

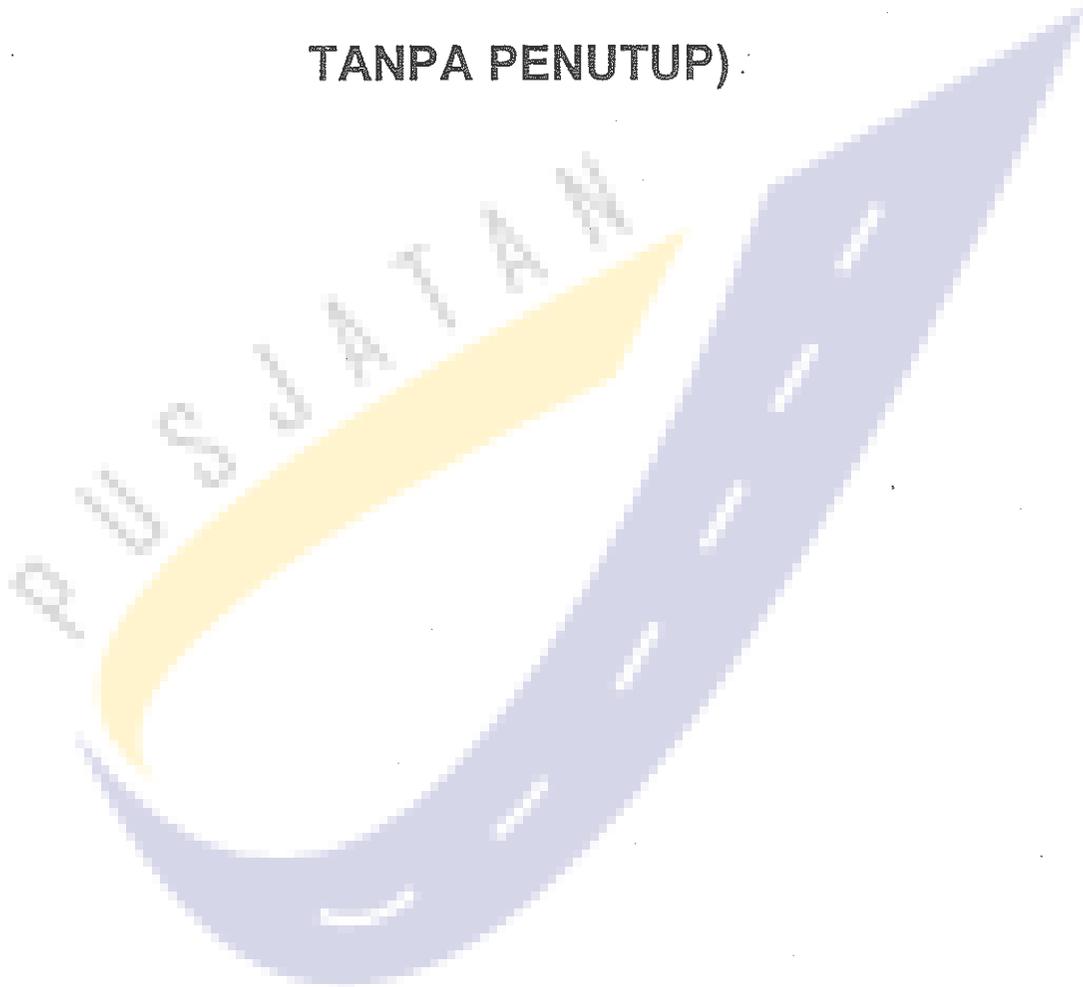
SURAT EDARAN MENTERI PEKERJAAN UMUM

NO. 04 /SE/M/2013

TENTANG

**PEDOMAN PERENCANAAN TEKNIS TEBAL LAPIS
JALAN KERIKIL (PERKERASAN BERBUTIR**

TANPA PENUTUP)



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM



**MENTERI PEKERJAAN UMUM
REPUBLIK INDONESIA**

Kepada Yth.:

- 1. Gubernur di seluruh Indonesia;**
- 2. Bupati dan Walikota di seluruh Indonesia;**
- 3. Seluruh Pejabat Eselon I di lingkungan Kementerian Pekerjaan Umum;**
- 4. Seluruh Pejabat Eselon II di Ditjen Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum.**

SURAT EDARAN

NOMOR : 04/SE/M/2013

TENTANG

**PEDOMAN PERENCANAAN TEKNIS TEBAL LAPIS JALAN KERIKIL
(PERKERASAN BERBUTIR TANPA PENUTUP)**

A. Umum

Jalan kerikil merupakan salah satu jenis jalan penutup yang cocok digunakan untuk jalan dengan lalu lintas harian rata-rata sebanyak 400 kendaraan perhari sampai dengan lalu lintas rencana kumulatif maksimum 100.000 beban gandar standar kumulatif.

Untuk mengantisipasi bahaya yang timbul akibat dari gelombang (*washboard road*), lubang, alur jejak roda, agregat yang lepas ataupun bahkan tumpukan agregat yang tersapu oleh roda kendaraan, kabut debu ataupun lumpur yang mungkin terjadi setelah hujan, diperlukan perencanaan tebal lapis jalan kerikil dengan lalu lintas harian rata-rata sebanyak 400 kendaraan yang memiliki tahanan gelincir yang baik.

Untuk melaksanakan Pasal 78 ayat (1), Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2006 tentang Jalan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2006 Nomor 86, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4655), perlu menetapkan Pedoman perencanaan teknis tebal lapis jalan kerikil (perkerasan berbutir tanpa penutup) dengan Surat Edaran Menteri.

Surat Edaran ini dapat diterapkan oleh Pejabat Eselon I dan Eselon II di lingkungan Kementerian Pekerjaan Umum, sedangkan bagi Gubernur dan Bupati/Walikota di seluruh Indonesia agar dapat digunakan sebagai acuan.

B. Dasar Pembentukan

Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006 tentang Jalan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2006 Nomor 86, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4655).

Maksud dan Tujuan

Surat Edaran ini dimaksudkan sebagai acuan perencanaan jalan kerikil dengan lalu lintas harian rata-rata maksimal sebanyak 400 kendaraan perhari guna menjamin tahanan gelincir yang baik.

Surat Edaran ini bertujuan untuk mengantisipasi bahaya yang timbul akibat dari gelombang (*washboard road*), lubang, alur jejak roda, agregat yang lepas ataupun tumpukan agregat yang tersapu oleh roda kendaraan.

Ruang Lingkup

Surat Edaran ini meliputi penetapan langkah-langkah perencanaan teknis tebal lapis jalan kerikil (perkerasan berbutir tanpa penutup) yang digunakan untuk jalan dengan lalu lintas harian rata-rata (LHR) maksimal 400 kendaraan per hari.

Pedoman perencanaan teknis tebal lapis jalan kerikil (perkerasan berbutir tanpa penutup) meliputi persyaratan bahan untuk jalan kerikil, pengaruh drainase, dan parameter perencanaan tebal jalan kerikil sehingga dapat memenuhi persyaratan perencanaan.

Penutup

Pedoman Perencanaan Teknis Tebal Lapis Jalan Kerikil (Perkerasan Berbutir Tanpa Penutup) ini dimuat secara lengkap dalam Lampiran, merupakan satu kesatuan dari bagian yang tidak terpisahkan dari Surat Edaran Menteri ini.

Demikian atas perhatian Saudara disampaikan terima kasih.

