

**LAPORAN AKHIR PENELITIAN  
DANA MANDIRI**



**KONSTRUKSI JALAN KOMPOSIT**

**Ketua : Ir. Rahmat Setyadi, MT.    NIDN : 0312055802**  
**Anggota : Rei Rendy Rosady**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA  
SEPTEMBER, 2021**

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian	:	Konstruksi Jalan Komposit
Jenis Penelitian	:	Penelitian Dasar
Bidang Penelitian	:	Engineering and Technology
Tujuan Sosial Penelitian	:	Desain Construction
Peneliti		
a. Nama Lengkap	:	Ir. Rahmat Setyadi, MT
b. NIDN	:	0312055802
c. Jabatan Fungsional	:	Lektor Kepala
d. Program Studi	:	Teknik Sipil
e. Nomor HP	:	0818753325
f. Alamat Surel (e-mail)	:	rssetyadi2023@gmail.com
Anggota Peneliti		
a. Nama Lengkap	:	Rei Rendy Rosady
b. NIDN	:	-
c. Institusi	:	Institut Teknoloji Indonesia
Institusi Sumber Dana	:	Mandiri
Biaya Penelitian	:	Rp. 2.000.000,-

Kota Tangerang Selatan, 11 September 2021

Mengetahui,  
Program Studi Teknik Sipil,  
Ketua,



(Ir. Rachmi Yanita, MT, IPM.  
NIDN : 0330095701

Peneliti,

(Ir. Rahmat Setyadi, MT)  
NIDN : 0312055802

Menyetujui,  
Kepala,  
Pusat Riset dan Pengabdian  
Masyarakat (PRPM-ITI)

(Dr. Ir. Joelianingsih, MT)  
NIDN : 0310076406

## **KATA PENGANTAR**

Segala puji dan syukur kami panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan kesempatan kepada kami dari Program Studi Teknik Sipil - Institut Teknologi Indonesia untuk melaksanakan penelitian, sebagai salah satu upaya memenuhi kegiatan dari Tridharma Perguruan Tinggi.

Penelitian berjudul Konstruksi Jalan Komposit untuk menjawab keingin tahuan masyarakat mengapa konstruksi jalan komposit ini banyak digunakan dinegara lain, dan sering dianggap sebagai salah satu solusi untuk memperpanjang usia jalan.

Penelitian ini dapat terlaksana berkat dukungan dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini perkenankanlah kami menyampaikan terima kasih kepada :

1. Kepala PRPM - ITI
2. Ketua Program Studi Teknik Sipil – ITI
3. Rekan-rekan Dosen Prodi Teknik Sipil

Dan berbagai pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu, yang telah membantu terlaksananya kegiatan penelitian mandiri ini.

Besar harapan kami semoga kegiatan penelitian dapat memberikan sumbangan bagi ilmu pengetahuan umumnya, ilmu teknik sipil pada khususnya.

Tangerang Selatan, 11 September 2021.

(Rahmat Setyadi)

## **ABSTRAK**

Konstruksi jalan komposit telah menunjukkan potensi untuk menjadi alternatif perkerasan yang hemat biaya untuk jalan raya dengan volume lalu lintas tinggi dan padat. Studi ini menyelidiki desain dan kinerja struktur perkerasan komposit yang terdiri dari lapisan fleksibel (lapisan paling atas) di atas dasar lapisan kaku.

Tujuan penelitian ini adalah memahami dasar-dasar tahapan perencanaan konstruksi jalan komposit, dengan menggunakan standar Bina Marga dan standar AASHTO. Metode yang digunakan adalah dengan studi kepustakaan dan menerapkannya pada kasus volume lalu lintas tinggi.

Hasil penelitian terdapat perbedaan antara konstruksi jalan komposit metode Bina Marga dan metode AASHTO pada tahap perencanaan, pelaksanaan dan pemeliharaan.

**Kata Kunci** : konstruksi jalan, konstruksi jalan komposit, perkerasan kaku, perkerasan lentur.

## **ABSTRACT**

Composite road construction has demonstrated the potential to be a cost-effective pavement alternative for high-traffic and high-traffic roads. This study investigates the design and performance of a composite pavement structure consisting of a flexible layer (top layer) on top of a rigid layer base.

The purpose of this study is to understand the basic stages of composite road construction planning, using Bina Marga standards and AASHTO standards. The method used is to study the literature and apply it to cases of high traffic volume.

The results showed that there were differences between the construction of composite roads using the Bina Marga method and the AASHTO method at the planning, implementation and maintenance stages.

**Keywords**: road construction, composite road construction, rigid pavement, flexible pavement.

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAK.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Manfaat Penelitian.....	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Struktur Perkerasan Komposit.....	3
2.2 Potensi Manfaat Perkerasan Komposit.....	5
2.3 Perkembangan Perkerasan Komposit.....	6
2.4 Desain Perkerasan Komposit Metode AASHTO 1993.....	8
2.5 Desain Perkerasan Komposit Metode Bina Marga 2017.....	14
2.6 Kinerja Perkerasan Komposit.....	20
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN DAN TINJAUAN OBJEK STUDI.....	23
3.1 Metodologi Penelitian.....	23
3.2 Gambaran Objek Studi.....	24
3.3 Data Lalu Lintas Harian Rata - Rata.....	25
3.4 Tanah Dasar.....	26
3.5 Kondisi Jalan Eksisting.....	27
BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN.....	29

4.1. Analisa Kinerja Konstruksi Jalan Komposit .....	29
4.2. Analisa Desain Konstruksi Jalan Komposit Dengan Metode Bina Marga 2017 ...	30
4.3. Analisa Desain Konstruksi Jalan Komposit Dengan Metode AASHTO 1993 .....	34
4.4. Analisa Tebal Lapis Tambah Berdasarkan Data Lendutan Metode AASHTO 1993 .....	38
4.5. Analisa Tebal Lapis Tambah Berdasarkan Data Lendutan Metode Bina Marga 2017 .....	39
4.6. Hasil Analisa tebal Lapis Tambah (overlay) Perkerasan Komposit dengan Metode Bina Marga 2017 dan Metode AASHTO 1993 .....	40
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	42
DAFTAR	
REFERENSI .....	43
LAMPIRAN.....	44

# BAB I.

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Ahli Perencanaan Jalan dalam membangun infrastruktur jalan secara konvensional merancang dan mendesain dua jenis konstruksi jalan, fleksibel dan kaku. Pemilihan jenis yang akan digunakan seringkali didasarkan pada proses pemilihan jenis perkerasan, untuk memutuskan alternatif perkerasan terbaik untuk proyek tertentu. Proses ini membantu Ahli Perencanaan Jalan menentukan jenis konstruksi jalan yang paling hemat biaya yang mampu mendukung lalu lintas yang diantisipasi dalam kondisi lingkungan yang ada dan memberikan keamanan dan kenyamanan berkendara kepada masyarakat pengguna.

Konstruksi jalan komposit telah menunjukkan potensi yang baik untuk menjadi alternatif perkerasan yang ekonomis untuk jalan dengan volume lalu lintas tinggi. Ada beberapa jenis struktur perkerasan komposit; dalam penelitian ini, perkerasan komposit didefinisikan sebagai struktur multi-lapisan di mana terdapat lapisan fleksibel (lapisan paling atas) di atas lapisan kaku. Lapisan fleksibel (*asphalt concrete*) (misalnya, *dense-graded hot-mix asphalt* [HMA], *stone matrix asphalt* [SMA], *open-graded friction course* [OGFC], dan lain-lain.) memberikan permukaan jalan yang mulus, aman, dan nyaman, sedangkan lapisan kaku (misalnya, *cement-treated base* [CTB], *roller-compacted concrete* [RCC], *continuously reinforced concrete pavement* [CRCP]) memberikan lapisan dasar yang kaku dan kuat. Lapisan dasar kaku dengan modulus tinggi ini cenderung mengubah konsep perkerasan konvensional di mana modulus lapisan berkurang dengan bertambahnya kedalaman. Pada struktur komposit, kekakuan lapisan dasar (*rigid layer*) lebih besar dari pada lapisan permukaan (*flexible layer*).

Struktur komposit juga dikenal sebagai struktur komposit semi-kaku atau fleksibel di negara lain. Perkerasan ini telah banyak digunakan di jalan di mana terdapat volume lalu lintas tinggi (lebih 50 juta *equivalent single axle loads* [ESAL]), dengan jumlah truk bermuatan berat (dengan ESAL tinggi), dan perancang mendesain perkerasan

dengan umur rencana panjang dengan minimum perawatan (seperti penggantian permukaan jalan yang aus) (Nunn, 2004; Jofre dan Fernandez, 2004).

## **1.2. Rumusan Masalah**

Rumusan Permasalahan pada penelitian ini adalah :

- a. Bagaimana merencanakan konstruksi jalan komposit sesuai standar Bina Marga 2017 ?
- b. Bagaimana merencanakan konstruksi jalan komposit sesuai standar *America Asociation of State Highway Traffic Officials* (AASHTO) 1993 ?
- c. Bagaimana hasil perencanaan konstruksi jalan komposit standar Bina Marga 2017 dibandingkan dengan perencanaan konstruksi jalan komposit menurut standar AASHTO 1993 ?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah

- a. Dapat merencanakan konstruksi jalan komposit sesuai standar AASHTO dan Bina Marga
- b. Dapat diketahui perbedaan perencanaan konstruksi jalan komposit menurut standar AASHTO dengan Bina Marga.
- c. Menerapkannya dalam perencanaan jalan komposit dengan beban volume lalu-lintas tinggi.

## **1.4. Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah untuk memberikan informasi ilmiah tentang desain konstruksi jalan komposit, dengan rincian berikut ;

- a. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberi pemahaman tentang pemanfaatan konstruksi jalan komposit untuk diterapkan pada perkerasan jalan dengan beban lalu lintas tinggi.
- b. Sebagai masukan bagi masyarakat jasa konstruksi yang bergerak dibidang penyedia material jalan.



## **BAB II.**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Struktur Perkerasan Komposit**

Perkerasan komposit telah dipelajari selama bertahun-tahun. Perkerasan komposit dikenal sebagai struktur perkerasan semi kaku *semi-rigid pavement structures* (NCHRP, 2004), perkerasan komposit premium *premium composite pavements* (Von Quintus, 1979; Hudson dan Roberts, 1981), perkerasan umur panjang *long-life pavements* (Nunn et al., 1997), dan perkerasan komposit fleksibel *flexible composite pavements* (Nunn et al., 2004).

Struktur perkerasan komposit didefinisikan sebagai struktur yang terdiri dari dua atau lebih lapisan yang menggabungkan karakteristik yang berbeda dan berperilaku sebagai satu bahan komposit (Smith, 1963). Dua bahan yang paling umum digunakan yang menyusun struktur komposit ini, adalah lapisan fleksibel (misalnya, HMA) dan lapisan kaku (misalnya, PCC, *cement-treated base* [CTB], *cement stabilized base* [CSB], *rolling compacted concrete* [RCC] ), atau beton campuran ramping). Tidak ada definisi tunggal yang berlaku untuk perkerasan komposit karena *overlay* HMA pada CTB dapat dianggap sebagai perkerasan komposit; demikian pula, *overlay* PCC tipis pada lapisan HMA, yang dikenal sebagai *whitetopping*, juga dianggap sebagai perkerasan komposit. Selanjutnya, lapisan permukaan PCC yang diaplikasikan di atas lapisan PCC lain sebelum lapisan bawah mengeras dapat dianggap sebagai perkerasan komposit “basah di atas basah”. Pada penelitian ini, sistem perkerasan komposit yang diteliti adalah sistem perkerasan kaku yang dilapisi dengan lapisan lentur seperti pada contoh penampang pada **Gambar 2.1**.



**Gambar 2.1.** Penampang Tipikal Perkerasan Komposit

Perkerasan komposit, jika dibandingkan dengan perkerasan lentur atau kaku konvensional, memiliki potensi untuk memberikan tingkat kinerja yang lebih baik baik secara struktural maupun fungsional (aspek teknis) sekaligus menjadi alternatif yang ekonomis dari pada perkerasan lentur dan kaku konvensional desain perkerasan jalan (aspek ekonomi).

Beberapa manfaat umum yang dapat diberikan oleh perkerasan komposit adalah (Donald, 2003; Jofre dan Fernandez, 2004; Nunn, 2004):

- Dukungan kuat untuk lapisan fleksibel yang disediakan oleh lapisan dasar yang merupakan lapisan kaku
- Tingkat kemudahan berkendara yang baik dari perkerasan dan kenyamanan pengemudi dengan menyediakan permukaan jalan yang mulus dan nyaman
- Sifat gesekan permukaan perkerasan yang memadai
- keberlanjutan integrasi struktural dasar kaku yang disediakan oleh lapisan permukaan aspal, yang dapat diganti secara berkala
- Pencegahan merembesnya air hujan dan air permukaan ke lapisan perkerasan kaku, karena perlindungan yang diberikan oleh lapisan aspal (lapisan kedap air)
- Pengurangan gradien suhu pada lapisan kaku karena insulasi yang diberikan oleh lapisan permukaan aspal di atasnya.

Perbedaan antara perkerasan lentur, perkerasan komposit dan perkerasan kaku; dijelaskan dalam **Tabel 2.1**.

