

**TUGAS AKHIR**

**PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN KAKU (*RIGID PAVEMENT*)  
DENGAN METODE AASHTO 1993 DAN METODE MDP 2017 PADA  
RUAS JALAN DUSUN BETUNG DESA TUMBANG LITING  
KECAMATAN KATINGAN HILIR KABUPATEN KATINGAN  
KALIMANTAN TENGAH**

Oleh

**RUT MAGDALENA SILITONGA**  
NIM. DAB 115 098



**JURUSAN / PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA  
PALANGKA RAYA  
2020**

**PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN KAKU (*RIGID PAVEMENT*) DENGAN  
METODE AASHTO 1993 PADA RUAS JALAN DUSUN BETUNG DESA TUMBANG  
LITING KECAMATAN KATINGAN HILIR KABUPATEN KATINGAN  
KALIMANTAN TENGAH**

**PROPOSAL TUGAS AKHIR**

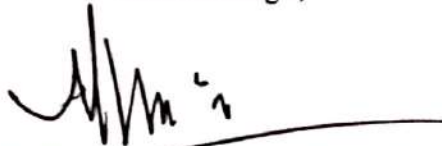
Oleh :

**RUT MAGDALENA SILITONGA**  
NIM. DAB 115 098

**Telah dipaparkan di depan Tim Pembahas, pada:**

Hari/Tanggal : Selasa, 22 Oktober 2019  
Waktu : Pukul 13.00 – 15.00 WIB  
Tempat : Ruang Sidang Sarjana Jurusan Teknik Sipil

Pembimbing I,



**Ir. H. MOHAMAD AMIN, M.T.**  
NIP. 195512141985111001

Pembimbing II,



**INA ELVINA, S.T., M.T.**  
NIP. 197708162008122001

Mengetahui :  
Jurusan/Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya  
Ketua Jurusan

**Dr. RUDI WALUYO, S.T., M.T.**  
NIP. 197806082005011003

## RINGKASAN

**PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN KAKU (*RIGID PAVEMENT*) DENGAN METODE AASHTO 1993 DAN METODE MDP 2017 PADA RUAS JALAN DUSUN BETUNG DESA TUMBANG LITING KECAMATAN KATINGAN HILIR KABUPATEN KATINGAN PROVINSI KALIMANTAN TENGAH**, Rut Magdalena Silitonga, 2020, Jurusan /Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Perkerasan Jalan merupakan bagian dari struktur jalan yang diperkeras dengan lapis konstruksi tertentu yang terletak di atas tanah dasar (*subgrade*), yang berfungsi untuk memberikan pelayanan yang baik bagi sarana transportasi maupun pengguna jalan yang melewati bagian permukaan perkerasan selama umur rencana.

Ruas jalan akses menuju lokasi Dusun Betung Desa Tumbang Liting Kecamatan Katingan Hilir Kabupaten Katingan yang ada pada saat ini masih merupakan jalan tanah. Kondisi ruas jalan Dusun Betung Desa Tumbang Liting sebagai akses menuju obyek wisata saat ini mengalami kerusakan yang cukup parah, karena ruas jalan tersebut masih kurang layak untuk dilewati atau digunakan sebagai akses jalan menuju obyek wisata sehingga perlu dilakukan perencanaan perkerasan jalan menuju obyek wisata Dusun Betung menggunakan perkerasan kaku sehingga pada Tugas Akhir ini dilakukan perencanaan dengan metode AASHTO 1993 dan Manal Desain Perkerasan Jalan 2017 sebagai pembandingan.

Hasil penelitian pada jalan akses menuju lokasi Dusun Betung pada STA 0 + 000 – STA 2 + 200 dengan metode AASHTO 1993 CBR 18,5% didapatkan tebal pelat beton sebesar 25,5 cm sedangkan dengan metode MDP 2017 didapatkan tebal pelat beton sebesar 26,5 cm. Hasil analisis tebal pelat yang berbeda dikarenakan adanya perbedaan parameter input yang digunakan oleh masing masing metode. Perbedaan parameter input seperti modulus reaksi tanah dasar efektif, modulus elastisitas beton, kuat lentur beton koefisien transfer beban, koefisien drainase, kehilangan kemampuan pelayanan, standar deviasi keseluruhan, dan lalu lintas rancangan.

**Kata kunci** : CBR, AASHTO 1993, MDP 2017, Perkerasan Kaku

## SUMMARY

**THE PLANNING OF RIGID PAVEMENT THICKNESS USING AASHTO METHOD 1993 AND MDP 2017 METHOD IN THE ROAD SEGMENT OF BETUNG, TUMBANG LITING VILLAGE, DISTRICT OF KATINGAN HILIR, KATINGAN REGENCY, CENTRAL KALIMANTAN PROVINCE,**  
Rut Magdalena Silitonga, 2020, Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Palangka Raya

Road Pavement is part of the road structure hardened by certain construction layers located on the subgrade, which to provide good treatment for transportation facilities and road users who pass through the pavement surface during the life of the plan.

The access of segment road to the location of Betung, Tumbang Liting Village, District of Katingan Hilir, Katingan Regency, which is currently still a dirt road. The segment road condition of the Betung, Tumbang Liting Village as an access to tourism objects is currently experiencing quite severe damage, because the road section is still not feasible to be passed or used as a road access to the tourism object so it is necessary to plan the road pavement to the Betung tourism object using rigid pavement so that in this Final Project planning using the AASHTO 1993 method and 2017 Manal Road Pavement Design as a comparison.

The results of the study on the access road to the location of Betung Village on STA 0 + 000 - STA 2 + 200 with the AASHTO 1993 CBR 18.5% obtained a concrete plate thickness of 25,5 cm while the MDP 2017 obtained a concrete plate thickness of 26.5 cm. The results of the analysis of different plate thickness due to differences in the input parameters used by each method. Differences in input parameters such as effective subgrade reaction modulus, concrete elastic modulus, concrete flexural strength, load transfer coefficient, drainage coefficient, loss of service capability, overall standard deviation, and design traffic.

**Keywords:** CBR, AASHTO 1993, MDP 2017, Rigid Pavement

## **PRAKATA**

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat karunia-Nya sehingga penyusunan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Tugas Akhir dengan judul **“PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN KAKU (*RIGID PAVEMENT*) DENGAN METODE AASHTO 1993 DAN METODE MDP 2017 PADA RUAS JALAN DUSUN BETUNG DESA TUMBANG LITING KECAMATAN KATINGAN HILIR KABUPATEN KATINGAN KALIMANTAN TENGAH”** disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi Program Strata-1 Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya (UPR).

Pada kesempatan ini diucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Waluyo Nuswantoro, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
2. Ibu Frieda, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
3. Bapak Dr.Sutan P. Silitonga, S.T.P.,S.T.,M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Umum dan Keuangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
4. Bapak Tatau Wijaya Garib, S.T.,M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
5. Bapak Dr.Rudi Waluyo, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Palangka Raya.
6. Ibu Veronika Happy P.,S.T.,M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Universitas Palangka Raya.

7. Bapak Ir. Desriantomy, M.T selaku Dosen Pembimbing Akademik.
8. Bapak Ir. H. Mohammad Amin, MT selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
9. Ibu Ina Elvina, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.
10. Bapak Ir. Desriantomy, M.T. selaku Dosen Penguji dan Pembahas I Tugas Akhir.
11. Bapak Ir. Supiyan, M.T. selaku Dosen Penguji dan Pembahas II Tugas Akhir.
12. Bapak Ir. Laufried, M.T.selaku Dosen Penguji dan Pembahas III Tugas Akhir.
13. Seluruh Dosen Jurusan/Program Studi Teknik Sipil beserta Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
14. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Sipil angkatan 2015 dan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Akhir kata dengan segala kerendahan hati dan menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini banyak terdapat kekurangan, oleh karena itu diharapkan berbagai tanggapan, kritik dan saran yang sifatnya membangun demi perbaikan di masa yang akan mendatang. Terima Kasih.

Palangka Raya, Agustus 2020

RUT MAGDALENA SILITONGA  
NIM. DAB 115 098

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>RINGKASAN</b> .....	iii
<b>SUMMARY</b> .....	iv
<b>PRAKATA</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
1.5 Batasan Penelitian .....	6
1.6 Lokasi Penelitian.....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Perkerasan Jalan .....	9

## Halaman

2.2	Perkerasan Kaku ( <i>Rigid Pavement</i> ) .....	12
2.2.1	Perkerasan Beton Semen Bersambung Tanpa Tulangan ( <i>Jointed Plain Concrete Pavement – JPCP</i> ) .....	14
2.2.2	Perkerasan Beton Semen Bersambung dengan Tulangan ( <i>Jointed Reinforced Concrete Pavement – JRCP</i> ) .....	14
2.2.3	Perkerasan Beton Semen Menerus dengan Tulangan ( <i>Continuously Reinforced Concrete Pavement – CRCP</i> ) .....	15
2.2.4	Perkerasan Pracetak Beton Semen Pratekan ( <i>Panel Prestressed Concrete Pavement – PPCP</i> ).....	16
2.3	Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku Menggunakan Metode AASHTO 1993.....	17
2.3.1	<i>Traffic Desaign</i> .....	18
2.3.2	<i>Reliability (R)</i> .....	27
2.3.3	Nilai <i>California bearing Ratio (CBR)</i> .....	29
2.3.4	Material Konstruksi Perkerasan .....	41
2.3.5	Modulus Elastisitas Beton .....	42
2.3.6	<i>Flextural Strength (S`c)</i> .....	42
2.3.7	<i>Drainage Coeffocient</i> .....	42
2.3.8	Koefisien Penayularan Beban (J) .....	44
2.3.9	Lapis Pondasi Bawah (Subbase).....	45
2.4	Penentuan Tebal Pelat Beton (D) dengan Formulasi .....	46
2.5	Penentuan Tebal Pelat Beton (D) dengan Nomogram AASHTO 1993 .....	47
2.6	Menentukan Segmen Pelat Beton .....	48
2.7	Perencanaan Sambungan .....	48

	Halaman
2.8 Metode Manual Desain Perkerasan Jalan Tahun 2017.....	52
2.8.1 Umur Rencana .....	54
2.8.2 Pemilihan Struktur Perkerasan .....	55
2.8.3 Lalu Lintas .....	56
2.8.4 Desain Pondasi Jalan .....	61
2.8.5 Struktur Perkerasan .....	67
2.9 Penelitian Terdahulu.....	68

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1 Umum.....	71
3.2 Pengumpulan Data .....	71
3.3 Tahapan Penelitian .....	72
3.3.1 Survei Pendahuluan.....	72
3.3.2 Persiapan Penelitian.....	72
3.3.3 Pelaksanaan Penelitian .....	73
3.4 Analisis Data .....	75
3.5 Bagan Alir Penelitian .....	78

### **BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN**

4.1 Lokasi Penelitian .....	81
4.1.1 Data Geometrik Jalan .....	81
4.1.2 Kondisi Eksisting .....	82

	Halaman
4.2 Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku .....	85
4.2.1 Perhitungan Faktor ESAL .....	86
4.2.2 <i>Reliability</i> dan Nilai <i>Standart Normal Deviate (ZR)</i> .....	91
4.2.3 CBR dan Modulus Reaksi Tanah Dasar .....	91
4.2.4 Modulus Elastisitas Beton .....	108
4.2.5 Kuat Lentur Beton ( <i>Flextural Strength</i> ) ( <i>S`C</i> ).....	108
4.2.6 Koefisien Deainase ( <i>Darainage Koeficient</i> ).....	108
4.2.7 Menentukan Koefisien Transfer Beban.....	110
4.2.8 Penentuan Lapis Pondasi .....	110
4.3 Perhitungan Tebal Pelat Beton dengan CBR 18,5%.....	110
4.4 Penentuan Tebal Pelat Beton (D) dengan Nomogram AASHTO 1993 dengan CBR 18,5% .....	114
4.5 Menentukan Segmen Pelat Beton .....	116
4.6 Perhitungan Sambungan .....	117
4.7 Perencanaan Tebal Pelat dengan Metode Manual Desaim Perkerasan Jalan 2017 .....	119
4.8 Perencanaan Tebal Pelat Dengan Metode Manual Desain Perkerasan Lentur 2017 .....	136

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	156
5.2 Saran .....	157

<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	158
-----------------------------	-----

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1	Perbedaan Antara Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku ..... 11
Tabel 2.2	Umur Rancangan Perkerasan ..... 18
Tabel 2.3	Konfigurasi Beban Sumbu ..... 21
Tabel 2.4	Faktor Distribusi Lajur (DL)..... 23
Tabel 2.5	Konversi Beban Sumbu Kendaraan ..... 24
Tabel 2.6	Skala PSI..... 25
Tabel 2.7	Nilai Reabilitas (R) ..... 28
Tabel 2.8	Nilai ZR..... 28
Tabel 2.9	Jumlah Data CBR Titik Pengamatan Dalam Satu Segmen..... 32
Tabel 2.10	Klasifikasi Nilai CBR ..... 39
Tabel 2.11	Faktor Kehilangan Daya Dukung (LS) ..... 41
Tabel 2.12	Koefisien Pengaliran (C)..... 44
Tabel 2.13	Koefisien Drainase (Cd)..... 44
Tabel 2.14	Koefisien Transfer Beban (J) ..... 45
Tabel 2.15	Ukuran dan Jarak Batang Dowel yang Disarankan ..... 49
Tabel 2.16	Penentuan Ukuran Tie Bar..... 50
Tabel 2.17	Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru (UR) ..... 53
Tabel 2.18	Pemilihan Jenis Perkerasan ..... 54
Tabel 2.19	Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (I) (%) ..... 55

	Halaman
Tabel 2.20	Faktor Distribusi Lajur (DL) ..... 56
Tabel 2.21	Pengumpulan Data Beban Gandar ..... 57
Tabel 2.22	Perkiraan Lalu Lintas untuk Jalan Lalu Lintas Rendah. .... 60
Tabel 2.23	Faktor Penyesuaian Modulus Tanah Dasar Terhadap Kondisi Musim ..... 63
Tabel 2.24	Perkerasan Kaku Untuk Jalan Dengan Beban Lalu Lintas Berat (Bagan Desain-4)..... 67
Tabel 2.25	Perkerasan kaku untuk jalan dengan beban lalu lintas rendah (bagan desain 4A) ..... 67
Tabel 4.1	Data Rekapitan LHR (Ruas jalan akses menuju lokasi Dusun Betung Desa Tumbang Liting ) ..... 87
Tabel 4.2	<i>Vehicle Damage Faktor</i> berdasarkan Bina Marga MST-10.. ..... 89
Tabel 4.3	Perhitungan W18 ..... 90
Tabel 4.4	Titik DCPT (STA 0 +000) ..... 95
Tabel 4.5	CBR titik Pengamatan (STA 1+000 sd.STA 2+200)..... 96
Tabel 4.6	Nilai CBR <sub>segmen</sub> dengan Metode Analitis (STA 0+000 sd. STA 2+200) ..... 98
Tabel 4.7	CBR <sub>segmen</sub> Jalan dengan Metode Grafis .....100
Tabel 4.8	Faktor Penyesuai Modulus Tanah Dasar Terhadap Kondisi Musim .....103

	Halaman
Tabel 4.9 Data Parameter Perencanaan .....	113
Tabel 4.10 Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru (UR) .....	119
Tabel 4.11 Pemilihan Jenis Perkerasan .....	120
Tabel 4.12 Faktor Laju Pertumbuhan Lalu lintas (i)(%).....	121
Tabel 4.13 Beban Sumbu Standar Kumulatif.....	123
Tabel 4.14 Bagan Desain Perkerasan Kaku Jalan dengan Beban Lalu Lintas Berat .....	125
Tabel 4.15 Nilai CBR Desain Berdasarkan Manual Desain Perkerasan Tahun 2017 (MDP 2017) .....	125
Tabel 4.16 Solusi Desain Pondasi Jalan Minimum.....	127
Tabel 4.17 Hasil Perhitungan CESA4 dan CESA5.....	139
Tabel 4.18 Pemilihan Jenis Perkerasan .....	140
Tabel 4.19 Desain Fondasi Jalan Minimum .....	142
Tabel 4.20 Desain Perkerasan Lentur – Aspal dengan Lapis Fondasi.....	149
Tabel 4.21 Desain Perkerasan Lentur Dengan HRS.....	150
Tabel 4.22 Perbandingan Desain Metode AASHTO 1993 dengan Metode Desain Perkerasan Jalan 2017 .....	153

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Peta Dusun Betung Desa Tumbang Liting Kecamatan Katingan Hilir Kabupaten Katingan Kalimantan Tengah .....	7
Gambar 1.2 Sketsa Lokasi Penelitian Ruas Jalan Betung Desa Tumbang Liting Kecamatan Katingan Hilir Kabupaten Katingan .....	8
Gambar 1.3 Kondisi Eksisting Lokasi Penelitian Ruas Jalan Betung Desa Tumbang Liting Kecamatan Katingan Hilir Kabupaten Katingan.....	8
Gambar 2.1 Struktur Perkerasan Lentur.....	10
Gambar 2.2 Struktur Perkerasan Kaku.....	10
Gambar 2.3 Perkerasan Komposit.....	11
Gambar 2.4 Tampak Atas Penampang Perkerasan Beton Semen Bersambung Tanpa Tulangan .....	14
Gambar 2.5 Tampak Atas Penampang Perkerasan Beton Semen Bersambung Dengan Tulangan.....	15
Gambar 2.6 Tampak Atas Penampang Perkerasan Beton Semen Menerus Dengan Tulangan .....	16
Gambar 2.7 Tampak Atas Penampang Pracetak Beton Semen Pratekan.....	17
Gambar 2.8 Alat Uji DCP.....	36
Gambar 2.9 Alat Uji CBR Lapangan .....	38
Gambar 2.10 Koreksi <i>Effective Modulus Of Subgrade Reaction</i> .....	40

	Halaman
Gambar 2.11 Penentuan Tebal Pelat dengan Nomogram Menurut AASHTO 1993 .....	47
Gambar 2.12 Sambungan Susut Melintang dengan Dowel .....	52
Gambar 2.13 Sambungan Muai dengan Dowel .....	52
Gambar 2.14 Struktur Perkerasan Kaku.....	65
Gambar 2.15 CBR Maksimum Tanah Dasar Untuk Perkerasan Kaku di Atas Tanah Lunak.....	65
Gambar 2.16 Tinggi Minimum Permukaan Akhir Dari Permukaan Tanah Lunak Untuk Membatasi Terjadinya Deformasi Plastis Di Bawah Sambungan Pelat .....	66
Gambar 2.17 Tipikal Potongan Melintang Perkerasan Kaku (Bagan Desain 4).....	68
Gambar 3.1 Bagan Alir Penyusunan Tugas Akhir .....	78
Gambar 3.2 Bagan Alir Prosedur Perencanaan Rigid Pavement Metode AASHTO 1993 .....	89
Gambar 3.3 Bagan Alir Prosedur Perencanaan Rigid Pavement Metode MDP 2017 .....	80
Gambar 4.1 Sketsa Lokasi Penelitian .....	81
Gambar 4.2 Kondisi Jalan .....	84
Gambar 4.3 Kondisi Jalan .....	84

	Halaman
Gambar 4.4	Gambar Struktur Lapisan Perkerasan Kaku ..... 92
Gambar 4.5	Hubungan Antara Jumlah Pukulan dan Kedalamann Penetrasi .....96
Gambar 4.6	Ilustasi Titik Pengamatan CBR, Segmen dan Ruas Jalan Pada Lokasi Studi Perkerasan .....98
Gambar 4.7	$CBR_{\text{segmen}}$ dengan Metode Grafis.....102
Gambar 4.8	Modulus Reaksi Tanah Dasar Dikoreksi Terhadap Potensi Kehilangan Dukungan Lapis Pondai .....107
Gambar 4.9	Tebal Perkerasan Metode AASHTO 1993 dengan CBR 18,5%.....113
Gambar 4.10	Penentuan Tebal Perkerasan Menggunakan Nomogram AASHTO 1993 dengan CBR 18,5% .....115
Gambar 4.11	Tebal Perkerasan Kaku Metode AASHTO 1993 dengan Menggunakan Nomogram CBR 18,5% .....116
Gambar 4.12	Penempatan Sambungan Hasil Desain Metode AASHTO 1993 dengan tebal pelat 7 inchi .....118
Gambar 4.13	Tebal Perkerasan Kaku Metode MDP 2017 .....135
Gambar 4.14	Distribusi Beban Roda Pada Perkerasan .....137
Gambar 4.15	Tebal Lapisan Perkerasan AC Berdasarkan MDP 2017 .....151
Gambar 4.16	Tebal Lapisan Perkerasan Lentur dengan HRS Berdasarkan MDP HRS.....152

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Jalan merupakan salah satu prasarana perhubungan darat yang mempunyai peranan penting bagi pertumbuhan perekonomian, sosial budaya, pengembangan wilayah, pariwisata, pertahanan dan keamanan untuk menunjang pembangunan nasional. Jalan merupakan salah satu sarana penunjang dalam pembangunan suatu negara. Dalam hal ini sarana dan prasarana transportasi adalah salah satu faktor yang utama. Untuk itu diperlukan pembangunan jaringan jalan yang memadai agar mampu memberikan pelayanan yang optimal sesuai dengan kapasitas yang diperlukan. Selain perencanaan geometric jalan, perkerasan jalan merupakan bagian dari perencanaan jalan yang harus direncanakan secara efektif dan efisien, karena kebutuhan tingkat pelayanan jalan semakin tinggi, maka perlu adanya peningkatan kualitas sistem dan prasarana jalan, diantaranya adalah kebutuhan akan jalan yang aman dan nyaman.

