

ANALISIS PERKERASAN JALAN DENGAN METODE PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) SERTA PENANGANANNYA PADA RUAS JALAN WILLIAM ISKANDAR MEDAN TEMBUNG

Oleh:

Putra Jalani Marbun¹⁾,

Eviana Lina Simbolon²⁾

Semangat Debataraja³⁾

Universitas Darma Agung, Medan^{1,2)}

E-mail:

marbunputra5@gmail.com¹⁾

eviana8394@gmail.com²⁾

Semangattuadebataraja@gmail.com

History Jurnal Ilmiah Teknik Sipil:

Received : 25 April 2023

Revised : 14 Juni 2023

Accepted : 10 Agustus 2023

Published : 25 Agustus 2023

Publisher: LPPM Universitas Darma Agung

Licensed: This work is licensed under

<http://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0>



ABSTRACT

William Iskandar road is one of the roads with quite a lot of vehicle density in the Medan area, and again every year the number of vehicles is always increasing. The increase in the number of vehicles will of course also have an impact on the increase in traffic volume, with the increase in traffic volume, it will certainly affect the strength and design life of the pavement structure. Handling is important, considering the road that has been built, without proper maintenance and repair it will result in fatal damage, thus requiring pavement reconstruction. This study aims to determine the types of damage that occur on secondary arterial roads in the district of Medan Tembung. There are also types of damage that are known after the survey is carried out, namely alligator cracking, edge cracking, patching/utility cut patching, and potholes. With the most damage is patching/utility cut patching and also potholes. The level of damage to this secondary arterial road varies from the level of damage to low (low), medium (medium) and high level of damage (high), damage that occurs on average is in the moderate level (medium) but at STA 0+000-1+000 on the road. William Iskandar suffered quite a lot of high-level damage. Damage to the types of potholes and patches were found in all segments of the road. The types of damage that dominate the road are potholes and patches. Damage to holes and fillings is in half of the William Iskandar road segment, Medan City, starting from STA 0+000-1+000 with a PCI and SDI value per STA damage.

Keywords: Highway, PCI, Road Maintenance

ABSTRAK

Jalan Wiliam Iskandar merupakan salah satu jalur dengan kepadatan kendaraan lumayan banyak diwilayah Medan, serta lagi tiap tahun jumlah kendaraan ini senantiasa meningkat. Pertambahan jumlah kendaraan pasti pula hendak berakibat pada pertambahan volume kemudian lintas, dengan bertambahnya volume kemudian lintas pasti hendak pengaruhi kekuatan serta usia rencana dari struktur perkerasan. Penindakan merupakan berarti, mengingat jalur yang sudah dibentuk, apabila tanpa terdapatnya pemeliharaan serta revisi yang baik

hendak menyebabkan kehancuran yang parah, sehingga memerlukan rekonstruksi perkerasan. Riset ini bertujuan buat mengenali jenis- jenis kehancuran yang terjalin pada jalan- jalan arteri sekunder di kecamatan Medan Tembung. Terdapat juga tipe kehancuran yang dikenal sehabis dicoba survei merupakan alligator cracking, edge cracking, patching/ utility cut patching, serta pothole. Dengan kehancuran yang sangat banyak merupakan patching/ utility cut patching serta pula pothole. Tingkatan kehancuran pada jalur arteri sekunder ini bermacam- macam dari mulai tingkatan kehancuran rendah(low), lagi(medium) serta tingkatan kehancuran besar(high), kehancuran yang banyak terjalin rata- rata dalam tingkatan Lagi(medium) namun pada STA 0+000- 1+000 pada jalur William Iskandar hadapi lumayan banyak kehancuran tingkatan besar(high). Kehancuran tipe lubang serta tambalan di temukan di segala segmen pada jalur. Tipe kehancuran yang mendominasi pada ruas jalur tersebut merupakan Lubang(Pothole) serta Tambalan(Patching). Kehancuran Lubang serta Tambalan terdapat di separuh segmen Ruas jalur William Iskandar, Kota Medan mulai dari STA 0+000- 1+000 dengan nilai PCI serta SDI per STA kehancuran.