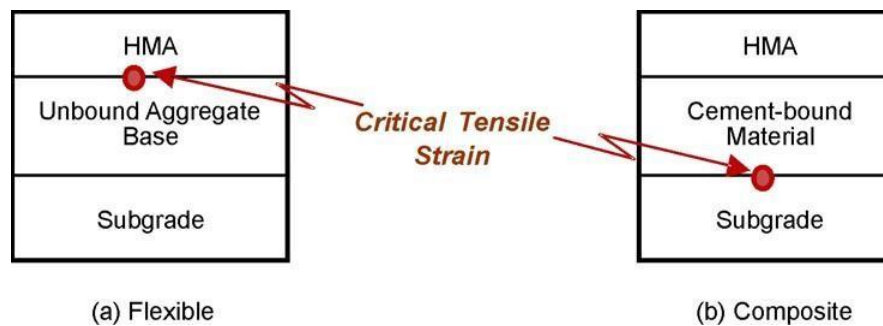
**Tabel 2.1.** Perbedaan antara perkerasan Lentur, Kaku dan Komposit

No	Perincian	Perkerasan Lentur	Pekerasan Komposit	Pekerasan Kaku
1	Kenyamanan	Memuaskan pemakai	Cukup baik	Bising, Kurang baik untuk lalu-lintas
2	Ketahanan	Kurang kuat	Kuat	Kuat
3	Kekakuan	Kurang	Tinggi	Lebih tinggi
4	Jumlah lapisan	Lebih banyak	Cukup	Cukup
5	Kelas konstruksi	Kelas tinggi	Kelas tinggi	Kelas tinggi
6	Keawetan	Kurang awet	Awet	Awet
7	Pemeliharaan	Sering / Berat	Kecil / Ringan	Kecil / Ringan
8	Kemampuan penyebaran gaya ke bawah	Kurang efektif	Efektif	Efektif
9	Tebal lapisan konstruksi	Lebih tebal	Lebih tipis	Tipis
10	Biaya konstruksi	Awal tinggi; Pemeliharaan tinggi; Total Tinggi	Awal rendah; Pemeliharaan Rendah; Total rendah	Awal rendah; Pemeliharaan Rendah; Total rendah
11	Kemudahan dalam overlay	Mudah	Mudah	Cukup

Sumber : Perkerasan Jalan Beton Semen Portland Metode AASHTO, 1993.

## 2.2. Potensi Manfaat Perkerasan Komposit

Donald (2003) membahas bagaimana mekanisme jenis perkerasan lentur konvensional, dengan lapisan perkerasan aspal tebal yang ditempatkan pada lapisan dasar agregat yang tidak terikat dan lapisan tanah dasar granular. Jenis struktur perkerasan lentur konvensional ini terutama bergantung pada HMA untuk kekakuannya, karena HMA adalah lapisan yang menyediakan sebagian besar kapasitas struktural. Oleh karena itu, regangan tarik di bagian bawah lapisan HMA perlu dianalisis saat merancang perkerasan lentur seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2.2. (a)** Ini berarti bahwa risiko retak lelah (*fatigue lentur*) yang dimulai di bagian bawah lapisan HMA dan merambat ke atas perlu dipertimbangkan. Dalam struktur komposit, seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2.2. (b)**, lokasi regangan kritis untuk kelelahan lentur (regangan tarik) digeser ke lokasi tegangan tarik di bagian bawah lapisan kaku.



**Gambar 2.2.** Pergeseran Lokasi Regangan Kritis dari (a) Tipikal Perkerasan Fleksibel (Kiri) ke (b) Perkerasan Komposit (Kanan)

### 2.3. Perkembangan Perkerasan Komposit

Perkerasan komposit telah diterapkan di seluruh dunia dalam beberapa dekade terakhir. Di Eropa, perkerasan komposit telah digunakan secara luas; negara-negara seperti Jerman, Perancis, dan Spanyol dikenal karena penggunaan struktur semi-kaku yang berumur panjang secara luas di jaringan jalan utama, yang mencakup 30% hingga 50% dari sistem jalan raya (Thogersen et al., 2004).

Di Inggris perencanaan perkerasan jalan telah menggunakan dua desain untuk perkerasan komposit fleksibel mereka selama 20 tahun terakhir. Desain pertama memiliki masa pakai hingga 20.000.000 ekuivalen beban gandar tunggal (ESAL) selama 20 tahun dan memiliki struktur yang terdiri dari dasar beton kurus (*lean concrete base*) dengan ketebalan maksimum 250 mm (10 in) dengan permukaan hingga 150 mm (6 inci) dari HMA. Desain kedua adalah untuk masa pakai lebih dari 20.000.000 ESAL dan terdiri dari HMA setebal 200 mm di atas dasar beton ramping *lean concrete base* (Parry et al., 1997). Inggris memiliki, pada tahun 1999, 649 km perkerasan komposit di jaringan jalan utama mereka, yang telah dibangun antara tahun 1959 dan 1987 dan telah membawa antara 8 dan 97 juta beban gandar tunggal (MSA). Sebuah studi kinerja perkerasan komposit diterbitkan oleh Parry et al. (1999) menyimpulkan bahwa ada variabilitas yang cukup besar dalam kinerja struktur komposit ini. Secara khusus, ketebalan lapisan aspal yang dibutuhkan selama pemeliharaan sangat bervariasi. Panduan Desain Perkerasan Inggris yang baru mencakup bagian baru yang berhubungan

dengan desain perkerasan komposit fleksibel dan yang bertujuan untuk merancang struktur perkerasan untuk tingkat lalu lintas 100 MSA atau lebih (U.K., 2006).

Sebuah studi oleh Merrill et al. (2006) meninjau pengalaman perkerasan komposit di Eropa. Penulis menemukan bahwa perkerasan komposit dari Inggris, Belanda, dan Hungaria berkinerja memuaskan dalam hal rutting, cracking, dan defleksi. Umur yang diharapkan dari struktur perkerasan semi kaku ditemukan secara statistik lebih lama daripada struktur perkerasan fleksibel yang sebanding. Struktur semi-kaku dengan lapisan yang relatif tipis (ketebalan total 250 mm [10 in]) berkinerja memuaskan untuk umur panjang bahkan di bawah lalu lintas padat. Selain itu, pengamatan lapangan menegaskan bahwa struktur komposit cenderung memiliki umur yang lebih panjang (yaitu, mereka dapat diklasifikasikan sebagai perkerasan umur panjang).

Ada penggunaan yang sangat luas dari perkerasan komposit di Spanyol seperti yang didokumentasikan oleh Jofre dan Fernandez (2004). Struktur perkerasan komposit di Spanyol disebut perkerasan semi kaku karena cenderung tidak menggunakan perkerasan beton semen portland (PCCP) sebagai dasarnya.

Sebaliknya mereka menggunakan berbagai jenis dasar kaku yang terutama berbeda satu sama lain dalam kandungan semen dan jenis agregat. Karakterisasi dasar kaku khas yang disajikan oleh Jofre dan Fernandez dirangkum dalam **Tabel 2.2**.

Di Amerika Serikat, perkerasan komposit biasanya merupakan hasil dari rehabilitasi PCCP, yang terdiri dari overlay HMA di atas perkerasan kaku yang rusak dan dengan demikian menciptakan struktur komposit. Jenis tindakan rehabilitasi ini digunakan untuk mengembalikan kinerja fungsional perkerasan eksisting dan/atau meningkatkan kapasitas struktural untuk menangani lalu lintas yang bertambah dan lebih berat. Kinerja perkerasan komposit dapat bervariasi karena faktor yang berbeda, seperti desain dasar kaku, pemilihan jenis HMA yang memadai, kemampuan konstruksi, dan pemeliharaan. Sebuah studi perkerasan komposit disajikan oleh Hein et al. (2002) menyimpulkan bahwa:

- Penggunaan interlayer HMA bergradasi terbuka tidak mengurangi retak refleksi
- Ada kerusakan awal (3 tahun sampai 5 tahun) karena retak reflektif pada HMA dari diskontinuitas lapisan kaku yang mendasarinya
- Peringkat kondisi perkerasan yang hanya didasarkan pada permukaan HMA tidak secara akurat mencerminkan kondisi struktur perkerasan secara keseluruhan dan/atau

dasar beton, misalnya patahan dan *spalling* mungkin secara efektif tersembunyi dari pandangan.

**Tabel 2.2.** Sifat Pondasi Perkerasan Kaku yang Digunakan di Spanyol

Rigid Base	7-Day Compressive Strength	E-modulus	Description
Soil-Cement	> 2.5 MPa <sup>a</sup> (> 360 psi)	6,000 to 10,000 MPa (870 to 1,450 ksi) <sup>b</sup>	Granular material + cement content 3 to 7%
Gravel-Cement	> 4.5 MPa (> 650 psi)	20,000 MPa (2,900 ksi)	No fine material and a dense gradation
Gravel-Cement Type II	> 8 MPa (> 1,160 psi)	25,000 MPa (3,600 ksi)	Similar to gravel-cement, except for a higher cement content 5 to 7%
Lean-Mix Compacted Concrete	> 12 MPa (> 1,740 psi)	25,000 MPa (3,600 ksi)	Cement content 5 to 10%. Similar to the RCC in the U.S.
Compacted Concrete	> 18 MPa (> 2,600 psi)	33,000 MPa (4,790 ksi)	Cement content 10 to 14%

<sup>a</sup>1 MPa = 145.04 psi; <sup>b</sup>1 ksi = 1,000 psi

#### 2.4. Desain Perkerasan Komposit Metode AASHTO 1993

Sub bab ini membahas metode AASHTO 1993 yang akan digunakan untuk merancang struktur perkerasan komposit.

Panduan AASHTO 1993 untuk Desain Struktur Perkerasan dapat digunakan untuk merancang dua perkerasan komposit yang berbeda:

- (1) Perkerasan lentur baru dengan dasar yang diolah dengan semen (atau tanah-semen)
- (2) Perkerasan PCC yang direhabilitasi menggunakan bagian di panduan untuk desain overlay AC PCC (baik perkerasan beton polos bersambung [JPCP] dan perkerasan beton bertulang terus menerus [CRCP]).

Pada alternatif pertama, sangat penting untuk memilih koefisien lapisan yang tepat  $a_2$ , untuk base yang distabilkan untuk menggunakan persamaan desain SN fleksibel:

$$SN = a_1 D_1 + m_2 a_2 D_2 + m_3 a_3 D_3 \dots \dots \dots (2.1)$$

di mana :

SN = Structural Number

$a_1, a_2, a_3$  = koefisien lapisan

$m_2, m_3$  = koefisien drainase

$D_1, D_2, D_3$  = ketebalan setiap lapisan dalam inci (lapisan 1 = HMA, lapisan 2 = base, lapisan 3 = sub base).

$$(E_c = -34.367 + 2006.8(q_u)^{0.7784} \dots\dots\dots (2.2)$$

dimana :

$$a_2 = -2.7170 + 0.49711 \times \text{Log}(E_c) \dots\dots\dots (2.3)$$

$E_c$  = chord modulus (MPa)

$q_u$  = unconfined compressive strength (MPa).

Sebuah studi yang dilakukan oleh Richardson (1996) memberikan persamaan umum yang dapat digunakan untuk menentukan modulus,  $E_c$ , dari berbagai bahan yang disemen (misalnya, semen tanah, dasar yang diolah dengan semen, tanah yang distabilkan dengan semen) dan dengan itu, menghitung lapisan koefisien  $a_2$ . Setelah koefisien material yang disemen dan semua parameter lain yang diperlukan diperoleh, struktur komposit dapat dirancang.

Alternatif kedua untuk menggunakan panduan AASHTO 1993 didasarkan pada prosedur untuk merancang rehabilitasi perkerasan PCC dengan overlay AC. Dalam hal ini, langkah pertama adalah merancang perkerasan PCC konvensional, dengan kata lain, menghitung ketebalan untuk memenuhi permintaan lalu lintas masa depan,  $D_f$ . Setelah ketebalan pelat diperoleh, dapat diasumsikan bahwa menempatkan lapisan AC dengan ketebalan sekitar 50 mm (2 in) akan memungkinkan penurunan 25 mm (1 in) lapisan PCC. Hal ini karena prosedur “Overlay AC dari Perkerasan PCC” panduan menunjukkan bahwa ketebalan yang diperlukan,  $D_{OL}$ , dari overlay AC PCC dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$D_{OL} = A(D_f - D_{eff}) \dots\dots\dots (2.4)$$

di mana :

$A$  = faktor untuk mengubah kekurangan ketebalan PCC menjadi ketebalan lapisan AC

$D_f$  = ketebalan pelat untuk membawa lalu lintas masa depan (in)

$D_{eff}$  = tebal efektif pelat eksisting (in).

Oleh karena itu, ada dua asumsi yang dibuat. Pertama, dalam desain perkerasan komposit baru,  $D_{eff}$  sama dengan  $D_f$  karena layak untuk mengasumsikan bahwa PCCP yang baru dibangun tidak akan mengalami kesulitan, sehingga tidak ada faktor penyesuaian yang ditunjukkan pada Persamaan (2.5) yang dapat diterapkan.

$$D_{\text{eff}} = F_{\text{jc}} \times F_{\text{dur}} \times F_{\text{fat}} \times D \dots \dots \dots (2.5)$$

Di mana :

D = tebal pelat asli (ini akan sama dengan tebal dasar kaku)

$F_{\text{jc}}$  ,  $F_{\text{dur}}$  ,  $F_{\text{fat}}$  = faktor penyetulan untuk sambungan dan retak, durabilitas, dan fatik = 1.