Ditetapkan di Jakarta
pada tanggal 22 April 2013

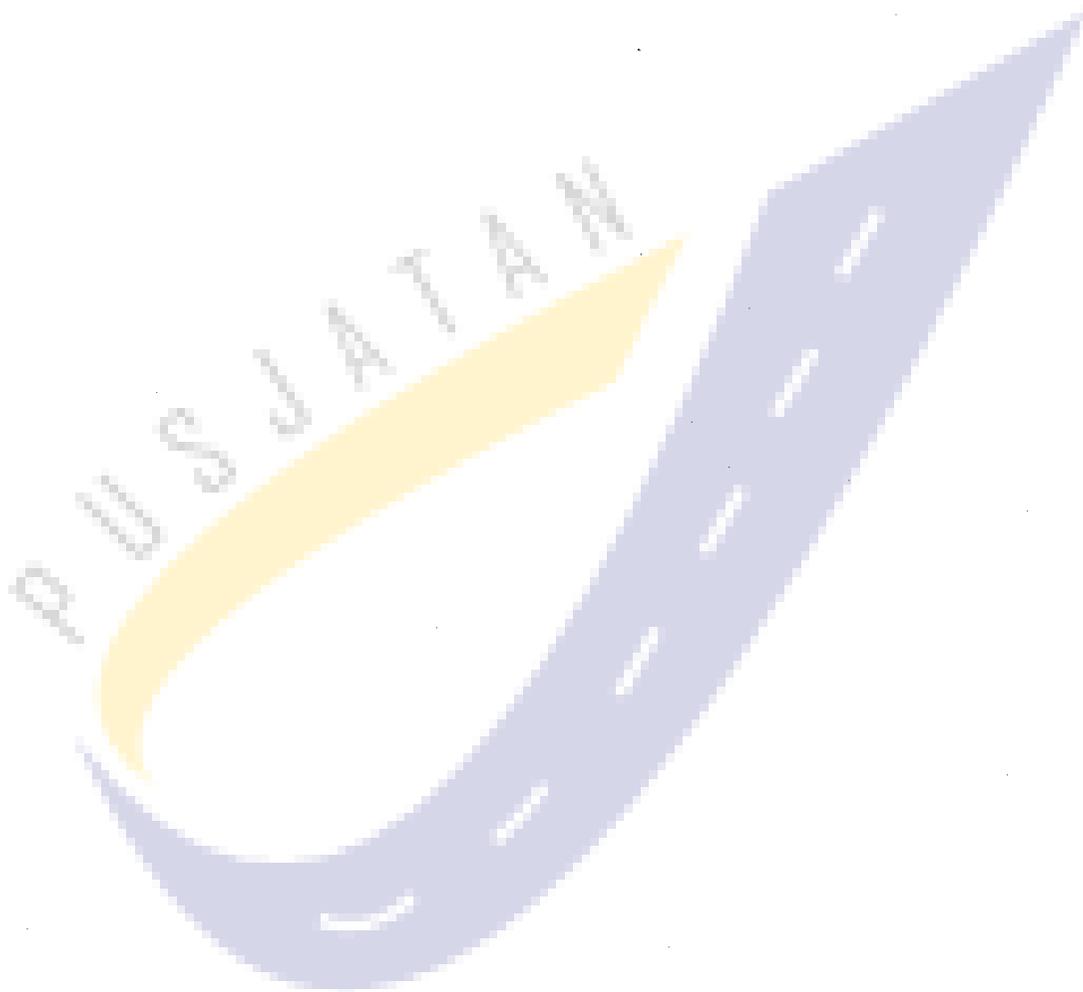
MENTERI PEKERJAAN UMUM,



[Handwritten signature]
BOKO KIRMANTO

LAMPIRAN
SURAT EDARAN MENTERI PEKERJAAN UMUM
NOMOR : 04/SE/M/2013
TANGGAL : 22 April 2013

Pedoman Perencanaan Teknis Tebal Lapis Jalan Kerikil (Perkerasan Berbutir Tanpa Penutup)



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM

Daftar isi

Daftar isi.....	i
Prakata	ii
Pendahuluan.....	iii
1 Ruang lingkup	1
2 Acuan normatif	1
3 Istilah dan definisi.....	1
4 Bahan untuk jalan kerikil.....	2
5 Drainase.....	3
6 Parameter perencanaan tebal jalan kerikil.....	3
6.1 Lalulintas	4
6.2 Modulus resilien tanah dasar.....	4
6.3 Durasi musim	4
6.4 Modulus <i>base</i> (Lapis-1) dan <i>sub-base</i> (Lapis-2).....	5
6.5 Indeks pelayanan jalan (<i>serviceability index</i>) (P_t dan P_o)	7
6.6 Kedalaman alur izin.....	8
6.7 Koreksi tebal akibat pengurangan agregat (<i>aggregate loss</i>).....	8
6.8 Penentuan tebal jalan kerikil.....	9
6.9 Lalu lintas yang diizinkan.....	11
6.10 Faktor kerusakan akibat lalu lintas.....	11
6.11 Tebal Lapis-1 terpilih	11
6.12 Tebal Lapis-2.....	12
Lampiran A (informatif) Contoh perhitungan.....	13
Bibliografi	17
Gambar 1 – Korelasi kekuatan struktural untuk Lapis-1 (<i>Base</i>).....	5
Gambar 2 – Korelasi kekuatan struktural untuk Lapis-2 (<i>Subbase</i>).....	5
Gambar 3 – Nomogram konversi tebal Lapis-1 (<i>base</i>) ke tebal Lapis-2 (<i>subbase</i>).....	7
Gambar 4 – Diagram alir langkah perencanaan tebal jalan kerikil.....	10
Gambar 5 – Jumlah lalu lintas yang diizinkan sehubungan dengan Δ PSI Izin	11
Gambar 6 – Jumlah lalu lintas yang diizinkan sehubungan dengan kedalaman alur izin	12
Gambar A.1 - Tipikal grafik hubungan antara kerusakan total dengan tebal Lapis-1	15
Gambar A.2 - Tebal dan karakteristik jalan kerikil yang didapat	16
Tabel 1 - Jarak penempatan <i>culvert</i> atau gorong-gorong	3
Tabel 2 - Usulan praktis panjang musim hujan dan kemarau di Indonesia	5
Tabel 3 - Nilai P_t dan tingkat penolakan masyarakat.....	8
Tabel A.1 - Perhitungan tebal Lapis-1 jalan kerikil.....	14

Prakata

Pedoman perencanaan teknis tebal lapis jalan kerikil (perkerasan berbutir tanpa penutup) merupakan hasil penelitian Pusat Litbang Jalan dan Jembatan yang menjelaskan perencanaan tebal jalan kerikil (jalan tanpa penutup).

Pedoman ini dipersiapkan oleh Panitia Teknis 91-01 Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil pada Subpanitia Teknis Rekayasa Jalan dan Jembatan 91-01/S2 melalui Gugus Kerja Bahan dan Perkerasan Jalan.

Tata cara penulisan disusun mengikuti Pedoman Standardisasi Nasional (PSN) No. 8 Tahun 2007 dan dibahas dalam forum rapat konsensus tanggal 9 Nopember 2011 di Bandung, dengan melibatkan para narasumber, pakar, dan lembaga terkait.



Pendahuluan

Jalan kerikil adalah salah satu dari jenis jalan tanpa penutup yang cocok digunakan untuk jalan dengan lalu lintas harian rata-rata sebanyak 400 kendaraan perhari (AASHTO, 2001). Jalan ini dapat direncanakan sampai dengan lalu lintas rencana kumulatif maksimum 100.000 beban gandar standar kumulatif.

Jalan kerikil dapat dibuat dari campuran kerikil dengan agregat pecah atau *slag* atau agregat lainnya dengan material halus dari lempung (*clay*) atau kombinasinya sehingga memenuhi gradasi yang diinginkan. Bahan dari hasil daur ulang (*recycling*) lapisan beraspal (RAP) dapat pula digunakan dengan mencampur bahan tersebut dengan material halus dari lempung (*clay*). Gradasi kerikil yang digunakan harus menerus (*continuous graded*) dan mengandung fraksi halus sehingga dapat membantu ikatan.

Jalan kerikil direncanakan untuk dapat dilewati oleh lalu lintas dengan kecepatan maksimum 70 km/jam (AASHTO, 2001), tetapi bila perawatan dilakukan dengan baik, jalan kerikil dapat dilalui dengan kecepatan 100 km / jam (FAA, 2000). Walaupun memiliki tahanan gelin chir yang baik, bahaya mungkin saja timbul akibat dari gelombang (*washboard road*), lubang, alur jejak roda, agregat yang lepas, ataupun bahkan tumpukan agregat yang tersapu oleh roda kendaraan, kabut debu ataupun lumpur yang mungkin terjadi setelah hujan.

