

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan merupakan prasarana utama untuk kelancaran roda perekonomian di suatu daerah. Perkembangan wilayah di suatu daerah sekarang ini masih banyak memerlukan sarana dan prasarana yang memadai untuk menunjang kegiatan perekonomian, pemerintahan, pengembangan wilayah dan lain lain sebagainya. Seiring dengan bertambahnya kepemilikan kendaraan, kemajuan di bidang industri dan perdagangan, serta distribusi barang dan jasa menyebabkan meningkatnya volume lalu lintas. Terkadang peningkatan volume lalu lintas ini tidak diikuti dengan peningkatan kapasitas jalan yang memadai. Dengan meningkatnya perkembangan sektor perekonomian dan perindustrian, maka akan semakin bertambah kebutuhan sarana dan prasarana transportasi jalan yang baik, aman serta mempunyai manfaat untuk jangka panjang.

Kondisi jalan Tahiraja Kecamatan Doloksanggul, Provinsi Sumatera Utara yang sudah mengalami kerusakan pada beberapa tempat karena terdapat genangan air dan intensitas pengguna jalan yang rata-rata menggunakan kendaraan berat, sehingga mengakibatkan jalan sulit untuk dilewati dengan kecepatan normal atau beresiko terjadi kecelakaan akibat jalan yang berlubang saat malam hari. Selain itu daerah ini merupakan daerah pemukiman warga yang menghubungkan dari suatu desa ke desa yang lainnya yang tentunya muatan kapasitas beban jalan tidak sama dengan jalan yang digunakan untuk kendaraan dengan muatan berlebihan. Dengan adanya perencanaan tebal perkerasan pada jalan Tahiraja Kecamatan Doloksanggul Sumatera Utara ini diharapkan jalan tersebut sesuai dengan umur rencana yang direncanakan, dapat membantu meningkatkan pelayanan dan dapat memperlancar pembaruan fisik dari sarana transportasi (pengangkutan) bagi masyarakat, serta dapat

meningkatkan aksesibilitas (kemudahan mencapai tujuan) bagi semua sarana transportasi yang melaluinya.

Kendaraan yang akan digunakan dalam tugas akhir ini adalah kendaraan yang mempunyai pengaruh yang cukup besar pada struktur perkerasan jalan dan kendaraan yang kemungkinan besar biasa dijumpai di jalan raya dimuati dengan beban yang berlebih seperti pada truk, trailer maupun kendaraan berat lainnya. Beban berlebih yang digunakan dalam laporan akhir ini adalah beban sumbu standrat kendaraan melebihi dari beban sumbu yang telah ditetapkan.

Jenis konstruksi perkerasan jalan adalah konstruksi perkerasan lentur (flexible pavement) yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Dimana lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.

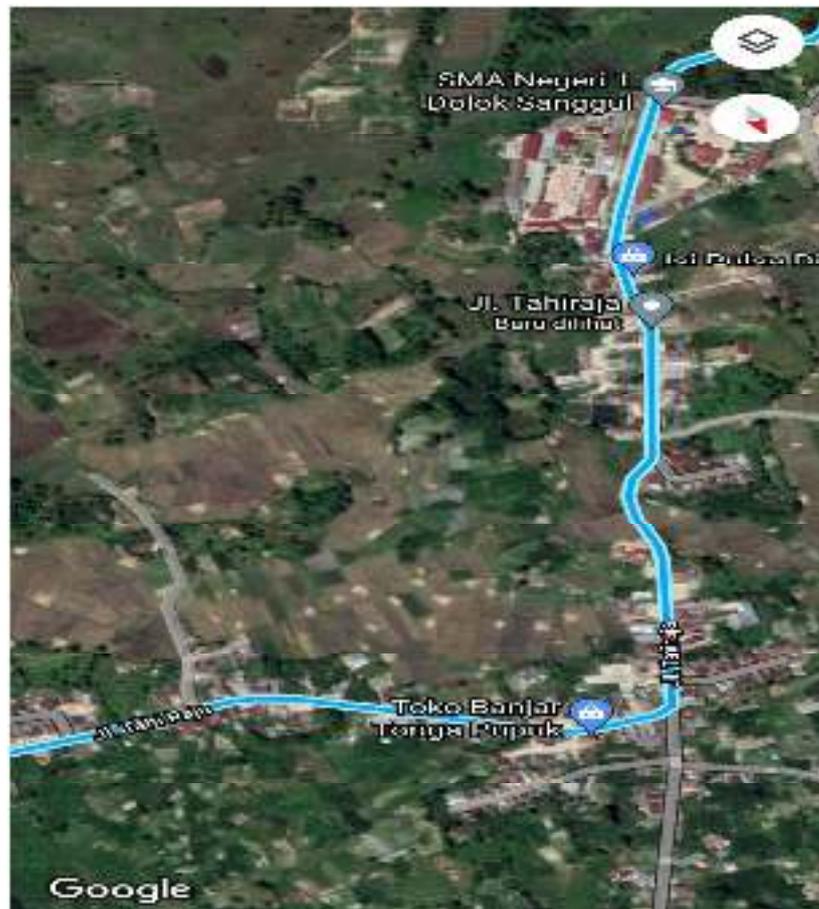
Muatan Berlebih (Overloading) merupakan suatu kondisi dimana kendaraan membawa muatan lebih dari batas muatan yang telah ditetapkan baik ketetapan dari kendaraan maupun jalan. Tingkat kerusakan jalan akibat pembebanan muatan lebih (excessive overloading) sebelum umur teknis jalan tercapai, sehingga hal ini akan membutuhkan biaya tambahan untuk mempertahankan fungsi jalan tersebut dan mengurangi alokasi dana untuk jalan yang lain pada akhirnya pengelolaan seluruh jaringan jalan akan terganggu.

Penanganan kerusakan perkerasan jalan menggunakan Manual Desain Perkerasan Jalan 2017. Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 merupakan revisi dari MDP 2013 yang meliputi perubahan struktur penyajian. Versi awal Manual Desain Perkerasan Jalan (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. Selanjutnya manual dilegalisasi melalui Surat Keputusan Direktur Jenderal Bina Marga Nomor: 04 / SE / Db / 2017 tertanggal 27 Juni 2017. Sejumlah bahan ditambahkan termasuk penggunaan nilai karakteristik 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 ESA4 dan ESA5 dan lain- lain

Untuk itu diambil penelitian mengenai Perencanaan tebal perkerasan jalan ditinjau dari jenis kerusakan jalan.

Adapun peta lokasi jalan penelitian ini :



Gambar 1. 1 Peta Lokasi Jalan

Sumber: Google Map

1.2 Rumusan Masalah

Perkerasan jalan seharusnya berfungsi dengan baik dan bertahan sampai pada umur rencana. Tetapi kenyataannya di lapangan perkerasan jalan yang rusak sebelum tiba pada umur perencanaan. Oleh sebab itu sebelum memutuskan perbaikan yang tepat perlu dipahami mengapa terjadinya kerusakan dini pada perkerasan jalan.

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini antara lain :

1. Apakah jenis kerusakan yang terjadi pada jalan Tahiraja?

1.3 Tujuan Penelitian

Sesuai dengan rumusan masalah diatas maka yang akan menjadi tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui jenis kerusakan yang terjadi pada setiap lapisan perkerasan jalan Tahiraja berdasarkan data LHR.
2. Untuk mengetahui Tebal Perencanaan Penanganan jalan Tahiraja.

1.4 Batasan Masalah

Karena keterbatasan dalam hal waktu, kemampuan, dan kesempatan mahasiswa dalam penelitian. Maka penelitian ini hanya akan membahas mengenai perencanaan tebal perkerasan jalan.

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini antara lain :

1. Jenis – jenis kerusakan pada ruas jalan dari jalan Tahiraja .
2. Merencanakan tebal perkerasan menggunakan standart Bina Marga 2017 tentang pembangunan jalan untuk umur rencana 10 tahun.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan data memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Bagi peneliti
Memperkaya studi empiris dan mempertajam kemampuan untuk merencanakan ulang tebal perkerasan jalan.
2. Bagi Almamater
Sebagai bahan kajian ilmu, untuk menambah referensi atau menjadi sumber inspirasi melakukan penelitian serupa mengenai perencanaan ulang tebal perkerasan jalan.

3. Bagi Instansi Terkait

Untuk mempersiapkan tindakan maupun kebijakan yang tepat terhadap beban muatan berlebih dan masalah kerusakan jalan yang terjadi, yang diharapkan mampu di implementasikan baik oleh pemerintah maupun swasta.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini sebagai berikut :

1. Bab I Pendahuluan

Bab ini berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

2. Bab II Tinjauan Pustaka

Bab ini membahas teori – teori, spesifikasi dan rumus – rumus yang digunakan oleh penulis untuk menunjang penelitian yang diperoleh dari referensi berbagai sumber yang penulis dapatkan.

3. Bab III Metodologi Penelitian

Bab ini menjelaskan tentang metode yang digunakan dalam penelitian untuk mendapatkan data – data yang dibutuhkan dalam proses pengolahan data.

4. Bab IV Analisa dan Pembahasan

Bab ini berisi tentang pelaksanaan penelitian mencakup pengumpulan data, pengolahan data, analisa, dan pembahasan data berdasarkan hasil yang telah diperoleh dari instansi tertentu dan teori yang ada.

