BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkerasan jalan adalah merupakan suatu konstruksi jalan yang disusun dari beberapa lapisan bahan sedemikian rupa, sehingga menjadi satu kesatuan yang membentuk suatu perkerasan jalan yang berfungsi sebagai penunjang beban lalu lintas di atasnya yang kemudian akan disalurkan ke tanah dasar. Pada dasarnya perkerasan jalan menggunakan material utama berupa agregat dan bahan pengikat. Menurut Sukirman (1999) konstruksi perkerasan yang berkembang saat ini dibedakan menjadi 3 jenis, yaitu: konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*) dan konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*) yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur diatas perkerasan kaku atau perkerasan kaku diatas perkerasan lentur. Sebelum menentukan penggunaan jenis konstruksi perkerasan yang akan dipakai sebaiknya perlu diketahui terlebih dahulu perbedaan antara perkerasan lentur dan perkerasan kaku dalam hal perbedaan respon jika terjadi repetisi beban, penurunan tanah dasar, dan perubahan temperatur.

Bali merupakan daerah pariwisata yang menjadi favorit dari berbagai negara untuk dikunjungi sehingga sangat penting untuk menjaga keandalan dan kemantapan dari jalan-jalan yang berada di Provinsi Bali. Bali memiliki panjang ruas jalan nasional sepanjang 629,39 Km yang dapat menunjang proses transportasi perpindahan barang dan jalur pariwisata. Ruas jalan Batas Kota Singaraja – Mengwitani merupakan jalan nasional yang memiliki panjang 60,42 km dan

merupakan lintas tengah yang menghubungkan bali utara dengan bali selatan. Ruas jalan Batas Kota Singaraja – Mengwitani merupakan jalan yang sangat penting untuk dijaga kondisinya tetap dalam kondisi baik (Kementerian PUPR, 2019) . Pada tahun 2018 sampai 2019 dilakukan pembangunan *shortcut* 3,4,5,6 untuk menunjang kegiatan transportasi darat, namun dengan pembangunan tersebut mobilitas alat berat yang digunakan dalam pembangunan tersebut sangat mempengaruhi kondisi jalan dalam proses mobilisasi dan pekerjaannya. Pada tahun 2020 terlihat penurunan kondisi yang sangat drastis mulai dari Km (13+950 – 18+931) (Kementerian PUPR, 2018). Pada ruas jalan tersebut terlihat terjadinya penurunan, retak permukaan aspal, aus permukaan aspal sehingga perlu dilakukan penanganan untuk meningkatkan kenyamanan dalam berkendara. Penanganan jalan yang tepat, memerlukan perencanaan yang baik.

Metode yang bisa digunakan sebagai acuan mendesain perkerasan lentur yaitu Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga. Metode Bina Marga 2017 merupakan pedoman perencanaan perkerasan lentur yang dikembangkan dengan bantuan Pemerintah Australia (*Aus AID*) yang disesuaikan dengan kondisi yang ada di Indonesia. Dengan latar belakang ini, nantinya akan dibahas kembali tentang perencanaan tebal perkerasan lentur pada Ruas Jalan Batas Kota Singaraja - Mengwitani pada KM (13+900 – 18+931) dengan menggunakan Metode MDP Bina Marga 2017.

1.2 Rumusan masalah

Dari pembahasan latar belakang diatas, didapatkan rumusan masalah yaitu:

1. Bagaimana kondisi jalan Batas kota singaraja - mengwitani pada KM (13+950 – 18+931)?
2. Bagaimana desain tebal perkerasan untuk jalan Batas kota Singaraja - Mengwitani pada km (13+950 – 18+931) dengan metode Manual Perkerasan Jalan 2017?

1.3 Tujuan Perencanaan

Tujuan dari perencaan ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui kondisi ruas jalan Batas Kota Singaraja - Mengwitani pada KM (13+950 – 18+931)?
2. Untuk mengetahui desain tebal perkerasan untuk jalan Batas kota Singaraja - Mengwitani pada km (13+950 – 18+931) dengan metode Manual Perkerasan Jalan 2017?

1.4 Manfaat Perencanaan

Manfaat dari perencaan ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi mahasiswa dapat menambah wawasan untuk bidang keilmiahan.
2. Bagi institusi dapat menjadi refrensi pengembangan ilmu dan teknologi.
3. Bagi instansi terkait dapat sebagai masukan alternatif solusi dalam penerapan dilapangan.

1.5 Batas dan Ruang Lingkup Penelitian

Dalam penelitian ini dibatasi permasalahan sebagai berikut

1. Perencanaan ruas jalan Batas Kota Singaraja – Mengwitani km (13+950 – 18+931)
2. Metode perencanaan dengan Manual Desain Perkerasan Jalan 2017.
3. Umur rencana yang ditetapkan adalah 10 tahun.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jenis Konstruksi Perkerasan Jalan

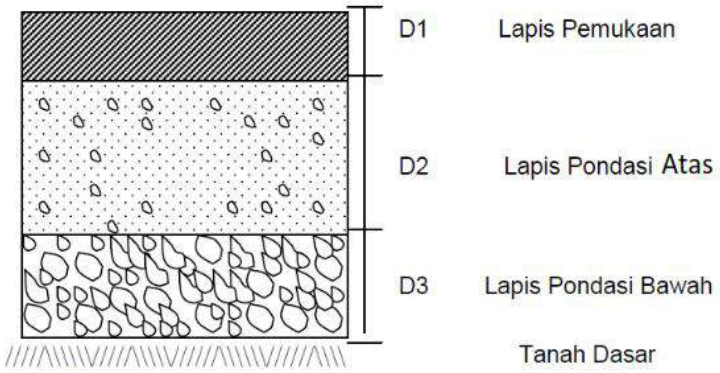
Menurut Shirley L. Hendarsin (2002) Perkerasan jalan adalah kontruksi yang dibangun diatas lapisan tanah dasar (*Subgrade*). Lapisan perkerasan berfungsi untuk menerima dan menyebarkan beban lalu lintas tanpa menimbulkan kerusakan yang berarti pada kontruksi jalan itu sendiri, dengan demikian memberikan kenyamanan selama masa pelayanan jalan tersebut . Berdasarkan bahan pengikatnya kontruksi jalan dapat dibedakan atas :

1. Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat, lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.
2. Konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan semen sebagai bahan pengikat. Plat beton dengan atau tanpa tulangan diletakan diatas tanah dasar dengan atau tanpa pondasi. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh plat beton.
3. Konstruksi perkerasan komposit (composite pavement), yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur diatas perkerasan kaku, atau perkerasan kaku diatas perkerasan lentur.

