

Perencanaan Overlay Pada Perkerasan Fleksibel Pavement di Jalan Patimura Samarinda Seberang

Zony Yulfadli

Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda
email:zony_yulfadli1977@yahoo.com

ABSTRACT

Pavement performance is a function of the relative ability of the pavement to serve traffic in a given period. The purpose of this study to find the value of subgrade bearing capacity, the carrying capacity of the aggregate base course, the stability of the rest of the old asphalt layer, the trajectory of the average daily start and end.

Methodology of calculation of thick layers of flexible pavement highways using component analysis method SNI 03-1732-1989. The calculation and analysis of flexible pavement layer thickness for overlay work in 2010 with a thickness of 4.00 cm, while the five years to come, namely in 2015 carried out by construction ACWC with 5.00 cm thick.

Key-words : Component Analysis, Jalan Pattimura, Samarinda Seberang.

ABSTRACT

Kinerja perkerasan adalah merupakan fungsi dari kemampuan *relative* dari perkerasan untuk melayani lalu lintas dalam suatu periode tertentu. Tujuan penelitian ini untuk mencari nilai daya dukung tanah dasar, daya dukung lapis pondasi agregat, stabilitas sisa lapis aspal lama, lintasan harian rata-rata awal dan akhir.

Metodologi perhitungan tebal lapis perkerasan lenturjalan raya dengan menggunakan metode analisa komponen SNI 03-1732-1989. Hasil perhitungan dan analisa tebal lapis perkerasan lentur untuk pekerjaan *overlay* tahun 2010 dengan tebal 4,00 cm, sedangkan lima tahun yang akan datang yaitu pada tahun 2015 dilakukan dengan konstruksi *acwc* dengan tebal 5,00 cm.

Kata Kunci : Analisa Komponen, Jalan Patimura, Samarinda Seberang.

I. PENDAHULUAN

Penelitian ini ditentukan berdasarkan persyaratan kondisi fungsional menyangkut kerataan, kekesatan permukaan perkerasan dan persyaratan kondisi structural menyangkut kekuatan atau daya dukung perkerasan dalam melayani beban dan volume lalu lintas rencana.

Dengan beragam jenis kendaraan dengan angkutan

barangnya, akan memberikan variasi beban sedang sampai berat, jenis kendaraan penumpang akan memberikan pula sejumlah variasi beban ringan sampai sedang. Daya dukung perkerasan jalan akan menentukan kelas jalan yang bersangkutan, misalnya jalan kelas I akan menerima beban yang lebih besar, dari jalan kelas II, sehingga sudah barang tentu mutu bahan perkerasan jalan, akan disyaratkan berbeda sesuai dengan kualifikasi pembebananya.

Di Samarinda masih ada jalan yang belum dilapis dengan aspal atau beton, jalan tersebut masih berupa lapis penetrasi yang sudah lama tidak dilakukan peningkatan dimana jalan tersebut merupakan jalan penghubung dengan desa lainnya, seperti pada ruas jalan Patimura di Samarinda Seberang yang dalam penelitian tugas akhir ini, penulis meneliti pada ruas jalan tersebut, yang status jalannya merupakan jalan arteri yang penanganannya ada pada Pemerintah Provinsi Kalimantan Timur dalam hal ini Dinas Pekerjaan Umum Prov. Kaltim.

Maksud Penelitian

Maksud penelitian ini untuk mengetahui dan merencanakan tebal lapis tambah perkerasan dari perkerasan aspal yang lama agar diketahui tebal lapis yang paling optimal dan sesuai dengan yang disyaratkan.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini untuk mencari nilai daya dukung tanah dasar, daya dukung lapis pondasi agregat, stabilitas sisa dari lapis

aspal lama, lintasan harian rata-rata awal dan akhir, serta data pendukung lainnya.

Rumusan Masalah

Masalah yang akan dibahas dari penelitian ini adalah :

1. Berapakah nilai tebal lapis tambah (*overlay*) pada ruas jalan Patimura untuk kondisi saat ini ?
2. Berapakah nilai tebal lapis tambah (*overlay*) untuk lima (5) tahun yang akan datang ?