5. Bab V Kesimpulan dan Saran

Bab ini merupakan bagian akhir yang berisi kesimpulan dan saran mengenai Tugas Akhir ini. Pada akhir penulisan akan dilampirkan daftar pustaka dan lampiran yang berisi data – data penunjang dalam proses pengolahan data.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Secara definisi beban berlebih (*overloading*) adalah suatu kondisi beban ganda kendaraan melebihi beban standar yang digunakan pada asumsi desain perkerasan jalan atau jumlah lintasan operasional sebelum umur rencana tercapai, atau sering disebut dengan kerusakan dini. Sedangkan umur rencana perkerasan jalan adalah jumlah repetisi beban lalu lintas (dalam satuan Equivalent standart Axle Load, ESAL) yang dapat dilayani jalan sebelum terjadi kerusakan struktural pada lapisan perkerasan. Kerusakan jalan akan terjadi lebih cepat karena jalan terbebani melebihi daya dukungnya.

Kerusakan jalan ini disebabkan oleh salah satu faktor yaitu terjadinya beban muatan berlebih (*overloading*) pada kendaraan yang mengangkut muatan melebihi ketentuan batas beban yang ditetapkan yang secara signifikan akan meningkatkan daya rusak ($VDF = \text{vehicle damage factor}$) kendaraan yang selanjutnya akan memperpendek umur pelayanan jalan.

Beban berlebih (*overload*) akan menyebabkan kerusakan dini terjadi pada jalan, karena jalan terbebani oleh kendaraan yang mengangkut beban berlebih, hal ini akan menyebabkan CESA rencana akan tercapai sebelum umur jalan yang direncanakan pada saat mendesign jalan. Umur rencana perkerasan jalan adalah jumlah tahun dari saat jalan tersebut dibuka untuk lalu lintas kendaraan sampai diperlukan suatu perbaikan struktural atau sampai diperlukan overlay lapisan perkerasan. Jenis dan besarnya beban kendaraan yang beraneka ragam menyebabkan pengaruh daya rusak dari masing-masing kendaraan terhadap lapisan-lapisan perkerasan jalan raya tidaklah sama. Semakin besar muatan/beban suatu kendaraan yang dipikul lapisan perkerasan jalan maka umur perkerasan jalan akan semakin cepat tercapai, hal ini disebabkan kendaraan - kendaraan yang melintas memiliki angka ekivalen yang makin besar dan kendaraan yang lewat pada suatu lajur

jalan raya memiliki beban siklus atau suatu beban yang berulang-ulang yang mempengaruhi indeks permukaan akhir umur rencana (IPt) dari perkerasan jalan raya.

Kebanyakan truk di Indonesia mengalami kelebihan muatan, beberapa diantaranya memiliki kelebihan yang sangat besar. Sebuah Survei The Asia Foundation, bekerja sama dengan Lembaga Penyelidikan Ekonomi dan Masyarakat, Fakultas Ekonomi, Universitas Indonesia (LPEM-FEUI) menunjukkan bahwa rata-rata 52% truk mengalami kelebihan muatan sekitar 45% di atas batas muatan yang diizinkan. Rata-rata berat beban adalah sekitar 4 ton di atas berat yang diizinkan. Kebanyakan truk merupakan jenis bak terbuka dan sudah mengalami modifikasi, banyak pemilik truk melakukan modifikasi terhadap truk mereka agar bisa memuat barang melebihi batas beban muat yang ditentukan. Masalah truk bermuatan berlebih atau *overload* tidak saja berdampak terhadap percepatan kerusakan jalan tetapi juga menyebabkan berbagai gangguan yang berdampak pada lingkungan maupun keselamatan lalu lintas sebagai berikut : meningkatnya tingkat polusi udara, meningkatnya tingkat kebisingan, meningkatnya tingkat kemacetan lalu lintas, meningkatnya resiko kecelakaan lalu lintas, meningkatnya percepatan kerusakan jalan dan lain-lain.

Dalam perencanaan perkerasan jalan raya, digunakan beban standar sehingga semua beban kendaraan dapat diekivalensikan terhadap beban standar dengan menggunakan "angka ekivalen beban sumbu (E)". Beban standar merupakan beban sumbu tunggal beroda ganda seberat 18.000 pon (8,16 ton). Maka dengan adanya masalah beban berlebih dalam tugas akhir ini dilihat seberapa besar pengaruh kelebihan muatan terhadap umur perkerasan jalan raya. Dengan adanya kasus beban berlebih ini perlu untuk diketahui besaran pengaruh dari kendaraan-kendaraan dengan kelebihan muatan terhadap pengurangan umur rencana perkerasan jalan raya.

Manual desain perkerasan jalan 2017 (MDP 2017) merupakan salah satu metode yang digunakan Bina Marga. Metode ini adalah penyempurna dari metode sebelumnya yaitu Manual Desain Perkerasan Jalan 2013 (MDP

2013). Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 (MDP 2017) terdiri atas dua bagian yaitu bagian I membahas tentang desain perkerasan jalan baru dan bagian II membahas tentang rekonstruksi penanganan perbaikan perkerasan jalan lama. (MDP, 2017).

Dalam perencanaan geometrik jalan terdapat beberapa parameter perencanaan, seperti kendaraan rencana, kecepatan rencana, volume dan kapasitas jalan dan tingkat pelayanan yang diberikan oleh jalan tersebut. Parameter-parameter ini merupakan penentu tingkat kenyamanan dan keamanan yang dihasilkan oleh suatu bentuk geometrik jalan. (Sukirman, 1999).

Dasar - dasar perencanaan tebal perkerasan jalan meliputi uraian deskripsi, parameter perencanaan, metode pelaksanaan, contoh-contoh, dan hasil-hasil perencanaan. (Analisa Komponen, 1987) Pengujian DCP (Dynamic Cone Penetrometer) memberikan kekuatan lapisan bahan sampai kedalaman 90 cm di bawah permukaan yang ada dengan tidak melakukan

penggalian sampai kedalaman pada pembacaan yang diinginkan. Pengujian dilaksanakan dengan mencatat jumlah pukulan (blow) dan penetrasi dari konus (kerucut logam) yang tertanam pada tanah/lapisan fondasi karena pengaruh penumbuk kemudian dengan menggunakan grafik dan rumus, pembacaan penetrometer diubah menjadi pembacaan yang setara dengan nilai CBR. (Pedoman CBR dengan DCP, 2010).

Pemeliharaan berkala jalan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) yaitu pelapisan ulang (overlay), perbaikan bahu jalan, pelapisan aspal tipis, pengasaran permukaan (regrooving), pengisian celah/retak permukaan (sealing), perbaikan bangunan pelengkap, penggantian/perbaikan perlengkapan jalan yang hilang/rusak, pemarkaan (marking) ulang, penambalan lubang. (Permen PU13, 2011).

Semua nilai arus lalu-lintas (per arah dan total) dikonversikan menjadi satuan mobil penumpang (smp) dengan menggunakan ekivalensi mobil penumpang (emp) yang diturunkan secara empiris untuk tipe kendaraan, pengaruh kehadiran kendaraan tak bermotor dimasukkan sebagai kejadian terpisah dalam faktor penyesuaian hambatan samping (MKJI, 1997).

2.2 Metode analisa komponen 1987

2.2.1 Perhitungan kondisi kerusakan jalan

Dalam setiap perencanaan penanganan rehabilitasi tahap pertama dan terpenting adalah identifikasi bentuk atau model kerusakan yang terlihat diperkerasan dan penyebabnya. Jika salah dalam menilai model atau penyebab kerusakan perkerasan, maka sangat tidak mungkin penanganan rehabilitasi yang dipilih akan efektif. Maka, data jenis dan tingkat kerusakan harus benar – benar sesuai dengan kondisi dilapangan. Berikut adalah gambar tipe kerusakan perkerasan jalan.

Penentuan angka dan nilai kondisi kerusakan jalan untuk masing – masing keadaan dihitung dengan menjumlahkan nilai – nilai keseluruhan keadaan kerusakan sehingga nilai kondisi kerusakan jalan didapatkan. Untuk perhitungan kerusakan jalan digunakan Metode Bina Marga yaitu Tata Cara Penyusunan Program Pemeliharaan Jalan yang dalam perhitungannya adalah sebagai berikut:

1. Menetapkan jenis jalan dan kelas jalan.
2. Menghitung LHR untuk tiap ruas jalan dan menentukan nilai kelas jalan dengan menggunakan tabel berikut :

Tabel 2. 1 LHR dan Nilai kelas lalu lintas

LHR (smp/hari)	Nilai Kelas jalan
< 20	0
20 – 50	1
50 – 200	2
200 – 500	3
500 – 2000	4
2000 – 5000	5
5000 – 20000	6
20000 – 50000	7
> 50000	8

Sumber: *Tata Cara Penyusunan Program Pemeliharaan Jalan Kota (Hal :11)*

3. Membuat tabel hasil survei dan mengelompokkan data sesuai dengan jenis kerusakan;
4. Menghitung parameter untuk setiap jenis kerusakan dan melakukan penilaian terhadap setiap jenis kerusakan berdasarkan tabel berikut:

Tabel 2. 2 Penentuan nilai angka kerusakan jalan

Retak- retak		Tambalan dan Lubang	
Tipe	Angka	Luas	Angka
E. Buaya	5	> 30%	3
D. Acak	4	20% - 30%	2
C. Melintang	3	10% - 20%	1
B. Memanjang	1	< 10%	0
A. Tidak ada	1		
Lebar	Angka	Kekasaran Permukaan	
D. > 2 mm	3	Jenis	Angka
C. 1 - 2 mm	2	Disintegration	4
B. < 1 mm	1	Pelepasan Butiran	3
A. Tidak ada	0	Rough	2
Luas Kerusakan	Angka	Fatty	1
< 30%	3	Close Texture	0
10% - 30%	2		
< 10%	1		
Tidak ada	0		
Alur (Ruts)		Amblas	
Kedalaman	Angka	Kedalaman	Angka
> 20 mm	7	> 5/100 m	4
11 - 20 mm	5	2 - 5/100 m	2
6 - 10 mm	3	0 - 2/100 m	1
0 - 5 mm	1	Tidak ada	0
Tidak ada	0		

Sumber : Tata Cara Penyusunan Program Pemeliharaan Jalan Kota
(Hal : 12-13)

5. Menjumlahkan setiap angka untuk semua jenis kerusakan, dan menetapkan nilai kondisi jalan berdasarkan tabel berikut :

Tabel 2. 3 Penentuan nilai kondisi jalan

Angka Kerusakan	Nilai
26 – 29	9
22 – 25	8
19 – 21	7
16 – 18	6
13 – 15	5
10 – 12	4
7 – 9	3
4 – 6	2
0 – 3	1

Sumber : Tata Cara Penyusunan Program Pemeliharaan Jalan Kota (Hal : 12)

6. Melakukan perhitungan urutan prioritas (UP) kondisi jalan merupakan fungsi dari kelas LHR dan nilai kondisi jalannya, yang secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$UP = 17 - (\text{kelas LHR} + \text{kondisi jalan}) \quad (1)$$

- UP (0 – 3) program peningkatan jalan.
- UP (4 – 6) program pemeliharaan berkala.
- UP (≥ 7) program pemeliharaan rutin.

