

# ANALISIS TINGKAT KERUSAKAN JALAN RIGID DENGAN METODE PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) DALAM PENANGANAN UPAYA PERBAIKAN

Studi Kasus : Jl Raya Bubulan Desa Cancung (dukuh Kowang-Banyu Urip) STA 28+000 – STA 29+000 Kecamatan Bubulan Kabupaten Bojonegoro

Herta Novianto<sup>1</sup>, Titin Wartini<sup>2</sup>.

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Sains dan Teknik Universitas Bojonegoro

E-mail : [hertavia2@gmail.com](mailto:hertavia2@gmail.com)

---

## ABSTRAK

Perkerasan jalan merupakan komponen pokok di bidang transportasi. Kondisi perkerasan mempengaruhi kenyamanan, keamanan dan keselamatan pengguna jalan. Namun, kondisi perkerasan semakin lama semakin berkurang akibat faktor kerusakan jalan. Suatu penelitian tentang bagaimana kondisi permukaan jalan dan bagian jalan lainnya sangat diperlukan untuk mengetahui kondisi permukaan jalan yang mengalami kerusakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis jenis kerusakan dan nilai kondisi pada perkerasan kaku di ruas jalan Kowang-Banyu Urip Desa Cancung Kec.Bubulan Kab.Bojonegoro beserta pemeliharaan atau penanganannya. Metode yang digunakan untuk penilaian ini adalah Pavement Condition Index (PCI). Adapun jenis kerusakan yang teridentifikasi di ruas jalan Kowang-Banyu Urip Desa Cancung Kec.Bubulan Kab.Bojonegoro adalah sebagai berikut : retak sudut (3,035 m<sup>2</sup>), retak melintang (0,42732 m<sup>2</sup>), pengausan agregat (16,8825 m<sup>2</sup>), tambalan (56,67 m<sup>2</sup>), berlubang (0,8528 m<sup>2</sup>), remek (0,2064 m<sup>2</sup>), dan retak rambut (0,01802 m<sup>2</sup>). Berdasarkan hasil penelitian, diketahui kondisi perkerasan kaku pada ruas jalan Kowang-Banyu Urip Desa Cancung Kec.Bubulan Kab.Bojonegoro masih dalam keadaan sempurna (excellent) dengan presentase 94,75 %.Meskipun secara keseluruhan kondisi jalan Soekarno-Hatta Bandar Lampung masih dalam kondisi baik bahkan sempurna, namun pemeliharaan rutin pada ruas jalan dan bangunan pelengkap harus tetap dilakukan dengan kala ulang satu tahun.

**Kata kunci : Perkerasan Kaku, jenis kerusakan, tingkat kerusakan, metode PCI**

## PENDAHULUAN

Jalan merupakan prasarana yang berperan penting dalam sektor perhubungan. Perkerasan jalan adalah campuran antara agregat dan bahan ikat yang digunakan untuk melayani beban lalu lintas. Suatu penelitian tentang bagaimana kondisi permukaan jalan dan bagian jalan lainnya sangat diperlukan untuk mengetahui kondisi permukaan jalan yang mengalami kerusakan. Penelitian awal terhadap kondisi permukaan jalan yaitu dengan melakukan survei secara visual yang berarti dengan cara melihat dan menganalisis kerusakan berdasarkan jenis dan tingkat kerusakannya untuk digunakan sebagai dasar dalam melakukan kegiatan pemeliharaan dan perbaikan.

Ruas Jalan Kowang-Banyu Urip merupakan jalan pedukuhan yang menghubungkan antara pedukuhan Kowang dan pedukuhan Banyu Urip desa Cancung, kondisi tanah yang tidak stabil menjadi alasan

dibangunnya jalan rigid ini, di ruas jalan ini terdapat perkerasan yang bermacam-macam salah satunya adalah perkerasan kaku (rigid) yang terletak di desa Cancung lebih tepatnya 28 km dari Bojonegoro. Menurut data dari UPTD, jalan ini memiliki panjang 1 kilometer dengan lebar 4 meter dengan tebal perkerasan 15 cm dan kemiringan jalan 2 %.