Batasan Masalah

Batasan masalah untuk penelitian ini adalah :

1. Perancangan tebal lapis perkerasan yang dilakukan dengan metode analisa komponen.
2. Nilai Daya Dukung Tanah (DDT) Dasar diambil dengan menggunakan metode *dynamic cone penetrometer (DCP)*
3. Nilai Daya Dukung Lapis Pondasi Agregat dengan menggunakan metode *california bearing ratio (CBR)*
4. Lintasan Harian Rata-rata (LHR) pada ruas jalan Patimura
5. Kondisi *existing* badan jalan pada ruas jalan Patimura
6. Kondisi *existing* saluran tepi jalan pada ruas jalan Patimura
7. Nilai stabilitas lapis perkerasan aspal dengan menggunakan metode *marshall test* dengan pengambilan sampel menggunakan alat *core drill*
8. Ketebalan setiap lapis struktur perkerasan yang ada dengan menggunakan alat *core drill* dan metode *marshall test*
9. Data curah hujan yang diambil dari daerah Kota Samarinda bersumber dari Badan Metreologi dan Geofisika Kota Samarinda
10. Data klas jalan dan lainnya diambil dari Dinas Pekerjaan Umum Prov. Kaltim.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Konstruksi Perkerasan Jalan

Jenis konstruksi perkerasan jalan dibedakan menjadi 3, yaitu :

1. Kontruksi Perkerasan Lentur (*Fleksible pavement*) yaitu, perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat.
2. Konstruksi Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*) yaitu, perkerasan yang menggunakan semen (*portland cement*) sebagai bahan pengikat.
3. Konstruksi Perkerasan Komposit (*Compositem Pavement*) yaitu, perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur, dapat berupa perkerasan lentur diatasperkerasan kaku atau perkerasan kaku diatas perkerasan lentur.

Lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan bawahnya. Konstruksi perkerasan terdiri dari lapisan permukaan (*surface course*), lapisan pondasi aus (*base course*), lapisan pondasi bawah (*subbase course*) dan lapisan tanah dasar (*subgrade*).

Struktur Perkerasan Jalan

Kekuatan struktur dapat di lihat dari besarnya lendutan yang terjadi akibat suatu beban atau dari tabel dan jenis lapis perkerasan serta kekuatan tanah dasar.

Evaluasi kekuatan struktur yang dilakukan adalah untuk memperkirakan umur

sisia perkerasan dan kebutuhan tebal pelapisan ulang perkerasan (*overlay*), evaluasi tersebut bertujuan mengetahui apakah struktur perkerasan tersebut baik dan mampu mendukung beban lalu lintas yang ada. Data-data lapangan yang dibutuhkan adalah stabilitas tanah dasar, beban lalu lintas, kualitas material, lingkungan sekitarnya dan kriteria perencanaan. Untuk mengevaluasi kekuatan struktur perkerasan, metode yang digunakan anatara lain dengan :

- Metode CBR Bina Marga untuk jalan Kabupaten (1986);
- Metode Analisa Komponen SKBI 1987;
- Metode Bina Marga O1/MN/B/1983;
- Metode AASHTO 1993 dengan menggunakan data lendutan dinamis berdasarkan hasil pengujian dengan Falling Weight Deflectometer (FWD).

Inspeksi Kinerja Perkerasan Lentur

Imspeksi lapangan yang dilakukan untuk evaluasi kinerja perkerasan adalah meliputi survai ketidakrataaan, survai kondisi visual perkerasan, survai kekesatan dan survai lendutan.

Korelasi Nilai Roughness dan Pengamatan Visual

Korelasi antara nilai roughness dengan kondisi visual perkerasan seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.1 dibawah ini (UMRS,2002)

Tabel 2.1 : Nilai IRI Berdasarkan Pengamatan Visual Jalan Tidak Beraspal

IRI (m/km)	Unsealed Road
1.5-2.5	Permukaan kerikil halus yang baru dibentuk atau permukaan tanah yang profil memanjang dan melintangnya sngat baik (biasanya hanya ditemukan pada ruas yang pendek)

3.5-4.5	Dapat dilalui kendaraan dengan nyaman sampai kecepatan 70-80 km/jm. Dapat dirasakan ayunan ringan atau goyangan. Depresi dapat dianggap tidak ada (yaitu <math><0.5\text{ cm}/5\text{ m}</math>) dan tidak ditemui lubang.
7.5-9.0	Dapat dilalui kendaraan dengan nyaman sampai kecepatan 70-80 km/jm. Tetapi dapat dirasakan ayunan tajam dan lambungan roda kendaraan. Seringkali ditemui depresi yang dangkal sedang atau lubang dangkal (yaitu <math>0.6\text{ (yaitu="" 0.7-1.5\text{="" 3\text{m}<="" <math>0.6-2="" cm}="" dengan="" frekuensi="" math>="" math>).<="" m}<="" td=""> </math>0.6\text{>

