

ANALISA PENGUJIAN *DYNAMIC CONE PENETROMETER* (DCP) UNTUK DAYA DUKUNG TANAH PADA PERKERASAN JALAN *OVERLAY*

(Studi Kasus: Ruas Jalan Metro – Tanjungkari STA 7+000 s/d STA 8+000)

Masykur¹, Septyanto Kurniawan²

Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Metro
Jl.Ki Hajar Dewantara No.166 Kota Metro Lampung 34111, Indonesia
E-mail : masykur.57@gmail.com¹, s_yan_k@ymail.com²

ABSTRAK

Perkerasan jalan ada tiga jenis yaitu perkerasan lentur, perkerasan kaku dan perkerasan komposit yaitu kombinasi dari perkerasan lentur dengan perkerasan kaku. Konstruksi perkerasan jalan lentur (*fleksibel pavement*), yaitu suatu susunan konstruksi perkerasan yang lapisan atas beraspal serta bahan berbutir yang terletak dibawahnya.

Perencanaan berada di Ruas Jalan Metro–Tanjungkari, Kecamatan Batanghari, Kabupaten Lampung Timur, Provinsi Lampung. Perencanaan ini meliputi survey lalu lintas dan mengetahui *California Bearing Ratio* (CBR) tanah dasar. Tujuan dari perencanaan ini adalah mempelajari dan memahami dalam merencanakan perkerasan lentur (*fleksibel pavement*) dengan mengacu pada Metode Analisa Komponen Bina Marga.

Untuk merencanakan lapis perkerasan lentur (*flexible Pavement*) dibutuhkan data-data primer dan data-data sekunder. Data tersebut terdiri dari kondisi existing jalan, LHR dan CBR tanah dasar. Sedangkan hasil pengolahan dan perhitungan hasil penelitian dilapangan diperoleh susunan perkerasan jalan yaitu laston (*overlay*) 4 cm, lapis AC–BC 10 cm, lapis macadam 15 cm dan *telford* 20 cm.

Kata kunci: Anlis DCP Terhadap DDT Jalan Overlay.

PENDAHULUAN

Kabupaten Lampung Timur adalah salah satu kabupaten yang berada di Provinsi Lampung, dengan semakin maju dan berkembangnya pada zaman ini seluruh kabupaten/kota di Indonesia sedang memajukan infrastruktur dalam segala bidang salah satunya jalan. Kondisi jalan yang baik akan memudahkan mobilitas penduduk dalam mengadakan hubungan perekonomian dan kegiatan sosial lainnya.

Peneliti mengambil studi kasus ruas jalan Metro-Tanjungkari yang berada pada Desa Banarjoyo Kecamatan Batanghari Kabupaten Lampung Timur. Ruas Jalan tersebut adalah jalur alternative yang menghubungkan Kabupaten Lampung Timur – Kota Metro dan sebaliknya. Kepadatan arus lalu lintas yang semakin bertambah, mengakibatkan

kondisi jalan saat ini kurang baik, adanya lubang-lubang dan amblas nya pada permukaan jalan tersebut. Diperlukan penambahan sarana infrastruktur jalan dan perencanaan lapis perkerasan yang baik serta pemeliharaan jalan yang terus menerus agar kondisi jalan tetap aman dan nyaman untuk memberikan pelayanan terhadap lalu lintas kendaraan.

Pertumbuhan kendaraan yang begitu cepat berdampak pada kepadatan lalu lintas, baik di jalan dalam kota maupun luar kota, sehingga perlu adanya peningkatan kualitas dan kuantitas infrastruktur jalan. Selama ini penanganan kerusakan jalan yang dilakukan hanya sebatas pemeliharaan, yaitu dengan perbaikan fungsional pada permukaan jalan yang rusak. Penanganan ini dirasa belum cukup tepat karena upaya perbaikan

yang dilakukan tidak dapat bertahan lama sesuai dengan umur rencana.

Dalam perencanaan lapis perkerasan suatu jalan sangat perlu diperhatikan, bahwa bukan cuma karakteristik material dari konstruksi penyusun lapis perkerasan dan karakteristik lalu lintas saja yang perlu ditinjau, melainkan banyak faktor lain yang juga besar pengaruhnya terhadap analisa lapis perkerasan.

TINJAUAN PUSTAKA

Konstruksi Lapisan Perkerasan Lentur

Yang dimaksud dengan lapisan perkerasan lentur adalah lapisan perkerasan yang melentur jika terkena beban kendaraan, perkerasan yang menggunakan bahan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.

Tabel 1. Perbedaan Antara Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku :

No	Uraian	Perkerasan lentur	Perkerasan kaku
1	Bahan pengikat	Aspal	Semen
2	Repetisi beban	Timbul <i>rutting</i> (lendutan pada jalur roda)	Timbul retak-retak pada permukaan
3	Penurunan tanah dasar	Jalan bergelombang (<i>diff. Settlement</i>)	Bersifat sebagai balok diatas perletakan
4	Perubahan temperature	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Modulus kekakuan berubah ▪ Timbul <i>tegangan</i> dalam yang kecil 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Modulus kekuatan tidak berubah ▪ Timbul <i>tegangan</i> dalam yang besar
5	Biaya pembangunan awal	Lebih murah	Lebih mahal
6	Kenyamanan pengendara	Lebih nyaman	Tidak nyaman
7	Umur rencana	Lebih pendek (± 20 tahun)	Lebih panjang (± 40 tahun)
8	Perawatan	Memerlukan perawatan yang khusus / rutin	Tidak memerlukan perawatan yang khusus / rutin
9	Perbaikan	Dapat dilakukan pada / lokasi yang mengalami kerusakan saja	Harus dilakukan perbaikan sepanjang bidang jalan

Sumber: Silvia Sukirman, Nova Bandung

Kriteria Konstruksi Perkerasan Lentur

Berdasarkan “Buku Silvia Sukirma” agar dapat memberikan rasa aman dan nyaman kepada pemakai jalan, maka konstruksi perkerasan jalan haruslah memenuhi syarat-syarat tertentu yang dapat dikelompokkan menjadi 2 (dua) kelompok yaitu :

a. Syarat-syarat konstruksi perkerasan lentur

Konstruksi perkerasan lentur ditinjau dari segi keamanan dan kenyamanan berlalu lintas haruslah memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