Perkerasan jalan merupakan bagian yang sangat vital dalam proses pembangunan jalan sebab kenyamanan dan keamanan jalan itu ditentukan oleh kualitas perkerasan itu sendiri. Perkerasan harus direncanakan secara efektif dan efisien karena kebutuhan tingkat pelayanan jalan semakin tinggi.

Terkait dengan hal tersebut di atas pemerintah kabupaten Katingan sudah mempunyai rencana untuk pengembangan kawasan pedesaan menjadi kampung wisata sejak tahun 2015, yaitu adanya rencana bahwa Dusun Betung, Desa Tumbang Liting Kecamatan Katingan Hilir akan dijadikan pusat budaya Dayak.

Hal tersebut dikarenakan bahwa Dusun Betung mempunyai keunikan di bidang budaya. Sehingga diharapkan akan banyak wisatawan yang datang ke Desa ini. Rencana Dusun Betung dijadikan pusat budaya Dayak bukan tanpa alasan. Pasalnya, penunjukan sebagai pusat budaya Dayak akan berdampak pada peningkatan perekonomian warga Desa Betung, akan tetapi sampai hari ini obyek wisata tersebut belum mengalami perkembangan secara signifikan sehingga perlu adanya pembangunan baik dari sarana maupun prasarana untuk menunjang kunjungan wisatawan baik dari daerah maupun dari luar daerah yang datang ke Dusun Betung, salah satunya yaitu dengan membangun jalan menuju lokasi wisata.

Ruas jalan akses menuju lokasi Dusun Betung Desa Tumbang Liting Kecamatan Katingan Hilir Kabupaten Katingan yang ada pada saat ini masih merupakan jalan tanah sepanjang 2200 m dan dengan lebar jalan sebesar 5 meter. Kondisi *existing* pada jalan akses menuju Dusun Betung Desa Tumbang Liting sebagai akses menuju obyek wisata saat ini merupakan jalan tanpa konstruksi perkerasan dimana pada ruas jalan tersebut mengalami kerusakan yang cukup parah, karena ruas jalan tersebut masih kurang layak untuk dilewati atau digunakan sebagai akses jalan menuju obyek wisata, karena kondisinya tidak terawat dan ditutupi semak dan juga sering terjadi penurunan kinerja jalan yang disebabkan oleh adanya genangan air yang meluap karena tidak adanya sistem drainase yang baik untuk menampung air ketika turun hujan. Sehingga dibutuhkan perkerasan jalan yang tidak terlalu peka terhadap kelainan pemeliharaan, yaitu dengan menggunakan perkerasan yang mampu membuat jalan tidak begitu terpengaruh oleh adanya genangan air (banjir). Dengan itu perlu dilakukan perencanaan perkerasan jalan

yang mampu lebih tahan terhadap drainase yang buruk dan lebih tahan terhadap masa pemeliharaan yang berkepanjangan. Maka dengan itu untuk meningkatkan kinerja ruas jalan ini yaitu perencanaan perkerasan jalan menuju obyek wisata Dusun Betung Desa Tumbang Liting Kecamatan Katingan Hilir Kabupaten Katingan menggunakan perkerasan kaku (*rigid pavement*).

Perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) yaitu perkerasan yang menggunakan semen sebagai bahan pengikatnya. Pelat beton yang bersambung (tidak menerus) dengan atau tanpa tulangan, atau menerus dengan tulangan dengan atau tanpa tulangan diletakkan diatas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Akses jalan menuju obyek wisata Dusun Betung Desa Tumbang Liting, secara umum memiliki tanah dasar yang kurang baik oleh karena itu jenis perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) dapat digunakan sebagai perkerasan jalan pada lokasi tersebut.

Sehubungan dengan kondisi akses menuju lokasi obyek wisata Dusun Betung Desa Tumbang Liting Kecamatan Katingan Hilir Kabupaten Katingan seperti yang telah dijelaskan diatas maka saya mengambil topik Tugas Akhir dengan judul “*Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) Dengan Metode AASHTO 1993 Pada Ruas Jalan Dusun Betung Desa Tumban Liting Kecamatan Katingan Hilir Kabupaten Katingan*”

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana perencanaan tebal perkerasan kaku (*rigid pavement*) menggunakan metode AASHTO 1993 pada ruas jalan Dusun Betung Desa

Tumbang Liting Kecamatan Katingan Hilir Kabupaten Katingan Kalimantan Tengah?

2. Bagaimana perencanaan tebal perkerasan kaku (*rigid pavement*) menggunakan metode Manual Desain Perkerasan 2017 pada ruas jalan Dusun Betung Desa Tumbang Liting Kecamatan Katingan Hilir Kabupaten Katingan Kalimantan Tengah?
3. Bagaimana perbedaan tebal perkerasan kaku pada tanah dasar menggunakan AASHTO 1993 dibandingkan dengan metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017?

### **1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian**

Maksud dari perencanaan ini yaitu meningkatkan kinerja ruas jalan akses menuju obyek wisata Dusun Betung Desa Tumbang Liting Kecamatan Katingan Hilir Kabupaten Katingan Kalimantan Tengah dari segi perkerasan agar dapat melayani pengguna jalan secara optimal baik dari segi kenyamanan dan keamanan. Sedangkan tujuan dari penulis Tugas Akhir ini adalah:

1. Mengetahui tebal perkerasan kaku (*rigid pavement*) yang sesuai dengan Metode AASHTO 1993 dan metode Manual Desain Perkerasan 2017 pada ruas jalan Betung Desa Tumbang Liting Kecamatan Katingan Hilir Kabupaten Katingan Kalimantan Tengah.
2. Merencanakan tebal perkerasan kaku pada tanah dasar dengan metode AASHTO 1993 dan metode Manual Desain Perkerasan 2017 pada ruas jalan

Betung desa Tumbang Liting Kecamatan Katingan Hilir Kabupaten Katingan Kalimantan Tengah.

3. Mengetahui perbedaan tebal perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) dengan metode AASHTO 1993 dibandingkan dengan metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu :

1. Dapat dijadikan bahan referensi dalam analisa perhitungan tebal perkerasan pada proyek sipil umumnya dan proyek jalan khususnya.
2. Untuk mengetahui perencanaan tentang perkerasan kaku dengan Metode AASHTO 1993 dan metode MDP 2017.
3. Menambah pengetahuan tentang bagaimana perencanaan tebal perkerasan jalan dengan metode AASHTO 1993 dan metode Perencanaan Manual Desain Perkerasan Jalan 2017.
4. Mampu menentukan spesifikasi teknik yang diperlukan untuk proyek peningkatan jalan (rencana kerja dan syarat-syarat).
5. Diharapkan dapat menjadi refrensi dalam pemilihan metode perencanaan tebal perkerasan jalan.

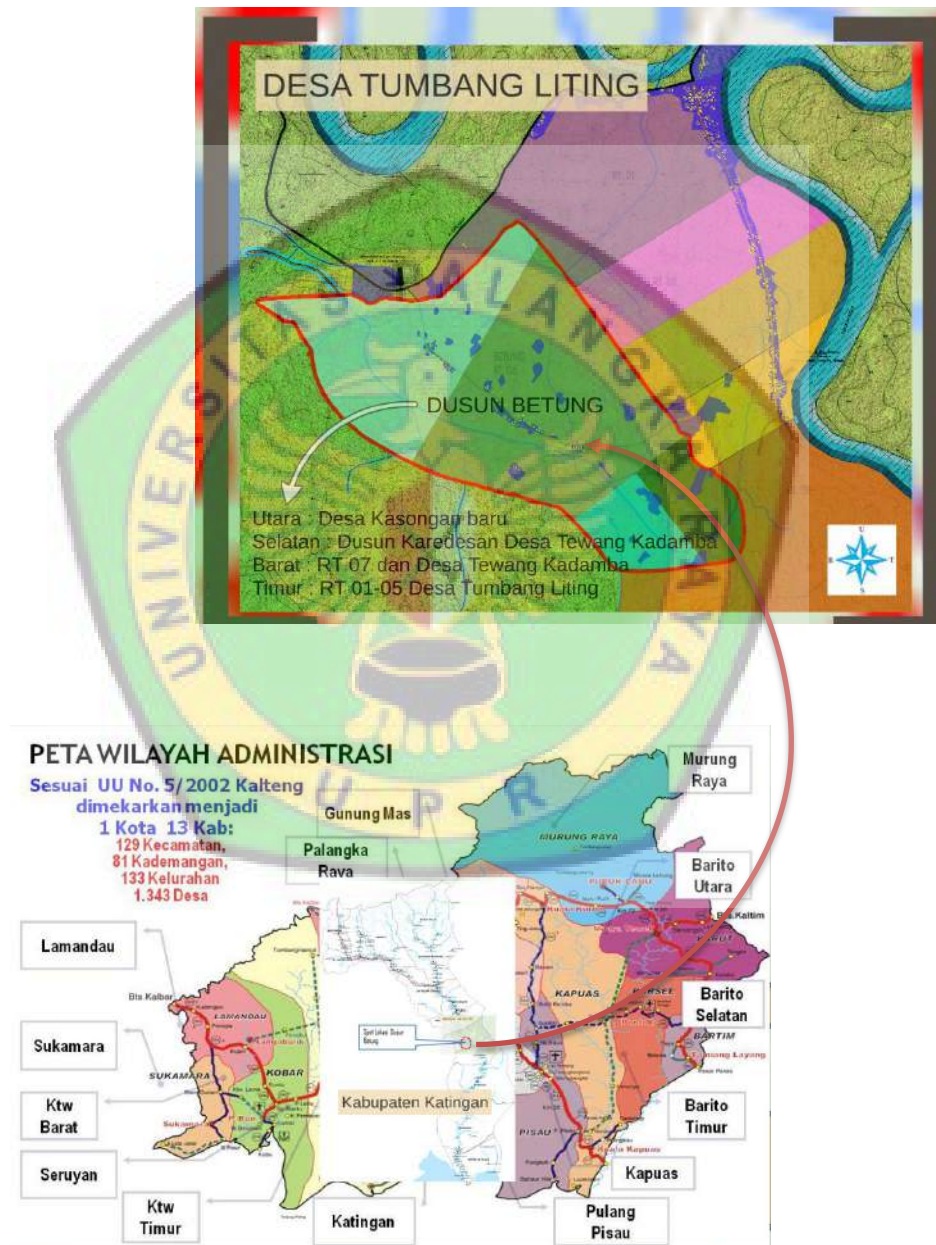
## 1.5 Batasan Masalah

Untuk menyederhanakan permasalahan yang muncul selama penelitian berlangsung, maka dibuat batasan-batasan masalah yang akan dibahas. Adapun lingkup penelitian yaitu sebagai berikut:

1. Lokasi penelitian berada pada ruas jalan Dusun Betung Desa Tumbang Liting Kecamatan Katingan Hilir Kabupaten Katingan Kalimantan Tengah.
2. Merencanakan tebal perkerasan kaku pada ruas jalan Dusun Betung Desa Tubang Liting.
3. Perhitungan tebal perkerasan kaku yang digunakan untuk menghitung tebal perkerasan adalah metode AASHTO 1993 dan MDP 2017.
4. Sebagai bahan pembandingan penelitian ini digunakan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 yang sesuai dengan data Perencanaan pada kondisi lapangan Dusun Betung Desa Tumbang Liting Kecamatan Katingan Hilir Kabupaten Katingan Tengah.
5. Tidak menghitung perencanaan geometrik jalan.
6. Pada perencanaan ini tidak menghitung Rencana Anggaran Biaya dan *Time Schedule* yang dibutuhkan untuk perencanaan jalan tersebut.
7. Tidak menghitung drainase untuk perkerasannya.
8. Data perencanaan berdasarkan data sekunder dari instansi terkait meliputi data LHR, dan pertumbuhan lalu lintas dan data hidrologi.

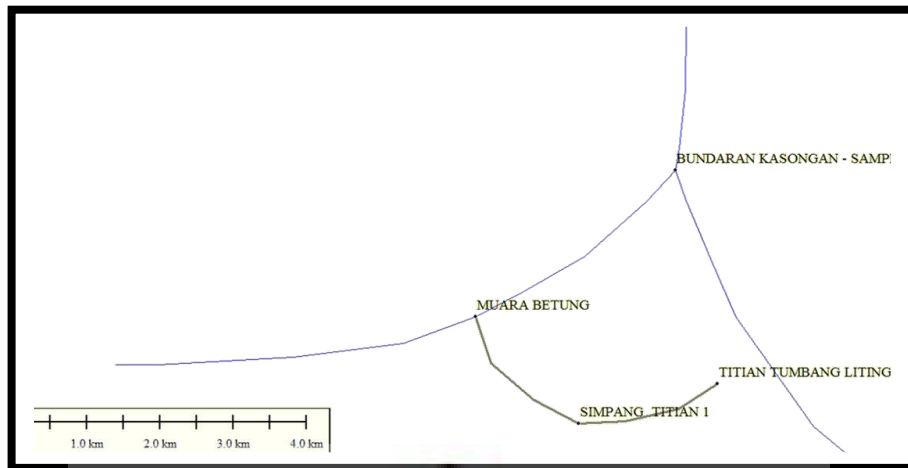
## 1.6 Lokasi Penelitian

Lokasi yang menjadi tempat penelitian dilakukan di jalan Dusun Betung Desa Tumbang Liting Kecamatan Katingan Hilir Kabupaten Katingan Kalimantan Tengah.



Sumber: Google – Data Peta (2015)

**Gamba 1.1 Peta Dusun Betung Desa Tumbang Liting Kecamatan Katingan Hilir Kabupaten Katingan Kalimantan Tengah**



**Gambar 1.2 Sketsa Lokasi Penelitian Ruas Jalan Betung Desa Tumbang Liting Kecamatan Katingan Hilir Kabupaten Katingan**



**Gambar 1.3 Kondisi Eksisting Lokasi Penelitian Ruas Jalan Betung Desa Tumbang Liting Kecamatan Katingan Hilir Kabupaten Katingan**

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

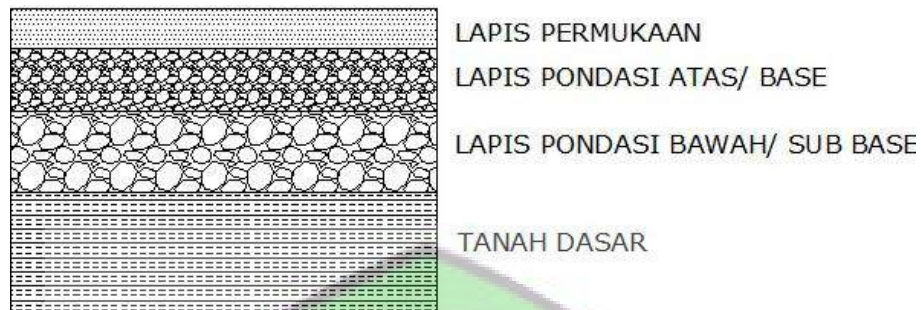
#### 2.1 Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah perkerasan yang menggunakan campuran antara agregat dan bahan ikat yang digunakan untuk melayani beban lalu lintas. Agregat yang digunakan antara lain adalah batu pecah, batu belah, batu kali, dan hasil samping peleburan baja. Sedangkan bahan ikat yang di pakai antara lain aspal, semen dan tanah liat. Fungsi utama perkerasan adalah menyebarkan beban roda ke area permukaan tanah dasar yang lebih luas dibandingkan luas kontak roda dengan perkerasan. Secara umum, fungsi perkerasan jalan adalah sebagai berikut (Silvia,1999):

1. Untuk memberikan struktur yang kuat dalam mendukung beban lalu lintas.
2. Untuk memberikan permukaan rata bagi pengendaraan.
3. Untuk memberikan kekasatan atau bahan gelincir (*skid resistance*) di permukaan perkerasan.
4. Untuk mendistribusikan beban kendaraan ke tanah dasar secara memadai, sehingga tanah dasar terlindung dari tekanan yang berlebihan.

Pembuatan tipe perkerasan yang akan dipilih terkait dengan dana pembangunan yang tersedia, biaya pemeliharaan, volume lalu lintas yang dilayani, serta kecepatan pembangunan agar lalu lintas tidak terlalu lama terganggu oleh pelaksanaan proyek. Berdasarkan bahan pengikatnya, konstruksi perkerasan jalan dibedakan atas:

1. Konstruksi Perkerasan Lentur (*flexible pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikatnya. Lapisan – lapisan perkerasan bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.

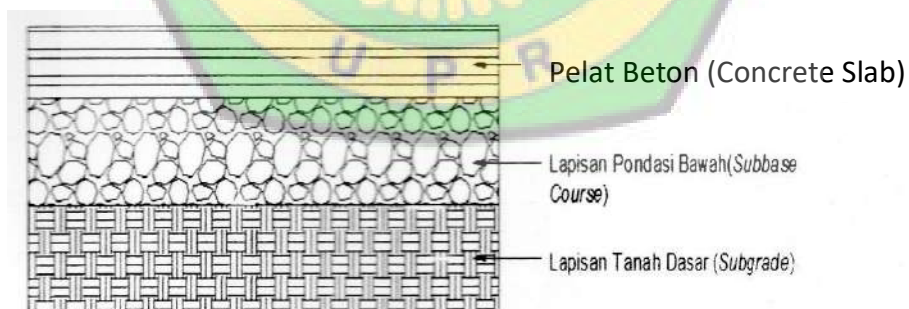


Sumber : Saodang (2005)

**Gambar 2.1 Struktur Perkerasan Lentur**

2. Konstruksi Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan semen sebagai bahan pengikatnya. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan diatas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah.

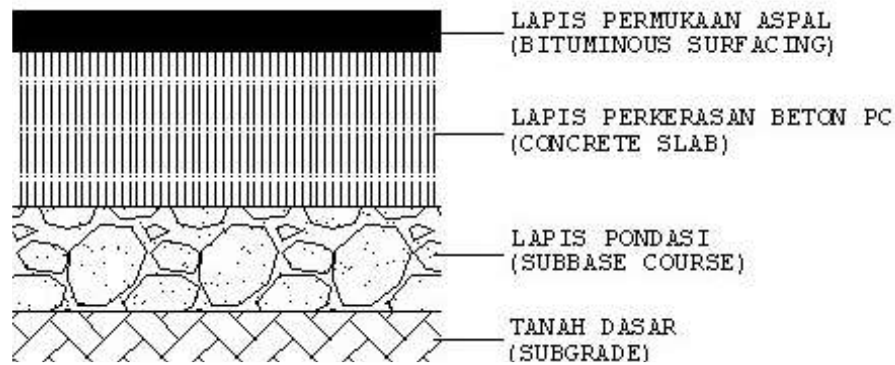
Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton.



Sumber : Saodang (2005)

**Gambar 2.2. Struktur Perkerasan Kaku**

3. Konstruksi Perkerasan Komposit (*Composite Pavement*), yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur di atas perkerasan kaku atau perkerasan kaku di atas perkerasan lentur.



Sumber : Saodang (2005)

**Gambar 2.3. Perkerasan Komposit**

Perkerasan yang umumnya digunakan di Indonesia adalah perkerasan kaku dan perkerasan lentur. Pemilihan penggunaan jenis perkerasan kaku dibandingkan dengan perkerasan lentur yang sudah lama dikenal dan lebih sering digunakan, berdasarkan keuntungan dan kerugian masing masing jenis perkerasan tersebut. Perbedaan antara perkerasan kaku dan perkerasan lentur dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut:

**Tabel 2.1 Perbedaan Antara Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku**

No.	Perkerasan Kaku	Perkerasan Lentur
1	Komponen perkerasan terdiri dari pelat beton yang terletak tanah atau lapisan material granuler pondasi bawah ( <i>subbase</i> ).	Komponen perkerasan terdiri dari lapisan permukaan, pondasi atas ( <i>base</i> ) dan pondasi bawah ( <i>subbase</i> ).
2	Kebanyakan digunakan untuk jalan kelas tinggi.	Digunakan untuk semua kelas jalan dan tingkat volume lalu-lintas.
3	Pencampuran adukan beton mudah dikontrol.	Pengontrolan kualitas campuran lebih rumit.
4	Umur rencana dapat mencapai 20 - 40 tahun	Umur rencana lebih pendek, yaitu sekitar 10 - 20 tahun, jadi kurang dari perkerasan kaku.
5	Lebih tahan terhadap drainase yang buruk.	Kurang tahan terhadap drainase buruk.