Jenis dan Macam Kerusakan Permukaan Perkerasan Jalan

- a. Kerusakan Struktural
Kerusakan struktural adalah kerusakan pada struktur jalan, sebagian atau seluruh yang menyebabkan perkerasan jalan tidak lagi mampu menahan beban yang berkerja diatasnya
- b. Kerusakan Fungsional
Kerusakan fungsional adalah kerusakan pada permukaan jalan yang dapat menyebabkan terganggunya fungsi jalan tersebut.

Persyaratan Struktur Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan raya harus cukup kuat terhadap 3 tinjauan kekuatan, yaitu : (1) Secara keseluruhan harus kuat terhadap beban lalu lintas yang melaluinya. (2) Permukaan jalan harus tahan terhadap keausan akibat ban kendaraan, air dan hujan (3) Permukaan jalan harus cukup tahan terhadap cuaca dan temperatur, dimana jalan itu berada.

Proses Perancangan (Design Perocess) Struktur Jalan

Proses desain struktur perkerasan haruslah memperhatikan aspek-aspek secara keseluruhan mulai dari kondisi

tanah dasar, lalu lintas, lingkungan, sumber daya alam yang berkaitan dengan material, sampai dengan pembiayaan dan proses pemeliharaan.

Metode Perancangan Perkerasan

Ada 2 metoda uatam, yaitu :

- a. Pendekatan metoda desain yang didasarkan pada beban kendaraan rencana, yang akan menyebabkan tingkat kerusakan, yang dibatasi pada tingkat kerusakan yang diijinkan.
- b. Pendekatan metoda desain yang didasarkan pada jumlah repetisi kendaraan standar, yang juga dibatasi sampai tingkat kerusakan yang diijinkan.

Perancangan Jalan Baru

Sasaran dari perancangan jalan baru dapat berupa :

- a. Pembukaan lahan potensi baru
- b. Pengembangan wilayah
- c. Pembukaan jaringan transportasi darat baru
- d. Pengmbngan tata ruang
- e. Membuka daerah yang terisolir

Perancangan Jalan Lama

Sasaran dari perancangan peningkatan jalan lama dapat berupa :

- a. Struktur perkerasan jalan lama sudah melampaui masa pelayanannya (umur rencana), yang memerlukan rekonstruksi baru.
- b. Struktur perkerasan jalan lama sudah melampaui masa pelayanannya (umur rencana), namun masih berada dalam kondisi yang hanya memerlukan rehabilitasi di beberapa tempat saja.
- c. Jalan lama dengan perubahan karakteristik lalu-lintas sehingga struktur perkerasan yang ada tidak mampu memikul beban lalu-lintas.
- d. Terjadinya kerusakan pada struktur perkerasan akibat kondisi alam, bencana alam atau penyebab lainnya.
- e. Kapasitas jalan sudah tidak dapat menampung arus lalu-lintas.
- f.

Tabel 2.1 : Batas-batas Minimum Tebal Lapisan Perkerasan

a. Lapis Permukaan

ITP	Tebal Minimum	Bahan
<3,00	5	Lapis Pelindung (Burda/Burtu)
3-6,70	5	Laspen/Aspal, Macadam, HRA, Lasbutag, laston
6,71-7,49	7,5	Laspen/Aspal, Macadam, HRA, Lasbutag Laston
7,5-9,99	7,5	Lasbutag, Laston
>10	10	Laston

Sumber : Dep.PU,1987, Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen, Penerbit Dep, PU, Jakarta.

b. Lapis Pondasi :

ITP	Tebal Minimum	Bahan
<3,00	15	Batu Pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur
3-7,49	20	Batu Pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur. Laston Atas
7,50-9,99	20	Batu Pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam Lason Atas
>22,5	15	Batu Pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macadam, Laston Atas
	25	

Sumber : Dep.PU,1987, Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen, Penerbit Dep, PU, Jakarta

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini direncanakan dari bulan desember 2009 ampai dengan April 2010 dengan lokasi penelitian di wilayah kota Samarinda ke arah Kecamatan Sanga-Sanga

yaitu pada ruas jalan Patimura Samarinda Seberang.

