



**PERENCANAAN PERKERASAN KAKU DENGAN METODE MANUAL
DESAIN PERKERASAN JALAN 2017 DAN AASHTO 1993 DI JALAN
ALTERNATIF AJUNG – RAMBIPUJI**

SKRIPSI

Oleh

Daniar Akbar Maulana

NIM. 151910301050

PROGRAM STUDI STRATA I

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2019



**PERENCANAAN PERKERASAN KAKU DENGAN
METODE MANUAL DESAIN PERKERASAN JALAN 2017 DAN
AASHTO 1993 DI JALAN ALTERNATIF AJUNG – RAMBIPUJI**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Sipil (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

Daniar Akbar Maulana

NIM. 151910301050

PROGRAM STUDI STRATA 1

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2019

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Allah S.W.T, karena dengan izin dan karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat ditulis dan selesai pada waktunya. Puji syukur yang tak terhingga kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang meridhoi dan mengabulkan segala do'a penulis.
2. Ibu tercinta Hafianti dan ayah tercinta Tatang Vesi Yuniar, yang telah memberikan dukungan moril, materiil serta do'a yang tiada henti untuk kesuksesan penulis sejak baru lahir hingga saat ini.
3. Saudara penulis (Kakak dan Adik) Ayuniar Febrian Pasha dan Martaniar Mustika Ayu, serta sanak saudara yang senantiasa memberikan dukungan, semangat, dan do'anya untuk kesuksesan penulis.
4. Dosen pembimbing bapak Ir. Hernu Suyoso, M.T., bapak Willy Kriswardhana, S.T., M.T., dan dosen penguji bapak Akhmad Hasanuddin S.T., M.T., ibu Nunung Nuring Hayati S.T., M.T., dan semua dosen pengajar. Terimakasih banyak bapak dan ibu dosen atas bimbingan dan pelajaran yang tidak ternilai harganya, agar penulis selalu menjadi lebih baik.
5. Teman – teman seperjuangan, Feri, Yayan, Ibam, Pambudi, Agam, Machmud, Greeman, Adit, dan sahabat – sahabat lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Terimakasih banyak telah memberi motivasi, semangat, dukungan, serta do'a hingga skripsi penulis selesai.
6. Partner setia, Afin yang selalu ikhlas dan sabar dalam memberi dukungan, do'a, serta semangat dalam mengerjakan skripsi kapanpun dan dimanapun hingga skripsi penulis selesai.
7. Pembaca, semoga skripsi penulis dapat bermanfaat sebagai referensi dikemudian hari.
8. Almamater Universitas Jember, yang telah menyediakan fasilitas untuk berproses di Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil.

MOTO

Allah mengeluarkan kamu dari perut ibumu dalam keadaan tidak mengetahui sesuatu pun, dan Dia memberimu pendengaran, penglihatan, dan hati nurani, agar kamu bersyukur.

(terjemahan Surat An-Nahl ayat 78)^{*)}

Jangan mati-matian mengejar sesuatu yang tak bisa dibawa mati.^{**)}



^{*)} Kementerian Agama Republik Indonesia. 2014. *Al Qur'an Perkata Transliterasi*. Bandung : PT. Al Hambra.

^{**)} Nadjib, E. dalam Nadjib, E. 2018. *Sedang Tuhan pun Cemburu : Refleksi Sepanjang Jalan*. Yogyakarta : Bentang Pustaka

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

nama : Daniar Akbar Maulana

NIM : 151910301050

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul "PERENCANAAN PERKERASAN KAKU DENGAN METODE MANUAL DESAIN PERKERASAN JALAN 2017 DAN AASHTO 1993 DI JALAN ALTERNATIF AJUNG – RAMBIPUJI" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 17 Januari 2019
Yang menyatakan,

Daniar Akbar Maulana
NIM 151910301050

SKRIPSI

**PERENCANAAN PERKERASAN KAKU DENGAN
METODE MANUAL DESAIN PERKERASAN JALAN 2017 DAN
AASHTO 1993 DI JALAN ALTERNATIF AJUNG – RAMBIPUJI**

Oleh

Daniar Akbar Maulana

NIM 151910301050

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Ir. Hernu Suyoso, M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Willy Kriswardhana, S.T., M.T.

PENGESAHAN

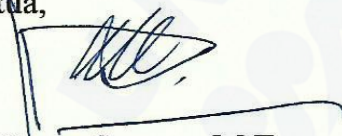
Skripsi berjudul "PERENCANAAN PERKERASAN KAKU DENGAN METODE MANUAL DESAIN PERKERASAN JALAN 2017 DAN AASHTO 1993 DI JALAN ALTERNATIF AJUNG – RAMBIPUJI" telah diuji dan disahkan pada :

hari, tanggal : Kamis, 17 Januari 2019

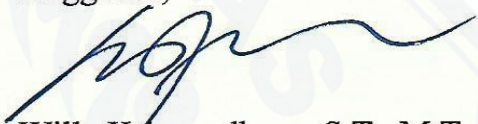
tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember.

Tim Penguji :


Ketua,


Ir. Hernu Suyoso, M.T.
NIP 19551112 198702 1 001

Anggota I,


Willy Kriswardhana, S.T., M.T.
NIP 760015716

Anggota II,


Ahmad Hasanuddin, S.T., M.T.
NIP 19710327 199803 1 003

Anggota III,


Nunung Nuring Hayati, S.T., M.T.
NIP 19760217 200112 2 002



Mengesahkan
Dekan,

Dr. Entin Hidayah, M.UM
NIP 19661215 199503 2 001

RINGKASAN

PERENCANAAN PERKERASAN KAKU DENGAN METODE MANUAL DESAIN PERKERASAN JALAN 2017 DAN AASHTO 1993 DI JALAN ALTERNATIF AJUNG – RAMBIPUJI ; Daniar Akbar Maulana, 151910301050; 2019 : 70 halaman; Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Jalan raya di Kabupaten Jember merupakan prasarana transportasi untuk aktivitas penduduk yang melibatkan kegiatan ekonomi, sosial, budaya, serta pendidikan. Volume lalu lintas semakin meningkat seiring bertambahnya tahun mengakibatkan antrian kendaraan di ruas – ruas jalan tertentu, salah satunya adalah Jalan Raya Rambipuji. Jalan alternatif Ajung – Rambipuji dengan perkerasan kaku menjadi solusi yang tepat untuk mengatasi kemacetan yang terjadi di Jalan Raya Rambipuji. Jalan yang direncanakan menghubungkan Desa Pancakarya, Kecamatan Ajung – Desa Rowotamtu, Kecamatan Rambipuji sepanjang 10,4 km dan lebar jalan 7 meter untuk 2 jalur.

Metode yang digunakan untuk perencanaan perkerasan kaku sebagai jalan alternatif Ajung – Rambipuji adalah Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 dan AASHTO 1993. Data yang dibutuhkan untuk perencanaan perkerasan kaku antara lain ; Data Lalu lintas harian rata – rata di kawasan Desa Pancakarya, Kecamatan Ajung dan di kawasan Desa Rowotamtu, Kecamatan Rambipuji, serta data nilai CBR yang diperoleh dari penelitian terdahulu yang sudah diolah. Selanjutnya, data – data tersebut dimasukkan dalam perhitungan penentuan tebal plat jalan perkerasan kaku.

Hasil perhitungan perencanaan perkerasan kaku dengan metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 menghasilkan jenis perkerasan beton semen menerus dengan tulangan, tebal plat jalan 285 mm, lapis beton kurus (LMC) 100 mm, lapis drainase 150 mm, sambungan antar pelat beton menggunakan dowel, tulangan memanjang digunakan ulir D16 – 100, dan tulangan melintang digunakan ulir D16 – 400. Perhitungan dengan metode AASHTO 1993

menghasilkan jenis perkerasan beton semen menerus dengan tulangan, tebal plat jalan 291 mm, sambungan antar pelat beton menggunakan dowel, tulangan memanjang digunakan ulir D19 – 100, dan tulangan melintang digunakan ulir D16 – 400.



SUMMARY

DESIGN OF RIGID PAVEMENT USING MANUAL DESAIN PERKERASAN JALAN 2017 AND AASHTO 1993 IN AJUNG – RAMBIPUJI ALTERNATIVE ROAD ; Daniar Akbar Maulana, 151910301050; 2019: 70 pages; Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember.

Roads in Jember are the infrastructure transportation for population activities involving economic, social, cultural and educational activities. Traffic volume increases from year to year resulting in vehicle congestion on certain roads, one of which is Rambipuji main road. Alternative road Ajung - Rambipuji with rigid pavement is the right solution to overcome congestion that occurs on Rambipuji main road. The planned road connects Pancakarya Village, Ajung Subdistrict - Rowotamtu Village, Rambipuji Subdistrict, which has 10.4 km and 7 meters wide for 2 lanes.

Design of Rigid pavement as an alternative road to Ajung - Rambipuji used the Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 and AASHTO 1993 method. The data needed for design rigid pavement including; Average daily traffic data in the area of Pancakarya Village, Ajung Subdistrict and in Rowotamtu Village, Rambipuji Subdistrict, and CBR value data were obtained from previous studies that have been processed. Furthermore, these data are included in the calculation of determination of rigid pavement road plate thickness.

The calculation results from design of rigid Pavement using the Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 method is continuously reinforced concrete pavement, 285 mm road plate thickness, 100 mm Lean Mix Concrete (LMC), 150 mm drainage layer, using dowel joints between concrete plates, longitudinal reinforcing steel used D16 - 100 threads, and transverse reinforcing steel used D16 - 400 threads. The calculation results from design of rigid Pavement using the AASHTO 1993 method is continuously reinforced concrete pavement, 291 mm road plate thickness, using dowel joints between concrete plates, longitudinal

reinforcing steel used D19 - 100 threads, and transverse reinforcing steel used D16 - 400 threads.



PRAKATA

Alhamdulillah, Puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “PERENCANAAN PERKERASAN KAKU DENGAN METODE MANUAL DESAIN PERKERASAN JALAN 2017 DAN AASHTO 1993 DI JALAN ALTERNATIF AJUNG – RAMBIPUJI”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi strata satu (S1) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Selama penyusunan skripsi ini penulis mendapat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua, Hafianti dan Tatang Vesi Yuniar;
2. Dr. Ir. Entin Hidayah M.U.M., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
3. Ir. Hernu Suyoso, M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama;
4. Willy Kriswardhana, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Anggota;
5. Ahmad Hasanuddin, S.T.,M.T., selaku Dosen Penguji Utama;
6. Nunung Nuring H., ST., M.T., selaku Dosen Penguji Anggota;
7. Paksitya Purnama Putra, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik;
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Segala kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca sekalian.

Jember, 17 Januari 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Perkerasan Kaku	4
2.1.1 Teori Perkerasan Kaku Jalan	4
2.1.2 Keuntungan dan Kerugian Perkerasan Kaku.....	5
2.2 Persyaratan Teknis Manual Desain Perkerasan Jalan 2017	6
2.2.1 Pemilihan Struktur Perkerasan.....	6

2.2.2	Pertumbuhan lalu–lintas	8
2.2.3	Lalu Lintas	8
2.2.4	Beban Sumbu Standar Kumulatif	8
2.2.5	Perhitungan Perencanaan Perkerasan Kaku.....	12
2.2.6	Penentuan Daya Dukung Efektif Tanah Dasar	19
2.2.7	Umur Rencana	20
2.2.8	Perencanaan Penulangan.....	21
2.3	Persyaratan Teknis AASHTO 1993	24
2.3.1	<i>Vehicle Damage Factor</i> (VDF) Desain	24
2.3.2	<i>Traffic Design</i>	24
2.3.3	Lalu Lintas	25
2.3.4	Daya Dukung Efektif Tanah Dasar dan Modulus Reaksi Tanah Dasar	26
2.3.5	Reliabilitas	27
2.3.6	<i>Serviceability</i>	28
2.3.7	Modulus Elastisitas Beton dan <i>Flexural Strength</i>	29
2.3.8	Koefisien Drainase.....	29
2.3.9	Load Transfer.....	30
2.3.10	Persamaan Penentuan Tebal Pelat.....	31
2.3.11	Perhitungan Penulangan.....	32
2.4	Penentuan Lebar Jalan	34
2.4.1	Lajur.....	34
2.4.2	Jalur.....	35
BAB 3.	METODE PENELITIAN	36
3.1	Lingkup Penelitian	36
3.2	Lokasi dan Waktu Penelitian	36
3.3	Prosedur Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan	38
3.4	Bagan Alir Penelitian	40

3.5 Bagan Alir Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017.....	42
3.6 Bagan Alir Metode AASHTO 1993.....	43
BAB 4. PEMBAHASAN	47
4.1 Data Lalu Lintas.....	47
4.1.1 Analisis Lalu Lintas Harian Rata - Rata	48
4.2 Data CBR tanah dasar	49
4.2.1 Perhitungan nilai CBR dengan cara analitis	50
4.2.2 Perhitungan nilai CBR dengan metode CBR desain 90%	51
4.3 Langkah – Langkah Perhitungan Tebal Plat Jalan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017.....	53
4.3.1 Pemilihan Struktur Perkerasan.....	53
4.3.2 Penentuan Tebal Lapis Pondasi	54
4.3.3 Perhitungan Tebal Plat Jalan.....	55
4.3.4 Perhitungan Tulangan	56
4.4 Langkah – Langkah Perhitungan Tebal Plat Jalan Metode AASHTO 1993	59
4.4.1 Analisis Lalu Lintas	59
4.4.2 Penentuan nilai <i>Standard Normal Deviation</i> (Z_R) dan <i>Reliability</i> (R)	60
4.4.3 <i>Serviceability</i>	60
4.4.4 <i>Flexural Strength</i>	60
4.4.5 Koefisien Drainase (C_D)	60
4.4.6 <i>Load Transfer Coefficient</i>	62
4.4.7 Modulus Elastisitas Beton	63
4.4.8 Penentuan Nilai Modulus Reaksi Tanah Dasar (k).....	63
4.4.9 Perhitungan Tebal Plat Jalan Perkerasan Kaku	64
4.4.10 Perhitungan Penulangan	65
BAB 5. PENUTUP	69
5.1 Kesimpulan	69

5.2 Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN	73



DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Pemilihan Struktur Perkerasan Jalan.....	6
2.2 Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (i) (%).....	8
2.3 Nilai VDF masing – masing jenis kendaraan niaga di Pulau Jawa.....	9
2.4 Nilai VDF (Vehicle Damage Factor) masing – masing jenis kendaraan niaga	10
2.5 Distribusi Beban Kelompok Sumbu Kendaraan Niaga untuk Jalan Lalu Lintas Berat (untuk desain perkerasan kaku)	12
2.6 Desain Perkerasan Kaku untuk Jalan dengan Beban Lalu Lintas Berat (Bagan Desain 4)	14
2.7 Desain Perkerasan Kaku untuk Jalan dengan Beban Lalu Lintas Rendah (Bagan Desain 4 A).....	15
2.8 Perkiraan Lalu Lintas untuk Jalan Lalu Lintas Rendah	16
2.9 Desain Pondasi Jalan Minimum.....	16
2.10 Umur rencana perkerasan jalan baru.....	20
2.11 Hubungan Kuat tekan beton dengan angka ekivalen baja dan beton (n)	22
2.12 Nilai Koefisien Gesekan (μ)	22
2.13 Vehicle Damage Factor (VDF) Desain	24
2.14 Faktor distribusi lajur (D_L).....	25
2.15 Reliabilitas (R) yang disarankan	27
2.16 Nilai penyimpangan normal standar deviasi untuk tingkat reliabilitas tertentu (Z_R).....	28
2.17 Terminal serviceability index (P_t).....	28
2.18 Mutu drainase.....	29
2.19 Koefisien Pengaliran (C).....	30
2.20 Koefisien Drainase (C_d)	30
2.21 Load transfer coefficient	30
2.22 Hubungan antara kuat tekan beton dan angka ekivalen baja & beton (n) serta f_r	32