Kontruksi perkerasan terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakan diatas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkan ke lapisan dibawahnya. Karena sifat penyebaran gaya makan muatan yang diterima oleh masing-masing lapisan berbeda dan semakin

ke bawah semakin kecil. Lapisan permukaan harus mampu menerima seluruh jenis gaya yang bekerja, lapis pondasi atas menerima gaya *vertical* dan getaran, sedangkan tanah dasar diaggap hanya menerima gaya *vertical* saja.

2.1.1 Konsep Dasar Perkerasan Lentur



Gambar 2.1 Susunan Lapis Perkerasan Lentur
Sumber : Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah 2002 (Pedoman Perencanaan Tebal Perkersan Lentur)

2.1.1.1 Lapis Permukaan *(Surface Course)*

Lapisan yang terletak paling atas disebut lapisan permukaan dan berfungsi sebagai:

1. Lapis perkerasan penahan beban roda, lapisan mempunyai stabilitas tinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan.
2. Lapis kedap air, sehingga hujan yang jatuh diatasnya tidak meresap kelapisan dibawahnya dan melemahkan lapisan-lapisan tersebut.
3. Lapis aus (*wearing course*), lapis yang langsung menderita gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus.
4. Lapis yang menyebarkan beban kelapisan bawah, sehingga dapat dipikul oleh lapisan lain yang mempunyai daya dukung yang lebih jelek.

Guna dapat memenuhi fungsi tersebut diatas, pada umumnya lapisan permukaan dibuat dengan menggunakan bahan pengikat aspal sehingga menghasilkan lapisan yang kedap air dengan stabilitas yang tinggi dan daya tahan yang lama. Pemilihan bahan untuk lapisan permukaan perlu dipertimbangkan kegunaan, umur rencana serta pentahapan konstruksi, agar dicapai manfaat yang sebesar-besarnya dari biaya yang dikeluarkan.

Jenis lapisan permukaan yang umum dipergunakan di Indonesia antara lain :

a. Lapisan bersifat *nonstructural* berfungsi debagai lapisan aus dan kedap air antara lain:
    1) Burtu (laburan aspal satu lapis), merupakan lapisan penutup yang terdiri dari lapisan aspal yang ditaburi dengan satu lapis agregat bergradasi seragam, dengan tebal maksimum 2 cm.
    2) Burda (laburan aspal pasir), merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal ditaburi agregat yang dikerjakan dua kali secara berurutan dengan tebal padat maksimum 3,5 cm
    3) Latasir (lapisan tipis aspal pasir), merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal dan pasir alam bergradasi menenus dicampur, dihampar dan dipadatkan pada suhu tertentu dengan tebal padat 1-2 cm.
    4) Buras (laburan aspal), merupakan lapis penutup terdiri dari lapisan aspal taburan pasir dengan ukuran butir maksimum 3/8 inch.
    5) Latasbum (lapis tipis asbuton murni), merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran asbuton dan bahan pelunak dengan perbandingan tertentu yang *mixing* secara dingin dengan tebal padat maksimum 1 cm.
    6) Lataston (lapis tipis aspal beton), dikenal dengan nama *Hot Roll Sheet*.

7) (HRS), merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi timpang, mineral pengisi (*filter*) dan aspal dengan perbandingan tertentu, yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas. Tebal padat 2,5-3 cm.

Jenis lapisan permukaan tersebut diatas walaupun bersifat *nonstructural*, dapat menambah daya tahan perkerasan terhadap penururnan mutu, sehingga secara keseluruhan menambah masa pelayanana dari kontruksi perkerasan. Jenis perkerasn ini terutama digunakan untuk pemeliharaan jalan.

b. Lapisan bersifat *structural*, berfungsi sebagai lapisan yang menahan dan menyebarkan beban roda.

1) Penetrasi macadam (lapen), merupakan lapis perkerasan yang terdiri dari agregat pokok dan agregat pengunci bergradasi terbuka dan seragam yang diikat oleh aspal dengan cara dicampurkan diatasnya dan dipadatkan lapis demi lapis. Diatasnya ini biasanya diberi laburan aspal dengan agregat penutup. tebal lapisan satu lapis dapat bervariasi dari 4-10 cm.
2) lasbuton merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran antara agregat, asbuton dan bahan pelunak yang diaduk, dihampar dan dipadatkan secara dingin. Tebal padat tiap lapisan antara 3-5 cm.
3) Laston (lapis aspal beton), merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal keras dan agragat yang mempunyai gradasi menerus, dicampur, dihamparkan dan dipadatkan pada suhu tertentu.

2.1.1.2 Lapis Pondasi Atas *(Base Course)*

Lapis perkerasan yang terletak diantara lapis pondasi bawah dan lapis permukaan dinamakan lapis pondasi atas (*Base Course*). Fungsi lapisan pondasi atas ini antara lain sebagai :

1. Bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban beban ke lapisan dibawahnya.
2. Lapisan peresapan untuk lapisan pondasi bawah.
3. Bantalan terhadap lapisan permukaan.

Material yang digunakan untuk lapisan pondasi atas adalah material yang cukup kuat. Bahan untuk lapisan pondasi atas umumnya harus cukup kuat dan awet sehingga dapat menahan beban-beban roda. Sebelum menentukan suatu bahan untuk digunakan sebagai bahan pondasi, hendaknya dilakukan penyelidikan dan dipertimbangkan sebaik-baiknya sehubungan dengan persyaratan teknik untuk lapisan pondasi atas tanpa bahan pengikat umumnya menggunakan material dengan CBR > 50% dan Plastisitas Indeks (PI) < 4%. Bahan-bahan alam seperti batu pecah, krikil pecah, stabilitas tanah dengan semen dan kapur dapat digunakan sebagai lapis pondasi atas. Indonesia umum menggunakan campuran antara lain :

a. Agregat bergradasi baik dapat dibagi atas :
    1. Batu pecah kelas A (kekuatan bahan CBR 100%)
    2. Batu pecah kelas B (kekuatan bahan CBR 80%)
    3. Bahan pecah kelas C (kekuatan bahan CBR 60%)

Batu pecah kelas A mempunyai gradasi yang lebih kasar dari baru pecah kelas B, batu pecah kelas B lebih kasar dari pada batu pecah kelas C. Kriteria dari masing-masing jenis lapisan diatas dapat diperoleh pada spesifikasi yang diberikan.

b. Pondasi macadam

c. Pondasi Telford

d. Penetrasi macadam (lapen)

e. Aspal beton pondasi (*Aspehalt Concrete Base / Asphalt Treated Base*)

f. Stabilitas yang terdiri dari :

    1) Stabilitas agregat dengan semen (*Cemen Treated Base*)

    2) Stabilitas agregat dengan kapur (*Lime Treated Base*)

    3) Stabilitas agregat dengan aspal (*Asphalt Treated Base*)