1. Permukaan yang rata, tidak bergelombang, tidak melendut dan tidak berlubang.
2. Permukaan cukup kaku, sehingga tidak mudah berubah bentuk akibat beban yang bekerja diatasnya.
3. Permukaan cukup kasar, memberikan gesekan yang baik antara ban dan permukaan jalan sehingga tidak mudah terjadi selip.
4. Permukaan tidak mengkilap, tidak menyilaukan mata jika kena sinar matahari.

b. Syarat-syarat kekuatan/ structural

Konstruksi suatu perkerasan jalan dipandang dari segi kemampuan memikul dan menyebarkan beban, haruslah memenuhi syarat sebagai berikut :

1. Ketebalan yang cukup sehingga mampu menyebarkan beban / muatan lalu lintas ketanah dasar.
2. Kedap terhadap air, sehingga tidak mudah meresap kelapisan bawahnya
3. Permukaan mudah mengalirkan air, sehingga air hujan jatuh pada permukaan jalan dapat cepat teralir / dialirkan.
4. Kekakuan untuk memikul beban yang bekerja tanpa menimbulkan deformasi yang berarti.

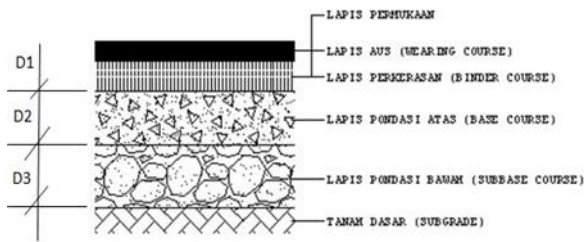
Konstruksi Perkerasan Lentur

Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakkan diatas tanah dasar yang telah dipadatkan, lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkan kelapisan bawahnya.

Adapun susunan lapisan perkerasan lentur terdiri dari:

1. Lapis Permukaan (*Surface Course*)
2. Lapis Pondasi Atas (*Base Course*)

3. Lapis Pondasi Bawah (SubBase Course)
4. Lapis tanah dasar (Subgrade)



Gambar 1. Susunan lapisan perkerasan lentur (Sumber: Ma Manunung, 2011)

Prosedur dan Parameter-Parameter Perhitungan Lapis Perkerasan Lentur

Hasil interpretasi, evaluasi dan kesimpulan yang dikembangkan dari hasil penetapan ini harus mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut :

- a. Pertimbangan konstruksi dan pemeliharaan
- b. Pertimbangan lingkungan
- c. Evaluasi lapisan tanah dasar (*Subgrade*)
- d. Material perkerasan
- e. Lalu lintas rencana

Umur Rencana

Umur rencana perkerasan jalan ialah jumlah tahun saat jalan tersebut dibuka untuk lalu lintas kendaraan sampai diperlukan suatu perbaikan yang bersifat structural (sampai diperlukan overlay lapisan perkerasan).

Selama umur rencana tersebut pemeliharaan perkerasan jalan tetap harus dilakukan, seperti lapisan non structural yang berfungsi sebagai lapisan aus. Umur rencana untuk perkerasan lentur jalan baru umumnya diambil 20 tahun dan untuk peningkatan jalan 10 tahun. Umur rencana yang lebih besar dari 20 tahun tidak lagi ekonomis karena perkembangan lalu lintas yang terlalu besar dan sukar mendapatkan ketelitian yang memadai, tambahan tebal lapisan perkerasan menyebabkan biaya awal yang cukup tinggi (Silvia Sukirman, 1994).

Lalu lintas

Tebal lapis perkerasan jalaan ditentukan dari beban yang akan dipikul, berarti arus lalu lintas yang hendak memakai jalan tersebut. Besarnya arus lalu lintas dapat diperoleh dari :

1. Analisa lalu lintas saat ini, sehingga diperoleh data mengenai :
 - a. Jumlah kendaraan yang hendak memakai jalan.
 - b. Jenis kendaraan beserta jumlah tiap jenisnya.
 - c. Konfigurasi sumbu dari setiap jenis kendaraan.
 - d. Beban masing-masing sumber kendaraan.

Pada perencanaan jalan baru perkiraan volume lalu lintas ditentukan dengan menggunakan hasil survey volume lalu lintas pada jalan tersebut dan analisa pola lalu lintas disekitar lokasi jalan.

2. Perkiraan faktor pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana, antara lain berdasarkan atas analisa ekonomi dan sosial daerah tersebut.

Jumlah lajur dan koefisien (C)

Lajur rencana merupakan salah satu jalur lalu lintas dari suatu ruas jalan yang menampung lalu lintas terbesar. Koefisien distribusi kendaraan (C) untuk kendaraan ringan dan berat yang lewat jalur rencana ditentukan menurut tabel 2. di bawah ini :

Tabel 2. Koefisien distribusi kendaraan

Jumlah lajur	Kendaraan ringan *		Kendaraan berat **	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1	1,00	1,00	1,00	1,00
2	0,60	0,50	0,75	0,50
3	0,40	0,40	0,50	0,475
4	-	0,30	-	0,45
5	-	0,25	-	0,425
6	-	0,20	-	0,40

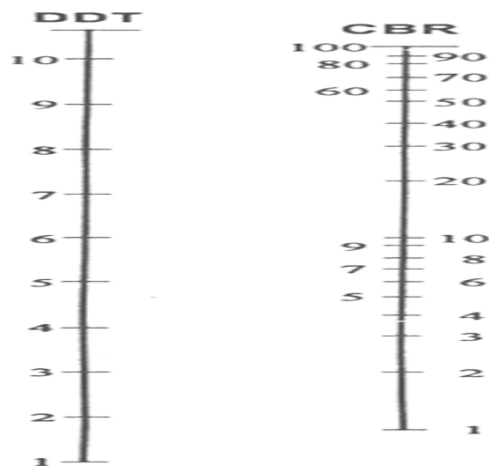
Sumber: Ditjen Bina Marga (SKBI – 2.3.26.27), 1987

Daya Dukung Tanah Dasar (DDT)

Daya Dukung Tanah dasar (DDT) ditetapkan berdasarkan grafik korelasi

dengan CBR. Yang dimaksud dengan CBR disini adalah harga CBR lapangan atau harga CBR Laboratorium, CBR lapangan biasanya digunakan untuk perencanaan lapis tambah (*overlay*) dan CBR laboratorium biasanya dipakai untuk perencanaan pembangunan jalan baru dan pelebaran (*Widening*).