Rancangan Penelitian

Penelitian tugas akhir ini meliputi kegiatan, pengujian lapangan, pengujian laboratorium serta wawancara kepasda instansi

terkait guna mencari data skunder yang berhubungan dengan tugas akhir ini meliputi :

- a. Peta lokasi kegiatan
- b. Daya Dukung Tanah (DDT) Dasar
- c. CBR lapis pondasi agregat
- d. Lintasan harian rata-rata awal rencana
- e. Klas jalan
- f. Pertumbuhan lalu lintas
- g. Data curah hujan, dan sebagainya.

Penelitian dilakukan survey lapangan dan indentifikasi kondisi *existing* permukaan jalan dengan melakukan :

- a. Survey lalu lintas kendaraan kondisi saat ini
- b. Kondisi permukaan jalan saat sekarang
- c. Ketebalan struktur lapis perkerasan dengan melakukan uji ketebalan agregat (*test pit*), dan *Core Drill*
- d. Pengujian *marshall* guna mendapatkan nilai *stabilitas*, *flow* dan kabar aspal sisa (*extraction test*)

Pengumpulan Data

Populasi dalam penelitian ini adalah jumlah kendaraan yang melintasi ruas jalan Patimura kondisi saat ini dan melakukan pendataan permukaan jalan beraspal yang mengalami kerusakan serta pengambilan sampel bila dipergunakan dalam perhitungan tugas akhir.

Untuk data yang diasumsikan mendekati gambaran yang representatif, maka menurut homogenitas populasi, sampel 10% sudah dianggap layak (Zainuddin, 1995:93).

Metode Pengambilan Data

Data Primer adalah data-data yang di peroleh secara langsung yang meliputi :

1. Data lintasan harian rata-rata (LHR) kondisi saat
2. Jenis dan macam kerusakan permukaan jalan
3. Dokumentasi sebagai data pendukung dan penguat penelitian untuk tugas akhir

Data Skunder adalah data-data yang di peroleh dari sumber data yang tidak langsung, yaitu :

1. Lintasan harian rata-rata awal rencana
2. Daya dukung tanah dasar
3. Nilai CBR
4. Marshall test
5. Curah hujan
6. Data uji laboratorium

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Data Survei Lapangan

Penelitian tugas akhir ini dengan melakukan survei lapangan dengan data sebagai berikut :

- a. Survei badan jalan
- b. Survei stuan mobil penumpang
- c. *Dynamic Cone Penetrometer (DCP)*
- d. Data Perhitungan Analisa Komponen
- e. Hasil observasi kerusakan jalan

Tabel 4.3 Data Analisa Perhitungan Tebal Perkerasan

NO	DATA KEGIATAN	NILAI PERENCANAAN
1	Pertumbuhan Lalu Lintas (i)	5%
2	Umur Renana (UR)	5 Tahun
3	Kelandaian Jalan (tabel2.3)	<6%
4	Klasifikasi Jalan	Arteri
5	Persen kendaraan berat	>30%
6	Curah Hujan Rata-rata per tahun	2.163,2 mm/thn
7	CBR (grafik 4.1)	9,02%
8	Daya Dukung Tanah Dasar (DDT), (grafik 4.1)	5,8 Kg/Cm ²
9	Indeks permukaan pada akhir awal rencana (IPo), (tabel 2.7)	3,9-3,5
10	Faktor Regional (FR). (tabel 2.3)	2,0-2,5
11	Koefisien Distribusi Kendaraan (C), tabel (2.5)	0,5

Sumber : Data Perhitungan Analisa Komponen

Tabel 4.4 Data Observasi Kerusakan Permukaan Jalan

NO	STASIUN	POSISI	JENIS KERUSAKAN	KETERANGAN
1	02 + 735	Tengah	Retak dan Pecah Permukaan Aspal	Tambal sulam
2	02 + 800	Kiri	Retak Rambut	Tambal sulam
3	03 + 200	Kanan	Deformasi	Levelling
4	03 + 025	Tengah	Retak dan Beralur	Tambal sulam
5	03 + 300	Kiri	Retak Buaya	Tambal sulam
6	03 + 300	Kanan	Retak dan Berlubang	Tambal sulam
7	21 + 125	Kiri	Retak Buaya	Tambal sulam
8	21 + 275	Kiri	Retak dan Terjadi Penurunan	Levelling
9	21 + 325	Kiri	Deformasi	Levelling
10	21 + 500	Kanan	Berlubang	Tambal sulam
11	21 + 550	Kiri	Berlubang	Tambal sulam

Sumber : Hasil Survei dan Observasi Lapangan

Pengujian Stabilitas dan Durabilitas

Sampel yang diambil dari lapangan, dilakukan pengujian kekuatan lapis perkerasan Laston (stabilitas dan durabilitas). Pengujian marshall dengan menganalisa keawetan lapis laston (*durabilitas*) dari (6) sampel hasil uji.