Pedoman jalan kerikil ini membahas langkah-langkah perencanaan tebal jalan kerikil. Pedoman ini dapat digunakan oleh perencana jalan untuk merencanakan jalan kerikil dengan lalu lintas harian rata-rata sebanyak 400 kendaraan.

Perencanaan teknis tebal lapis jalan kerikil (perkerasan berbutir tanpa penutup)

1 Ruang lingkup

Pedoman ini menetapkan langkah-langkah perencanaan teknis tebal lapis jalan kerikil (perkerasan berbutir tanpa penutup) yang digunakan untuk jalan dengan lalu lintas harian rata-rata (LHR) maksimal 400 kendaraan per-hari.

2 Acuan normatif

Dokumen referensi di bawah ini harus digunakan dan tidak dapat ditinggalkan untuk melaksanakan pedoman ini.

SNI 03-1744-1989, *Metode Pengujian CBR Laboratorium.*

SNI 03-1968-1990, *Metode pengujian tentang analisis saringan agregat halus dan kasar.*

SNI 1966;2008, *Cara uji batas plastis dan indeks plastisitas tanah.*

SNI 2417;2008, *Cara uji keausan agregat dengan mesin abrasi Los Angeles.*

SNI 1743;2088, *Cara uji kepadatan berat untuk tanah.*

3 Istilah dan definisi

Untuk tujuan penggunaan pedoman ini, istilah dan definisi berikut digunakan.

3.1

bahan beraspal hasil daur ulang (*Recycled Asphalt Pavement, RAP*)

bahan yang berasal dari hasil daur ulang lapisan beraspal

3.2

saling kunci (*interlocking*)

keadaan saling mengunci antar agregat, sehingga tercipta satu kesatuan yang kokoh

3.3

drainase tanah dasar (*sub-soil drain*)

drainase yang ditempatkan di tanah dasar

3.4

drainase melintang jalan (*inceptor drain cut off*)

drainase yang dibuat dengan cara membuat lubang melintang jalan untuk mengalirkan air.

3.5

drainase samping jalan (*roadside drain*)

drainase yang ditempatkan di samping badan jalan, baik yang diperkuat dengan struktur maupun tanpa struktur drainase

3.6

modulus resilien tanah dasar (*resilient modulus of subgrade*) (M_r)

nilai yang mewakili daya dukung tanah dasar dan besarnya ditentukan oleh kondisi setempat dan jenis material tanah dasarnya

3.7

panjang musim

lamanya musim yang dapat mempengaruhi kinerja jalan kerikil dan merupakan nilai rata-rata hari hujan dan atau puncak hari kemarau dalam setahun

3.8

indeks pelayanan jalan (*serviceability index*) (P_i dan P_o)

indeks perkerasan jalan yang mencerminkan kemampuan untuk melayani lalu lintas sejak kondisi awal (P_o) sampai kondisi akhir (P_i) selama umur rencana; tingkat *serviceability* dinyatakan dalam *present serviceability index* (PSI)

3.9

pertumbuhan lalu lintas (*traffic growth*)

nilai pertumbuhan lalu lintas pada suatu area jalan, dinyatakan dalam persentase pertumbuhan lalu lintas

3.10

slag

limbah yang berbentuk bongkahan berasal dari proses pembuatan besi dan baja

4 Bahan untuk jalan kerikil

Kerikil yang digunakan dapat terdiri dari batu bulat (*rounded*) atau agregat pecah atau bahan dari hasil daur ulang lapisan beraspal (RAP) atau kombinasi dari keduanya dan dicampur dengan pasir dan tanah lempung (*clay*). Kandungan lempung (*clay*) dalam kerikil ini diperlukan karena diharapkan dapat membantu ikatan antara kerikil dan dapat membuat jalan tersebut menjadi agak kedap. Walaupun dapat menggunakan batu bulat, tetapi untuk menjamin adanya *interlocking* yang baik, agregat pecah lebih direkomendasikan untuk digunakan.

Agregat yang akan digunakan untuk jalan kerikil harus memiliki gradasi yang baik (*well graded*), material tersebut juga harus memiliki kandungan lempung (*clay*) dengan kuantitas yang memadai yang dapat berfungsi sebagai pengikat antar agregat. Apabila bahan yang digunakan kurang atau tidak mengandung lempung, maka pencampuran dengan lempung harus dilakukan. Sebaliknya bahan dengan kandungan lempungnya terlalu tinggi, maka bahan tersebut harus dicampur dengan bahan yang tidak bersifat plastis (*non-plastis*) untuk menurunkan kadar lempungnya.

Selain kandungan lempung, ukuran agregat dan tebal lapisan hamparan padat agregat juga mempengaruhi kinerja jalan tanpa penutup. Untuk mendapatkan kinerja yang baik, tebal padat masing-masing lapisan agregat pada jalan kerikil minimum harus 3 inch (75 mm). Walaupun lapisannya cukup tebal sehingga dapat mengakomodasi penggunaan batu berukuran besar tetapi untuk mempermudah perawatan ukuran maksimum agregat yang digunakan tidak boleh terlalu besar. Bahan-bahan yang digunakan untuk jalan kerikil, sifat-sifatnya harus memenuhi persyaratan sebagaimana diberikan dalam Spesifikasi Teknis Bahan Perkerasan Berbutir Tanpa Penutup.

5 Drainase

Jalan kerikil sangat peka terhadap pengaruh air. Untuk mendapatkan kinerja yang baik, jalan kerikil untuk kondisi apapun harus dilengkapi dengan drainase. Ada tiga tipe drainase yang umumnya digunakan untuk jalan kerikil, yaitu *sub-soil drain*, *inceptor drain (cut off) drain* dan *roadside drain*. Karena jalan kerikil hanya diperuntukkan untuk lalu lintas rendah, maka dari ketiga tipe drainase ini yang murah, efektif dan umumnya banyak digunakan untuk jenis jalan ini adalah *roadside drain*.

Roadside drain pada jalan kerikil umumnya dibuat tanpa pasangan batu (*non-lining*), oleh sebab itu penggerusan adalah masalah utama yang seringkali terjadi pada saluran. Untuk mencegah penumpukan sedimen akibat penggerusan ini, maka bila dipandang perlu, saluran ini dapat dilengkapi dengan penangkap sedimen (*sediment trap*) dan bangunan terjun.

Culvert atau gorong-gorong mungkin juga diperlukan untuk mengalirkan air dari satu sisi jalan ke sisi jalan lainnya. Untuk mempermudah perawatan, ukuran diameter pipa atau *culvert* minimal 75 cm dengan panjang minimal 6 m. Untuk jalan dengan lebar lebih besar dari 4 m, maka panjang *culvert* harus 2 m lebih panjang dari lebar jalan. Bentuk lain dari *culvert* dapat juga digunakan asalkan memiliki dimensi penampang basah ekuivalen dengan pipa yang berdiameter 75 cm. Jarak penempatan *culvert* tergantung pada alinemen vertikal. Untuk daerah-daerah dengan curah hujan yang tinggi, jarak penempatan *culvert* dapat dilakukan dengan mengacu pada Tabel 1.

Tabel 1 - Jarak penempatan *culvert* atau gorong-gorong

Alinemen Vertikal (%)	Jarak <i>Culvert</i> (m)
5	80
6	65
7	55
8	45
9	40
10	35

Sumber: Tom, et al. 2004

6 Parameter perencanaan tebal jalan kerikil

Beberapa faktor yang harus dipertimbangkan dalam perencanaan jalan kerikil adalah sebagai berikut:

- Lalulintas
- Modulus resilien tanah dasar
- Panjang musim
- Modulus *base* dan *sub-base*
- Serviceability Index*
- Kedalaman alur izin
- Faktor Koreksi Pengurangan tebal (*aggregate loss*)

6.1 Lalulintas

Jalan kerikil direncanakan apabila lalu lintas yang akan melewati jalan tersebut minimum sebesar 400 ESA perhari. Jalan ini direncana memiliki umur pelayanan maksimum sampai dengan 100000 ESA.