Menurut Harison, J.A., *Correlation of CBR Dynamic Cone Penetrometer Stenght Measurement of Soil. Australian Road Research* 16 (2), June, 1986 dalam menentukan dan memperkirakan nilai CBR tanah atau bahan granular dapat menggunakan beberapa metode, namun yang cukup akurat dan paling murah sampai saat ini adalah dengan Penetrasi Konus Dinamis atau dikenal dengan nama *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP). Di samping itu DCP adalah salah satu cara pengujian satu cara pengujian tanpa merusak atau Non Destructive Testing (NDT), yang digunakan untuk lapis pondasi batu pecah, pondasi bawah sirtu, stabilisasi tanah dengan semen atau kapur dan tanah dasar.



Gambar 2. Korelasi antara Nilai CBR dan DDT

Rumus hubungan CBR dan DDT = $(4,3 \log CBR) + 1,7$ atau dapat pula menggunakan Grafik korelasi hubungan DDT dan CBR dengan cara menarik garis mendatar dari nilai CBR seperti gambar diatas.

Faktor Regional (FR)

Faktor Regional adalah faktor koreksi sehubungan dengan perbedaan kondisi percobaan AASHTO *road test* dan disesuaikan dengan keadaan di Indonesia. Kondisi-kondisi yang dimaksud antara lain keadaan lapangan dan iklim yang dapat mempengaruhi keadaan pembebanan, daya dukung tanah dasar serta perkerasan

Faktor regional hanya dipengaruhi oleh bentuk *alinemen* (kelandaian dan tikungan), persentase kendaraan berat > 13 ton yang berhenti serta iklim (curah hujan). Adapun nilai/ faktor regional yang disyaratkan untuk metode Analisa Komponen Ditjen Bina Marga (SKBI-2.3.26.27), 1987 adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Faktor Regional (FR)

Curah hujan (mm / th)	Kelandaian < 6 %		Kelandaian 6 – 10 %		Kelandaian > 10 %	
	% Kend. Berat	% Kend. berat	% Kend. Berat	% Kend. Berat	% Kend. Berat	% Kend. berat
	≤ 30 %	> 30 %	≤ 30 %	> 30 %	≤ 30 %	> 30 %
Iklim I < 900	0,5	1,0 – 1,5	1,0	1,5 – 2,0	1,5	2,0 – 2,5
Iklim II > 900	1,5	2,0 – 2,5	2,0	2,5 – 3,0	2,5	3,0 – 3,5

Sumber: Ditjen Bina Marga (SKBI-2.3.26.27), 1987.

Indek Permukaan (IP)

Indek permukaan ini menyatakan nilai permukaan yang bertalian dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat. Dalam beberapa nilai IP beserta artinya adalah sebagai berikut :

1. IP = 1,0 : Menyatakan permukaan jalan dalam keadaan rusak sekaligus
2. IP = 1,5 : Tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin (jalan tidak terputus)
3. IP = 2,0 : Tingkat pelayanan terendah bagi jalan yang masih mantap
4. IP = 2,5 : Menyatakan permukaan jalan masih cukup stabil dan baik

Dalam menentukan Indeks Permukaan pada akhir umur rencana (IP), perlu dipertimbangkan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan dan jumlah lintas ekuivalen rencana (LER), menurut tabel dibawah ini:

Tabel 4. Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (IP)

LER *	Klasifikasi jalan			
	Lokal	Kolektor	Arteri	Tol
< 10	1,0 – 1,5	1,5	1,5 – 2,0	-
10 – 100	1,5	1,5 – 2,0	2,0	-
100 – 1000	1,5 – 2,0	2,0	2,0 – 2,5	-
> 1000	-	2,0 – 2,5	2,5	2,5

Sumber: Ditjen Bina Marga (SKBI – 2.3.26.27), 1987

Dalam menentukan indeks permukaan pada awal umur rencana (I_{p0}) perlu diperhatikan jenis lapis permukaan jalan (kerataan, kehalusan, serta kekokohan) pada awal umur rencana dibawah ini:

Tabel 5. Indeks Permukaan Pada Awal Umur Rencana (I_{p0})

Jenis lapis perkerasan	I_{p0}	Roughness (mm / km)
Laston	≥ 4	≤ 1000
	3,9 – 3,5	> 1000
Lasbutag	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	> 2000
HRA	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	> 2000
Burda	3,9 – 3,5	< 2000
Burtu	3,4 – 3,0	< 2000
Lapen	3,4 – 3,0	≤ 3000
	2,9 – 2,5	> 3000
Latasbum	2,9 – 2,5	-
Buras	2,9 – 2,5	-
Latasir	2,9 – 2,5	-
Jalan tanah	$\leq 2,4$	-
Jalan kerikil	$\leq 2,4$	-

Sumber: Ditjen Bina Marga (SKBI– 2.3.26.27), 1987.

Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Angka Ekuivalen (E) dari sumbu beban suatu kendaraan adalah angka yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban sumbu tunggal kendaraan terhadap tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban standar sumbu tunggal sebesar 8,16 ton. Angka ekuivalen (E) masing-masing golongan beban sumbu (setiap kendaraan) ditentukan rumus dibawah ini :

$$\text{Angka ekuivalen sumbu tunggal} = \left[\frac{\text{Beban.sb.tunggal(Kg)}}{8,16} \right]^4$$

$$\text{Angka ekuivalen sumbu ganda} = 0,086 \left[\frac{\text{Beban.sb.ganda(Kg)}}{8160} \right]^4$$

$$\text{Angka ekuivalen sumbu tripple} = 0,023 \left[\frac{\text{Beban.sb.tripple(Kg)}}{8160} \right]^4$$

Tabel 6. Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Beban sumbu tunggal		Angka ekuivalen (E)	
Kg	Lb	Sumbu tunggal	Sumbu Ganda
1000	2205	0,0002	-
2000	4409	0,0036	0,0003
3000	6614	0,0183	0,0016
4000	8818	0,0577	0,0050
5000	11023	0,1410	0,0121
6000	13228	0,2923	0,0251
7000	15432	0,5415	0,0466
8000	17637	0,9238	0,0794
8160	18000	1,000	0,0860
9000	19841	1,4798	0,1273
10000	22046	2,2555	0,1940
11000	24251	3,3022	0,2840
12000	26455	4,4770	0,4022
13000	28660	6,4419	0,5540
14000	30864	8,6447	0,7452
15000	33069	11,4148	0,9820
16000	35276	14,7815	1,2712

Sumber: Ditjen Bina Marga (SKBI– 2.3.26.27), 1987

Lalu Lintas Harian Rata-Rata dan Rumus Lintas Ekuivalen

- Lalu lintas harian rata-rata (LHR) setiap jenis kendaraan ditentukan pada awal umur rencana, yang dihitung untuk dua arah pada jalan tanpa median atau masing-masing arah dengan median
- Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP) dihitung dengan rumus

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j * C_j * E_j$$

- Lintas Ekuivalen Akhir (LEA) dihitung dengan rumus

$$LEA = \sum_{j=1}^n LHR_j (1+i)^{UR} * C_j * E_j$$

- Lintas Ekuivalen Tengah (LET)

$$LET = (LEP + LEA) / 2$$

- Lintas Ekuivalen Rencana (LER) dihitung dengan rumus

$$LER = LET \times FP$$

$$FP = \text{Faktor Penyesuaian}$$

$$FP = \text{Umur Rencana} / 10$$

Indek Tebal Perkerasan

Indek Tebal perkerasan (ITP) dinyatakan dengan rumus

$$ITP = a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 + a_3 \times D_3$$

Dimana :

a_1, a_2, a_3 : Koefisien kekuatan relatif bahan-bahan perkerasan.

D_1, D_2, D_3 : Tebal masing-masing lapis perkerasan.

Angka 1,2,3 masing-masing berarti lapis permukaan, lapis pondasi atas dan lapis pondasi bawah.

Tabel 7. Batas Minimum Tebal Lapis Permukaan

ITP	Tebal Minimum	Bahan
< 3,00	5	Lapis pelindung : buras burtu/burda
3,00 – 6,70	5	Lapen / aspal, macadam, HRA, lasbutag, laston
6,71 – 7,49	7,5	Lapen / aspal, macadam, HRA, lasbutag, laston
7,50 – 9,99	7,5	Lasbutag
> 10,00	10	Laston

Sumber: Ditjen Bina Marga (SKBI–2.3.26.27), 1987

Tabel 8. Batas Minimum Tebal Lapis Pondasi

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
< 3,00	15	Batu pecah, stabilitas tanah dengan kapur
3,00 – 7,49	20*	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur
	10	Laston atas
7,50 – 9,99	20	Batu pecah, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam
	15	Laston
10 – 12,14	20	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam, lapen, laston atas
> 12,25	25	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam, lapen, laston atas

Sumber: Ditjen Bina Marga (SKBI–2.3.26.27), 1987

Untuk setiap nilai ITP bila digunakan pondasi bawah, tebal minimum adalah 10 cm.

Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien relatif (a) masing-masing bahan dan kegunaannya sebagai lapis permukaan, pondasi atas dan pondasi bawah ditentukan secara korelasi sesuai dengan nilai *marshall test* (untuk bahan aspal), atau CBR (untuk bahan lapis pondasi atau pondasi bawah) dan kuat

tekan untuk stabilisasi kapur. Nilai masing-masing koefisien kekuatan relatif lapisan dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Nilai koefisien kekuatan relatif lapisan

Koefisien kekuatan relatif			Kekuatan bahan			Jenis bahan
a_1	a_2	a_3	MS (Kg)	Kr (Kg/cm)	CBR (%)	
0,40	-	-	744	-	-	Laston
0,35	-	-	590	-	-	
0,32	-	-	454	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	
0,35	-	-	744	-	-	Lasbutag
0,31	-	-	590	-	-	
0,28	-	-	454	-	-	
0,26	-	-	340	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	HRA Aspal macadam Lapen mekanis Lapen (manual)
0,26	-	-	340	-	-	
0,25	-	-	-	-	-	
0,20	-	-	-	-	-	
-	0,28	-	590	-	-	Laston atas
-	0,26	-	454	-	-	
-	0,24	-	340	-	-	
-	0,23	-	-	-	-	Lapen (mekanis) Lapen (manual)
-	0,19	-	-	-	-	
-	0,15	-	-	-	-	Stab.Tnh. dg semen
-	0,13	-	-	-	-	
-	0,15	-	-	22	-	Stab. Tnh. dg kapur
-	0,13	-	-	18	-	
-	0,14	-	-	-	100	Bt.pecah (kelas A) Bt.pecah (kelas B) Bt.pecah (kelas C)
-	0,13	-	-	-	80	
-	0,12	-	-	-	60	
-	-	0,13	-	-	70	Sirtu/pitrun (kelas A) Sirtu/pitrun (kelas B) Sirtu/pitrun (kelas C)
-	-	0,12	-	-	50	
-	-	0,11	-	-	30	
-	-	0,10	-	-	20	Tnh/lempung kepasiran

Sumber: Ditjen Bina Marga (SKBI–2.3.26.27), 1987

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di desa Banarjoyo pada ruas jalan kolektor karena penghubung antara kota Metro dengan Kabupaten Lampung Timur, dengan panjang penelitian sepanjang 1.000 M mulai dari sta 7+000 s/d 8+000.