2.1.1.3 Lapis Pondasi Bawah *(Subbase Course)*

Lapisan perkerasan yang terletak antara lapis pondasi atas dan tanah darar dinamakan lapis pondasi bawah (*subbase course*). Lapisan bawah ini berfungsia sebagai :

1. Bagian dari konstruksi perkerasan untuk menyebarkan beban roda ke tanah dasar. Lapisan ini harus cukup kuat, mempunyai daya dukung tanah dengan metode *California Bearing Ratio* (CBR) $\geq$ 20% dan plastisitas Indeks (PI) $\leq$ 10%
2. Efisiensi penggunaan material. Material pondasi bawah relative murah dibandingakan dengan lapisan diatasnya.
3. Mengurangi tebal lapisan diatasnya yang lebih murah.
4. Lapis peresapan, agar air tanah tidak terkumpul dipondasi.
5. Lapisan pertama, agar perkerasan dapat berjalan lancar. Hal ini sehubungan dengan kondisi lapangan yang memaksa harus segera menutup tanah dasar dari pengaruh cuaca, atau lemahnya daya dukung tanah menahan roda-roda

alat besar. Lapisan untuk mencegah partikel-partikel halus dari tanah dasar naik ke lapisan pondasi atas.

Jenis lapisan pondasi bawah yang umum dipergunakan di Indonesia antara lain :

a. Agregat bergradasi baik, dibedakan atas :

1) Sirtu / pitrun kelas A
2) Sirtu / pitrun kelas B
3) Sirtu / pitrun kelas C

Sirtu kelas A bergradasi lebih kasar dari sirtu kelas B, yang masing-masing mempunyai kegunaan pada spesifikasi tertentu.

b. Stabilisasi

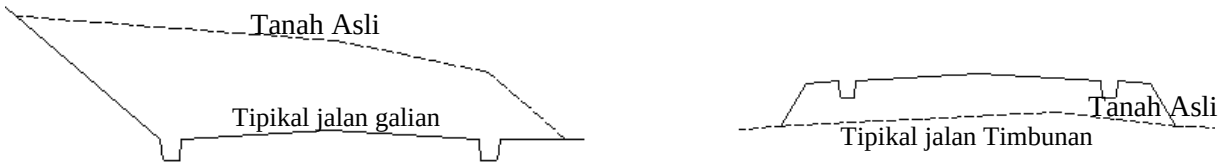
1) Stabilisasi agregar dengan semen (*Cement Treated Subbase*)
2) Stabilisasi agregat dengan kapur (*Lime Treated Subbase*)
3) Stabilisasi tanah dengan semen (*Soil Cement Stabilization*)
4) Stabilisasi tanah dengan kapur (*Soil Stabilization*)

2.1.1.4 Lapis Tanah Dasar *(Sub Grade)*

Lapisan tanah dasar 50-100 cm diatas mana akan diletakan lapisan pondasi bawah dinamakan lapisan tanah dasar. sebelum diletakan lapisan-lapisan lainnya, tanah dasar dipadatkan terlebih dahulu sehingga tercapai kestabilan yang tinggi terhadap perubahan volume dan mempunyai nilai *California Bearing Ratio* (CBR $\underline{\geq}$ 3,4%) Ditinjau dari muka tanah asli, lapisan tanah dasar dapat dibedakan menjadi :

a) Lapisan tanah dasar, tanah galian
b) Lapisan tanah dasar, tanah timbunan

c) Lapisan tanah dasar, tanah asli



Gambar 2.2 Jenis tanah dasar ditinjau dari muka tanah asli
Sumber : Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1999

Departemen Pekerjaan Umum (1987) Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat ditentukan oleh sifat-sifat daya dukung tanah dasar. Umumnya persoalan yang menyangkut tanah dasar adalah sebagai berikut :

1. Perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) dari macam tanah tertentu akibat beban lalu lintas.
2. Sifat mengembang dan menyusut dari tanah tertentu akibat kadar air.
3. Daya dukung tanah yang tidak merata dan sukar ditentukan secara pasti pada daerah dengan macam tanah yang sangat berbeda sifat dan kedudukannya, atau akibat pelaksanaan.
4. Lendutan dan lendutan balik selama dan sesudah pembebanan lalu lintas dari macam tanah tertentu.
5. Tambahan pemadatan akibat pembebanan lalu lintas dan penurunan yang diakibatkannya, yaitu pada tanah berbutir kasar (*granular soil*) yang tidak dipadatkan secara baik pada saat pelaksanaan.

2.2 Parameter Desain Tebal Lapisan Konstruksi Perkerasan Lentur

Perkerasan direncanakan untuk memikul beban lalu lintas yang berada di atasnya secara aman, nyaman, serta selama masa layannya tidak terjadi kerusakan yang berarti. Untuk dapat memenuhi fungsi tersebut perkerasan harus mampu

mereduksi tegangan yang terjadi pada tanah dasar akibat beban lalu lintas di atasnya, dan mampu juga mengatasi pengaruh kembang susut dari tanah dasar. Dengan demikian akan dapat memberikan kenyamanan kepada pengemudi selama masa pelayanan jalan tersebut. Untuk itu dalam perencanaan perlulah dipertimbangkan faktor-faktor yang mempengaruhi kenyamanan dari konstruksi perkerasan jalan seperti:

2.2.1 Fungsi Jalan

Menurut Sukirman (1999) berdasar fungsi jalan, jalan dapat dibedakan atas:

a. Jalan Arteri Jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jauh, kecepatan rata-rata tinggi dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.
b. Jalan Kolektor Jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.
c. Jalan Lokal Jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

2.2.2 Umur Rencana

Umur rencana perkerasan jalan adalah jumlah tahun dari saat jalan tersebut dibuka untuk lalu lintas kendaraan sampai diperlukan perbaikan yang bersifat struktural (*overlay* lapisan perkerasan). Selama umur rencana tersebut pemeliharaan perkerasan jalan tetap harus dilakukan seperti pelapisan nonstruktural yang berfungsi sebagai lapis aus.

Menurut Sukirman (1999) umur rencana untuk perkerasan lentur jalan baru umumnya diambil 20 tahun dan untuk peningkatan jalan 10 tahun. Umur rencana yang lebih besar dari 20 tahun tidak lagi ekonomis karena perkembangan lalu lintas yang terlalu besar dan sukar mendapatkan ketelitian yang memadai (tambahan tebal perkerasan menyebabkan biaya awal yang cukup tinggi).

2.2.3 Lalu Lintas

Menurut Sukirman (1999) tebal lapisan perkerasan jalan ditentukan dari beban yang akan dipikul, berarti dari arus lalu lintas yang hendak memakai jalan tersebut. Besarnya arus lalu lintas diperoleh dari:

a. Analisa lalu lintas saat ini.
b. Perkiraan faktor pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana, antara lain berdasarkan atas analisa pola lalu lintas di sekitar lokasi jalan tersebut.