Jumlah kumulatif beban gandar standar didapat dari hasil perhitungan volume lalu lintas, pengukuran beban gandar kendaraan, serta mempertimbangkan faktor umur rencana dan pertumbuhan lalu lintas (*traffic growth*).

Jumlah kendaraan niaga (*truck*) yang lewat selama umur rencana dihitung dengan menggunakan data hasil pengukuran pada tahun awal serta memperhitungkan juga umur rencana dan pertumbuhan lalu lintas (*traffic growth*).

6.2 Modulus resilien tanah dasar

Daya dukung tanah dasar merupakan faktor kritis yang menentukan kinerja jalan. Untuk jalan kerikil, daya dukung tanah dasar diwakili oleh modulus resiliennya (M_r). Besarnya (M_r) sangat ditentukan oleh kondisi setempat dan jenis material tanah dasar itu sendiri.

Nilai modulus resilien tanah dasar (M_r) dapat dicari berdasarkan nilai CBR dengan menggunakan Persamaan 1. Persamaan ini hanya digunakan untuk nilai CBR maksimum 10%. Untuk daerah-daerah dengan curah hujan yang tinggi atau untuk perencanaan yang konservatif (lebih aman), nilai CBR yang digunakan adalah nilai CBR rendaman (CBR_{soaked}).

$$M_r \text{ (psi)} = 1500 CBR_{soaked} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

- M_r = Modulus resilien tanah dasar (psi).
- CBR = Nilai CBR tanah dasar.

6.3 Durasi musim

Salah satu faktor yang mempengaruhi kinerja jalan kerikil adalah lamanya musim. Pada Tabel 2 ditunjukkan panjang musim hujan dan kemarau di beberapa tempat di Indonesia yang merupakan nilai rata-rata bulan hujan dalam setahun dari sejumlah stasiun pemantau di beberapa propinsi di Indonesia selama lima tahun. Tabel 2 ini digunakan untuk menentukan panjang musim yang akan digunakan untuk mengukur modulus resilien efektif dari tanah dasar.

Untuk daerah-daerah yang tidak memiliki data jumlah hari hujan dalam setahun seperti yang disebutkan pada Tabel 2, maka data dapat diperoleh dari instansi yang berwenang. Untuk tujuan praktis, pengaruh panjang musim dapat diasumsikan sama dengan satu tetapi konsekuensinya nilai modulus tanah dasar yang digunakan harus modulus tanah dalam keadaan jenuh (*soaked*) dan tebal lapis kerikil yang diperoleh akan konservatif (lebih besar). Untuk kondisi ini gunakan CBR_{soaked} untuk menghitung nilai modulus resilien tanah dasar (M_r).

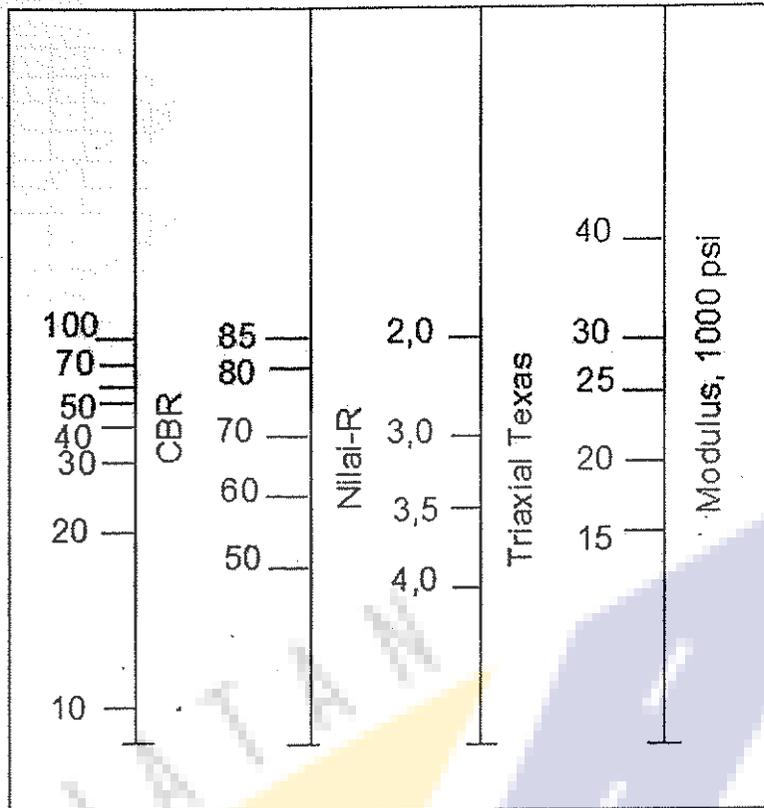
Tabel 2 - Usulan praktis panjang musim hujan dan kemarau di Indonesia

Propinsi	Lamanya Musim (Bulan)	
	Hujan	Kemarau
Jawa Barat	6.8	5.2
Jawa Tengah	5.6	6.4
Jogyakarta	4.3	7.7
DKI	4.9	7.1
Sumatera Selatan	7.4	4.6
Riau	5.2	6.8
Sulawesi Tenggara	4.8	7.2
Sulawesi Selatan	6.4	5.6
Kalimantan Selatan	6.4	5.6
Nusa Tenggara Timur	0.6	11.4
Nusa Tenggara Barat	1.6	10.4
Maluku Utara	8.7	3.3
Papua	8.0	4.0

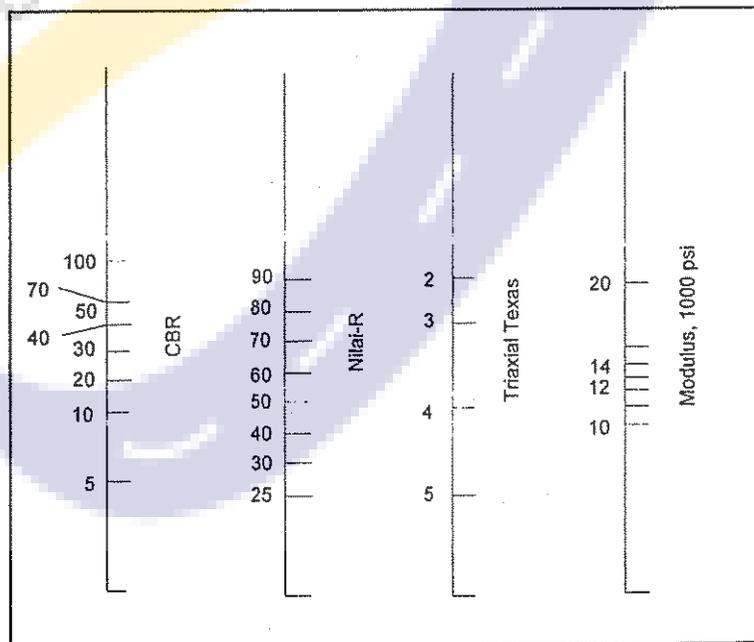
Sumber: diolah dari BMKG, data tahun 2005 - 2010

6.4 Modulus *base* (Lapis-1) dan *sub-base* (Lapis-2)

Untuk lapisan yang diperkirakan akan mengalami deformasi permanen akibat beban, maka sifatnya harus diwakili oleh suatu besaran yang disebut modulus elastis (E). Untuk jalan kerikil, sifat *base* dan *sub-base* yang direncanakan diwakili oleh nilai modulus dari masing-masing lapisan (Lapis-1 dan Lapis-2) tersebut, yaitu E_1 (E_{base}) dan E_2 ($E_{subbase}$). Modulus ini dapat dihitung dengan menggunakan Gambar 1 dan Gambar 2.