Asumsi kedua melibatkan faktor A dari Persamaan (2.4). Menurut panduan, faktor A dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$A = 2.2233 + 0.0099 (D_f - D_{\text{eff}})^2 - 0.1534 (D_f - D_{\text{eff}}) \dots \dots \dots (2.6)$$

Dengan asumsi bahwa  $D_f = D_{\text{eff}}$ , akan diperoleh nilai konservatif  $A = 2,2233$ . Nilai A yang lebih rendah, dan akibatnya ketebalan HMA, dapat diperoleh jika menggunakan nilai  $D_f$  dan  $D_{\text{eff}}$  aktual. Misalnya, lapisan HMA 150 mm (6 in.) diperlukan untuk menggantikan ketebalan HMA sebesar 87,5 mm (3,5 in) PCCP dalam contoh yang dipertimbangkan dalam penelitian ini. Setelah ketebalan lapisan dihitung, biasanya dibulatkan ke 0,5 inci terdekat.

**Metode perancangan tebal perkerasan komposit metode AASHTO adalah sebagai berikut:**

**1. Menghitung Beban Lalu Lintas**

Beban lalu lintas berupa nilai akumulasi beban sumbu kendaraan (W18). Nilai-nilai tersebut dipakai untuk mewakili beban lalu lintas dari yang tergolong kendaraan terkecil sampai kendaraan terbesar.

**2. Nilai CBR Tanah Dasar**

Penentuan angka CBR tanah dasar (subgrade) diwakilkan dengan nilai CBR rata-rata di lihat dari yang terkecil sampai dengan yang terbesar.

**3. Deviasi Normal Standar (ZR)**

Deviasi Normal Standar mengacu pada **Tabel 2.3**. di ambil dari AASHTO 1993 Halaman I-62.



**Tabel 2.3.** Nilai Standar Deviasi Normal untuk Tingkat Reliability,  $R$

R (%)	$Z_R$	R (%)	$Z_R$
50	-0,000	93	-1,476
60	-0,253	94	-1,555
75	-0,674	96	-1,751
80	-0,841	97	-1,881
85	-1,037	98	-2,054
90	-1,282	99	-2,327
91	-1,340	99,9	-3,090
92	-1,405	99,99	-3,750

**Tabel 2.4.** Deviasi standar keseluruhan ( $S_0$ )

Deviasi Standar Keseluruhan di ambil dari (AASHTO 1993 Halaman I-62)

(3) The range of  $S_0$  values provided in Part II (Section 2 1 3) are based on the values identified above

0 30–0 40 Rigid Pavements  
0 40–0 50 Flexible Pavements

#### 4. Nilai $\Delta$ PSI

Untuk mencari nilai  $\Delta$ PSI dapat dicari dengan rumus atau persamaan berikut

$$\Delta\text{PSI} = \Delta\text{PSITR} + \Delta\text{PSISW} + \Delta\text{PSIFH} \dots \dots \dots (2.7)$$

#### 5. Koefisien Drainase (m)

Sesuai dengan data sekunder didapat kualitas drainase yang baik dengan waktu struktur perkerasan diberi dampak kadar air yang mendekati jenuh yakni 20%. Untuk menentukan nilai koefisien drainase (m) dapat digunakan **Tabel 2.5.**

**Tabel 2.5.** Koefisien drainase (m) modifikasi koefisien kekuatan relatif material

Kualitas Drainase	Prosentase waktu struktur perkerasan diberi dampak kadar air yang mendekati jenuh			
	<1%	1 – 5%	5 – 25%	>25%
Sangat Bagus	1,4 – 1,35	1,35 – 1,30	1,30 – 1,20	1,20
Bagus	1,35 – 1,25	1,25 – 1,115	1,115 – 1,00	1,00
Sedang	1,25 – 1,115	1,15 – 1,05	1,00 – 0,80	0,80
Jelek	1,15 – 1,05	1,05 – 0,80	0,80 – 0,60	0,60
Sangat Jelek	1,05 – 0,95	0,95 – 0,75	0,75 – 0,40	0,40

## 6. Koefisien Kekuatan Relative Bahan (a)

Dalam menentukan koefisien lapisan dapat menggunakan **Tabel 2.8**. Selanjutnya dalam menentukan modulus elastisitas setiap lapisan digunakan nomogram.

## 7. Perhitungan Nilai SN (Structural Number)

Menghitung SN bisa dilaksanakan memakai 2 cara, yang pertama memakai nomogram serta yang kedua memakai cara coba – coba (trial and error).

## 8. Perhitungan Tebal Lapis Perkerasan

Untuk mendapatkan angka SN dilakukan dengan cara coba-coba. Dari cara coba-coba didapatkan nilai SN1 setelah nilai SN didapatkan, maka dihitung tebal perkerasan lentur.

- Lapis permukaan

$$D1 = SN1/a1 \dots\dots\dots (2.8)$$

Nilai D1 yang di hitung mencukupi persyaratan minimal tebal lapis perkerasan lentur, lalu kontrol angka SN memakai rumus yakni:

Kontrol :

$$SN1^* = a1 \times D1^* \geq SN1 \dots\dots\dots (2.9)$$

- Lapis Pondasi Atas

Cara coba-coba selanjutnya di dapat SN2

$$D2 = SN2 - SN1^* / a2m2 \dots\dots\dots (2.10)$$

Nilai D2 yang di hitung tak mencukupi persyaratan minimal tebal lapis perkerasan lentur, Maka dipakai tebal minimal yang sesuai dengan syarat yaitu :

$$SN2^* = a2 \times D2^* \times m2 \dots\dots\dots (2.11)$$

Kontrol :

$$SN1^* + SN2^* \geq SN2 \dots\dots\dots (2.12)$$

- Lapis Pondasi Bawah

Cara coba-coba selanjutnya didapat SN3

$$D3 = \{SN3 - (SN1^* + SN2^*)\} / a3m3 \dots\dots\dots (2.13)$$

Nilai D3 yang di hitung tidak mencukupi persyaratan minimal tebal lapis perkerasan lentur.

$$SN3^* = a3 \times D3^* \times m3 \dots\dots\dots (2.14)$$

Kontrol :

$$SN1^* + SN2^* + SN3^* \geq SN3 \dots\dots\dots (2.15)$$

Dari perhitungan yang diperoleh tebal total ( $D1^*+D2^*+D3^*$ )

Untuk mendapatkan capaian tebal perkerasan Komposit jalan baru dari lapis permukaan (surface), lapis pondasi atas (base) serta lapis pondasi bawah (subbase) dilakukan perhitungan lapis tebal perkerasan secara berulang-ulang sehingga didapatkan variasi tebal perkerasan komposit.

### Design Perkerasan Komposit Dalam Tebal Lapis Tambah

Langkah-langkah perhitungan tebal lapis tambah (*overlay*) dengan metode lendutan AASHTO 1993 ialah:

**1. Menghitung lintas ekuivalen sepanjang umur rencana (W18)**

**2. Menghitung modulus resilien tanah dasar (MR)**

dengan menggunakan rumus :

$$M_R = \frac{0,24 P}{d_r r}$$

MR = modulus resilien tanah dasar capaian dari kalkulasi balik, psi

P = beban yang dipakai, lbs.

dr = lendutan di jarak r dari pusat pembebanan, inci

r = jarak dari pusat pembebanan, inci

**3. Menetapkan reliability (R)**

**4. Menetapkan serviceability / indeks layanan (IPo serta IPT) di perkerasan lentur**

**5. Menetapkan deviasi standar normal (ZR)**

**6. Menetapkan deviasi standar semua (S0)**

**7. Menetapkan balik modulus efektif perkerasan (Ep)**

$$d_0 = 1,5 p . a \left[ \frac{1}{M_R \sqrt{1 + \left( \frac{D^3 E_p}{a^3 M_R} \right)^2}} + \frac{1}{E_p} \right] \dots \dots \dots (2.17)$$

dimana:

$d_0$  = lendutan yang diukur dipusat pembebanan serta guna temperature standar 68°F, inch

a = jari-jari pelat pembebanan, inch

- D = jumlah tebal lapisan perkerasan diatas tanah dasar, inch  
 E<sub>p</sub> = modulus efektif semua lapisan struktur perkerasan diatas tanah dasar, psi.

### 8. Menentukan koefisien lapis bahan aspal (a<sub>OL</sub>)

$$H_{OL} = \frac{SN_{OL}}{a_{OL}} = \frac{SN_f - SN_{eff}}{a_{OL}}$$

yakni:

- ITP<sub>OL</sub> = ITP yang diperlukan guna *overlay*  
 a<sub>OL</sub> = koefisien kekuatan relatif  
 H<sub>OL</sub> = tebal lapis tambah  
 ITP<sub>f</sub> = ITP yang dihitung di prosedur 5  
 ITP<sub>eff</sub> = ITP yang dihitung di prosedur 6

### 9. Menghitung angka struktural efektif eksisting (SN<sub>eff</sub>)

$$SN_{eff} = 0,0045 D \sqrt[3]{E_p}$$

yakni:

- D = tebal total lapisan perkerasan di atas tanah dasar, inch  
 E<sub>p</sub> = modulus efektif semua lapisan struktur perkerasan di atas tanah dasar, psi

### 10. Menghitung angka struktural efektif rencana (SN<sub>f</sub>)

### 11. Menghitung tebal overlay

## 2.5. Desain Perkerasan Komposit Metode Bina Marga 2017

Metode perancangan tebal perkerasan komposit oleh Bina Marga ialah:

### 1. Nilai Daya Dukung Tanah (DDT) dan CBR

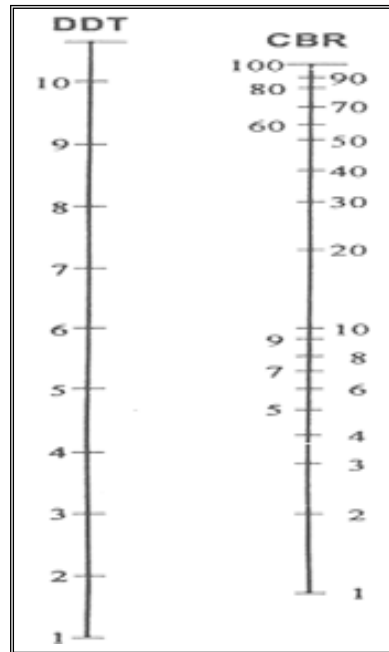
Di Indonesia, DDT guna keperluan perancangan tebal perkerasan ditetapkan lewat mengkaji angka CBR. DDT ditentukan berdasar grafik hubungan. Yang dimaksudkan dengan harga CBR ialah nilai CBR lapangan ataupun CBR Laboratorium. Sesuai nilai CBR yang didapat, ditetapkan angka CBR rencana yang ialah angka CBR rerata guna sebuah trayek tertentu.

Metode analisisnya ialah:

- Menententukan nilai daya dukung tanah bersama pengujian CBR
- Dari angka CBR yang ada, menentukan nilai CBR yang mewakili di satu segmen.

$$\text{Rumus} = \text{CBR mewakili} = \text{CBR rata - rata} \left( \frac{\text{CBRmax} - \text{CBRmin}}{R} \right) \dots (2.20)$$

- c. Dari nilai CBR yang mewakili (CBR segmen) dilihat pada gambar grafik ataupun nomogram diperoleh DDT dan digambarkan dalam gambar grafik korelasi antara DDT serta CBR.



**Gambar 2.3.** Korelasi Daya Dukung Tanah (DDT) dengan CBR

## 2. Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Konstruksi perkerasan jalan menerima beban lalu lintas yang disalurkan lewat roda kendaraan. Jumlah beban yang dipindahkan bergantung pada jumlah berat kendaraan, konfigurasi poros, bidang kontak antara roda dan perkerasan, dan kecepatan kendaraan. (Sukirman S, 1994).

Angka Ekuivalen (E) untuk setiap kelompok beban gandar (tiap kendaraan) ditetapkan berdasar rumus yakni:

- a. Angka Ekuivalen

$$\text{Sumbu Tunggal} = \left[ \frac{\text{beban sumbu tunggal (kg)}^4}{8160} \right] \dots (2.21)$$

- b. Angka Ekuivalen

$$\text{Sumbu Tunggal} = 0.086 \left[ \frac{\text{beban sumbu tunggal (kg)}^4}{8160} \right] \dots (2.22)$$

**Tabel 2.6.** Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Beban Sumbu		Nilai Ekuivalen	
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	15423	0.5415	0.0466
8000	17637	0.9238	0.0794
8160	18000	1.0000	0.0860
9000	19841	1.4798	0.1273
10000	22046	2.2555	0.1940
11000	24251	3.3022	0.2840
12000	26455	4.6770	0.4022
13000	28660	6.4419	0.5540
14000	30864	8.6647	0.7450
15000	33069	11.4148	0.9820
16000	35276	14.7815	1.2712

**3. Perhitungan Lalu Lintas Harian Rata-Rata Dan Rumus– Rumus Umum Lintas Ekuivalen**

a. LHR untuk tiap macam kendaraan ditetapkan di awal rencana, yang dihitung untuk ke dua arah di jalan tanpa median ataupun setiap segmen di jalan dengan median.

b. LEP dihitung memakai rumus

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \times C_j \times E_j \dots\dots\dots (2.23)$$

Yakni : j = Macam kendaraan

c. Rumus LEA dihitung memakai rumus berikut :

$$LEA = \sum_{j=1}^n LHR_j (1 + i)^{UR} \times C_j \times E_j \dots\dots\dots (2.24)$$

Yakni : j = Macam kendaraan , i = Pertumbuhan Lalu Lintas

d. Rumus LET dihitung memakai rumus berikut:

$$LET = \frac{LEP + LEA}{2} \dots\dots\dots (2.25)$$

e. Rumus LER dikalkulasi memakai rumus yakni:

$$LER = LET \times FP \dots\dots\dots (2.26)$$

f. Rumus FP itu ditetapkan memakai rumus yakni:

$$FP = \frac{UR}{10} \dots\dots\dots (2.27)$$

#### 4. Faktor Regional (FR)

Faktor regional ialah faktor lokal, mengaitkan kondisi serta iklim daya dukung tanah dasar serta perkerasan. Faktor wilayah berguna memfokuskan perbedaan kondisi jalan antara jalan yang satu bersama jalan yang lainnya (Sukirman S, 1994).

