara	Pavement Condition Index	Penelitian ini terdapat 3 jenis kerusakan yaitu lubang, retak kulit buaya dan tambalan. Diperoleh hasil akhir PCI sebesar 76,7% yang berarti jalan tersebut dalam keadaan sangat baik.
5.	Putu Budiarnaya, I Putu Ariawan, I Gusti Ngurah Nyoman	Analisa Kerusakan dan Anggaran Perbaikan Jalan Menggunakan Metode PCI	Jalan Raya Padangkerta-Budakeling	Pavement Condition Index	Penelitian ini terdapat 19 jenis kerusakan yaitu retak kulit buaya, kegemukan, retak blok, tonjolan, keriting, amblas, cacat tepi perkerasan, retak sambungan, jalur bahu turun, retak memanjang dan melintang, tambalan, agregat licin, lubang, persilangan rel kereta api, alur, sungkur, retak slip, mengembang dan pelepasan

	Wismantara, I Gusti Putu Puspasari. 2021 (Siklus : Jurnal Teknik Sipil)				butir. Diperoleh hasil akhir PCI sebesar 44,8% yang menunjukkan bahwa kerusakan jalan tersebut termasuk kategori kerusakan sedang
--	--	--	--	--	---