Gambar 3. Dokumentasi Lokasi penelitian

Metode Pengumpulan Data

1. Data Primer

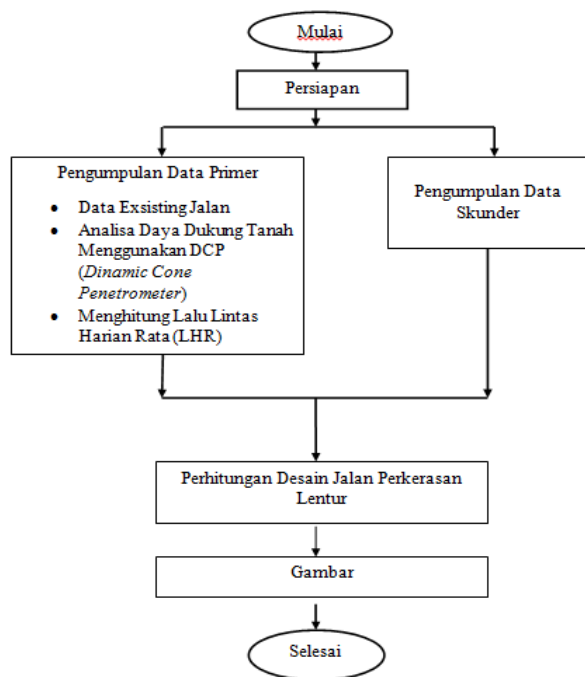
Data primer adalah data utama, data yang diperoleh dari observasi lapangan di daerah lokasi penelitian.

Data yang diperoleh antara lain sebagai berikut :

- a. Panjang Jalan Utama 1.000 M.
 - b. Lebar jalan existing (Perkerasan 6 M, Bahu jalan 1,5 M).
 - c. Umur rencana 10 tahun.
 - d. Kondisi jalan berlubang sampai dengan retak buaya.
2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung, atau data yang diperoleh dari instansi yang terkait.

Alur Penelitian



Gambar 4. Flowchart Penelitian

PEMBAHASAN DAN HASIL

Data Hasil Pengamatan

Pengujian *DCP* dilakukan untuk mengetahui nilai *CBR* % pada Ruas jalan Metro Tanjungkari, panjang lokasi penelitian pada STA 7+000 – 8+000 dibagi menjadi 6 titik pengujian. Dari hasil korelasi didapat kedalaman *CBR* %. Mencari *CBR* % dilakukan untuk mengetahui berapa cm kedalaman tanah asli yang harus digali untuk digantikan dengan tanah timbunan.

Hasil Pengujian *DCP* (*Dynamic Cone Penetrometer*)

Setelah melakukan pengujian maka dikumpulkan data-data yang diperoleh dari hasil *CBR* menggunakan *DCP* (*Dynamic Cone Penetrometer*), sebagai berikut :

1. Korelasi Nilai *DCP* Terhadap *CBR* pada STA 7+000

Tabel 10. Korelasi Nilai *DCP* Terhadap *CBR* pada STA 7+000

Blow	Depth h (mm)	SPP (mm/blow)	CBR (%)	$\Sigma SPP \times CBR^{1/3}$
5	99	19,80	12,91	46,45
10	181	18,10	14,53	44,16
15	290	19,33	13,32	45,83
20	340	17,00	15,77	42,63
25	360	14,40	19,61	38,83
30	392	13,07	22,28	36,77
35	493	14,09	20,19	38,36
40	615	15,38	18,00	40,29
45	734	16,31	16,65	41,65
50	901	18,02	14,61	44,05
		$\Sigma 165$		$\Sigma 419,04$

Sumber : Penelitian Uji sample 1 Tanah

Lapangan Menggunakan *DCP*

Dimana :

Korelasi Nilai *DCP* Terhadap *CBR* (Conus 60°)

$$\log (CBR) = 2,8135 - 1,313 \log (SPP)$$

$$CBR = \frac{\Sigma SPP \times CBR^{1/3}}{\Sigma SPP}$$

$$CBR = \left(\frac{419,04}{165} \right)^3$$

Nilai *CBR* = 16,23%

2. Korelasi Nilai *DCP* Terhadap *CBR* pada STA 7+200

Tabel 11. Korelasi Nilai *DCP* Terhadap *CBR* pada STA 7+200

Blow	Depth h (mm)	SPP (mm/blow)	CBR (%)	$\Sigma SPP \times CBR^{1/3}$
5	80	16,00	17,08	41,21
10	175	17,50	15,18	43,33
15	257	17,13	15,61	42,82
20	335	16,75	16,08	42,28
25	391	15,64	17,60	40,68
30	478	15,93	17,17	41,11
35	550	15,71	17,49	40,79
40	628	15,70	17,51	40,77
45	743	16,51	16,39	41,94
50	849	16,98	15,80	42,61
		$\Sigma 164$		$\Sigma 417,54$

Sumber : Penelitian Uji sample 2 Tanah

Lapangan Menggunakan DCP

Dimana :

Korelasi Nilai DCP Terhadap CBR (Conus 60°)

$$\log(\text{CBR}) = 2,8135 - 1,313 \log(\text{SPP})$$

$$\text{CBR} = \frac{\sum \text{SPP} \times \text{CBR}^{1/3}}{\sum \text{SPP}}$$

$$\text{CBR} = \left(\frac{417,54}{164} \right)^3$$

Nilai CBR = 16,54%

3. Korelasi Nilai DCP Terhadap CBR pada STA 7+400

Tabel 12. Korelasi Nilai DCP Terhadap CBR pada STA 7+400

Blow	Depth h (mm)	SPP (mm/blow)	CBR (%)	$\sum \text{SPP} \times \text{CBR}^{1/3}$
5	121	24,20	9,92	52,00
10	184	18,40	14,22	44,57
15	220	14,67	19,15	39,24
20	262	13,10	22,21	36,82
25	320	12,80	22,89	36,35
30	400	13,33	21,70	37,19
35	484	13,83	20,69	37,96
40	561	14,03	20,31	38,26
45	616	13,69	20,96	37,74
50	690	13,80	20,74	37,92
		$\Sigma 152$		$\Sigma 398,05$

Sumber : Penelitian Uji sample 3 Tanah Lapangan Menggunakan DCP

Dimana :