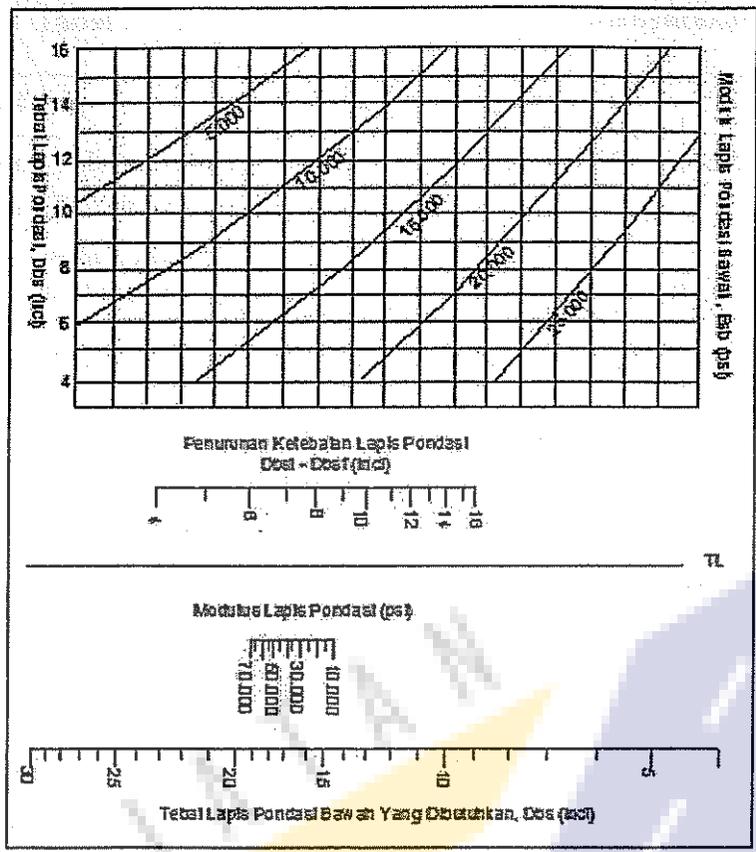


Gambar 1 - Korelasi kekuatan struktural untuk Lapis-1 (Base)



Gambar 2 - Korelasi kekuatan struktural untuk Lapis-2 (Subbase)

Jalan kerikil dapat terdiri atas lapisan *base* (Lapis-1) dan *sub-base* (Lapis-2) atau hanya Lapis-1 saja yang langsung diletakkan di atas tanah dasar. Tetapi pada prinsipnya, perencanaan jalan kerikil ditujukan untuk menentukan tebal Lapis-1. Tebal Lapis-2 didapat dengan mengkonversikan sebagian atau seluruh tebal Lapis-1 menjadi tebal Lapis-2. Gambar 3 dapat digunakan untuk tujuan ini.



Sumber : (AASHTO, 1993)

Gambar 3 - Nomogram konversi tebal Lapis-1 (base) ke tebal Lapis-2 (subbase)

6.5 Indeks pelayanan jalan (serviceability index) (P_t dan P_o)

Serviceability adalah kemampuan jalan untuk melayalani lalu lintas pada kondisi existfingnya. Tingkat *serviceability* dinyatakan dalam *Present Serviceability Index* (PSI). Nilai ini berada dalam rentang 0 s.d 5. Nilai 0 menunjukkan kondisi jalan yang sudah tidak dapat dilewati lagi oleh lalu lintas. Nilai 5 menunjukkan bahwa jalan tersebut dalam kondisi sangat baik, biasanya merupakan kondisi awal jalan sesaat setelah selesai dibangun. Kondisi awal ini merupakan nilai PSI yang terbesar yang memungkinkan untuk dihasilkan dan diistilahkan sebagai *null serviceability* (P_o). Untuk jalan kerikil, nilai P_o dapat diambil sebesar 4. *Terminal serviceability* (P_t) adalah nilai PSI terkecil yang masih memungkinkan jalan tersebut untuk diperbaiki, direkonstruksi ataupun diresurfacing. Berdasarkan penelitian AASHTO, penentuan nilai P_t didasarkan pada tingkat penolakan masyarakat terhadap kondisi jalan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Dalam perencanaan jalan kerikil, perbedaan nilai P_o dengan P_t sangat menentukan tebal lapisan agregat. Penurunan nilai P_o menjadi P_t adalah penurunan tingkat pelayanan selama umur rencana dan umumnya diistilahkan sebagai kehilangan tingkat pelayanan (Δ PSI). Kehilangan tingkat pelayanan untuk jalan tanpa penutup yang direkomendasikan sebesar dua.

Tabel 3 - Nilai P_t dan tingkat penolakan masyarakat

Nilai P_t	3,0	2,5	2,0
Penolakan Masyarakat (%)	12%	55%	85%

Sumber: AASHTO, 2001

Adapun arti dari beberapa nilai P_t tersebut adalah :

$P_t = 1,5$: adalah tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin (jalan tidak terputus)

$P_t = 2,0$: adalah tingkat pelayanan rendah bagi jalan yang masih mantap (baik dan sedang)

$P_t = 2,5$: adalah menyatakan permukaan yang masih cukup stabil dan baik.

6.6 Kedalaman alur izin

Dalamnya alur (*rutting*) yang terjadi pada jalan kerikil merupakan kriteria kegagalan yang dipertimbangkan dalam perencanaan. Untuk jalan kerikil, nilai alur yang diizinkan adalah 2 inchi (AASHTO, 1993). Bila nilai alur lebih besar dari nilai ini, maka jalan tersebut dinyatakan telah mengalami kegagalan (*failure*).

6.7 Koreksi tebal akibat pengurangan agregat (*aggregate loss*)

Pada jalan kerikil, lalu lintas dan erosi akan menyebabkan lepasnya agregat dari permukaan jalan. Lepasnya agregat ini akan menyebabkan pengurangan tebal lapisan agregat sehingga tebal lapis agregat menjadi lebih tipis dan selanjutnya akan mengurangi kapasitas daya dukung jalan tersebut. Kejadian ini akan berlangsung sepanjang umur rencana dari jalan kerikil tersebut. Oleh sebab itu, tebal agregat yang hilang harus juga dipertimbangkan dan tebalnya harus diestimasi pada saat proses perencanaan jalan kerikil (FHA, 1997).

Tebal agregat yang hilang harus diperhitungkan untuk mengkoreksi tebal Lapis-1 yang diperoleh. Persamaan (2) dapat dipergunakan untuk menghitung tebal akhir Lapis-1. Tebal agregat yang lepas atau hilangnya agregat akibat lalu lintas dapat diperkirakan dengan menggunakan Persamaan 3, Persamaan 4, dan Persamaan 5. Tebal akibat kehilangan agregat yang paling besar yang didapat dari persamaan-persamaan tersebut digunakan untuk mengoreksi tebal akhir Lapis-1 pada Persamaan (2)

$$D_{BK} = D_{base} + 0,5AL \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

D_{BK} adalah tebal lapisan kerikil setelah dikoreksi, inchi

D_{base} adalah tebal lapisan kerikil hasil perhitungan, inchi

$AL=GL=AGL$ adalah tebal agregat yang hilang atau lepas (*Aggregate Loss*)

Besarnya AL dapat dihitung dengan menggunakan persamaan- persamaan di bawah ini :

AASHTO, 2001:

$$AL = 0,12 + 0,1223LT \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

AL adalah kehilangan agregat (inchi).

LT adalah jumlah kendaraan niaga (*truck*) yang bermuatan dalam ribuan.