Di negara sedang berkembang termasuk Indonesia, analisa lalu lintas yang dapat menunjang data perencanaan dengan ketelitian yang memadai sukar dilakukan, karena kurangnya data yang dibutuhkan, dan sukar memperkirakan perkembangan yang akan datang karena belum adanya rancangan induk untuk disebagian besar wilayah Indonesia. Hal ini dapat diatasi dengan melakukan konstruksi bertahap, dimana lapis perkerasan sampai dengan lapis pondasi atas dilakukan sesuai kebutuhan untuk umur rencana yang lebih panjang, biasanya 20 tahun, tetapi lapisan permukaannya dilaksanakan sesuai kebutuhan umur rencana tahap pertama.

2.2.4 Volume Lalu Lintas

Jumlah kendaraan yang hendak memakai jalan dinyatakan dalam volume lalu lintas. Menurut Sukirman (1999) volume lalu lintas didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang melewati satu titik pengamatan selama satu tahun waktu.

Menutrut Sumarsono (2018) parameter yang paling penting dalam analisis struktur perkerasan adalah data lalu lintas yang diperlukan untuk menghitung beban lalu lintas rencana yang dipikul oleh perkerasan selama umur rencana. Beban dihitung dari volume lalu lintas pada tahun survei selanjutnya diproyeksikan kedepan selama umur rencana.

2.2.5 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Menurut Sukirman (1999) jumlah kendaraan yang memakai jalan bertambah dari tahun ke tahun. Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan lalu lintas adalah perkembangan daerah, bertambahnya kesejahteraan masyarakat, naiknya kemampuan membeli kendaraan dll. Faktor pertumbuhan lalu lintas dinyatakan dalam persen/tahun.

2.2.6 Sifat Tanah Dasar

Tanah dasar *(subgrade)* merupakan lapisan tanah yang paling atas, yang mana diatas tanah dasar akan diletakkan lapis perkerasan. Umumnya tanah dasar adalah berupa tanah asli atau berupa galian dan timbunan yang relative lemah daya dukungnya. Menurut Sukirman (1999) sifat tanah dasar ini mempengaruhi ketahanan lapisan diatasnya dan mutu jalan secara keseluruhan.

Metode yang digunakan untuk menentukan daya dukung tanah dasar ada bermacam-macam, seperti metode CBR (*California Bearing Ratio*) dan DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*). CBR diperoleh dari hasil pemeriksaan contoh tanah yang telah disiapkan di laboratorium atau langsung di lapangan.

Sifat tanah dasar ini mempengaruhi ketahanan lapisan di atasnya dan mutu jalan secara keseluruhan. Sehingga tanah dasar memiliki peranan yang sangat penting bagi kestabilan sistem perkerasan lentur. Untuk kondisi desain tertentu makin tinggi

daya dukung tanah dasar maka akan semakin tipis struktur perkerasan yang diperlukan.

2.2.7 Faktor Lingkungan

Menurut Kholiq (2014) pengaruh kondisi lingkungan terhadap lapisan perkerasan jalan dan tanah dasar adalah pada sifat teknis konstruksi perkerasaan dan sifat komponen material penyusunnya juga terhadap pelapukan bahan material konstruksi perkerasan sehingga dapat mempengaruhi penurunan tingkat kenyamanan perkerasan jalan tersebut.

2.3 Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Menggunakan Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga 2017

Metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDP) Bina Marga 2017 adalah salah satu metode yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga. Versi awal Manual Desain Perkerasan (MDP 2013) dikembangkan dengan bantuan Pemerintah Australia (*AusAID*), sebagai bagian *Indii activity* 209.01. Selanjutnya, versi Bahasa Indonesia dikembangkan melalui penyimakan yang ekstensif oleh Staf Direktorat Jenderal Bina Marga dan para pakar. Sejumlah bab berkaitan dengan kebijakan Direktorat Jenderal Bina Marga, objektif-objektif perencanaan dan penjelasan teknik telah ditambahkan. Selanjutnya manual dilegalisasi melalui Surat Keputusan Direktur Jenderal Bina Marga Nomor: 22.2 / KPTS / Db / 2013 tertanggal 30 Maret 2012. Revisi MDP 2017 dilakukan melalui beberapa tahapan review oleh para pakar dan praktisi dari lingkungan Direktorat Jenderal Bina Marga, Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan, dan Perguruan Tinggi. Revisi MDP 2017 meliputi perubahan strukutur penyajian untuk mempermudah pemahaman pengguna

dan penambahan dan perbaikan kandungan manual. Sejumlah bahan ditambahkan termasuk penggunaan nilai karakterisitk VDF jenis-jenis kendaraan niaga berdasarkan wilayah untuk kondisi beban nyata (termasuk beban berlebih) dan kondisi beban normal (beban terkendali), angka pertumbuhan lalu lintas per wilayah, uraian rinci mengenai metode desain mekanistik termasuk penegasan penggunaan ESA^4 dan ESA^5 dan lain-lain. Berikut cakupan revisi Manual Desain Perkerasan Jalan (2017):

A. Umum

Manual Desain Perkerasan (2013) terdiri atas dua bagian yaitu, Bagian I yang membahas desain perkerasan jalan baru dan Bagian II yang membahas desain rehabilitasi dan rekonstruksi perkerasan. Setelah digunakan sejak pertama kali diterbitkan pada 2013 berbagai masukan telah diperoleh dari pengguna manual baik yang secara langsung maupun yang diperoleh dari pengamatan terhadap praktek implementasi manual dalam perencanaan. Berdasarkan masukan tersebut dipandang perlu untuk melakukan beberapa revisi, baik dari segi kandungan maupun struktur penyajian untuk memperjelas, mengoreksi dan menambahkan informasi yang diperlukan.

B. Struktur dan kandungan revisi bagian I

Secara umum struktur penyajian manual yang dibuat mengikuti urut-urutan proses desain mulai dari penetapan umur rencana sampai dengan katalog dan proses desain tetap dipertahankan. Pada Bagian I, setelah penetapan umur rencana, berturut-turut dibahas pula masalah pemilihan struktur perkerasan, pengumpulan data dan analisis lalu lintas, pertimbangan drainase, desain fondasi, desain perkerasan, pertimbangan aspek pelaksanaan yang mempengaruhi desain

dan diakhiri dengan penyajian urutan prosedur desain yang merupakan ringkasan dari proses desain. Beberapa perubahan dilakukan terhadap struktur penyajian Bagian I. Perubahan tersebut dilengkapi dengan pendalaman dan penambahan kandungan yang dianggap perlu seperti diuraikan berikut ini.