**Tabel 2.1 (Lanjutan)**

6	Biaya awal pembangunan lebih tinggi.	Biaya awal pembangunan lebih rendah.
7	Biaya pemeliharaan kecil. Namun, jika terjadi kerusakan biaya pemeliharaan lebih tinggi.	Biaya pemeliharaan lebih besar.
8	Kekuatan perkerasan lebih ditentukan oleh kekuatan plat beton.	Kekuatan perkerasan ditentukan oleh kerjasama setiap komponen lapis perkerasan
9	Beton struktur perkerasan adalah tebal pelat betonnya.	Tebal perkerasan adalah seluruh lapis pembentuk perkerasan di atas tanah-dasar.
10	Perkerasan dibuat dalam panel-panel (untuk tipe JPCP dan JRCP), sehingga dibutuhkan sambungan-sambungan (kecuali tipe CRCP)	Tidak dibuat dalam panel-panel sehingga tidak ada sambungan.

Sumber: Hardyatmo (2015)

## 2.2 Perkerasan Kaku ( *Rigid Pavement* )

Perkerasan kaku adalah struktur perkerasan yang terdiri dari tanah dasar, lapis pondasi bawah dan pelat beton semen Portland dengan atau tanpa tulangan tulangan (Harry,2015):

1. Perkerasan beton mempunyai kekakuan atau modulus elastisitas yang tinggi dari perkerasan lentur.
2. Beban yang diterima sebagian besar ditahan oleh pelat beton dan sebagian kecil oleh tanah dasar.
3. Tebal pelat beton di harapkan dapat memikul beban dan tegangan yang timbul oleh beban roda kendaraan, perubahan suhu dan kadar air serta perubahan volume yang terjadi pada lapisan di bawahnya.

4. Untuk memikul pengulangan pembebanan lalu lintas sesuai dengan konfigurasi dan beban sumbu, perhitungan tebal pelat beton diterapkan prinsip kelelahan (*fatigue*).

Perkerasan kaku didesain atas dasar:

1. Kekuatan tanah dasar yang dinyatakan dalam modulus reaksi dasar ( $k$ ).
2. Lapisan pondasi bawah pada struktur perkerasan ini dimaksudkan untuk mendapatkan keseragaman daya dukung dibawah pelat beton.
3. Kekuatan beton yang dinyatakan dalam kekuatan lentur tarik (*flexural strength*), mengingatkan keruntuhan pada perkerasan kaku berupa retakan oleh tegangan lentur tarik yang berlebihan.

Lapisan struktur perkerasan kaku terdiri dari:

- a. Pelat Beton Semen (*Concrete Base*)

Pelat beton semen ini biasanya terletak di atas lapisan pondasi bawah dengan mutu beton yang biasa digunakan ialah K 375 – K 425. Pada lapisan beton semen ini tidak diijinkan terjadi kelekatan atau friksi antara lapisan pondasi bawah.

Berdasarkan lapisannya jenis – jenis perkerasan kaku (beton semen) dikelompokkan menjadi empat jenis yaitu :

- 1) Perkerasan kaku (beton semen) bersambung tanpa tulangan.
- 2) Perkerasan kaku (beton semen) bersambung dengan tulangan.
- 3) Perkerasan kaku (beton semen) menerus dengan tulangan
- 4) Perkerasan kaku (beton semen) pratekan.

### 2.2.1 Perkerasan Beton Semen Bersambung Tanpa Tulangan (*Jointed Plain Concrete Pavement – JPCP*)

Ada beberapa karakteristik dari perkerasan kaku jenis ini, yaitu sebagai berikut:

- Tidak menggunakan tulangan utama
- Umurnya jarak sambungan memanjang pelat beton berkisar antara 4 - 5 m dan sambungan melintang berkisar antara 4.5 – 9 m.
- Ketebalan lapisan perkerasan pelat beton berkisar antara 200 – 400 mm.

Berikut dibawah ini Gambar 2.4 tampak atas penampang perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan.



Sumber: Fwa dan Wei (2006)

**Gambar 2.4 Tampak Atas Penampang Perkerasan Beton Semen Bersambung Tanpa Tulangan**

### 2.2.2 Perkerasan Beton Semen Bersambung dengan Tulangan (*Jointed Reinforced Concrete Pavement – JRPC*)

Ada beberapa karakteristik dari perkerasan kaku jenis ini, yaitu sebagai berikut:

- Terdiri dari beberapa panel-panel beton.
- Diperkuat dengan tulangan besi yang berfungsi sebagai pengendali retak.
- Keuntungan dari perkerasan beton ini ialah tingkat kenyamanan yang lebih tinggi bagi kendaraan dikarenakan spasi sambungan lebih panjang.

- d. Kekurangan dari perkerasan beton ini ialah kinerja yang berfungsi untuk jangka waktu yang lebih panjang.
- e. Jarak sambungan melintang berkisar antara 8 – 15 m sedangkan FHWA (2006) menyarankan jarak sambungan melintang antara 9 - 30 m.

Berikut dibawah ini Gambar 2.5, tampak atas penampang perkerasan beton semen bersambung dengan tulangan.



Sumber : Fwa dan Wei (2006)

**Gambar 2.5 Tampak Atas Penampang Perkerasan Beton Semen Bersambung Dengan Tulangan**

### 2.2.3 Perkerasan Beton Semen Menerus dengan Tulangan (*Continuously Reinforced Concrete Pavement – CRCP*)

Ada beberapa karakteristik dari perkerasan kaku jenis ini, yaitu sebagai berikut:

- a. Tidak menggunakan sambungan sepanjang jalanya.
- b. Diperkuat dengan tulangan pelat beton yang berfungsi sebagai pengendali retak.
- c. Retak umumnya terjadi pada jarak spasi tertentu sesuai dengan spasi – spasi tulangan yang di pasang.

- d. Panjang pelat dari CRCP disarankan lebih dari 75 m.

Berikut dibawah ini Gambar 2.6 tampak atas penampang perkerasan beton semen menerus dengan tulangan.



Sumber: Fwa dan Wei (2006)

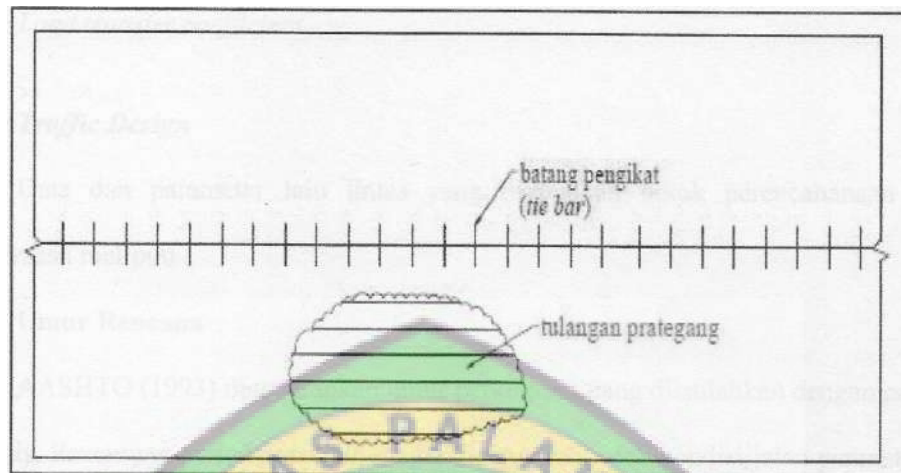
**Gambar 2.6 Tampak Atas Penampang Perkerasan Beton Semen Menerus Dengan Tulangan**

#### 2.2.4 Perkerasan Pracetak Beton Semen Pratekan (*Panel Prestressed Concrete Pavement – PPCP*)

Ada beberapa karakteristik dari perkerasan kaku sejenis ini, yaitu sebagai berikut:

- Sistem pracetak dimaksudkan untuk mencegah timbulnya retakan pada pelat beton
- Perkerasan ini menggunakan panel-panel pracetak yang kemudian disusun dan dilakukan penarikan tegangan pada kabel yang menghubungkan panel-panel tersebut (*post tesion*).
- Keuntungan dari perkerasan ini ialah menghemat waktu pelaksanaan dan juga mengurangi tebal pelat beton semen.

Berikut dibawah ini Gambar 2.7, tampak atas penampang pracetak beton semen pratekan.



Sumber: Fwa dan Wei (2006)

**Gambar 2.7 Tampak Atas Penampang Pracetak Beton Semen Pratekan**

### 2.3 Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku Menggunakan Metode AASHTO 1993

Perencanaan tebal perkerasan mengacu pada AASHTO 1993 (*American Association of State Highway and Transportation Officials*) yang memuat mengenai landasan teori dan tahapan praktis dalam perencanaan *rigid pavement* dengan berbagai kondisi/parameter perkerasan jalan beton semen portland yang umum di-aplikasikan di lapangan secara *computerized program*, dilengkapi juga spesifikasi pekerjaan perkerasan jalan beton semen portland, masalah dan cara penanganan yang umum terjadi di lapangan. Untuk merencanakan tebal perkerasan terdapat beberapa parameter yang harus diperhatikan sebagai berikut:

1. Analisis lalu lintas: mencakup umur rencana, jenis kendaraan, lalu lintas harian rata rata, faktor distribusi arah, faktor distribusi lajur, pertumbuhan

lalu-lintas tahunan, *vehicle damage factor*, *equivalent single axle load*.

*Terminal serviceability index*, *initial serviceability*, dan *Serviceability loss*.

2. *Reliability*
3. CBR dan modulus reaksi tanah dasar
4. Modulus Elastisitas Beton
5. *Flextural strength*
6. *Drainage coefficient*
7. *Load transfer coefficient*

### 2.3.1 Traffic Design

Data dan parameter lalu lintas yang digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan meliputi:

#### 1. Umur Rencana

AASHTO ( 1993 ) menyarankan umur perkerasan yang diistilahkan dengan periode analisis. Penentuan periode analisis sangat dipengaruhi oleh kondisi jalan perencanaan. Penentuan umur rancangan sebagaimana yang ada pada Tabel 2.2 berikut:

**Tabel 2.2 Umur Rancangan Perkerasan**

Kondisi Jalan Raya	Periode Analisis Umur Rancangan (tahun)
Perkotaan Volume Tinggi	30-50
Pedesaan Volume Tinggi	20-50
Volume Rendah, Jalan Diperkeras	15-25
Volume Rendah, Permukaan Agregat	10-20

Sumber: AASHTO (1993)

## 2. Jenis kendaraan

Bina marga mengelompokkan beberapa jenis kendaraan sebagai berikut:

a. Golongan 2

Sedan, jeep dan station wagon (sesuai klasifikasi Bina Marga)

b. Golongan 3

Oplet, pick up, combi dan minibus (sesuai sistem klasifikasi Bina Marga)

kecuali sombi, umumnya sebagai kendaraan penumpang umum maksimum 12 tempat duduk, seperti : mikrolet, angkot, minibus.

c. Golongan 4

Micro truck dan mobil hantaran

d. Golongan 5a

Bus kecil, kendaraan penumpang umum dengan tempat duduk antara 16 s/d 26 kursi, seperti Kopaja, Metromini, Elf dengan bagian belakang sumbu tunggal roda ganda (STRG) dan panjang kendaraan maksimal 9 m dengan sebutan bus  $\frac{3}{4}$ .

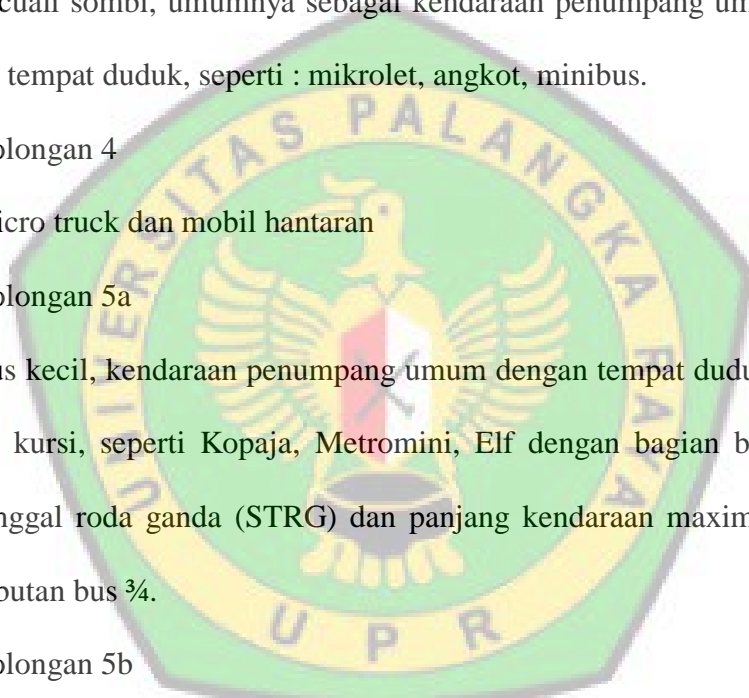
e. Golongan 5b

Bus besar dengan tempat duduk 30 – 56 buah seperti : bus malam, bus kota, bus antar kota dengan bagian belakang sumbu tunggal roda ganda (STRG).

f. Golongan 6a

Kendaraan barang dengan muatan sumbu terberat 5 ton (MST – 5 TRT) pada sumbu belakang dengan as depan 2 roda dan as belakang seperti : truk 2 sumbu 4 roda.

g. Golongan 6b



Truk 2 sumbu roda, kendaraan barang, dengan muatan sumbu terberat 8 – 10 ton (MST 8 – 10, STRG) pada sumbu belakang dengan as depan 2 roda dan as belakang 4 roda.

h. Golongan 7a

Kendaraan barang dengan 3 sumbu yang tata letaknya STRT (Sumbu Tunggal Roda Tunggal) dan SGRG (Sumbu Ganda Roda Ganda), seperti : Truk 3 sumbu.

i. Golongan 7b

Kendaraan barang yang terdiri dari kepala truk dengan 2 - 3 sumbu, memiliki beban sumbu terberat 6 – 14 ton, dimana sumbu depan 6 ton, sumbu belakang 14 ton dan sumbu gandeng masing masing 5 ton. Contohnya jenis kendaraan seperti ini ialah truk gandeng.

j. Golongan 7c

Kendaraan yang terdiri dari kepala truk dengan 2 – 3 sumbu yang dihubungkan secara sendi dengan pelat dan rangka baik yang beroda belakang, yang mempunyai 2 atau 3 sumbu pula seperti: Truk semi trailer atau disebut truk tempelan.

### 3. Lalu Lintas Harian Rata – Rata ( LHR)

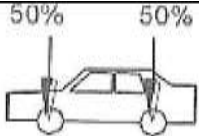
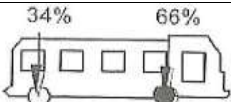
Lalu lintas harus dianalisis berdasarkan hasil perhitungan volume lalu lintas dan konfigurasi sumbu, menggunakan data terakhir atau data 2 tahun terakhir. Konfigurasi sumbu untuk perencanaan terdiri atas 4 jenis kelompok sumbu sebagai berikut:

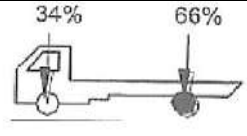
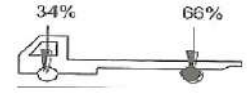
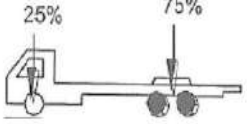
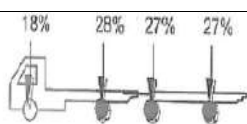
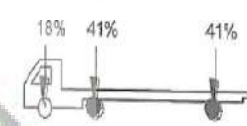
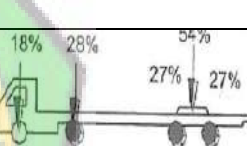
a. Sumbu tunggal roda tunggal (STRG)

- b. Sumbu tunggal roda ganda ( STRG)
- c. Sumbu tandem roda ganda (STdRG)
- d. Sumbu tridem roda ganda (STrRG)

Suryawan (2009) menguraikan bahwa dari penggolongan kendaraan, bahwa jika akan melakukan kajian *vehicle damage factor* (VDF) dimana ada perbedaan standar sistem penggolongan tersebut, seringkali tidak begitu mudah untuk analisis lalu lintas, dapat di lihat dalam *traffic design* yang terkait erat pada hubungan antara golongan kendaraan – LHR – pertumbuhan lalu lintas – VDF, jika survei lalu-lintas tidak sesuai dengan apa yang diinginkan, maka akan menyulitkan dalam analisisnya. Konfigurasi beban as kendaraan yang digunakan sebagai perhitungan beban as masing masing kendaraan seperti ditunjukkan Tabel 2.3 berikut :

**Tabel 2.3 Konfigurasi Beban Sumbu**

Konfigurasi Sumbu & Tipe	Berat Kosong (Ton)	Beban Muatan Maksimum (Ton)	Berat Total Maksimum (Ton)	UE 18 KSAL Kosong	UE 18 KSAL Maksimum	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Roda tunggal pada ujungnya</li> <li>● Roda ganda pada ujungnya</li> </ul>
1.1 HP	1,5	0,5	2,0	0,0001	0,0005	
1.2 Bus	3	6	9	0,0037	0,3006	

1,2L Truk	2,3	6	8,3	0,0013	0,2174	
1,2H Truk	4,2	14	18,2	0,0143	50.264	
1,22 Truk	5	20	25	0,0044	27.416	
1,2+2,2 Trailer	6,4	25	31,4	0,0085	39,083	
1,2-2 Trailer	6,2	20	26,2	0,0192	61,179	
1,2-2,2 Trailer	10	32	42	0,0327	101,830	

Sumber: Suryawan (2009)

#### 4. Faktor Distribusi Arah

AASHTO (1993) menyarankan untuk nilai faktor distribusi arah (DD) diambil nilai antara 0,3 – 0,7 dan umumnya diambil 0,5.

#### 5. Faktor Distribusi Lajur

Hardiyatmo (2015) menyatakan lajur rencana merupakan salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan yang menampung lalu lintas kendaraan niaga terbesar. Untuk memfasilitasi adanya jalan yang terdiri dari beberapa lajur dalam satu arah maka diperlukan faktor distribusi lajur. Hal ini untuk menentukan volume lalu lintas rancangan di dalam lajur rencana.

AASHTO (1993) menyarankan jika arah kendaraan tidak teratur, maka perkerasan harus dirancang berdasarkan volume lalu lintas pada arah yang paling banyak. Penentuan faktor distribusi sebagai parameter desain sebagaimana pada Tabel 2.4 berikut :

**Tabel 2.4 Faktor Distribusi Lajur (DL)**

Jumlah lajur setiap hari	DL(%)
1	100
2	80-100
3	60-80
4	50-75

Sumber : AASHTO 1993

#### 6. *Vehicle Damage Factor (VDF)*

Suryawan (2009) menguraikan dalam bagian ini mengenai kajian dan nilai nilai VDF dari berbagai sumber yang semuanya tidak ada kesamaan nilainya, bahkan ada nilai yang berbeda sangat signifikan untuk jenis kendaraan yang sama. Nilai VDF diambil berdasarkan kajian Bina Marga dengan muatan sumbu terberat 10 ton dan berdasarkan NAASRA muatan sumbu terberat 10 ton.

Berdasarkan hasil *road test* AASHTO bahwa berat total kendaraan minimum yang dapat merusak perkerasan adalah setara 18 kips. Hal tersebut membuat kendaraan yang berat totalnya kurang atau lebih dari 18 kips harus di konversikan dalam beban 18 kips yaitu dengan menggunakan faktor beban gandar ekuivalen. Penentuan nilai VDF akan dipengaruhi konfigurasi tiap sumbu. Konfigurasi beban as kendaraan yang digunakan sebagai perhitungan beban as masing masing kendaraan merujuk pada Tabel 2.3. Nilai VDF yang dipengaruhi oleh konfigurasi tiap sumbu menyebabkan nilai faktor ekuivalenya tiap sumbu akan berbeda-beda. Nilai faktor ekuivalensi tiap sumbu yang disarankan AASHTO 1993 merujuk pada

Lampiran 3. Berikut dibawah ini Tabel 2.5 konversi konfigurasi beban sumbu kendaraan dalam ton ke kips :

**Tabel 2.5 Konversi Beban Sumbu Kendaraan**

Beban Sumbu Kendaraan Lx	
Ton	Kips
1	2.204
2	4.409
3	6.613
4	8.818
5	11.022
6	13.227
7	15.431
8	17.636
9	19.840
10	22.045
11	24.249
12	26.454
13	28.658
14	30.863
15	33.067
16	35.272

Sumber : Bina Marga (2007)

## 7. Kemampuan Pelayanan (*Serviceability*)

Selesai pembangunan perkerasan jalan dan lalu-lintas mulai dibuka dengan berjalanya waktu kemampuan pelayanan jalan semakin berkurang. AASHTO mengembangkan konsep penilaian kemampuan pelayanan (*serviceability rating*) yang dikaitkan dengan kerataan dan kemampuan pelayanan perkerasan yang

dinyatakan dalam indeks kemampuan pelayanan sekarang (*Present Serviceability Index*, PSI). Tingkat penurunan pelayanan atau kerusakan perkerasan dinyatakan oleh kehilangan PSI pada suatu skala 0 sampai 5. Penilaian skala PSI dapat ditunjukkan pada Tabel 2.6.