Analisa Perhitungan Tebal Perkerasan

Kedaraan yang melintasi jalan Patimura ini terdiri dari 1 Jalur, 2 arah. Jalan dengan umur rencana (n)= 5 tahun, sedangkan pertumbuhan lalu lintas rata-rata (i) untuk semua jenis kendaraan adalah 5,0 %. Pada perhitungan tebal lapis perkerasan pada perkerasan jalan lama penulis akan memakai metode analisa komponen SNI 03-1732-1989, yaitu :

1. Lintas harian rata-rata (LHR) pada tahun 2010(awal umur rencana) dengan rumus : $(1+i)^n$. Dimana n adalah akhir tahun 2010 = 1 th.
2. Lintas harian rata-rata (LHR) pada tahun ke-5 (tahun 2015) / akhir umur rencana dicari dengan rumus : $(1+i)^n$. Dimana n adalah =5 tahun.
3. Mencari Angka Ekuivalen (E) untuk masing-masing kendaraan adalah sebagai berikut :
 - Mobil penumpang 2 ton
 $(1+1)=0,0002+0,0002=0,0004$
 - Bus 8 ton
 $(3+5)=0,0183+0,1410=0,1593$
 - Truck 2 as 13 ton
 $(5+8)=0,1410+0,9238=1,0385$
 - Truck 3 as 20 ton
 $(6+14)=0,2933+0,7452=1,0385$
 - Truck Trailler 30 ton (truck 3 as+(2x5))=1,0375+(2x0,1410)=1,3195
4. Menghitung Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP) Kondisi saat ini, dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$LEP = \sum_{j=1}^k LHR_j \times C_j (1 + a)^n$$

“Dimana j = jenis kendaraan”
5. Menghitung Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP), Awal umur rencana dihitung dengan rumus :

$$LEP = \sum_{j=1}^k LHR_j \times C_j (1 + a)^n$$

“Dimana j = jenis kendaraan”

6. Menghitung Lintas Ekuivalen Akhir (LEA), dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$LEA = LEP (1 + r)^n$$

Dimana : r = faktor pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana = 5,0%

7. Menghitung Lintas Ekuivalen Tengah Awal Tahun 2010 (LET), dihitung dengan rumus :

$$LET_{\text{awal2010}} = 0,5 \times (LEP_{\text{awal2010}} + EP_{\text{akhir2010}})$$

$$LET_{\text{awal2010}} = 0,5 \times (823,9244 + 865,7470)$$

$$LET_{\text{awal2010}} = 844,8357$$

8. Menghitung Lintas Ekuivalen Tengah Awal Tahun 2010 (LET), dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$LET_{\text{awal2010}} = 0,5 \times (LEP_{\text{awal2010}} + EA_{\text{akhir2010}})$$

$$LET_{\text{awal2010}} = 0,5 \times (865,7470 + 104,9369)$$

$$LET_{\text{awal2010}} = 985,3419$$

9. Menghitung Lintas Ekuivalen (LER), dengan rumus sebagai berikut :

$$LER = LET \times \frac{n}{10}$$

Dimana : n = umur rencana yaitu 5th

$$LER_{2010} = 844,8357 \times 5/10$$

$$LER_{2010} = 422,4178$$

10. Menghitung Lintas Ekuivalen Rencana (LER), dengan rumus sebagai berikut :

$$LER = LET \times \frac{n}{10}$$

Dimana n ; unusr rencana yaitu 5th

$$LER_{2015} = 985,3419 \times 5/10$$

$$LER_{2015} = 492,6710$$

11. Dari perhitungan diatas telah didapat $LER_{2010} = 422,4178$ sedangkan jalan yang ada diklasifikasikan jalan arteri.