1) Bab desain perkerasan. Uraian mengenai desain mekanistik empiris yang semula merupakan bagian dari manual yang ditempatkan sebagai lampiran, pada revisi ini dipindahkan menjadi bagian dari bab yang secara khusus membahas desain struktur perkerasan. Namun demikian, apabila sebelumnya uraian yang diberikan lebih menekankan kepada prosedur desain menggunakan perangkat lunak tertentu, pada edisi revisi ini metode desain mekanistik empiris diuraikan secara lebih rinci dengan penekanan kepada konsep dan dilengkapi dengan contoh yang menunjukkan bagaimana analisis dilakukan hingga mendapatkan ketebalan struktur rencana. Perubahan tersebut dilakukan dengan tujuan agar pengguna manual, yang sebelumnya hanya dapat melihat ketebalan desain yang "sudah jadi" dalam bentuk katalog, dapat lebih mengapresiasi metode yang digunakan dan selanjutnya berupaya untuk lebih mendalami metode tersebut.

2) Modulus bahan, yang sebelumnya merupakan bab tersendiri, juga digabungkan dalam bab desain perkerasan sehingga pembahasan mengenai metode dan prosedur desain perkerasan dapat secara utuh disampaikan sebagai satu kesatuan.

3) Bab mengenai *Traffic Multiplier* dihilangkan karena penjelasan mengenai hal ini telah menjadi bagian dari uraian mengenai konsep desain mekanistik.

4) Bab mengenai Zona Iklim dipindahkan menjadi bagian dari Lampiran karena infromasi yang diberikan lebih merupakan rujukan penggunaan Bagan Desain – 1 yang menyajikan estimasi modulus tanah dasar berdasarkan zona iklim khususnya yang terkait dengan curah hujan.

5) Beberapa perubahan dan penambahan infromasi diberikan pada Bab mengenai lalu lintas. Faktor pertumbuhan lalu lintas dikelompokan lebih rinci berdasarkan wilayah. Namun karena keterbasan data, pengelompokan nilai faktor pertumbuhan lalu lintas tersebut baru dapat dilakukan di Jawa, Sumatera, Kalimantan dan nilai pertumbuhan rata-rata Indonesia.

6) Selanjutnya, pertumbuhan lalu lintas rencana dapat dihitung berdasarkan tiga skenario yaitu, kondisi laju pertumbuhan konstan, kondisi laju pertumbuhan selama umur rencana berubah, dan kondisi yang perbandingan volume terhadap kapasitas jalan tercapai sebelum umur rencana perkerasan tercapai. Formula faktor pertumbuhan kumulatif (*Cumulative Growth Factor*) yang dapat digunakan dan contoh perhitungan untuk masing-masing kondisi diberikan.

7) Sub bab lalu lintas yang menguraikan Faktor Distribusi Lajur dan Kapasitas Lajur pada manual (2013) dilengkapi dengan menambahkan uraian mengenai Faktor Distribusi Arah. Sedangkan masalah kapasitas lajur dilengkapi dengan melampirkan tabel berbagai parameter yang diperlukan

untuk menghitung kapasitas lajur yang dikutip dari MKJI dan contoh perhitungan.

8) Tabel Faktor Ekuivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*, VDF) berdasarkan beban riel masih dipertahankan. Nilai VDF pada tabel tersebut diperoleh dari survei jambatan timbang di Pantura. Untuk menggunakan nilai-nilai tersebut, selain mencatat jenis kendaraan, survei lalu lintas harus mencatat jenis muatan.

9) Sebagai alternatif, satu tabel yang memuat nilai karakteristik VDF jenis-jenis kendaraan niaga yang diperoleh dari data studi WIM yang dilakukan Ditjen Bina Marga pada tahun 2011/2012. Studi tersebut dilakukan pada beberapa lokasi di Sumatera, Jawa, Kalimantan dan Sulawesi. Dengan demikian, nilai karakteritik VDF tersebut dikelompokkan berdasarkan wilayah yang bersangkutan. Nilai VDF untuk wilayah di luar keempat pulau tersebut diambil dari data WIM dari lokasi dengan karakteristik distribusi kendaraan niaga menyerupai wilayah tersebut. Dengan menggunakan karakterisitk VDF rata-rata tiap-tiap jenis kendaraan niaga tidak diperlukan survei jenis muatan. Contoh penggunaan nilai karakteristik VDF (kondisi beban nyata dan kondisi beban normal) diberikan.

10) Karena cakupan uraian adalah pada drainase perkerasan dengan drainase bawah permukaan hanya merupakan salah satu bagiannya maka Bab berjudul Drainase Bawah Permukaan diubah menjadi Drainase Perkerasan. Tabel mengenai tinggi minimum tanah dasar diatas muka air tanah dan muka air banjir dari bab mengenai desain fondasi (2013: Bab 9)

dipindahkan ke bab drainase perkerasan. Ketentuan mengenai ketinggian tanah dasar di atas muka air tanah untuk jalan raya diperinci dengan menambahkan ketentuan-ketentuan untuk tanah lunak jenuh tanpa lapis drainase, tanah lunak jenuh dengan lapis drainase dan untuk tanah dasar normal.

11) Uraian mengenai desain fondasi jalan yang pada edisi 2013 dibahas dalam dua bab, yaitu: bab Desain Fondasi dan bab Tanah Dasar Lunak, pada edisi revisi 2017 digabungkan dalam satu bab: Desain Fondasi. Bab ini menguraikan masalah pengujian daya dukung tanah dasar, ketentuan mengenai pengujian DCP untuk penilaian daya dukung tanah, dan indikasi daya dukung berdasarkan karakteristik tanah. Faktor penyesuaian nilai modulus tanah dasar yang diperoleh dari pengujian DCP terhadap kondisi musim saat pengujian sesuai dengan versi awal. Akan tetapi, faktor penyesuaian nilai modulus yang diperoleh dari pengujian lendutan ditiadakan. Sebagai gantinya, digunakan faktor penyesuaian nilai lendutan terhadap kondisi musim, yang ditempatkan pada Bagian II pada bab mengenai pengujian lendutan permukaan perkerasan eksisting. Selanjutnya, pembahasan mengenai desain fondasi perkerasan lentur dan perkerasan kaku dibahas dalam sub bab yang berbeda.

12) Pada versi 2013, nilai karakteristik CBR ditetapkan berdasarkan asumsi bahwa data CBR untuk segmen yang seragam terdistribusi secara normal dan nilai karakterisitk ditetapkan untuk probabikitas 90%. Pada edisi revisi 2017, dua metode penentuan CBR karakteristik diuraikan pada bab desain fondasi jalan yaitu penentuan berdasarkan asumsi distribusi normal dengan

3 level probabilitas dan metode persentil yang sebelum ini lazim digunakan pendesain perkerasan jalan di Indonesia. Penggunaan spreadsheet untuk menghitung nilai karakteristik pada persentil tertentu diuraikan. Contoh perhitungan penggunaan kedua pendekatan tersebut diberikan.