Korelasi Nilai DCP Terhadap CBR (Conus 60°)

$$\log(\text{CBR}) = 2,8135 - 1,313 \log(\text{SPP})$$

$$\text{CBR} = \frac{\sum \text{SPP} \times \text{CBR}^{1/3}}{\sum \text{SPP}}$$

$$\text{CBR} = \left(\frac{398,05}{152} \right)^3$$

Nilai CBR = 18,02%

4. Korelasi Nilai DCP Terhadap CBR pada STA 7+600

Tabel 13. Korelasi Nilai DCP Terhadap CBR pada STA 7+600

Blow	Depth h (mm)	SPP (mm/blow)	CBR (%)	$\sum \text{SPP} \times \text{CBR}^{1/3}$
5	163	32,60	6,71	61,48
10	294	29,40	7,68	58,01
15	401	26,73	8,71	54,99
20	517	25,85	9,10	53,96
25	625	25,00	9,51	52,96
30	788	26,27	8,91	54,45
35	945	27,00	8,59	55,30
		$\Sigma 193$		$\Sigma 391,17$

Sumber : Penelitian Uji sample 4 Tanah Lapangan Menggunakan DCP

Dimana :

Korelasi Nilai DCP Terhadap CBR (Conus 60°)

$$\log(\text{CBR}) = 2,8135 - 1,313 \log(\text{SPP})$$

$$\text{CBR} = \frac{\sum \text{SPP} \times \text{CBR}^{1/3}}{\sum \text{SPP}}$$

$$\text{CBR} = \left(\frac{391,17}{193} \right)^3$$

Nilai CBR = 8,35%

5. Korelasi Nilai DCP Terhadap CBR pada STA 7+800

Tabel 14. Korelasi Nilai DCP Terhadap CBR pada STA 7+800

Blow	Depth h (mm)	SPP (mm/blow)	CBR (%)	$\sum \text{SPP} \times \text{CBR}^{1/3}$
5	143	28,60	7,97	57,12
10	212	21,20	11,80	48,27
15	309	20,60	12,26	47,50
20	389	19,45	13,22	45,99
25	520	20,80	12,10	47,76
30	642	21,40	11,66	48,53
35	770	22,00	11,24	49,29
40	1000	25,00	9,51	52,96
		$\Sigma 179$		$\Sigma 397,40$

Sumber : Penelitian Uji sample 5 Tanah Lapangan Menggunakan DCP

Dimana :

Korelasi Nilai DCP Terhadap CBR (Conus 60°)

$$\log(\text{CBR}) = 2,8135 - 1,313 \log(\text{SPP})$$

$$\text{CBR} = \frac{\sum \text{SPP} \times \text{CBR}^{1/3}}{\sum \text{SPP}}$$

$$\text{CBR} = \left(\frac{397,40}{179} \right)^3$$

Nilai CBR = 10,93%

6. Korelasi Nilai DCP Terhadap CBR pada STA 8+000

Tabel 15. Korelasi Nilai DCP Terhadap CBR pada STA 8+000

Blow	Depth h (mm)	SPP (mm/blow)	CBR (%)	$\sum \text{SPP} \times \text{CBR}^{1/3}$
5	184	36,80	5,72	65,82
10	279	27,90	8,23	56,33
15	480	32,00	6,87	60,85
20	735	36,75	5,73	65,77
25	930	37,20	5,64	66,22
		$\Sigma 171$		$\Sigma 314,99$

Sumber : Penelitian Uji sample 6 Tanah Lapangan Menggunakan DCP

Dimana :

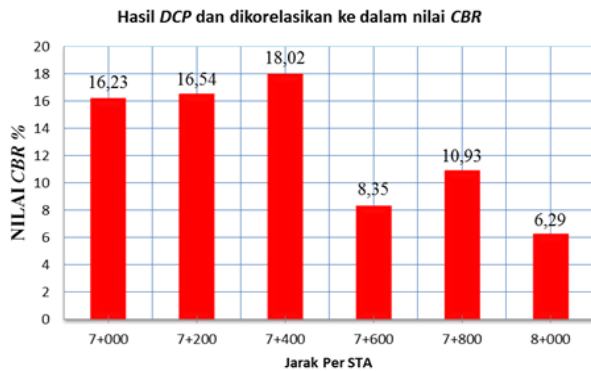
Korelasi Nilai DCP Terhadap CBR (Conus 60°)

$$\log(\text{CBR}) = 2,8135 - 1,313 \log(\text{SPP})$$

$$\text{CBR} = \frac{\sum \text{SPP} \times \text{CBR}^{1/3}}{\sum \text{SPP}}$$

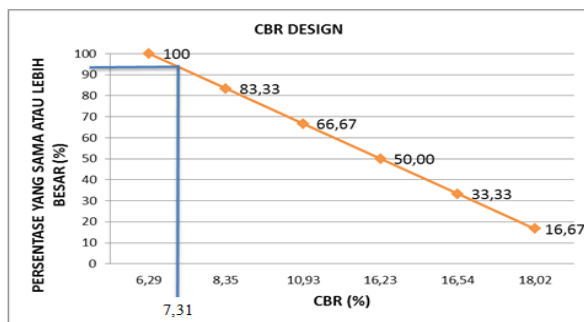
$$CBR = \left(\frac{314,99}{171}\right)^3$$

Nilai CBR = 6,29%



Gambar 5. Rekapitulasi Hasil DCP dan dikorelasikan kedalam nilai CBR

Perhitungan CBR Desain



Gambar 6. Grafik Nilai CBR desain

Dari data yang diperoleh dilakukan perhitungan dengan cara menentukan CBR terendah, kemudian menentukan jumlah harga CBR yang sama dan yang lebih besar. Angka jumlah terbanyak dinyatakan dalam 100%, jumlah yang lain merupakan persentasi pada nilai CBR yang mewakili adalah didapat dari angka persentase 90% dan diperoleh CBR desainnya 7,31%.

Analisa Lalu Lintas

Analisa lalulintas ini dilakukan pada Ruas Jalan Metro-Tanjungkari Kecamatan Batanghari Kabupaten Lampung Timur, dan berkaitan dengan pengumpulan data yang diperoleh dilapangan, didapat melalui beberapa survey yang dilakukan diantaranya survey inventarisasi jalan dan Survey lalu lintas.