Kondisi saat ini pada ruas Jalan Kowang-Banyu Urip cukup parah karena jalannya yang sudah rusak dan banyak agregat yang sudah mengalami pengausan sehingga dapat menyebabkan suatu kendaraan bisa terpeleset atau tergelincir saat melewatinya, dan harus sangat hati-hati. Pada usia 10 tahun sejak jalan Kowang-Banyu Urip dibangun sudah mengalami kerusakan dan sekarang kondisi jalan tersebut sudah tidak maksimal lagi.

Perkerasan kaku (*rigid*) adalah perkerasan yang menggunakan semen (*portland cement*)

sebagai bahan pengikat pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan diatas tanah dasar dengan atau tanpa lapis fondasi bawah. Perkerasan kaku terkadang mengalami kerusakan sebelum umur rencana habis, secara umum kerusakan jalan disebabkan oleh berbagai faktor yaitu beban lalu lintas yang berulang yang berlebihan (*overload*), perencanaan yang tidak tepat, atau pelaksanaan yang tidak sesuai dengan perencanaan. Selain itu minimnya biaya pemeliharaan, keterlambatan pengeluaran anggaran serta prioritas penanganan yang kurang tepat juga menjadi penyebab. Panas dan suhu udara, air dan hujan, serta mutu awal produk jalan yang jelek juga sangat mempengaruhi. Hal ini juga terjadi di ruas jalan Kowang-Banyu Urip yang telah mengalami kerusakan sebelum umur rencana habis, banyak kendaraan besar yang melewati jalan tersebut apalagi saat musim panen, hasil wawancara dari Bapak Sukardi seorang supir truck mengatakan bahwa muatan bisa mencapai 12 ton dan berulang setiap harinya, kerusakan-kerusakan tersebut dapat dilihat hanya dengan melakukan survei secara visual saja, kerusakan-kerusakan yang terjadi berupa retak sudut, retak melintang, aus permukaan, retak rambut, remek, tambalan dan lubang. Apabila dibiarkan dalam jangka waktu lama, maka akan memperburuk kondisi lapisan perkerasan yang ada dan berpengaruh juga terhadap keamanan, kenyamanan dan kelancaran dalam berlalu lintas.

Dari latar belakang yang dijelaskan diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah : 1) Apa saja jenis-jenis kerusakan yang ada pada lapis permukaan perkerasan kaku di ruas jalan Kowang-Banyu Urip Desa Cancung?; 2) Berapa nilai kondisi lapis perkerasan atau persentase tingkat kerusakan yang terjadi pada permukaan kaku di ruas jalan Kowang-Banyu Urip Desa Cancung?; 3) Bagaimana upaya perbaikan yang harus dilakukan?

Sesuai latar belakang dan rumusan masalah, maka tujuan penelitian ini adalah : 1) Untuk mengetahui jenis-jenis kerusakan yang ada pada lapis permukaan perkerasan kaku di ruas jalan Kowang-Banyu Urip Desa Cancung.; 2) Untuk mengetahui nilai kondisi lapis perkerasan atau persentase tingkat kerusakan yang terjadi pada permukaan kaku

di ruas jalan Kowang-Banyu Urip Desa Cancung.; 3) Untuk mengetahui upaya perbaikan yang harus dilakukan.

## **METODE PENELITIAN**

### **1. Jenis Penelitian**

Pada kegiatan Tugas Akhir ini peneliti menggunakan jenis penelitian:

Deskriptif, yaitu dengan memusatkan pada masalah yang ada pada saat sekarang dimana kondisi kerusakan di tempat penelitian dapat diperoleh data yang akurat dan cermat.