Bina marga menyediakan berbagai angka guna itu selaras dengan Tabel Faktor Regional di bawah ini.

Faktor regional diberi dampak :

- a. % Kendaraan Berat;
- b. Kelandaian Maksimal;
- c. Curah Hujan.

$$\% \text{ Kendaraan Berat} = \frac{\text{Jumlah Kendaraan yang beratnya} > 5 \text{ ton}}{\text{Jumlah Kendaraan Keseluruhan}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.28)$$

**Tabel 2.7.** Faktor Regional (FR)

Curah Hujan	Kelandaian					
	I ( < 6 % )		II ( 6 – 10 % )		III ( > 10 % )	
	% Kendaraan Berat					
	≤ 30 %	> 30 %	≤ 30 %	> 30 %	≤ 30 %	> 30 %
Iklim I < 900 mm/th	0.5	1.0 – 1.5	1.0	1.5 – 2.0	1.5	2.0
Iklim II > 900 mm/th	1.5	2.0 – 2.5	2.0	2.5 – 3.0	2.5	3.0 – 3.5

Sumber: Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Metode Analisa Komponen Departemen Pekerjaan Umum, 1987.

#### 5. Menentukan Indeks Permukaan Awal (IPo)

IPo ialah angka yang menjabarkan macam lapisan permukaan serta ketangguhannya, sesuai yang ditunjukkan pada tabel yakni:

**Tabel 2.8.** Indeks Permukaan Awal (IPo)

JENIS LAPISAN PERKERASAN	IPo	ROUGHNESS
Laston	≥ 4	≤ 1000
	3.9 – 3.5	> 1000
Asbuton / HRA Burda	3.9 – 3.5	≤ 2000
	3.4 – 3.0	> 2000
	3.9 – 3.5	< 2000
Burtu	3.4 – 3.0	> 2000
Lapen	3.4 – 3.0	≤ 3000
	2.9 – 2.5	> 3000
Lapis Pelindung	2.9 – 2.5	
Jalan Tanah	< 2.4	
Jalan Kerikil	< 2.4	

## 6. Menentukan Indeks Permukaan Akhir (IPt)

IPt ialah angka kerataan atau kehalusan dan ketangguhan permukaan yang berhubungan bersama taraf layanan lalu lintas yang melalui.

Keadaan perkerasan diakhir usia rencana ialah:

IPt = 1.0 : Menjabarkan permukaan jalan dikondisi rusak berat hingga amat menghambat lalu lintas

IPt = 1.5 : Merupakan tingkat layanan jalan terendah yang tengah di lewati kendaraan.

IPt = 2.0 : Merupakan tingkat layanan terendah guna jalan yang tengah konstan

IPt = 2.5 : Tingkat layanan permukaan jalan tengah cukup konstan serta baik.

**Tabel 2.9.** Indeks Permukaan Akhir (IPt)

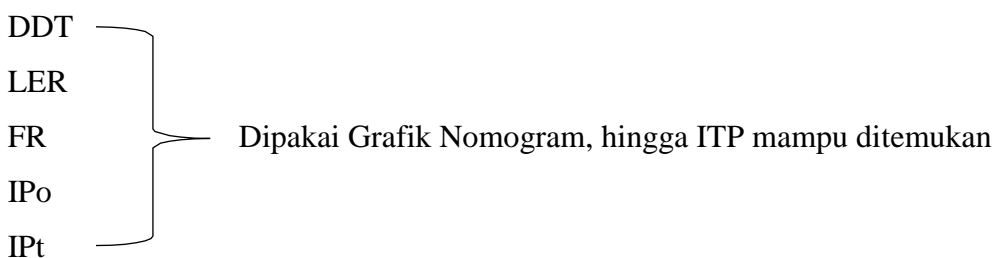
LER	KLASIFIKASI JALAN			
	Lokal	Kolektor	Arteri	Tol
< 10	1.0 – 1.5	1.5	1.5 – 2.0	-
10 – 100	1.5	1.5 – 2.0	2.0	-
100 – 1000	1.5 – 2.0	2.0	2.0 – 2.5	-
> 1000	-	2.0 – 2.5	2.5	2.5

(Sumber: Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Metode Analisa Komponen Departemen Pekerjaan Umum, 1987)

## 7. Menentukan indeks tebal perkerasan (ITP)

Bersama memakai nomogram 3 dengan IPt 2.0 serta Ipo > 4 dengan DDT, LER, FR, Ipo, IPt didapat data ITP.

Bersama data yang dibutuhkan :



## 8. Menentukan koefisien kekuatan relatif (a)

a dari tiap macam lapisan perkerasan yang ditetapkan. Besaran a mampu ditinjau tabel a yakni :



**Tabel 2.10.** Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koef. Kekuatan Bahan Relatif			KEKUATAN BAHAN			JENIS BAHAN
a1	a2	a3	MS kg	Kt Kg/cm	CBR (%)	
0.40	-	-		-		Laston
0.35	-	-		-		
0.32	-	-		-		
0.30	-	-		-		
0.35	-	-	744	-	-	Lasbutag
0.31	-	-	590	-	-	
0.28	-	-	454	-	-	
0.26	-	-	340	-	-	
0.30	-	-	340	-	-	Hot Rolled Asphalt
0.26	-	-	340	-	-	Aspal Macadam
0.25	-	-	-	-	-	Lapen (Mekanis)
0.20	-	-	-	-	-	Lapen (Manual)
	0.28	-	590	-	-	Laston atas
	0.26	-	454	-	-	
	0.24	-	340	-	-	
	0.23	-	-	-	-	Lapen (Mekanis)
	0.19	-	-	-	-	Lapen (Manual)
	0.15	-	-	28	-	Stab. Tanah bersama semen
	0.13	-	-	22	-	
	0.15	-	-	22	-	Stab. Tanah bersama kapur
	0.13	-	-	18	-	
	0.14	-	-	-	100	Pondasi Macadam (basah)
	0.12	-	-	-	60	Pondasi Macadam (kering)
	0.14	-	-	-	100	Batu Pecah (Kelas A)
	0.13	-	-	-	80	Batu Pecah (Kelas B)
	0.12	-	-	-	60	Batu Pecah (Kelas C)
		0.13	-	-	70	Sirtu / Pitrun (Kelas A)
		0.12	-	-	50	Sirtu / Pitrun (Kelas B)
		0.11	-	-	30	Sirtu / Pitrun (Kelas C)
		0.10	-	-	20	Tanah / Lempung Kepasiran

(Sumber: Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Metode Analisa Komponen Departemen Pekerjaan Umum, 1987)

### 9. Menghitung tebal masing-masing perkerasan

$$ITP = a1 \times D1 + a2 \times D2 + a3 \times D3 \dots \dots \dots (2.29)$$

Yakni :

ITP= Indeks tebal perkerasan

a1 = Koefisien kekuatan relatif bahan pelapis permukaan

a2 = Koefisien kekuatan relatif bahan lapisan atas

a3 = Koefisien kekuatan relatif bahan pondasi bawah

D1 = Tebal lapisan permukaan (cm)

D2= Tebal lapisan atas pondasi (cm)

D3= Tebal lapisan subbase (cm)

Estimasi tebal tiap macam lapisan permukaan bergantung pada angka minimal yang ditetapkan Jalan Raya, seperti terlihat di **Tabel 2.11.** berikut :

**Tabel 2.11.** Batas Minimum Lapis Permukaan (LP)

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
< 3.00	5	Lapis Pelindung (Buras/Burtu/Burda)
3.00 – 6.70	5	LAPEN / aspel Macadam, HRA, Lasbutag, Laston
6.71 – 7.49	7.5	LAPEN / aspel Macadam, HRA, Lasbutag, Laston
1.50 – 9.99	7.5	Lasbutag, Laston
> 10.00	10	Laston

**Tabel 2.12.** Batas Minimum Lapis Pondasi Atas (LPA)

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
< 3.00	15	Batu pecah, stabilisasi tanah bersama semen, stabilisasi tanah bersama kapur
3.00 – 7.49	20	Batu pecah, stabilisasi tanah bersama semen, stabilisasi tanah bersama kapur
7.5 – 9.99	10 20	LASTON atas Batu pecah, stabilisasi tanah bersama semen, stabilisasi tanah bersama kapur, pondasi macadam
10.00 – 12.44	15 20	LASTON Atas Stabilisasi tanah bersama semen, stabilisasi tanah bersama kapur, pondasi macadam, lapen , laston atas
≥ 12.25	25	Batu pecah, stabilisasi tanah bersama semen stabilisasi tanah bersama kapur, pondasi macadam, lapen, laston atas

(Sumber: Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Metode Analisa Komponen Departemen Pekerjaan Umum, 1987)

## 10. Lapis pondasi bawah ( LPB )

Untuk semua nilai ITP, lapis pondasi bawahnya, tebal minimal ialah 10 centimeter.

## 2.6. Kinerja Perkerasan Komposit

Struktur perkerasan komposit, sepanjang umur layanannya, dapat mengalami berbagai jenis tekanan. Distresses yang mempengaruhi perkerasan komposit, menurut Von Quintus et al. (1979), sangat mirip dengan perkerasan lentur karena paparan yang dimiliki lapisan beton aspal dalam struktur komposit. Distresses dapat dikelompokkan

menjadi tiga kategori utama: fraktur (retak), distorsi, dan disintegrasi. Semua gangguan tersebut berpotensi mempengaruhi kinerja dan kapasitas struktural perkerasan komposit. Namun, sebagian besar dapat dikurangi dengan campuran HMA berkualitas tinggi, desain struktural keseluruhan yang memadai, dan prosedur konstruktif yang sesuai.

Beberapa studi penelitian (Von Quintus, 1979; Smith et al., 1984; NCHRP, 2004) telah sepakat bahwa retak reflektif (juga dikenal sebagai retak refleksi) adalah jenis kerusakan utama pada perkerasan komposit. Retak reflektif adalah retakan yang terjadi pada lintasan permukaan aspal perkerasan komposit dan bersamaan dengan retakan dengan lebar atau sambungan yang cukup besar pada lapisan di bawahnya. Hal itu disebabkan oleh gerakan horizontal dan vertikal relatif dari retakan atau sambungan ini yang disebabkan oleh siklus suhu dan/atau beban lalu lintas.

Retak reflektif tidak diinginkan dalam struktur perkerasan komposit karena cenderung mengalami peningkatan lebar progresif, yang memungkinkan kebocoran air permukaan ke lapisan di bawahnya. Hal ini dapat menyebabkan *raveling* dan disintegrasi permukaan aspal yang berdekatan dengan retakan (Breemen, 1963). Ketika retakan memiliki lebar yang cukup besar, retakan tersebut bertindak sebagai sambungan dan intensitas tegangan tinggi dihasilkan di lokasi ini. Kontraksi dan pemuaian lapisan kaku cenderung membuka dan menutup “sambungan” ini sehingga menyebabkan perubahan lebar yang signifikan; akibatnya, tegangan tarik yang diinduksi di bagian bawah lapisan permukaan HMA melebihi kekuatan lapisan aspal dan retak reflektif dimulai.

Ketika bahan yang distabilkan secara kimia (CSM) digunakan sebagai dasar kaku (misalnya, CTB), susut pengeringan selama periode perawatan merupakan penyebab utama retaknya dasar. Alasan yang berkontribusi terhadap terjadinya retak susut, yang kemudian menyebabkan retak reflektif, termasuk karakteristik material, prosedur konstruksi, pembebanan lalu lintas, dan pengekangan yang dikenakan pada dasar oleh tanah dasar (Adaska dan Luhr, 2004).

Mechanistic-Empirical Pavement Design Guide (MEPDG) yang diusulkan menyebutkan poin-poin berikut mengenai penggunaan lapisan dasar CSM (NCHRP,

2004): (1) jika ada jalur permukaan HMA (skenario perkerasan komposit), setiap retak leleh di CSM lapisan akan menghasilkan sebagian kecil dari retak yang dipantulkan melalui lapisan HMA; dan (2) jika lapisan pelepas retak (misalnya, lapisan granular tidak terikat) ditempatkan di antara lapisan HMA dan CSM, maka dimungkinkan untuk meminimalkan atau berpotensi menghilangkan retakan reflektif melalui lapisan HMA.