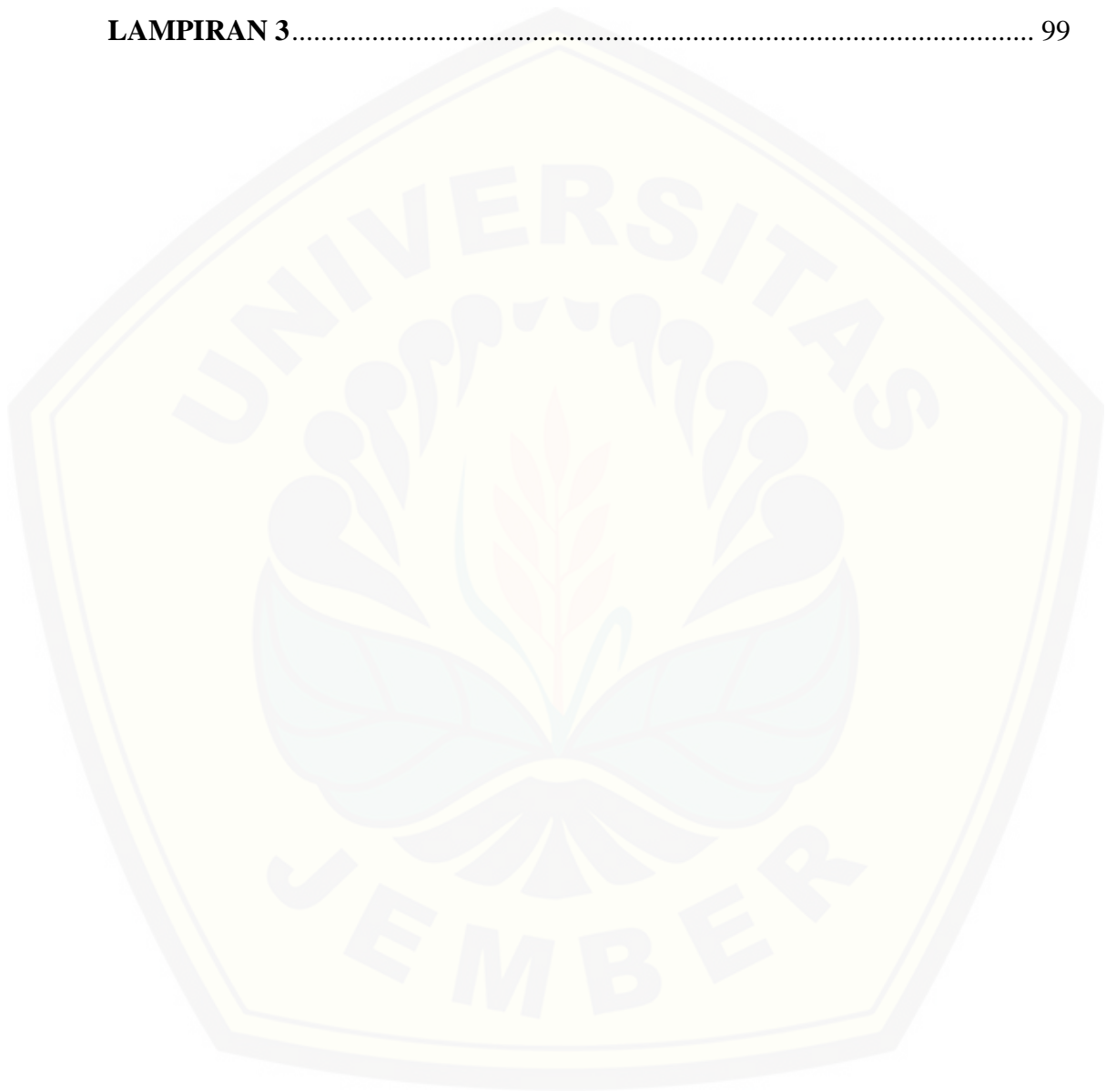
2.23 Koefisien gesekan antara plat beton dengan lapisan pondasi dibawahnya ...	33
2.24 Lebar Lajur Jalan Ideal	34
2.25 Penentuan Lebar Jalur dan Bahu Jalan.....	35
4.1 Jumlah komposisi kendaraan Tahun 2015 selama 24 Jam di ruas jalan Ajung	47
4.2 Jumlah komposisi kendaraan Tahun 2018 selama 24 Jam di ruas jalan Rambipuji.....	47
4.3 Lalu Lintas Harian Rata – Rata Ruas Jalan Ajung dan Ruas Jalan Rambipuji Tahun 2018	48
4.4 Nilai R Untuk Perhitungan CBR Segmen.....	50
4.5 CBR Desain 90%	51
4.6 Perhitungan nilai <i>equivalent single axle load</i> selama umur rencana 20 tahun	53
4.7 Perhitungan nilai kumulatif kelompok sumbu kendaraan berat selama umur rencana 40 tahun	55
4.8 Perhitungan Nilai ESAL	59
4.9 Koefisien pengaliran (C).....	61
4.10 Jumlah hari hujan per 5 tahun terakhir.....	61
4.11 Penentuan nilai koefisien drainase	62
4.12 Faktor Loss of Support (LS)	63

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Tipikal struktur perkerasan beton semen	5
2.2 Koreksi modulus reaksi tanah dasar efektif untuk potensial kehilangan dukungan	26
3.1 Kondisi eksisting jalan lama	37
3.2 Peta lokasi penelitian.....	37
4.1 Peta Lokasi titik Dynamic Cone Penetrometer Test (DCPT)	49
4.2 Grafik persentase nilai CBR.....	51
4.3 Gambar Perencanaan Jalan dengan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017.....	56
4.4 Modulus efektif reaksi tanah dasar	64
4.5 Gambar Perencanaan Jalan dengan Metode AASHTO 1993	65

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN 1	73
LAMPIRAN 2	80
LAMPIRAN 3	99



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan raya di Kabupaten Jember merupakan prasarana untuk aktivitas penduduk yang melibatkan kegiatan ekonomi, sosial, budaya, serta pendidikan. Jumlah penduduk di Jember semakin meningkat seiring bertambahnya tahun, sehingga terjadi pertambahan volume lalu lintas yang mengakibatkan antrian kendaraan di ruas – ruas jalan tertentu. Terdapat beberapa jalan di wilayah Jember yang saat ini tidak sesuai standar untuk menampung arus lalu lintas yang terus meningkat, salah satunya adalah Jalan Raya Rambipuji. Jumlah data survei lalu lintas harian rata – rata selama 24 jam di Jalan Rambipuji pada tahun 2018 adalah sebanyak 6.621 kendaraan/hari atau 6.887 smp/jam dan di Jalan Ajung pada tahun 2018 setelah dikalikan faktor pertumbuhan lalu lintas adalah sebanyak 4.607 kendaraan/hari atau 5.299 smp/hari, apabila mengutip pada Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota tahun 1997 kawasan tersebut termasuk dalam klasifikasi jalan kolektor dengan LHR 10.000 – 25.000 smp/hari sehingga digunakan lebar jalur ideal 7 meter.

Kendaraan yang melintas di Jalan Raya Rambipuji saat ini semakin meningkat, namun kondisi jalan raya tidak dikembangkan. Jalan Raya Rambipuji adalah kawasan yang sisi jalannya terdapat pertokoan, sekolah, dan terminal, sehingga dapat mengakibatkan peningkatan volume lalu lintas pada saat jam puncak. Selain itu, angkutan umum yang biasanya berhenti dan truk yang biasanya parkir di bahu jalan juga menyebabkan kemacetan pada Jalan Raya Rambipuji yang tidak lebar. Pemerintah Kabupaten Jember merencanakan jalan lingkaran untuk mengalihkan arus lalu lintas truk dan kendaraan berat di wilayah Ajung – Rambipuji. (Kartikasari, 2015) Jalan yang direncanakan sejauh $\pm 10,4$ km, serta lebar jalan yang direncanakan 7 m dengan perkerasan kaku.

Perkerasan dan struktur perkerasan adalah struktur yang terdiri dari satu atau beberapa lapis perkerasan dari bahan – bahan yang diproses, dimana fungsinya untuk menahan beban lalu lintas sehingga tidak menimbulkan kerusakan pada konstruksi jalan. Struktur perkerasan terdiri dari beberapa lapisan dengan kekerasan dan daya dukung yang berbeda – beda, tiap lapis perkerasan

harus terjamin kekuatan dan ketebalannya sehingga tidak mengalami *distress* yaitu perubahan karena tidak mampu menahan beban dan tidak cepat kritis atau *failure*. (Firman, A, dkk. 2016)

Perencanaan jalan alternatif Ajung – Rambipuji dilakukan untuk mengalihkan arus lalu lintas truk, bus, dan kendaraan berat lain yang melintas di Jalan Raya Rambipuji. Jalan yang direncanakan sepanjang 10,4 km. Metode yang digunakan adalah Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 dan Metode AASHTO 1993 dengan umur rencana 40 tahun. Kemudian dari kedua metode tersebut diperoleh tebal perkerasan kaku. Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 merupakan metode yang lebih menekankan kepada prosedur dan klasifikasi desain menggunakan metode desain mekanistik empiris, sehingga didapatkan ketebalan struktur rencana dalam bentuk katalog. Sedangkan Metode AASHTO 1993 merupakan metode yang menggunakan parameter – parameter yang dikorelasikan dengan suatu formulasi untuk mendapatkan ketebalan struktur rencana.

Survei lalu lintas dilakukan selama 24 jam yang dikategorikan per sumbu kendaraan, selain itu untuk dapat merencanakan perkerasan kaku perlu juga diketahui data mengenai daya dukung tanah. Tanah merupakan komponen utama lapis pondasi bawah dari struktur perkerasan jalan raya yang memiliki karakteristik dan perilaku yang berbeda – beda. Pengujian *test CBR (California Bearing Ratio)* adalah metode yang digunakan untuk mengetahui daya dukung tanah dalam satuan % (persen), data CBR yang digunakan adalah data dari penelitian terdahulu yang sudah diolah. (Kartikasari, 2015) Selanjutnya data CBR digunakan sebagai salah satu masukan dalam proses perencanaan jalan untuk menentukan tebal perkerasan jalan baru.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang tersebut, didapat suatu rumusan masalah yaitu tebal perkerasan kaku perencanaan jalan baru dengan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 dan Metode AASHTO 1993 UR 40 tahun yang diperlukan

pada pembangunan jalan alternatif Ajung - Rambipuji untuk lalu lintas kendaraan berat sepanjang 10,4 km dengan lebar jalan 7 meter.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan tugas akhir ini adalah merencanakan tebal perkerasan kaku dengan kekuatan dan keawetan umur rencana 40 tahun di jalan alternatif Ajung - Rambipuji untuk lalu lintas kendaraan berat.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang bisa diambil adalah sebagai referensi untuk perencanaan tebal perkerasan kaku menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 dan metode AASHTO 1993.

1.5 Batasan Masalah

Agar tugas akhir ini lebih terarah dan sesuai dengan tujuan, maka diperlukan suatu batasan masalah sebagai berikut :

- a. Perencanaan perkerasan jalan di Desa Pancakarya, Kecamatan Ajung – Desa Rowotamtu, Kecamatan Rambipuji dengan menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 dan AASHTO 1993.
- b. Perencanaan *overlay* untuk jalan lama tidak dilakukan.
- c. Umur rencana untuk perkerasan kaku adalah 40 tahun menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 dan Metode AASHTO 1993.
- d. Data CBR didapat dari hasil uji DCPT (*Dynamic Cone Penetrometer*) pada penelitian terdahulu yang sudah diolah.
- e. LHR yang digunakan adalah hasil survey 1 hari (24 jam) penelitian terdahulu di daerah Ajung dan Rambipuji.
- f. Perencanaan saluran drainase tepi tidak dilakukan.
- g. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) tidak dilakukan.
- h. Perhitungan detail dowel tidak dilakukan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perkerasan Kaku

2.1.1 Teori Perkerasan Kaku Jalan

Perkerasan kaku adalah suatu susunan struktur perkerasan jalan yang pada lapisan atasnya menggunakan pelat beton, terletak diatas lapis pondasi atau langsung diatas tanah dasar. (Bina marga, 2003)

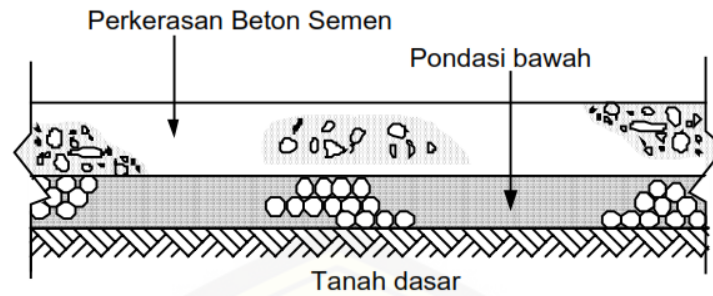
Beberapa jenis perkerasan kaku beton semen adalah sebagai berikut :

- a. Perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan (BBTT)
- b. Perkerasan beton semen bersambung dengan tulangan (BBDT)
- c. Perkerasan kaku beton semen menerus tanpa tulangan (BMTT)
- d. Perkerasan kaku beton semen menerus dengan tulangan (BMDT)
- e. Perkerasan beton pra-tegang

Pada perkerasan beton semen, daya dukung perkerasan terutama diperoleh dari pelat beton. Sifat daya dukung dan keseragaman tanah dasar berpengaruh pada keawetan dan kekuatan perkerasan beton semen. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan adalah kadar air pemadatan, kepadatan, dan perubahan kadar air selama masa pelayanan. Lapis pondasi bawah pada perkerasan beton semen bukan merupakan bagian utama yang memikul beban, tetapi merupakan bagian yang berfungsi sebagai :

- a. Pengendalian pengaruh kembang susut tanah dasar.
- b. Pencegah intrusi dan pemompaan pada sambungan, retakan dan tepi-tepi pelat.
- c. Memberi dukungan yang mantap dan seragam pada pelat.
- d. Sebagai perkerasan lantai kerja selama pelaksanaan.

Pelat beton semen mempunyai sifat yang cukup kaku serta dapat menyebarkan beban pada bidang yang luas dan menghasilkan tegangan yang rendah pada lapisan-lapisan di bawahnya. Bila diperlukan tingkat kenyamanan yang tinggi, permukaan perkerasan beton semen dapat dilapisi dengan lapis campuran beraspal setebal 5 cm. (Bina marga, 2003)



Gambar 2.1 Tipikal struktur perkerasan beton semen

(Sumber : Bina marga, 2003)

2.1.2 Keuntungan dan Kerugian Perkerasan Kaku

Perkerasan kaku untuk jalan dengan beban lalu lintas lebih dari 30 juta ESA4 umumnya memiliki *discounted lifecycle cost* lebih rendah. Pada kondisi tertentu perkerasan kaku juga dapat dipertimbangkan untuk jalan perkotaan dan pedesaan. Biasanya perkerasan kaku kurang nyaman untuk digunakan berkendara, namun bisa diatasi dengan diberi lapisan aspal di permukaannya untuk kenyamanan berkendara.

Keuntungan perkerasan kaku antara lain adalah :

- a. Struktur perkerasan lebih tipis kecuali untuk area tanah lunak.
- b. Pelaksanaan konstruksi dan pengendalian mutu lebih mudah.
- c. Biaya pemeliharaan lebih rendah jika mutu pelaksanaan baik.
- d. Pembuatan campuran lebih mudah.

Kerugiannya antara lain :

- a. Biaya konstruksi lebih mahal untuk jalan dengan lalu lintas rendah.
- b. Rentan terhadap retak jika dilaksanakan di atas tanah lunak, atau tanpa daya dukung yang memadai, atau tidak dilaksanakan dengan baik (mutu pelaksanaan rendah).
- c. Umumnya kurang nyaman berkendara. (Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017)

2.2 Persyaratan Teknis Manual Desain Perkerasan Jalan 2017

2.2.1 Pemilihan Struktur Perkerasan

Pemilihan jenis perkerasan akan bervariasi berdasarkan volume lalu lintas, umur rencana, dan kondisi pondasi jalan. Pemilihan alternatif desain berdasarkan manual ini harus didasarkan pada *discounted lifecycle cost* terendah.