Analisis yang digunakan adalah dengan mengumpulkan data berupa data primer dan data sekunder kemudian disusun. Berkaitan dengan penelitian, kemudian data-data tersebut akan dilanjutkan dengan proses analisis. Deskripsi berarti data yang dikumpulkan disusun kemudian dianalisis.

### **2. Metode Pengumpulan Data**

#### **• Data Primer**

Data primer merupakan data yang diperoleh dengan cara pengamatan dan pengukuran secara langsung di lokasi penelitian.

Data primer yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### **1. Data jenis kerusakan jalan**

Gambar jenis-jenis kerusakan jalan yang ada ruas jalan Kowang-Banyu Urip Desa Cancung yang berupa gambar retak pojok, retak melintang, keausan agregat, berlubang, tambalan, remek, dan retak rambut.

#### **2. Data ukuran**

Panjang dan lebar tingkat kerusakan jalan, data ukuran berapa panjang dan lebar untuk retak pojok, retak melintang, keausan agregat, berlubang, tambalan, remek, dan retak rambut.

#### **• Data Sekunder**

##### **1. Data Inventori Jalan**

Data yang dibutuhkan antara lain data perencanaan jalan dari UPTD.

##### **2. Data questioner**

Untuk mengetahui faktor penyebab kerusakan jalan dari warga sekitar.

### **3. Metode Analisis**

Metode analisis kondisi jalan menggunakan metode *Pavement Condition Index* (PCI)

1. Menghitung kadar kerusakan (*density*).

$$\text{Density} = \text{Ad/As} \times 100 \% \text{ Atau}$$

$$\text{Density} = \text{Ld/As} \times 100 \%$$

2. Menentukan nilai *Deduct Value* tiap jenis kerusakan.

Diperoleh dari kurva hubungan antara *density* dan *deduct value*.

3. Menentukan nilai *Total Deduct Value* (TDV).

Nilai total dari individual *deduct value* untuk tiap jenis kerusakan

4. Menentukan nilai *Corrected Deduct Value* (CDV).

Diperoleh dari kurva hubungan antara nilai TDV dan nilai CDV

5. Menghitung nilai *Pavement Condition Index* (PCI).

$$\text{Dengan rumus } \text{PCI} = \frac{\sum \text{PCI}(s)}{N}$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Jenis-jenis Kerusakan

Berdasarkan hasil analisis, diruas jalan Kowang-Banyu Urip Desa Cancung Kec.Bubulan Kab.Bojonegoro terdapat berbagai jenis kerusakan yang tersebar diberbagai STA, berikut adalah jenis-jenis kerusakan yang terjadi :

#### a. Kerusakan Retak Sudut (*Corner Crack*)

Retak sudut adalah retakan atau pecahan yang terjadi di sudut pelat beton yang bentuk pecahan berupa segitiga. Pecahan beton memotong sambungan pada jarak kurang atau sama dengan setengah dari panjang pelat di kedua sisi panjang dan lebarnya diukur dari sudut pelat

#### b. Retak Melintang

Kerusakan ini merupakan kerusakan yang paling dominan dibanding dengan kerusakan yang lainnya dan terjadi hampir di sepanjang ruas jalan Kowang-Banyu Urip.

#### c. Keausan Agregat

Aus adalah terkikisnya permukaan jalan akibat dari tergosoknya partikel agregat di permukaan perkerasan yang diakibatkan melekasnya mortar dan agregat

#### d. Tambalan

Tambalan merupakan daerah perkerasan yang telah diganti dengan material baru pada perkerasan. Kerusakan tambalan pada ruas jalan Kowang- Banyu Urip cukup banyak ada di beberapa titik. Tambalan pada permukaan jalan ini sudah tidak berfungsi dengan baik sehingga dapat dikatakan sebagai kerusakan

#### e. Berlubang

Lubang adalah kerusakan berbentuk cekungan akibat penurunan permukaan perkerasan pada beton, dengan tidak memperlihatkan pecahan-pecahan bersudut. Pada kerusakan lubang, perkerasan beton pecah hingga ambles. Dalamnya kerusakan lubang dapat bertambah oleh pengaruh air.