2.2.2 Jenis Kerusakan Pada Perkerasan Lentur

Secara garis besar kerusakan dapat dibedakan menjadi dua bagian, yaitu kerusakan struktural, mencakup kegagalan perkerasan atau kerusakan dari satu atau lebih komponen perkerasan yang mengakibatkan perkerasan tidak dapat lagi menanggung beban lalu lintas dan kerusakan fungsional yang mengakibatkan keamanan dan kenyamanan pengguna jalan menjadi terganggu sehingga biaya operasi kendaraan semakin meningkat.

Menurut manual pemeliharaan jalan No : 03/MN/B/1983 yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga, kerusakan jalan dapat

dibedakan atas :

1. Retak (*cracking*)

Retak yang terjadi pada lapisan permukaan jalan dapat dibedakan atas :

a. Retak halus (*hair cracking*)

Lebar celah lebih kecil atau sama dengan 3 mm, penyebab adalah bahan perkerasan yang kurang baik, tanah dasar atau bagian perkerasan di bawah lapis permukaan kurang stabil. Retak halus ini dapat meresapkan air kedalam lapis permukaan. Untuk pemeliharaan dapat dipergunakan lapis latasir atau buras. Dalam tahap perbaikan sebaiknya dilengkapi dengan perbaikan sistem drainase. Retak rambut dapat berkembang menjadi retak kulit buaya.



Gambar 2. 1 Retak Halus Jalan

b. Retak Kulit Buaya (*alligator crack*)

Lebar celah lebih besar atau sama dengan 3 mm. Saling merangkai membentuk serangkaian kotak-kotak kecil yang menyerupai kulit buaya. Retak ini disebabkan oleh bahan perkerasan yang kurang baik, pelapukan permukaan, tanah dasar atau bagian perkerasan di bawah lapis permukaan kurang stabil, atau bahan lapis pondasi dalam keadaan jenuh air (air tanah naik). Umumnya daerah dimana terjadi retak kulit buaya tidak luas. Jika daerah dimana terjadi retak kulit buaya luas, mungkin hal ini disebabkan oleh repetisi beban lalu lintas yang melampaui beban yang dapat dipikul oleh lapisan permukaan tersebut. Retak kulit buaya untuk sementara dapat dipelihara dengan mempergunakan lapis burda, burtu, ataupun lataston, jika celah ≤ 3 mm. Sebaiknya bagian perkerasan yang telah mengalami retak kulit buaya

akibat air yang merembes masuk ke lapis pondasi dan tanah dasar diperbaiki dengan cara dibongkar dan membuang bagian-bagian yang basah, kemudian dilapis kembali dengan bahan yang sesuai. Perbaikan harus disertai dengan perbaikan drainase di sekitarnya. Kerusakan yang disebabkan oleh beban lalulintas harus diperbaiki dengan memberi lapis tambahan. Retak kulit buaya dapat diresapi oleh air sehingga lama kelamaan akan menimbulkan lubang-lubang akibat terlepasnya butir-butir.



Gambar 2. 2 Retak Kulit Buaya (alligator crack)

c. Retak pinggir (*edge crack*)

Retak memanjang jalan, dengan atau tanpa cabang yang mengarah ke bahu dan terletak dekat bahu. Retak ini disebabkan oleh tidak baiknya sokongan dari arah samping, drainase kurang baik, terjadi penyusutan tanah, atau terjadinya *settlement* di bawah daerah tersebut. Akar tanaman yang tumbuh di tepi perkerasan dapat pula menjadi sebab terjadinya retak pinggir itu. Di lokasi retak, air dapat meresap yang dapat semakin merusak lapis permukaan. Retak dapat diperbaiki dengan mengisi celah dengan campuran aspal cair dan pasir. Perbaikan drainase harus dilakukan, bahu diperlebar dan dipadatkan. Jika pinggir perkerasan mengalami penurunan, elevasi dapat diperbaiki dengan menggunakan *hotmix*. Retak ini lama kelamaan akan bertambah besar disertai dengan terjadinya lubang-lubang.



Gambar 2. 3 Retak Pinggir Jalan

d. Retak Sambungan Bahu

Retak sambungan bahu dan perkerasan (*edge joint crack*), retak memanjang, umumnya terjadi pada sambungan bahu dengan perkerasan. Retak dapat disebabkan oleh kondisi drainase di bawah bahu jalan lebih buruk daripada di bawah perkerasan, terjadi *settlement* di bahu jalan, penyusutan material bahu atau perkerasan jalan, atau akibat lintasan truk/kendaraan berat di bahu jalan. Perbaikan dapat dilakukan seperti perbaikan retak refleksi.



Gambar 2. 4 Retak Sambungan Bahu

e. Retak sambungan jalan

Retak sambungan jalan (*lane joint crack*), retak memanjang, yang terjadi pada sambungan 2 lajur lalu-lintas. Hal ini disebabkan tidak baiknya ikatan sambungan kedua lajur. Perbaikan dapat dilakukan dengan memasukan campuran aspal cair dan pasir ke dalam celah-celah yang terjadi. Jika tidak diperbaiki, retak dapat berkembang menjadi lebar karena terlepasnya butir-butir pada tepi retak dan meresapnya air ke dalam lapisan.



Gambar 2. 5 Retak Sambungan Jalan

f. Retak Sambungan Pelebaran Jalan

Retak sambungan pelebaran jalan (*widening cracks*), adalah retak memanjang yang terjadi pada sambungan antara perkerasan lama dengan perkerasan pelebaran. Hal ini disebabkan oleh perbedaan daya dukung dibawah bagian pelebaran dan bagian jalan lama, dapat juga disebabkan oleh ikatan antara sambungan tidak baik. Perbaikan dilakukan dengan mengisi celah-celah yang timbul dengan campuran aspal cair dan pasir. Jika tidak diperbaiki, air dapat meresap masuk ke dalam lapisan perkerasan melalui celah-celah, butir-butir dapat lepas dan retak bertambah besar.



Gambar 2. 6 Retak Sambungan Pelebaran Jalan

g. Retak Refleksi

Retak refleksi (*reflection cracks*), retak memanjang, melintang, diagonal, atau membentuk kotak. Terjadi pada lapis tambahan (*overlay*) yang menggambarkan pola retakan di bawahnya. Retak refleksi dapat terjadi jika retak pada perkerasan lama tidak diperbaiki secara baik sebelum pekerjaan overlay dilakukan. Retak refleksi dapat pula terjadi

jika terjadi gerakan vertikal/horizontal di bawah lapis tambahan sebagai akibat perubahan kadar air pada jenis tanah yang ekspansip. Untuk retak memanjang, melintang dan diagonal perbaikan dapat dilakukan dengan mengisi celah dengan campuran aspal cair dan pasir. Untuk retak berbentuk kotak, perbaikan dilakukan dengan membongkar dan melapis kembali dengan bahan yang sesuai.



Gambar 2. 7 Retak Refleksi

h. Retak Susut

Retak susut (*shrinkage cracks*), retak yang saling bersambungan membentuk kotak - kotak besar dengan sudut tajam. Retak disebabkan oleh perubahan volume pada lapisan permukaan yang memakai aspal dengan penetrasi rendah, atau perubahan volume pada lapisan pondasi dan tanah dasar. Perbaikan dapat dilakukan dengan mengisi celah dengan campuran aspal cair dan pasir dan dilapisi dengan burtu.



Gambar 2. 8 Retak Susut

i. Retak Slip

Retak slip (*slippage cracks*), retak yang bentuknya melengkung seperti bulan sabit, hal ini terjadi disebabkan oleh kurang baiknya

ikatan antara lapis permukaan dan lapis di bawahnya. Kurang baiknya ikatan dapat disebabkan oleh adanya debu, minyak, air atau benda non adhesif lainnya, atau akibat tidak diberinya tack coat sebagai bahan pengikat di antara kedua lapisan. Retak selip pun dapat terjadi akibat terlalu banyaknya pasir dalam campuran lapisan permukaan, atau kurang baiknya pemadatan lapis permukaan. Perbaikan dapat dilakukan dengan membongkar bagian yang rusak dan menggantikannya dengan lapisan yang lebih baik.