**Tabel 2.6 Skala PSI**

Skala PSI	Kategori
0 – 1	Sangat Buruk
1 – 2	Buruk
2 – 3	Sedang
3 – 4	Baik
4 – 5	Sangat Baik

Sumber: AASHTO (1993)

Kemampuan pelayanan awal (*Initial Serviceability*,  $P_o$ ) bergantung pada tingkat kehalusan atau rata-rata perkerasan awal. AASHTO (1993) menyarankan untuk perkerasan kaku atau perkerasan beton nilai  $P_o$  yang dipakai adalah 4,5. Kemampuan pelayanan akhir (*Terminal Serviceability*,  $P_t$ ) bergantung pada kekasaran atau ketidakrataan jalan yang masih memungkinkan untuk dilalui kendaraan sebelum dilakukan rehabilitasi. Perancangan tebal perkerasan membutuhkan pemilihan indeks kemampuan pelayanan awal dan akhir. AASHTO (1993) menyarankan nilai-nilai kemampuan pelayanan akhir ( $P_t$ ) adalah sebagai berikut:

- a. Jalan raya utama, nilai  $P_t$  adalah 2,5 atau 3
- b. Jalan raya dengan lalu lintas rendah, nilai  $P_t$  adalah 2
- c. Jalan raya relatif minor, nilai  $P_t$  adalah 1,5

Kehilangan kemampuan pelayanan total (*total loss of serviceability*) dapat dinyatakan dengan Persamaan (2-1).

$$\Delta\text{PSI} = P_o - P_t \quad (2-1)$$

Keterangan :

$\Delta\text{PSI}$  = Kehilangan kemampuan pelayanan total

$P_o$  = Kemampuan pelayanan awal

$P_t$  = Kemampuan pelayanan akhir

## 8. Pertumbuhan Lalu-Lintas

Untuk menghitung faktor pertumbuhan lalu lintas telah ditetapkan untuk semua jenis kendaraan selama umur rencana. Pertumbuhan lalu - lintas dapat dihitung dengan persamaan berikut di bawah ini.

$$\text{Growth factor} = \frac{(1+g)^n - 1}{g} \quad (2-2)$$

Keterangan :

$g$  = persentase pertumbuhan lalu lintas (%)

$n$  = umur rencana (tahun)

## 9. *Equivalent Single Axel Load (ESAL)*

Suryawan (2009) menyatakan *traffic design* merupakan salah satu parameter lalu lintas yang digunakan dalam perencanaan tebal perkerasan. Penentuan *traffic design* berdasarkan AASHTO 1993 dapat ditentukan dengan menggunakan Persamaan (2-3).

$$W_{18} = \text{LHR}_j \times \text{VDF}_j \times \text{DD} \times \text{DL} \times \text{Jumlah hari setahun} \quad (2-3)$$

Keterangan :

$W_{18}$  = *Traffic design* pada lajur lalu lintas (ESAL)

LHR = Jumlah lalu lintas harian rata-rata 2 arah untuk kendaraan j

VDFj = *Vehicle Damage Factor* untuk jenis kendaraan j

DD = Faktor distribusi arah

DL = Faktor distribusi lajur

Suryawan (2009) menguraikan lalu lintas yang digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan kaku adalah lalu lintas kumulatif selama umur rencana. Besaran ini didapatkan dengan mengalikan beban gandar standar kumulatif pada jalur rencana selama setahun ( $W_{18}$ ) dengan besaran kenaikan lalu lintas (*growth factor*) yang dapat dilihat pada persamaan (2-4).

$$W_t = W_{18} \times \text{Growth factor} \quad (2-4)$$

Keterangan :

$W_t$  = Jumlah beban gandar tunggal standar kumulatif selama umur rancangan

$W_{18}$  = Beban gandar standar kumulatif selama 1 tahun

### 2.3.2 Reliability (R)

*Reliability* menyatakan tingkat kemungkinan bahwa perkerasan yang dirancang akan tetap memuaskan selama masa pelayanan (Hardiyatmo, 2015). Nilai *reliability* yang lebih besar menunjukkan kinerja perkerasan yang lebih baik namun membutuhkan tebal perkerasan yang lebih tebal. AASHTO (1993) menyarankan nilai nilai *reliability* (R) yang digunakan dalam perancangan berbagai klasifikasi jalan. Penentuan nilai *reliability* akan berhubungan dengan penentuan nilai *standard normal deviate* (ZR).

Penentuan nilai *reliability* (R) ditunjukkan pada Tabel 2.7 dan penentuan nilai *standard normal deviate* (ZR) ditunjukkan Tabel 2.8.

**Tabel 2.7 Nilai Reabilitas (R)**

Klasifikasi Jalan	Reliability : R (%)	
	Urban	Rural
Jalan tol	85 – 99.9	80 – 99.9
Arteri	80 – 99	75 – 95
Kolektor	80 – 95	75 – 95
Lokal	50 – 80	50 – 80

Sumber : AASHTO (1993)

**Tabel 2.8 Nilai ZR**

R (%)	Z <sub>R</sub>
50	0.000
60	- 0.253
70	- 0.524
75	- 0.674
80	- 0.841
85	- 1.037
90	- 1.282
91	- 1.340
92	- 1.405
93	- 1.476
94	- 1.555
95	- 1.645
96	- 1.751
97	- 1.881
98	- 2.054
99	- 2.327
99.9	- 3.090
99.99	- 3.750

Sumber: AASHTO 1993

Deviasi Standar Keseluruhan (So). Hardiyatmo (2015) menyatakan deviasi standar keseluruhan (So) merupakan parameter yang digunakan untuk memperhitungkan adanya variasi dari input data. Deviasi standar keseluruhan dipilih sesuai dengan kondisi lokal. AASHTO (1993) menyarankan nilai deviasi

standar keseluruhan ( $S_o$ ) untuk perkerasan kaku diantara 0,30 – 0,40. Nilai deviasi standar keseluruhan ( $S_o$ ) yang umum digunakan yaitu 0,35.

### 2.3.3 Nilai *California Bearing Ratio* (CBR)

#### a. Pengertian CBR

*California Bearing Ratio* (CBR) dalam perencanaan perkerasan kaku digunakan untuk penentuan nilai parameter modulus reaksi tanah dasar (*modulus of subgrade reaction* :  $k$ ). CBR yang umumnya digunakan di Indonesia berdasar 6% untuk lapis tanah dasar, mengacu pada spesifikasi (versi Departemen Pekerjaan Umum edisi 2005 dan versi Dinas Pekerjaan Umum DKI Jakarta edisi 2004). Akan tetapi tanah dasar dengan nilai CBR 5% dan atau 4% pun dapat digunakan setelah melalui kajian geoteknik, dengan CBR kurang dari 6% ini jika digunakan sebagai dasar perencanaan tebal perkerasan, masalah yang berpengaruh ialah fungsi tebal perkerasan yang akan bertambah atau masalah penanganan khusus lapis tanah dasar tersebut.

Berdasarkan cara mendapatkan contoh tanahnya. CBR dapat dibagi atas: CBR lapangan, CBR lapangan rendam, CBR rencana titik.

1. CBR lapangan tersebut juga CBR *inplace* atau *field* CBR, gunanya:
  - 1) Mendapatkan nilai CBR asli di lapangan, sesuai dengan kondisi tanah dasar saat itu.
  - 2) Untuk mengontrol apakah kepadatan yang di peroleh sudah sesuai yang diinginkan.

- 3) Pemeriksaan dilakukan meletakkan piston pada kedalaman dimana nilai CBR hendak ditentukan, lalu dipenetrasi dengan menggunakan beban yang dilimpahkan melalui gandar truk.
2. CBR lapangan rendaman disebut juga *Undisturbed Soaked CBR*. Gunanya untuk mendapatkan besarnya nilai CBR asli lapangan pada keadaan jenuh air, dan tanah mengalami pengembangan (*swell*) yang maksimum. Pemeriksaan dilakukan pada kondisi tanah dasar dalam keadaan jenuh air.
3. CBR rencana titik disebut juga CBR laboratorium atau dengan CBR. Tanah dasar (*subgrade*) pada konstruksi jalan baru merupakan tanah asli, tanah galian atau timbunan yang sudah dipadatkan sampai mencapai kepadatan 95% kepadatan maksimum. CBR laboratorium dibedakan atas 2 macam yaitu CBR laboratorium rendaman dan tanpa rendaman.

**b. Nilai Dari Suatu Titik Pengamatan**

Daya dukung tanah dasar dinyatakan dengan nilai CBR yang menunjukkan daya dukung tanah sedalam 100 cm. Kadangkala lapis tanah dasar sedalam 100 cm itu memiliki nilai CBR yang berbeda-beda. Untuk itu perlu ditentukan nilai CBR yang mewakili satu titik pengamatan dengan menggunakan rumus *Japan Road Ass.*

$$\text{CBR titik pengamatan} = \left( \frac{h_1 \sqrt[3]{\text{CBR}_1} + \dots + h_n \sqrt[3]{\text{CBR}_n}}{h} \right)^3 \quad (2-5)$$

Keterangan:

$$h_1 + h_2 + \dots + h_n = \text{cm}$$

$h_n$  = tebal tiap lapisan tanah ke n

$CBR_n$  = nilai CBR pada lapisan ke n

### c. CBR Segmen Jalan

Jalan dalam arah memanjang dapat melintasi berbagai jenis tanah dan kondisi medan yang berbeda. Mutu daya dukung lapisan tanah dasar dapat bervariasi dari yang tidak baik sampai yang baik atau sebaliknya. Dengan demikian tidak ekonomis jika perencanaan tebal lapisan perkerasan tebal lapisan perkerasan jalan berdasarkan nilai yang terkecil dan tidak pula memenuhi syarat jika berdasarkan hanya nilai terbesar saja. Oleh karena itu sebaiknya panjang jalan dibagi atas beberapa segmen. Setiap segmen jalan memiliki suatu daya dukung tanah dasar yang hampir sama. Jadi, segmen jalan adalah bagian dari ruas jalan memiliki mutu daya dukung tanah, sifat tanah, dan keadaan lingkungan yang relatif sama. Setiap segmen mempunyai satu nilai CBR yang mewakili mutu daya dukung tanah dasar untuk digunakan pada perencanaan tebal lapisan perkerasan segmen jalan tersebut. Nilai  $CBR_{\text{segmen}}$  ditentukan dengan menggunakan metode analitis ataupun dengan metode grafis.

#### 1. Metode Analitis

Beberapa metode analitis dapat digunakan untuk menentukan  $CBR_{\text{segmen}}$  antara lain:

- 1) Berdasarkan nilai simpangan baku dan nilai rata-rata dari CBR yang ada dalam satu segmen.

$$CBR_{\text{segmen}} = CBR_{\text{rata-rata}} - K.S \quad (2-6)$$

Keterangan:

$CBR_{\text{segmen}}$  = CBR yang mewakili nilai CBR satu segmen

$CBR_{rata-rata}$  = CBR rata-rata dalam satu segmen

S = nilai simpangan baku dari seluruh data yang ada dalam satu segmen

K = konstanta yang ditentukan berdasarkan tingkat kepercayaan yang digunakan yaitu :

K = 2,50; jika tingkat kepercayaan = 98%

K = 1,96; jika tingkat kepercayaan = 95%

K = 1,64; jika tingkat kepercayaan = 90%

K = 1,00; jika tingkat kepercayaan = 68%

2) Metode *Japan Road Association* (1976)

$$CBR_{segmen} = CBR_{rata-rata} - (CBR_{maks} - CBR_{min})/R \quad (2-7)$$

Keterangan:

$CBR_{segmen}$  = CBR yang mewakili nilai CBR satu segmen

$CBR_{rata-rata}$  = CBR rata-rata dalam satu segmen

$CBR_{maks}$  = CBR maksimum dalam satu segmen

$CBR_{min}$  = CBR minimum dalam satu segmen

R = Konstanta seperti tabel 2.3, berdasarkan jumlah data CBR

titik pengamatan dalam satu segmen

**Tabel 2.9 Jumlah Data CBR Titik Pengamatan Dalam Satu Segmen**

Jumlah Titik Pengamatan	Nilai R
2	1.41
3	1.91
4	2.24
5	2.48
6	2.67
7	2.83
8	2.96
9	3.08
10	3.18

Sumber : Silvia Sukirman. "Konstruksi Jalan Raya"

## 2. Metode Grafis

Nilai  $CBR_{\text{segmen}}$  dengan menggunakan metode grafis merupakan nilai presentil ke 90 dari data CBR yang ada dalam satu segmen.  $CBR_{\text{segmen}}$  adalah nilai CBR dimana 90% dari data yang ada dalam segmen memiliki nilai CBR lebih besar dari nilai  $CBR_{\text{segmen}}$ . Langkah-langkah menentukan nilai  $CBR_{\text{segmen}}$  menggunakan metode grafis adalah sebagai berikut:

- 1) Tentukan nilai CBR terkecil
- 2) Susunlah nilai CBR dari yang terkecil ke yang terbesar, dan tentukan jumlah data dengan nilai CBR yang sama atau lebih besar dari setiap nilai CBR. Pekerjaan ini disusun secara tabelaris
- 3) Angka terbanyak diberi nilai 100% angka yang lain merupakan persentase dari 100%
- 4) Gambarkan hubungan antara nilai CBR dan persentase dari butir 3
- 5) Nilai  $CBR_{\text{segmen}}$  adalah nilai pada angka 90% sama atau lebih besar dari nilai CBR yang tertera

Pada perencanaan perkerasan kaku ini digunakan nilai CBR gabungan dikarenakan kondisi perkerasan *existing* di lapangan ialah perkerasan lentur sehingga nilai CBR tanah dasar dan nilai CBR material perkerasan lentur yang ada juga diperhitungkan. Berikut ini persamaan nilai CBR gabungan mengacu pada *Manual for Design and Construction of Asphalt Pavement – Japan Road Association. JRA (1980)*, yaitu:

$$CBR = \left( \frac{h_1 CBR_1^{\frac{1}{3}} + h_2 CBR_2^{\frac{1}{3}} + \dots + h_n CBR_n^{\frac{1}{3}}}{h_1 + h_2 + h_3} \right)^3 \quad (2-8)$$

Keterangan :

$CBR_R$  = CBR gabungan

$CBR_1, CBR_2, \dots, CBR_n$  = nilai CBR pada setiap lapisan

$h_1, h_2, \dots, h_n$  = tebal masing-masing lapisan

#### d. Penetrometer Konus Dinamis (*Dynamic Cone Penetrometer*)

Daya dukung lapisan tanah dasar yang telah dipadatkan dapat diukur langsung dilapangan dengan melakukan pengujian CBR lapangan atau korelasi dari nilai empiris hasil pengujian penetrometer konus dinamis (*dynamic cone penetrometer*). Analisis lapangan dilakukan dengan menggunakan nilai kumulatif tumbukan dengan mencapai kedalaman penetrasi tertentu seperti pada persamaan (2-9) dibawah ini.

$$DN = \frac{D}{N} \quad (2-9)$$

Keterangan:

D = Kedalaman penetrasi, mm

N = jumlah pukulan untuk mencapai kedalaman D mm

Untuk menentukan Korelasi Nilai DCP dengan CBR dapat dilihat pada rumus berikut :

DCP kerucut 60° :

$$\text{Log}_{10}(\text{CBR}) = 2,8135 - 1,313 \text{ Log}_{10} \text{ DN} \quad (2-10)$$

DN dalam mm/tumbukan

DCP kerucut 30°:

$$\text{Log}_{10}(\text{CBR}) = 1.352 - 1.125 \text{ Log}_{10} \text{ DN} \quad (2-11)$$

DN dalam mm/tumbukan

Rumus Korelasi antara nilai CBR dengan DDT adalah :

$$\text{DDT} = 4,3 \text{ Log CBR} + 1,7 \quad (2-12)$$

Keterangan:

DDT = Daya Dukung Tanah Dasar

CBR = CBR Segmen

Uji DCP, alat ini digunakan untuk menentukan nilai CBR *sub grade* atau *base course* suatu perkerasan secara cepat dan praktis. Biasa dilakukan sebagai pekerjaan *quality control* pekerjaan pembuatan jalan.

Umunya alat ini digunakan pada perencanaan jalan raya dan konstruksi berupa timbunan (*embankment*) dengan maksud dan tujuan sebagai berikut:

- 1) Untuk mengetahui ketebalan lapisan dangkal dari tanah lunak atau kedalaman sampai bantuan.
- 2) Untuk pengukuran (dengan cepat) sifat-sifat struktur jalan yang sudah ada dengan konstruksi lapisan perkerasan jalan raya yang materialnya lepas (tak terikat).
- 3) Untuk menentukan daya dukung tanah dangkal secara cepat. Pada perencanaan perkerasan jalan, baik jalan raya maupun jalan inspeksi (pada tanggul saluran irigasi).

Pengujiam dengan alat *Dynamic Done Penetrometer* (DCP) ini pada dasarnya sama dengan *Cone Penetrometer* (CP) yaitu sama-sama mencari nilai CBR dari suatu lapisan tanah langsung di lapangan. Hanya saja pada alat *Cone Penetrometer* dilengkapi dengan poving ring dan arloji pembacaan sedangkan pada alat *Dynamic Cone Penetrometer* adalah melalui ukuran (satuan) dengan menggunakan mistar.

Percobaan dengan alat *Cone Penetrometer* digunakan untuk mengetahui CBR tanah asli. Sedangkan percobaan alat dengan DCP ini hanya untuk mendapatkan kekuatan tanah timbunan pada pembuatan badan jalan, alat ini dipakai pada pekerjaan tanah karena mudah dipindahkan ke semua titik yang diperlukan tetapi letak lapisan yang diperiksa tidak sedalam pemeriksaan tanah dengan alat sondir. Hasil yang diperoleh pada percobaan ini dapat dihubungkan dengan nilai CBR (perbandingan antara beban parsial suatu lapisan tanah atau perkerasan terhadap beban standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama). Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat seperti tampak pada Gambar 2.8



**Gambar 2.8 Alat Uji DCP**

Penumbukan dengan berat 8 Kg dijatuhkan dari ketinggian 575 mm dengan bebas melalui sebuah pipa berdiameter  $\varnothing 16$  mm yang ditahan oleh landasan (*anvil*) dengan sudut puncak =  $30^{\circ}$  atau  $60^{\circ}$ . Hasil pemeriksaan dapat dinyatakan dengan:

- a. Penetrabilitas Skala Penetrometer (*Scale of Penetrometer Penetrability* = SPP) yang menyatakan mudah atau tidaknya melakukan penetrasi ke dalam tanah.

- b. Tahanan Skala Penetrasi (*Scale of Penetration Resistance = SPR*) yang menyatakan sukar atau tidaknya melakukan penetrasi ke dalam tanah. Dinyatakan dalam tumbukan/cm.

Harga CBR adalah nilai yang menyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan bahan standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR sebesar 100% dalam memikul beban lalu lintas. CBR lapangan digunakan untuk:

- 1) Memperoleh nilai CBR asli di lapangan, sesuai dengan kondisi tanah dasar saat itu. Umum digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan yang lapisan tanah dasarnya sudah tidak akan dipadatkan lagi. Pemeriksaan dilakukan dalam kondisi kadar air tanah tinggi (musim penghujan) atau dalam kondisi terburuk yang mungkin terjadi.
- 2) Memeriksa apakah kepadatan yang diperoleh sesuai dengan yang diinginkan. Pemeriksaan untuk tujuan ini tidak umum digunakan, lebih sering menggunakan pemeriksaan yang lain seperti kerucut pasir (*Sand Cone*) dan lain-lain.