Kata kunci : Jalan Raya, PCI, Pemeliharaan Jalan.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Jalan raya merupakan salah satu prasarana yang hendak memesatkan perkembangan serta pertumbuhan sesuatu negeri. Di dalam undang- undang Republik Indonesia Nomor. 38 tahun 2004 tentang prasarana jalur, disebutkan kalau jalur memiliki peranan berarti dalam mewujudkan pertumbuhan kehidupan bangsa. Hingga jalur darat sangat diperlukan oleh warga di dalam melakukan kegiatan tiap hari. Bersamaan dengan jumlah penduduk dan kegiatan warga yang terus menjadi bertambah disuatu daerah ialah aspek utama pembangkit kebutuhan ekspedisi. Pada kesimpulannya aktivitas transportasi dari waktu ke waktu terus menjadi tumbuh, hingga butuh terdapatnya tingkatan efisiensi, keamanan, dan kenyamanan dalam ekspedisi. Jaringan jalur selaku salah satu urat nadi pembangunan ialah prioritas utama dalam pertumbuhan sesuatu daerah serta ialah prasarana untuk masyarakat dalam melaksanakan kegiatan tiap hari. Tata cara Pavement Condition Index(PCI) merupakan salah satu system evaluasi keadaan perkerasan jalur bersumber pada tipe, tingkatan serta luas kehancuran jalur yang terjalin dekameter bisa digunakan selaku acuan dalam usaha pemeliharaan. Nilai PCI mempunyai rentangan 0(nol) hingga dengan 100(seratus) dengan kriteria

sempurna(excellent), sangat baik(very good), serta kandas(failed),(shahin 1994). Tata cara ini nantinya membagikan hasil data tentang nilai keadaan jalur yang nantinya dijadikan acuan buat memastikan tipe pemeliharaan serta revisi apa yang pas buat dilaksanakan, apakah itu program pemeliharaan teratur; pemeliharaan berkala; ataupun kenaikan jalur. Di kota Medan dengan pembangunan disemua zona yang terus tumbuh hendak tingkatkan kebutuhan masyarakat hendak berartinya jalur yang baik guna menunjang seluruh kegiatan sehingga menyebabkan arus kemudian lintas di kota ini pula terus menjadi padat. Pada penelitian ini, ruas jalur yang diteliti merupakan Jalur William Iskandar, yang ialah jalur utama di kota Medan. Jalur ini tercantum dalam kelas jalur provinsi, sehingga ruas jalur ini kerap dilalui kendaraan penumpang baik individu ataupun universal serta pula kendaraan angkut benda. Kian seringnya keseriusan repitisi beban kendaraan, hingga beban yang diterima susunan perkerasan terus menjadi hari semkain meningkat sehingga menimbulkan kehancuran. Oleh sebab itu dibutuhkan jalur yang menunjang dengan pemeliharaan yang efisien, efesien, serta bertabiat kelanjutan supaya bisa beroperasi secara optimal.

Ditinjau dari latar belakang diatas dan menimbang dari beberapa keputusan baik dari penulis maupun pembimbing skripsi, maka

penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul *Analisis Perkerasan Jalan Dengan metode Pavement Condition Index (PCI) Serta Penanganannya Pada Ruas Jalan William Iskandar Medan Tembung.*

1.2. Rumusan Masalah

Sesuai dengan penjelasan latar belakang masalah di atas maka dapat ditarik beberapa rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimanakah kondisi kerusakan pada ruas jalan William Iskandar, Kota Medan berdasarkan Metode Pavement Condition Index (PCI) dan Metode *Surface Distress Index* (SDI) ?
2. Gimana upaya yang hendaknya dicoba buat pemeliharaan serta revisi perkerasan cocok dengan keadaan perkerasan yang terdapat pada ruas jalur William Iskandar, Kota Medan ?