Gambar 2. 9 Retak Slip

2. Distorsi (*Distortion*)

Distorsi/perubahan bentuk dapat terjadi akibat lemahnya tanah dasar, pemadatan yang kurang pada lapis pondasi, sehingga terjadi tambahan pemadatan akibat beban lalu lintas. Distorsi (*Distortion*) dapat dibedakan atas :

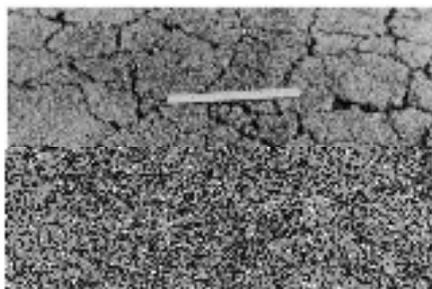
a. Alur (*Ruts*), yang terjadi pada lintasan roda sejajar dengan as jalan.

Alur dapat merupakan tempat menggenangnya air hujan yang jatuh di atas permukaan jalan, mengurangi tingkat kenyamanan, dan akhirnya dapat timbul retak-retak. Terjadinya alur disebabkan oleh lapis perkerasan yang kurang padat, dengan demikian terjadi tambahan pemadatan akibat repetisi beban lalu lintas pada lintasan roda. Campuran aspal dengan stabilitas rendah dapat pula menimbulkan deformasi plastis. Perbaikan dapat dilakukan dengan memberi lapisan tambahan dari lapis permukaan yang sesuai.



Gambar 2. 10 Retak Alur

- b. Keriting (*Corrugation*), alur yang terjadi melintang jalan. Penyebab kerusakan ini adalah rendahnya stabilitas campuran yang berasal dari terlalu tingginya kadar aspal, terlalu banyak mempergunakan agregat halus, agregat berbentuk bulat dan permukaan penetrasi yang tinggi. Keriting dapat juga terjadi jika lalu lintas dibuka sebelum perkerasan mantap (untuk perkerasan yang mempergunakan aspal cair). Kerusakan dapat diperbaiki dengan :
- 1) Jika lapis permukaan yang keriting itu mempunyai lapis pondasi agregat, perbaikan yang tepat adalah dengan menggaruk kembali, dicampur dengan lapis pondasi, dipadatkan kembali dan diberi lapis permukaan baru.
 - 2) Jika lapis permukaan bahan pengikat mempunyai ketebalan > 5 cm, maka lapis tipis yang mengalami keriting tersebut diangkat dan diberi lapis permukaan yang baru.



Gambar 2. 11 Rusak Keriting Jalan

- c. Sungkur (*Shoving*), deformasi plastis yang terjadi setempat, ditempat kendaraan sering berhenti, kelandaian curam dan tikungan tajam. Kerusakan dapat terjadi dengan/tanpa retak. Penyebab kerusakan sama dengan kerusakan keriting. Perbaikan dapat dilakukan dengan cara

dibongkar dan dilapis kembali.



Gambar 2. 12 Sungkur Jalan

- d. Amblas (*Grade Depressions*), terjadi setempat, dengan atau tanpa retak.

Amblas dapat terdeteksi dengan adanya air yang tergenang. Air tergenang ini dapat meresap ke dalam lapisan perkerasan yang akhirnya menimbulkan lubang. Penyebab amblas adalah beban kendaraan yang melebihi apa yang direncanakan, pelaksanaan yang kurang baik, atau penurunan bagian perkerasan dikarenakan tanah dasar mengalami *settlement*.



Gambar 2. 13 Jalan Amblas

- e. Jembul (*Upheaval*), terjadi setempat, dengan atau tanpa retak. Hal ini terjadi akibat adanya pengembangan tanah dasar pada tanah dasar ekspansif. Perbaikan dilakukan dengan membongkar bagian yang rusak dan melapisinya kembali.



Gambar 2. 14 Jembul

3. Cacat Permukaan (*Sisintegration*)

Mengarah kepada kerusakan secara kimiawi dan mekanis dari lapisan perkerasan. Yang termasuk dalam cacat permukaan ini adalah :

- a. Lubang (*Potholes*), berupa mangkuk, ukuran bervariasi dari kecil sampai besar. Lubang–lubang ini menampung dan meresapkan air ke dalam lapis permukaan yang menyebabkan semakin parahnya kerusakan jalan. Lubang dapat terjadi akibat :
 1. Campuran material lapis permukaan jelek, seperti : Kadar aspal rendah, sehingga film aspal tipis dan mudah lepas. Agregat kotor sehingga ikatan antara aspal dan agregat tidak baik. Temperatur campuran tidak memenuhi persyaratan.
 2. Lapis permukaan tipis sehingga ikatan aspal dan agregat mudah lepas akibat pengaruh cuaca.
 3. Sistem drainase jelek, sehingga air banyak yang meresap dan mengumpul dalam lapis perkerasan.
 4. Retak–retak yang terjadi tidak segera ditangani sehingga air meresap dan mengakibatkan terjadinya lubang–lubang kecil. Lubang–lubang tersebut diperbaiki dengan cara dibongkar dan dilapis kembali. Perbaikan yang bersifat permanen disebut juga deep patch (tambalan dalam), yang dilakukan sebagai berikut :
 - 1) Bersihkan lubang dari air dan material–material yang lepas.
 - 2) Bongkar bagian lapis permukaan dan pondasi sedalam–dalamnya sehingga mencapai lapisan yang kokoh (potong dalam bentuk yang persegi panjang).
 - 3) Beri lapis tack coat sebagai lapis pengikat.
 - 4) Isikan campuran aspal dengan hati–hati sehingga tidak terjadi

segregasi.

- 5) Padatkan lapis campuran dan bentuk permukaan sesuai dengan lingkungannya.



Gambar 2. 15 Lubang

4. Pelepasan butir (*Ravelling*),

Pelepasan butir dapat terjadi secara meluas dan mempunyai efek serta disebabkan oleh hal yang sama dengan lubang. Dapat diperbaiki dengan memberikan lapisan tambahan di atas lapisan yang mengalami pelepasan butir setelah lapisan tersebut dibersihkan dan dikeringkan.



Gambar 2. 16 Pelepasan Butir

5. Pengelupasan Lapisan Permukaan (*Stripping*)

Hal ini dapat disebabkan oleh kurangnya ikatan antara lapis permukaan dan lapis di bawahnya, atau terlalu tipisnya lapis permukaan. Dapat diperbaiki dengan cara digaruk, diratakan dan dipadatkan. Setelah itu dilapisi dengan buras.



Gambar 2. 17 Pengelupasan Lapisan Permukaan

2.3 Perhitungan Kondisi Perkerasan Eksisting

Pada struktur perkerasan jalan baru menguraikan prosedur penentuan nilai CBR tanah dasar. Prosedur yang sama juga berlaku untuk pekerjaan perbaikan jalan lama. Daya dukung tanah dasar diukur dengan menggunakan nilai CBR dari test DCP. Adapun nilai – nilai CBR yang ditentukan yaitu:

$$1. \text{ CBR rata – rata} = \frac{\text{jumlah data CBR}}{\text{Jumlah data}} \dots\dots\dots(2.1)$$

$$2. \text{ CBR}_{\text{Segmen}} = \text{CBR}_{\text{rata-rata}} = \frac{\text{CBR}_{\text{maks}} - \text{CBR}_{\text{min}}}{R} \dots\dots\dots(2.2)$$

2.3.1 Perkerasan Jalan

Struktur perkerasan (Pavement) adalah suatu struktur (lapis kulit) yang diletakkan di atas tanah dasar dengan syarat dan ketebalan tertentu. Pada umumnya struktur perkerasan jalan di bentuk dari beberapa lapisan yang relatif kuat dibagian atasnya dan berangsur-angsur relatif lemah di bagian bawah.

merupakan suatu akses penghubung tujuan untuk mengangkut atau memindahkan orang atau barang dari suatu tempat ke tempat lain. Infrastruktur jalan di Indonesia mempunyai peran yang vital dalam transportasi nasional dalam melayani sekitar 92% angkutan penumpang dan 90% angkutan barang pada jaringan jalan yang ada.

Terdapat beberapa jenis / tipe perkerasan, terdiri dari :

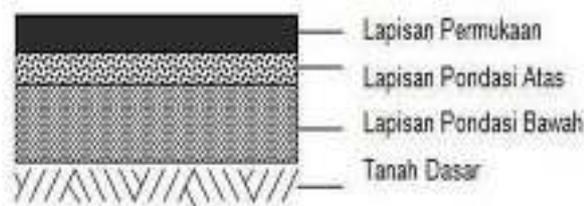
- a. Flexible pavement (perkerasan lentur).
- b. Rigid pavement (perkerasan kaku).

c. Perkerasan Komposit.

a. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Perkerasan yang menggunakan bahan ikat aspal, yang sifatnya lentur terutama pada saat panas. Aspal dan agregat ditebar di jalan pada suhu tinggi (sekitar 100°C). Perkerasan lentur menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar yang dipadatkan melalui beberapa lapisan sebagai berikut :

- Lapisan permukaan.
- Lapisan pondasi atas.
- Lapisan pondasi bawah.
- Lapisan tanah dasar.



Gambar 2. 18 Lapisan Perkerasan Jalan Lentur

2.3.2 Lapisan Permukaan

Lapisan permukaan adalah lapisan yang terletak paling atas dari bagian jalan yang berfungsi sebagai berikut :

1. Lapisan perkerasan penahan beban roda, lapisan yang mempunyai stabilitas yang tinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan.
2. Lapisan kedap air untuk melindungi badan jalan dari kerusakan akibat cuaca.
3. Sebagai lapisan aus (*Wearing Course*). Lapisan yang langsung menerima gesekan akibat gaya rem kendaraan sehingga menjadi aus dan rusak.
4. Lapisan yang menyebarkan beban ke lapisan bawah.

Guna untuk memenuhi fungsi di atas, 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.