13) Tidak ada perubahan dalam uraian penentuan tinggi minimum permukaan akhir tanah lunak untuk membatasi terjadinya deformasi plastis di bawah sambungan pelat perkerasan kaku. Kecuali bahwa sumbu mendatar dan sumbu vertikal pada grafik yang terkait diubah atas pertimbangan konsistensi penyajian. Contoh desain timbunan di atas tanah lunak untuk perkerasan kaku diperjelas dalam bab Desain Fondasi.

14) Pengunaan ESA^4 dan ESA^5 diperjelas pada bab desain perkerasan. Koefisien lapis campuran beraspal dikembalikan sesuai ketentuan pada PdT-01-2002-B atau metode AASTHO 1993.

15) Temperatur perkerasan beraspal dapat dinyatakan sebagai temperatur rata-rata tertimbang tahunan (*weighted mean asphalt pavement temperature*, WAMPT). Untuk iklim Indonesia, WMAPT berkisar di antara 38^{o}C (daerah pegunungan) hingga 42^{o}C (untuk daerah pesisir). Nilai modulus campuran beraspal yang digunakan pada bagan desain ditetapkan berdasarkan asumsi WMAPT 41^{o}C sebagai acuan. Koreksi modulus bahan terhadap temperatur diberikan.

C. Struktur dan kandungan revisi bagian II

Struktur penyajian disesuaikan dengan prosedur desain rehabilitasi perkerasan mulai dari analisa lalu lintas dan penentuan umur rencana hingga desain struktur perkerasan. Perubahan struktur penyajian disertai dengan

pendalaman dan penambahan kandungan yang dianggap perlu pada Bagian II manual adalah seperti diuraikan di bawah ini :

1) Pada dasarnya tidak ada perbedaan dalam bab mengenai analisis lalu lintas untuk perkerasan baru dan rehabilitasi. Umur rencana *overlay structural* ditetapkan minimum 10 tahun.
2) Dengan pertimbangan konsistensi penyajian pada aspek detil desain, bab mengenai level desain dan pemicu penanganan dipindahkan ke bagian lampiran. Bab mengenai pemilihan struktur perkerasan diletakkan sebelum bab mengenai desain rehabilitasi.
3) Bab mengenai kondisi perkerasan eksisting dilengkapi dengan uraian mengenai surveI kondisi dan koreksi perkerasan sebelum overlay.
4) Bab mengenai drainase bawah permukaan diubah menjadi bab drainase perkerasan yang, selain membahas drainase bawah permukaan, kandungan bab-nya ditambah dengan penekanan pada masalah kerusakan akibat air dan evaluasi perkerasan drainase eksisting.
5) Bab mengenai desain *overlay*:
6) Tebal minimum overlay untuk perbaikan ketidakrataan (*non struktural*) diubah dari 30 mm menjadi 40 mm.
7) Penggunaan grafik-grafik desain overlay untuk pertimbangan deformasi perkerasan (lendutan maksimum) dan pertimbangan retak lelah (lengkung lendutan) dibatasi hingga $10x10^6$ ESA[4] atau setara $20x10^6$ ESA[5]. Untuk jalan dengan beban lalu lintas yang lebih besar dapat digunakan metode desain mekanistik empiris atau metode AASHTO 1993.

8) Penyajian grafik desain *overlay* berdasarkan pertimbangan retak akibat lelah (lengkung lendutan) diubah. Grafik desain yang sebelumnya merangkumi desain *overlay* tipis dan *overlay* tebal dalam satu grafik, diubah menjadi dua grafik terpisah.
9) Contoh penggunaan kedua grafik desain tersebut diberikan.
10) Faktor penyesuaian nilai pengukuran lendutan akibat pengaruh musim ditambahkan.
11) Semula, diberikan faktor-faktor penyesuaian nilai pengukuran lendutan terhadap temperatur pengujian masing-masing untuk lendutan Benkelman Beam dan untuk FWD (penyajian dalam bentuk grafik, keseluruhan dalam 2 grafik). Pada revisi, dilengkapi dengan memberikan faktor-faktor penyesuaian nilai pengukuran lendutan dengan Benkelman Beam dan FWD yang diperinci untuk lendutan maksimum dan lengkung lendutan. Penyajian dalam bentuk tabel untuk mempermudah pembacaan dan interpolasi, (keseluruhan dalam 4 tabel).
12) Semula, diberikan faktor standarisasi pengukuran lengkung lendutan dari FWD ke Benkelman Beam (dalam satu grafik). Pada revisi, dilengkapi menambahkan faktor standarisasi pengukuran lendutan maksimum dari Benkelman Beam ke FWD yang disajikan dalam bentuk tabel (keseluruhan 2 tabel).
13) Ditambahkan satu bab baru mengenai opsi penanganan berupa pengupasan dan pelapisan ulang atau "*mill and inlay*." Opsi ini merupakan pilihan efektif untuk memperbaiki ketidakrataan permukaan perkerasan yang disebabkan oleh alur, sungkur, keriting dan retak

permukaan. Menggunakan opsi ini, pada segmen yang memerlukan tebal *overlay* lebih dari 50 mm, penanganan yang lebih efektif dapat dicapai cara memperkuat titik-titik yang lemah dengan cara pengupasan dan pelapisan ulang (*milling and reinstatement atau inlay*), untuk selanjutnya secara keseluruhan di *overlay* dengan lapis yang lebih tipis. Contoh penggunaan diberikan.

14) Judul bab "tebal desain lapis fondasi dengan stabilisasi" diubah menjadi "desain rekonstruksi perkerasan" yang dianggap lebih mencerminkan kandungan bab bersangkutan. Tebal lapis aspal minimum di atas lapis fondasi stabilisasi diubah dari 40 mm menjadi 50 mm. Bagan desain dalam bentuk grafik disesuaikan dengan perubahan tersebut.

Dalam MDP 2017 Terdapat 2 bagian dalam metode ini, yaitu pada Bagian I menjelaskan tentang pedoman struktur perkerasan baru dan Bagian II tentang rehabilitasi perkerasan. Pada metode ini dijelaskan pula faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan struktur perkerasan. Empat tantangan terhadap kinerja aset jalan di Indonesia telah diakomodasi dalam manual ini: beban berlebih, temperature perkerasan tinggi, curah hujan tinggi, dan tanah lunak.

Dalam manual ini dideskripsikan pendekatan dengan desain mekanistik, prosedur pendukung empiris, dan solusi berdasarkan chart yang mengakomodasi keempat tantangan tersebut secara komprehensif. Metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDP) Bina Marga 2017 merupakan pelengkap pedoman desain perkerasan Pd-T-2002-B untuk perkerasan lentur dan Pd-T-14-2003 untuk perkerasan kaku, dengan penajaman pada aspek-aspek sebagai berikut : penentuan umur rencana, penetapan

minimalisasi *discounted lifecycle cost*, pertimbangan kepraktisan pelaksanaan konstruksi, dan penggunaan material yang efisien.