Tabel 2.1 Pemilihan Struktur Perkerasan Jalan

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

Catatan :

Tingkat kesulitan :

- (1) Kontraktor kecil – medium
- (2) Kontraktor besar dengan SDA yang memadai

- (3) Membutuhkan keahlian dan tenaga ahli khusus – kontraktor spesialis Burtu / Burda
(Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017)

Desain tebal perkerasan didasarkan pada nilai ESA pangkat 4 dan pangkat 5 tergantung pada model kerusakan (*deterioration model*) dan pendekatan desain yang digunakan. Digunakan nilai ESA yang sesuai sebagai input dalam proses perencanaan.

- a. Pangkat 4 digunakan pada desain perkerasan lentur berdasarkan Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Pt T-01-2002-B atau metode AASHTO 1993 (pendekatan statistik empirik).
- b. Pangkat 4 digunakan untuk bagan desain pelaburan tipis (seperti Burtu atau Burda), perkerasan tanpa penutup (*Unsealed granular pavement*) dan perencanaan tebal *overlay* berdasarkan grafik lendutan untuk kriteria alur (*rutting*).
- c. Pangkat 5 digunakan untuk desain perkerasan lentur (kaitannya dengan faktor kelelahan aspal beton dalam desain dengan pendekatan mekanistik empiris) termasuk perencanaan tebal *overlay* berdasarkan grafik lengkung lendutan (*curvature curve*) untuk kriteria retak lelah (*fatigue*).
- d. Desain perkerasan kaku menggunakan tabel 2.5 jumlah kelompok sumbu kendaraan berat (*Heavy Vehicle Axle Group, HVAG*) dan nilai ESAL sebagai satuan beban lalu lintas untuk perkerasan beton.

(Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017)

2.2.2 Pertumbuhan lalu–lintas

Faktor pertumbuhan lalu lintas dilihat berdasarkan data–data pertumbuhan (*historical growth data*) dari tabel 2.2 dapat digunakan untuk perencanaan jalan tahun 2015 – 2035.

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

	Jawa	Sumatra	Kalimantan	Rata – rata Indonesia
Arteri dan perkotaan	4,80	4,83	5,14	4,75
Kolektor rural	3,50	3,50	3,50	3,50
Jalan desa	1,00	1,00	1,00	1,00

(Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan 2017)

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

$$R = \frac{(1+0,01i)^{UR}-1}{0,01i} \quad (2.1)$$

Dengan

R = faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

i = laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (%)

UR = umur rencana (tahun)

(Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017)

2.2.3 Lalu Lintas

Lalu-lintas harus dianalisis berdasarkan hasil perhitungan volume lalu-lintas dan konfigurasi sumbu, beban sumbu standar kumulatif, dan nilai VDF (*Vehicle Damage Factor*) menggunakan data terakhir yang dikalikan dengan faktor pengali pertumbuhan laju lalu lintas tahunan.

2.2.4 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:

$$ESA_{TH-1} = (\sum LHR_{JK} \times VDF_{JK}) \times 365 \times DD \times DL \times R \quad (2.2)$$

Dimana :

ESA_{TH-1} : kumulatif lintasan sumbu standar ekivalen (*Equivalent Single Axle*) pada tahun pertama.

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

VDF_{JK} : Faktor Ekivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*) tiap jenis kendaraan niaga Tabel 2.3 dan Tabel 2.4

DD : Faktor distribusi arah.

DL : Faktor distribusi lajur

CESAL : Kumulatif beban sumbu standar ekivalen selama umur rencana.

R : Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif
(Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017)

Tabel 2.3 Nilai VDF masing – masing jenis kendaraan niaga di Pulau Jawa

Jenis Kendaraan	Jawa			
	Beban Aktual		Beban Normal	
	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5
5B	1,0	1,0	1,0	1,0
6A	0,55	0,5	0,55	0,5
6B	5,3	9,2	4,0	5,1
7A1	8,2	14,4	4,7	6,4
7A2	10,2	19,0	4,3	5,6
7B1	11,8	18,2	9,4	13,0
7B2	13,7	21,8	12,6	17,8
7C1	11,0	19,8	7,4	9,7
7C2A	17,7	33,0	7,6	10,2
7C2B	13,4	24,2	6,5	8,5
7C3	18,1	34,4	6,1	7,7

(Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan 2017)

Tabel 2.4 Nilai VDF (*Vehicle Damage Factor*) masing – masing jenis kendaraan niaga

Jenis Kendaraan		Uraian	Konfigu- rasi sumbu	Muatan - muatan yang diangkut Muatan umum	Kelompok sumbu	Distribusi tipikal (%)		Faktor Ekuivalen Beban (VDF) (ESA / Kendaraan)	
Klasifikasi lama	Alternatif					Semua kendaraan bermotor	Semua kendaraan bermotor kecuali sepeda motor	VDF 4 Pangkat 4	VDF 5 Pangkat 5
1	1	Sepeda motor	1.1		2	30,4	-	-	-
2, 3, 4	2, 3, 4	Sedan / Angkot / Pickup / Station wagon	1.1		2	51,7	74,3	-	-
5a	5a	Bus kecil	1.2		2	3,5	5,00	0,3	0,2
5b	5b	Bus besar	1.2		2	0,1	0,20	1,0	1,0
6a.1	6.1	Truk 2 sumbu – cargo ringan	1.1		2	4,6	6,60	0,3	0,2
6a.2	6.2	Truk 2 sumbu – ringan	1.2	Tanah, pasir, besi, semen	2			0,8	0,8
6b1.1	7.1	Truk 2 sumbu – cargo sedang	1.2	Muatan umum	2	-	-	0,7	0,7
6b1.2	7.2	Truk 2 sumbu – sedang	1.2	Tanah, pasir, besi, semen	2			1,6	1,7
6b2.1	8.1	Truk 2 sumbu – berat	1.2	Muatan umum	2	3,8	5,50	0,9	0,8
6b2.2	8.2	Truk 2 sumbu – berat	1.2	Tanah, pasir, besi, semen	2			7,3	11,2
7a1	9.1	Truk 3 sumbu – ringan	1.22	Muatan umum	3	3,9	5,60	7,6	11,2

Kendaraan niaga

Jenis Kendaraan		Uraian	Konfigu- rasi sumbu	Muatan - muatan yang diangkut Muatan umum	Kelompok sumbu	Distribusi tipikal (%)		Faktor Ekuivalen Beban (VDF) (ESA / Kendaraan)	
Klasifikasi lama	Alternatif					Semua kendaraan bermotor	Semua kendaraan bermotor kecuali sepeda motor	VDF 4 Pangkat 4	VDF 5 Pangkat 5
7a2	9.2	Truk 3 sumbu – sedang	1.22	Tanah, pasir, besi, semen	3			28,1	64,4
7a3	9.3	Truk 3 sumbu – berat	1.1.2		3	0,1	0,10	28,9	62,2
7b	10	Truk 2 sumbu dan trailer penarik 2 sumbu	1.2-2.2		4	0,5	0,70	36,9	90,4
7c1	11	Truk 4 sumbu – trailer	1.2-22		4	0,3	0,50	13,6	24,0
7c2.1	12	Truk 5 sumbu – trailer	1.2-22		5	0,7	1,00	19,0	33,2
7c2.2	13	Truk 5 sumbu - trailer	1.2-222		5			30,3	69,7
7c3	14	Truk 6 sumbu – trailer	1.22- 222		6	0,3	0,50	41,6	93,7

Catatan : Data didasarkan pada survei beban lalu lintas Arteri Pulau Jawa – 2011

(Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan 2017)

2.2.5 Perhitungan Perencanaan Perkerasan Kaku

Perencanaan perkerasan kaku untuk jalan dengan beban lalu lintas berat didasarkan pada penentuan kelompok sumbu kendaraan niaga yang kemudian beban dari kelompok sumbu kendaraan niaga dikaitkan dengan tabel 2.6 mengenai perencanaan perkerasan kaku untuk jalan dengan beban lalu lintas berat. Perencanaan perkerasan kaku untuk jalan dengan beban lalu lintas rendah melihat di tabel 2.7 setelah diketahui nilai Ekuivalen Kelompok Sumbu Kendaraan Niaga (HVAG).

a. Kelompok Sumbu Kendaraan Niaga (HVAG)

Tabel 2.5 Distribusi Beban Kelompok Sumbu Kendaraan Niaga untuk Jalan Lalu Lintas Berat (untuk desain perkerasan kaku)

Beban kelompok Sumbu (kN)	Kelompok Sumbu Kendaraan Niaga			
	STRT	STRG	STdRG	STrRG
	Kelompok sumbu sebagai persen dari kendaraan niaga			
10 – 20	7,6	-	-	-
20 – 30	16,5	0,2	-	-
30 – 40	18,4	0,5	-	-
40 – 50	11,8	1,1	-	-
50 – 60	19,0	2,2	-	-
60 – 70	7,6	4,9	-	-
70 – 80	10,2	7,4	-	-
80 – 90	0,7	6,9	-	-
90 – 100	1,1	2,6	-	-
100 – 110	-	1,8	-	-
110 – 120	-	1,6	0,3	-
120 - 130	-	3,0	0,1	-
130 – 140	-	3,3	0,4	-
140 – 150	-	1,5	0,7	-
150 – 160	-	0,3	1	-
160 – 170	-	3,6	1,1	-
170 – 180	-	0,1	1,1	-
180 – 190	-	-	0,5	-
190 – 200	-	-	1,6	-
200 – 210	-	0,4	2,7	0,13
210 – 220	-	2,4	0,8	-
220 – 230	-	0,1	1	-

Beban kelompok Sumbu (kN)	Kelompok Sumbu Kendaraan Niaga			
	STRT	STRG	STdRG	STrRG
	Kelompok sumbu sebagai persen dari kendaraan niaga			
230 – 240	-	0,1	0,9	-
240 – 250	-	-	0,7	-
250 – 260	-	-	0,3	-
260 – 270	-	-	1,9	-
270 – 280	-	-	1,0	-
280 – 290	-	-	1,2	-
290 – 300	-	-	0,1	-
300 – 310	-	-	-	-
310 – 320	-	-	0,7	0,13
320 – 330	-	-	0,4	0,13
330 – 340	-	-	-	-
340 – 350	-	-	-	-
350 – 360	-	-	0,4	-
360 – 370	-	-	-	-
370 – 380	-	-	0,9	0,13
380 – 390	-	-	0,4	-
390 – 400	-	-	-	0,26
400 – 410	-	-	-	0,26
410 – 420	-	-	-	0,13
420 – 430	-	-	-	-
430 – 440	-	-	-	-
440 – 450	-	-	-	0,4
450 – 460	-	-	-	0,13
460 – 470	-	-	-	-
470 – 480	-	-	-	0,13
480 – 490	-	-	-	-
490 – 500	-	-	-	-
500 – 510	-	-	-	-
510 – 520	-	-	-	0,13
520 – 530	-	-	-	-
530 – 540	-	-	-	-
540 – 550	-	-	-	-
550 – 560	-	-	-	0,13
Proporsi Sumbu	55,8%	26,4%	12,2%	1,3%

Catatan:

Berlaku untuk perhitungan desain ketebalan pelat perkerasan kaku.

Sumber data RSDP3 *Activity* #201 studi sumbu kendaraan niaga di Demak, Jawa Tengah Tahun 2011 (PANTURA).

Catatan :

STRT : Sumbu tunggal roda tunggal

STRG : Sumbu tunggal roda ganda

STdRT : Sumbu tandem roda ganda

STrRG : Sumbu tridem roda ganda

1 kN = 9,81 Ton (biasanya untuk memudahkan perhitungan diambil 19)

(Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan 2017)

b. Desain Perkerasan Kaku

Tabel 2.6 Desain Perkerasan Kaku untuk Jalan dengan Beban Lalu Lintas Berat (Bagan Desain 4)

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

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 Pondasi LMC	100				
Lapis drainase (dapat mengalir dengan baik)	150				

(Sumber : Manual desain Perkerasan Jalan 2017)

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. Tabel 2.5 Menunjukkan pembebanan kelompok sumbu kendaraan niaga yang mewakili kondisi di Indonesia. (Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017)

Tabel 2.7 Desain Perkerasan Kaku untuk Jalan dengan Beban Lalu Lintas Rendah (Bagan Desain 4 A)

	Tanah Dasar			
	Tanah Lunak dengan Lapis Penopang		Dipadatkan Normal	
Bahu pelat beton (<i>tied shoulder</i>)	Ya	Tidak	Ya	Tidak
	Tebal Pelat Beton			
Akses terbatas hanya mobil penumpang dan motor	160	175	135	150
Dapat diakses oleh truk	180	200	160	175
Tulangan Distribusi retak	Ya		Ya jika daya dukung pondasi tidak seragam	
Dowel	Tidak dibutuhkan			
LMC	Tidak dibutuhkan			
Lapis Pondasi Kelas A (ukuran butir nominal maksimum 30 mm)	125 mm			
Jarak sambungan melintang	4 meter			

(Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017)

Jalan desa atau jalan dengan volume lalu lintas kendaraan niaga rendah seperti dinyatakan dalam tabel 2.7. Perkiraan lalu lintas untuk jalan lalu lintas rendah. (Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017)

Tabel 2.8 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 2 arah	90	3	20	1	22	2	21.681	3,16	7×10^4
Jalan lokal	500	6	20	1	22	2,1	252.945	3,16	8×10^5
Akses lokal daerah industri atau <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	5×10^6

(Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017)

c. Penentuan Struktur Pondasi Jalan

Penentuan struktur pondasi jalan dilihat dari nilai CBR tanah dasar yang kemudian disesuaikan dengan spesifikasi yang sudah disediakan pada tabel 2.9.

Tabel 2.9 Desain Pondasi Jalan Minimum

CBR tanah dasar (%)	Kelas Kekuatan Tanah Dasar	Uraian Struktur Pondasi	Perkerasan Lentur			Perkerasan Kaku
			Beban Lalu lintas Pada Lajur rencana dengan umur rencana 40 tahun (juta ESA5)			
			<2	2-4	>4	
≥ 6	SG6	Perbaikan tanah	Tebal minimum perbaikan tanah dasar Tidak diperlukan perbaikan			Stabilitas Semen 300

CBR tanah dasar (%)	Kelas Kekuatan Tanah Dasar	Uraian Struktur Pondasi	Perkerasan Lentur			Perkerasan Kaku
			Beban Lalu lintas Pada Lajur rencana dengan umur rencana 40 tahun (juta ESA5)			
			<2	2-4	>4	
Tebal minimum perbaikan tanah dasar						
5	SG5	dasar dapat berupa	-	-	100	Stabilitas Semen
4	SG4	stabilisasi semen	100	150	200	
3	SG3	atau material	150	200	300	
2.5	SG 2.5	timbunan pilihan	175	250	350	
Tanah Ekspansif (potensi pemuaian >5%)		(sesuai persyaratan Spesifikasi Umum divisi 3 Pekerjaan Tanah) (Pemadatan Lapisan ≤ 200 mm tebal gembur)	400	500	600	Berlaku ketentuan yang sama dengan fondasi jalan perkerasan lentur
		Lapisan penopang	1000	1100	1200	
Perkerasan diatas tanah lunak	SG1	-atau- lapis penopang dan geogrid	650	750	850	
Tanah gambut dengan HRS atau DBST untuk perkerasan untuk jalan raya minor (nilai minimum-ketentuan lain berlaku)		Lapis penopang berbutir	1000	1250	1500	

Catatan :

- (1) Desain harus mempertimbangkan semua hal yang kritikal
- (2) Ditandai dengan kepadatan dan CBR lapangan yang rendah
- (3) Menggunakan nilai CBR insitu , karena nilai CBR rendaman tidak relevan
- (4) Permukaan lapis penopang di atas tanah SG1 dan gambut diasumsikan mempunyai daya dukung setara nilai CBR 2.5%, dengan demikian ketentuan perbaikan tanah SG2.5 berlaku. Contoh: untuk lalu lintas rencana > 4 jt ESA, tanah SG1 memerlukan lapis penopang setebal 1200 mm untuk mencapai daya dukung setara SG2.5 dan selanjutnya perlu ditambah lagi setebal 350 mm untuk meningkatkan menjadi setara SG6.

- (5) Tebal lapis penopang dapat dikurangi 300 mm jika tanah asal dipadatkan pada kondisi kering.
- (6) Untuk perkerasan kaku, material perbaikan tanah dasar berbutir halus (klasifikasi A4 sampai dengan A6) harus berupa stabilisasi semen.

(Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017)



2.2.6 Penentuan Daya Dukung Efektif Tanah Dasar

Daya dukung efektif tanah dasar dapat ditentukan menggunakan metode CBR, biasanya menggunakan solusi tanah normal atau tanah lunak. Pada tanah dasar normal, daya dukung efektif tanah dasar dapat dihitung dengan rumus 2.3. Pada tanah dasar lunak dapat dibangun perkerasan kaku dengan ditopang oleh pondasi *micro pile*, atau penggalian dan penggantian seluruh tanah lunak.

a. Tanah Dasar Normal

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

$$CBR \text{ ekivalen} = \left(\frac{\sum_i h_i CBR^{0.33}}{\sum_i h} \right)^3 \quad (2.3)$$

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

Semakin dalam posisi tanah dasar dan kekuatan tanah dasar semakin meningkat, maka formula tersebut tidak berlaku. Dalam kasus ini nilai CBR karakteristik adalah nilai CBR lapis teratas tanah dasar. (Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017)

b. Tanah Lunak

Perkerasan kaku sebaiknya tidak digunakan di atas tanah lunak, kecuali jika dibangun dengan pondasi *micro pile*. Apabila perkerasan kaku dibangun di atas tanah lunak maka pondasi perkerasan tanah lunak harus terdiri atas :

- a) penggalian dan penggantian seluruh tanah lunak atau,
- b) lapis penopang dengan nilai CBR tidak lebih dari 6% dan timbunan dengan tinggi tidak kurang dari 1,5 meter. Lapis penopang harus diberikan waktu untuk mengalami konsolidasi (pra-pembebanan).
(Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017)

2.2.7 Umur Rencana

Umur rencana perkerasan jalan ditentukan pada pertimbangan klasifikasi fungsional jalan, pola lalu-lintas serta nilai ekonomi jalan, lihat (Tabel 2.10). Umur rencana harus dapat memberikan *discounted lifecycle cost* terendah, bisa diambil dari nilai bunga rata – rata Bank Indonesia dari alamat website <http://www.bi.go.id/web/en/Moneter/BI+Rate/Data+BI+Rate/>.

Tabel 2.10 Umur rencana perkerasan jalan baru

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

(Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017)

2.2.8 Perencanaan Penulangan

Tujuan utama penulangan antara lain :

- Membatasi lebar retakan agar kekuatan plat dapat bertahan lebih lama sehingga meminimalisir biaya pemeliharaan.
- Mengurangi sambungan melintang dengan memperpanjang penggunaan plat sehingga dapat meningkatkan kenyamanan pengguna jalan.

Perkerasan beton bersambung tanpa tulangan memiliki syarat jarak sambungan susut antara 4 - 5 m, sedangkan untuk perkerasan beton bersambung dengan tulangan memiliki jarak sambungan susut antara 8 - 15 m dan untuk sambungan perkerasan beton menerus dengan tulangan sesuai dengan kemampuan pelaksanaan. Sambungan susut berupa ruji polos (*dowel*) dengan diameter 28 mm, panjang 45 cm, dan jarak antara ruji 30 cm. Setengah panjang ruji harus dicat atau dilumuri bahan anti lengket untuk menjamin tidak ada ikatan dengan beton. (Pd T-14-2003)

a. Penulangan Memanjang

Tulangan memanjang yang dibutuhkan pada perkerasan beton semen menerus dengan tulangan dihitung dengan persamaan berikut :

$$P_s = \frac{100 \times f_{ct} \times [1,3 - (0,2 \times \mu)]}{f_y - n \times f_{ct}} \quad (2.4)$$

Dimana :

- Ps : persentase luas tulangan memanjang yang dibutuhkan terhadap luas penampang beton (%)
- f_{ct} : kuat tarik langsung beton = $(0,4 - 0,5 f_{cf})$ (Kg/cm²)
- f_y : tegangan leleh rencana baja (kg/cm²)
- n : angka ekivalensi antara baja dan beton (E_s/E_c), dari tabel 2.11 atau bisa dihitung dengan rumus
- μ : koefisien gesekan antara pelat beton dengan lapisan di bawahnya
- E_s : modulus elastisitas baja = $2,1 \times 10^6$ (kg/cm²)
- E_c : modulus elastisitas beton = $14850 \sqrt{f'c}$ (kg/cm²)

Tabel 2.11 Hubungan Kuat tekan beton dengan angka ekivalen baja dan beton (n)

$f'c$ (kg/m ²)	n
175 – 225	10
235 – 285	8
290 – ke atas	6

(Sumber : Pedoman Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen (Pd T-14-2003))

Tabel 2.12 Nilai Koefisien Gesekan (μ)

No.	Lapis pemecah ikatan	Koefisien Gesekan (μ)
1	Lapis resap ikat aspal di atas permukaan pondasi bawah	1,0
2	Laburan parain tipis pemecah ikat	1,5
3	Karet kompon (<i>A chlorinated rubber curing compound</i>)	2,0

(Sumber : Pedoman Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen (Pd T-14-2003))

Persentase minimum dari tulangan memanjang pada perkerasan beton menerus adalah 0,6% luas penampang beton. Jumlah optimum tulangan memanjang, perlu dipasang agar jarak dan lebar retakan dapat dikendalikan. Secara teoritis jarak antara retakan pada perkerasan beton menerus dengan tulangan dihitung dari persamaan berikut :

$$L_{cr} = \frac{f_{ct}^2}{n \cdot p^2 \cdot u \cdot x f_b (E_s \cdot E_c - f_{ct})} \quad (2.5)$$

Dimana :

- L_{cr} : jarak teoritis antara retakan (cm).
- p : perbandingan luas tulangan memanjang dengan luas penampang beton.
- u : perbandingan keliling terhadap luas tulangan = $4/d$.
- f_b : tegangan lekat antara tulangan dengan beton = $(1,97\sqrt{f'})/d$ (kg/cm²)
- ϵ_s : koefisien susut beton = $(400 \cdot 10^{-6})$
- n : angka ekivalensi antara baja dan beton (E_s/E_c), dari tabel 2.11 atau bisa dihitung dengan rumus

E_s : modulus elastisitas baja = $2,1 \times 10^6$ (kg/cm²)

E_c : modulus elastisitas beton = $14850 \sqrt{f'_c}$ (kg/cm²)

Agar didapat retakan-retakan yang halus dan jarak antara retakan yang optimum, maka harus memenuhi syarat – syarat antara lain :

- Persentase tulangan dan perbandingan antara keliling dan luas tulangan harus besar
- Perlu menggunakan tulangan ulir (*deformed bars*) untuk memperoleh tegangan lekat yang lebih tinggi.

Jarak retakan teoritis yang dihitung dengan persamaan di atas harus memberikan hasil antara 150 dan 250 cm. Jarak antar tulangan 100 mm - 225 mm. Diameter batang tulangan memanjang berkisar antara 12 mm dan 20 mm. (Pd-T-14-2003)

b. Penulangan Melintang

Luas tulangan melintang (A_s) yang diperlukan pada perkerasan beton menerus dengan tulangan dihitung menggunakan rumus (2.6) berikut :

$$A_s = \frac{\mu . L . M . g . h}{2 . f_s} \quad (2.6)$$

Rekomendasi tulangan melintang adalah sebagai berikut :

- a. Diameter batang ulir > 12 mm.
- b. Jarak maksimum antar tulangan adalah 75 cm. (Pd-T-14-2003)

c. Penempatan Tulangan

Penulangan melintang pada perkerasan kaku harus ditempatkan pada kedalaman lebih besar dari 65 mm dari permukaan untuk tebal pelat ≤ 20 cm dan maksimum sampai sepertiga tebal pelat untuk tebal pelat > 20 cm. Tulangan memanjang dipasang di atas tulangan melintang. (Pd-T-14-2003)

2.3 Persyaratan Teknis AASHTO 1993

2.3.1 Vehicle Damage Factor (VDF) Desain

Data sekunder nilai VDF sesuai penggolongan jenis kendaraan yang diambil dari beberapa sumber dapat dilihat pada tabel 2.13

Tabel 2.13 Vehicle Damage Factor (VDF) Desain

No.	Type Kendaraan	Vehicle Damage Factor (VDF)							
		A	B	C	D	E	F	G	H
1	Sedan, jeep, st. Wagon	0,0005	0,0024	0,0001	0,0010	0,0005	0,0020	0,0020	0,0012
2	Pick- up, combi	0,2174	0,2738	0,1580	0,0010	0,3106	0,1960	0,3590	0,2165
3	Truk 2 as (L), micro truk, mobil hantaran	0,2174	0,2738	0,1580	0,2060	0,3106	0,1960	0,3590	0,2458
4	Bus kecil	0,2174	0,2738	0,1580	0,2060	0,3106	0,1960	0,3590	0,2458
5	Bus besar	0,3006	0,3785	0,6984	4,4526	0,1592	0,9290	0,3710	1,0413
6	Truck 2 as (H)	2,4159	3,0421	2,6883	4,4526	2,3286	1,5690	4,4460	2,9918
7	Truk 3 as	2,7416	5,4074	5,3847	3,4214	2,6209	8,0290	9,8050	5,3443
8	Truk 4 as, truk gandengan	3,9083	4,8071	5,7962	8,9003	7,0588	8,1950	6,4443	6,4443
9	Truk S, Trailer	4,1718	7,2881	4,2155	3,6923	4,3648	1,0290	4,1269	4,1269

Keterangan :

A : Bina Marga MST 10 Ton

B : NAASRA MST 10 Ton

C : PUSTRAN 2002 (*overloaded*)

D : CIPULARANG 2002

E : PANTURA 2003 MST 10 Ton

F : PUSTRANS 2004 Semarang – Demak

G : PUSTRANS 2004 Yogyakarta – Sleman/Tempel

H : VDF rata – rata

(Sumber : Perkerasan Jalan Beton Semen Portland Perencanaan Metode AASHTO 1993)

2.3.2 Traffic Design

Umur rencana *rigid pavement* umumnya diambil 20 dan 40 tahun untuk konstruksi baru. Lalu lintas rencana pada AASHTO 1993 dapat diketahui melalui nilai ESAL atau *Equivalent Single Axle Load*. Berikut rumus umum lalu lintas rencana (ESAL) :

$$W_{18} = \sum_{N_1}^{N_n} LHR_j \times VDF_j \times DD \times DL \times 365 \quad (2.7)$$

Dimana :

W_{18} = *Traffic design* pada lajur lalu lintas, *Equivalent Single Axle Load*.

LHRj = Jumlah lalu lintas harian rata-rata 2 arah untuk jenis kendaraan j.

VDFj = *Vehicle Damage Factor* untuk jenis kendaraan j.

D_D = Faktor distribusi arah.

D_L = Faktor distribusi lajur.

N_1 = lalu lintas pada tahun pertama jalan dibuka.

N_n = Lalu lintas pada akhir umur rencana.

Terdapat faktor distribusi arah (D_D) yang nilainya 0,3 – 0,7, umumnya diambil 0,5 dan faktor distribusi lajur (D_L) mengacu pada tabel 2.14 (Suryawan, 2009 : halaman 27).

Tabel 2.14 Faktor distribusi lajur (D_L)

Jumlah lajur setiap arah	D_L (%)
1	100
2	80 – 100
3	60 – 80
4	50 – 75

(Sumber : Perkerasan Jalan Beton Semen Portland Perencanaan Metode AASHTO 1993)

2.3.3 Lalu Lintas

Data lalu lintas yang digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan kaku adalah data lalu lintas kumulatif selama umur rencana. Jumlah beban gandar tunggal standar kumulatif didapatkan dari perkalian beban gandar standar kumulatif pada jalur rencana selama 1 tahun (W_{18}) dengan besaran faktor laju pertumbuhan lalu lintas (*traffic growth*). Rumusan lalu lintas kumulatif menurut metode AASHTO 1993 sebagai berikut :

$$W_t = W_{18} \times \frac{(1+g)^n - 1}{g} \quad (2.8)$$

Dimana :

W_t = Jumlah beban gandar tunggal standar kumulatif

W_{18} = Beban gandar standar kumulatif selama 1 tahun (ESAL)

n = Umur pelayanan, atau umur rencana UR (tahun)

g = perkembangan lalu lintas (%)

(Suryawan, 2009 : halaman 27)

2.3.4 Daya Dukung Efektif Tanah Dasar dan Modulus Reaksi Tanah Dasar

CBR dalam perencanaan perkerasan kaku digunakan untuk penentuan nilai parameter modulus reaksi tanah dasar (k) menggunakan gabungan formula dan grafik penentuan modulus reaksi tanah dasar berdasar ketentuan CBR tanah dasar. Nilai CBR yang umum digunakan di Indonesia berdasarkan besaran 6% untuk lapis tanah dasar. (Suryawan, 2009 : halaman 31).

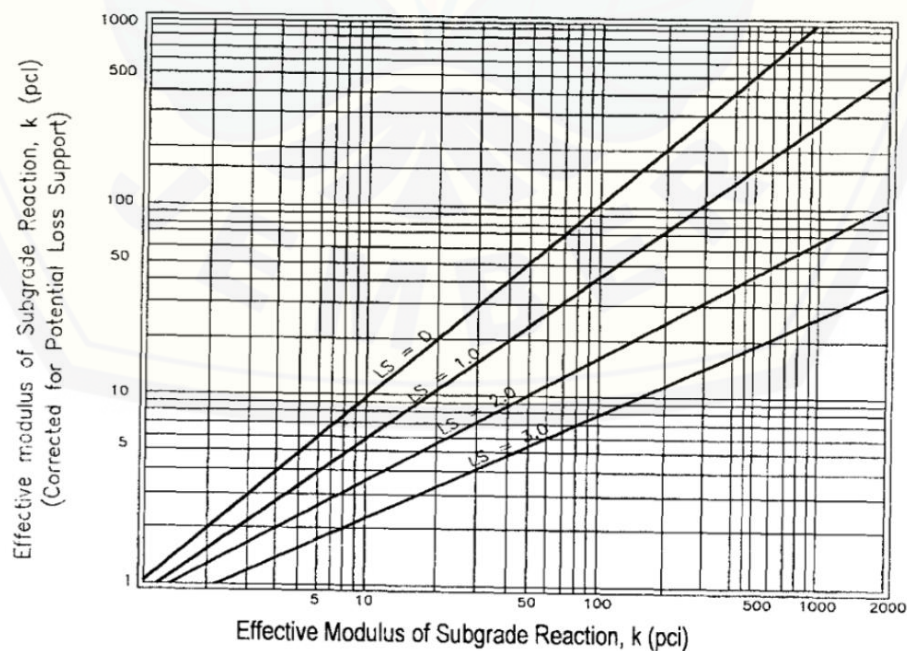
$$M_R = 1.500 \times \text{CBR} \quad (2.9)$$

$$k = \frac{M_R}{19,4} \quad (2.10)$$

Dimana :

$M_R = \text{Resilient modulus}$

Koreksi Modulus Reaksi Tanah Dasar Efektif, menggunakan grafik pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Koreksi modulus reaksi tanah dasar efektif untuk potensial kehilangan dukungan (Sumber: AASHTO 1993)

2.3.5 Reliabilitas

Angka reliabilitas adalah kemungkinan (*probabilitas*) bahwa perkerasan yang direncanakan akan tetap memuaskan selama umur rencana. Angka reliabilitas ditetapkan antara 50% hingga 99,99%, angka tersebut merupakan tingkat kehandalan desain untuk mengatasi dan mengakomodasi kemungkinan melehetnya besaran – besaran desain yang dipakai. Semakin tinggi reliabilitas yang dipakai semakin tinggi pula kemungkinan terjadinya selisih (deviasi) desain. Parameter - parameter desain yang terkait antara lain : (Suryawan, 2009 : halaman 28)

a. Peramalan kinerja perkerasan

Kinerja perkerasan dapat diramalkan pada *Terminal Serviceability* $p_t = 2,5$ (untuk jalan raya utama), $p_t = 2,0$ (untuk jalan lalu lintas rendah), dan *Initial Serviceability* $p_o = 4,5$ (rentang yang digunakan antara 0 – 5)

b. Peramalan lalu lintas

Peramalan lalu lintas juga dilakukan berdasarkan studi tersendiri dengan cara suvei pribadi, bukan hanya berdasarkan rumus empirik. Tingkat kehandalan dan keakuratan berdasarkan studi tersendiri lebih baik dibandingkan secara empiris, linear atau data sekunder.

c. Pelaksanaan konstruksi

Dalam pelaksanaan konstruksi perkerasan kaku, spesifikasi sudah mengkategorikan tingkat atau syarat agar perkerasan sesuai standar desain. Desain yang digunakan adalah syarat minimum dalam spesifikasi.