CBR lapangan ialah perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan atau lapisan/bahan tanah atau perkerasan terhadap bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Nilai CBR lapangan pada umumnya digunakan untuk perencanaan lapis tambahan (*overlay*). Peralatan yang digunakan dalam pengujian ini antara lain: cetakan CBR, dongkrak mekanis yang dipasang dibawah truk atau portal besi yang diangkut dengan alat tambahan antara lain alat penggali, *waterpass*.

Spesifikasi alat adalah sebagai berikut:

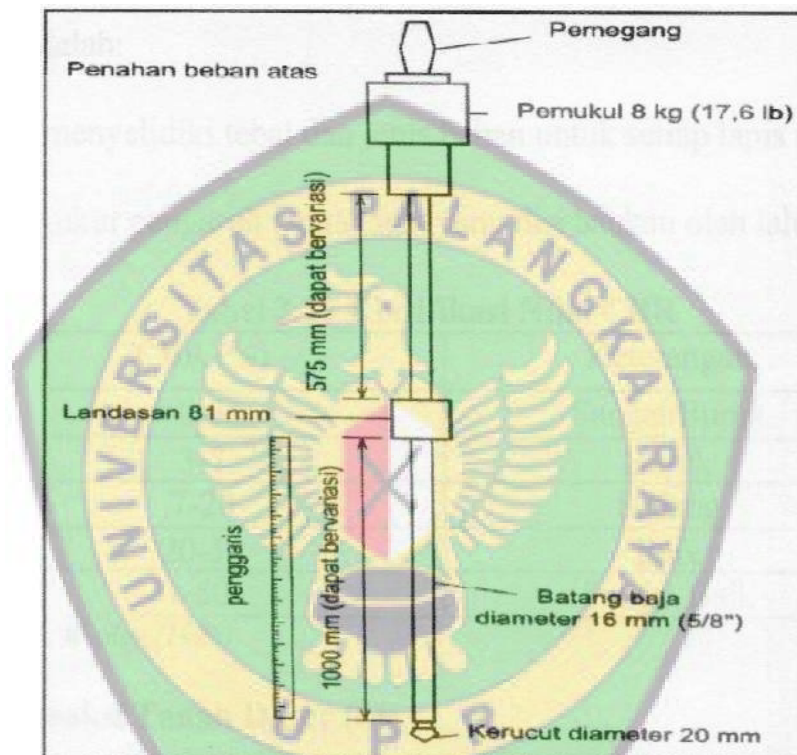
Konus : Baja yang diperkeras, sudut kemiringan 60°

Penumbuk : Berat 8 kg dan tinggi jatuh 575 mm

Mistar Penetrasi : 100 cm

Stang Penetrasi : Ø16 mm

Untuk jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.9 dibawah ini :



Sumber: Hardiyatmo (2015)

**Gambar 2.9 Alat Uji CBR Lapangan**

Alat pemilihan DCP sebagai alat memperoleh nilai CBR adalah sebagai berikut:

a) Pengoperasian yang Praktis

Peralatan ini cukup dioperasikan oleh 2 orang operator saja. Tanpa memerlukan perhitungan khusus, pekerjaan *quality control* menjadi cepat dan efisien tanpa mengabaikan keterangan hasil pengukuran.

b) Portable

Alat ini di desain khusus agar mudah dibawa kemanapun juga. Rangkaian alat dapat dibongkar pasang dengan mudah dan cepat.

Menurut Wesley (1988) untuk menentukan nilai CBR *sub base* atau *base course* suatu perkerasan secara cepat dan praktis. Biasa dilakukan sebagai pekerjaan *quality control* pekerjaan pembuatan jalan dapat menggunakan dengan alat DCP. Tujuan dari pengujian DCP adalah:

- (1) Agar dapat menyelidiki tebal dan jenis bahan untuk setiap lapis perkerasan.
- (2) Untuk mengukur pengaruh pemadatan yang disebabkan oleh lalu lintas normal.

**Tabel 2.10 Klasifikasi Nilai CBR**

CBR (%)	Keterangan
0-3	Sangat Buruk
3-7	Buruk
7-20	Sedang
20-50	Baik
>50	Sangat Baik

Sumber: Wesley (1998)

**e. Modulus Reaksi Tanah Dasar (k)**

Modulus reaksi tanah dasar (k) menggunakan gabungan formula dan grafik penentuan modulus reaksi tanah dasar berdasar ketentuan CBR tanah dasar.

AASHTO (1993) menyarankan penentuan nilai modulus *of subgrade reaction* (k) dapat ditentukan dengan Persamaan (2-13) dan Persamaan (2-14).

$$MR = 1.500 \times CBR \quad (2-13)$$

$$K = \frac{MR}{19,4} \quad (2-14)$$

Keterangan :

MR = *Resilient modulus*

CBR = *California Bearing Ratio*

K = *Modulus of subgrade reaction*

Modulus reaksi tanah dasar yang didapat dari formula kemudian dikoreksi terhadap kehilangan dukungan lapis pondasi untuk mendapat modulus reaksi tanah efektif.

Penentuan modulus reaksi tanah dasar efektif dapat ditentukan menggunakan Gambar 2.10.



Sumber: AASHTO 1993

**Gambar 2.10 Koreksi *Effective Modulus Of Subgrade Reaction***

Modulus reaksi tanah dasar efektif dipengaruhi oleh faktor kehilangan dukungan yang didasarkan pada potensi erosi material pondasi bawah. Faktor kehilangan dukungan (*loss of support factor*) seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.11.

**Tabel 2.11 Faktor Kehilangan Daya Dukung (LS)**

Jenis Bahan	Faktor Kehilangan Daya Dukung (LS)
<i>Cement treated granular base</i> (E = 1000.000 – 2000.000 psi)	0.0 – 1.0
<i>Cement aggregate mixtures</i> (CTB, CTSB, RCC, LC) (E = 500.000 – 1000.000 psi)	0.0 – 1.0
<i>Asphalt treated base</i> (ATB) (E = 350.000 – 1000.00 psi)	0.0 – 1.0
<i>Bitumenious stabilized mixture</i> (E = 40.000 – 300.000 psi)	0.0 – 1.0
Stabilisasi dengan kapur ( E = 20.000 – 70.000 psi)	1.0 – 3.0
<i>Unboned granular material</i> (E = 15.000 – 45.000 psi)	1.0 – 3.0
Material tanah dasar alami atau bergradasi halus (E = 3000 – 40.000 psi)	2.0 – 3.0

Sumber: AASHTO (1993)

### 2.3.4 Material Konstruksi Perkerasan

Tebal perkerasan beton bergantung pada kekuatan beton yang digunakan. Kekuatan beton bergantung pada kuat lenturnya (*flexural trength*), karena aksi utama dari pelat beton adalah lentur. Parameter-parameter perancangan perkerasan beton yang dibutuhkan termasuk kuat tekan 28 hari, modulus elastisitas dan kuat lentur (Hary 2015).

Material konstruksi perkerasan yang digunakan dengan parameter yang terkait dalam perencanaan tebal perkerasan sebagai berikut :

1. Pelat Beton

$$\text{Flexural strength (Sc)} = 45 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Kuat tekan (benda uji silinder 15 x 30 cm) : } f_c' = 250 \text{ kg/cm}^2$$

2. *We lean concrete*

$$\text{Kuat tekan (benda uji silinder 15 x 30 cm) : } f_c' = 105 \text{ kg/cm}^2$$

$S_c'$  digunakan untuk penentuan parameter parameter *flexural strength*

$F_c'$  digunakan untuk penentuan parameter modulus elastisitas beton ( $E_c$ )

### 2.3.5 Modulus Elastisitas Beton

Modulus elastisitas beton adalah suatu nilai yang menunjukkan kemampuan menahan tegangan yang cukup besar dalam kondisi regangan yang masih kecil. Artinya bahwa beton tersebut mempunyai kemampuan menahan tegangan (desak) yang cukup besar akibat beban-beban yang terjadi pada suatu regangan yang kecil, sehingga kemungkinan terkena retak pada perkerasan pun lebih kecil. Di Indonesia digunakan saat ini umumnya digunakan :  $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$ .

Perhitungan Modulus Elastisitas Beton yaitu :

$$E_c = 57000 \sqrt{f'_c} \quad (2-15)$$

Keterangan :

$E_c$  = Modulus elastisitas beton (psi)

$f'_c$  = Kuat tekan beton, silinder (psi)

### 2.3.6 *Flextural Strength* ( $S'_c$ )

Spesifikasi kuat lentur beton untuk perkerasan kaku di Indonesia disarankan

$$(S'_c) = 45 \text{ kg/cm}^2 = 640 \text{ psi}$$

### 2.3.7 *Drainage Coefficient*

Koefisien drainase ( $C_d$ ) digunakan untuk modifikasi tebal beton rancangan dengan memperhatikan kondisi drainase. Kelembapan air mempengaruhi kinerja perkerasan, yaitu mengurangi kekuatan tanah dasar dan lapis pondasi bawah, selain juga mengakibatkan melengkungnya pelat. Maksud diberikannya koefisien drainase

adalah untuk memperhatikan kinerja perkerasan oleh pengaruh sistem drainase yang mungkin kurang baik.

Hariyatmo (2015) menyarankan untuk penentuan persentase struktur perkerasan dalam setahun terkena air sampai ke tingkat jenuh dinyatakan dalam Persamaan (2-16).

$$P = \frac{T_h \text{ rata-rata}}{365} \times \frac{T_j}{24} \times WL \times 100 \quad (2-16)$$

Keterangan :

$P_{\text{heff}}$  = Persentase hari efektif hujan dalam setahun yang akan mempengaruhi perkerasan (%)

$T_j$  = Jumlah jam hujan rata-rata per hari (jam)

$T_h \text{ rata-rata}$  = Jumlah rata-rata hari hujan per tahun (hari)

$WL$  = Faktor air hujan yang masuk ke pondasi jalan

Hujan yang terjadi menjadikan sebagian air akan berinfiltrasi ke struktur perkerasan. Perkerasan air yang berinfiltrasi masuk ke perkerasan ditentukan dalam Persamaan (2-16)

$$WL = 1 - C \quad (2-16)$$

Keterangan:

$WL$  = Faktor air hujan yang masuk ke pondasi jalan

$C$  = Koefisien pengaliran

Nilai koefisien pengaliran ( $C$ ) yang digunakan dapat di lihat pada Tabel 2.12 dan Nilai koefisien drainase dapat di lihat pada Tabel 2. 13.

**Tabel 2.12 Koefisien Pengaliran (C)**

No	Kondisi Permukaan Tanah	Koefisien Pengaliran (C)
1	Jalan Beton Dan Jalan Aspal	0,70 – 0,95
2	Bahu Jalan :	
	a. Tanah berbutir halus	0,40 – 0,65
	b. Tanah berbutir kasar	0,10 – 0,20
	c. Batuan masif keras	0,70 – 0,85
	d. Batuan masif lunak	0,60 – 0,75

Sumber: Direktorat Pekerjaan Umum (1990)

**Tabel 2.13 Koefisien Drainase (Cd)**

Kualitas drainase	Persen waktu struktur perkerasan dipengaruhi oleh kadar air yang mendekati jenuh			
	< 1%	1 – 5%	5 – 25%	> 25%
Baik sekali	1.25 – 1.20	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10
Baik	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00
Sedang	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90
Buruk	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80
Sangat buruk	1.00 – 0.9	0.90 – 0.80	0.80 – 0.70	0.70

Sumber: AASHTO (1993)

### 2.3.8 Koefisien Penyaluran Beban (J)

Hardiyatmo (2015) menyatakan koefisien transfer beban (J) adalah faktor yang digunakan dalam perancangan perkerasan kaku untuk memperhitungkan kemampuan struktur beton dalam mentransfer atau mendistribusikan beban yang melintas di atas sambungan atau retakan. Nilai transfer beban yang dapat digunakan sebagai pendekatan yaitu untuk sambungan dengan dowel sebesar 2,5 – 3,1.

AASHTO (1993) menyarankan untuk perkerasan kaku bersambungan tanpa dilengkapi alat transfer beban pada sambungan maka direkomendasikan nilai transfer beban sebesar 3,8 – 4. Pendekatan penetapan parameter load transfer :

1. Joint dengan dowel :  $J = 2.5 - 3.1$
2. Untuk *overlay design* :  $J = 2.2 - 2.6$

Nilai koefisien transfer beban (J) yang digunakan sebagai parameter desain dapat dilihat pada Tabel 2.14.

**Tabel 2.14 Koefisien Transfer Beban (J)**

Bahu Jalan	Aspal		Pelat Beton Semen Portland Terikat	
	Ya	Tidak	Ya	Tidak
Tipe Perkerasan				
1. Perkerasan Beton Tak Bertulang Bersambungan (JPCP) dan Bertulang Bersambungan (JRCP)	3,2	3,8 – 4,4	2,5 - 3,2	3,6 – 4,2
2. Perkerasan Beton Bertulang Kontinyu (CRCP)	2,9 – 3,2	Tidak Ada	2,3 – 2,9	Tidak Ada

Sumber: AASHTO (1993)

### 2.3.9 Lapis Pondasi Bawah (*Subbase*)

Penggunaan lapis pondasi pada perkerasan kaku didasarkan oleh beberapa keuntungan dan alasan yaitu:

1. Menambah daya dukung lapisan tanah dasar
2. Menyediakan lantai kerja stabil untuk peralatan konstruksi
3. Untuk mengurangi lendutan pada sambungan – sambungan sehingga menjamin penyaluran beban melalui sambungan muai dalam jangka waktu lama
4. Untuk mencegah keluarnya air pada sambungan atau tepi – tepi pelat (pumping)

Menurut Pd T 14 – 2003 B Bahan pondasi bawah pada perkerasan kaku dapat berupa beberapa jenis material sebagai berikut:

1. Bahan berbutir
2. Stabilisasi atau dengan beton kurus giling padat (*Lean rolled concrete*)
3. Campuran beton kurus (*Lean Mix Concrete*)

Tebal lapisan pondasi disarankan minimum ialah 10 cm yang mana memiliki mutu sesuai dengan SNI No.03-6388-2000 dan AASHTO M-15.

#### 2.4 Penentuan Tebal Pelat Beton (D) dengan Formulasi

Penentuan tebal perkerasan pelat beton dalam perancangan perlu dipilih kombinasi yang paling optimum/ekonomis dari tebal pelat beton dan lapis pondasi. AASHTO (1993) menentukan tebal perkerasan beton dapat ditentukan dengan Persamaan (2-17).

$$\text{Log}_{10} W_{18} = Z_R S_O + 7,35 \log_{10} (D + 1) - 0,06 + \frac{\log \left[ \frac{\Delta PSI}{4,5-1,5} \right]}{1 + \frac{1,624 \times 10^7}{(D+1)^{8,64}}} + (4,22-0,32P_t) \times \text{Log}_{10} \frac{C_d \cdot s_c [D^{0,75} - 1,132]}{215,63 \times J \times X \left[ D^{0,75} - \frac{18,42}{(EC/K)^{0,25}} \right]} \quad (2-17)$$

Keterangan :

$W_{18}$  = *Traffic design, Equivalent Single Axle Load (ESAL)*

$Z_R$  = Standar normal deviasi

$S_O$  = Standar deviasi (0,30 - 0,40)

$D$  = Tebal pelat beton (*inches*)

$\Delta PSI$  = Selisih antara nilai PSI diawal dan akhir masa layan struktur perkerasan

$\Delta PSI$  =  $p_o - p_t$

$p_o$  = *Initial serviceability index*

$p_t$  = *Terminal serviceability index*

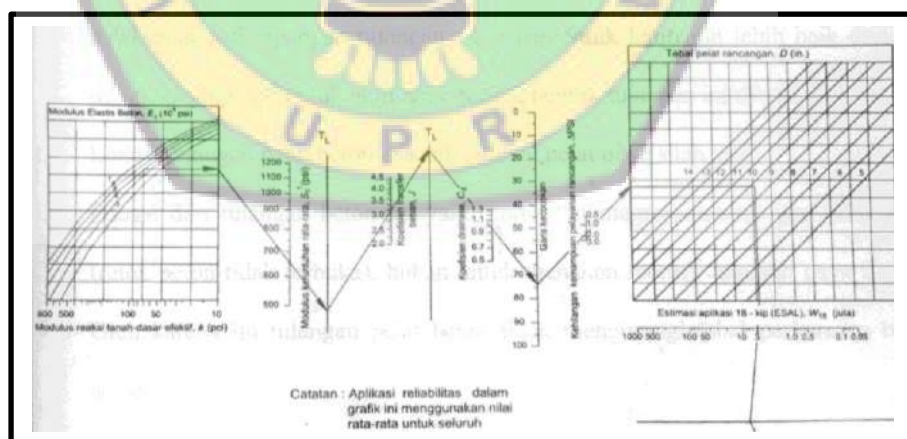
$S_c'$  = Modulus keruntuhan beton (psi).

$C_d$  = Koefisien drainase.

- J = Koefisien transfer beban (dengan dowel  $J = 2,5 - 3,1$ )  
 $E_c$  = Modulus elastisitas (psi).  
 $k$  = Modulus reaksi tanah dasar (psi).

## 2.5 Penentuan Tebal Pelat Beton (D) dengan Nomogram AASHTO 1993

Penentuan tebal pelat selain menggunakan formulasi dapat juga ditentukan dengan menggunakan nomogram. Penentuan tebal pelat menggunakan nomogram, parameter yang digunakan sama seperti tebal pelat menggunakan formulasi. Parameter yang digunakan yaitu modulus reaksi tanah dasar efektif ( $k$ ), modulus elastisitas beton ( $E_c$ ), kuat lentur beton ( $Sc'$ ), koefisien transfer beban ( $J$ ), koefisien drainase ( $C_d$ ), kehilangan kemampuan pelayanan ( $PSI$ ), standar deviasi keseluruhan ( $S_o$ ), *reliability* ( $R$ ), dan lalu lintas rancangan ( $W18$ ). Penentuan tebal perkerasan dapat dilihat menggunakan pada gambar berikut:



Sumber: AASHTO (1993)

**Gambar 2.11 Penentuan Tebal Pelat dengan Nomogram Menurut AASHTO 1993**

## 2.6 Menentukan Segmen Pelat Beton

Ukuran segmen pelat sangat dipengaruhi oleh banyak hal, seperti tebal pelat, lebar joint, ukuran sambungan memanjang, dan ukuran sambungan melintang. AASHTO 1993 menyarankan penentuan ukuran segmen pelat beton sebagai berikut:

1. Panjang pelat (feet) = 2 x Tebal pelat (inchi) (2-18)
2. Perbandingan antara lebar dan panjang pelat tidak lebih dari 1,25.

## 2.7. Perencanaan Sambungan

Tulangan pelat pada perkerasan beton semen mempunyai bentuk, lokasi dan fungsi yang berbeda dengan tulangan pelat pada konstruksi beton yang lain seperti gedung, balok dan sebagainya. Adapun karakteristik dari tulangan pelat pada perkerasan beton segmen adalah sebagai berikut (Efendi, M dan Sofyan, M., 2016):

1. Bentuk tulangan pada umumnya berupa lembaran atau gulungan. Pada pelaksanaan di lapangan tulangan yang berbentuk lembaran lebih baik daripada tulangan yang terbentuk gulungan. Kedua bentuk tulangan ini dibuat oleh pabrik.
2. Lokasi tulangan pelat beton terletak  $\frac{1}{4}$  tebal pelat di sebelah atas.
3. Fungsi dari tulangan beton ini yaitu untuk “memegang beton” agar tidak retak (retak beton tidak terbuka), bukan untuk menahan momen ataupun gaya lintang. Oleh karena itu tulangan pelat beton tidak mengurangi tebal perkerasan beton semen.

Perencanaan sambungan pada perkerasan kaku merupakan bagian yang harus dilakukan baik jenis perkerasan beton bersambung tanpa atau dengan tulangan, maupun pada jenis perkerasan beton menerus dengan tulangan.

a. Dowel (ruji)

Dowel berupa batang baja tulangan polos (maupun profil) yang digunakan sebagai sarana penyambung/pengikat pada beberapa jenis sambungan pelat beton perkerasan jalan. Dowel berfungsi sebagai penyalur beban pada sambungan yang dipasang dengan separuh panjang terikat dan separuh panjang dilumasi atau dicat untuk memberikan kebebasan bergeser. Berikut dibawah ini Tabel 2.15 ukuran dan jarak batang dowel yang disarankan untuk digunakan pada perkerasan.