Jenis lapis permukaan terdapat bermacam-macam yaitu :

1. Lapis Aspal Beton (LASTON)

Lapis Aspal Beton (LASTON) merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, filler dan aspal keras, yang dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu.

2. Lapis Penetrasi Makadam (LAPEN)

Lapis Penetrasi Macadam (LAPEN) merupakan suatu lapis perkerasan yang terdiri dari agregat pokok dengan agregat pengunci bergradasi terbuka dan seragam yang diikat oleh aspal keras dengan cara disemprotkan di atasnya dan dipadatkan lapis demi lapis dan apabila akan digunakan sebagai lapis permukaan perlu diberi laburan aspal dengan batu penutup.

3. Lapis Asbuton Campuran Dingin (LASBUTAG)

Lapis Asbuton Campuran Dingin (LASBUTAG) adalah campuran yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, asbuton, bahan peremaja dan filler (bila diperlukan) yang dicampur, dihampar dan dipadatkan secara dingin.

4. Hot Rolled Asphalt (HRA)

Hot Rolled Asphalt (HRA) merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi timpang, filler dan aspal keras dengan perbandingan tertentu, yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu.

5. Laburan Aspal (BURAS)

Laburan Aspal (BURAS) adalah merupakan lapis penutup terdiri dengan ukuran butir maksimum dari lapisan aspal taburan pasir 9,6 mm atau 3/8 inch.

6. Laburan Batu Satu Lapis (BURTU)

Laburan Batu Satu Lapis (BURTU) adalah merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal yang ditaburi dengan satu lapis agregat bergradasi seragam. Tebal maksimum 20 mm.

7. Laburan Batu Dua Lapis (BURDA)

Laburan Batu Dua Lapis (BURDA) adalah merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal ditaburi agregat yang dikerjakan dua kali secara berurutan. Tebal maksimum 35 mm.

8. Lapis Aspal Beton Pondasi Atas (LASTON ATAS)

Lapis Aspal Beton Pondasi Atas (LASTON ATAS) adalah merupakan pondasi perkerasan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal dengan perbandingan tertentu, dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas.

9. Lapis Aspal Beton Pondasi Bawah (LASTON BAWAH)

Lapis Aspal Beton Pondasi Bawah (LASTON BAWAH) adalah pada umumnya merupakan lapis perkerasan yang terletak antara lapis pondasi dan tanah dasar jalan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal dengan perbandingan tertentu dicampur dan dipadatkan pada temperatur tertentu.

10. Lapis Tipis Aspal Beton (LATASTON)

Lapis Tipis Aspal Beton (LATASTON) adalah merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi timpang, filler dan aspal keras dengan perbandingan tertentu yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Tebal padat antara 25 sampai 30 mm.

11. Lapis Tipis Aspal Pasir (LATASIR)

Lapis Tipis Aspal Pasir (LATASIR) adalah merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran pasir dan aspal keras yang dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu.

12. Aspal Makadam

Aspal Makadam adalah merupakan lapis perkerasan yang terdiri dari agregat pokok dan/atau agregat pengunci bergradasi terbuka atau seragam yang dicampur dengan aspal cair, diperam dan dipadatkan secara dingin.

2.3.3 Lapisan Pondasi Atas (*Base Course*)

Lapisan pondasi atas adalah lapisan yang terdapat diantara lapisan pondasi bawah dan lapisan permukaan, berfungsi sebagai berikut :

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

Untuk tebal lapisan pondasi atas, tebal minimum yang diizinkan tergantung kepada nilai Indeks Tebal Perkerasan (ITP).

2.3.4 Lapisan Pondasi Bawah (*Subbase Course*)

Lapisan pondasi bawah menurut Sukirman (1999), adalah bagian perkerasan yang terletak antara *base course* dan *sub grade* lapisan yang berfungsi sebagai berikut :

1. Bagian dari konstruksi perkerasan untuk menyebarkan beban roda ke tanah dasar. Lapisan harus cukup kuat, dan mempunyai CBR % dengan Plastisitas Indeks <10%.
2. Efisien penggunaan material.
3. Mengurangi tebal lapisan di atasnya yang mahal.
4. Lapisan pertama, agar pekerjaan dapat berjalan lancar, hal ini sehubungan dengan kondisi lapangan memaksa harus menutup tanah dasar dari pengaruh cuaca, atau lemahnya daya dukung tanah dasar dalam menahan beban roda.
5. Lapisan untuk mencegah partikel – partikel, harus dari daya dukung tanah naik ke lapisan pondasi atas.

2.3.5 Tanah Dasar (*Sub Grade*)

Perkerasan jalan diletakkan di atas tanah, maka secara keseluruhan mutu dan daya tahan konstruksi perkerasan tidak lepas dari sifat tanah dasar. Tanah dasar merupakan bagian terakhir yang menerima roda kendaraan yang distribusikan dari lapisan permukaan.

Metode yang digunakan untuk menentukan daya dukung tanah dasar (DDT) dapat ditentukan dengan pengujian CBR (*Colifornia Bearing*

Ratio), DCP (*Dinamic Cone Penetrometer*) dan *Sand Cone*. Dalam hal ini yang sering digunakan untuk menentukan (DDT) dapat dilakukan dengan cara pengujian CBR.

Tabel 2. 4 Perbedaan antara Perkerasaan Lentur dan Perkerasaan Kaku

		Perkerasaan Lentur	Perkerasaan Kaku
1	Bahan Pengikat	Aspal	Semen
2	Repetisi Beban	Timbul <i>rutting</i> (lendutan pada jalur roda)	Timbul retak retak pada permukaan
3	Penurunan tanah dasar	Jalan bergelombang (mengikuti tanah dasar)	Bersifat sebagai balok di atas perletakan
4	Perubahan temperatur	-Modulus kekakuan berubah.	-Modulus kekakuan tidak berubah
		-Timbul tegangan dalam yang kecil	-Timbul tegangan dalam yang besar

Sumber: Sukirman (1999)

2.4 Perhitungan Lalu Lintas

Dalam perhitungan lalu lintas hal pertama yang harus ditentukan adalah umur rencana. Umur rencana adalah jumlah tahun dari saat jalan tersebut dibuka untuk lalu lintas kendaraan sampai diperlukan suatu perbaikan. Umur rencana jenis penanganan dinyatakan pada table berikut :

Tabel 2. 5 Umur Rencana Penanganan Jalan

Kriteria beban lalu lintas (jutaESA4)	<0,5	0,5 - <30	≥ 30
Umur rencana perkerasaan Lentur	Seluruh penanganan 10 tahun.	- Rekonstruksi – 20 tahun - overlay struktural – 10 tahun - Overlay non struktural – 10 tahun - Penanganan sementara – sesuai kebutuhan	

Sumber: MDP 2017 bagian II (hal ; 143)

Dalam analisis lalu lintas, penentuan volume lalu lintas pada jam sibuk dan lalu lintas harian rata – rata tahunan (LHRT) dan lalu lintas harian rata – rata (LHR) mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). LHR dan LHRT bisa dicari dengan rumus :

$$LHR_0 = (1+i)^n \times LHR_p \dots\dots\dots(2.3)$$

$$LHR_t = (1+i)^n \times LHR_p \dots\dots\dots(2.4)$$

Faktor pertumbuhan lalu lintas berdasarkan data – data pertumbuhan series (Historical growth data) atau formulasi dengan factor pertumbuhan lain yang berlaku. Jika tidak tersedia maka data tabel berikut dapat digunakan (2021 – 2041).

Tabel 2. 6 Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (i)

	Jawa	Sumatera	Kalimantan	Rata-rata Indonesia
Arteri dan perkotan (%)	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

Untuk menghitung pertumbuhan lalu lintas kumulatif selama umur rencana dihitung menggunakan Persamaan 2.5.

$$R = \frac{(1+0,01 i)^{UR}-1}{0,01 i} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dengan:

R = Faktor Pengali Pertumbuhan Lalu lintas

i = Tingkat Pertumbuhan Tahunan

UR = Umur Rencana (tahun)

2.5 Perencanaan Penanganan Kerusakan

Metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDP) Bina Marga 2017 adalah salah satu metode yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga.

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.

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.

Penanganan kerusakan seperti yang dijelaskan dalam Permen PU 2011 terkandung dalam Metode Perbaikan Standart Bina Marga No : 002/T/Bt/1995. Sehingga metode tersebut digunakan untuk penanganan kerusakan sebelum *overlay*. Berikut adalah Metode Perbaikan Standart Bina Marga No : 002/T/Bt/1995.

1. Metode penanganan P1 (penebaran pasir).
2. Metode perbaikan P2 (laburan aspal setempat).
3. Metode perbaikan P3 (melapisi retak).
4. Metode perbaikan P4 (pengisian retak).
5. Metode perbaikan P5 (penambalan lubang).
6. Metode P6 perataan.

2.6 Jenis struktur perkerasan

Jenis struktur perkerasan baru terdiri atas:

1. Perkerasan pada permukaan tanah asli.
2. Perkerasan pada timbunan.
3. Perkerasan pada galian.



Gambar 2. 19 Perkerasan pada permukaan tanah asli.



Gambar 2. 20 Perkerasan pada timbunan.



Gambar 2. 21 Perkerasan pada galian.

2.7 Penanganan Sebelum Overlay

Penanganan kerusakan jalan seperti pelaburan pasir, laburan aspal setempat, pengisian retak, dan penambalan lubang dilakukan sebelum overlay atau sebelum umur rencana jalan tercapai. Penanganan ini bertujuan untuk memberi kenyamanan bagi pengguna jalan dengan memperbaiki kerusakan yang bersifat non struktural atau tergolong kerusakan ringan.