Berikut tabel reliabilitas yang disarankan menurut klasifikasi jalannya :

Tabel 2.15 Reliabilitas (R) yang disarankan

Klasifikasi Jalan	Rekomendasi Tingkat Reliabilitas (%)	
	Perkotaan	Antar Kota
Jalan Tol	85-99,99	80-99,99
Arteri	80-99	75-95
Kolektor	80-95	75-95
Lokal	50-80	50-80

(Sumber : AASHTO 1993)

Tabel 2.16 Nilai penyimpangan normal standar deviasi untuk tingkat reliabilitas tertentu (Z_R)

Reliabilitas, R (%)	Standart Normal Deviation, Z_R
50	0,000
60	-253
70	-524
75	-674
80	-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 : Perkerasan Jalan Beton Semen Portland Perencanaan Metode AASHTO 1993)

Selain *Standart Normal Deviation* terdapat parameter lain yang berpengaruh pada penentuan tebal plat rencana, parameter tersebut adalah *Standart Deviation*. *Standart Deviation* untuk perkerasan kaku adalah $S_o = 0,30 - 0,40$ (Suryawan, 2009)

2.3.6 Serviceability

Penentuan *serviceability* berdasarkan tabel 2.17 untuk penentuan *terminal serviceability index* (P_t).

Tabel 2.17 *Terminal serviceability index* (P_t)

Persentase orang yang menyatakan tidak dapat diterima (%)	P_t (Terminal Serviceability Level)
12	3,0
55	2,5
85	2,0

(Sumber: Perkerasan Jalan Beton Semen Portland Perencanaan Metode AASHTO 1993)

Parameter *serviceability* :

- a. *Initial serviceability* : $p_o = 4,5$
- b. *Terminal serviceability index* jalur utama (*major highways*) : $p_t = 2,5$
- c. *Terminal serviceability index* jalan lalu lintas rendah : $p_t = 2,0$
- d. *Total loss of serviceability* : $\Delta PSI = p_o - p_t$

2.3.7 Modulus Elastisitas Beton dan *Flexural Strength*

$$E_c = 57.000 \sqrt{f'_c} \quad (2.11)$$

Dimana :

E_c = Modulus elastisitas beton (psi)

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

Kuat tekan beton ditetapkan sesuai spesifikasi pekerjaan. Di Indonesia umumnya digunakan $f'_c = 350 \text{ kg/cm}^2$. *Flexural Strength* sesuai spesifikasi di Indonesia umumnya digunakan $S_c' = 45 \text{ kg/cm}^2 = 640 \text{ psi}$ (Suryawan, 2009 : halaman 33)

2.3.8 Koefisien Drainase

Menurut AASHTO 1993 terdapat 2 variabel yang digunakan dalam menentukan nilai koefisien drainase.

- a. Variabel pertama yaitu mutu drainase sesuai tabel 2.18

Tabel 2.18 Mutu drainase

Mutu Drainase	Air dapat dibebaskan
Excellent	2 jam
Good	1 hari
Fair	1 minggu
Poor	1 bulan
Very poor	Air tidak terbebaskan

(Sumber : Perkerasan Jalan Beton Semen Portland Perencanaan Metode AASHTO 1993)

Tabel 2.19 Koefisien Pengaliran (C)

Tipe daerah pengaliran		C
Jalan	Beraspal	0,7 – 0,95
	Beton	0,8 – 0,95
	Batu	0,7 – 0,95

(Sumber : Perkerasan Jalan Beton Semen Portland Perencanaan Metode AASHTO 1993)

- b. Variabel kedua merupakan persentase kualitas drainase struktur perkerasan dalam satu tahun terkena air sampai mendekati jenuh air (*saturated*), dari tabel 2.20 dapat diketahui Koefisien drainase (C_d) yang dihubungkan dengan kualitas drainase.

Tabel 2.20 Koefisien Drainase (C_d)

Quality of drainage	Persentase struktur perkerasan dalam satu tahun terkena air sampai mendekati jenuh air (<i>saturated</i>)			
	< 1%	1 – 5%	5 – 25%	>25%
Excellent	1,25 – 1,20	1,20 – 1,15	1,15 – 1,10	1,10
Good	1,20 – 1,15	1,15 – 1,10	1,10 – 1,00	1,00
Fair	1,15 – 1,10	1,10 – 1,00	1,00 – 0,90	0,90
Poor	1,10 – 1,00	1,00 – 0,90	0,90 – 0,80	0,80
Very poor	1,00 – 0,90	1,90 – 0,80	0,80 – 0,70	0,70

(Sumber: Perkerasan Jalan Beton Semen Portland Perencanaan Metode AASHTO 1993)

2.3.9 Load Transfer

Penentuan Nilai *load transfer* (J) dapat dilihat pada tabel 2.21

Tabel 2.21 *Load transfer coefficient*

Alat transfer beban (Dowel)	Aspal		Beton semen	
	Yes	No	Yes	No
Tipe Perkerasan Nilai Load Transfer (J)				
1. Plain jointed (JPCP) dan jointed reinforced (JRCP)	3,2	3,8 – 4,4	2,5 – 3,1	3,6 – 4,2
2. Continuously reinforced CRCP	2,9 – 3,2	N/A	2,3 – 2,9	N/A

(Sumber: Perkerasan Jalan Beton Semen Portland Perencanaan Metode AASHTO 1993)

Perkerasan kaku menerus dengan tulangan menggunakan nilai *Load transfer coefficient* (J) antara 2,3 – 2,9, dengan rekomendasi menggunakan 2,6. Nilai ini merupakan nilai J terendah untuk desain perkerasan kaku menerus

dengan tulangan yang sudah sangat baik dalam menahan kenaikan distribusi kapasitas pembebanan perkerasan jalan.

Perkerasan kaku bersambung dengan tulangan, dowel, dan bahu beton, menggunakan *load transfer coefficient* antara 2,5 – 3,1. Tidak disarankan menggunakan nilai J terendah dari rentang tersebut untuk perkerasan kaku bersambung dengan tulangan. (AASHTO, 1993 : hal II-26)

2.3.10 Persamaan Penentuan Tebal Pelat

Parameter – parameter tersebut yang sudah diketahui nilainya kemudian diaplikasikan dalam persamaan menggunakan asumsi tebal plat beton (D), berikut persamaan penentuan tebal plat beton :

$$\log_{10} W_{18} = Z_R S_o + 7,35 \log_{10}(D+1) - 0,06 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4,5-1,5} \right]}{1 + \frac{1,624 \times 10^7}{(D+1)^{8,46}}} + (4,22 - 0,32 p_t) \times \log_{10} \frac{S'_c C_d \times [D^{0,75} - 1,132]}{215,63 \times J \times \left[D^{0,75} - \frac{18,42}{(E_c \cdot k)^{0,25}} \right]} \quad (2.12)$$

Dimana :

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

Z_R = Standar normal deviasi

S_o = Standar deviasi

D = Tebal pelat beton (inches)

ΔPSI = *Serviceability loss* = $p_o - p_t$

p_o = *Initial serviceability*

p_t = *Terminal serviceability index*

S'_c = *Flexural strength* sesuai spesifikasi pekerjaan (psi)

C_d = *Drainage coefficient*

J = *Load transfer coefficient*

E_c = Modulus elastisitas (psi)

k = modulus reaksi tanah dasar (pci)

2.3.11 Perhitungan Penulangan

Perkerasan beton menerus dengan tulangan (CRCP) adalah perkerasan jalan yang mengutamakan tulangan longitudinal yang menerus pada sepanjang perkerasan jalan. Tulangan longitudinal ini berfungsi mengontrol retakan yang terjadi di perkerasan jalan. Memungkinkan digunakan tulangan melintang atau *deformed wire fabric* pada perkerasan beton agar menahan geser terhadap lapis dasar perkerasan yang dapat menyebabkan keretakan. (AASHTO, 1993 : hal II-28)

a. Tulangan Memanjang

Kebutuhan tulangan memanjang dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$P_s = \frac{100ft(1,3-0,2F)}{fy-nft} \quad (2.13)$$

dimana :

P_s = persentase tulangan memanjang yang dibutuhkan terhadap penampang beton

f_t = kuat tarik lentur beton yang digunakan = $0,4 - 0,5f_r$

f_y = tegangan leleh rencana baja

n = angka ekuivalen antara baja dan beton = $\frac{E_s}{E_c}$

F = koefisien gesekan antara pelat beton dengan lapisan di bawahnya

E_s = modulus elastisitas baja

E_c = modulus elastisitas beton

Penentuan angka ekuivalen baja dan beton (n) serta f_r dapat dilihat pada tabel

2.22. Koefisien gesekan antara plat beton dengan lapisan pondasi dibawahnya (F) dapat dilihat pada tabel 2.23

Tabel 2.22 Hubungan antara kuat tekan beton dan angka ekuivalen baja & beton (n) serta f_r

f_c' (kg/cm ²)	f_c' (MPa)	n	f_r (MPa)
115	11,3	13	2,1
120 – 135	11,8 – 13,2	12	2,2
140 – 165	13,7 – 16,2	11	2,4
170 – 200	16,7 – 19,6	10	2,6

f_c' (kg/cm ²)	f_c' (MPa)	n	f_r (MPa)
205 – 250	20,1 – 24,5	9	2,9
260 – 320	25,5 – 31,4	8	3,3
330 – 425	32,4 – 41,7	7	3,7
450	44,1	6	4,1

(Sumber : Perkerasan Jalan Beton Semen Portland Perencanaan Metode AASHTO 1993)

Tabel 2.23 Koefisien gesekan antara pelat beton dengan lapisan pondasi dibawahnya

Tipe material dibawah slab	Friction factor (F)
Burtu, Lapen dan konstruksi sejenis	2,2
Aspal beton lataston	1,8
Stabilisasi kapur	1,8
Stabilisasi aspal	1,8
Stabilisasi semen	1,8
Koral sungai	1,5
Batu pecah	1,5
Sirtu	1,2
Tanah	0,9

(Sumber : Perkerasan Jalan Beton Semen Portland Perencanaan Metode AASHTO 1993)

Kebutuhan tulangan melintang pada perkerasan beton menerus dapat dihitung dengan persamaan yang sama seperti pada perhitungan penulangan perkerasan beton bersambung dengan tulangan (BBDT).

b. Tulangan Melintang

Perhitungan kebutuhan tulangan melintang diawali dengan mencari luas tulangan dengan rumus sebagai berikut :

$$A_s = \frac{11,76 F L h}{f_s} \quad (2.14)$$

dimana :

A_s : Luas tulangan yang diperlukan (mm²/m')

F : Koefisien gesekan antara pelat beton dengan lapisan dibawahnya

L : jarak antar sambungan (m)

h : tebal plat beton (mm)

f_s : tegangan tarik ijin baja (MPa) (0,6fy)

As min. Menurut SNI 1991 untuk segala keadaan = 0,14 % dari luas penampang beton. (Suryawan, 2009)

2.4 Penentuan Lebar Jalan

2.4.1 Lajur

Lajur adalah bagian jalur lalu lintas yang memanjang, dibatasi oleh marka lajur jalan dan memiliki lebar yang cukup untuk dilewati suatu kendaraan bermotor sesuai kendaraan rencana. Lebar lajur tergantung pada kecepatan kendaraan rencana, yang dalam hal ini dinyatakan dengan fungsi dan kelas jalan seperti ditetapkan dalam tabel 2.24.

Tabel 2.24 Lebar Lajur Jalan Ideal

Fungsi	Kelas	Lebar lajur ideal (m)
Arteri	I	3,75
	II, III A	3,50
Kolektor	III A, III B	3,00
Lokal	III C	3,00

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997)

2.4.2 Jalur

Lebar Jalur sangat ditentukan oleh jumlah dan lebar peruntukannya dapat dilihat pada tabel 2.25 yang menunjukkan lebar jalur dan bahu jalan sesuai VLHR-nya. Lebar jalur minimum adalah 4,5 meter, memungkinkan 2 kendaraan kecil saling berpapasan.

Tabel 2.25 Penentuan Lebar Jalur dan Bahu Jalan

VLHR (smp/hari)	Arteri				Kolektor				Lokal			
	Ideal		Minimum		Ideal		Minimum		Ideal		Minimum	
	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)
< 3.000	6,0	1,5	4,5	1,0	6,0	1,5	4,5	1,0	6,0	1,0	4,5	1,0
3.000 – 10.000	7,0	2,0	6,0	1,5	7,0	1,5	6,0	1,5	7,0	1,5	6,0	1,0
10.000 – 25.000	7,0	2,0	7,0	2,0	7,0	2,0	**)	**)	-	-	-	-
25.000	2nx3,5^*)	2,5	2x7,0*)	2,0	2nx3,5*)	2,0	**)	**)	-	-	-	-

Catatan :

- **)
- *)
-

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997)

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Lingkup Penelitian

Penelitian ini menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 dan Metode AASHTO 1993 untuk merencanakan tebal perkerasan kaku umur rencana 40 tahun dengan panjang jalan 10,4 km dan lebar jalan 7 meter. Sebagai data pendukung untuk mengetahui sifat daya dukung tanah digunakan data nilai CBR. Data CBR yang digunakan adalah data pada penelitian terdahulu yang sudah diolah.

Landasan penelitian ini berdasarkan kajian pustaka (*literature review*) dari beberapa jurnal dan buku referensi serta buku pedoman perencanaan perkerasan jalan yang tercantum pada daftar pustaka. Data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder yang sudah diolah dan kemudian bisa langsung digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan jalan.

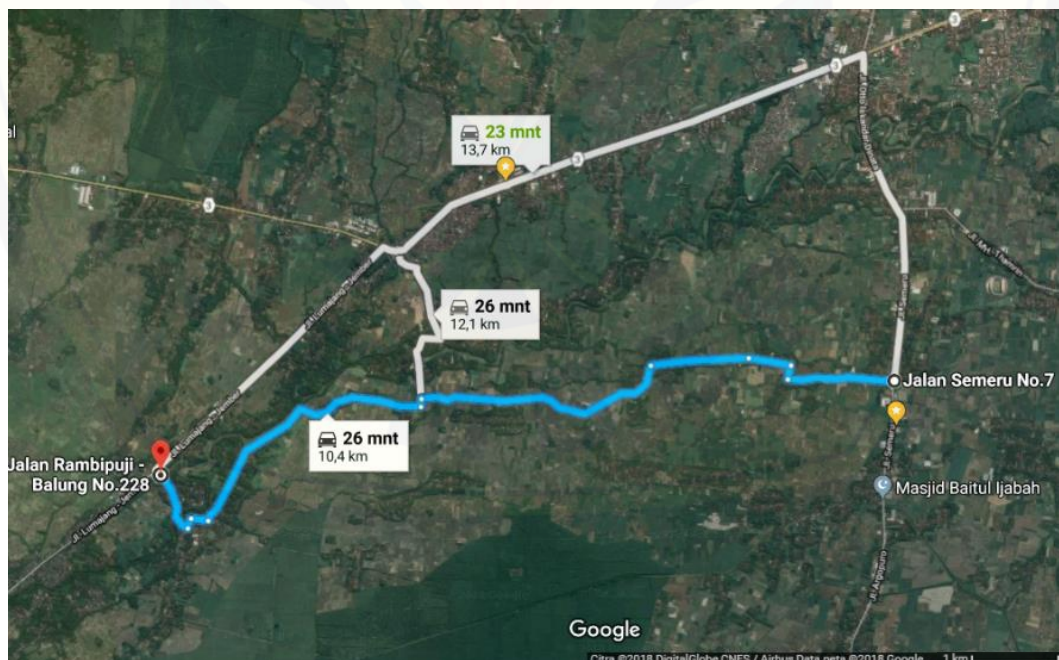
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

- a. Lokasi penelitian di Jalan Desa Pancakarya, Kecamatan Ajung - Desa Rowotamtu, Kecamatan Rambipuji, Kabupaten Jember.
- b. Data teknis jalan lama pada lokasi perencanaan adalah :
 - Panjang jalan 10,4 km
 - Lebar jalan 2,5 m
- c. Penelitian dimulai pada bulan Juni 2018



Gambar 3.1 Kondisi eksisting jalan lama

Sumber : Dokumentasi, 2018



Gambar 3.2 Peta lokasi penelitian

Sumber : *Google maps*, 2018

3.3 Prosedur Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan

Langkah – langkah dalam perencanaan tebal perkerasan kaku sebagai berikut :

a. Studi pustaka

Mempelajari dan mencari informasi tentang teori perencanaan tebal perkerasan kaku.

b. Pengumpulan data

Data primer berupa data yang diambil langsung dari lapangan. Data Sekunder berupa data yang tidak diambil langsung dari lapangan.

c. Pengolahan data

Data primer menentukan lokasi perencanaan pada peta melalui *google maps* serta survey data lalu lintas harian rata – rata (LHR) di ruas jalan kawasan Desa Rowotamtu, Kecamatan Rambipuji.