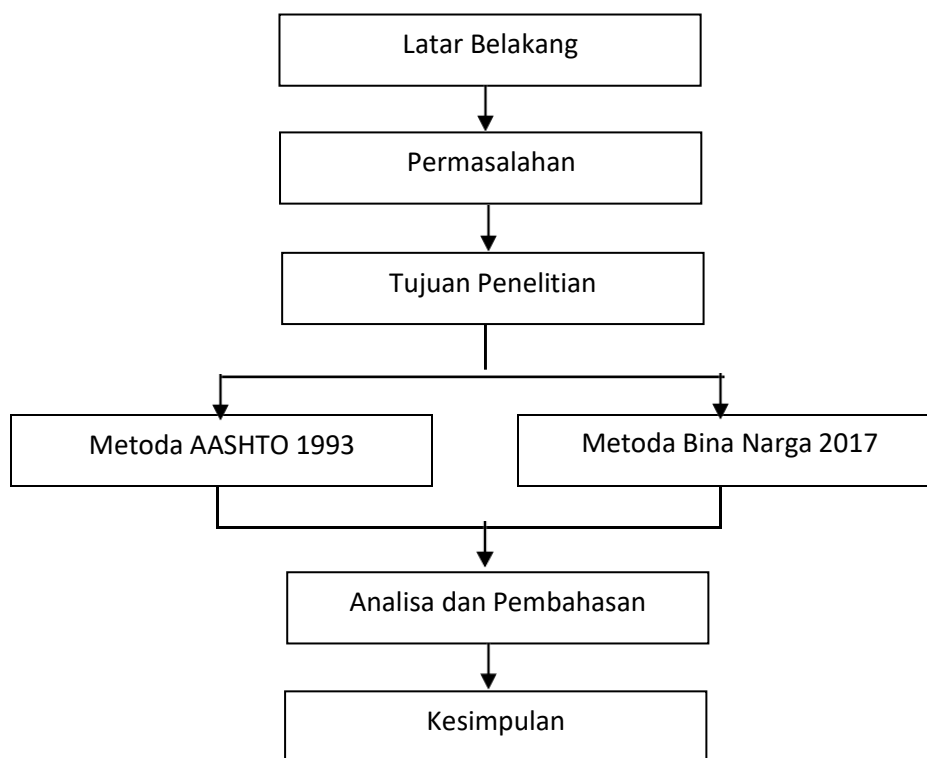
Untuk mengurangi dan mengendalikan retakan reflektif, berbagai metode dan teknik dapat digunakan. Ini termasuk penggunaan lapisan relief retak, pra-retak (*micro cracking*) dari dasar di semen, dan penggunaan geotekstil (kain paving) (Adaska dan Luhr, 2004).

# BAB III.

## METODOLOGI PENELITIAN DAN TINJAUAN OBJEK STUDI

### 3.1. Metodologi Penelitian

Bagan alir penelitian pada **Gambar 3.1.** membahas Perencanaan Konstruksi Jalan Komposit melalui studi pustaka, sebagaimana tersusun secara skematis sebagai berikut ini :



**Gambar 3.1.** Bagan Alir Penelitian

Diawali dengan latar belakang masalah, dilanjutkan dengan menemukan masalah yang menjadi dasar perlunya penelitian ini. Penelitian menggunakan kajian dari sejumlah referensi standar, teks book dan jurnal. Hasilnya penelitian disajikan dalam kesimpulan. Konstruksi Jalan Komposit belum banyak digunakan dalam perencanaan perkerasan jalan baru, tetapi banyak digunakan pada jalan perbaikan jalan atau peningkatan jalan lama (*overlay design*).

Permasalahan di jalan komposit adalah cepat terjadi kerusakan kembali; biaya pembangunan dan biaya perawatan jalan menjadi mahal. Hal ini diduga karena ketidakpahaman dalam perencanaan konstruksi jalan komposit.

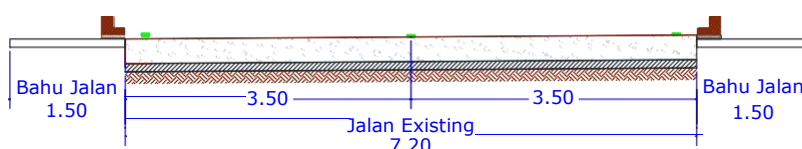
Dicoba juga diterapkan pada ruas jalan arteri yang menghubungkan 2 (dua) kabupaten di 2 (dua) provinsi, dengan volume lalu-lintas tinggi.

### 3.2. Gambaran Objek Studi

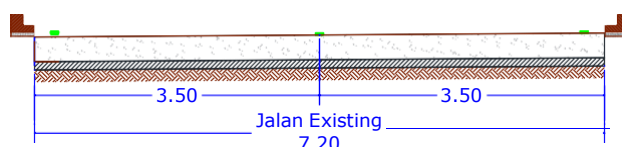
Data potongan melintang jalan existing yang didapat dari survei langsung di lokasi yaitu jalan Raya Serpong Kota Tangerang Selatan, mampu ditinjau dari **Tabel 3.1.** dan **Tabel 3.2.** berikut :

**Tabel 3.1.** Potongan Melintang Jalan Eksisting

Nama Jalan	Type Jalan	Lebar Jalur (m)	Lebar Lajur (m)	Lebar bahu jalan (m)		Catatan
				Kiri	Kanan	
Persimpangan jalan HK sampai perempatan Muncul	Type 2	7.0	3.5	1.5	1.5	2 Arah 2 Lajur
Perempatan Muncul sampai dengan Perbatasan Tangsel – Bogor.	Type 2	7.0	3.5	0	0	2 Arah 2 Lajur

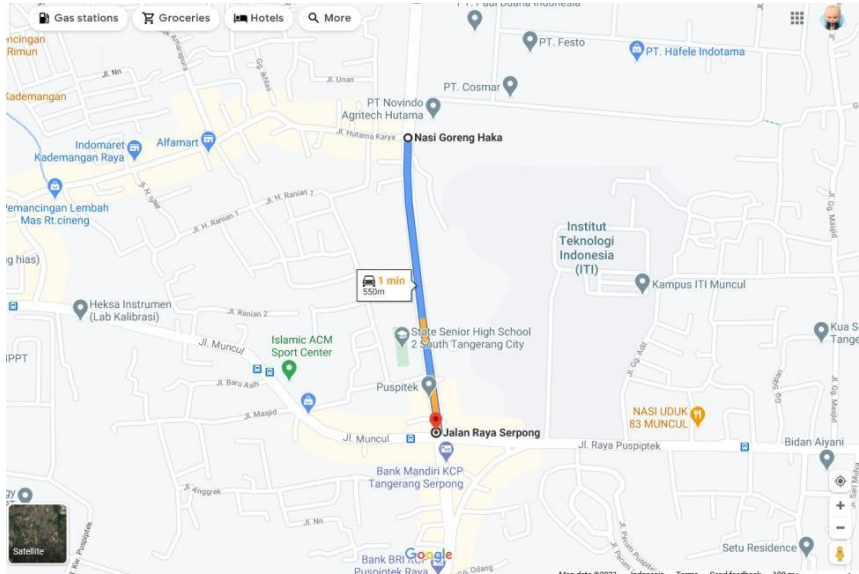


**Gambar 3.2.** Typical Cross Section Jalan Raya Serpong dari HK - Perempatan Muncul

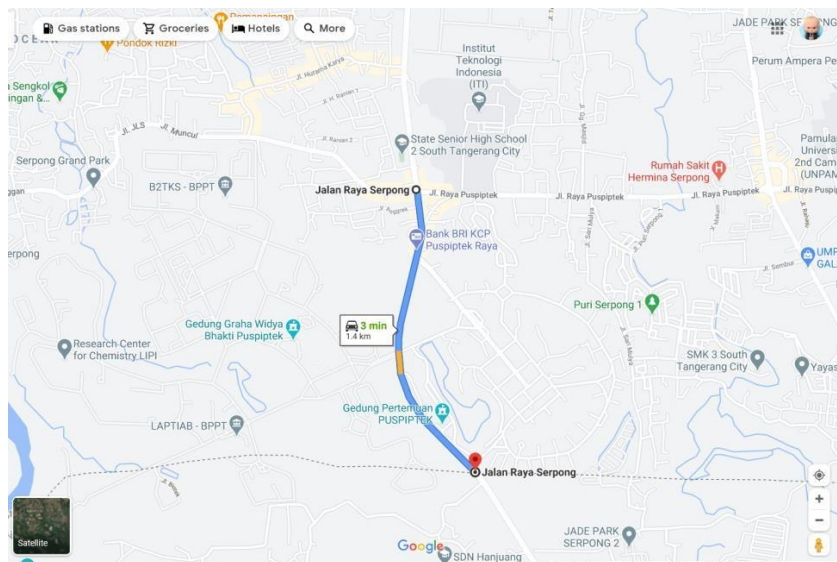


**Gambar 3.3.** Typical Cross Section Jalan Raya Serpong dari Perempatan Muncul - Perbatasan Tangerang Selatan - Kabupaten Bogor

Jalan Raya Serpong adalah jalan provinsi yang merupakan jalan alternatif menghubungkan Kota Tangerang Selatan menuju Kota Bogor.



**Gambar 3.4.** Lokasi Jalan Raya Serpong dari HK s.d Perempatan Muncul



**Gambar 3.5.** Lokasi Jalan Raya Serpong dari Perempatan Muncul s.d Perbatasan Tangsel - Bogor

### 3.3. Data Lalu Lintas Harian Rata - Rata

Data lalu lintas ini di dapat dari survei langsung 9 dan 16 November 2020 di lokasi pada jam sibuk di pagi hari dari jam 06.00 s.d 08.00, survei dilakukan di 2 tempat yaitu depan SMAN 2 Tangsel dan Gerbang Puspitpek dimana banyak warga yang akan berangkat untuk melakukan aktifitas setiap harinya. Data LHR tersebut dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 3.2.** LHR Jalan Serpong (Taman Tekno – Muncul)

REKAPITULASI TRAFFIC COUNTING JALAN RAYA SERPONG DARI TEMAN TEKNO SAMPAI PEREMPATAN MUNCUL				
No.	Jenis Kendaraan	Golongan	LHR-2020	% Kendaraan
1	Light Vehicle (LV)	2, 3 & 4	981	34.16
2	Heavy Vehicle (HV)	5, 6 & 7	94	3.29
3	Motor Cycle (MC)	1	1724	60.02
4	Un Motor Cycle (UM)	8	73	2.53
Total			2873	100

**Tabel 3.3.** LHR Jalan Serpong (Muncul – Perbatasan Tangsel Bogor)

REKAPITULASI TRAFFIC COUNTING JALAN RAYA SERPONG DARI PEREMPATAN MUNCUL SAMPAI PERBATASAN TANGSEL- BOGOR				
No.	Jenis Kendaraan	Golongan	LHR-2020	% Kendaraan
1	Light Vehicle (LV)	2, 3 & 4	1070	53.04
2	Heavy Vehicle (HV)	5, 6 & 7	137	6.77
3	Motorcycle (MC)	1	757	37.53
4	Unmotorcycle (UM)	8	54	2.66
Total			2017	100

Keterangan :

LV : Mobil Penumpang, Angkutan Umum, Pick Up, Sedan

HV: Bus Kecil, Bus Besar, Truk, Kontainer

MC : Sepeda Motor Roda dan Roda 3

UM : Pejalan Kaki, Pesepeda, Penjual Keliling

### 3.4. Tanah Dasar

Untuk kondisi tanah dasar di beberapa titik tidak stabil karena terlihat jalan amblas. Data untuk CBR rata-rata didapat dari kontraktor pelaksana yaitu PT. Artha Rekasa Abadi data pengukuran di ambil 7 titik pengambilan data. dengan rekapan seperti Tabel berikut :

**Tabel 3.4.** Data CBR Subgrade Rata-rata Jalan Raya Serpong

No.	Lapis Pondasi	Nilai CBR (%)	Nilai Kepadatan Maksimum (g/cm <sup>3</sup> )
1	Atas (Agregat C)	59.164	2.104
2	Bawah (Agregat B)	29.534	1.992

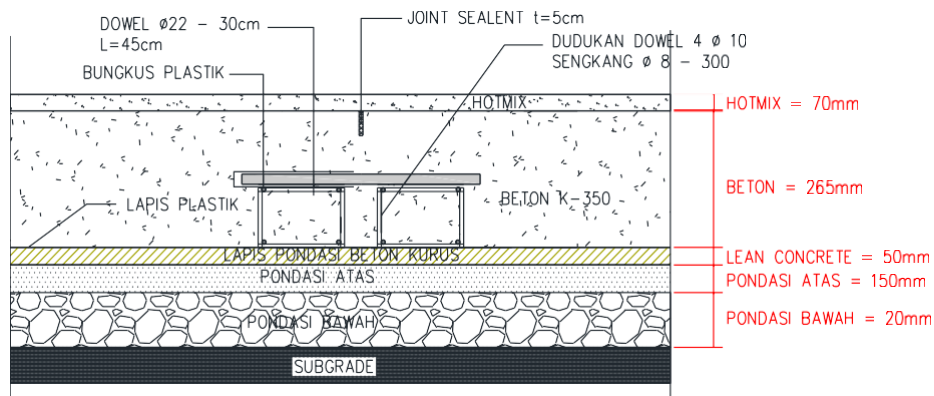


### 3.5. Kondisi Jalan Eksisting

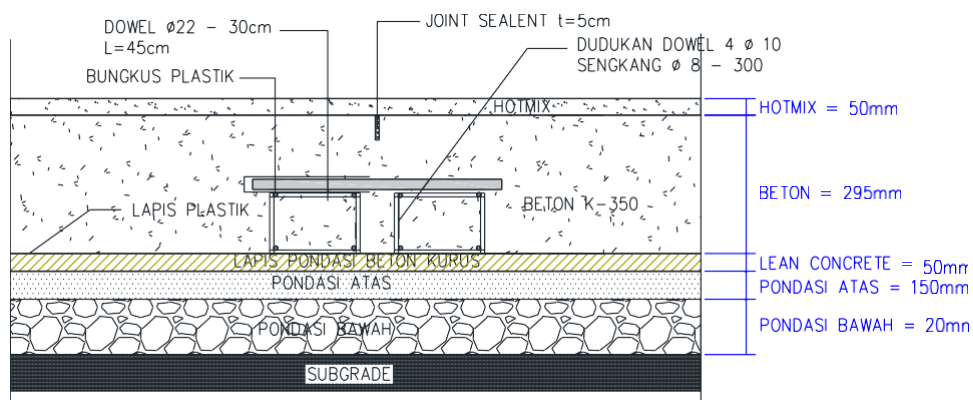
Untuk kondisi jalan saat ini perkerasan komposit dengan ketebalan lapis atas nya sekitar 6 – 10 cm. Kondisi saat ini setelah diperbaiki setelah kerusakan yang sangat parah dan mengganggu pengguna jalan.