#### f. Remek

Remek merupakan perkerasan yang pecah menjadi beberapa bagian kecil, khususnya yang retak lepas

#### g. Retak Rambut

Retak rambut adalah keretakan yang biasanya hanya beberapa feet dan tidak berkembang memotong pada seluruh pelat. Retak ini terjadi pada saat waktu perawatan beton dan biasanya tidak sampai memotong keseluruhan kedalaman tebal pelat. Kerusakan retak rambut ini tidak perlu diperbaiki karena tidak mengganggu lalu lintas.

### 2. NILAI PCI

#### 2.1 Menghitung Density (Kadar Kerusakan)

Nilai *density* diperoleh setelah melakukan survei secara langsung untuk mengetahui luas kerusakan yang terjadi. Setelah luas kerusakan diperoleh, kemudian melakukan perhitungan *density* dengan syarat perhitungan dilakukan per segmen, hal ini dilakukan karena dalam sistem perbaikan jalan rigid dilakukan per segmen. Dan untuk ruas jalan Kowang- Banyu Urip 333 segmen yang masing-masing segmen mempunyai panjang 4 m dan lebar 2 m dengan 2 lajur kanan dan kiri, jadi total keseluruhan adalah 666 segmen.

Berikut adalah perhitungannya :

1. Perhitungan *density* untuk STA 28+000 – 28+003 kiri dengan kerusakan retak sudut, retak rambut, dan retak melintang dengan ukuran 0,81 x 0,46 m, 0,18 x 0,001 m, dan 3,7 x 0,007 m

$$\text{Density} = \text{Ad} / \text{As} \times 100 \%$$

Dengan :

Ad : Luas total jenis kerusakan untuk tiap tingkat kerusakan (m<sup>2</sup>).

As : Luas total unit segmen.

$$\begin{aligned} \text{Density} &= \frac{Ad}{As} \times 100 \% \\ &= \frac{(0,81 \times 0,46)}{6} \times 100 \% \\ &= 6,21 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Density} &= \frac{Ad}{As} \times 100 \% \\ &= \frac{(0,18 \times 0,001)}{6} \times 100 \% \\ &= 0,003 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Density} &= \frac{Ad}{As} \times 100 \% \\ &= \frac{(3,7 \times 0,007)}{6} \times 100 \% \\ &= 0,432 \% \end{aligned}$$

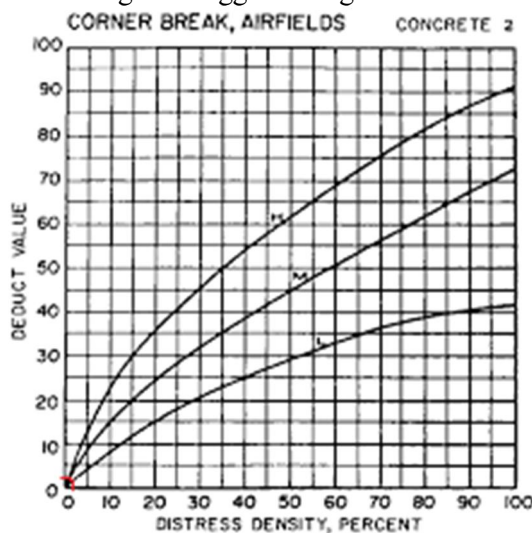
Jadi untuk STA 28+000 – 28+003 kiri diperoleh nilai density sebesar 6,21 % untuk retak sudut, 0,003 % untuk retak rambut, dan 0,432 % untuk retak melintang.