Survey inventarisasi jalan yang telah dilakukan untuk mengidentifikasi karakteristik jalan antara lain panjang

jalan, lebar jalan dan kondisi jalan yang telah ditinjau.

Survey lalu lintas dilakukan melalui Perbandingan *Traffic Counting* dinas Perhubungan tahun 2012 - 2016 dan *Traffic Counting* April tahun 2017 serta survey lalu lintas April Tahun 2017.

Tabel 16. Data Survey Lalu lintas Kabupaten Lampung Tmur

Tahun	Kendaraan Ringan		Kendaraan Sedang	Kendaraan Berat		Sepeda Motor (MC)	Total Kendaraan	Peningkatan Jumlah Kendaraan	Pesentase Pertumbuhan (%)
	Mobil pribadi/MPU	Pick Up		Bus Besar	Truck Besar				
2012	3.611	407	522	150	352	12.987	18.029	-	-
2013	4.199	473	607	175	410	15.189	21.053	3.023	14,36%
2014	4.940	556	715	206	482	17.849	24.747	3.694	14,93%
2015	5.880	662	851	245	574	21.198	29.410	4.663	15,86%
2016	7.085	798	1.025	295	691	25.478	35.372	5.962	16,86%

Sumber : Dinas Perhubungan Kabupaten Lampung Tmur.

Tabel 17. Data Survey lalu lintas Per Unit kendaraan April Tahun 2017

No	Jenis Kendaraan	Jumlah LHR (Perkendaraan)						
		Selasa	Rabu	Sabtu	Minggu	Senin	Kamis	Jum'at
1	Sepeda Motor	3.865	3.862	3.841	3.291	3.956	3.927	3.865
2	Mobil Pribadi	1.354	1.388	1.373	1.291	1.396	1.354	1.345
3	Angkot/Mpu	3	3	3	3	3	3	3
4	Bus Sedang	0	0	0	0	0	0	2
5	Bus Besar	4	4	4	4	4	4	4
6	Pick Up	138	140	136	139	130	136	140
7	Truck Sedang	187	167	188	183	181	184	179
8	Truck Besar	133	113	130	136	133	129	136
9	Sepeda	2	3	3	6	2	4	0
10	Becak	0	0	0	0	0	0	0
11	Gerobak	0	0	0	0	0	0	0
Total Kendaraan Perhari		5.686	5.680	5.678	5.053	5.805	5.743	5.674
Total Seluruh Kendaraan		39.319						

Sumber : Data Survey lalu lintas Per Unit kendaraan April Tahun 2017

Perhitungan untuk menentukan pertumbuhan lalu lintas (i) adalah

Rumus

$$i = (i_n - n / n) \times 100$$

$$= (35.372 - 39.319 / 39.319) \times 100\%$$

$$= (3.947 / 39.319) \times 100\%$$

$$= 10,04\%$$

Tabel 18. Data Survey Lalu-lintas Kendaraan yang Ditinjau Tahun 2017

No	Jenis Kendaraan	Volume Kendaraan	Beban Sumbu (Ton)	
			Depan	Belakang
1	Mobil penumpang	1396	1	1
2	Pick Up	130	1	1
3	Truk Sedang	181	5	8
4	Truk Berat	133	6	14
5	BUS	4	3	5

Sumber : Suvey lalu lintas Bulan April 2017

Menentukan Angka Lintas Ekuivalen Rencana (LER)

- a. Data lalu lintas tahun 2017 (awal umur rencana), dengan rumus $(1+i)^n \times LHR$ 2017

Tabel 19. Data lalu lintas tahun 2017

No	Jenis Kendaraan	Perhitungan	Jumlah LHR (Kendaraan)
1	Mobil Penumpang	$(1+0,1004) \times 1399$	1539,4596
2	Pick Up	$(1+0, 1004) \times 130$	143,052
3	Truk Sedang	$(1+0, 1004) \times 181$	199,1724
4	Truk Berat	$(1+0, 1004) \times 133$	146,3532
5	BUS	$(1+0, 1004) \times 4$	4,4016
Total			2032,4388

- b. Data lalu lintas tahun 2027 (akhir umur rencana), dengan rumus $(1+i)^n \times LHR$ 2027

Tabel 20. Data lalu lintas tahun 2027

No	Jenis Kendaraan	Perhitungan	Jumlah LHR
1	Mobil Penumpang	$(1+0,1004)^{10} \times 1539,4596$	4007,5054
2	Pick Up	$(1+0, 1004)^{10} \times 143,052$	372,3915
3	Truk Sedang	$(1+0, 1004)^{10} \times 199,1724$	518,4835
4	Truk Berat	$(1+0, 1004)^{10} \times 146,3532$	380,9851
5	BUS	$(1+0, 1004)^{10} \times 4,4016$	11,4582
Total			5290,8237

Menghitung Angka Ekuivalen (E) Masing-Masing Kendaraan

Data Ekuivalen Masing-masing Kendaraan Dapat dilihat pada tabel 21.

Tabel 21. Data Ekuivalen Masing-masing Kendaraan

No	Jenis Kendaraan	Beban Sumbu (Ton)		Total (E)
		Depan	Belakang	
1	Mobil Penumpang	0,0002	0,0002	0,0004
2	Pick Up	0,0002	0,0002	0,0004
3	Truk Sedang	0,141	0,9238	1,0648
4	Truk Berat	0,2923	8,6647	8,957
5	BUS	0,0183	0,141	0,1593

Sumber : Ditjen Bina Marga (SKBI-2.3.26.27) 1987

Menghitung Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP)

Jalan satu lajur dua arah, Koefisien Kendaraan (C), untuk kendaraan berat dan ringan $C = 1,0$

$$LEP = C \times LHR \text{ tahun } 2017 \times E$$

Tabel 22. Data Ekuivalen Permulaan (LEP)