Jenis struktur perkerasan yang diterapkan dalam desain struktur perkerasan baru terdiri atas: Struktur perkerasan pada permukaan tanah asli, susunan lapisannya dijelaskan pada Gambar 2.1.

Gambar 2.3 Struktur Perkerasan Lentur pada Tanah Dasar
(Kementerian Pekerjaan Umum, 2017)

Struktur perkerasan pada timbunan, susunan lapisannya dijelaskan pada Gambar 2.2.

Gambar 2.4 Struktur Perkerasan Lentur pada Tanah Timbunan
(Kementerian Pekerjaan Umum, 2017)

Struktur perkerasan pada galian, susunan lapisannya dijelaskan pada Gambar 2.3.

Gambar 2.5 Struktur Perkerasan Lentur pada Tanah Galian
(Kementerian Pekerjaan Umum, 2017)

2.3.1 Umur Rencana (UR)

Umur rencana, adalah jumlah waktu dalam satuan tahun yang dihitung sejak jalan tersebut mulai dibuka sampai dengan saat jalan tersebut memerlukan perbaikan dalam skala berat atau dianggap perlu untuk diberikan pelapisan ulang pada permukaannya. Perencanaan umur rencana perkerasan baru sesuai seperti dengan Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru (UR)

Jenis Perkerasan	**Elemen Perkerasan**	**Umur Rencana (Tahun)**
Perkerasan Lentur	Lapisan aspal dan lapisan dan CTB	20
	Pondasi	40
	Semua lapisan perkerasan untuk area yang tidak diijinkan sering ditinggikan	

	akibat pelapisan ulang, misal: jalan perkotaan, underpass, jembatan, terowongan.	
Perkerasan Kaku	Lapis pondasi atas, lapis pondasi bawah, lapis beton semen, dan pondasi jalan.	40
Jalan Tanpa	Semua elemen	Minimum 10

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum, 2017

2.3.2 Analisis Volume Lalu Lintas

Dalam analisis lalu lintas, terutama untuk menentukan volume lalu lintas pada jam sibuk dan lintas harian rata-rata tahunan (LHRT) agar mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). LHRT yang dihitung adalah untuk semua jenis kendaraan kecuali sepeda motor, ditambah 30% jumlah sepeda motor.

Untuk keperluan desain volume lalu lintas dapat diperoleh dari:

1. Survei lalu lintas actual dengan durasi 7 x 24 jam. Pelaksanaan survei mengacu pada Pedoman Survei Pencacahan Lalu Lintas dengan Cara Manual Pd T-19-2004-B atau dapat mengacu menggunakan peralatan dengan pendekatan yang sama.
2. Hasil-hasil survei sebelumnya.
3. Jalan dengan lalu lintas rendah dapat menggunakan nilai perkiraan.

Data Lalu Lintas yang didapat dikonversi menjadi LHR (Lalu Lintas Harian) agar dapat dihitung pertumbuhan lalu lintasnya berdasarkan Formula pada Manual Desain Perkerasan 2017 kemudian dihitung pertumbuhan lalu lintasnya.

Tabel 2.2 Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (i) (%)

Jenis Jalan	Jawa (%)	Sumatera (%)	Kalimantan (%)	Rata-rata Indonesia (%)
Arteri dan Perkotaan	4,80	4,83	5,14	4,75
Kolektor rural	3,50	3,50	3,50	3,50
Jalan desa	1,00	1,00	1,00	1,00

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum, 2017

Pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dihitung dengan faktor pertumbuhan kumulatif yaitu :

Perhitungan faktor pertumbuhan lalu lintas

$$R = \frac{(1+i)^{UR}-1}{i} \quad \text{..... (2.1)}$$

Dimana R = Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas

i = Tingkat pertumbuhan tahunan

UR = Umur Rencana

Data Lendutan BB (*Benkelman Beam*)

Lendutan yang digunakan adalah lendutan balik. Nilai lendutan tersebut harus dikoreksi dengan, faktor muka air tanah (faktor musim) dan koreksi temperature serta faktor koreksi beban uji. Dengan rumus :

$d_B = 2 \times (d_3 - d_1) \times Ft \times Ca \times FK_{B\text{-}BB}$ ..... (2.2)

Dengan perngertian :

d_B = Lendutan balik (mm)

d_1 = Lendutan pada saat beban tepat pada titik pengukuran

d_3 = Lendutan pada saat beban berada pada jarak 6 meter dari titik pengukuran

Ft = faktor penyesuaian lendutan terhadap temperature 35^0C, untuk tebal lapis beraspal ($H_{L)}$ lebih kecil 10 cm mengunakan tabel 2.3 , Untuk tebal lapis beraspal (H_L) lebih besar atau sama dengan 10 cm tabel 2,4.

T_L = temperatur lapis beraspal, diperoleh dari hasil pengukuran langsung dilapangan atau dapat diprediksi dari temperatur udara, yaitu :

$T_L = 1/3 (T_p + T_t + T_b)$ ..... (2.3)

T_p = temperatur permukaan lapis beraspal

T_t = temperatur tengah lapis beraspal atau tabel 2.4

T_b = temperatur bawah lapis beraspal atau tabel 2.4

Ca = faktor pengaruh muka air tanah (faktor musim). Digunakan 1,2 jika pemeriksaan pada musim kemarau atau muka air tanah rendah, 0,9 bila pemeriksaan pada musim hujan atau muka air tanah tinggi.

$FK_{B\text{-}BB}$ = faktor koreksi beban uji *Benkelman Beam (BB)*

$= 77{,}343 \times (\text{Beban Uji dalam ton})^{(-2{,}0715)}$ ..... (2.4)

Tabel 2.3 Faktor koreksi lendutan terhadap temperatur standar (Ft)

T_L (°C)	Faktor Koreksi (Ft)		T_L (°C)	Faktor Koreksi (Ft)	
	Kurva A (H_L < 10 cm)	Kurva B (H_L ≥ 10 cm)		Kurva A (H_L < 10 cm)	Kurva B (H_L ≥ 10 cm)
20	1,25	1,53	46	0,90	0,81
22	1,21	1,42	48	0,88	0,79
24	1,16	1,33	50	0,87	0,76
26	1,13	1,25	52	0,85	0,74
28	1,09	1,19	54	0,84	0,72
30	1,06	1,13	56	0,83	0,70
32	1,04	1,07	58	0,82	0,68
34	1,01	1,02	60	0,81	0,67
36	0,99	0,98	62	0,79	0,65
38	0,97	0,94	64	0,78	0,63
40	0,95	0,90	66	0,77	0,62
42	0,93	0,87	68	0,77	0,61
44	0,91	0,84	70	0,76	0,59