Tebal agregat yang hilang juga dapat dihitung dengan mempertimbangkan banyaknya frekuensi pemeliharaan (*blading*) yang dilakukan selama umur rencana, gradien memanjang jalan dan jari-jari tikungan pada jalan kerikil. Selama umur rencana, *blading* umumnya dilakukan minimal dua kali. Berdasarkan hal ini, tebal agregat yang hilang dihitung dengan menggunakan Persamaan (4).

$$GL = \frac{\left(\frac{B}{25,4}\right)}{\left(0,0045LADT + \frac{3380,6}{r} + 0,467G\right)} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

- GL adalah kehilangan agregat (inchi).
- B adalah jumlah pemeliharaan (*blading*) selama umur rencana, (min. 2 kali umur rencana).
- LADT adalah rata-rata LHR kendaraan niaga
- r adalah jari-jari *curvature*, feet.
- G adalah *gradient*, %

Untuk jalan kerikil yang melayani lalu lintas dengan volume truk sangat rendah (<5% dari LHR), kehilangan agregatnya dapat dihitung pertahun dengan menggunakan Persamaan (5).

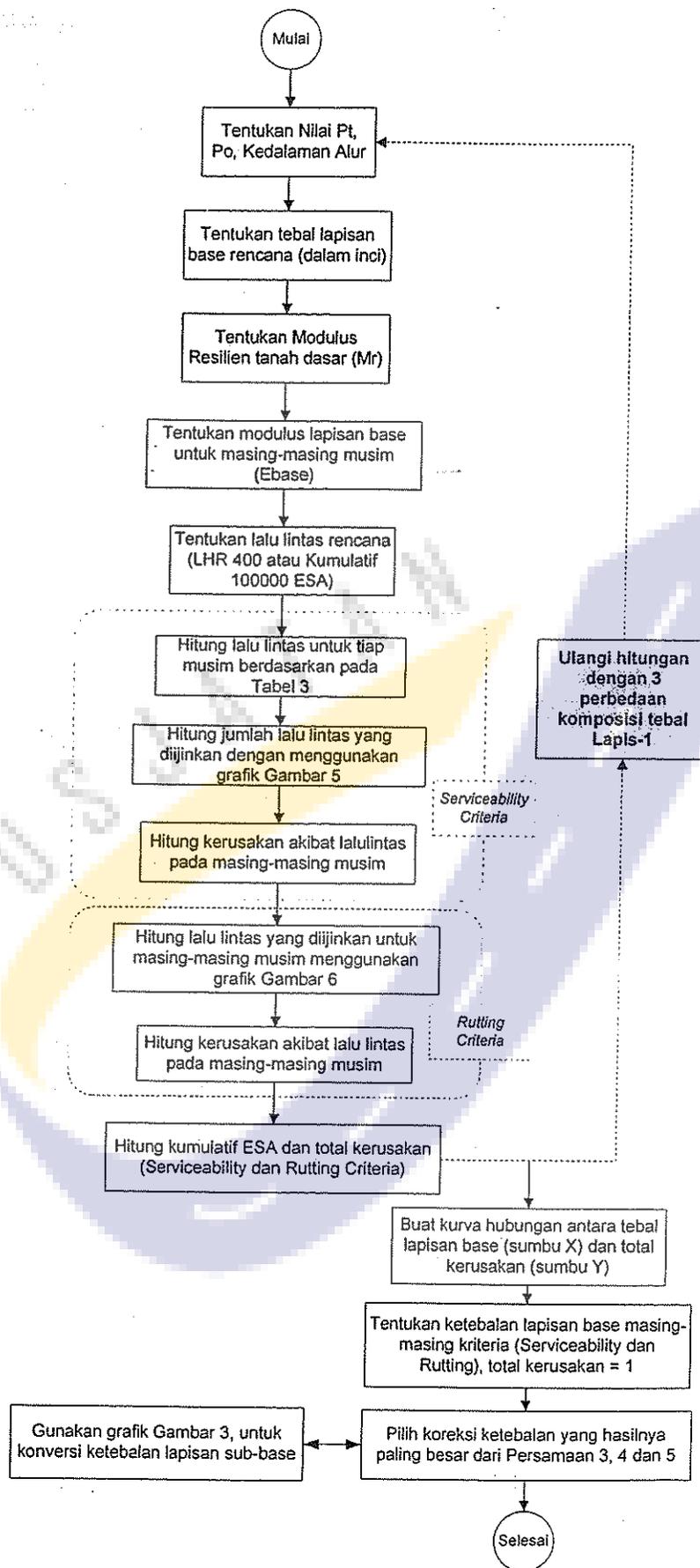
$$AGL = \left[\frac{T^2}{(T^2 + 50)} \right] \times f(4,2 + 0,092 T + 0,889 R^2 + 1,88 VC) \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

- AGL adalah kehilangan agregat per tahun, inchi.
- T adalah volume lalu lintas per tahun 2 arah, ribu kendaraan.
- R adalah curah hujan tahunan, inchi.
- G = VC adalah gradient jalan, %.
- f = 0,028 untuk agregat vulkanik.
- f = 0,037 untuk agregat lateritik.
- f = 0,043 untuk agregat kuarsa.
- f = 0,059 untuk agregat koral.

6.8 Penentuan tebal jalan kerikil

Pada prinsipnya perencanaan penentuan tebal Lapis-1(*base*) untuk jalan kerikil adalah suatu proses '*trial and error*'. Tebal Lapis-1 ditentukan untuk berbagai ketebalan, dan selanjutnya hitung kerusakan yang diharapkan sehubungan dengan tingkat pelayanan (*serviceability*) dan alur yang terjadi. Tebal rencana merupakan tebal rata-rata yang dihasilkan oleh tingkat pelayanan (*serviceability*) dan alur yang memberikan 100% tingkat kerusakan. Pada Gambar 4 ditunjukkan bagan alir langkah-langkah perencanaan tebal jalan kerikil.



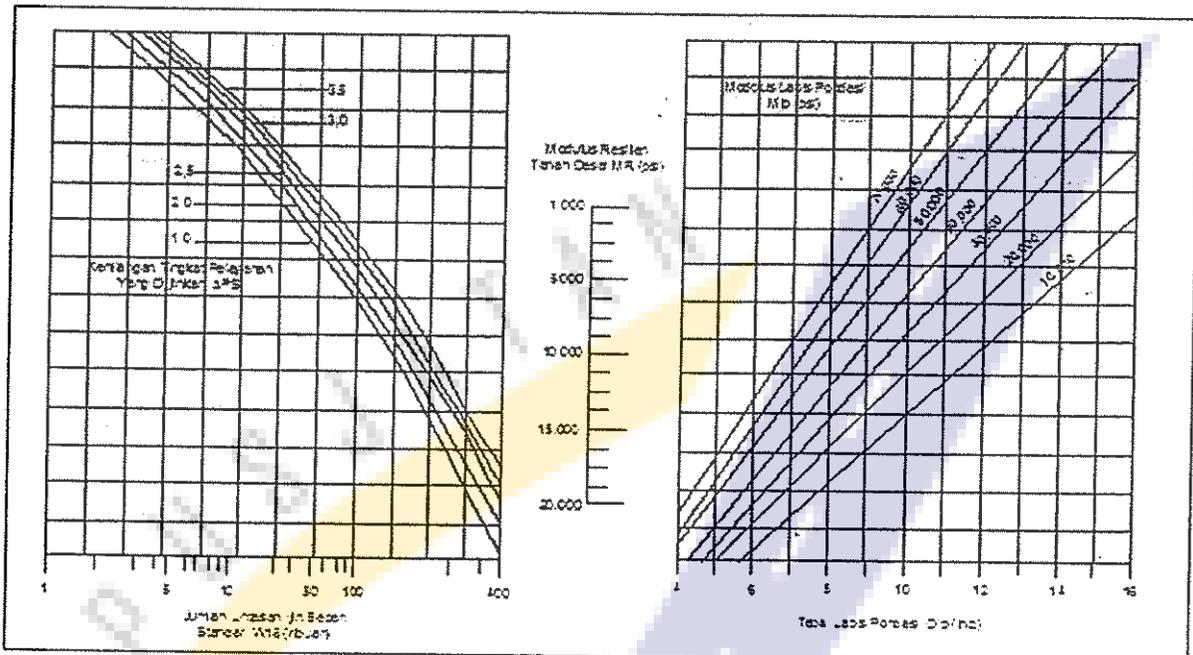
Gambar 4 - Diagram alir langkah perencanaan tebal jalan kerikil

6.9 Lalu lintas yang diizinkan

Setelah tebal Lapis-1 ditentukan (*trial and error*) dan modulus Lapis-1 (*base*), modulus resilien tanah dasar diketahui serta $\Delta PSI (P_t - P_0)$ sudah didapatkan, hitung jumlah lalu lintas yang diizinkan sehubungan dengan tingkat pelayanan (*serviceability*) yang diinginkan dihitung dengan menggunakan Gambar 5.