1.3. Pembatasan Masalah

Supaya penelitian kali ini lebih terpusat dan memiliki tujuan yang tepat dan terarah, maka penelitian ini dibatasi pada permasalahan sebagai berikut :

1. Lokasi jalan yang dievaluasi adalah pada ruas jalan William Iskandar, Kota Medan sepanjang 1,00 km.
2. Lokasi penelitian dimulai dari Simpang Tiga UNIMED sampai dengan Jembatan Penyebrangan Tol Belmahera (Depan Kampus UINSU).
3. Pembagian segmen dibuat dengan jarak per 100 meter.
4. Penelitian dilakukan didua arah.
5. Dijalan Kota Medan sebatas mengevaluasi kerusakan lapisan permukaan perkerasan lentur saat mengevaluasi jenis kerusakan yang terjadi pada ruas jalan William Iskandar selama ini.
6. Data panjang, lebar, luas, dan kedalaman setiap jenis kerusakan yang terjadi dapat dikumpulkan melalui survei visual.
7. *Surface Distress Index* (SDI) dan *Pavement Condition Index* (PCI)

digunakan untuk menilai kondisi perkerasan secara visual.

1.4. Tujuan Penelitian

Berikut ini adalah tujuan dari temuan penelitian ini terkait dengan permasalahan kerusakan lapisan perkerasan jalan yang mempengaruhi tingkat pelayanan jalan:

- 1 Menggunakan *Pavement Condition Index* (PCI) dan *Surface Distress Index* (SDI) untuk mengetahui jenis dan tingkat kerusakan struktur perkerasan pada ruas jalan William Iskandar Kota Medan.
- 2 Berdasarkan keadaan jalan saat ini, menentukan upaya pemeliharaan dan perbaikan kerusakan perkerasan pada ruas Jalan William Iskandar Kota Medan.

1.5. Hasil Yang Diharapkan

Adapun harapan penulis dalam menyusun karya ilmiah ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan umpan balik kepada instansi penanganan jalan terkait, khususnya Dinas Provinsi Sumatera Utara dan Dinas Pekerjaan Umum, mengenai pentingnya memahami nilai kondisi perkerasan jalan untuk memastikan program penanganan atau perbaikan jalan tepat sasaran dan tidak menimbulkan kerugian. masalah penanganan jalan.
2. Memberikan gambaran tentang tingkat kelayakan kondisi perkerasan jalan, kerusakan jalan dan cara penanggulangannya.
3. Memberikan referensi bagi mahasiswa Teknik Sipil Universitas Darma Agung khususnya dalam melaksanakan kegiatan perkuliahan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Metode Pavement Condition Index* (PCI)

Pavement Condition Index ataupun PCI merupakan tingkatan dari keadaan permukaan perkerasan serta ukurannya yang ditinjau dari

guna energi guna yang mengacu pada keadaan serta kehancuran dipermukaan perkerasan yang terjalin(Hardiyatmo, 2007). Pada tata cara PCI tingkatan kehancuran dipecah jadi 3 ialah L(low severity tingkat), Meter(medium severity tingkat) serta H(high severity tingkat) dengan memakai indeks bernomor diantara 0 hingga 100. Angka 0 digunakan buat melaporkan keadaan perkerasan yang kandas(failed) serta angka 100 digunakan buat melaporkan keadaan perkerasan yang baik sekali. Perhitungan PCI didasarkan atas hasil survei keadaan jalur secara visual yang teridentifikasi dari jenis kehancuran, tingkatan kehancuran(severity) serta kuantitasnya.

2.2. Metode *Surface Distress Index* (SDI)

Bersumber pada pada Panduan Survei Keadaan Jalur No SDM 03/ RCS tahun 2011 kalau tata cara SDI merupakan pengecekan secara visual dengan informasi parameter ialah luas total retak, lebar rata- rata retak, jumlah lubang serta kedalaman sisa roda kendaraan. Pengecekan ini dibedakan bagi jenis perkerasan(jalur aspal serta jalur kerikil/ tanah) serta dipecah jadi per 100 m buat tiap ruasnya. Hasil pengecekan terhadap parameter- parameter tersebut setelah itu dihitung dengan memakai standard evaluasi yang sudah diresmikan oleh Bina Marga, yang menciptakan sesuatu nilai *Surface Distress Index*(SDI). Dalam penerapan tata cara SDI, ruas jalur hendak disurvei serta dipecah kedalam segmen- segmen. Informasi yang digunakan ialah bersumber pada hasil dari Survey Keadaan Jalur(SKJ) ataupun Road Condition Survey(RCS).