Dst

## 2.2 Menentukan Nilai Deduct Value

Mencari Deduct Value (DV) yang berupa grafik jenis-jenis kerusakan. Adapun cara untuk menentukan DV, yaitu dengan memasukkan presentase densitas pada grafik masing-masing jenis kerusakan kemudian menarik garis vertikal sampai memotong tingkat kerusakan (low,medium,high) selanjutnya pada titik potong tersebut ditarik garis horizontal dan akan didapat DV.

Dibawah ini contoh perhitungan deduct value dengan menggunakan grafik:



Grafik 4.1 contoh perhitungan deduct value pada kerusakan retak sudut di STA 28+000

– 28+003 kiri berdasarkan hasil olah data grafik 2.1.

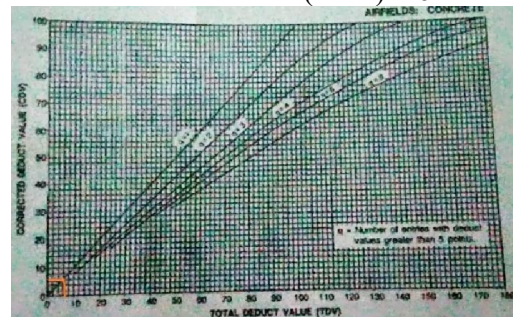
Dari grafik tersebut maka diperoleh nilai deduct value retak sudut pada STA 28+000 – 28+003 kiri dengan nilai density 0,27% dan kelas middle sebesar 1. Dst

## 2.3 Mencari Total Deduct Value (TDV) dan Corrected Deduct Value (CDV)

Total deduct value adalah nilai total dari individual deduct value untuk tiap jenis kerusakan dan tingkat kerusakan yang ada pada suatu unit penelitian. Misalkan di STA 28+000 – 28+003 kiri terdapat 3 nilai deduct value maka dijumlahkan yaitu : 1+0+5 = 6.

Jadi nilai TDV untuk STA 28+000 – 28+003 adalah 6.

Untuk mendapatkan nilai Corrected Deduct Value (CDV) yaitu dengan cara memasukkan nilai Total Deduct Value (TDV) ke grafik CDV dengan cara menarik garis vertikal pada nilai CDV sampai memotong garis q kemudian ditarik garis horizontal. Nilai q merupakan jumlah Deduct Value yang lebih dari 5. Misalkan pada STA 28+000 – 28+003 kiri terdapat 3 nilai deduct value, tetapi nilai deduct value yang lebih dari 5 hanya ada 1 maka q yang dipakai adalah q = 1, maka grafik CDV seperti pada Grafik 4.8 diperoleh nilai Corrected Deduct Value (CDV) = 6.



Grafik 4.8 contoh perhitungan nilai CDV pada STA 28+000 – 28+003 kiri hasil olah data berdasarkan grafik 2.8

## 2.4 Menghitung Nilai PCI

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan di atas, maka didapat nilai kondisi perkerasan 93 segmen yang dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{PCI (s)} = 100 - \text{CDV}$$

Dengan :

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

CDV = Corrected Deduct Value untuk tiap segmen.

Misalkan perhitungan PCI pada STA 28+000 – 28+003 kiri

$$\begin{aligned} \text{PCI (s)} &= 100 - \text{CDV} \\ &= 100 - 6 \\ &= 94 \end{aligned}$$

Setelah nilai PCI diketahui maka kondisi jalan bisa dilihat di tabel

Maka dari perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa STA 28+000 – 28+003 kiri diperoleh nilai PCI sebesar 94 dengan kondisi jalan Sempurna (*Excellent*).

Dari data diatas dapat dihitung nilai PCI keseluruhan untuk ruas jalan Kowang - Banyu Urip Desa Cancung Kec.Bubulan Kab.Bojonegoro dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{PCI} &= \frac{\sum \text{PCI(s)}}{N} \\ &= \frac{8812}{93} \\ &= 94,75 \% \end{aligned}$$

Dari serangkaian perhitungan diatas maka dapat di tarik kesimpulan bahwa di ruas jalan Kowang -Banyu Urip Desa Cancung Kec.Bubulan Kab.Bojonegoro memiliki nilai PCI sebesar 94,75 % dengan kondisi jalan Sempurna (*Excellent*).