Penanganan sebelum overlay ini dilakukan dengan menggunakan Metode Manual desain perkerasan Lentur bina marga 2017.

2.8 Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Manual desain perkerasan bina marga 2017

2.8.1 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.

Dari data LHR yang diberikan, dapat diketahui data LHR hingga akhir umur rencana dengan menggunakan rumus :

$$LHR_{akhir} = LHR_{awal} \times (1+i)^{UR} \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana :

i : Pertumbuhan lalu lintas kendaraan

n : Selisih tahun dari LHR awal dan LHR akhir

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-10- 2004-B atau dapat mengacu menggunakan peralatan dengan pendekatan yang sama.
2. Hasil-hasil survei sebelumnya.
3. Untuk jalan dengan lalu lintas rendah dapat menggunakan nilai perkiraan pada **Tabel 2.7**

Tabel 2. 7 Perkiraan Lalu Lintas untuk Jalan dengan Lalu Lintas Rendah (Kasus Beban Berlebih)

Deskripsi Jalan	LHRT Dua Arah	Kend Berat (% dari lalu lintas)	Umur rencana (th)	Pertumbuhan lalu lintas (%)	Pertumbuhan lalu lintas kumulatif	Kelompok sumbu/ Kendaraan berat	Kumulatif HVAG	ESA/HVAG (overloaded)	Lalin desain indikatif (Pangkat 4) Overloaded
Jalan desa minor dengan akses kendaraan berat terbatas	30	3	20	1	22	2	14.454	3,16	$4,5 \times 10^4$
Jalan kecil 2 arah	90	3	20	1	22	2	21.681	3,16	7×10^4
Jalan Lokal	500	6	20	1	22	2,1	252.945	3,16	8×10^5
Akses lokal daerah industri atau quarry	500	8	20	3,5	28,2	2,3	473.478	3,16	$1,5 \times 10^6$
Jalan kolektor	2000	7	20	3,5	28,2	2,2	1.585.122	3,16	5×10^6

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum, 2017

2.8.2 Faktor distribusi lajur dan Faktor distribusi arah

Lajur rencana adalah salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan yang menampung lalu lintas kendaraan niaga (truk dan bus) paling besar. Beban lalu lintas pada lajur rencana dinyatakan dalam kumulatif beban gandar standar (ESA) dengan memperhitungkan faktor distribusi arah (DD) dan faktor distribusi lajur kendaraan niaga (DL).

Untuk jalan dua arah, faktor distribusi arah (DD) umumnya diambil 0,50 kecuali pada lokasi- lokasi yang jumlah kendaraan niaga cenderung lebih tinggi pada satu arah tertentu.

Faktor distribusi lajur untuk kendaraan niaga (truk dan bus) ditetapkan dalam **Tabel 2.8**. Beban desain pada setiap lajur tidak boleh melampaui kapasitas lajur pada setiap tahun selama umur rencana. Kapasitas lajur maksimum agar mengacu pada MKJI.

Tabel 2. 8 Faktor Distribusi Lajur (DL)

Jumlah lajur setiap arah	Kendaraan niaga pada jalur desain (% terhadap populasi kendaraan niaga)
1	100
2	80
3	60
4	50

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum, 2017

2.8.3 Faktor Ekuivalen Beban (VDF)

Tabel 2.9 menunjukkan nilai VDF regional masing-masing jenis kendaraan niaga yang diolah dari data studi WIM yang dilakukan Ditjen Bina Marga pada tahun 2012 – 2013. Data tersebut perlu diperbaharui secara berkala sekurang-kurangnya setiap 5 tahun. Apabila survei lalu lintas dapat mengidentifikasi jenis dan muatan kendaraan niaga, dapat digunakan data VDF masing-masing jenis kendaraan menurut **Tabel 2.10**

Tabel 2. 9 Nilai VDF masing-masing kendaraan niaga

Jenis Kendaraan	Sumatera				Jawa				Kalimantan				Sulawesi				Bali, Nusa Tenggara, Maluku, dan Papua			
	Beban Aktual		Normal		Beban Aktual		Normal		Beban Aktual		Normal		Beban Aktual		Normal		Beban Aktual		Normal	
	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5
5B	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
6A	0.55	0.50	0.55	0.50	0.55	0.50	0.55	0.50	0.55	0.50	0.55	0.50	0.55	0.50	0.55	0.50	0.55	0.50	0.55	0.50
6B	4.50	7.40	3.40	4.60	5.30	9.20	4.00	5.10	4.80	8.50	3.40	4.70	4.90	9.00	2.90	4.00	3.00	4.00	2.50	3.00
7A1	10.10	18.40	5.40	7.40	8.20	14.40	4.70	6.40	9.90	18.30	4.10	5.30	7.20	11.40	4.90	6.70	-	-	-	-
7A2	10.50	20.00	4.30	5.60	10.20	19.00	4.30	5.60	9.60	17.70	4.20	5.40	9.40	19.10	3.80	4.80	4.90	9.70	3.90	6.00
7B1	-	-	-	-	11.80	18.20	9.40	13.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7B2	-	-	-	-	13.70	21.80	12.60	17.80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7C1	15.90	29.50	7.00	9.60	11.00	19.80	7.40	9.70	11.70	20.40	7.00	10.20	13.20	25.50	6.50	8.80	14.00	11.90	10.20	8.00
7C2A	19.80	39.00	6.10	8.10	17.70	33.00	7.60	10.20	8.20	14.70	4.00	5.20	20.20	42.00	6.60	8.50	-	-	-	-
7C2B	20.70	42.80	6.10	8.00	13.40	24.20	6.50	8.50	-	-	-	-	17.00	28.80	9.30	13.50	-	-	-	-
7C3	24.50	51.70	6.40	8.00	18.10	34.40	6.10	7.70	13.50	22.90	9.80	15.00	38.70	59.60	6.90	8.80	-	-	-	-

Sumber: Manual Pekerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017

Tabel 2. 10 Nilai VDF masing-masing kendaraan niaga

Jenis Kendaraan		Uraian	Konfigurasi Sumbu	Muatan Yang Diangkut	Kelompok Sumbu	Distribusi Tipikal (%)		Faktor Ekuivalen Beban (VDF) (ESA/Kendaraan)	
Klasifikasi Lama	Alternatif					Semua Kendaraan Bermotor	Semua Kendaraan Bermotor kecuali Sepeda Motor	VDF4 Pangkat 4	VDF4 Pangkat 5
1	1	Sepeda Motor	1.1		2	30.40			
2, 3, 4	2, 3, 4	Sedan/Angkot/Pickup/Station Wagon	1.1		2	51.70	74.30		
5a	5a	Bus Kecil	1.2		2	3.50	5.00	0.30	0.20
5b	5b	Bus Besar	1.2		2	0.10	0.20	1.00	1.00
6a.1	6.1	Truk 2 Sumbu - Cargo Ringan	1.1	Muatan Umu	2	4.60	6.60	0.30	0.20
6a.2	6.2	Truk 2 Sumbu - Ringan	1.2	Tanah, Pasir, Besi, Semen	2			0.80	0.80
6b1.1	7.1	Truk 2 Sumbu - Cargo Sedang	1.2	Muatan Umu	2			0.70	0.70
6b1.2	7.2	Truk 2 Sumbu - Sedang	1.2	Tanah, Pasir, Besi, Semen	2			1.60	1.70
6b2.1	8.1	Truk 2 Sumbu - Berat	1.2	Muatan Umu	2			0.90	0.80
6b2.2	8.2	Truk 2 Sumbu - Berat	1.2	Tanah, Pasir, Besi, Semen	2	3.80	5.50	7.30	11.20
7a1	9.1	Truk 3 Sumbu - Ringan	1.2.2	Muatan Umu	3			7.60	11.20
7a2	9.2	Truk 3 Sumbu - Sedang	1.2.2	Tanah, Pasir, Besi, Semen	3	3.90	5.60	28.10	64.40
7a3	9.3	Truk 3 Sumbu - Berat	1.1.2		3	0.10	0.10	28.90	62.20
7b	10	Truk 2 Sumbu dan Trailer Penarik 2 Sumbu	1.2-2.2		4	0.50	0.70	36.90	90.40
7c1	11	Truk 4 Sumbu - Trailer	1.2-2.2		4	0.30	0.50	13.60	24.00
7c2.1	12	Truk 5 Sumbu - Trailer	1.2-2.2		5	0.70	1.00	19.00	33.20
7c2.2	13	Truk 5 Sumbu - Trailer	1.2-2.2.2		5			30.30	69.70
7c3	14	Truk 6 Sumbu - Trailer	1.2.2-2.2.2		6	0.30	0.50	41.60	93.70

Sumber: Manual Pekerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017

2.8.4 Beban Sumbu Standart Kumulatif (CESAL)

Beban sumbu standar kumulatif atau *Cumulative Equivalent Single Axle Load* (CESAL) merupakan prediksi jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama umur rencana dan sesuai dengan VDF masing-masing kendaraan niaga yang ditentukan pada persamaan 2.2, yang ditentukan sebagai berikut :

$$ESA_{TH-1} = (\sum LHR_{JK} \times VDF_{JK}) \times 365 \times DD \times DL \times R \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana

ESA_{TH-1} : Kumulatif lintasan sumbu standar ekivalen (*equivalent standard axle*) pada tahun pertama

LHR_{JK} : Lintas harian rata-rata tiap jenis kendaraan niaga (satuan kendaraan per hari)

VDF_{JK} : Faktor ekivalen beban (Vehicle Damage Factor) tiap jenis kendaraan niaga sesuai **Tabel 2.9** dan **Tabel 2.10**

DD : faktor distribusi arah (nilainya antara 0,3 – 0,7)

DL : Faktor distribusi lajur (**Tabel 2.8**)

R : faktor pengkali pertumbuhan lalu lintas kumulatif (persamaan **2.5**)

2.8.5 Menentukan Struktur Pondasi Jalan

Menurut Kementerian Pekerjaan Umum (2017) desain pondasi jalan adalah desain perbaikan tanah dasar dan lapis penopang (*capping*), *micro pilling* (cerucuk), drainase vertical, pra-pembebanan dan berbagai penanganan lain yang diperlukan untuk membentuk perletakan pendukung struktur perkerasan lentur, baik untuk kondisi tanah biasa maupun tanah lainnya yang lazim ditemui di Indonesia.