**Tabel 3.5.** Lapis Struktur Eksisting Jalan Raya Serpong

Nama Jalan	Jenis Perkerasan	Tebal Perkerasan (mm)		
		Beton	Aspal	Total
Persimpangan Jalan HK sampai Perempatan Muncul	Komposite	265	70	335
Perempatan Muncul sampai dengan Perbatasan Tangsel – Bogor.	Komposite	295	50	345



**Gambar 3.6.** Struktur Perkerasan Jalan Existing Persimpangan jalan HK sampai Perempatan Muncul



**Gambar 3.7.** Struktur Perkerasan Jalan Existing Perempatan Muncul sampai Perbatasan Tangsel - Bogor

Kondisi drainase sangat buruk hampir tidak ada saluran drainase eksisting, jika terjadi hujan mengakibatkan air tergendang di beberapa titik, yang sangat berbahaya untuk para pengendara terutama pengendara sepeda motor. Jika terjadi hujan hanya mengandalkan resapan tanah di area bahu jalan dan beberapa titik hampir tidak ada jalur resapan dimana air hanya mengalir ke titik yang terendah.

## BAB IV

### ANALISA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Analisa Kinerja Konstruksi Jalan Komposit

Struktur perkerasan komposit, sepanjang umur layanannya, dapat mengalami berbagai jenis tekanan. *Distresses* yang mempengaruhi perkerasan komposit, sangat mirip dengan perkerasan lentur karena paparan yang dimiliki lapisan beton aspal dalam struktur komposit. *Distresses* dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori utama: fraktur (retak), distorsi, dan disintegrasi. Semua gangguan tersebut berpotensi mempengaruhi kinerja dan kapasitas struktural perkerasan komposit. Sebagian besar dapat dikurangi dengan campuran HMA berkualitas tinggi, desain struktural keseluruhan yang memadai, dan prosedur pembangunan yang sesuai.

Retak reflektif (juga dikenal sebagai retak refleksi) adalah jenis kerusakan utama pada perkerasan komposit. Retak reflektif adalah retakan yang terjadi pada lintasan permukaan aspal perkerasan komposit dan bersamaan dengan retakan dengan lebar atau sambungan yang cukup besar pada lapisan di bawahnya. Hal itu disebabkan oleh gerakan horizontal dan vertikal relatif dari retakan atau sambungan ini yang disebabkan oleh siklus suhu dan/atau beban lalu lintas.

Retak reflektif tidak diinginkan dalam struktur perkerasan komposit karena cenderung mengalami peningkatan lebar progresif, yang memungkinkan kebocoran air permukaan ke lapisan di bawahnya. Hal ini dapat menyebabkan *raveling* dan disintegrasi permukaan aspal yang berdekatan dengan retakan. Jika retakan memiliki lebar yang cukup besar, retakan tersebut bertindak sebagai sambungan dan intensitas tegangan tinggi dihasilkan di lokasi ini. Kontraksi dan pemuaian lapisan kaku cenderung membuka dan menutup “sambungan” ini sehingga menyebabkan perubahan lebar yang berarti; akibatnya, tegangan tarik yang diinduksi di bagian bawah lapisan permukaan HMA melebihi kekuatan lapisan aspal dan retak reflektif dimulai.

Lapisan pondasi yang distabilisasi secara kimia digunakan sebagai lapisan dasar kaku (misalnya, CTB), susut pengeringan selama periode perawatan merupakan penyebab utama retaknya dasar. Alasan yang berkontribusi terhadap terjadinya retak susut, yang

kemudian menyebabkan retak reflektif, termasuk karakteristik material, prosedur konstruksi, pembebanan lalu lintas, dan pengekangan yang dikenakan pada dasar oleh tanah dasar.

#### 4.2. Analisa Desain Konstruksi Jalan Komposit Dengan Metode Bina Marga 2017.

Data parameter perencanaan :

CBR Agregat B	= 29.534 %
CBR Agregat C	= 59,164 %
Mutu Beton (F'c)	= 9.8
Koefisien Gesek Antara pelat beton bersama pondasi	= 1.3
Bahu jalan	= Tidak Ada
Tulangan atau ruji	= Tidak Ada

**Langkah-langkah perhitungannya, adalah sebagai berikut :**

##### 1. Perhitungan Volume Lalu Lintas

Perhitungan volume lalu lintas harian rata-rata (LHR) di masa yang akan datang dihitung dengan memakai persamaan :  $LHR_n = (1+i)^n$

Pertumbuhan lalu lintas dalam penelitian ini diperkirakan 5% ; di masa yang akan datang (umur rencana, 20 tahun) diperkirakan 6%. Hitungan disajikan dalam bentuk **Tabel 4.1.** di bawah ini:

**Tabel 4.1.** Data Lalulintas Harian Rata-rata (LHR)

Jenis kendaraan		LHR	LHR Perkiraan (SMP)	
Type	Golongan		Pertumbuhan 5%	Pertumbuhan 6%
Light Vehicle (LV)	2, 3 & 4	981	1030	3304
Heavy Vehicle (HV)	5, 6 & 7	94	99	317
Jumlah LHR			1129	3620

##### 2. Perhitungan Angka Ekuivalen (E)

Angka Ekuivalen (E) dihitung dari setiap sumbu kendaraan berdasarkan konfigurasi beban sebagai mana tercantum di **Tabel 4.2.** berikut :

**Tabel 4.2.** Data Perhitungan Angka Ekuivalen (E)

Jenis kendaraan		Roda As Kendaraan (ton)			Angka Ekuivalen (E)
Type	Keterangan	Depan	Belakang	Gandengan	
Light Vehicle (LV)	Kendaraan Ringan 2 ton	0.0002	0.0002		0.0004
Heavy Vehicle (HV)	Bus 8 Ton ( As depan 5 ton + as belakang 5 ton )	0.0183	0.1410		0.1593
	Truk Ringan 13 ton (a depan 5 ton + as belakang ganda 8 ton)	0.1410	0.0794		0.2204
	truk sedang 20 ton (as depan 6 ton + 2 as belakang (ganda) 7 ton)	0.2923	1.4904		1.7827
	Truk Berat 30 ton (as depan 6 ton + 2 as belakang (ganda)7 ton + 2 as gandengan masing masing 5 ton)	0.2923	1.4904	2.2820	4.0647

### 3. Faktor Distribusi Kendaraan

Faktor distribusi kendaraan ditetapkan berdasar total lajur per jalur serta total petunjuk arah jalan. Dalam penelitian ini jalan terdiri 2 arah - masing-masing 1 lajur tanpa median. Dalam **Tabel 4.3.** faktor distribusi kendaraan (C) dipilih sama dengan 0.5

**Tabel 4.3.** Faktor 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	<b>0.50</b>	0.70	<b>0.50</b>
3	0.40	0.40	0.50	0.475
4	-	0.30	-	0.45
5	-	0.25	-	0.425
6	-	0.20	-	0.40

### 4. Perhitungan LEP, LEA, LET

Hasil perhitungan LEP, LEA, LET dan LER menggunakan **persamaan 2.4, 2.5, 2.6 dan 2.7.** Hasil hitung nya dapat di lihat di **Tabel 4.4. :**

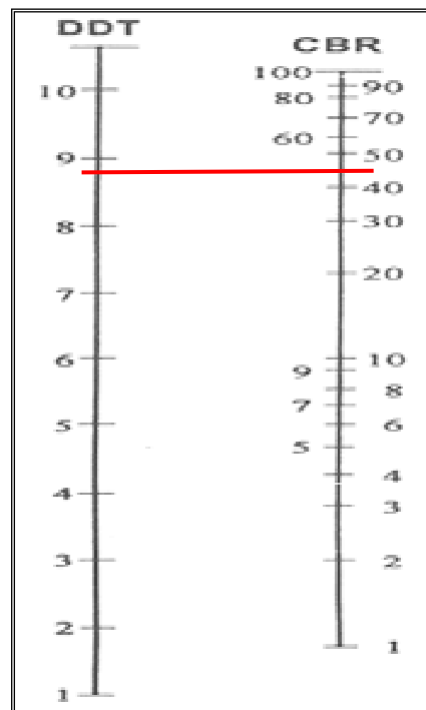
**Tabel 4.4.** Perhitungan Lintas Ekuivalen

Jenis kendaraan		Lintas Ekuivalen			
Type	Keterangan	LEP	LEA	LET	LER
Light Vehicle (LV)	Kendaraan Ringan 2 ton	0.3924	1.3214	0.8569	1.7138
Heavy Vehicle (HV)	Bus	14.9742	50.4255	32.6999	65.3997
	Truk Ringan 2 as	20.7176	69.7664	45.2420	90.4840
	truk sedang 3 as	167.5738	564.3035	365.9386	731.8773
	Truk Berat 5 as	382.0818	1286.6575	834.3696	1668.7393
<b>Jumlah</b>		<b>585.7398</b>	<b>1972.4742</b>	<b>1279.1070</b>	<b>2558.2140</b>

### 5. Menghitung DDT

Menghitung Daya Dukung Tanah (DDT) dari nilai CBR digunakan nomogram hubungan CBR dengan DDT. Didapat angka CBR berikut :

- CBR 46.694% dari nomogram di peroleh DDT = 8.7
- Lokasi penelitian adalah merupakan ruas jalan Arteri menghubungkan 2 (dua) Kabupaten dari 2 (dua) Provinsi; berdasar nilai LER didapat  $I_{Po} = 3.9 - 3.5$  serta  $I_{Pt} = 2.5$  (Ketentuan  $I_{Pt}$  untuk jalan Arteri)



**Gambar 4.1.** Perhitungan DDT dengan dari Nomogram

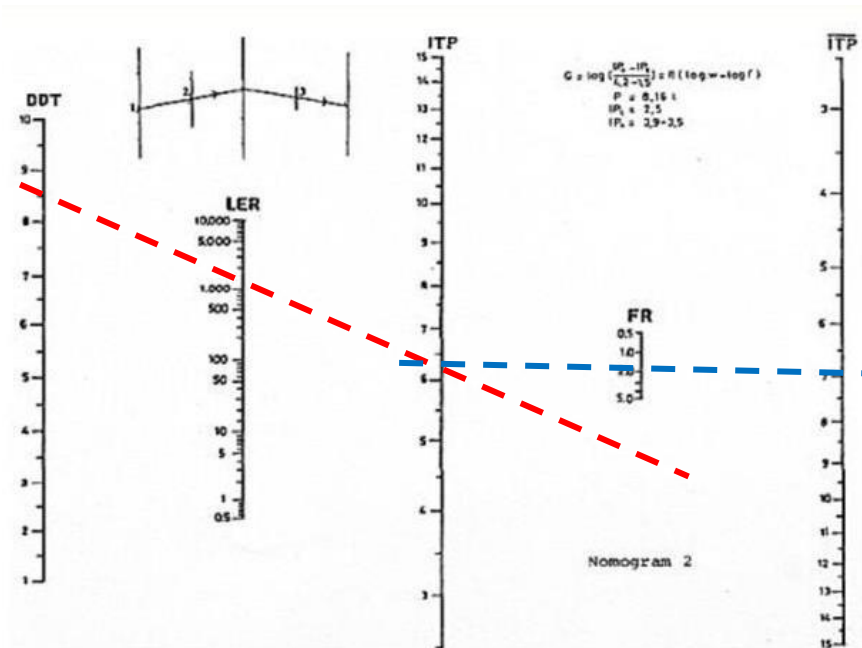
## 6. Menetapkan Faktor Regional (FR)

Nilai Faktor Regional (FR) di hitung berdasar **Tabel 2.5** diperoleh angka 2.0

## 7. Menghitung ITP

ITP dihitung berdasar data-data berikut :

LER	= 2558.2140	}	ITP = 7 (Dari Nomogram 2)
FR	= 2.0		
DDT	= 8.7		
IPo	= 3.9 – 3.5		
IPt	= 2.5		



Sumber : Bina Marga 1987

**Gambar 4.2.** Perhitungan Nilai ITP dengan Tabel dan Nomogram

## 8. Tebal Lapisan Perkerasan

Nilai ITP kemudian dimasukkan ke persamaan (2.10) untuk menghitung ketebalan setiap lapisan perkerasan dengan kekuatan relatif masing-masing lapisan, sebagai berikut:

a1 = koefisien lapisan permukaan, Laston = 0,35

a2 = koefisien base kelas A = 0,14

a3 = koefisien sub base kelas B = 0,12

D2 = tebal lapisan base = 26,5 cm

D3 = tebal lapisan sub base = 20 cm

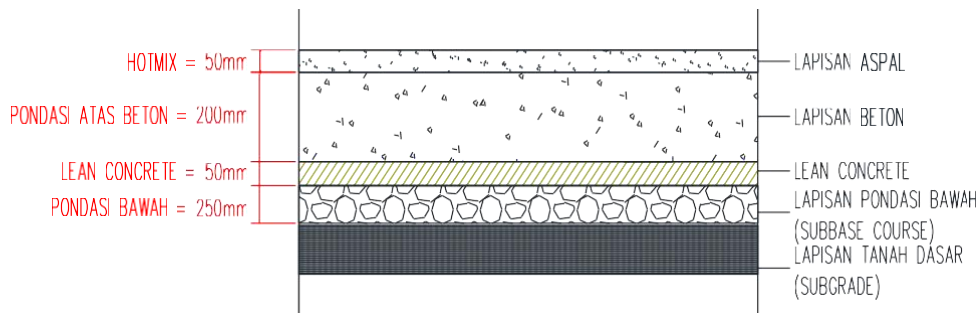
Selanjutnya,

$$ITP = a_1.D_1 + a_2.D_2 + a_3.D_3$$

$$7 = 0,35 \cdot D_1 + 0,14 \cdot 20 + 0,12 \cdot 25$$

$D_1 = 4.54 \text{ cm} \approx$  diambil 5 cm (diambil minimum tebal lapisan permukaan, Laston).