**Tabel 2.15 Ukuran dan Jarak Batang Dowel yang Disarankan**

Tebal Pelat		Diamater		Panjang		Jarak	
Inchi	Mm	inchi	mm	inci	mm	inchi	mm
6	150	¼	19	18	450	12	300
7	175	1	25	18	450	12	300
8	200	1	25	18	450	12	300
9	225	1 ¼	32	18	450	12	300
10	250	1 ¼	32	18	450	12	300
11	275	1 ¼	32	18	450	12	300
12	300	1 ½	38	18	450	12	300
13	325	1 ½	38	18	450	12	300
14	350	1 ½	38	18	450	12	300

*Sumber: Principles of pavement design by Yoder & Witczak, 1975*

b. Batang Pengikat (*Tie Bar*)

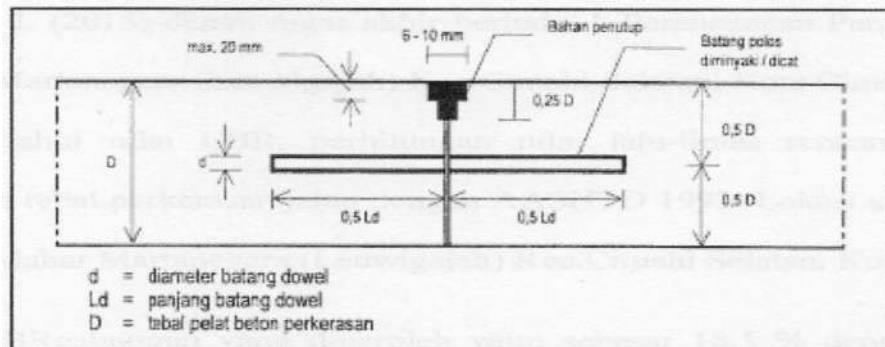
Batang tulangan atau baja ulir yang digunakan untuk menjaga agar tepi/ujung-ujung pelat beton yang berdampingan tetap dalam kontak yang baik antara satu dengan yang lainnya dan membantu terjadinya ikatan sempurna antar sambungan. Batang pengikat dipasang pada sambungan

memanjang. Penentuan tie bars yang digunakan dapat menggunakan Tabel 2.16.

**Tabel 2.16 Penentuan Ukuran Tie Bar**

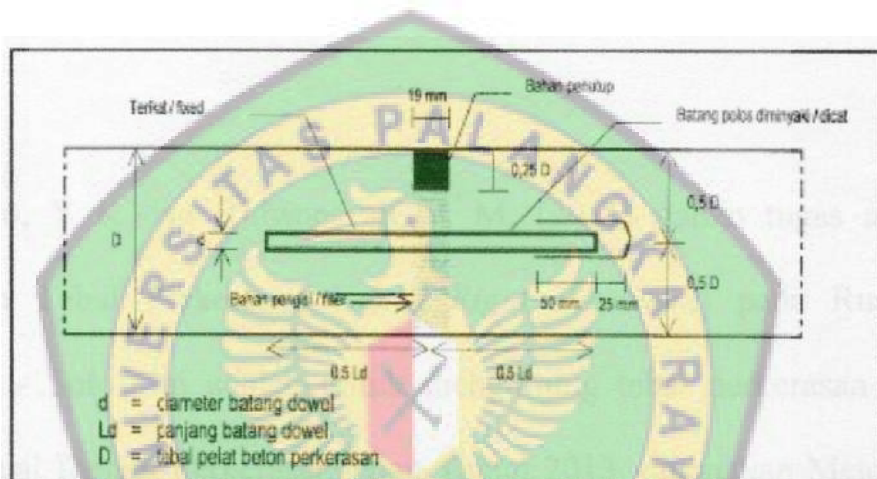
Jenis dan Mutu Baja	Tegangan Kinerja (psi)	Tebal Perkerasan (in)	Diameter Batang ½ in				Diameter Batang ½ in			
			Panjang (in)	Jarak Maximum (in)			Panjang (in)	Jarak Maximum (in)		
				Lebar Lajur 10 fit	Lebar Lajur 11 ft	Lebar Lajur 12 ft		Lebar Lajur 10 fit	Lebar Lajur 11 ft	Lebar Lajur 12 ft
Grade 40	3000	6	25	48	48	48	30	48	48	48
		7	25	48	48	48	30	48	48	48
		8	25	48	44	40	30	48	48	48
		9	25	48	40	38	30	48	48	48
		10	25	48	38	32	30	48	48	48
		11	25	35	32	29	30	48	48	48
		12	25	32	29	26	30	48	48	48

Sumber: Literatur UI dalam Suryawan (2009)



Sumber: AASHTO (1993)

**Gambar 2.12 Sambungan Susut Melintang dengan Dowel**



Sumber: AASHTO (1993)

**Gambar 2.13 Sambungan Muai dengan Dowel**

## 2.8 Metode Manual Desain Perkerasan Jalan Tahun 2017

Dalam rangka peningkatan dan pengembangan kinerja jalan untuk pelaksanaan kegiatan pekerjaan konstruksi jalan guna menjamin kualitas perkerasan jalan, maka perlu dilakukan pendekatan perencanaan dan desain perkerasan jalan. Manual Desain Perkerasan 2017 ini merupakan revisi terhadap Manual Desain Perkerasan 2013 yang meliputi struktur penyajian untuk mempermudah pemahaman pengguna dan penambahan serta perbaikan kandungan

manual. Secara umum struktur penyajian manual yang dibuat mengikuti urutan-urutan proses desain mulai dari penetapan umur rencana sampai dengan katalog dan proses desain tetap dipertahankan. Dalam metode ini dideskripsikan pendekatan dengan desain mekanistik, prosedur pendukung empiris, dan solusi berdasarkan *chart* yang mengakomodasi keempat tantangan seperti beban berlebih, temperatur perkerasan tinggi, curah hujan tinggi dan tanah lunak secara komprehensif. Peran dari tenaga perencana (*desainer*) tetap kritis: kondisi lapangan harus diidentifikasi secara benar dan dimasukkan dalam proses desain, desain harus cukup praktis untuk dilaksanakan, dapat dipercaya dan tepat biaya namun solusi desain harus konsisten dengan persyaratan dalam manual ini, terutama yang terkait dengan umur rencana, beban berlebih, faktor kerusakan, dan desain pondasi jalan. Semua desain yang diusulkan harus memenuhi persyaratan dalam manual ini. Dan juga dalam manual ini memiliki tantangan ke lima yaitu: mutu konstruksi yang harus ditingkatkan dengan peningkatan profesionalisme industri konstruksi jalan. Peningkatan komprehensif dalam kinerja aset jalan mengharuskan ke lima tantangan tersebut teratasi. Manual Desain Perkerasan ini mewakili salah satu langkah-langkah penting dalam peningkatan manajemen dan kinerja aset jalan.

Dalam pedoman desain perkerasan kaku mengikuti ketentuan Pd T-14-2003 Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan Beton Semen desain perkerasan kaku didasarkan pada distribusi kelompok sumbu kendaraan niaga dan bukan pada nilai CESA. Sebaran kelompok sumbu digunakan untuk menentukan desain struktur perkerasan kaku pada Bagan Desain 4. Sebaran kelompok sumbu yang digunakan adalah berdasarkan sumbu kendaraan dari prediksi volume kendaraan rencana jalan

tol. Metode ini secara umum hampir sama dengan Metode MDP 2013, dimana masih dipakai beberapa parameter-parameter pada MDP 2013. Namun demikian terdapat beberapa perubahan-perubahan dan penambahan parameter yang digunakan, begitu juga beberapa rumus yang dirubah, sehingga terdapat perubahan yang cukup jelas dalam penentuan nilai tebal perkerasan. Parameter-parameter berikut adalah parameter yang mengalami perubahan dari parameter MDP 2017 maupun ditambah adalah sebagai berikut:

### 2.8.1 Umur Rencana

Umur rencana perkerasan baru seperti yang terdapat di dalam Tabel 2.17

**Tabel 2.17 Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru (UR)**

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (tahun) <sup>(1)</sup>
Perkerasan lentur	Lapisan aspal dan lapisan berbutir	20
	Fondasi jalan	40
	Semua perkerasan untuk daerah yang tidak dimungkinkan pelapisan ulang ( <i>overlay</i> ), seperti: jalan perkotaan, <i>underpass</i> , jembatan, terowongan.	
	<i>Cement Treated Based</i> (CTB)	
Perkerasan kaku	Lapis fondasi atas, lapis fondasi bawah, lapis beton semen, dan fondasi jalan.	
Jalan tanpa penutup	Semua elemen (termasuk fondasi jalan)	Minimum 10

Sumber: MDP (2017)

### 2.8.2 Pemilihan Struktur Perkerasan

Pemilihan jenis perkerasan akan bervariasi berdasarkan volume lalu lintas, umur rencana, dan kondisi fondasi jalan. Batasan pada Tabel 2.18 tidak mutlak, perencana harus mempertimbangkan biaya terendah selama umur rencana, keterbatasan dan kepraktisan pelaksanaan. Pemilihan alternatif desain berdasarkan manual ini harus didasarkan pada *discounted lifecycle cost* terendah.

Tabel 2.18 Pemilihan Jenis Perkerasan

Struktur Perkerasan	Bagan desain	ESA (juta) dalam 20tahun (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 $\text{CBR} \geq 2,5\%$ )	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)	3B	-	-	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	-	-	-

**Tabel 2.18 (Lanjutan)**

Lapis Fondasi Soil Cement	6	1	1	-	-	-
Perkerasan tanpa penutup (Japat, jalan kerikil)	7	1	-	-	-	-

Sumber: MDP(2017)

Catatan: tingkat kesulitan: 1. Kontraktor kecil-medium

2. Kontraktor besar dengan sumber daya yang

memadai

3. Membutuhkan keahlian dan tenaga ahli khusus

dibutuhkan kontraktor spesialis Burda

### 2.8.3 Lalu Lintas

#### a. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Faktor pertumbuhan lalu lintas berdasarkan data–data pertumbuhan series (*historical growth data*) atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang berlaku. Jika tidak tersedia data maka Tabel 4.1. dapat digunakan (2015 – 2035).

**Tabel 2.19 Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (i) (%)**

	<b>Jawa</b>	<b>Sumatera</b>	<b>Kalimantan</b>	<b>Rata-rata Indonesia</b>
<b>Arteri dan perkotaan</b>	4,80	4,83	5,14	4,75
<b>Kolektor rural</b>	3,50	3,50	3,50	3,50
<b>Jalan desa</b>	1,00	1,00	1,00	1,00

Sumber: MDP(2017)

Pertumbuhan lalu lintas selama umur terencana dihitung dengan faktor pertumbuhan kumulatif (*Cumulative Growth Factor*) sebagai berikut:

$$R = \frac{(1 + 0.1i)^{UR} - 1}{0.01i} \quad (2-18)$$

Keterangan: R = faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

UR = umur rencana (tahun)

i = laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (%)

b. Faktor distribusi Lajur dan Kapasitas Lajur

Faktor distribusi lajur digunakan untuk menyesuaikan beban kumulatif (ESA) pada jalan dengan dua lajur atau lebih dalam satu arah. Pada jalan yang demikian, walaupun sebagian besar kendaraan niaga akan menggunakan lajur luar, sebagian lainnya akan menggunakan lajur-lajur dalam. Faktor distribusi jalan yang ditunjukkan pada Tabel 2.20.

Beban desain pada setiap lajur tidak boleh melampaui kapasitas lajur selama umur rencana. Kapasitas lajur mengacu Permen PU No.19/PRT/M/2011 tentang Persyaratan Teknis Jalan dan Kriteria Perencanaan Teknis Jalan berkaitan rasio antara volume dan kapasitas jalan yang harus dipenuhi.

**Tabel 2.20 Faktor Distribusi Lajur (DL)**

Jumlah lajur (setiap arah)	Kendaraan niaga pada lajur rencana
1	100
2	80
3	60
4	50

Sumber: MDP (2017)

c. Perkiraan Faktor Ekuivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*)

Dalam desain perkerasan, beban lalu lintas dikonversi ke beban standar (ESA) dengan menggunakan Faktor Ekuivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*).

Analisis struktur perkerasan dilakukan berdasarkan jumlah kumulatif ESA pada lajur rencana sepanjang umur rencana.

Desain yang akurat memerlukan perhitungan beban lalu lintas yang akurat pula. Studi atau survei beban gandar yang dirancang dan dilaksanakan dengan baik merupakan dasar perhitungan ESA yang andal. Oleh sebab itu, survei beban gandar harus dilakukan apabila dimungkinkan. Ketentuan pengumpulan data beban gandar ditunjukkan pada tabel 2.21

**Tabel 2.21 Pengumpulan Data Beban Gandar**

Spesifikasi Penyediaan Prasarana Jalan	Sumber Data Beban Gandar*
Jalan Bebas Hambatan*	1 atau 2
Jalan Raya	1 atau 2 atau 3
Jalan Sedang	2 atau 3
Jalan Kecil	2 atau 3

*Sumber:MDP(2017)*

\*Data beban gandar dapat diperoleh dari:

1. Jembatan timbang, timbangan statis atau WIM (survei langsung).
2. Survei beban gandar pada jembatan timbang atau WIM yang pernah dilakukan dan dianggap cukup representatif.
3. Data WIM Regional yang dikeluarkan oleh Ditjen Bina Marga

Timbangan survei beban gandar yang menggunakan sistem statis harus mempunyai kapasitas beban roda (tunggal atau ganda) minimum 18 ton atau kapasitas beban sumbu tunggal minimum 35 ton.

Tingkat pembebanan faktual berlebih diasumsikan berlangsung sampai tahun 2020. Setelah tahun 2020, diasumsikan beban kendaraan sudah terkendali dengan beban sumbu nominal terberat (MST) 12 ton. Namun demikian, untuk keperluan

desain, Direktorat Jenderal Bina Marga dapat menentukan waktu penerapan efektif beban terkendali tersebut setiap waktu. Jika survei beban gandar tidak mungkin dilakukan oleh perencana dan data survei beban gandar sebelumnya tidak tersedia, maka nilai VDF pada lampiran 4 dan lampiran 5 dapat digunakan untuk menghitung ESA. Pada lampiran 4 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 diperbarui 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 pada lampiran 5. Untuk periode beban faktual (sampai tahun 2020), digunakan nilai VDF beban nyata. Untuk periode beban normal (terkendali) digunakan VDF dengan muatan sumbu terberat 12 ton. Perkiraan beban gandar kawasan dengan lalu lintas rendah dapat mengacu Tabel 2.22.

d. Sebaran Kelompok Sumbu Kendaraan Niaga

Berdasarkan pedoman desain perkerasan kaku (Pd T-14-2003), beban lalu lintas desain didasarkan pada distribusi kelompok sumbu kendaraan niaga (*heavy vehicle axle group*, HVAG) dan bukan pada nilai ESA. Karakteristik proporsi sumbu dan proporsi beban setiap kelompok sumbu dapat menggunakan data hasil survey jembatan timbang atau mengacu pada Lampiran 6.

e. Beban Sumbu Standar Kumulatif

Beban sumbu standar kumulatif atau *Cumulative Equivalent Single Axle Load* (CESAL) merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur

desain selama umur rencana, yang ditentukan sebagai berikut:

Menggunakan VDF masing-masing kendaraan niaga

$$ESA_{TH-1} = (\sum LHR_{JK} \times VDF_{JK}) \times 365 \times DD \times DL \times R \quad (2-19)$$

Dengan  $ESA_{TH-1}$  : Kumulatif lintasan sumbu standar ekivalen (*equivalent standart axle*)

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

$VDF_{JK}$  : Faktor Ekivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*) tiap jenis kendaraan niaga Tabel 4.4. dan Tabel 4.5.

$DD$  : Faktor distribusi arah.

$DL$  : Faktor distribusi lajur (Tabel 4.2).

$CESAL$  : Kumulatif beban sumbu standar ekivalen selama umur rencana.

$R$  : Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

f. Perkiraan Lalu Lintas untuk Jalan dengan Lalu Lintas Rendah

Untuk jalan dengan lalu lintas rendah, jika data lalu lintas tidak tersedia atau diperkirakan terlalu rendah untuk mendapatkan desain yang aman, maka nilai perkiraan dalam Tabel 2.22 berikut dapat digunakan.

**Tabel 2.22 Perkiraan Lalu Lintas untuk Jalan Lalu Lintas Rendah**

Deskripsi Jalan	LHR dua arah (kend/hari)	Kendaraan berat (% dari lalu lintas)	Umur Rencana (th)	Pertumbuhan Lalu Lintas (%)	Faktor Pengali Pertumbuhan kumulatif lalu lintas	Kelompok Sumbu/ Kendaraan Berat	Kumulatif HVAG (kelompok sumbu)	Faktor ESA/HVAG	Beban Lalu lintas desain (aktual) (ESA4)
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 dua arah	90	3	20	1	22	2	21.681	3,16	$7 \times 10^4$
Jalan lokal	500	6	20	1	22	2,1	252.945	3,16	$8 \times 10^5$
Akses lokal daerah industri atau <i>quarry</i>	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	$5 \times 10^6$

#### 2.8.4 Desain Pondasi Jalan

Desain pondasi jalan adalah desain perbaikan tanah dasar dan lapis penopang (*capping*), tiang pancang mikro, drainase vertikal dengan bahan strip (*wick drain*) atau penangan lainnya yang dibutuhkan untuk memberikan landasan pendukung struktur perkerasan lentur dan perkerasan kaku dan sebagai akses untuk lalu lintas konstruksi pada musim hujan. Tiga faktor yang paling berpengaruh pada desain perkerasan adalah analisis lalu lintas, evaluasi tanah dasar dan perkiraan dampak kadar air.

##### a. Pengujian daya dukung dan asumsi-asumsi

Spesifikasi umum pelaksanaan menetapkan bahwa lapisan tanah yang lebih dalam dari 30 cm di bawah elevasi tanah dasar harus dipadatkan sampai 95% kepadatan kering maksimum. Hingga kedalaman 30 cm dari elevasi tanah dasar tanah dipadatkan hingga 100% kepadatan kering maksimum (SNI 03-1742-1989)

Untuk desain, daya dukung rencana tanah dasar diperoleh dari nilai CBR rendaman 4 hari pada 95% kepadatan standar kering maksimum. Berdasarkan kriteria-kriteria pada bagan tersebut, tanah dasar yang lazim ditemui di Indonesia mempunyai nilai CBR sekitar 4% bahkan dapat serendah 2%. Prosedur pengambilan contoh dan pengujian yang sesuai dengan kondisi lapangan harus diperhatikan. Dalam hal tanah lunak kepadatan berdasarkan standar pengujian laboratorium tidak mungkin dicapai di lapangan. Dengan demikian nilai CBR laboratorium untuk tanah lunak menjadi tidak relevan. Kerusakan perkerasan banyak terjadi selama musim penghujan. Kecuali jika tanah dasar tidak dipadatkan seperti tanah asli pada daerah tanah lunak, maka daya dukung tanah dasar desain

hendaknya didapat dengan perendaman selama 4 hari, dengan nilai CBR pada 95% kepadatan kering maksimum. Perkerasan membutuhkan tanah dasar yang:

- 1) Memiliki setidaknya CBR rendaman minimum desain,
- 2) Dibentuk dengan baik,
- 3) Terpadatkan dengan benar,
- 4) Tidak sensitif terhadap hujan,
- 5) Mampu mendukung lalu lintas konstruksi

**b. Pengukuran Daya Dukung dengan DCP (*Dynamic Cone Penetration Test*)**

Pengujian daya dukung dengan DCP tidak memberikan hasil dengan tingkat ketelitian yang sama dengan pengujian di laboratorium. Pengujian DCP hanya dilakukan pada kondisi berikut:

- 1) Tanah rawa jenuh air sehingga tidak mungkin dapat dipadatkan sehingga pengujian CBR laboratorium menjadi tidak relevan. Dalam hal ini nilai CBR yang diperoleh dari pengujian DCP memberikan nilai yang lebih dapat diandalkan. Pengujian DCP juga digunakan untuk menentukan kedalaman tanah lunak. Pengujian penetrometer atau piezometer juga dapat digunakan.
- 2) Pada kawasan tanah aluvial kering, khususnya daerah persawahan, kemungkinan terdapat lapisan dengan kepadatan rendah (antara 1200 – 1500 kg/m<sup>3</sup>) di bawah permukaan tanah yang kering. Pengujian DCP harus dilakukan untuk memastikan kondisi faktual terbasah di lapangan dan harus diperhitungkan dalam desain. Untuk keamanan, dalam proses desain harus diasumsikan bahwa lapisan tersebut jenuh selama musim penghujan.