2.3. Penilaian Dan Jenis Perbaikan

Dikutip dari(Kementrian Pekerjaan Umum 2011), Penindakan keadaan permukaan dapat berbentuk pemeliharaan. Tujuan dari pemeliharaan merupakan buat mempertahankan keadaan jalur cocok dengan tingkatan pelayanan serta kemampuannya. Penindakan pemeliharaan jalur bisa ditangani secara berkala, berkala, ataupun pada masa

rekonstruksi. Selama tahun, pemeliharaan teratur dicoba secara berkala serta sedini mungkin. Bisa jadi saat sebelum kehancuran terus menjadi merambat luas. Terdapat sebagian tipe penindakan pemeliharaan teratur antara lain penambalan lubang, perataan, pengisian retak, penutupan retak, penebaran pasir, pengaspalan serta pembersihan bahu jalur. Pemeliharaan jalur secara berkala dicoba dengan melaksanakan pembaharuan terhadap bahan perkerasan. Tipe penindakan pemeliharaan berkala antara lain pelapisan ulang, revisi bahu jalur serta lain- lain. Baik pemeliharaan teratur ataupun berkala, tidak dimaksudkan buat tingkatkan keahlian struktur.

Tabel 2.1. Penentuan Penanganan Pemeliharaan Jalan

Kondisi Jalan	Persentase Batasan Kerusakan Jalan)	Program Penanganan
Baik (B)	< 6 %	Pemeliharaan Rutin
Sedang. (S)	6-11 %	Pemeliharaan Rutin/Berkala
Rusak Ringan (Rr)	11-15 %	Pemeliharaan Rehabilitasi
Rusak Berat (Rb)	>15 %	Rekonstruksi/ Peningkatan Struktur

Kehancuran pada struktur perkerasan jalur bisa terjalin cocok dengan keadaan kerusakannya ialah keadaan baik, lagi, rusak ringan serta rusak berat. Buat kriteria keadaan baik, lagi serta rusak ringan dianjurkan buat lekas diperbaiki dengan penindakan pemeliharaan teratur supaya kehancuran tidak tumbuh lebih lanjut ataupun terus menjadi parah, serta kriteria rusak berat bisa diperbaiki dengan penindakan pemeliharaan berkala ataupun rekonstruksi.

3. METODE PELAKSANAAN

3.1. Metodologi Penelitian

Tata cara yang digunakan dalam survey ini dengan metode Diskriptif Analitis bersumber pada Tata cara PCI(Pavement Condition Index) serta Tata cara Surface Distress Index(SDI). Diskriptif berarti survey memusatkan pada masalah- masalah yang terdapat pada dikala saat ini, kondisi kehancuran perkerasan jalur yang diteliti, sebaliknya Analitis berarti informasi yang dikumpulkan mula- mula dikumpulkan, disusun, setelah itu dianalisis dengan memakai prinsip- prinsip analisis Tata cara PCI(Pavement Condition Index) serta Tata cara Surface Distress Index(SDI).

3.2. Waktu Dan Tempat Penelitian

Kegiatan penelitian dimulai pada bulan Juli dan berlangsung hingga Agustus. Untuk memastikan bahwa data yang diperoleh pada saat penelitian sesuai dengan kondisi di lapangan, waktu dan metode pengumpulan data dalam penelitian ini perlu direncanakan dengan baik. Lokasi penelitian adalah Medan Tembung Kota Medan pada jalan William Iskandar yang berfungsi sebagai jalan utama yang menghubungkan akses jalan kota dengan jalan kota.



Gambar 3.1. Denah Lokasi Penelitian

3.3. Instrumen Penelitian

Berikut ini adalah peralatan yang digunakan untuk mengumpulkan data di lapangan:

1. Kertas yang digunakan untuk mendokumentasikan jenis kerusakan
2. Formulir penilaian yang digunakan

3. Meter, yang digunakan untuk mengukur lebar dan panjang kerusakan
4. Cat semprot untuk menandai nomor
5. Kamera, yang digunakan untuk merekam temuan penelitian, dan
6. Mengukur tingkat kerataan jalan dengan penggaris lurus.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Geometri Jalan

Data geometrik Jalan William Iskandar adalah sebagai berikut ini :