Data sekunder berupa :

- Nilai VDF pada tabel 2.3 dan tabel 2.13
- Nilai CBR yang sudah diolah pada penelitian sebelumnya
- Data LHR di ruas jalan kawasan Desa Pancakarya, Kecamatan Ajung

d. Pembahasan

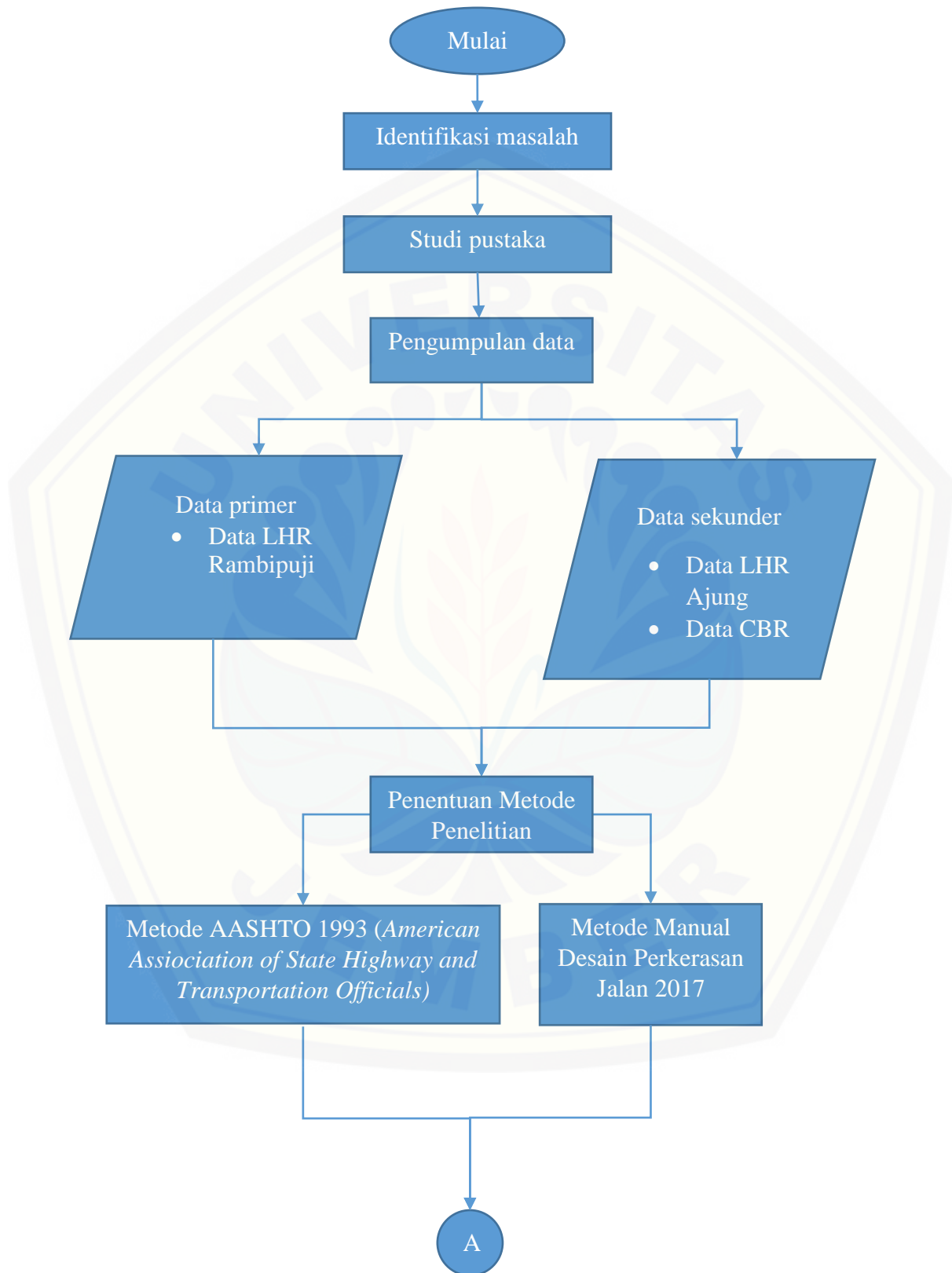
Parameter dan prosedur untuk menentukan tebal lapis perkerasan kaku harus sesuai dengan metode yang digunakan. Berikut adalah parameter dan prosedur dari Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 dan AASHTO 1993.

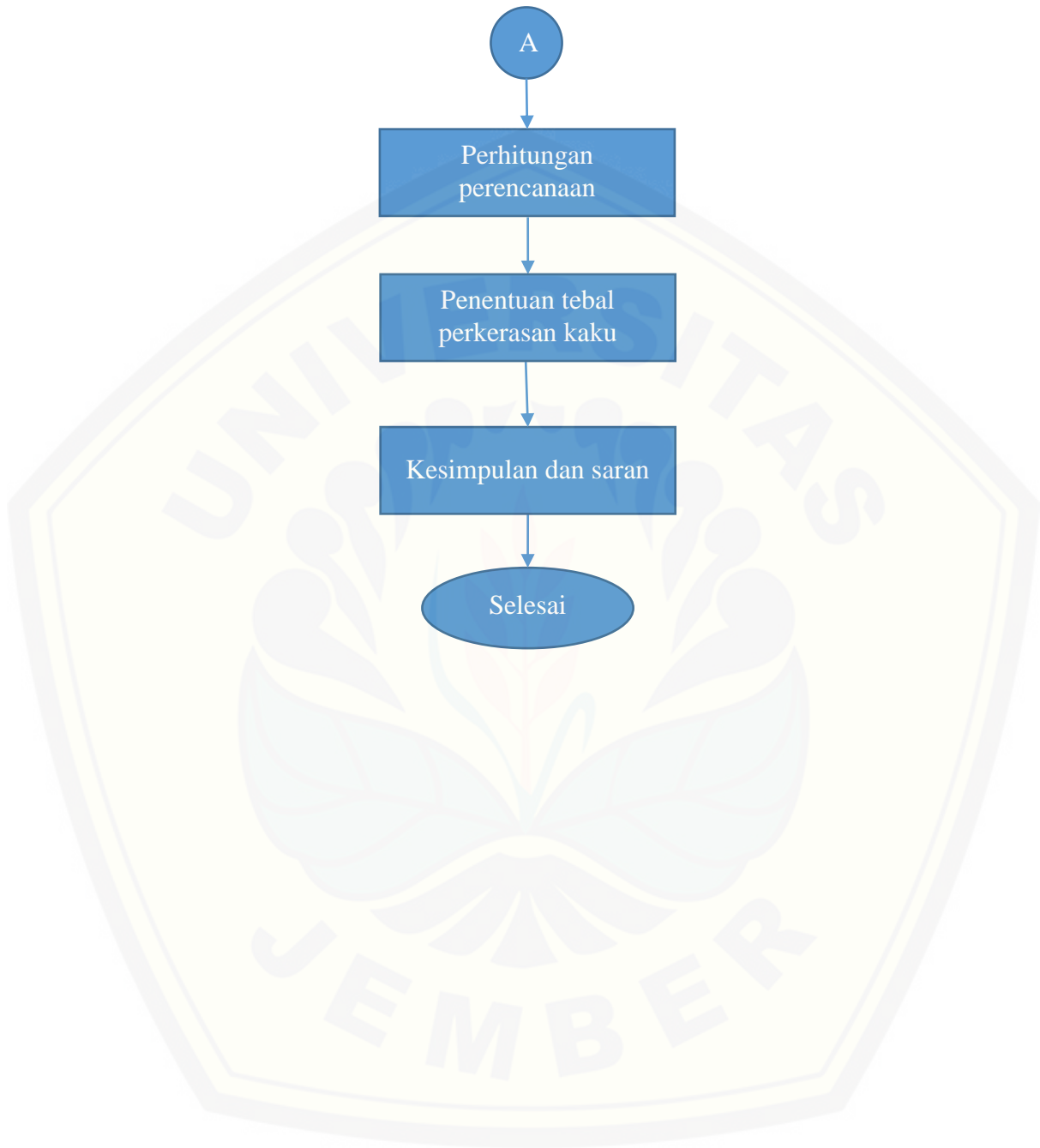
1) Perencanaan perkerasan kaku berdasarkan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 :

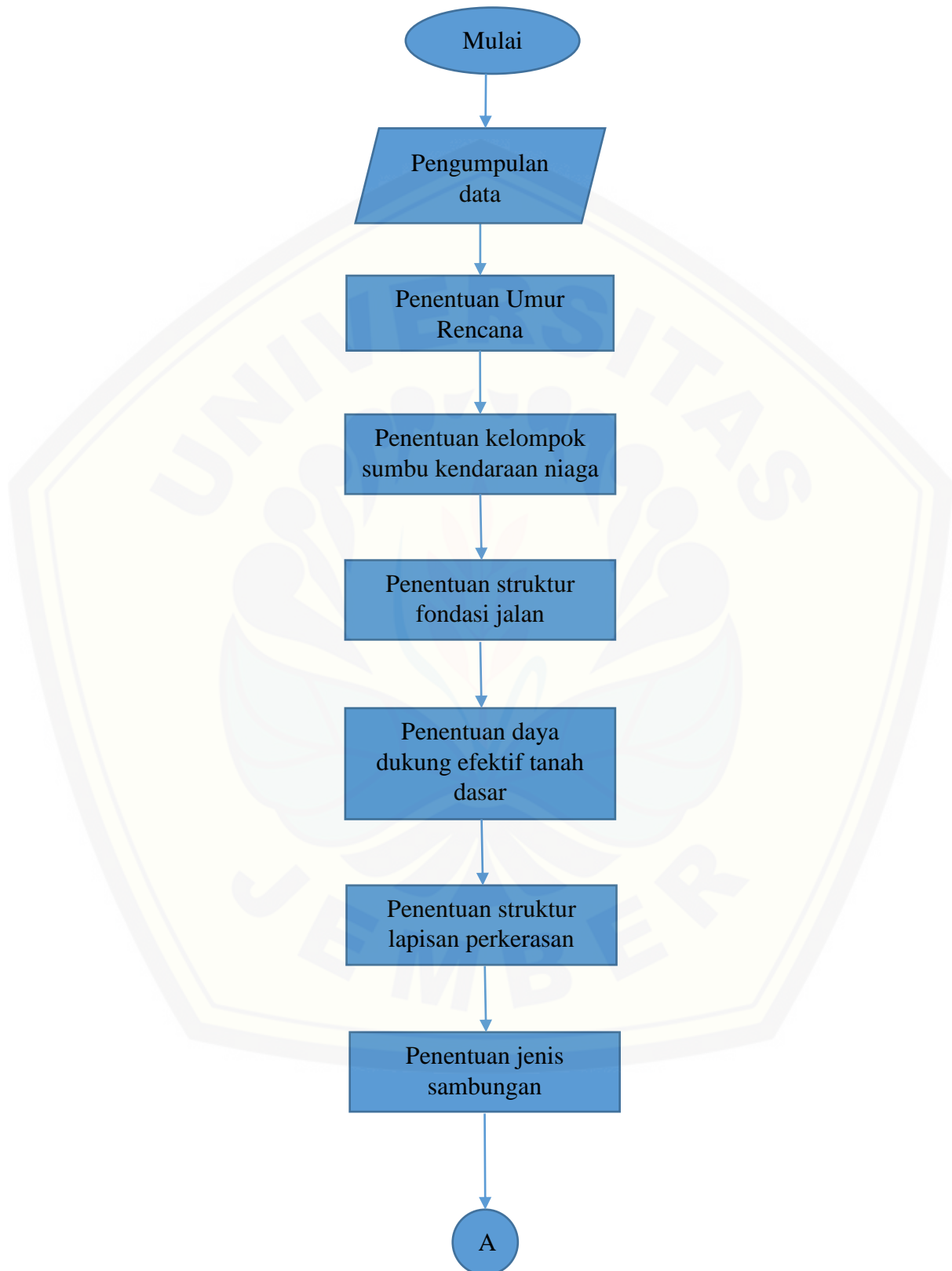
- a) Pemilihan Struktur Perkerasan Jalan (Tabel 2.1 Pemilihan Struktur Perkerasan Jalan)
- b) Penentuan umur rencana (Tabel 2.10 Umur Rencana Perkerasan).
- c) Penentuan volume kelompok sumbu kendaraan niaga. (Tabel 2.5 Distribusi beban kelompok sumbu kendaraan niaga (HVAG))
- d) Penentuan Nilai *Equivalent Single Axle Load* (ESAL)