## 9. Gambar Profil Lapisan Perkerasan Konstruksi Jalan Komposit



**Gambar 4.3.** Struktur Perkerasan Jalan Komposit Dengan Metode Bina Marga

### 4.3. Analisa Desain Konstruksi Jalan Komposit Dengan Metode AASHTO 1993 / Pt-T-01-2020 B

Desain konstruksi jalan komposit dengan metode AASHTO 1993, dapat dipakai untuk merencanakan 2 (dua) jenis konstruksi jalan komposit yang beda, yaitu :

- Perkerasan lentur untuk jalan baru, dengan lapis pondasinya memakai *cement-treated* ataupun *soil-cement base* ;
- Pelapisan ulang (*overlay*) aspal beton (AC) di atas perkerasan beton semen (*rigid pavement*).

**Langkah-langkah perhitungannya, adalah sebagai berikut :**

#### 1. Menghitung Beban Lalu Lintas

Beban lalu lintas berupa angka akumulasi beban sumbu kendaraan dengan umur rencana 20 tahun.

Cummulative Equivalent Single Axle Load ( CeSAL) selama umur rencana 20 setelah di hitung di dapat 10.126.611

$$\text{Reability ( R)} = 0,6$$

$$\text{Modulus Reaksi Tanah (k)} = 233,51 \text{ psi}$$



Kuat Tekan Beton ( $F'c$ ) = 1421,3 Psi (9.8 M.Pa)

Modulus Elastis Beton ( $E_c$ ) = 2,148 x 10<sup>6</sup> Psi

Flexural Strength ( $Sc'$ ) = 640 Psi

## 2. Nilai CBR Tanah Dasar

Nilai CBR tanah dasar (sub grade) sebesar 46.694%

## 3. Deviasi Normal Standar (ZR)

Pada ruas jalan yang di teliti dengan fungsi sebagai jalan Arteri perkotaan antara 80%-99%, disini diitetapkan 90%. Maka di dapat dari **Tabel 3.1.** adalah – 1,282.

## 4. Deviasi Standar Keseluruhan (S0)

Deviasi Standar Keseluruhan di ambil dari kondisi area setempat.

Disini di asumsikan nilai S0 nya adalah 0,45.

## 5. Nilai $\Delta$ PSI

Dengan nilai - nilai yang ada maka hasil dari  $\Delta$ PSI =  $IP_o - IP_t = 3,9 - 2,5 = 1,4$ .

## 6. Koefisien Drainase (m)

Dari hasil survai di lokasi penelitian ruas jalan secara visual dan peninjauan pada jalan yang di teliti kualitas drainase bernilai sedang dengan coefficient > 25% sesuai **Tabel 3.2** didapat hasilnya 0,80.

## 7. Koefisien Kekuatan Relative Bahan (a)

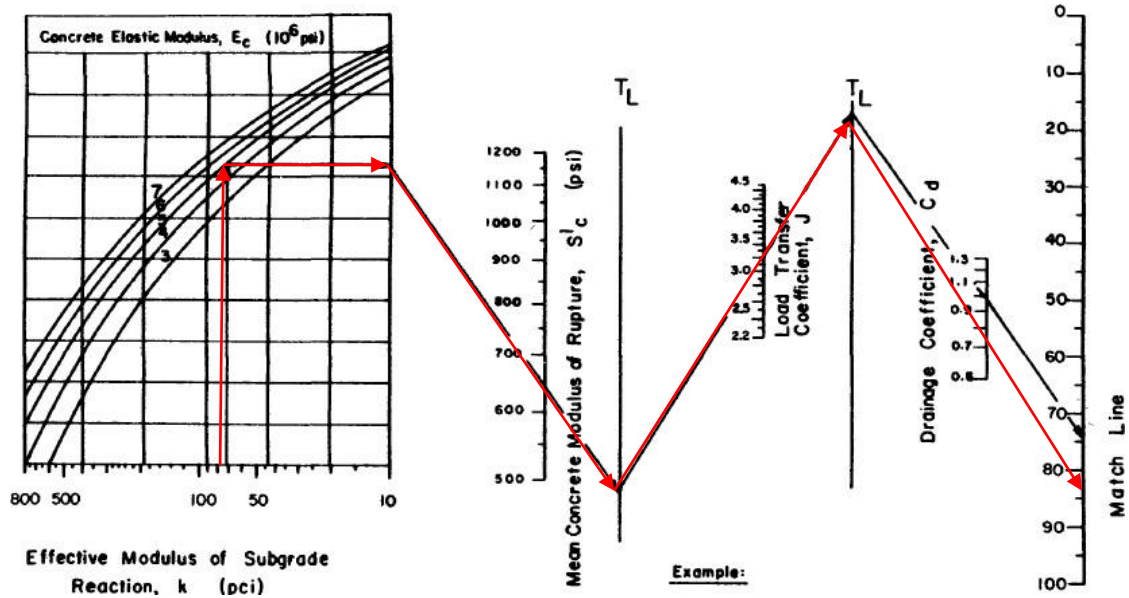
Menurut data sekunder jalan menggunakan bahan Aspal Lapis beton (Laston). Dari Tabel (2.8) diasumsikan untuk bahan Aspal Lapis Beton a = 0,40.

## 8. Perhitungan Nilai Structural Number (SN)

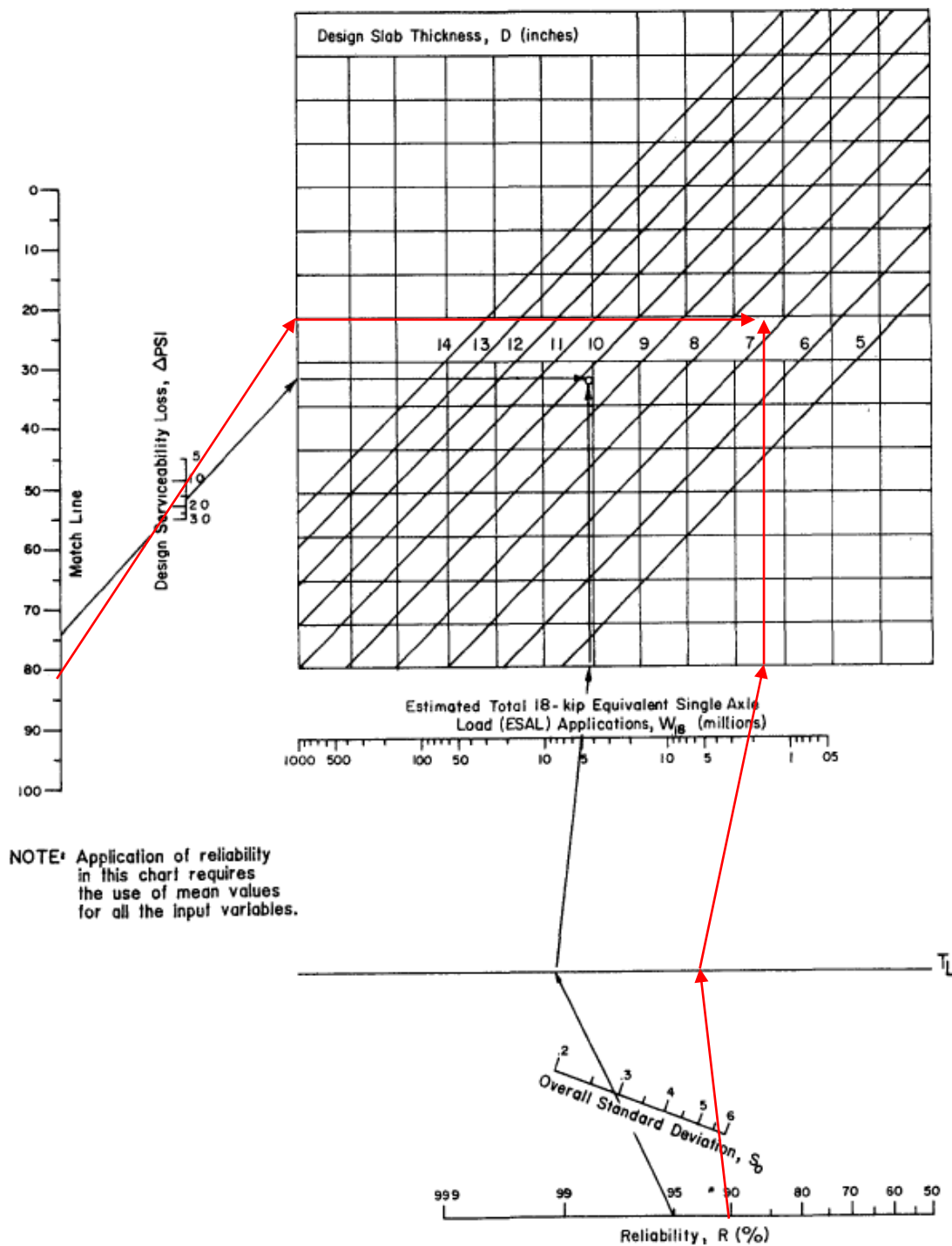
Perhitungan SN bisa dilaksanakan dengan memakai 2 cara, yang pertama memanfaatkan nomogram dan yang kedua memakai cara coba – coba (*trial and error*).

Untuk mendapatkan nilai SN dilakukan dengan cara menggunakan nomogram

**AASHTO Figure 3.7**



**Gambar 4.4.** Perhitungan Nilai SN dengan Nomogram AASHTO Figure 3.7 Segmen 1  
 Dari nomogram di atas - dengan memasukkan data-data yang sudah didapat dengan cara menarik garis lurus sesuai data awal yang kita masukkan sampai menemukan hasil akhirnya. Pada hasil nomogram di atas match line di angka 82.



**Figure 3.7. Continued—Design Chart for Rigid Pavements Based on Using Mean Values for Each Input Variable (Segment 2)**

**Gambar 4.5.** Perhitungan Nilai SN dengan Nomogram AASTHO Figure 3.7 segment 2

Pada tabel ke-2 atau lanjutan dari nomogram ke-1 sama halnya kita tarik garis lurus sesuai data – data yang kita peroleh sebelumnya. Dari hasil nomogram di atas adalah 7 inch = 17,78 cm. untuk menentukan tebal lapisan aspal tipis di atas beton dalam

perhitungan ini menggunakan chart desain dengan cara coba – coba. Dimana hasil perhitungannya berdasarkan nilai ESAL terhadap tebal lapisan yaitu 5 cm.

**Gambar 4.6.** Struktur Perkerasan Jalan Komposit Dengan Metode AASHTO

**4.4. Analisa Tebal Lapis Tambah Berdasarkan Data Lendutan Metode AASHTO 1993/ Pt-T-01-20020B**

**1. Menghitung modulus resilien tanah dasar (MR)**

dimana :

defleksi di radius 900mm = 0,0043 inch

Radius = 900 mm = 35,43 inch

Beban FWD = 9404 lbs

$$M_R = \frac{0,24 P}{d_r r}$$

$$= \frac{0,24 \cdot 9404}{0,0043 \cdot 35,43} = 14,815 \text{ psi}$$

Modulus Resilien tanah dasar rencana :

$$MR_{\text{Design}} = c \cdot M_g = 0,33 \cdot 14,815 = 4,889 \text{ psi}$$

**2. Perhitungan angka struktural efektif eksisting (SN<sub>eff</sub>),**

$$SN_{\text{eff}} = 0,0045 D \sqrt[3]{E_p}$$

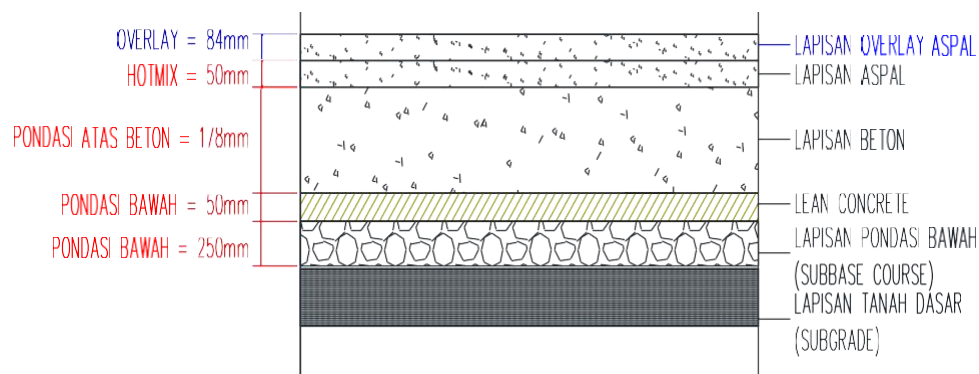
$$SN_{\text{eff}} = 0,0045 \cdot 7 \sqrt[3]{233,51} = 1,444$$