**Tabel 2.23 Faktor Penyesuaian Modulus Tanah Dasar Terhadap Kondisi Musim.**

Musim	Faktor Penyesuaian Minimum Nilai CBR Berdasarkan Pengujian DCP
Musim hujan dan tanah jenuh	0.90
Masa transisi	0.80
Musim kemarau	0.70

Sumber:MDP (2017)

Nilai CBR desain = (CBR hasil pengujian DCP) x faktor penyesuaian.

c. Umur Rencana Pondasi Perkerasan

Umur rencana fondasi untuk jalan baru dan pelebaran minimum 40 tahun dengan pertimbangan sebagai berikut:

- 1) Fondasi perkerasan tidak dapat ditingkatkan selama masa pelayanan, kecuali dengan cara rekonstruksi menyeluruh.
- 2) Perkerasan lentur dengan desain fondasi di bawah standar mungkin memerlukan perkuatan dengan lapisan aspal tambahan berulang kali selama masa pelayanannya sehingga biaya total perkerasan (*lifecycle cost*) menjadi lebih mahal dibandingkan dengan perkerasan yang didesain dengan baik.
- 3) Perkerasan kaku di atas tanah lunak dengan desain fondasi di bawah standar (*under design*) cenderung mengalami keretakan dini yang dalam kasus terburuk mungkin memerlukan penggantian pelat beton.

d. Pondasi Perkerasan Kaku

- 1) Untuk tanah dasar normal

Ketentuan berikut ini membahas tanah dasar di bawah perkerasan kaku selain tanah lunak atau gambut yang telah dibahas sebelumnya. Pedoman perencanaan Pd

T-14-2003 mensyaratkan nilai CBR ekuivalen tanah dasar normal ditentukan sebagai berikut:

Apabila fondasi perkerasan terdiri dari beberapa lapis atau apabila tanah dasar asli terdiri dari beberapa lapis dengan kekuatan tertinggi terletak pada lapis paling atas maka CBR tanah dasar ditentukan sesuai formula berikut:

$$CBR \text{ ekuivalen} = \left( \frac{\sum_i h_i CBR_i^{0.33}}{\sum_i h} \right)^3 \quad (2-20)$$

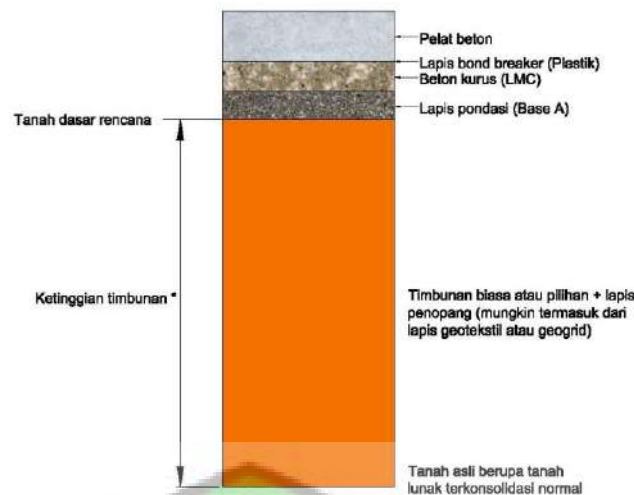
Dengan,  $h_i$  = tebal lapis  $i$  dan  $\sum h_i = 1$  meter.

## 2) Untuk tanah lunak

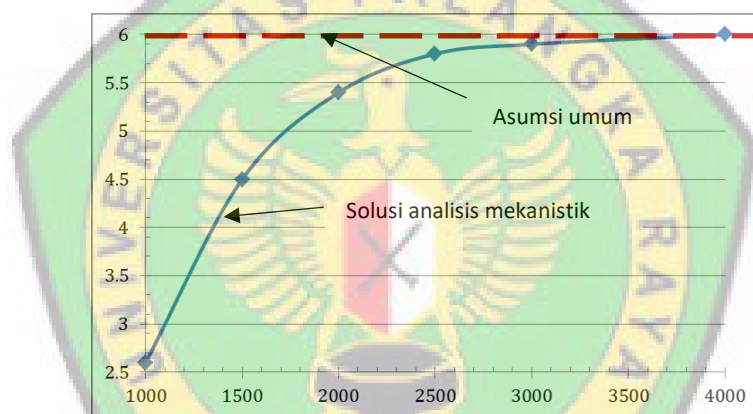
Perkerasan kaku sebaiknya tidak digunakan di atas tanah lunak, kecuali jika dibangun dengan fondasi *micro pile*. Gambar 6.1 menunjukkan tipikal struktur perkerasan di atas tanah lunak. Apabila perkerasan kaku dibangun di atas tanah lunak maka fondasi perkerasan tanah lunak harus terdiri atas:

- a) penggalian dan penggantian seluruh tanah lunak atau,
- b) lapis penopang dengan nilai CBR tidak lebih dari yang ditunjukkan di dalam Gambar 2.15 dan timbunan dengan tinggi tidak kurang dari ketentuan menurut Gambar 2.16. Lapis penopang harus diberikan waktu untuk mengalami konsolidasi (pra-pembebanan) sesuai batasan perbedaan penurunan yang ditunjukkan di dalam Tabel 2.15.

Apabila ketinggian timbunan terbatas seperti halnya pada kasus pelebaran perkerasan eksisting, perlu dilakukan pembongkaran tanah lunak seluruhnya atau menggunakan penanganan khusus.



**Gambar 2.14 Struktur Perkerasan Kaku**

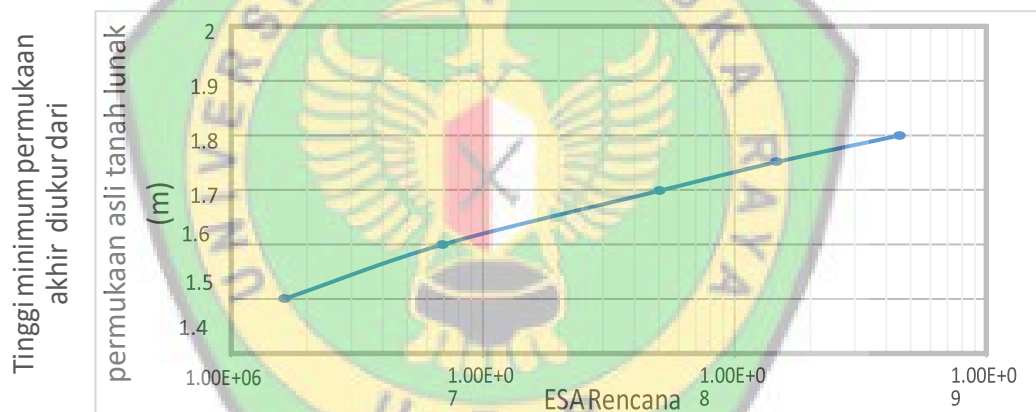


**Gambar 2. 15 CBR Maksimum Tanah Dasar Untuk Perkerasan Kaku Di Atas Tanah Lunak**

c) Deformasi Plastis Di Bawah Beban Dinamis

Deformasi plastis pada tanah dasar di bawah sambungan perkerasan kaku (JPCP atau JRCP) dapat menimbulkan rongga yang pada masa pelayanan perkerasan harus ditutup (dengan *undersealing* atau *mud jacking*). Dengan demikian, perkerasan kaku pada timbunan di atas tanah lunak rentan mengalami kerusakan dini sehingga program pemeliharaan berkala harus mencakup *undersealing* dan lapis tambah. Sebagian dari deformasi plastis tersebut terbentuk

karena perbedaan distribusi tegangan pada tanah yang mengalami beban dinamis pada sambungan pelat. Proses tersebut menyebabkan hilangnya keseragaman daya dukung yang dapat mengakibatkan timbulnya retak dan penurunan kenyamanan berkendara. Pengaruh tinggi timbunan terhadap jumlah repetisi beban yang dapat menyebabkan kegagalan sambungan ditunjukkan dalam Gambar 2.16. Apabila tinggi timbunan kurang dari yang dinyatakan di dalam Gambar 2.16, atau terdapat ketidakseragaman daya dukung, pelat beton perkerasan harus diperkuat dengan tulangan penyebaran retak. Untuk jalan dengan alinyemen baru ketinggian timbunan harus lebih besar dari yang ditunjukkan pada Gambar 2.16.



**Gambar 2. 16 Tinggi Minimum Permukaan Akhir Dari Permukaan Tanah Lunak Untuk Membatasi Terjadinya Deformasi Plastis Di Bawah Sambungan Pelat**

### 2.8.5 Struktur Perkerasan

Persyaratan desain perkerasan kaku dengan sambungan dan ruji (*dowel*) serta bahu beton (*tied shoulder*), dengan atau tanpa tulangan distribusi retak.

**Tabel 2.24 Perkerasan Kaku untuk Jalan dengan Beban Lalu lintas Berat (Bagan Desain-4)**

Struktur Perkerasan	R1	R2	R3	R4	R5
Kelompok sumbu kendaraan berat ( <i>overloaded</i> ) (10E6)	< 4.3	< 8.6	< 25.8	< 43	<86
Dowel dan bahu beton	Ya				
STRUKTUR PERKERASAN (mm)					
Tebal pelat beton	265	275	285	295	305
Lapis Fondasi LMC	100				
Lapis Drainase (dapat mengalir dengan baik)	150				

Sumber:MDP(2017)

Perencana harus menerapkan kelompok sumbu kendaraan niaga dengan beban yang aktual. Bagan beban di dalam Pd T-14-2003 tidak boleh digunakan untuk desain perkerasan karena didasarkan pada ketentuan berat kelompok kendaraan yang tidak realistis dengan kondisi Indonesia. Lampiran D memberikan pembebanan kelompok sumbu yang mewakili kondisi Indonesia.

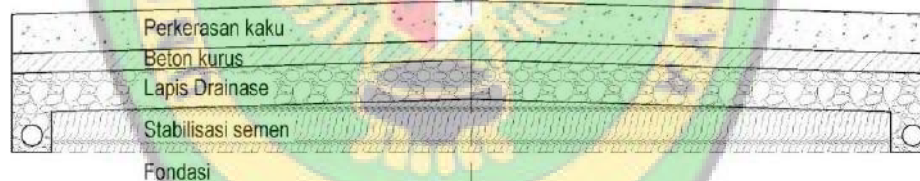
**Tabel 2.25 Perkerasan Kaku Untuk Jalan Dengan Beban Lalu Lintas Rendah (Bagan Desain-4A)**

	Tanah Dasar			
	Tanah Lunak Dengan Lapis Penopang		Dipadatkan Normal	
Bahu Pelat Beton ( <i>Tied Shoulder</i> )	Ya	Tidak	Ya	Tidak
		Tebal Pelat	Beton (mm)	
Akses Terbatas Hanya Mobil Penumpang Dan Motor	160	175	135	150

**Tabel 2.25 (Lanjutan)**

Dapat Diakses Oleh Truk	180	200	160	175
Tulangan Distribusi Retak Retak	Ya		Ya Jika Daya Dukung Fondasi Tidak Seragam	
Dowel		Tidak Dibutuhkan		
LMC		Tidak Dibutuhkan		
Lapis Fondasi Kelas A (Ukuran Butir Nominal Maksimum 30 Mm)		125 Mm		
Jarak Sambungan Melintang		4m		

\* Jalan desa atau jalan dengan volume lalu lintas kendaraan niaga rendah seperti dinyatakan di dalam Lampiran (Perkiraan lalu lintas untuk jalan lalu lintas rendah).



**Gambar 2. 17 Tipikal Potongan Melintang Perkerasan Kaku  
(Bagan desain 4)**

## 2.9 Penelitian Terdahulu

Tinjaun pustaka yang dilakukan dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini berdasarkan Tugas Akhir mahasiswa, pedoman, maupun buku yang berkaitan dengan materi pembahasan. Sebelum “Perencanaan Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*) dengan Metode AASHTO 1993 dan Metode MDP 2013 pada Dusun Betung Desa Tumbang Liting Kecamatan Katingan Hilir Kabupaten Katingan”

dilakukan, sebenarnya telah ada penelitian terdahulu yang cukup erat kaitannya dengan penelitian ini.

Putranto, Y K dan Ridwansyah, A M. (2016) dalam tugas akhir berjudul “Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*) pada Ruas Jalan Tol Karanganyar – Solo” ini adalah untuk menghitung tebal perkerasan kaku dengan metode Manual Desain Perkerasan Jalan Tahun 2013, digunakan Metode AASHTO 1993 sebagai pembandingan hasil perencanaan. Lokasi studi dilakukan pada ruas tol Karanganyar-Solo.

Hasil perencanaan kaku menggunakan Metode AASHTO 1993 dengan nilai lalu-lintas rencana ESAL sebesar  $106 \times 10^6$  maka diperoleh tebal perkerasan dengan tebal pelat 35,56 cm. Lapis pondasi beton kurus 15 cm dan lapis pondasi agregat kelas A 15 cm. Hasil perencanaan kaku menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan Tahun 2013 dengan nilai JSKN rencana diperoleh jumlah kendaraan niaga sebesar  $33,33 \times 10^6$  maka diperoleh perkerasan dengan tebal pelat 30 cm, Lapis pondasi beton kurus 10 cm dan Lapis pondasi agregat kelas A 15 cm.

Widodo, M H (2018) dalam tugas akhir berjudul “Evaluasi Tebal Perkerasan Kaku pada Ruas Jalan Tol Colomadu-Karanganyar dengan Metode AASHTO 1993 dan Metode Bina Marga 2002” ini adalah untuk mengevaluasi tebal perkerasan kaku dengan metode AASHTO 1993 dan Metode Bina Marga 2002. Lokasi studi dilakukan di ruas Tol Solo-Ngawi, ruas Colomadu-Karanganyar Sta 1 + 100 sampai 2 + 100. Hasil Perencanaan kaku menggunakan Metode AASHTO 1993 dengan nilai lalu lintas rencana ESAL sebesar 14220662,26 maka diperoleh tebal perkerasan dengan tebal pelat 28 cm, Lapis pondasi beton kurus 10 cm dan Lapis

pondasi agregat kelas A 15 cm. Hasil Perencanaan kaku menggunakan Metode Bina Marga 2002 dengan nilai JSKN rencana diperoleh jumlah kendaraan niaga sebesar  $3,944942484 \times 10^7$  maka diperoleh tebal perkerasan dengan tebal pelat 27 cm, Lapis pondasi beton kurus 10 cm dan Lapis pondasi agregat kelas A 15 cm.

Sinaga, D R (2018) dalam tugas akhir berjudul “Perencanaan tebal perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) pada jalan akses menuju lokasi Pelabuhan Tanjung Kalab di Bumi Harjo Kabupaten Kotawaringin Barat Provinsi Kalimantan Tengah” adalah untuk menghitung tebal perkerasan kaku dengan Metode AASHTO 1993 dengan metode AASHTO 1993 sebagai pembanding hasil perencanaan lokasi studi dilakukan pada jalan akses menuju lokasi Pelabuhan Tanjung Kalab di Bumi Harjo Kabupaten Kotawaringin Barat Provinsi Kalimantan Tengah.

Hasil perencanaan kaku menggunakan Metode AASHTO 1993 dengan nilai lalu – lintas rencana ESAL sebesar 1420899,47 maka diperoleh tebal perkerasan dengan tebal 28 cm. *Lean mix concrete* (LMC) Lapis pondasi beton kurus 15 cm dan Lapis pondasi agregat kelas A 15 cm. Sedangkan dalam metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2013 dengan tebal pelat beton 28,5 cm dan Ukuran batang dowel didapat hasil diameter dowel sebesar 32 mm untuk CBR 18,5% dan 38 mm untuk CBR 6%. Sedangkan dalam metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2013 diketahui ukuran diameter dowel 25 cm.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **1.1 Umum**

Metode penelitian yang dilakukan berdasarkan observasi dan informasi dilapangan dengan tujuan untuk mengetahui dan merencanakan perkerasan jalan sesuai dengan metode yang digunakan dalam perencanaan. Penelitian ini dilakukan pada ruas jalan akses menuju lokasi Dusun Betung Desa Tumbang Liting Kecamatan Katingan Hilir Kabupaten Katingan Kalimantan Tengah.

#### **1.2 Pengumpulan Data**

##### **1. Data Primer**

Data primer merupakan data yang diperoleh dengan cara pengamatan dan pengukuran langsung di lokasi penelitian.

Data primer yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya:

- a. Mendokumentasikan kondisi *existing* jalan
- b. Menghitung nilai CBR
- c. Data LHR (Lalu Lintas Harian Rata-rata)

##### **2. Data sekunder**

Data sekunder merupakan data yang di peroleh melalui sumber data yang telah ada, dari instansi terkait, buku, laporan, jurnal atau sumber lain yang relevan.

Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data Hidrologi.

### 1.3 Tahapan Penelitian

Adapun tahapan-tahapan penelitian ini adalah:

1. Survei pendahuluan
2. Persiapan pelaksanaan penelitian
3. Pelaksanaan penelitian

#### 3.3.1 Survei Pendahuluan

Sebelum melaksanakan penelitian, maka perlu dilakukan survei pendahuluan dengan tujuan mendapatkan data-data awal, juga untuk mengenal lokasi penelitian yang nantinya digunakan sebagai langkah langkah yang akan dilakukan selanjutnya. Dengan adanya survei pendahuluan ini diharapkan dalam melaksanakan penelitian tidak ditemui hambatan-hambatan yang berarti. Hal-hal yang termasuk dalam survei pendahuluan adalah:

1. Mengetahui ruas jalan yang akan dijadikan objek penelitian, juga untuk mengetahui kondisi *existing* jalan tersebut.
2. Menentukan batas awal dan akhir penelitian pada ruas jalan yang di teliti.

#### 3.3.2 Persiapan Penelitian

Agar penelitian berjalan dengan lancar dan data yang didapat akurat, maka perlu diadakan persiapan penelitian yaitu dengan mengadakan pengecekan semua alat yang digunakan dalam penelitian ini.

Dalam penelitian ini digunakan alat untuk penunjang proses pengambilan data yaitu:

1. Rol Meter

Digunakan untuk mengukur jarak antara titik yang akan dilakukan pengujian menggunakan alat DCP

2. Kamera

Digunakan sebagai pengambilan dokumentasi di lapangan

3. Alat Tulis

Digunakan sebagai alat pencatat data-data hasil pengamatan

4. Satu set alat *Dynamic cone Penetrometer* (DCP)

Digunakan untuk menentukan nilai CBR langsung dilapangan pada kedalaman tertentu.

### 3.3.3 Pelaksanaan Penelitian

Setelah diadakan survei pendahuluan dan persiapan penelitian langkah-langkah selanjutnya adalah melaksanakan penelitian. Penelitian yang dilaksanakan yaitu menghitung lalu lintas harian dan menghitung nilai CBR dengan pengujian DCP sebagai berikut:

1. Waktu Penelitian

Waktu pengamatan atau waktu survei lalu lintas harian dilakukan dari hari Senin-Minggu pada jam sibuk yaitu: 07.00 – 19.00 WIB selama 2 Minggu.

2. Menghitung Nilai CBR Dengan Pengujian DCP sebagai berikut:

- a. Tujuan Percobaan

Percobaan ini dilakukan untuk menentukan nilai CBR langsung dilapangan pada kedalaman tertentu dengan menggunakan *Dynamic Cone Penetrometer*.

b. Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam pengujian ini adalah:

- 1) *Dynamic Cone Penetrometer*
- 2) Perlengkapan alat menggali: cangkul, sendok
- 3) Mistar untuk mengukur kedalaman masuknya alat (penetrasi)

c. Prosedur Pelaksanaan

- 1) Areal yang akan diperiksa, terlebih dahulu dibersihkan dari rumput dan diratakan, usahakan dahulu dibersihkan dari rumput dan diratakan, usahakan untuk mendapatkan tanah asli jangan sampai terganggu.
- 2) Periksa sambungan DCP dan kencangkan.
- 3) Tempatkan ujung DCP pada permukaan tanah dalam keadaan tegak lurus.
- 4) Kemudian catat pembacaan awal pada mistar pengukur kedalaman masuknya alat dari muka tanah.
- 5) Angkat palu pada ketinggian maksimum. Kemudian lepaskan sehingga jatuh bebas. Baca dengan mistar, catat jumlah tumbukan dan kedalaman pada formulir I-DCP, sesuai ketentuan-ketentuan sebagai berikut:
  - a) Untuk lapis pondasi bawah atau tanah dasar yang terdiri dari bahan-bahan yang tidak keras maka pembacaan kedalaman sudah cukup untuk setiap 1 tumbukan atau 2 tumbukan.
  - b) Untuk lapis pondasi yang terbuat dari bahan yang berbutir keras, maka harus dilakukan pembacaan kedalaman pada setiap 5

tumbukan sampai dengan 10 tumbukan. Hentikan pengujian apabila kecepatan penetrasi kurang dari 1mm/3 tumbukan.

### 3.4 Analisis Data

Pengolahan data dilakukan setelah data primer dan sekunder diperoleh. Studi pustaka digunakan sebagai acuan untuk menyiapkan landasan teori bagi analisis yang mengacu pada buku-buku, pendapat-pendapat, teori-teori yang sehubungan dengan penelitian. Berikut merupakan tahapan-tahapan analisis data dalam perencanaan perkerasan:

1. Menghitung *Traffic design*

Data dan parameter lalu lintas yang digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan meliputi:

- a. Umur rencana perkerasan jalan ditentukan atas pertimbangan klasifikasi fungsional jalan, pola lalu-lintas serta nilai ekonomi jalan yang bersangkutan. Umumnya perkerasan kaku direncanakan dengan umur rencana (UR) 20 tahun sampai 40 tahun. Pada perencanaan ini umur rencana perkerasan yaitu 20 tahun sesuai dengan perencanaan di lapangan.