Untuk menghitung jumlah lalu lintas yang diizinkan pada masing-masing musim sehubungan dengan besarnya nilai *rutting* yang diizinkan, dihitung dengan menggunakan Grafik pada Gambar 6.

Bila lalu lintas yang didapat berada di luar rentang grafik pada Gambar 5 dan Gambar 6, maka jumlah lalu lintas yang diizinkan harus dianggap sebesar 500.000 ESA.



Gambar 5 - Jumlah lalu lintas yang diizinkan sehubungan dengan ΔPSI Izin

6.10 Faktor kerusakan akibat lalu lintas

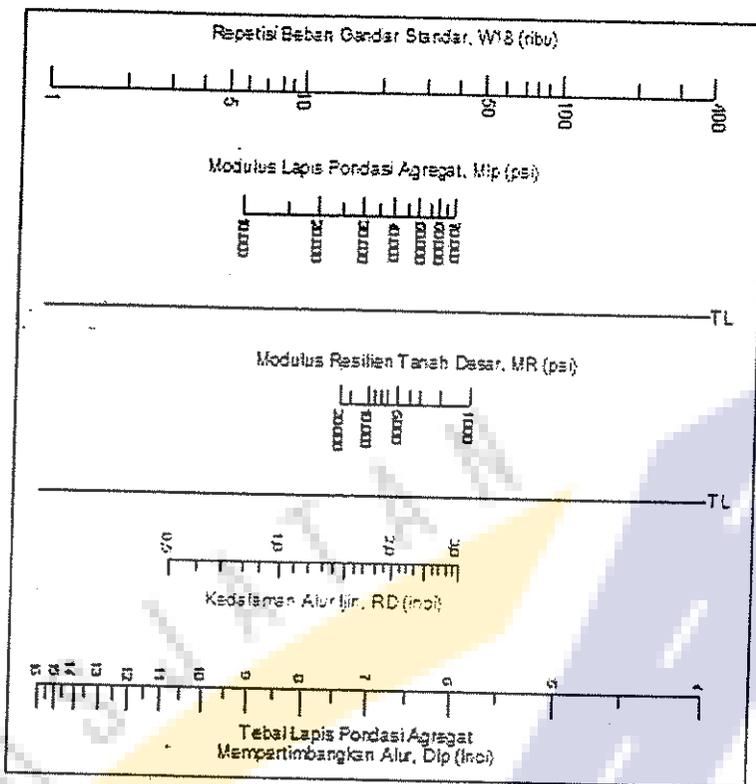
Faktor kerusakan akibat lalu lintas yang diizinkan pada masing-masing musim dihitung dengan membagi jumlah lalu lintas rencana dengan jumlah lalu lintas yang diizinkan pada masing-masing musim tersebut.

6.11 Tebal Lapis-1 terpilih

Penentuan tebal Lapis-1 dilakukan dengan cara *trial and error* dari beberapa kali percobaan perhitungan. Selanjutnya pilih tebal Lapis-1 yang cocok, yaitu tebal Lapis-1 yang memenuhi kriteria *serviceability* dan *rutting* dengan faktor kerusakan akibat lalu lintas masing-masing sama dengan 1. Tebal Lapis-1 yang dipilih adalah tebal rata-rata yang dihasilkan oleh kedua kriteria tersebut.

6.12 Tebal Lapis-2

Apabila perkerasan dilaksanakan dua lapisan, maka penentuan tebal Lapis-2 dilakukan dengan cara mengkonversi ketebalan Lapis-1 menggunakan *chart* pada Gambar 3.



Gambar 6 - Jumlah lalu lintas yang diizinkan sehubungan dengan kedalaman alur izin

**Lampiran A
(informatif)
Contoh perhitungan**

Contoh perhitungan 1:

Sebuah ruas jalan kerikil akan dibangun di propinsi Jogjakarta pada daerah yang lurus dan datar dengan curah hujan 10 inchi pertahun. Agregat yang digunakan adalah agregat laterit. Bila perawatan dilakukan 4 kali dalam setahun dan umur rencana jalan ini adalah 3 tahun, rencanakan tebal jalan tersebut bila data-data lainnya adalah sebagai berikut:
Lalu lintas yang akan diakomodasi : LHR sebesar 100 kendaraan dengan total ESA selama umur rencana sebesar 35.000 ESA termasuk 4000 truk bermuatan.

Nilai P_t sebesar 2 dan P_o sebesar 4
Kedalaman alur yang diizinkan adalah sebesar 2 inchi.

CBR tanah dasar	= 5% (pada musim kemarau) dan = 3% (pada musim penghujan)
CBR lapis pertama	= 70% (pada musim kemarau) dan = 60% (pada musim penghujan)
CBR lapis kedua	= 60% (pada musim kemarau) dan = 30% (pada musim penghujan)

Penyelesaian:

Langkah 1: Penurunan tingkat pelayanan

$$\Delta PSI = P_o - P_t$$
$$\Delta PSI = 2$$

Langkah 2: Tebal Lapis-1 diperkirakan sebesar 10 inchi.

Langkah 3: Modulus resilent tanah dasar (M_r)

Besarnya M_r dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 1

$$M_{r_{\text{Kemarau}}} = 1500 \times 5$$
$$= 7.500 \text{ psi}$$

$$M_{r_{\text{Penghujan}}} = 1500 \times 3$$
$$= 4.500 \text{ psi}$$

Langkah 4: Modulus Lapis-1 dan Lapis-2

Modulus Lapis-1 dihitung Gambar 1.

Pada musim kemarau, CBR Lapis-1 = 70%, nilai $E_1 = 22.000 \text{ psi}$

Pada musim penghujan, CBR Lapis-1 = 60%, nilai $E_1 = 17.000 \text{ psi}$

Modulus Lapis-2 dihitung Gambar 2.

Pada musim kemarau, CBR Lapis-2 = 60%, nilai $E_2 = 17.000 \text{ psi}$

Pada musim penghujan, CBR Lapis-2 = 30%, nilai $E_1 = 15.000 \text{ psi}$

Langkah 5: Lalu lintas rencana

Di propinsi Jogjakarta lama bulan hujan dalam setahun adalah 4,3 bulan dan lama kemarau 7,7 bulan (lihat Tabel 2). Lalu lintas rencana adalah 35.000 ESA.

Jumlah lalu lintas rencana pada masing-masing musim adalah

$$\begin{aligned} \text{Pada musim kemarau} &= (7,7/12) \times 35.000 \\ &= 22.458 \text{ ESA} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pada musim penghujan} &= (4,3/12) \times 35.000 \\ &= 12.542 \text{ ESA} \end{aligned}$$

Selanjutnya, untuk mempermudah perhitungan, langkah-langkan perhitungan ditabelkan seperti yang diberikan pada Tabel A-1. Kolom 5 dan kolom 7 diisi berdasarkan hasil perhitungan pada Langkah 6.

Tabel A.1 - Perhitungan tebal Lapis-1 jalan kerikil

Tebal Lapisan Base $D_{\text{Base}} = 10$ inchi				Serviceability Criteria $\Delta\text{PSI} = 2$		Rutting Criteria $R_d = 2$ inchi	
1	2	3	4	5	6 = 4/5	7	8 = 4/7
Musim	M_r (psi)	E_{Base} (psi)	Lalu lintas Rencana	Lalu lintas Izin	Faktor Kerusakan Akibat Musim	Lalu lintas Izin	Faktor Kerusakan Akibat Musim
Hujan	4500	17.000	12.542	9.000	1,39	7.500	1,67
Kemarau	7500	22.000	22.458	100.000	0,22	22.000	1,02
Total Lalu lintas			35.000	Total Kerusakan	1,61	Total Kerusakan	2,69

Langkah 6: Lalu lintas izin

Jumlah lalu lintas yang diizinkan sehubungan dengan ΔPSI yang diizinkan didapat dengan menggunakan nomogram pada Gambar 5.