### 3. UPAYA PERBAIKAN

Untuk menangani kerusakan yang terjadi dilakukan dengan perbaikan menurut jenis-jenis kerusakan yang ada dan solusi dari kerusakan tersebut dengan menggunakan metode bina marga yaitu :

#### 1. Retak Sudut

Kerusakan retak sudut yang terjadi sebesar 3,035 m<sup>2</sup>. Retak sudut ini hanya terjadi di STA tertentu ruas jalan. Kerusakan ini dirasa tidak terlalu mengganggu kelancaran lalu lintas. Untuk kerusakan jenis ini juga sama solusinya seperti retak memanjang dan retak melintang yaitu:

- Untuk celah yang kecil (kurang dari 5 mm), maka dilakukan pengisian celah dengan pengisi/ aspal. Hal ini untuk mencegah terjadinya infiltrasi air ke dalam perkerasan.

- Untuk celah yang lebih lebar (lebih dari 5 mm), maka dilakukan pembangunan kembali pelat secara lokal.

- Penambalan pada pelat beton yang retak.

#### 2. Retak Melintang

Kerusakan retak melintang yang terjadi sebesar 0,42732 m<sup>2</sup>. Retak melintang ini hampir terjadi di setiap STA ruas jalan. Untuk jenis kerusakan ini umumnya solusinya sama dengan retak memanjang yaitu :

- Untuk celah yang kecil (kurang dari 5 mm), maka dilakukan pengisian celah dengan pengisi/ aspal. Hal ini untuk mencegah terjadinya infiltrasi air ke dalam perkerasan.

- Untuk celah yang lebih lebar (lebih dari 5 mm), maka dilakukan pembangunan kembali pelat secara lokal.

#### 3. Pengausan Agregat

Kerusakan pengausan agregat yang terjadi sebesar 16,8825 m<sup>2</sup>. Pengausan agregat ini terjadi di beberapa STA ruas jalan. Untuk jenis kerusakan ini solusinya adalah :

- Permukaan perkerasan ditutup dengan material yang tahan aus.

- Dibuat alur-alur kecil untuk mengkasarkan permukaan.

#### 4. Tambalan 56,67 m<sup>2</sup>

Untuk jenis kerusakan tambalan solusinya adalah :

- Hanya dengan cara membongkar dengan overlay atau penggantian plat.

#### 5. Berlubang

Kerusakan lubang yang terjadi sebesar 56,67 m<sup>2</sup>. Lubang ini terjadi di beberapa STA ruas jalan. Untuk jenis kerusakan berlubang solusinya adalah :

- Penambalan pelat beton yang rusak atau lubang di permukaan.

- Penambalan diseluruh kedalaman pelat beton untuk perbaikan permanen.

#### 6. Remek

Kerusakan remek yang terjadi sebesar 0,2064 m<sup>2</sup>. Remek ini terjadi di beberapa STA ruas jalan. Untuk jenis kerusakan remek solusinya adalah dengan pembongkaran material kemudian diganti dengan yang baru.

#### 7. Retak Rambut

Kerusakan retak rambut yang terjadi sebesar 0,01802 m<sup>2</sup>. Untuk jenis kerusakan