12. Menentukan ITP₂₀₁₀ : ITP_{Rencana} didapat ITP₂₀₁₀ = 8,80 cm

13. Menentukan Nilai ITP₂₀₁₅ : ITP_{Rencana} didapat ITP₂₀₁₅ = 9,15 cm

14. Perhitungan Tebal Perkerasan :

$$\Delta ITP = ITP_{\text{Rencana}} - ITP_{\text{ada}} \text{ dimana :}$$

Laston =5 cm Durabilitas 70,155%,
Stabilitas 751,5 Kg

Agregat Klas A = 15 cm CBR90%

Agregat Klas B = 20 cm CBR
60%

Kesimpulan

Untuk kondisi saat ini yaitu tahun 2010 lapis perkerasan pada permukaan jalan Patimura di Samarinda Seberang dari hasil perhitungan dengan menggunakan metode analisa komponen (SNI 03-1732-1989) didapat tebal lapis tambah (*overlay*) 4,00 cm, sedangkan untuk 5 tahun yang akan datang pada tahun 2015 lapis perkerasan dilakukan lapis ulang/lapis tambah (*overlay*) dengan konstruksi lapis aus (*asphalt concrete-wearing course*) dengan tebal 5,00 cm.

Saran

1. Pada permukaan perkerasan aspal yang mengalami kerusakan dilakukan perbaikan dengan perkerjaan tambal sulam (*patching*)
2. Drainase segera dilakukan perbaikan dan perawatan berkala, sehingga tidak terjadi kerusakan yang mengakibatkan kerusakan pada saluran tersebut
3. Perawatan berkala pada ruas jalan Patimura teteap dilakukan secara peridodik, agar kerusakan bila terjadi dapat segera dilakukan penanganan sesuai dengan spesifikasi dan metode yang disyaratkan.

4. Pengawasan perlu dilakukan dengan segera untuk kendaraan yang melebihi beban gandar yang disyaratkan, agar tidak terjadi kelebihan beban (*overload*) yang dapat mengakibatkan kerusakan pada konstruksi perkerasan jalan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2005, Teknik Bahan Perkerasan Jalan, Seri Pemeliharaan Jalan Kabupaten, Penerbit Balai Bahan dan Perkerasan Jalan, Puslitbang Prasarana Transportasi, Bandung.
- Anonim, 2005, Teknik Evaluasi Kinerja Perkerasan Lentur, Seri Pemeliharaan Jalan Kabupaten, Penerbit Balai Bahan dan Perkerasan Jalan, Puslitbang Prasarana Transportasi, Bandung.
- Alamsyah, A.A, 2001, Rekayasa Jalan Raya, Edisi Kedua, UMM, Malang.
- Cristady Hardiyatmo, Harry, 2007, Pemeliharaan Jalan Raya, Penerbit Gajah Mada University Press. Jalan Raya, Cipta Science Team, Malang.
- Dinas Pekerjaan Umum dan Kimpraswil, 2004. Spesifikasi Teknis, Buku 3, Kalimantan Timur.
- Dinas Pekerjaan Umum, 1987, Perencanaan Tebal Lapis Perkerasan Dengan Analisa Komponen, Litbang Departemen Pekerjaan Umum.
- Direktorat Jendral Bina Marga Dep. PU dan TL. 1976. Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan

- Raya No. 13/1970. Jakarta :
Badan Penerbit PU.
- Direktorat Jendral Bina Marga, Direktorat
Pembinaan Jalan Kota. 1990. Panduan
Penentuan Klasifikasi Fungsi
Jalan di Wilayah Perkotaan No.
010 T BNKT 1990. Jakarta :
Departemen Pekerjaan Umum.
- Diwirjo, Ruslan. Pengantar Teknis Jalan Raya
Bagian III : Perencanaan Geometrik
Jalan. Jakarta : Dit. Jen. Bina Marga
Dep. PU dan TI.
- Saodang, Hamirhan. 2005, Konstruksi
Jalan Raya, Penerbit Nova,
Bandung.
- Saodang, Hamirhan. 2005,
Perancangan Perkerasan Jalan
Raya, Penerbit Nova, Bandung.
- Sasmoko, Adi, Ari, 2007, Diktat Mata
Kuliah Teknologi Bahan Jalan,
Universitas 17 Agustus 1945
Samarinda.
- Shirley. L Hendarsin, Penuntun Praktis
Perencanaan Teknik Jalan Raya.
Politeknik Negeri Bandung, 2000.
- Sukirman, S, 1999, Perkerasan Lentur
Jalan Raya, Nova, Bandung.
- Suggono, 1995, Buku Teknik Sipil,
Penerbit NOVA, Bandung.
- Wesli, 2008, Drainase Perkotaan, Penerbit
Graha Ilmu, Yogyakarta.