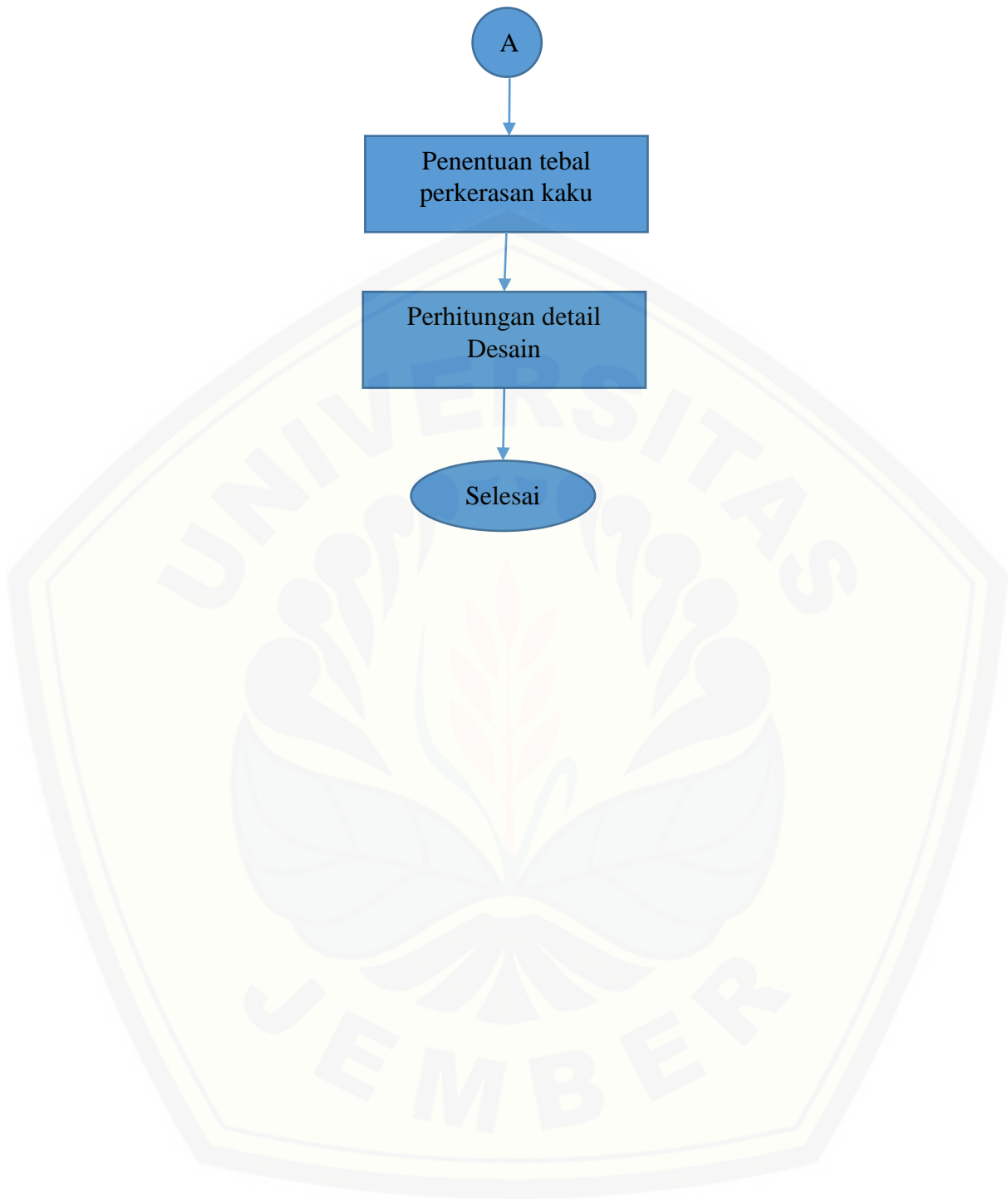
- e) Penentuan struktur pondasi perkerasan.
 - f) Penentuan daya dukung efektif tanah dasar menggunakan solusi tanah normal atau tanah lunak.
 - g) Penentuan struktur lapisan perkerasan (Tabel 2.6 dan tabel 2.7 – bagan 4 atau bagan 4A).
 - h) Penentuan jenis sambungan (umumnya berupa sambungan dengan *dowel*).
 - i) Penentuan detail desain yang meliputi dimensi plat beton, penulangan plat, posisi *dowel & tie bar*, ketentuan sambungan dan sebagainya. (Pd-T-14-2003)
- 2) Parameter – parameter perencanaan perkerasan kaku dengan Metode AASHTO 1993 :
- a) Data lalu lintas
 - b) Lalu lintas rencana
 - c) CBR
 - d) Modulus reaksi tanah dasar (k)
 - e) *Flexural Strength* (S_c')
 - f) *Reliability*
 - g) *Serviceability*
 - h) Koefisien Drainase (C_d)
 - i) *Load transfer coefficient* (J)
 - j) Perhitungan Penulangan

3.4 Bagan Alir Penelitian

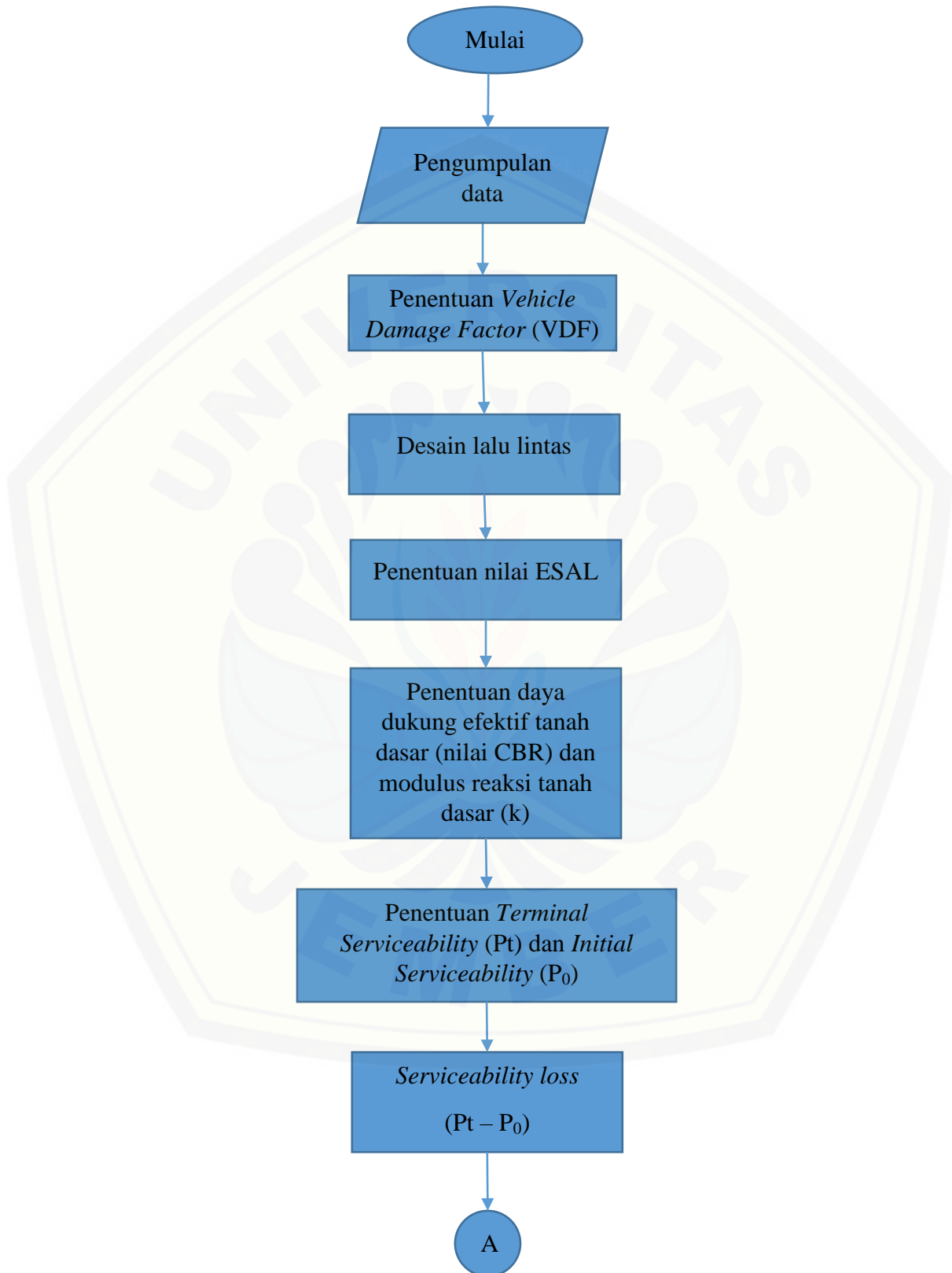


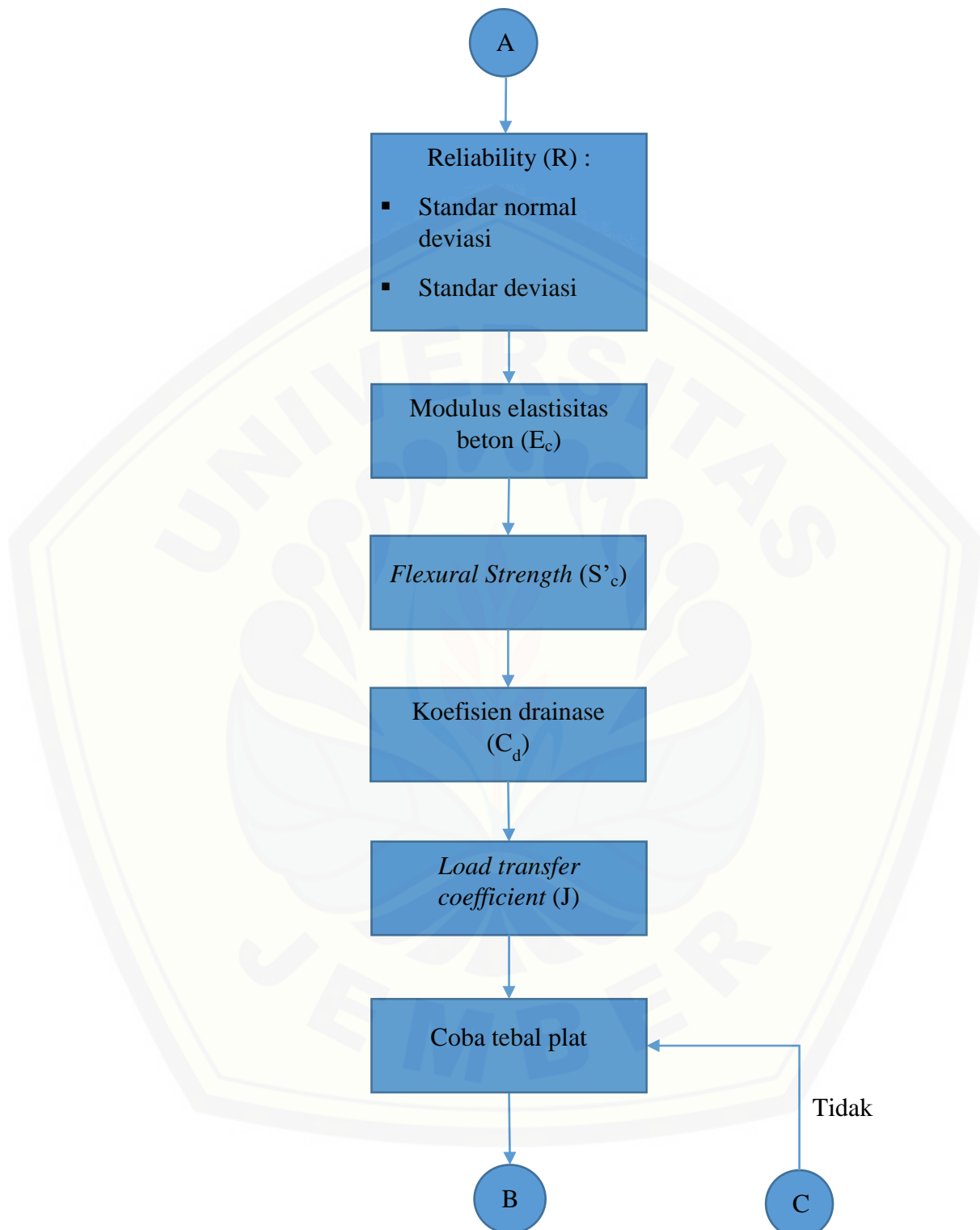


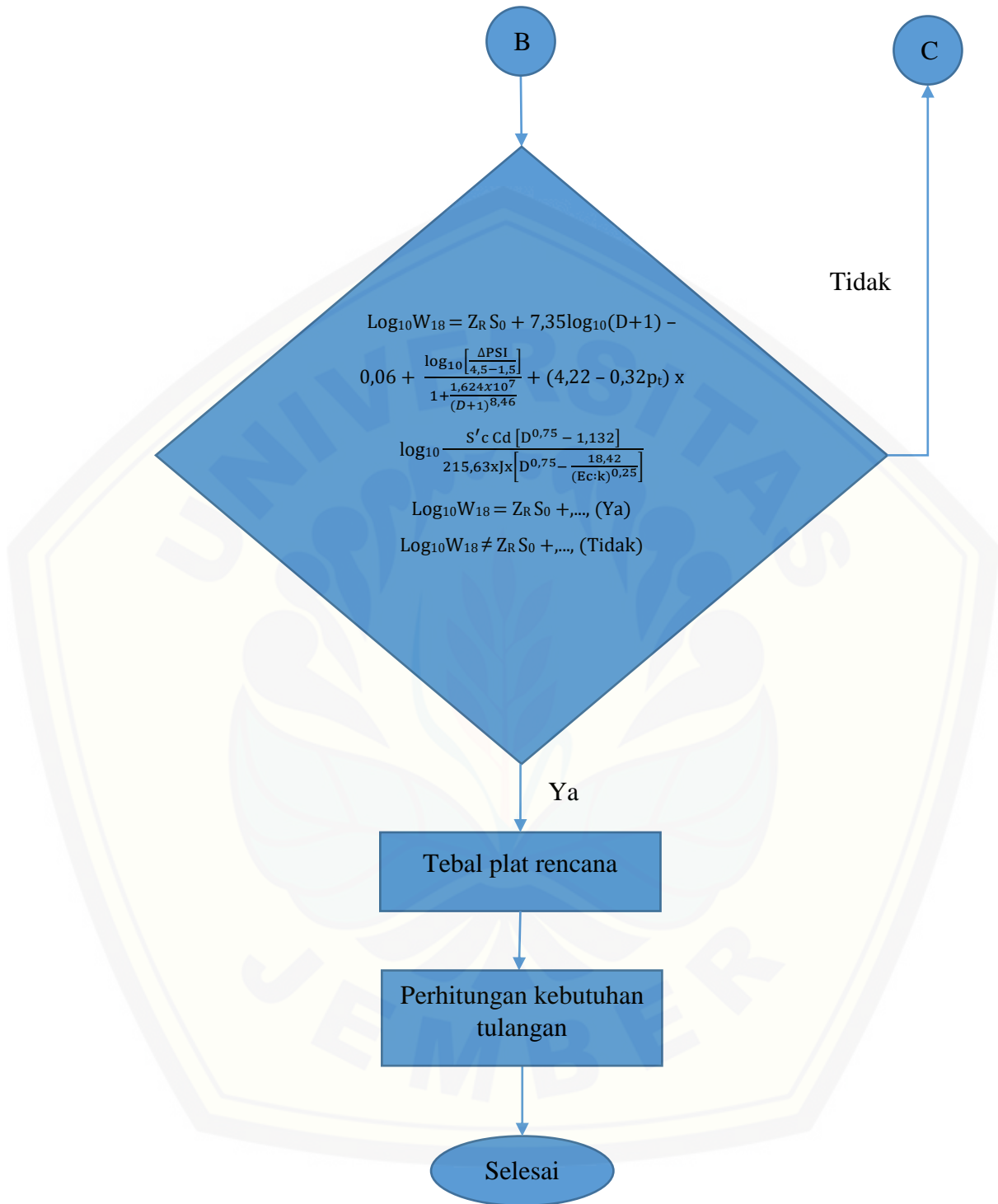
3.5 Bagan Alir Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017



3.6 Bagan Alir Metode AASHTO 1993







BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis dan perhitungan perencanaan tebal perkerasan kaku pada jalan baru dengan metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 dan Metode AASHTO 1993 adalah sebagai berikut :

a. Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 :

Direncanakan perkerasan kaku dengan umur rencana 40 tahun, lebar jalan 7 meter, Panjang jalan 10,4 kilometer. Didapat hasil sebagai berikut :

- Jenis Perkerasan : Beton menerus dengan tulangan
- Tebal Plat beton : 285 mm
- Lapis beton kurus (LMC) : 100 mm
- Lapis drainase : 150 mm
- Sambungan : Dowel
- Tulangan Memanjang : ulir D16 - 100
- Tulangan Melintang : ulir D16 - 400

b. Metode AASHTO 1993

Direncanakan perkerasan kaku dengan umur rencana 40 tahun, lebar jalan 7 meter, Panjang jalan 10,4 kilometer. Didapat hasil sebagai berikut :

- Jenis Perkerasan : Beton menerus dengan tulangan
- Tebal Plat beton : 291 mm
- Sambungan : Dowel
- Tulangan Memanjang : ulir D19 - 100
- Tulangan Melintang : ulir D16 – 400

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil perhitungan dan analisis dalam tugas akhir ini adalah menghitung rencana anggaran biaya (RAB) dari hasil perencanaan kedua metode tersebut serta membandingkan kebutuhan biayanya.

Melakukan pemodelan *trip assignment* dengan program bantu EMME/3 untuk mengetahui beban kendaraan yang melintasi jalan alternatif Ajung – Rambipuji.