Tiga faktor penting di dalam desain perkerasan adalah lalu lintas, tanah dasar dan pengaruh air. Selain itu, pada kasus perkerasan yang harus dibangun di kawasan dengan tanah bermasalah seperti gambut dan

tanah lunak, karakteristik tanah bersangkutan merupakan faktor yang sangat penting karena analisis tanah dasar biasa tidak dapat menghasilkan perkerasan dengan kinerja yang diharapkan.

Umur rencana pondasi jalan untuk semua perkerasan baru maupun pelebaran digunakan minimum 40 tahun karena:

- a. Pondasi jalan tidak dapat ditingkatkan selama umur pelayanannya kecuali dengan cara rekonstruksi menyeluruh.
- b. Perkerasan lentur dengan desain fondasi di bawah standar mungkin memerlukan penguatan dengan lapisan aspal tambahan berulang kali selama masa pelayanannya sehingga biaya total perkerasan menjadi lebih mahal dibandingkan dengan perkerasan yang didesain dengan baik.
- c. Perkerasan kaku di atas tanah lunak dengan desain fondasi di bawah standar cenderung mengalami keretakan dini yang dalam kasus terburuk mungkin memerlukan penggantian pelat beton.

$$\text{CBR segmen} = \text{CBR rata-rata} - (\text{CBR maks} - \text{CBR min})/R \dots \dots \dots (2.8)$$

Pada Metode Manual Perkerasan Jalan 2017 daya dukung tanah ditentukan CBR timbunan dasar dengan kerikil lempungan. Berdasarkan tabel Pemilihan Struktur Pondasi apabila nilai $\text{CBR} \geq 6\%$ maka tidak diperlukan peningkatan pada tanah., sedangkan CBR 6% diperlukan adanya peningkatan tanah dengan cara stabilitas, timbunan ataupun dengan lapisan penopang capping.

Tabel 2. 11 Desain Fondasi Jalan Minimum

CBR Tanah dasar (%)	Kelas Kekuatan Tanah Dasar	Uraian Struktur Fondasi	Perkerasan Lentur			Perkerasan Kaku
			Beban lalu lintas pada lajur rencana dengan umur rencana 40 tahun (juta ESA5)			Stabilisasi Semen ⁽⁶⁾
			< 2	2 - 4	> 4	
			Tebal minimum perbaikan tanah dasar			
≥ 6	SG6	Perbaikan tanah dasar dapat berupa stabilisasi semen atau material timbunan pilihan (sesuai persyaratan Spesifikasi Umum, Devisi 3 – Pekerjaan Tanah) (pemadatan lapisan ≤ 200 mm tebal gembur)	Tidak diperlukan perbaikan			300
5	SG5		-	-	100	
4	SG4		100	150	200	
3	SG3		150	200	300	
2,5	SG2.5		175	250	350	
Tanah ekspansif (potensi pemuai > 5%)			400	500	600	Berlaku ketentuan yang sama dengan fondasi jalan perkerasan lentur
Perkerasan di atas tanah lunak ⁽²⁾	SG1 ⁽³⁾	Lapis penopang ⁽⁴⁾⁽⁵⁾	1000	1100	1200	
		-atau- lapis penopang dan geogrid ^{(4) (5)}	650	750	850	
Tanah gambut dengan HRS atau DBST untuk perkerasan untuk jalan raya minor (nilai minimum – ketentuan lain berlaku)		Lapis penopang berbutir ^{(4) (5)}	1000	1250	1500	

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum, 2017

2.8.6 Desain Struktur Perkerasan

jenis perkerasan akan bervariasi sesuai estimasi volume lalu lintas, umur rencana, dan kondisi pondasi jalan, sesuai **Tabel 2.12**. Data lalu lintas penting untuk menghasilkan desain perkerasan yang efektif. Data harus meliputi semua jenis kendaraan komersial. Apabila diketahui atau diduga terdapat kesalahan data, harus dilakukan perhitungan lalu lintas khusus sebelum perencanaan akhir dilakukan.

Tabel 2. 12 Pemilihan Jenis Perkerasan

Struktur Perkerasan	Bagan desain	ESA (juta) dalam 20 tahun (pangkat 4 kecuali ditentukan lain)				
		0 – 0,5	0,1 – 4	>4 - 10	>10 – 30	>30 - 200
Perkerasan kaku dengan lalu lintas berat (di atas tanah dengan CBR \geq 2,5%)	4	-	-	2	2	2
Perkerasan kaku dengan lalu lintas rendah (daerah pedesaan dan perkotaan)	4A	-	1, 2	-	-	-
AC WC modifikasi atau SMA modifikasi dengan CTB (ESA pangkat 5)	3	-	-	-	2	2
AC dengan CTB (ESA pangkat 5)	3	-	-	-	2	2
AC tebal \geq 100 mm dengan lapis fondasi berbutir (ESA pangkat 5)	3 B	-	-	1, 2	2	2
AC atau HRS tipis diatas lapis fondasi berbutir	3A	-	1, 2	-	-	-
Burda atau Burtu dengan LPA Kelas A atau batuan asli	5	3	3	-	-	-
Lapis Fondasi Soil Cement	6	1	1	-	-	-
Perkerasan tanpa penutup (Japat, jalan kerikil)	7	1	-	-	-	-

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum, 2017

Dengan catatan tingkat kesulitan :

1. Kontraktor kecil-medium.
2. Kontraktor besar dengan sumber daya yang memadai.
3. Membutuhkan keahlian dan tenaga ahli khusus – kontraktor spesialis.

Selain batasan yang diberikan pada **Tabel 2.12**, perencana harus mempertimbangkan biaya terendah selama umur rencana keterbatasan dan kepraktisan pelaksanaan. Pemilihan alternatif desain berdasarkan manual ini harus didasarkan pada *discounted lifecycle* terendah.

Desain perkerasan berdasarkan lalu lintas rencana dan pertimbangan terendah ditunjukkan pada **Tabel 2.13, 2.14, 2.15, 2.16**. Solusi lain dapat dipilih untuk menyesuaikan dengan kondisi setempat. Namun demikian, disarankan untuk tetap menggunakan prosedur desain pada manual ini sebagai langkah awal untuk semua desain.

Basis dari prosedur desain perkerasan lentur dengan campuran berasapal yang digunakan pada manual ini adalah karakteristik mekanik material dan analisis struktur perkerasan secara mekanistik. Metode ini menghubungkan masukan berupa beban roda, struktur perkerasan dan sifat mekanik material, dengan keluaran berupa respons perkerasan terhadap beban roda seperti tegangan, regangan atau lendutan.

Respons struktural tersebut digunakan untuk memprediksi kinerja struktur perkerasan dalam hal deformasi permanen dan retak lelah. Karena prediksi didasarkan pada kinerja material di laboratorium dan pengamatan di lapangan, pendekatan ini disebut sebagai mekanistik empiris

Tabel 2. 13 Desain Perkerasan Lentur Opsi Biaya Minimum dengan CTB (bagan desain 3)

	F1 ²	F2	F3	F4	F5
	Untuk lalu lintas di bawah 10 juta ESA5 lihat bagan desain 3A – 3B dan 3 C	Lihat Bagan Desain 4 untuk alternatif perkerasan kaku ³			
Repetisi beban sumbu kumulatif 20 tahun pada lajur rencana (10 ⁶ ESA ₅)	> 10 - 30	> 30 – 50	> 50 – 100	> 100 – 200	> 200 – 500
Jenis permukaan berpengikat	AC	AC			
Jenis lapis Fondasi	Cement Treated Base (CTB)				
AC WC	40	40	40	50	50
AC BC ⁴	60	60	60	60	60
AC BC atau AC Base	75	100	125	160	220
CTB ³	150	150	150	150	150
Fondasi Agregat Kelas A	150	150	150	150	150

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum, 2017

Tabel 2. 14 Desain Perkerasan Lentur dengan HRS (bagan desain 3A)

Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana (10^6 CESA_s)	FF1 < 0,5	$0,5 \leq FF2 \leq 4,0$
Jenis permukaan	HRS atau Penetrasi makadam	HRS
Struktur perkerasan	Tebal lapisan (mm)	
HRS WC	50	30
HRS Base	-	35
LFA Kelas A	150	250
LFA Kelas A atau LFA Kelas B atau kerikil alam atau lapis distabilisasi dengan CBR >10% ³	150	125

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum, 2017

Tabel 2. 15 Desain Perkerasan lentur – aspal dengan lapis fondasi berbutir (bagan desain 3B) (Sebagai alternatif dari Tabel 2.13 dan Tabel 2.14)

	STRUKTUR PERKERASAN								
	FFF1	FFF2	FFF3	FFF4	FFF5	FFF6	FFF7	FFF8	FFF9
	Solusi yang dipilih				Lihat Catatan 2				
Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana(10^6 ESA5)	< 2	$\geq 2 - 4$	> 4 - 7	> 7 - 10	> 10 - 20	> 20 - 30	> 30 - 50	> 50 - 100	> 100 - 200
KETEBALAN LAPIS PERKERASAN (mm)									
AC WC	40	40	40	40	40	40	40	40	40
AC BC	60	60	60	60	60	60	60	60	60
AC Base	0	70	80	105	145	160	180	210	245
LPA Kelas A	400	300	300	300	300	300	300	300	300
Catatan	1		2		3				

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum, 2017

Catatan:

1. Nilai FFF1 atau FFF2 harus lebih diutamakan daripada solusi FF1 dan FF2 (**Tabel 2.14**) atau HRS berpotensi mengalami *rutting*.
2. Perkerasan dengan CTB (**Tabel 2.9**) lebih efektif dalam biaya tapi tidak praktis jika sumber daya yang dibutuhkan tidak tersedia
3. Untuk perkerasan lentur dengan beba > 10 juta CESA5, diutamakan menggunakan desain **Tabel 2.13**. Desain **tabel 2.15** digunakan jika CTB sulit untuk diimplementasikan. Solusi FFF5 - FFF9 dapat lebih praktis daripada desain **Tabel 2.13**.