No	Jenis Kendaraan	Perhitungan	Jumlah LEP
1	Mobil Penumpang	$1,0 \times 1539,4596 \times 0,0004$	0,6157838
2	Pick Up	$1,0 \times 143,052 \times 0,0004$	0,0572208
3	Truk Sedang	$1,0 \times 199,1724 \times 1,0648$	212,0787715
4	Truk Berat	$1,0 \times 146,3532 \times 8,957$	1310,885612
5	BUS	$1,0 \times 4,4016 \times 0,1593$	0,70117488
Total			1524,338563

Sumber : Hasil Perhitungan

Maka jumlah kendaraan data ekuivalen permulaan (LEP) adalah 1.524,338563 smp

Menghitung Lintas Ekuivalen Akhir (LEA)

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j (1+i)^{UR} \times C_j \times E_j$$

$$LEA = LEP (1+i)^{UR}$$

$$LEA = 1.524,338563 (1 + 0,1004)^{10} = 3.968,142447$$

Menghitung Lintas Ekuivalen Tengah (LET)

$$LET = \frac{LEP + LEA}{2}$$

$$LET = \frac{1.524,338563 + 3.968,142447}{2} = 2.746,240505$$

Menghitung Lintas Ekuivalen Rencana (LER)

$$LER = LET \times FP$$

$$\text{Dari Rumus : } FP = \frac{UR}{10}$$

Dengan substitusi nilai LET, maka :

$$LER = 2.746,240505 \times 10/10 = 2.746,2405$$

Faktor Regional

$$\text{Jumlah LHR th } 2017 = 39.319$$

$$\text{Jumlah Kendaraan Berat } \geq 13 \text{ Ton} = 137$$

$$\text{Persentase Kendaraan Berat } \geq 13 \text{ Ton:} = 137 \times 100 \% = 0,35 \%$$

39.319

Faktor regional (FR) = 1,5

Perhitungan Tebal Perkerasan

a. Data

- CBR desain = 7,31 % (CBR 90%)
- Lintas Ekuivalen Rencana (LER) = 2.746,2405
- Indeks Perkerasan (IP) = 2,5 (Arteri)
- Faktor Regional = 1,5
- Umur Rencana (UR) = 10 Tahun
- Jenis Perkerasan = Perkerasan Lentur

b. Perhitungan

- CBR desain 7,31% dari penarikan garis pada lampiran korelasi didapat DDT = 5.4
- DDT = 5,4 dari lampiran nomogram 5
- LER = 2746,2405
- ITP=10,5 ~ ITP = 11 cm
- FR=1,5

c. Koefisien Kekuatan Relatif (a), dapat dilihat pada Tabel 2.9, maka diperoleh data sebagai berikut :

$$a_1 = 0,40 ; a_2 = 0,19 ; a_3 = 0,12$$

d. Tebal lapis perkerasan, enentuan nilai D (Batas-batas Minimum Tebal Lapisan Perkerasan) mempergunakan tebal minimum, maka diperoleh data sebagai berikut :

$$D_1 = ? ; D_2 = 0,15 ; D_3 = 0,20$$

$$ITP = a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 + a_3 \times D_3$$

$$0,11 = 0,40 \times D_1 + 0,19 \times 0,15 + 0,12 \times 0,20$$

$$0,11 = 0,40 \times D_1 + 0,0285 + 0,024$$

$$0,11 - 0,0525 = 0,40D_1$$

$$6 = 0,40 \times D_1$$

$$D_1 = \underline{0,0575} = 0,14375 \sim 14 \text{ cm}$$

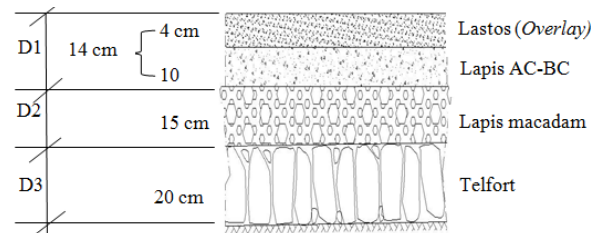
$$0,40$$

Maka Susunan Lapis Perkerasan Jalan :

Lapis Permukaan (Laston MS 744) 14 cm

Lapis Pondasi Atas (Base Course) 15 cm

Lapis Pondasi Bawah (Sub Base Course) 20 cm



Gambar 7. Susunan Tebal Lapis Perkerasan Jalan

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Daya dukung tanah (DDT) pada ruas jalan Metro-Tanjungkari bukan lah penyebab kerusakan pada jalan Metro-Tanjungkari, karena berdasarkan menggunakan *DCP (Dynamic Cone Penetrometer)* dengan nilai CBR yang mewakili adalah didapat dari angka persentase 90% (yang mewakili adalah 7,31%).
2. Dari penelitian yang telah dilakukan untuk perbaikan pada ruas jalan Metro-Tanjungkari masih efektif menggunakan perkerasan lentur (*fleksibel pavement*). Dengan susunan tebal perkerasan sebagai berikut, lapis permukaan menggunakan laston (*overlay*) 4 cm, Lapis AC-BC 10 cm, lapis macadam 15 cm dan Telfort 20 cm.

Saran

1. Metode apapun yang akan digunakan untuk perencanaan lapis perkerasan lentur masih akan terasa kurang baik jika tidak didukung dengan pelaksanaan, pengawasan serta pemeliharaan jalan yang baik.
2. Perlunya peranan masyarakat tentang pentingnya menjaga keadaan kebersihan bahu jalan dan drainase agar pada musim penghujan air tidak menggenangi badan jalan, yang dapat merusak lapis perkerasan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, Metode Analisa Komponen. 1987. Bina Marga.
- Anonim, Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil, “Cara Uji CBR dengan *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP)”. Departemen Pekerjaan Umum.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1987. Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya. PU, Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C. 2007. Pemeliharaan Jalan Raya, Edisi Pertama. Gadjadara University Press. Yogyakarta.
- Hendarsin, Shirley L. 2000, Perencanaan Teknik Jalan Raya. Bandung, Politeknik Negeri Bandung.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 13/PRT/M/2011 Tentang Tata Cara Pemeliharaan dan Penilikan Jalan.
- Shahin, M.Y. (1994). *Pavement Management for Airports Roads and Parking Lots. Library of Congress Cataloging-in-Publication Data*, New York.
- Sukirman, Silvia. 2010. *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur*. Bandung: Nova