Status Jalan	: Jalan Provinsi
Jenis Perkerasan	: Aspal
Lebar Lajur (Utara)	: 4,75 Meter
Bahu Jalan (Utara)	: 1,2 Meter
Lebar lajur (selatan)	: 4,75 Meter
Bahu Jalan (Selatan)	: 1,2Meter

4.2. Hasil Survey Pengamatan Metode PCI

Setelah dilakukan perhitungan untuk tiap unit segmen yang disurvei, didapatkan hasil yang direkapitulasi data hasil penelitian yang dilakukan diruas jalan William Iskandar, Kota Medan. Berdasarkan hasil pengamatan menunjukkan bahwa kondisi jalan pada segmen 3, 5, dan 6 mengalami kerusakan **sangat buruk**, dengan segmen 6 mengalami kerusakan paling tinggi dengan nilai PCI sebesar 20. Pada segmen 7 dan 10 mengalami kerusakan dalam kondisi **buruk**, sedangkan pada segmen 1, 4 dan 8 mengalami kondisi **Sedang**, dan pada segmen 2 dan 9 dengan kondisi jalan **baik**.

Tabel 4.1. Persentase Kondisi Menggunakan Metode PCI

Kondisi Permukaan	Jumlah Segmen	Persentase (%)
Gaga (<i>Failed</i>)	0	0
Sangat Buruk (<i>Very Poor</i>)	3	30 %
Buruk (<i>Poor</i>)	2	20 %
Sedang (<i>Fair</i>)	3	30 %
Baik (<i>Good</i>)	2	20 %

Sangat Baik (<i>Very Good</i>)	0	0
Sempurna (<i>Excelent</i>)	0	0
Jumlah	10	100%

4.3. Hasil Survey Pengamatan Metode SDI

Setelah dilakukan perhitungan untuk tiap unit segmen yang disurvei, didapatkan hasil yang direkapitulasi data hasil penelitian yang dilakukan diruas jalan William Iskandar, Kota Medan menunjukkan bahwa kondisi jalan pada segmen 2, 3, 8 dan 10 setelah melalui perhitungan dengan metode SDI mengalami kondisi jalan **rusak berat** dengan segmen 3 mengalami kerusakan paling berat. Selanjutnya pada segmen 1,4,5,6,7 dan 9 setelah melalui perhitungan SDI didapatkan dengan kondisi **Sedang**.

Tabel 4.2. Persentase Kondisi Menggunakan Metode SDI

Kondisi Permukaan	Jumlah Segmen	Persentase (%)
Baik	0	0
Sedang	6	60%
Rusak Ringan	0	0
Rusak Berat	4	40%
Jumlah	10	100%

4.4. Rekomendasi Penanganan Kerusakan

Dari hasil persentase penilaian jalan menggunakan metode PCI dan SDI diatas diketahui persentase rata-rata kondisi jalan dalam kondisi sangat buruk atau rusak berat, sehingga dapat disimpulkan program pemeliharaan yang harus dilakukan pada ruas jalan William Iskandar, Kota Medan adalah pemeliharaan rekonstruksi/Peningkatan Struktur guna menunjang kinerja ruas jalan tersebut.

Tabel 4.3. Jenis Kerusakan Yang Ditemukan

JENIS KERUSAKAN	PENANGANAN
-----------------	------------

Retak Buaya (<i>Alligator cracking</i>)	Pengaspalan/Penambalan lubang
Retak Pinggir (<i>EdgeCracking</i>)	Pengaspalan/Penambalan lubang
Lubang (<i>Potholes</i>)	Pengaspalan/Penambalan lubang
Tambalan (<i>Patching</i>)	Pengaspalan/Penambalan lubang
Pelapukan dan Butiran Lepas	Pengaspalan/Penambalan lubang

Jenis kerusakan yang ditemukan pada ruas jalan tembung William Iskandar STA 0+000-1-000 Medan dapat dilihat pada tabel di atas. Pengerasan atau penambalan lubang merupakan contoh penanganan yang telah dilakukan. Perbedaan Skoring yang diberikan pada masing-masing kerusakan tergantung pada ukuran dan jenisnya, sehingga jumlah dan prioritas yang diberikan bervariasi. Genangan air, drainase yang buruk, dan lalu lintas truk yang berat semuanya berperan dalam kerusakan yang terjadi, dan cuaca merupakan faktor lain yang berkontribusi terhadap kerusakan serta kerusakan yang diakibatkan oleh struktur perkerasan tersebut. Oleh karena itu, untuk mengelola arus lalu lintas di ruas jalan William Iskandar secara efektif, program pemeliharaan berkala dan rutin sangat diperlukan.