Tabel 2. 16 Penyesuaian Tebal lapis fondasi agregat A untuk tanah dasar $CBR \geq 7\%$ (hanya untuk desain Tabel 2.13)

	STRUKTUR PERKERASAN								
	FFF1	FFF2	FFF3	FFF4	FFF5	FFF6	FFF7	FFF8	FFF9
Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana (10^6 CESA5)	> 2	> 2 – 4	> 4 – 7	> 7 – 10	> 10 – 20	> 20 – 30	> 30 - 50	> 50 - 100	>100 – 200
TEBAL LFA A (mm) PENYESUAIAN TERHADAP BAGAN DESAIN 3B									
Subgrade $CBR \geq 5.5 - 7$	400	300	300	300	300	300	300	300	300
Subgrade $CBR > 7- 10$	330	220	215	210	205	200	200	200	200
Subgrade $CBR \geq 10$	260	150	150	150	150	150	150	150	150
Subgrade $CBR \geq 15$	200	150	150	150	150	150	150	150	150

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum, 2017

2.8.7 Penentuan tebal lapis perkerasan lentur

Dalam Manual Perkerasan 2017 tidak menggunakan rumus untuk menentukan tebal perkerasannya, tetapi menggunakan Tabel Bagan Desain dimana penentuan tebal perkerasan berdasarkan beban sumbu desain selama umur rencana dan perencanaan pemilihan jenis perkerasannya.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Pada penelitian ini mengambil studi kasus pada ruas jalan Tahiraja Doloksanggul Sumatera Utara. Peninjauan lokasi penelitian dimaksudkan untuk melihat kondisi wilayah jalan dalam proses perencanaan tebal perkerasan jalan ditinjau dari jenis kerusakan jalan. Jalan dengan Panjang 1400 m dengan lebar jalan 4 m dengan tipe jalan 2 lajur 2 arah.

3.2 Pengumpulan data

Data yang akan digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari pihak yang terkait sebagai pendukung dalam memperoleh data-data yang diperlukan (Dinas Pekerjaan Umum/Konsultan yang melakukan penyelidikan-test) pada lokasi penelitian, dan instansi tertentu lainnya yang memiliki data-data yang diperlukan. Metode pengumpulan data yang dilakukan adalah sebagai berikut:

a. Studi literatur

Studi Pustaka dilakukan dengan cara mengumpulkan, mengidentifikasi, serta mengolah data tertulis berupa literatur dan metode kerja yang digunakan.

b. Wawancara

Metode ini dilakukan dengan cara mendatangi instansi terkait dan sumber-sumber yang di anggap kompeten untuk dijadikan referensi.

c. Observasi

Dilakukan dengan survei langsung ke lapangan, agar dapat diketahui langsung kondisi dilapangan, sehingga dapat diperoleh gambaran sebagai pertimbangan dalam perencanaan design struktur.

3.3 Data penelitian

Pada penelitian ini data yang digunakan berupa data primer dan sekunder.

Data tersebut adalah:

1. Data primer

a) Data volume lalu lintas harian rata-rata (LHR)

Data ini diperoleh dari survey langsung di lapangan.

b) Data sekunder

Data sekunder diperoleh dari berbagai instansi yang berkenan dengan penelitian seperti :

- a. Data CBR tanah dari jalan Tahiraja Doloksanggul Sumatera Utara. data ini diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum.
- b. Jumlah kendaraan pertahun kecamatan Doloksanggul yang didapat dari Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara.

3.4 Analisis data

Setelah semua data-data yang diperlukan terkumpul, baik data primer maupun data sekunder, dapat kita lanjutkan dengan menganalisis data tersebut menggunakan rumus yang telah ditetapkan. Adapun tahap analisis data adalah sebagai berikut :

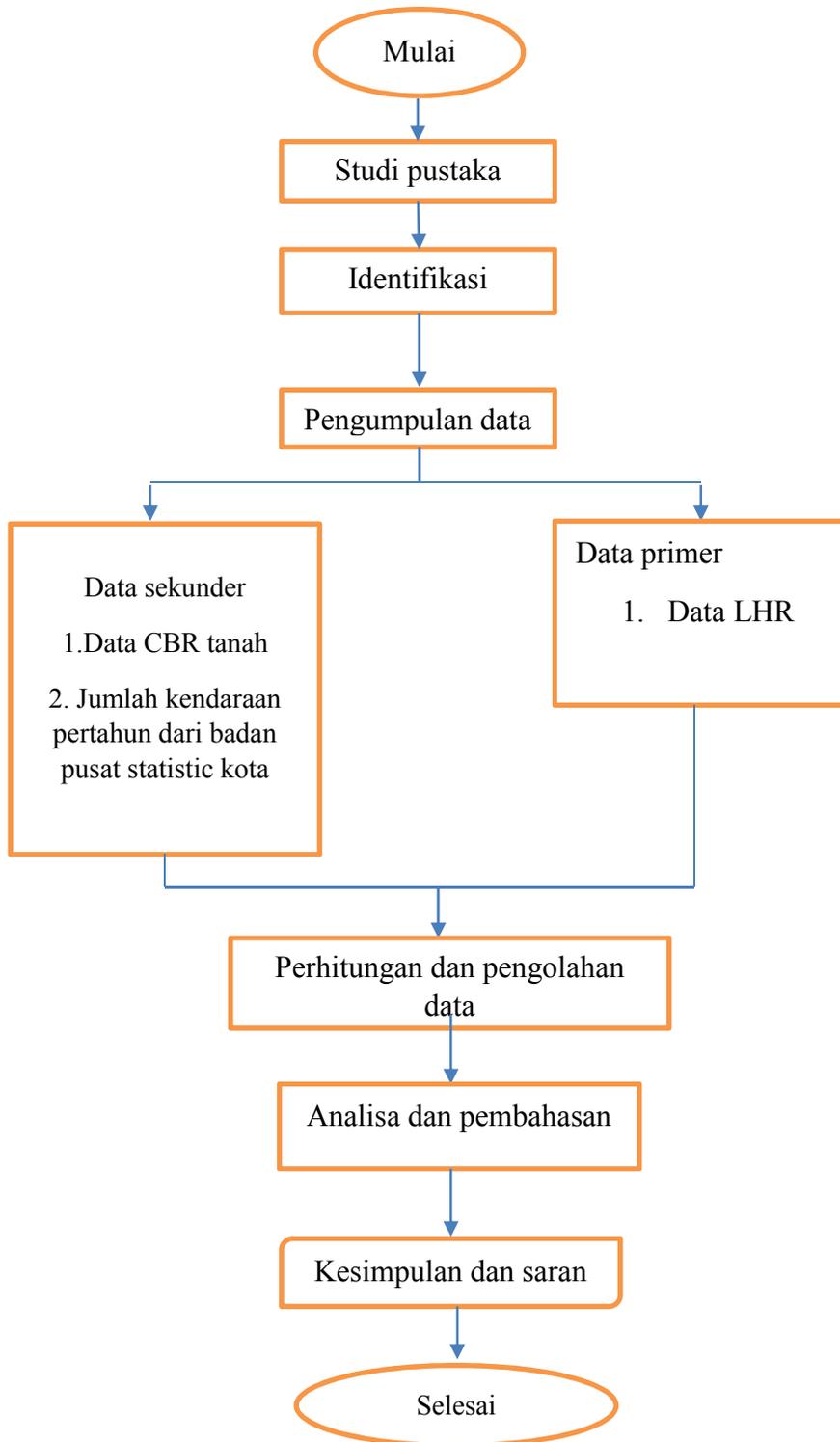
Langkah-langkah perencanaan tebal perkerasan lentur metode MDP Bina Marga 2017 adalah:

- a. Menghitung jenis, dimensi dan kerusakan perkerasan jalan (metode analisa komponen 1987).
- b. Analisis data lalu lintas.
- c. Pertumbuhan lalu lintas .
- d. Faktor pertumbuhan lalu lintas.
- e. Faktor Distribusi Lajur dan Faktor Distribusi Arah (tabel 2.8).
- f. Data Lalu Lintas Harian Rata – rata.
- g. Menganalisis Volume Lalu Lintas.
- h. Menentukan Umur Rencana penanganan (UR).
- i. Menghitung Beban Standart Kumulatif (persamaan 2.7).
- j. Desain struktur perkerasan (tabel 2.12).

- k. Penentuan tebal perkerasan yang memenuhi syarat (bagan desain Tabel 2.13, 2.14, 2.15 atau 2.16).
- l. Desain Tanah Dasar (persamaan 2.6).

3.5 Bagan Alir Penelitian (*Flow chart*)

Bagan alir penelitian (*Flow Chart*) dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3. 1 Diagram alur penelitian