- b. Jenis kendaraan

Dari jenis kendaraan yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya maka kita akan menentukan parameter golongan kendaraan untuk menghitung volume lalu lintas harian rata - rata, Pertumbuhan lalu-lintas tahunan, serta menentukan *vehicle damage factor*.

- c. Volume lalu lintas harian rata – rata

Setelah mengetahui jenis kendaraan serta penggolongannya, langkah selanjutnya yaitu menghitung Lalu lintas Harian Rata – rata dan konfigurasi sumbu, menggunakan data terakhir atau data 2 tahun terakhir. Kendaraan yang ditinjau untuk perencanaan perkerasan kaku adalah yang mempunyai berat total minimum 2 ton.

d. Faktor distribusi arah

Dimana faktor dsitibusi arah (DD) = 0,3-0,7 dan umumnya diambil 0,5

e. Faktor distribusi lajur

Untuk menentukan faktor distribusi arah dapat dilihat pada tabel 2.4.

f. *Vehicle Damage factor*

VDF (*Vehicle Damage factor*) adalah faktor yang digunakan untuk perkerasan yaitu sesuai dengan yang merujuk pada Lampiran 3.

g. Kemampuan pelayanan (*Serviceability*)

Untuk menentukan *Serviceability* dapat dilihat pada tabep 2.6.

h. Pertumbuhan lalu – lintas tahunan

Setelah menghitung volume lalu lintas harian rata-rata langkah selajutnya yaitu menghitung pertumbuhan lalu lintas dengan persamaan (2-2).

i. Angka Ekvivalen Esal

Untuk menghitung Angka Ekvivalen Esal dapat dihitung menggunakan persamaan (2-3).

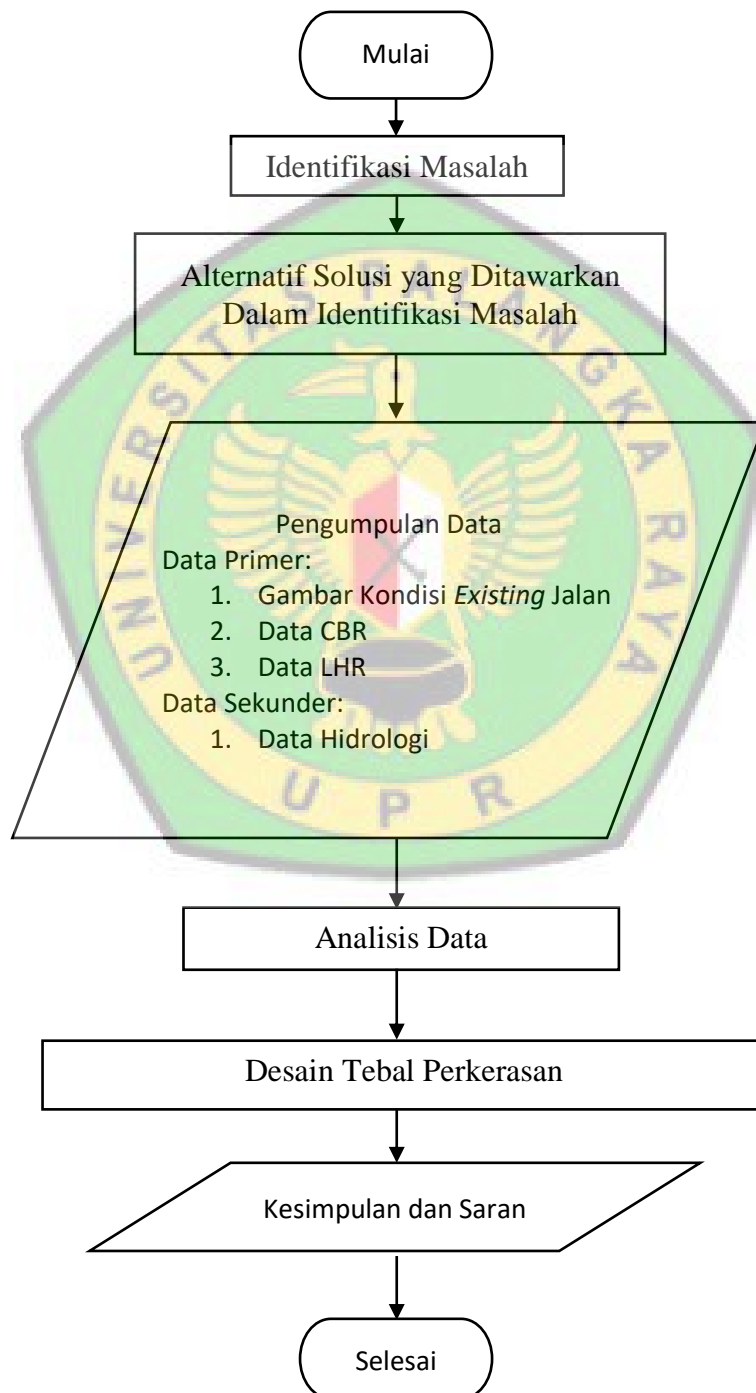
2. Menentukan nilai *Reliability*, *Standard normal deviate*, dan *Standard deviation* dapat dilihat pada tabel 2.7 dan tabel 2.8.

3. Menghitung CBR dengan persamaan (2-8) dan Modulus reaksi tanah dasar berdasarkan grafik koreksi *effective modulus of subgrade reaction*.
4. Menghitung Modulus elastisitas beton berdasarkan persamaan (2-15).
5. Menentukan nilai *Flexural strength* yang sesuai dengan spesifikasi kuat lentur beton untuk perkerasan kaku di Indonesia.
6. Penetapan *Drainage coefficient* berdasarkan tabel 2.13
7. Menentukan nilai *Load transfer coefficient* berdasarkan tabel 2.14.
8. Menentukan lapis pondasi bawah (*subbase*) sesuai dengan yang disarankan oleh ASSHTO 1993.
9. Penentuan tebal pelat beton (D) dengan formulasi berdasarkan persamaan (2-17).
10. Penentuan tebal pelat beton (D) dengan Nomogram ASSHTO 1993.
11. Menentukan segmen pelat beton dengan persamaan (2-18).
12. Perencanaan sambungan dowel dan ruji berdasarkan tabel 2.15 dan tabel 2.16.

Hasil dari analisis ini akan merencanakan dan memberikan analisis desain serta perbandingan tebal perkerasan dengan kondisi lapangan yang dilakukan pada jalan akses menuju lokasi ruas jalan Betung Desa Tumbang Liting Kecamatan Katingan Hilir Kabupaten Katingan Kalimantan Tengah.

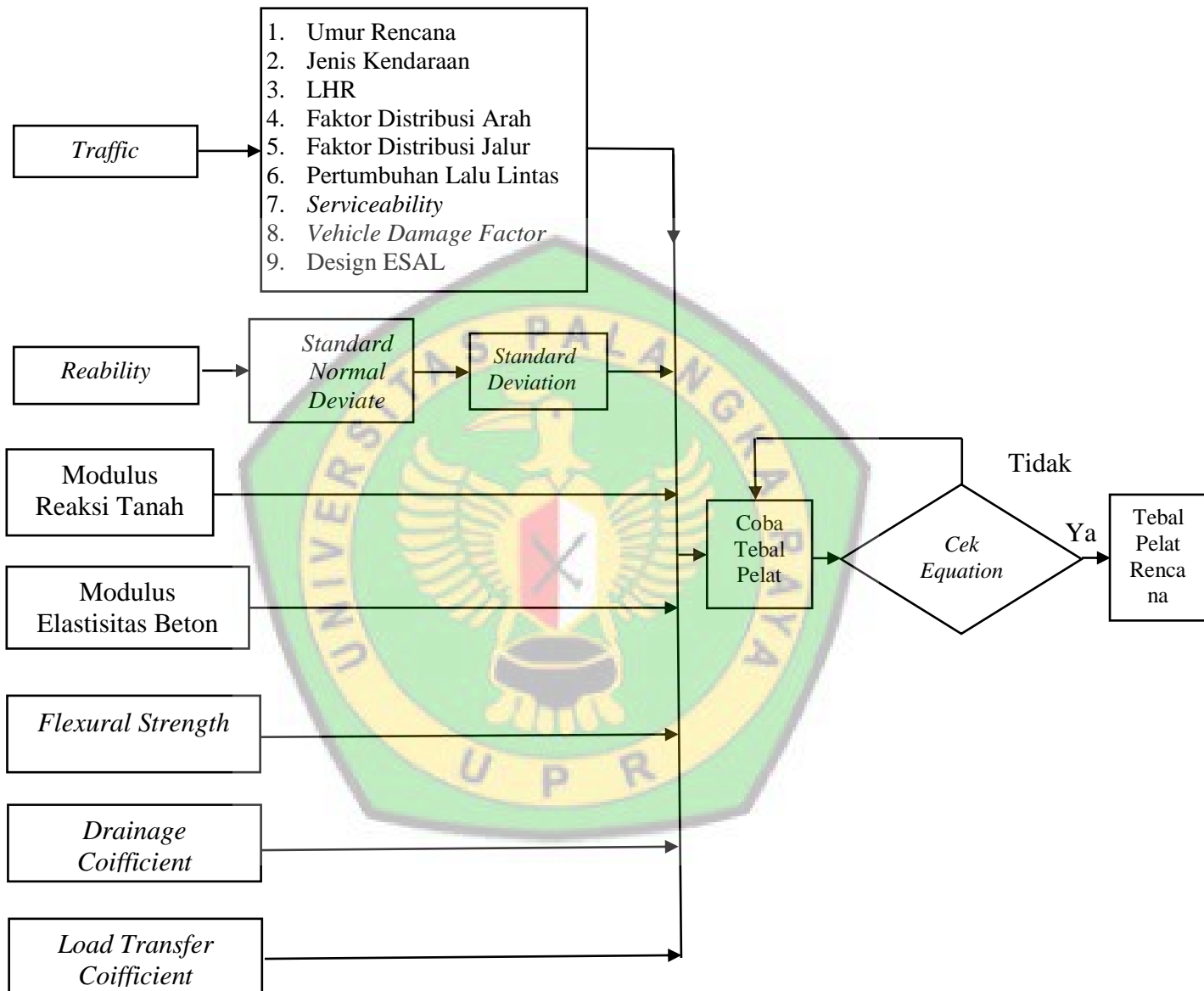
### 3.5 Bagan Alir Penelitian

Rangkaian urutan pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada bagian alir Penyusunan Tugas Akhir dan bagan alir Prosedur Perencanaan (*Rigid Pavement*) seperti gambar dibawah ini:



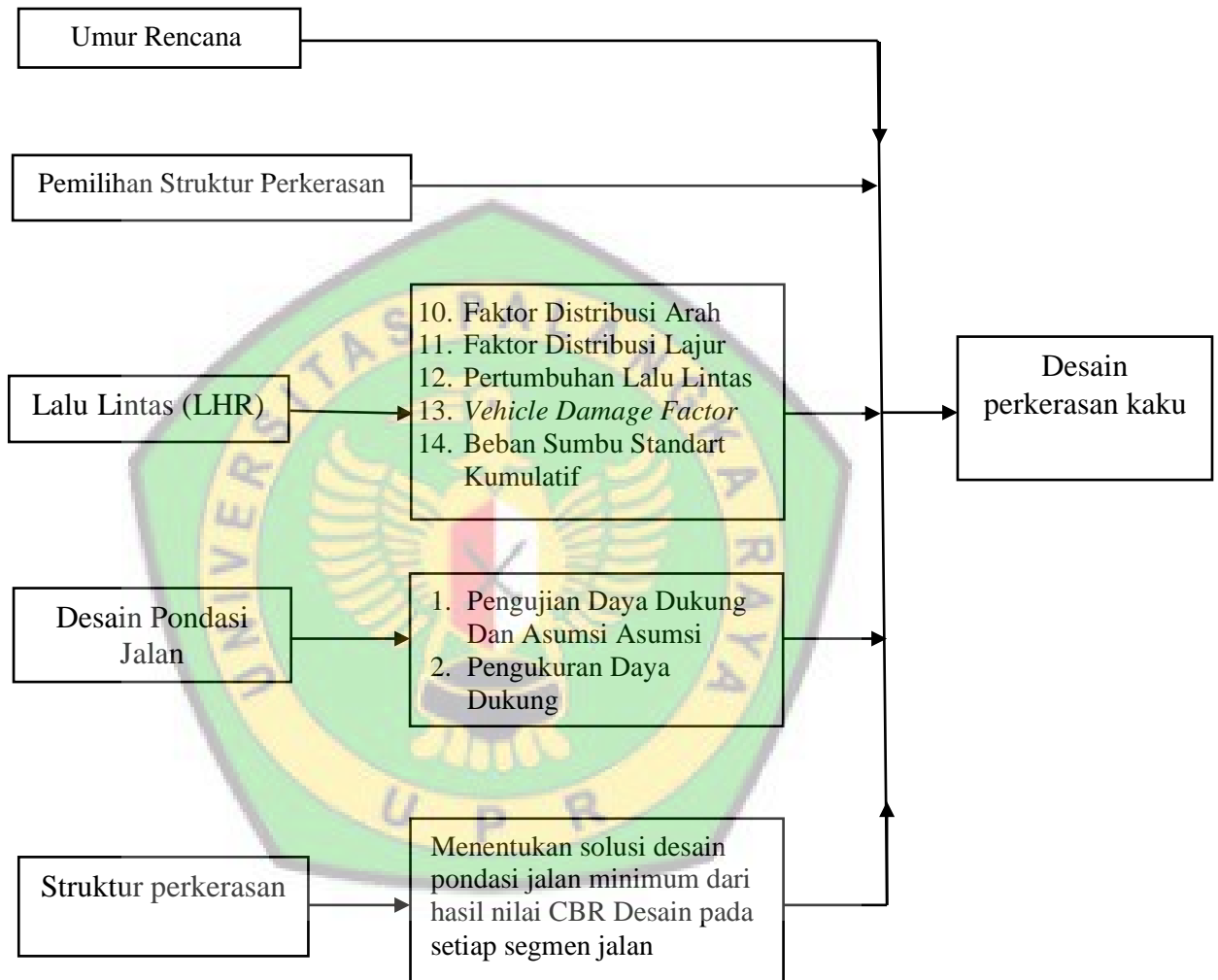
**Gambar 3.1 Bagan Alir Penyusunan Tugas Akhir**

**BAGAN ALIR PROSEDUR PERENCANAAN PERKERASAN KAKU (*RIGID PAVEMENT*)  
DENGAN METODE  
AASHTO 1993**



**Gambar 3.2** Bagan Alir Prosedur Perencanaan *Rigid Pavement* Metode AASHTO 1993

**BAGAN ALIR PROSEDUR PERENCANAAN PERKERASAN KAKU (*RIGID PAVEMENT*) DENGAN METODE MDP 2017**



**Gambar 3.3** Bagan Alir Prosedur Perencanaan *Rigid Pavement* Metode MDP 2017

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan dengan metode AASHTO 1993 maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Tebal struktur perkerasan kaku pada ruas jalan akses menuju lokasi Dusun Betung Desa Tumbang Liting Kecamatan Katingan Hilir Kabupaten Katingan Provinsi Kalimantan Tengah berdasarkan perhitungan dengan formula metode AASHTO 1993 dengan CBR 18,5 % didapat tebal pelat 25,5 cm, tebal *lean concrete* sebesar 10 cm dan tebal lapis pondasi agregat kelas A sebesar 15 cm, sedangkan perhitungan dengan nomogram metode AASHTO 1993 didapat tebal pelat 26 cm, tebal *lean concrete* sebesar 10 cm dan tebal lapis pondasi agregat kelas A sebesar 15 cm.
2. Berdasarkan hasil perhitungan tebal perkerasan menggunakan metode MDP 2017 tebal pelat sebesar 26,5 cm dan tebal lapis pondasi agregat kelas A sebesar 15 cm, tebal *lean concrete* sebesar 10 cm dan tebal lapis penopang 120 cm.
3. Berdasarkan hasil perhitungan tebal perkerasan lentur sebagai pembandingan dengan perkerasan kaku menggunakan metode MDP 2017 dengan ketebalan lapisan perkerasan AC yaitu AC WC = 40 mm, AC BC = 60 mm, AC Base = 80 mm, dan LPA kelas A = 300 mm. Sedangkan untuk desain perkerasan lentur dengan HRS yaitu HRS WC = 30 mm, HRS Base = 35 mm, LFA Kelas A = 250

mm, dan LFA kelas A atau LFA Kelas B atau kerikil alam atau lapis distabilisasi dengan  $CBR > 10\% = 125$  mm.

4. Selisih dari perhitungan metode AASHTO 1993 dan metode MDP 2017 berbeda dikarenakan perbedaan parameter input dari masing-masing metode.

## 5.2 Saran

1. Dalam perencanaan perkerasan kaku metode AASHTO 1993 terdapat pembacaan grafik. Sehingga dalam pembacaan grafik harus teliti untuk dapat menghasilkan hasil yang lebih akurat.
2. Berdasarkan hasil perencanaan metode AASHTO 1993 lebih efisien dibandingkan dengan menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Tahun 2017. Sehingga lebih direkomendasikan untuk instansi terkait menggunakan metode AASHTO 1993 dalam perencanaan perkerasan jalan.
3. Dalam pelaksanaan pekerjaan dilapangan baiknya melaksanakan sesuai dengan spesifikasi yang ada dan sesuai dengan data perencanaan agar perkerasan yang dihasilkan dapat maksimal.
4. Untuk penelitian sejenis selanjutnya pada pengambilan data, keakuratan data lapangan harus lebih diperhatikan dengan memberikan arahan yang jelas kepada surveyor terlebih dahulu.

## DAFTAR PUSTAKA

- American Association of State Highway And Transportation Officials (AASHTO) (1993), *Intern Guide For Design of Pavement Structures*.USA.
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah (2003), *Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen, Pedoman Konstruksi Bangunan*, Pd. T-05-2003, Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.
- Fwa, T.F. and L, Wei (2006), *Design Of Rigid Pavement*, Hand Book of Highway Engineering, Taylor and Francis Group, LLC, London, UK.
- Hardiyatmo, H.C (2015), *Perencanaan Perkerasan Jalan & Penyelidikan Tanah*, Yogyakarta: UGM Press.
- Kementerian Pekerjaan Umum, (2017), **Manual Desain Perkerasan Jalan No.02/M/BM/2017**, Jakarta.
- Oglesby, C.H. dan R.G.,Hicks (1982), *Highway Engineering. Fourth Edition*. John Wiley & Sons. New York. Terjemahan Purwo Setianto. 1996. *Teknik Jalan Raya*. Edisi 4. Erlangga. Jakarta.
- Ridwansyah, A. M. dan Putranto, Y K (2016), *Perencanaan Tebal Perkerasan Tebal Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) pada Ruas Jalan Tol Karanganyar – Solo*, Jurnal Teknik Sipil Universitas Brawijaya.
- Saodang, H (2005), *Konstruksi Jalan Raya*. Bandung: Nova.
- Sinaga, D.M (2018), *Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) Dengan Metode AASHTO 1993 Pada Jalan Akses Menuju Lokasi Pelabuhan Tanjung Kalab Di Bumi Harjo Kabupaten Kotawaringin Barat Provinsi Kalimantan Tengah*, Jurnal Teknik Sipil Universitas Palangka Raya.
- Standar Nasional Indonesia (2000), SNI 03- 6388 – 2000 *Spesifikasi Agregat Lapis Pondasi Bawah, Lapis Pondasi Atas dan Lapis Permukaan*. Jakarta
- Sukirman , S (1999), **Perkerasan Lentur Jalan Raya**, Penerbit NOVA, Bandung
- Wesley,L.D (1997), *Mekanika Tanah*. Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.

Widodo, M. H (2018), *Evaluasi Tebal Perkerasan Kaku pada Ruas Jalan Tol Colomadu-Karanganyar dengan Metode AASHTO 1993 dan Metode Bina Marga 2002*, Jurnal Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.

Yoder, E.J and M.W.,Witczak (1975), *Principles of Pavement Design*, 2 nd Edition,New York : John Wiley & Sons, inc.

Zohri, S, dkk (2018), *Analisis Tebal Perkerasan Kaku Pada Jalan Tol Pasuruan – Probolinggo Berdasarkan Metode Bina Marga (Manual Desain Perkerasan 2017) Dan AASHTO (1993)*, Jurnal Teknik Sipil Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa Yogyakarta.