**3. Menentukan koefisien lapis bahan aspal (a<sub>OL</sub>),**

$$H_{OL} = \frac{SN_{OL}}{a_{OL}} = \frac{SN_f - SN_{\text{eff}}}{a_{OL}}$$

$$= \frac{4,8 - 1,44}{0,4} = 84 \text{ mm}$$

Maka dari itu Tebal Overlay didapat 8,4 cm



**Gambar 4.7.** Struktur Overlay perkerasan Jalan Komposit Dengan Metode AASHTO

#### 4.5. Analisa Tebal Lapis Tambah Berdasarkan Data Lendutan Metode Bina

Marga 2017

Perubahan lapisan permukaan perkerasan jalan akibat kerusakan akibat beban lalu lintas menyebabkan keadaan perkerasan berkurang hingga 40% dari saat jalan dibuka. Hingga butuh dirancang tambahan lapis perkerasan ke jalan lama (overlay). Diketahui bahwa capaian kajian dan pendataan lapisan permukaan perkerasan jalan dan lain-lain adalah sebagai berikut:

Laston	= 7 cm
Agregat Kelas C (CBR : 61.154)	= 26.5 cm
Agregat Kelas B (CBR : 30.234)	= 20 cm
LER – 20	= 2558.2140
FR	= 2.0
DDT	= 8.7 (CBR : 46.694%)
IPt	= 2.5
ITP – 20	= 7

Berdasarkan data-data di atas hingga tambahan tebal lapis perkerasan jalan mampu ditetapkan yakni :

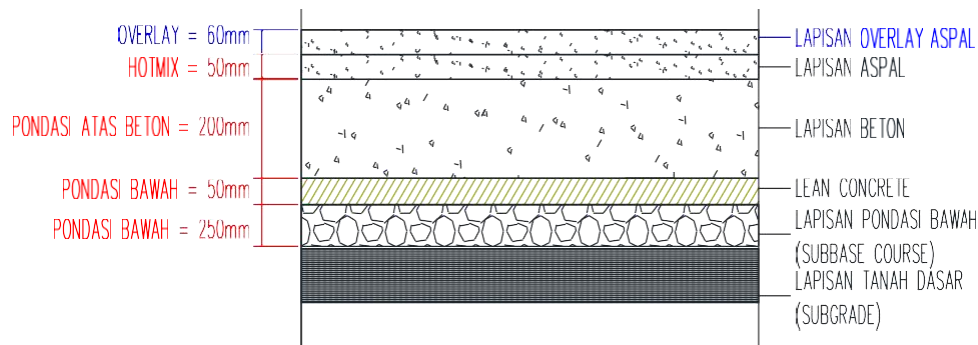
• Lapis permukaan	: $60\% * 7 * 0.35$	= 1.47
• Lapis pondasi atas	: $60\% * 26.5 * 0.14$	= 2.226
• Lapis pondasi bawah	: $60\% * 20 * 0.12$	= 1.44
	$\Sigma$ ITP	= 5.136

Maka tebal lapis perkerasan hingga usia ke-20 ialah :

$$\begin{aligned} \text{ITP} &= \text{ITP}_{20} - \Sigma \text{ITP Penurunan} \\ &= 7 - 5.136 = 1.864 \end{aligned}$$

$$ITP = a1.D1$$

$$D1 = 1.864 / 0.35 = 5.326 \text{ cm} \rightarrow 6 \text{ cm}$$



**Gambar 4.8.** Struktur Overlay perkerasan Jalan Komposit Dengan Metode Bina Marga

#### 4.6. Hasil Analisa tebal Lapis Tambah (overlay) Perkerasan Komposit dengan Metode Bina Marga 2017 dan Metode AASHTO 1993.

Dari hasil perhitungan analisa di atas, di hasilkan tebal masing-masing metode yang diteliti dibandingkan dengan kondisi eksisting di lapangan, adalah sebagai berikut :

**Tabel 4.5.** Perbandingan Konstruksi Jalan Komposit Metode Bina Marga 2017 dan AASHTO 1993 dengan Kondisi Existing di Persimpangan Jalan HK sampai Perempatan Muncul

No.	Lapisan	Tebal Lapisan Hasil Analisis Metode (mm)		Tebal Existing (mm)
		Bina Marga 2017	AASHTO 1993	
1	Overlay	60	84	-
2	Surface	50	50	70
3	Struktur Beton	200	178	265
4	Lean Concrete	50	50	50
5	Pondasi Atas	150	150	150
6	Pondasi Bawah	200	200	200

Perbedaan ketebalan lapisan sebagai hasil hitungan metoda Bina Marga, metoda AASHTO dengan hasil desain eksisting, disebabkan karena perbedaan metode perhitungan perkerasan; perbedaan volume lalu lintas saat desain, perbedaan bahan lapis perkerasan, dan perbedaan metoda penelitian.

**Tabel 4.6.** Perbandingan Konstruksi jalan Komposit Metode Bina Marga 2017 dan AASTHO 1993 dengan existing terpasang Perempatan Muncul sampai Perbatasan Tangsel – Bogor.

No.	Lapisan	Tebal Lapisan Hasil Analisis Metode (mm)		Tebal Existing (mm)
		Bina Marga 2017	AASTHO 1993	
1	Overlay	60	84	-
2	Surface	50	50	50
3	Struktur Beton	200	200	295
4	Lean Concrete	50	50	50
5	Pondasi Atas	150	150	150
6	Pondasi Bawah	200	200	200

Perbedaan ketebalan lapisan sebagai hasil hitungan metoda Bina Marga, metoda AASTHO dengan desain eksisting, disebabkan karena perbedaan metode perhitungan perkerasan eksisting yang tidak diketahui; perbedaan volume lalu linntas saat desain, perbedaan bahan, dan perbedaan metoda penelitian.

## **BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1. Kesimpulan**

Dari hasil analisa dan pembahasan perhitungan konstruksi jalan komposit dengan metode Bina Marga tahun 2017 dan metode AASHTO 1993 dibandingkan terhadap struktur perkerasan eksisting, dapat di simpulkan sebagai berikut :

1. Hasil analisa tebal overlay pada perkerasan komposit dengan metode AASHTO 1993 diperoleh tebal lapisan overlay 8,5 cm, sedangkan hasil dari perhitungan metode Bina Marga 2017 lebih tipis yaitu 6 cm.
2. Perbedaan ketebalan lapisan sebagai hasil hitungan metoda Bina Marga, metoda AASHTO dengan desain eksisting, disebabkan karena perbedaan metode perhitungan; perbedaaan volume lalu lintas saat desain, perbedaan bahan lapis perkerasan desain, dan perbedaan metoda penelitian.
3. Perkerasan komposit, jika dibandingkan dengan perkerasan lentur atau kaku konvensional, memiliki potensi untuk memberikan tingkat kinerja yang lebih baik baik secara struktural maupun fungsional (aspek teknis) sekaligus menjadi alternatif yang ekonomis dari pada perkerasan lentur dan kaku konvensional desain perkerasan jalan (aspek ekonomi).

### **5.2. Saran**

Dari hasil analisa dan pembahasan perhitungan konstruksi jalan komposit dengan metode Bina Marga tahun 2017 dan metode AASHTO 1993 dibandingkan terhadap struktur perkerasan eksisting, untuk penelitian ke depan disarankan sebagai berikut :

1. Dilakukan analisa biaya untuk mendukung data kajian pustaka, bahwa konstruksi jalan komposit, lebih ekonomis dari semua aspek (pembangunan dan pemeliharaan) dibandingkan dengan perkerasan lentur dan perkerasan kaku.
2. Dapat dilakukan penelitian aspek teknik (uji laboratorium) terhadap perkerasan komposit, dengan berbagai kondisi material perkerasan lapisan komposit.



## DAFTAR REFERENSI

- Bina Marga, 2017, Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2017, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Flintsch, GW, P.E., Diefenderfer, BK, Nunez, O, (2008), Composite Pavement Systems: Synthesis of Design and Construction Practices, Virginia Transportation Research Council, Charlottesville, Virginia. USA.
- Nunn, M. (2004). Development of a more versatile approach to flexible and flexible composite pavement design. *TRL Report TRL615*. Highways Agency, Berkshire, U.K.
- Nunn, M.E., Brown, A., Weston, D., and Nicholls, J. (1997). Design of long-life pavements for heavy traffic. *Transportation Research Laboratory, TRL250*, U.K.
- Rendy, R, (2020), Laporan Kerja Praktek Proyek Infrastruktur Pembangunan Jalan Buaran – Rawa Buntu Kota Tangerang Selatan
- Rendy, R, (2021), Laporan Skripsi “Analisa Tebal Lapis Tambah (*Overlay*) Perkerasan Komposit Dengan Metode Bina Marga 2017 Dan Metode AASHTO 1993“, Prodi Teknik Sipil, Institut Teknologi Indonesia, Kota Tangerang Selatan.
- Silvia, S, (2010), Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur, Penerbit Nova, Bandung.
- Thogersen, F., Busch, C., and Henrichsen, A. (2004). *Mechanistic design of semi-rigid pavements—An incremental approach*. Report 138. Danish Road Institute, Hedenhusene, Denmark.



# INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

Jl. Raya Puspiptek, Tangerang Selatan - 15314  
(021) 7562757

[www.iti.ac.id](http://www.iti.ac.id) [institutteknologiindonesia](https://www.instagram.com/institutteknologiindonesia) [@kampusITI](https://www.facebook.com/kampusITI) Institut Teknologi Indonesia

## SURAT TUGAS

No. : 057/ST-PLT/PRPM-PP/ITI/V/2021

**Pertimbangan** : Bahwa dalam rangka melaksanakan kegiatan Penelitian bagi Dosen Program Studi Teknik Sipil Institut Teknologi Indonesia, perlu dikeluarkan surat tugas.

**Dasar** : 1. Pembebanan Tugas dosen Program Studi Teknik Sipil  
2. Surat Permohonan Tanggal 22 April 2021  
3. Kepentingan ITI

### DITUGASKAN

**Kepada** : Dosen Program Studi Teknik Sipil-ITI (Terlampir)

**Untuk** : 1. Melaksanakan kegiatan Penelitian pada Semester Genap Tahun Akademik 2020/2021  
2. Melaporkan hasil tugas kepada Kepala PRPM-ITI.  
3. Dilaksanakan dengan penuh rasa tanggung jawab.

Tangerang Selatan, 3 Mei 2021

**Pusat Riset dan Pengabdian Masyarakat  
Institut Teknologi Indonesia  
Kepala**

  
Dr. Ir. Joelianingsih, MT.



Tembusan Yth.

1. Wakil Rektor
2. Ka. Biro SDMO
3. Ka. Prodi Teknik Sipil
4. Arsip



DAFTAR PENELITIAN DOSEN PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL SEMESTER GENAP THN AKADADEMIK: 2020/2021

NO	TOPIK PENELITIAN	BIDANG	SUSUNAN TIM	SUMBER DANA	JUMLAH DANA (Rp)	KETERLIBATAN PRODI/INSTITUSI LAIN	KETERLIBATAN MAHASISWA
1	Manfaat Bekisting Bondok pada Pembangunan Gedung Bertingkat Tinggi	Engineering and Technology	1.Ir. Rachimi Yanita, M.T. (Ketua) 2.Terry Novi Ardian (anggota)	Mandiri	2,000,000	Tidak Ada	Terry Novi Ardian (1211520037)
2	Kajian pembangunan prasarana desa berawasan lingkungan	Lingkungan	Muhammad Isman Tumiwa, ST, Msi (Ketua)	Mandiri	2,000,000	Tidak Ada	
3	Lesson-learned from Covid-19 Outbreak of Soreang District (Indonesia) Hospital Construction Project: Regulation and Contract Review (International Journal)	Manajemen Konstruksi	Prof. Ir. Krishna Mochtar, MSCE., Ph.D., IPU.(Ketua)	Mandiri	2,000,000	Tidak Ada	
4	Obstacles of Building Inforation Modelling (BIM) Implementation in Tangerang Selatan, Indonesia (International Journal)	Manajemen Konstruksi	Prof. Ir. Krishna Mochtar, MSCE., Ph.D., IPU. (Ketua)	Mandiri	2,000,000	Tidak Ada	Lambang Prasetyo (1211500058)
5	Menulis Modul Menggambar Struktur Bangunan	Infrastruktur	Ir. Abrar Husen, MT (Ketua)	Mandiri	2,000,000	Tidak Ada	
6	Kajian Pola Interaksi Land Use dengan Volume Penumpang Bus BSD Link Sektor 1.3 - Greenwich Park	Transportasi	1.Verdy Ananda Upa, S.T., M.T. (Ketua) 2.Ir. Rahmat Setyadi, M.T.(Anggota)	Mandiri	2,000,000	Tidak Ada	
7	Analisis Karakteristik Perjalanan Penumpang Bus Trans Tangerang AYO Menggunakan Demand Modelling Method (Studi Kasus : Koridor Tangerang City - CBD Ciledug)	Transportasi	Verdy Ananda Upa, S.T., M.T. (Ketua)	Mandiri	2,000,000	Tidak Ada	Fajar Nur Alim Mustofa (1211700042)
8	Kajian lokasi Rest Area (Tempat istirahat) sebagai lokasi transit asngkutan umum	Transportasi	Ir. Nur Hakim, MCE.(Ketua)	Mandiri	2,000,000	Tidak Ada	Arya Pandu Dwimata 1231600009
9	Kontribusi Limbah Serat Sekam Padi Dalam Beton	Material Teknik Sipil	1.Dr.Sc-Ing.Ir. Riana Herlina L, MT (ketua); 2.Ir. Abrar Husen, MT ( anggota)	Hibah internal ITI	8,000,000	Tidak Ada	
10	Konstruksi Jalan Komposit	Transportasi	Ir. Rahmat Setyadi, M.T.	Mandiri	2,000,000	Tidak Ada	
11	Evaluasi perilaku penurunan tanah pada konstruksi bangunan stone crusher plant di Maloko	Rekayasa Geoteknik	Abi Maulana Hakim, S.T., M.T.	Mandiri	2,000,000	Tidak Ada	