5. SIMPULAN

5.1. Simpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil perhitungan dengan metode PCI didapatkan kondisi Rusak berat berada pada Segmen 3, 5, dan 6. Kemudian Pada metode SDI Didapatkan Kondisi Sangat Buruk berada pada Segmen 2, 3, 8 dan 10.
2. Pada perhitungan Metode SDI menunjukkan 20% dalam kondisi baik, 30% dalam kondisi sedang, sebesar 20% dalam kondisi Buruk dan sebesar 30% dalam kondisi Sangat Buruk.

Kemudian pada Metode SDI menunjukkan 60% dalam kondisi sedang dan sebesar 40% dalam kondisi rusak berat.

3. Retak buaya, retak tepi, tambalan/tambalan potong utilitas, dan tambalan berlubang merupakan jenis kerusakan yang terjadi pada jalan arteri sekunder di Kecamatan Medan Tembung. Lubang dan tambalan potong utilitas merupakan penyebab kerusakan yang paling besar.
4. Tingkat keparahan kerusakan jalan arteri sekunder ini berkisar dari rendah (rendah), sedang (sedang), dan tinggi (tinggi). Rata-rata, sebagian besar kerusakan berada pada tingkat sedang (sedang), tetapi William Iskandar mengalami kerusakan yang cukup signifikan pada tingkat tinggi (tinggi) dari sta 0 hingga 1000 di jalan.
5. Jalur yang harus diprioritaskan untuk mendapatkan penanganan terlebih dahulu yang berada pada jalan William Iskandar STA 0- 1000 adalah jalan yang mengalami kondisi sangat buruk dengan cara melakukan pengaspalan/penambalan lubang.

Saran

Saran-saran berikut dibuat oleh penulis berdasarkan temuan penelitian mereka untuk skripsi ini:

1. Pengujian CBR di lapangan pada titik-titik yang rusak berat dan pemeriksaan kadar aspal diperlukan untuk ruas jalan ini.
2. Perlunya tindakan segera untuk memperbaiki kerusakan-kerusakan yang sudah mulai terlihat dilapangan. agar perubahan-perubahan yang dilakukan bekerja lebih baik dan lebih efisien.
3. Air yang masuk ke saluran drainase di perkotaan, terutama yang bertopografi datar, harus segera dialirkan ke saluran drainase utama terdekat untuk mencegah genangan lebih luas atau tinggi yang dapat menghambat aktivitas jalan.
4. Untuk menghentikan kerusakan jalan agar

tidak semakin parah, diperlukan pemeriksaan secara berkala.

5. Meski ada hasil untuk metode PCI dan SDI, jalan masih dianggap dalam kondisi baik; Namun, perbaikan hanya dapat dilihat pada kondisi per unit sampel.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Bina Marga, 2005. Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur dengan Metode Lendutan Pd. T-05-2005-B, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, Jakarta.
- Debataraja, T.M.S; 2012; Uji Triaksial Tidak Terkonsolidasi Tidak Terdrainase dan Uji Tekan Bebas pada Tanah di Lokasi PDAM Tirtanadi Medan Marelan dan Prediksi Balik dengan Metode Elemen Hingga; Tesis Magister Teknik Sipil, Universitas Sumatera Utara
- Direktorat Jendral Bina Marga, 1997, Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C., 2015, Pemeliharaan Jalan Raya, Edisi ke 2, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Kementrian PU Dirjen Bina Marga. 2012. "Manual Desain Perkerasan Jalan". Semarang.
- Peraturan Kementerian Pekerjaan Umum. 2011. (Tata Cara Pemeliharaan Dan penilikan Jalan).
- Shirley L. H., 2007, *Perencanaan Teknik Jalan Raya*. Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bandung.
- Sukirman, Silvia, 1999, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova.