

LAPORAN PENELITIAN

***EVALUASI KERUSAKAN KONSTRUKSI JALAN
PADA PERKERASAN KAKU
DI JALAN KH. NOER ALI KALIMALANG BEKASI***



TIM PELAKSANA :

1. Hendry Sampurna. M.M.Tr,S.ST NIDN 0306058902 (Ketua / Dosen)
2. Ahmad Rosidi NPM 17173115008 (Mahasiswa)

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI BUDI UTOMO
JAKARTA
TAHUN 2021**



YAYASAN BUDI UTOMO
INSTITUT TEKNOLOGI BUDI UTOMO
(ITBU)

Jalan Raya Mawar Merah No. 23, Pondok Kopi, Jakarta Timur
Telp.8611849 – 8511850 Fax. 8613627

Bank : CIMB Niaga

LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN PENELITIAN

- A. Judul Kegiatan : *EVALUASI KERUSAKAN KONSTRUKSI JALAN*
PADA PERKERASAN KAKU DI JALAN
KH. NOER ALI KALIMALANG BEKASI
1. Program : Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
2. Ketua Pelaksana :
Nama : Hendry Sampurna. M.M.Tr,S.ST
NIDN : 0306058902
Program Studi : Teknik Sipil
3. Anggota :
1) Nama : Ahmad Rosidi
NPM : 17173115008
Program Studi : Teknik Sipil
Lokasi : Jakarta
4. Lama Pelaksanaan : 6 (bulan)
5. Tanggal/Tahun : September 2020 s/d Februari 2021
6. Biaya : Rp 3.500.000,-

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknologi Industri



(Dr. Survadi, S.T., M.T)

NIDN : 0302046907

Jakarta, Februari 2021
Menyetujui,
Kepala LPPM,



(Sigit Wibisono, S.T., M.T.)

NIDN : 0314116301



YAYASAN BUDI UTOMO
INSTITUT TEKNOLOGI BUDI UTOMO
(ITBU)

Jalan Raya Mawar Merah No. 23, Pondok Kopi, Jakarta Timur
Telp.8611849 – 8511850 Fax. 8613627

Bank : CIMB Niaga

Kepada
Yth. **Kepala LPPM ITBU**
Di Jakarta

Dengan hormat,

Dalam rangka memenuhi kewajiban Tri Dharma Perguruan Tinggi, maka bersama ini kami mengajukan proposal penelitian untuk Semester Ganjil TA. 2020-2021:

- a. Judul : *EVALUASI KERUSAKAN KONSTRUKSI JALAN PADA PERKERASAN KAKU DI JALAN KH. NOER ALI KALIMALANG BEKASI*
- b. Tim Peneliti:
1. Ketua
Nama : Hendry Sampurna. M.M.Tr,S.ST
NIM : 0306058902
Prodi : Teknik Sipil
 2. Anggota
Nama : Ahmad Rosidi
NPM : 17173115008
Prodi : Teknik Sipil
- c. Lokasi : Jakarta
- d. Lama Pelaksanaan : 6 (bulan)
- e. Tanggal/Tahun : September 2020 s/d Februari 2021
Biaya : Rp 3.500.000,-


Demikian surat ini kami sampaikan, atas perhatian dan bantuannya, kami ucapkan terima kasih.

Jakarta, September 2020
Yang mengajukan,

Menyetujui,
Kaprodik Teknik Sipil



(Udien Yulianto, S.T, M.Tech)
NIDN: 0310077002



(Hendry Sampurna. M.M.Tr,S.ST)
NIDN: 0306058902

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Alloh SWT, yang telah melimpahkan rahmat & karuniaNya sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan penelitian ini Bersama dengan mahasiswa Teknik sipil Institut Teknologi Budi Utomo.

Dalam pengerjaan laporan penelitian ini tidak terlepas dari kekurangan. Oleh karena itu sangat diharapkan sekali kritik & saran yang sifatnya membangun untuk menciptakan laporan ini lebih baik lagi, semoga laporan ini dapat bermanfaat.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Jakarta, Februari 2021

Peneliti

DAFTAR ISI

| | |
|------------------------------------|-----|
| Lembar Pengesahan | i |
| Surat Pengajuan Penelitian | ii |
| Kata Pengantar | iii |
| Daftar Isi | iv |
| Daftar Gambar | v |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 2 |
| BAB III METODE PENELITIAN | 6 |
| BAB IV HASIL PEMBAHASAN..... | 8 |
| BAB V PENUTUP | 10 |
| DAFTAR PUSTAKA | 11 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|---|
| Gambar 4.1 Foto Perbaikan Partial Depth Repair..... | 9 |
|---|---|

BAB I

PENDAHULUAN

Di dalam pelaksanaan proyek di jalan H. Noer Ali Kalimalang, ada beberapa faktor yang diduga berpengaruh terhadap tidak tercapainya umur rencana jalan, seperti: perubahan iklim, kendaraan, lingkungan, sumber daya manusia, pelaksanaan pekerjaan, peralatan, kondisi tanah, material dan keuangan. Oleh karena itu pihak-pihak terkait seperti *Owner*, Kontraktor dan Konsultan Pengawas harus dapat mengidentifikasi faktor-faktor yang berdampak pada tidak tercapainya umur rencana jalan dan bagaimana menangani faktor-faktor yang ada, sehingga kualitas konstruksi jalan dapat bertahan selama umur/masa pelayanan jalan serta pembangunan dapat berkelanjutan sesuai dengan program pembangunan nasional.

Pembuatan jalan ada tiga perkerasan yaitu dengan perkerasan kaku atau beton, perkerasan lentur atau aspal, dan perkerasan komposit yaitu dengan mengkombinasikan perkerasan kaku dan perkerasan lentur.

Untuk dapat menentukan derajat kerusakan dan jenis perbaikan yang harus dilakukan terhadap suatu ruas jalan yang ditinjau, maka diperlukan suatu metode yang memberikan pedoman dalam melakukan survei/inspeksi kerusakan, analisis terhadap kerusakan, mengklasifikasikan kondisi perkerasan dan memberikan solusi penanganan kerusakan jalan. Beberapa metode yang memberikan pedoman seperti demikian adalah *ASTM D6433-07 (American Society of Testing and Material D6433-07)*, metode *PCI (Pavement Condition Index)*, dan pedoman yang dikeluarkan oleh *British Columbia Ministry of Transportation* dengan metode *PDI (Pavement Distress Index)*. *PCI* adalah system penilaian kondisi perkerasan jalan berdasarkan jenis, tingkat dan kadar kerusakan yang terjadi, dan dapat digunakan sebagai acuan dalam usaha pemeliharaan perkerasan jalan. *PCI* merupakan indeks numerik yang bernilai antara 0 untuk kondisi perkerasan sangat rusak (*failed*) sampai 100 untuk kondisi baik (*good*).

Berdasarkan penelitian dan fenomena di atas, perlu dilakukan penelitian tentang Evaluasi Kerusakan Konstruksi Jalan Pada Perkerasan Kaku.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Jalan merupakan sarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel (Peraturan Pemerintah No 34 Tahun 2006)⁽⁵⁾.

Jalan sebagai prasarana pembangunan dan penghubung dalam pengembangan wilayah memiliki peranan sangat penting. Oleh karena itu, lalu lintas di atas jalan tersebut harus terselenggara secara lancar dan aman sehingga pengangkutan dapat berjalan cepat, efisien dan ekonomis.

Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah campuran antara agregat dan bahan ikat yang digunakan untuk melayani beban lalu lintas. Agregat yang dipakai antara lain adalah batu pecah, batu belah, batu kali dan hasil samping peleburan baja. Sedangkan bahan ikat yang dipakai antara lain adalah aspal, semen dan tanah liat.

Menurut Hardiyatmo (2015:39)⁽⁶⁾ Perkerasan/*Pavement* Tanah asli di alam jarang sekali dalam kondisi mampu mendukung beban berulang lalu lintas kendaraan tanpa mengalami deformasi yang besar. Karena itu dibutuhkan suatu struktur yang dapat melindungi tanah dari beban roda. Lebih lanjut Hardiyatmo (2015: 40) mengutarakan tipe-tipe perkerasan yang banyak digunakan antara lain sebagai berikut:

1. Perkerasan lentur (*flexible pavement*)

Terdiri lapis permukaan aspal yang berada diatas lapis pondasi dan lapis pondasi bawah *granuler* yang dihamparkan diatas tanah dasar. Secara umum perkerasan lentur terdiri dari 3 lapisan utama, yaitu:

- a. Lapis Permukaan (*surface course*)
- b. Lapis Pondasi (*base course*)
- c. lapis Pondasi bawah (*subbase course*)

2. Perkerasan kaku (*rigid pavement*)

Terdiri dari tanah dasar, lapis pondasi bawah dan pelat beton semen portland dengan atau tanpa tulangan.

3. Perkerasan komposit (*composite pavement*)

Terdiri dari perkerasan gabungan antara perkerasan beton semen portland dan perkerasan aspal. Perkerasan terdiri dari lapis beton aspal (*asphalt concrete, AC*) yang berada diatas perkerasan beton semen portland atau lapis pondasi yang dirawat.

4. Jalan tak diperkeras (*unpaved road*)

Merupakan jalan dengan perkerasan sederhana, dimana permukaan jalan hanya berupa lapisan granuler (kerikil) yang dihamparkan diatas tanah dasar. Kadang kala berupa jalan tanah dasar (asli atau dimodifikasi) yang dipadatkan.

Sesuai dengan pembatasan masalah, maka untuk pembahasan selanjutnya hanya akan dibahas tentang konstruksi perkerasan kaku saja.

Konstruksi Perkerasan Kaku

Konstruksi perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) menurut Abdul (2019)⁽⁷⁾, adalah perkerasan yang menggunakan semen (*portland cement*) sebagai bahan pengikat. Perkerasan ini terdiri dari pelat beton dengan atau tanpa besi tulangan yang dicor di atas tanah dasar yang telah dipadatkan, baik dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton tersebut. Perkerasan kaku atau perkerasan beton semen portland, umumnya terdiri hanya dua lapis yaitu:

1. Lapis pondasi bawah

Lapis pondasi bawah berfungsi untuk:

- a. Mengendalikan pengaruh pemompaan (*pumping*).
- b. Mengendalikan aksi pembekuan.
- c. Sebagai lapisan drainase.
- d. Mengendalikan kembang - susut tanah dasar.
- e. Memudahkan pelaksanaan, karena dapat juga berfungsi sebagai lantai kerja.
- f. Mengurangi terjadinya retak pada pelat beton.

Untuk mencegah pemompaan, lapisan pondasi bawah harus lolos air. Dalam tinjauan untuk drainase, lapis pondasi bawah harus sedikit mengandung atau tidak mengandung butiran halus. Bila drainase tidak menjadi masalah, dalam tinjauan kekuatan sruktur lapisan pondasi bawah diperbolehkan tidak terdiri dari material lolos air, tapi harus bergradasi baik dan harus dapat menahan deformasi akibat beban lalu lintas.

2. Pelat beton

Pelat beton dapat diletakkan diatas material komposit dengan menggunakan agregat yang berbeda pada lapisan atas dan bawahnya. Lapisan-lapisan atas dan bawah suatu lapisan penutup (*capping layer*) kadang-kadang digunakan tapi sangat jarang.

Bergantung pada kondisinya, perkerasan beton dapat berupa pelat (*slab*) tanpa tulangan, diberi sedikit tulangan secara kontiniu, prategang atau beton fiber. Pelat beton biasanya diletakkan diatas material granuler yang dipadatkan atau pondasi bawah yang dirawat (*treated subbase*) yang dibawahnya didukung oleh tanah dasar (*subgrade*) yang dipadatkan. Lapis pondasi bawah memberikan dukungan untuk kesetabilan, dan kadang-kadang juga memberikan fasilitas drainase bawah permukaan.

Perkerasan beton tanpa tulangan mempunyai banyak sambungan melintang (umumnya terpisah satu sama lain dengan jarak sekitar 5 meter). Untuk mencegah retakan akibat perubahan perkerasan beton yang dibuat bertulang, memiliki sambungan lebih jarang yaitu antara 15-35 meter. Fungsi tulangan antara lain untuk mencegah retakan.

Perkerasan beton bertulang lebih banyak sambungan-sambungan hanya dibutuhkan untuk keperluan pelaksana. Jarak tulangan dibuat lebih rapat, karena berfungsi untuk mendistribusikan retakan agar seragam disepanjang perkerasan, selain juga untuk mencegah timbulnya retakan yang terlalu lebar. Pertimbangan utama dalam perencanaan perkerasan kaku adalah kekuatan sruktur betonnya.

Faktor-faktor Penyebab Kerusakan Konstruksi Perkerasan Jalan

Widiansyah (2017)⁽⁸⁾ mengemukakan kerusakan-kerusakan konstruksi perkerasan jalan dapat disebabkan oleh berbagai macam penyebab, antara lain sebagai berikut.

1. Faktor penyebab kerusakan perkerasan secara umum, yaitu:
 - a. Lalu lintas, dapat berupa peningkatan dan repetasi beban.
 - b. Air, yang dapat berupa air hujan, sistem drainase yang tidak baik, naiknya air akibat kapilaritas.
 - c. Material konstruksi perkerasan, dalam hal ini disebabkan oleh sifat material itu sendiri atau dapat pula disebabkan oleh sistem pengelolaan bahan yang tidak baik.
 - d. Iklim, Indonesia beriklim tropis dimana suhu udara dan curah hujan umumnya tinggi, yang merupakan salah satu penyebab kerusakan jalan.
 - e. Kondisi tanah dasar yang tidak stabil, kemungkinan disebabkan oleh sistem pelaksanaan yang kurang baik, atau dapat juga disebabkan oleh sifat tanah yang memang jelek.
 - f. Proses pemadatan lapisan diatas tanah yang kurang baik
2. Faktor penyebab kerusakan perkerasan kaku menurut Bethary dkk (2015)⁽⁹⁾, yaitu:
 - a. Perubahan susunan bentuk (deformasi), terdiri dari pemompaan, *blow-up*, penurunan, *punch out*, dan *rocking*.
 - b. Retak (*cracks*), terdiri dari retak memanjang, retak melintang, retak diagonal, retak berkelok, retak sudut.
 - c. Desintegrasi (*disintegration*), terdiri dari gompal, lubang, dan tambalan.

Metode Pavement Condition Index (PCI)

Pavement Condition Index (PCI) adalah perkiraan kondisi jalan dengan sistem rating untuk menyatakan kondisi perkerasan yang sesungguhnya dengan data yang dapat dipercaya dan obyektif. Metode PCI dikembangkan di Amerika oleh *U.S Army Corp of Engineers* untuk perkerasan bandara, jalan raya dan area parkir, karena dengan metode ini diperoleh data dan perkiraan kondisi yang akurat sesuai dengan kondisi di lapangan. Tingkat PCI dituliskan dalam tingkat 0 - 100.

BAB III

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah evaluasi. Evaluasi yaitu proses menentukan nilai untuk suatu hal atau objek berdasarkan acuan tertentu untuk mencapai tujuan tertentu. Sedangkan untuk variable penelitian ini adalah Analisa kerusakan jalan dan metode preventif perbaikan jalan berdasarkan peraturan dari Dirjen Bina Marga SE/07/DB/2017.

Pola Pikir/Kerangka Pemikiran

Untuk melakukan kajian atau analisis suatu kegiatan diperlukan pola pikir/kerangka pemikiran dalam bentuk skema penelitian yang berfungsi sebagai gambaran proses penelitian, skema ini membantu menggambarkan tujuan dan arah penulisan yang akan digunakan oleh peneliti sehingga penelitian ini lebih efektif, sistematis dan efisien.

Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini menggunakan cara pengumpulan data sebagai berikut, yaitu:

1. Pengamatan Survey Lapangan
2. Metode Studi Literature
3. Metode Dokumentasi

Metode Analisis Data

Agar sampai pada kesimpulan yang benar dari suatu penelitian, maka terlebih dahulu perlu diadakan pengolahan atau analisa data yang telah diperoleh.

A. Menghitung nilai PCI

untuk tiap-tiap sampel unit dari ruas-ruas jalan, dengan cara penentuan nilai PCI, sebagai berikut.

1. Mencari Presentase Kerusakan (*Density*)
2. Menentukan *Deduct Value*
3. Menjumlah Nilai *Total Deduct Value (TDV)*

4. Mencari Nilai q
5. Menentukan Nilai PCI

B. Menghitung dengan Metode Bina Marga

Prosedur analisa data Metode Bina Marga terdiri dari :

1. Tetapkan jenis jalan dan kelas jalan
2. Hitung LHR untuk jalan yang di survey dan tetapkan nilai kelas jalan dengan menggunakan table sebagai berikut:
 1. Mentabelkan hasil survey dan mengelompokkan data sesuai dengan jenis kerusakan.
 2. Menghitung parameter untuk setiap jenis kerusakan dan melakukan penilaian terhadap setiap jenis kerusakan berdasarkan table sebagai berikut:
 3. Menjumlah setiap angka untuk semua jenis kerusakan dan menetapkan nilai kondisi jalan berdasarkan tabel berikut ini:
 4. Menghitung nilai prioritas kondisi jalan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Nilai Prioritas} = 17 - (\text{Kelas LHR} + \text{Nilai Kondisi Jalan})$$

Kelas LHR = Kelas-kelas lalu lintas untuk pekerjaan pemeliharaan

Nilai kondisi Jalan = Nilai yang diberikan terhadap kondisi jalan.

1. Urutan prioritas 0 – 3, menandakan bahwa jalan harus dimasukkan dalam program peningkatan.
2. Urutan prioritas 4 – 6, menandakan bahwa jalan perlu dimasukkan dalam program pemeliharaan berkala.
3. Urutan prioritas > 7, menandakan bahwa jalan tersebut cukup dimasukkan dalam program pemeliharaan rutin. 7

Metode Pembahasan Hasil Analisis

Setelah diketahui nilai kondisi perkerasan berdasarkan hasil dari perhitungan nilai PCI dan Bina Marga, maka selanjutnya dapat dilanjutkan dengan menentukan jenis perbaikan, pemeliharaan atau perawatan terhadap perkerasan jalan tersebut. Dalam menentukan jenis perbaikan dan pemeliharaannya nilai kondisi perkerasan ini disesuaikan dengan standar bina marga sehingga didapatkan nilai kondisi jalan.

BAB IV

HASIL PEMBAHASAN

Dari hasil Analisis berdasarkan data yang diperoleh dari survey lapangan menunjukkan bahwa nilai kondisi jalan atau *rattting* yang diberikan oleh *Pavement Condition Index (PCI)* sebesar 57 untuk rata-rata secara keseluruhan berdasarkan *rattting* nilai *PCI* antara 50 s/d 70 dalam kondisi *Good* dan nilai yang diberikan oleh Bina Marga sebesar 5,9 berdasarkan nilai prioritas Bina Marga antara 4 s/d 6 maka dilakukan *Pemeliharaan Berkala*. Kegiatan pemeliharaan yang diperlukan hanya pada interval beberapa tahun karena kondisi jalan sudah mulai menurun.

Solusi Perbaikan atau Strategi Penanganan dilakukan dengan Tindakan perbaikan dan perawatan sesuai dengan jenis dan tingkatan kerusakan yang terjadi pada ruas jalan KH Noer Ali kalimalang Bekasi. Setiap jenis dan tingkat kerusakan yang berbeda-beda membutuhkan perbaikan dan perawatan yang berbeda-beda juga sesuai teknologi perspektif perbaikan jalan Kementrian PU dan Perumahan Dirjen Bina Marga. Berdasarkan SE Dirgen Bina Marga No.07/SE/DB/2017.

Kerusakan yang terjadi di Jalan KH. Noer Ali Kalimalang Bekasi antara lain:

1. Retak Memanjang dengan volume kerusakan 0.52 m² atau 1.31 %. Metode perbaikannya dengan metode Joint & Crack Sealing yaitu dengan cara kerja pertama pembersihan area retak dari debu dan pasir, kemudian kita sealent menggunakan bahan silicone seal. Usahakan bahan sealent menutup semua bagian permukaan yang retak memanjang.
2. Retak Melintang dengan Volume kerusakan 3,46 m² atau 8,65 %. Metode perbaikannya dengan metode Joint & Crack Sealing yaitu dengan cara kerja pertama pembersihan area retak dari debu dan pasir, kemudian kita sealent menggunakan bahan silicone seal. Usahakan bahan sealent menutup semua bagian permukaan yang retak melintang.
3. Gompal pada sambungan dengan volume 0,06 m² atau 0.14 %. Metode perbaikannya menggunakan metode Parsial Depth Repair. Yaitu perbaikan pada

perkerasan kaku dengan mengganti bagian plat yang mengalami kerusakan pada sepertiga bagian plat, yaitu dengan cara membongkar bagian plat beton yang mengalami kerusakan kemudian menggantinya dengan bahan cor yang baru dengan mutu beton K250.