Sumber : Pd T -05-2005-B perencanaan tebal lapis tambah perkerasan lentur dengan metode lendutan, 2005

Tabel 2.4 Temperatur tengah (T_t) dan bawah (T_b) lapis beraspal berdasarkan data temperatur udara (T_u) dan temperatur permukaan (T_p)

$T_u + T_p$ (°C)	Temperatur lapis beraspal (°C) pada kedalaman					
	2,5 cm	5,0 cm	10 cm	15 cm	20 cm	30 cm
45	26,8	25,6	22,8	21,9	20,8	20,1
46	27,4	26,2	23,3	22,4	21,3	20,6
47	28,0	26,7	23,8	22,9	21,7	21,0
48	28,6	27,3	24,3	23,4	22,2	21,5
49	29,2	27,8	24,7	23,8	22,7	21,9
50	29,8	28,4	25,2	24,3	23,1	22,4
51	30,4	28,9	25,7	24,8	23,6	22,8
52	30,9	29,5	26,2	25,3	24,0	23,3
53	31,5	30,0	26,7	25,7	24,5	23,7
54	32,1	30,6	27,1	26,2	25,0	24,2
55	32,7	31,2	27,6	26,7	25,4	24,6
56	33,3	31,7	28,1	27,2	25,9	25,1
57	33,9	32,3	28,6	27,6	26,3	25,5
58	34,5	32,8	29,1	28,1	26,8	26,0
59	35,1	33,4	29,6	28,6	27,2	26,4
60	35,7	33,9	30,0	29,1	27,7	26,9
61	36,3	34,5	30,5	29,5	28,2	27,3
62	36,9	35,1	31,0	30,0	28,6	27,8
63	37,5	35,6	31,5	30,5	29,1	28,2
64	38,1	36,2	32,0	31,0	29,5	28,7
65	38,7	36,7	32,5	31,4	30,0	29,1
66	39,3	37,3	32,9	31,9	30,5	29,6
67	39,9	37,8	33,4	32,4	30,9	30,0
68	40,5	38,4	33,9	32,9	31,4	30,5
69	41,1	39,0	34,4	33,3	31,8	30,9
70	41,7	39,5	34,9	33,8	32,3	31,4
71	42,2	40,1	35,4	34,3	32,8	31,8
72	42,8	40,6	35,8	34,8	33,2	32,3
73	43,4	41,2	36,3	35,2	33,7	32,8
74	44,0	41,7	36,8	35,7	34,1	33,2
75	44,6	42,3	37,3	36,2	34,6	33,7
76	45,2	42,9	37,8	36,7	35,0	34,1
77	45,8	43,4	38,3	37,1	35,5	34,6
78	46,4	44,0	38,7	37,6	36,0	35,0
79	47,0	44,5	39,2	38,1	36,4	35,5
80	47,6	45,1	39,7	38,6	36,9	35,9
81	48,2	45,6	40,2	39,0	37,3	36,4
82	48,8	46,2	40,7	39,5	37,8	36,8
83	49,4	46,8	41,2	40,0	38,3	37,3
84	50,0	47,3	41,6	40,5	38,7	37,7
85	50,6	47,9	42,1	40,9	39,2	38,2

Sumber : Pd T -05-2005-B perencanaan tebal lapis tambah perkerasan lentur dengan metode lendutan, 2005

Perhitungan ESA (*Equivalent Single Axle*)

ESA_{TH-1}= (ΣLHR x VDF) x 365 x DD x DL x R..... (2.2)

Dengan ESATH-1 : kumulatif lintasan sumbu standar ekivalen

LHR : lintas harian rata-rata jenis kendaraan niaga

VDF : Faktor Ekivalen Beban

DD : Faktor distribusi arah

DL : Faktor distribusi lajur

CESAL : Kumulatif beban sumbu standar umur rencana

R : faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

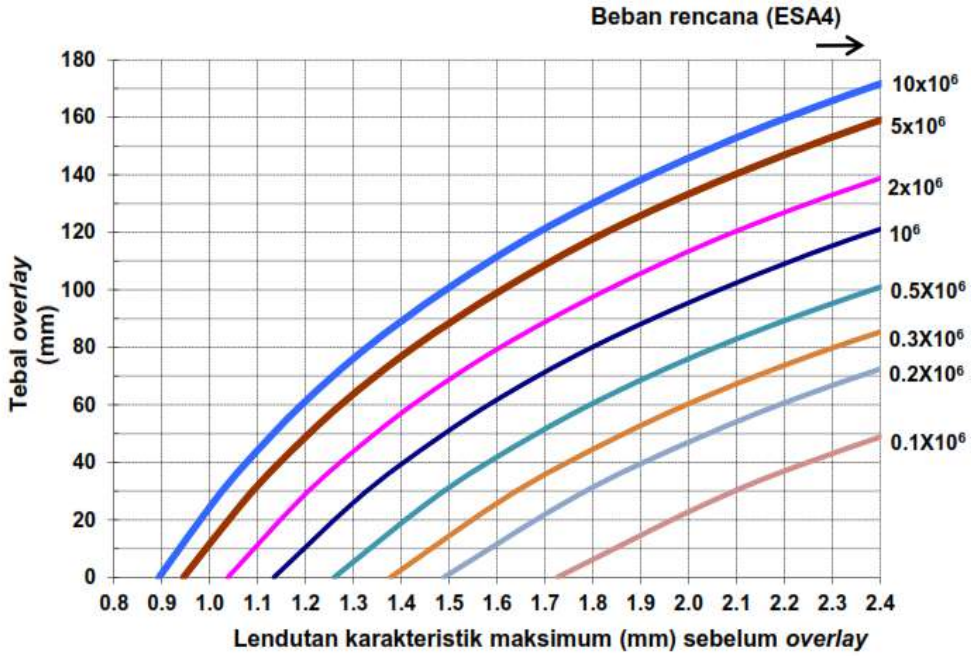
2.3.3 Pemilihan Struktur Perkerasan

Tabel 2.5 Pemilihan Struktur Perkerasan

***OVERLAY* PERKERASAN EKSISTING**					
Struktur Perkerasan	**Kumulatif ESA5 20* tahun (juta)****				
	<0,1	**0,1 - 4**	**4 - 10**	**>10-30**	**>30**
AC BC modifikasi SBS					
AC BC modifikasi yang disetujui					
AC BC normal					

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum, 2017

2.3.4 Desain Struktur Berdasarkan Lendutan dan Esa



Gambar 2.6 Grafik Hubungan Lendutan dan Esa menentukan tebal *Overlay* (Kementerian Pekerjaan Umum, 2017)