Pada musim kemarau = 100.000 ESA

Pada musim penghujan = 9.000 ESA

Jumlah lalu lintas yang diizinkan sehubungan dengan kedalaman alur (*rutting*) yang diizinkan didapat dengan menggunakan chart pada Gambar 6.

Pada musim kemarau = 22.000 ESA

Pada musim penghujan = 7.500 ESA

Langkah 7: Coba lagi untuk tebal Lapis-1 yang lainnya

Ulangi langkah 1 sampai 7 dengan tebal Lapis-1 lainnya (minimal 3 variasi) sehingga didapat nilai total dari faktor kerusakan akibat musim baik sehubungan dengan kriteria ΔPSI dan sehubungan dengan kriteria *rutting*.

Langkah 8: Penentuan tebal Lapis-1 yang dibutuhkan

Dari tiga atau lebih variasi tebal Lapis-1 yang dicoba-coba dan total faktor kerusakan yang diperoleh, buat kurva hubungan antara tebal Lapis-1 (sumbu X) dan total kerusakan (sumbu Y) seperti yang ditunjukkan pada Gambar A-1.

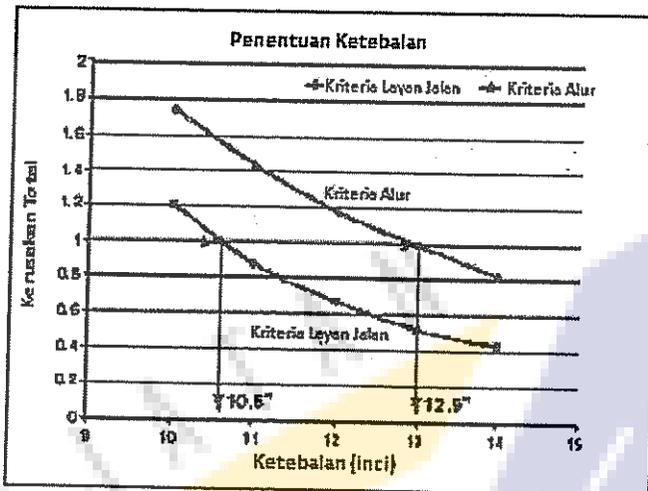
Kecenderungan garis (*trendline*) kurva hubungan yang dipilih seyogyanya yang memiliki nilai R^2 yang tertinggi.

Selanjutnya tarik garis horizontal yang memberikan nilai kerusakan total sama dengan 1 pada sumbu Y hingga memotong kurva. Lalu tarik garis vertikal yang melalui titik potong ini hingga memotong sumbu X.

Tebal Lapis-1 adalah tebal rata-rata dari pembacaan sumbu X untuk masing-masing kurva. Contohnya $(10,6 \text{ inci} + 12,9 \text{ inci}) = 11,75 \text{ inci}$.

2

Jadi tebal Lapis-1 yang dibutuhkan adalah 11,75 inci.



Gambar A.1 - Tipikal grafik hubungan antara kerusakan total dengan tebal Lapis-1

Langkah 9: Kehilangan agregat

Untuk mengakomodasi hilangnya agregat akibat lalu lintas selama umur rencana, penambahan tebal Lapis-1 diperlukan untuk tujuan tersebut. Tebal agregat tambahan yang diperlukan untuk itu dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3, persamaan 4 dan persamaan 5. Tebal agregat tambahan yang dipilih adalah tebal terbesar yang didapat dari ke empat persamaan tersebut.

- a) Gunakan Persamaan 3

$$\begin{aligned} AL &= 0,12 + 0,1223LT \\ &= 0,12 + 0,1223 \cdot 4 \\ &= 0,6 \text{ inci} \end{aligned}$$

- b) Jumlah pemeliharaan (B) = $3 \times 4 \times 1 = 12$ kali pemeliharaan.
Jalan terletak di daerah datar dan lurus, $G = 0\%$ dan $r = \sim$
Gunakan Persamaan 4 :

$$GL = \frac{\left(\frac{B}{25,4} \right)}{\left(0,0045LADT + \frac{3380,6}{r} + 0,467G \right)}$$

$$GL = \frac{\left(\frac{12}{25,4} \right)}{(0,0045 \times 100)}$$

$$GL = 1.05 \text{ inchi}$$

- c) Lalu lintas harian 100 kendaraan, umur rencana 3 tahun
 Jadi lalu lintas dalam setahunnya (T) = 365 x 100 = 36.5 (ribu kendaraan)
 Tinggi curah hujan (R) = 10 inchi
 Jalan datar, gradient (VC) = 0
 Agregat yang digunakan jenis laterit

Gunakan Persamaan 5 :

$$AGL = \left[\frac{T^2}{(T^2 + 50)} \right] \times f (4,2 + 0,092 T + 0,889 R^2 + 1,88 VC)$$

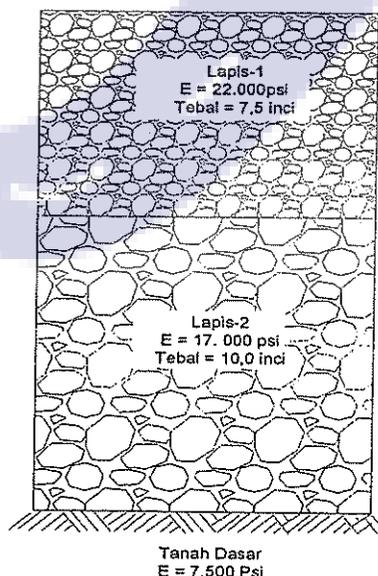
$$AGL = \left[\frac{36,5^2}{(36,5^2 + 50)} \right] \times 0,037 (4,2 + 0,092 \times 36,5 + 0,889 \times 10^2 + 1,88 \times 0)$$

$$AGL = 3,4 \text{ inchi per tahun}$$

Dari perhitungan di atas, agregat yang hilang adalah 3,4 inchi (nilai terbesar).
 Dengan demikian, tebal jalan kerikil yang dibutuhkan adalah
 Tebal Lapis-1 = 11,75 inchi + 0,5x3,4 inchi
 = 13,5 inchi

Langkah 10: Tebal Lapis-2

Bila jalan ini akan dibuat 2 lapis, yaitu dengan menggunakan Lapis-2 dan Lapis-1, maka tebal Lapis-2 dapat dihitung dengan mengkonversikan Lapis-1 ke Lapis-2 dengan menggunakan nomogram pada Gambar 3.
 Dengan menggunakan Gambar 3, bila 6 inchi Lapis-1 akan diubah menjadi Lapis-2, maka tebal Lapis-2 yang diperlukan adalah sebesar 10 inchi.
 Dengan demikian, tebal dan karakteristik jalan kerikil yang didapat yaitu seperti yang diilustrasikan pada Gambar A-2.



Gambar A.2 - Tebal dan karakteristik jalan kerikil yang didapat

Bibliografi

AASHTO, (2001), Guidelines for geometric Design for Very Low-Volume Local Road (ADT < 400), AASHTO, Washington, D. C.

AASHTO, (2001), Guide for Design of Pavement Structures, American Association of State and Highway and Transportation Officials, Chapter 4.

FAA, (2000), Gravel Roads – Maintenance and Design Manual, South Dakota Local Transportation Assistance Program (SD LTAP). U.S. Department of Transportation

FHA, (1997), Problems Associated with Gravel Road, Federal Highway Administration

Ditetapkan di Jakarta
pada tanggal

MENTERI PEKERJAAN UMUM,



DJOKO KIRMANTO