4. Retak Sudut dengan volume kerusakan 0,12 m² atau 0,31 %. Metode perbaikannya menggunakan metode Full Depth Repair, yaitu dengan membongkar bagian segmen plat yang rusak kemudian mengganti semua segmen dengan pengecoran ulang dengan mutu beton K250.

Adapun komposisi beton Ready mix berdasarkan SNI 7394 : 2008 yaitu:

Tabel 4.2.7 Tabel SNI

Dengan Mutu Beton K250 komposisinya yaitu:

1. Semen : 384 Kg
2. Pasir : 692 Kg
3. Kerikil : 1039 Kg
4. Air : 215 Liter
5. W/C ratio : 0,56

Total Berat : 2330 Kg



Gambar 4.1. Foto Perbaikan Partial Depth Repair
Sumber : Penelitian Mandiri

BAB V

PENUTUP

Berdasarkan hasil Analisis data penelitian terhadap Kerusakan jalan diatas dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil Analisis berdasarkan data yang diperoleh dari survey lapangan menunjukkan bahwa nilai kondisi jalan atau *rating* yang diberikan oleh *Pavement Condition Index (PCI)* sebesar 57 untuk rata-rata secara keseluruhan berdasarkan *rating* nilai *PCI* antara 50 s/d 70 dalam kondisi *Good* dan nilai yang diberikan oleh Bina Marga sebesar 5,9 berdasarkan nilai prioritas Bina Marga antara 4 s/d 6 maka dilakukan *Pemeliharaan Berkala*.
2. Solusi Perbaikan atau Strategi Penanganan dilakukan dengan Tindakan perbaikan dan perawatan sesuai dengan jenis dan tingkatan kerusakan yang terjadi pada ruas jalan KH Noer Ali kalimalang Bekasi. Setiap jenis dan tingkat kerusakan yang berbeda-beda membutuhkan perbaikan dan perawatan yang berbeda-beda juga sesuai teknologi perspektif perbaikan jalan Kementrian PU dan Perumahan Dirjen Bina Marga. Berdasarkan SE Dirjen Bina Marga No.07/SE/DB/2017.

DAFTAR PUSTAKA

Abdul, Adrian. 2019. *Evaluasi Tingkat Kerusakan Perkerasan Jalan Pada Ruas Jalan Madura Kota Gorontalo*. RADIAL – juRnal perADaban saIns, rekayAsa dan teknoLogi Sekolah Tinggi Teknik (STITEK) Bina Taruna Gorontalo VOLUME 5 NO. 1

Balitbang (Badan Penelitian dan Pengembangan) Departemen Pekerjaan Umum (PU), 2005.c, *Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan, Divisi V: Perkerasan Berbutir dan Beton Semen, Pusat Litbang Prasarana Transportasi*: Bandung

Bethary, Rindu Twidi dkk. 2015. *Analisis Kerusakan Dan Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan Kaku Dengan Metode Bina Marga 2003*. JURNAL FONDASI, Volume 4 Nomor 2. Jurusan Teknik Sipil Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Hardiyatmo, Hary Christady. 2015. Hal 39. *Perancangan Perkerasan Jalan dan Penyelidikan Tanah Edisi Ke-3*. ISBN: 978-602-386-571-0. Yogyakarta: UGM-Press

Indonesia. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2006 Tentang Jalan*.

Manual Pemeliharaan Jalan Direktorat Jenderal Bina Marga (No. 03/MN/B/1983) tersedia:

https://pro.ideafit.com/node/4498934manual_pemeliharaan_jalan_bina_marga_no_03_m_n_b_1983 diakses pada November 2020

Sugiyono. 2017. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung : Alfabeta

Transportasi Pilihan | Bachnas, Pengamat Transportasi, Teknik Sipil UII Yogyakarta
Bachnas, Pengamat Transportasi, Teknik Sipil UII Yogyakarta, Bachnas. Available at: <http://bachnas.staff.uii.ac.id/2008/07/30/transportasi-pilihan/> diakses pada November 2020

Widiansyah, Dani. 2017. *Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kerusakan Dini Pada Jalan Tipe Lentur Berdasarkan Persepsi Stakeholder (Studi Kasus: Ruas Jalan Beraspal Kabupaten Malang Jawa Timur)*. Jurnal Skripsi. Surakarta: UMS