retak rambut tidak perlu di perbaiki karena tidak mengganggu lalu lintas dan kerusakan tidak terlalu parah, dan apabila ingin diperbaiki cukup dengan pelapisan ulang permukaan jalan dengan mortar.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan secara visual serta perhitungan yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Setelah dilaksanakan pengamatan di ruas jalan Kowang-Banyu Urip Desa Cancung Kec.Bubulan Kab.Bojonegoro terdapat 7 jenis kerusakan yaitu : retak sudut (3,035 m<sup>2</sup>), retak melintang (0,42732 m<sup>2</sup>), pengausan agregat (16,8825 m<sup>2</sup>), tambalan (56,67 m<sup>2</sup>), berlubang (0,8528 m<sup>2</sup>), remek (0,2064 m<sup>2</sup>), dan retak rambut (0,01802 m<sup>2</sup>).
2. Jika dihitung secara keseluruhan untuk masing-masing segmen hasilnya menunjukkan bahwa tingkat kerusakan di ruas jalan Kowang-Banyu Urip Desa Cancung Kec.Bubulan Kab.Bojonegoro sebagian cukup parah karena kondisi jalan untuk tiap segmennya dalam keadaan sempurna dan sebagian tiap segmennya masih dalam keadaan sempurna. Dan untuk nilai PCI keseluruhannya adalah 94,75 % dengan rating Sempurna (*Excellent*).
3. Solusi atau upaya perbaikan yang harus dilakukan : untuk jenis kerusakan yang meliputi retak sudut, retak melintang, dan retak rambut yaitu dengan menutup retakan yang terjadi. Untuk kerusakan keausan dengan menutup material yang tahan aus. Untuk kerusakan remek dan tambalan dengan membuang material yang sudah ada sebelumnya kemudian diganti dengan material yang baru. Dan untuk kerusakan lubang dengan melakukan penambalan pada lubang yang terjadi.

### SARAN

1. Kondisi di ruas jalan Kowang-Banyu Urip Desa Cancung Kec.Bubulan Kab.Bojonegoro sudah dalam keadaan rusak yang cukup parah untuk beberapa segmen, maka perlu adanya pemeliharaan rutin pada ruas jalan dan juga bangunan pelengkap. Kegiatan pemeliharaan rutin jalan yang dilakukan meliputi :

pemeliharaan atau pembersihan bahu jalan, pemeliharaan sistem drainase, pemeliharaan atau pembersihan ruang manfaat jalan (rumaja), pemeliharaan berupa pemotongan tumbuhan atau tanaman liar didalam ruang milik jalan (rumija), pemeliharaan rutin di tiap jenis kerusakan, pemeliharaan bangunan pelengkap jalan dan lain-lain.

2. Pada penelitian selanjutnya, tidak hanya survei visual terhadap kondisi jalan saja yang dibutuhkan melainkan juga seperti data lalu lintas, data tanah, data mix desain perkerasan eksisting serta pengujian di laboratorium untuk mengetahui penyebab kerusakan yang lebih akurat.
3. Perlu dilakukan survei kondisi jalan secara periodik untuk memprediksi umur jalan di masa mendatang.

### DAFTAR PUSTAKA

- Tenriajeng, Andi Tenrisukki. 1999. *Rekayasa Jalan Raya-2*. Universitas Gunadharma.Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C., 2015, *Analisis dan Perancangan Fondasi 2, Cetakan Pertama*, Gadjah Mada Press, Yogyakarta
- Dinas Pekerjaan Umum, 1991. *Tata Cara Pemeliharaan Perkerasan kaku (Rigid Pavement) No.10/T/BNKT/1991* Direktorat Jenderal Bina Marga. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1992. *Tata Cara Pemeliharaan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)*. Jakarta.
- Shahin, M.Y., Walther, J.A.1994. *Pavement Maintenance Management for Roads and Streets Using the Paver System. US Army Corps of Engineer*. New York.
- Sukirman, Silvia . 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Badan penerbit Nova. Bandung.
- ASTM D6433. 2007. *Standard Praticce for Roads and Parking Lost Pavement Condition Indexs Surveys*, ASTM International, West Conshohocken.
- Republik Indonesia. 2011. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.13/PRT/M/2011 Tentang Tata Cara Pemeliharaan dan Penilikan Jalan*. Kementerian Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Universitas Lampung. 2012. *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah Universitas Lampung*. Unila Offset. Bandar Lampung.