DAFTAR PUSTAKA

- ‘Aini, A. N. 2018. Perbandingan Tebal Perkerasan Metode AASHTO 1993 dan Metode Pd t-14-2003. *Skripsi*. Jember: Program Sarjana Fakultas Teknik Universitas Jember.
- American Association of State Highway and Transportation Officials. 1993. *AASHTO Guide for Design of Pavement Structures*. Washington, D. C. : American Association of State Highway and Transportation Officials
- Kartikasari, I. D. 2015. Perencanaan Perkerasan Lentur Metode Bina Marga di Jalan Lingkar Selatan Jember. *Skripsi*. Jember: Program Sarjana Fakultas Teknik Universitas Jember.
- Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum
- Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. 2003. *Manual Desain Pekerjaan Jalan*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga. 2017. *Manual Desain Perkerasan Jalan*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum
- Lukman, A. F., D. Triana, dan M. M. Sari. 2016. Rancangan Tebal Perkerasan Kaku Jalan Lingkar Selatan Kota Cilegon. *Jurnal CIVTECH* : 1-14
- Nuryati, S. 2007. Analisis Tebal Lapis Perkerasan Dengan Metode Bina Marga 1987 dan Aashto 1986. *Universitas Islam 45 Bekasi*. 32-49

Sukirman, Silvia, Nova. 2010. Tebal Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur. Bandung: Nova

Suryawan, A. 2009. Perkerasan Jalan Beton Semen Portland (Rigid Pavement) (*Perencanaan Metode AASHTO 1993*). Cetakan ke-2. Yogyakarta: Beta Offset





LAMPIRAN 1

GAMBAR RENCANA



LAMPIRAN 2

DATA NILAI CBR MENGGUNAKAN *DYNAMIC CONE PENETROMETER TEST* (DCPT)

(Kartikasari, 2015)

DYNAMIC CONE PENETROMETER TEST (DCPT)

Lokasi Kegiatan
Titik

Ajung-Rambipuji
1

Dilaksanakan
Diperiksa
Tanggal

Intan D K S

1	2	3	4	5	6	7
Tumbukan (N)	Pembacaan Mistar (mm)	Penetrasi (mm)	Tumbukan Per 25 mm	Nilai CBR %		
				Grafik 1	Grafik 2	CBR %
0	29	29	0	0.00	0.00	0.00
1	50	21	1.19	8.00	7.00	7.00
2	71	50	1.19	8.00	8.00	8.00
3	92	42	1.19	8.00	9.00	8.00
4	121	79	1.09	7.90	10.00	7.90
5	152	73	1.02	7.70	15.00	7.70
6	186	113	0.96	7.10	10.00	7.10
7	222	109	0.91	6.60	15.00	6.60
8	263	154	0.85	6.40	10.00	6.40
9	312	158	0.80	5.90	10.00	5.90
10	372	214	0.73	5.20	10.00	5.20
11	452	238	0.65	4.50	10.00	4.50
12	533	295	0.60	4.20	6.50	4.20
13	606	311	0.56	3.70	12.00	3.70
14	644	333	0.57	3.80	6.00	3.80
15	681	348	0.58	3.90	12.00	3.90
16	732	384	0.57	3.80	6.50	3.80
17	775	391	0.57	3.80	11.00	3.80
18	830	439	0.56	3.70	7.00	3.70
19	878	439	0.56	3.70	14.00	3.70
20	951	512	0.54	3.50	6.50	3.50

CBR RERATA = 5,16 %

DYNAMIC CONE PENETROMETER TEST (DCPT)

Lokasi Kegiatan
Titik

Ajung-Rambipuji
2

Dilaksanakan
Diperiksa
Tanggal

Intan D K S

1	2	3	4	5	6	7
Tumbukan (N)	Pembacaan Mistar (mm)	Penetrasi (mm)	Tumbukan Per 25 mm	Nilai CBR %		
				Grafik 1	Grafik 2	CBR %
0	55	55	0	0.00	0.00	0.00
1	95	40	0.63	4.40	3.00	3.00
2	133	93	0.64	4.50	2.00	2.00
3	171	78	0.65	4.60	4.00	4.00
4	209	131	0.65	4.60	4.00	4.00
5	256	125	0.62	4.20	6.00	4.20
6	320	195	0.57	3.80	6.00	3.80
7	390	195	0.52	3.60	7.00	3.60
8	465	270	0.49	3.40	3.50	3.40
9	512	242	0.49	3.40	18.00	3.40
10	553	311	0.50	3.50	4.00	3.50
11	640	329	0.47	3.00	13.00	3.00
12	850	521	0.38	2.40	3.50	2.40
13	949	428	0.36	2.30	10.00	2.30

CBR RERATA = 3,04 %

DYNAMIC CONE PENETROMETER TEST (DCPT)

Lokasi Kegiatan
Titik

Ajung-Rambipuji
3

Dilaksanakan
Diperiksa
Tanggal

Intan D K S

1	2	3	4.00	5	6	7
Tumbukan (N)	Pembacaan Mistar (mm)	Penetrasi (mm)	Tumbukan Per 25 mm	Nilai CBR %		
				Grafik 1	Grafik 2	CBR %
0	62	62	0.00	0.00	0.00	0.00
1	143	81	0.31	2.10	1.50	1.50
2	222	141	0.31	2.10	2.00	2.00
3	252	111	0.39	3.50	4.00	3.50
4	290	179	0.44	2.90	4.00	2.90
5	330	151	0.47	3.10	7.00	3.10
6	373	222	0.48	3.20	4.00	3.20
7	418	196	0.49	3.30	6.00	3.30
8	475	279	0.48	3.20	6.00	3.20
9	541	262	0.47	3.10	8.00	3.10
10	636	374	0.44	2.90	5.00	2.90
11	680	306	0.44	2.90	6.00	2.90
12	726	420	0.45	3.00	5.00	3.00
13	752	332	0.47	3.10	8.00	3.10
14	795	463	0.48	3.20	5.00	3.20
15	845	382	0.48	3.20	8.00	3.20
16	915	533	0.47	3.10	6.00	3.10

CBR RERATA = 2,78 %

DYNAMIC CONE PENETROMETER TEST (DCPT)

Lokasi Kegiatan Ajung-Rambipuji Dilaksanakan Intan D K S
Titik 4 Diperiksa
Tanggla

1 Tumbukan (N)	2 Pembacaan Mistar (mm)	3 Penetrasi (mm)	4 Tumbukan Per 25 mm	5 Nilai CBR %		
				6 Grafik 1	7 Grafik 2	8 CBR %
0	31	31	0	0.00	0.00	0.00
1	60	29	0.86	6.30	2.00	2.00
2	81	52	1.00	7.60	4.00	4.00
3	111	59	0.94	7.00	8.00	7.00
4	120	61	1.12	8.00	9.00	8.00
5	135	74	1.20	8.10	10.00	8.10
6	150	76	1.26	8.50	15.00	8.50
7	163	87	1.33	8.60	15.00	8.60
8	180	93	1.34	8.60	15.00	8.60
9	196	103	1.36	8.60	15.00	8.60
10	212	109	1.38	8.70	20.00	8.70
11	232	123	1.37	8.70	15.00	8.70
12	256	133	1.33	8.60	16.00	8.60
13	285	152	1.28	8.50	15.00	8.50
14	312	160	1.25	8.50	15.00	8.50
15	340	180	1.21	8.50	16.00	8.50
16	367	187	1.19	8.50	17.00	8.50
17	395	208	1.17	8.50	16.00	8.50
18	424	216	1.15	8.50	16.00	8.50
19	453	237	1.13	8.10	17.00	8.10
20	482	245	1.11	8.00	17.00	8.00
21	511	266	1.09	7.90	17.00	7.90
22	540	274	1.08	7.90	17.00	7.90
23	570	296	1.07	7.60	17.00	7.60
24	601	305	1.05	7.50	17.00	7.50
25	631	326	1.04	7.40	17.00	7.40
26	660	334	1.03	7.30	17.00	7.30
27	693	359	1.02	7.20	17.00	7.20
28	725	366	1.01	7.00	17.50	7.00
29	761	395	0.99	7.00	17.00	7.00
30	787	392	0.99	7.00	18.00	7.00
31	820	428	0.98	7.00	17.00	7.00
32	852	424	0.97	7.00	17.50	7.00
33	903	479	0.95	6.90	17.00	6.90
34	991	512	0.89	6.80	16.00	6.80

CBR RERATA = 7,37%

DYNAMIC CONE PENETROMETER TEST (DCPT)

Lokasi Kegiatan
Titik

Ajung-Rambipuji
5

Dilaksanakan
Diperiksa
Tanggal

Intan D K S

1	2	3	4	5	6	7
Tumbukan (N)	Pembacaan Mistar (mm)	Penetrasi (mm)	Tumbukan Per 25 mm	Nilai CBR %	Grafik 2	CBR %
				Grafik 1		
0	73	73	0	0.00	0.00	0.00
1	120	47	0.53	4.60	3.00	3.00
2	167	120	0.53	4.60	3.00	3.00
3	277	157	0.37	2.40	4.00	2.40
4	400	243	0.31	2.10	3.00	2.10
5	537	294	0.27	1.80	2.50	1.80
6	642	348	0.26	1.70	3.00	1.70
7	690	342	0.28	1.90	4.00	1.90
8	737	395	0.30	2.00	4.00	2.00
9	791	396	0.31	2.10	4.00	2.10
10	845	449	0.32	2.20	4.00	2.20

CBR RERATA = 2,02 %

DYNAMIC CONE PENETROMETER TEST (DCPT)

Lokasi Kegiatan
Titik

Ajung-Rambipuji
6

Dilaksanakan
Diperiksa
Tanggal

Intan D K S

1	2	3	4	5	6	7
Tumbukan (N)	Pembacaan Mistar (mm)	Penetrasi (mm)	Tumbukan Per 25 mm	Nilai CBR %		
				Grafik 1	Grafik 2	CBR %
0	42	42	0	0.00	0.00	0.00
1	147	105	0.24	1.70	2.00	7.00
2	340	235	0.17	1.40	2.00	8.00
3	670	435	0.12	1.30	1.70	7.00
4	712	277	0.15	1.40	3.00	7.00
5	740	463	0.18	1.40	2.00	6.00
6	800	337	0.20	1.50	3.00	5.00
7	852	515	0.22	1.60	2.50	4.00
8	890	375	0.24	1.70	4.00	3.00
9	947	572	0.25	1.80	3.00	3.00
10	992	420	0.26	1.90	4.00	2.90

CBR RERATA = 4,81 %

DYNAMIC CONE PENETROMETER TEST (DCPT)

Lokasi Kegiatan
Titik

Ajung-Rambipuji
7

Dilaksanakan
Diperiksa
Tanggal

Intan D K S

1	2	3	4	5	6	7
Tumbukan (N)	Pembacaan Mistar (mm)	Penetrasi (mm)	Tumbukan Per 25 mm	Nilai CBR %		
				Grafik 1	Grafik 2	CBR %
0	72	72	0	0.00	0.00	0.00
1	132	60	0.42	2.30	3.00	2.30
2	213	153	0.35	2.70	2.00	2.00
3	287	134	0.35	2.70	4.00	2.70
4	354	220	0.35	2.70	3.00	2.70
5	419	199	0.36	2.80	4.00	2.80
6	488	289	0.36	2.80	4.00	2.80
7	557	268	0.36	2.80	5.00	2.80
8	647	379	0.35	2.70	5.00	2.70
9	784	405	0.32	2.20	4.00	2.20
10	875	470	0.31	2.10	4.00	2.10
11	931	461	0.32	2.20	4.00	2.20
12	982	521	0.33	2.30	4.50	2.30

CBR RERATA = 2,28 %

DYNAMIC CONE PENETROMETER TEST (DCPT)

Lokasi Kegiatan
Titik

Ajung-Rambipuji
8

Dilaksanakan
Diperiksa
Tanggal

Intan D K S

1	2	3	4.00	5	6	7
Tumbukan (N)	Pembacaan Mistar (mm)	Penetrasi (mm)	Tumbukan Per 25 mm	Nilai CBR %		
				Grafik 1	Grafik 2	CBR %
0	50	50	0.00	0.00	0.00	0.00
1	65	15	1.67	4.30	4.00	4.00
2	81	66	1.61	4.70	5.00	4.70
3	128	62	0.96	7.10	9.00	7.10
4	163	101	0.88	6.20	6.00	6.00
5	189	88	0.90	6.80	10.00	6.80
6	200	112	1.00	7.50	10.00	7.50
7	223	111	1.01	7.50	11.00	7.50
8	275	164	0.89	6.20	9.00	6.20
9	322	158	0.83	6.00	10.00	6.00
10	340	182	0.86	6.20	10.00	6.20
11	366	184	0.87	6.20	11.00	6.20
12	395	211	0.87	6.20	10.00	6.20
13	424	213	0.87	6.20	10.00	6.20
14	457	244	0.86	6.20	10.00	6.20
15	491	247	0.85	6.10	11.00	6.10
16	531	284	0.83	6.00	12.00	6.00
17	566	282	0.82	6.00	13.00	6.00
18	603	321	0.81	6.00	12.00	6.00
19	647	326	0.80	6.00	12.00	6.00
20	692	366	0.78	5.50	11.00	5.50
21	735	369	0.77	5.50	11.00	5.50
22	770	401	0.76	5.50	11.00	5.50
23	780	379	0.79	6.00	14.00	6.00
24	830	451	0.77	6.00	11.00	6.00
25	855	404	0.78	6.00	13.00	6.00
26	885	481	0.78	6.00	12.00	6.00
27	915	434	0.78	6.00	14.00	6.00
28	945	511	0.78	6.00	12.00	6.00
29	979	468	0.78	6.00	14.00	6.00

CBR RERATA = 5,85%

DYNAMIC CONE PENETROMETER TEST (DCPT)

Lokasi Kegiatan
Titik

Ajung-Rambipuji
9

Dilaksanakan
Diperiksa
Tanggal

Intan D K S

1	2	3	4	5	6	7
Tumbukan (N)	Pembacaan Mistar (mm)	Penetrasi (mm)	Tumbukan Per 25 mm	Nilai CBR %		
				Grafik 1	Grafik 2	CBR %
0	95	95	0	0.00	0.00	0.00
1	202	107	0.23	1.60	1.50	1.50
2	304	197	0.24	1.70	1.50	1.50
3	413	216	0.24	1.70	2.00	1.70
4	462	246	0.27	1.80	2.50	1.80
5	522	276	0.29	1.90	3.00	1.90
6	560	284	0.32	2.10	3.50	2.10
7	593	309	0.35	2.40	4.00	2.40
8	641	332	0.37	2.60	4.00	2.60
9	719	387	0.36	2.50	4.00	2.50
10	757	370	0.38	2.70	5.00	2.70
11	793	423	0.39	2.80	5.00	2.80
12	825	402	0.41	2.90	5.00	2.90
13	854	452	0.43	2.90	5.00	2.90
14	880	428	0.45	3.00	6.00	3.00
15	904	476	0.46	3.10	6.00	3.10
16	928	452	0.48	3.20	8.00	3.20
17	949	497	0.50	3.40	6.00	3.40
18	980	483	0.51	3.40	7.00	3.40

CBR RERATA = 2,39 %

DYNAMIC CONE PENETROMETER TEST (DCPT)

Lokasi Kegiatan
Titik

Ajung-Rambipuji
10

Dilaksanakan
Diperiksa
Tanggal

Intan D K S

1	2	3	4	5	6	7
Tumbukan (N)	Pembacaan Mistar (mm)	Penetrasi (mm)	Tumbukan Per 25 mm	Nilai CBR %		
				Grafik 1	Grafik 2	CBR %
0	40	40	0	0.00	0.00	0.00
1	71	31	0.81	6.00	4.00	4.00
2	100	69	0.83	6.10	4.00	4.00
3	112	43	1.04	7.40	8.00	8.00
4	126	83	1.16	7.80	7.00	7.00
5	141	58	1.24	7.80	15.00	7.80
6	160	102	1.25	7.80	9.00	7.80
7	181	79	1.24	7.80	20.00	7.80
8	202	123	1.23	7.80	11.00	7.80
9	225	102	1.22	7.80	15.00	7.80
10	246	144	1.21	7.80	11.00	7.80
11	272	128	1.19	7.80	15.00	7.80
12	294	166	1.18	7.80	11.00	7.80
13	314	148	1.19	7.80	16.00	7.80
14	335	187	1.19	7.80	14.00	7.80
15	354	167	1.19	7.80	15.00	7.80
16	372	205	1.20	7.80	15.00	7.80
17	393	188	1.20	7.80	16.00	7.80
18	415	227	1.20	7.80	15.00	7.80
19	437	210	1.20	7.80	16.00	7.80
20	463	253	1.18	7.80	15.00	7.80
21	491	238	1.16	7.80	16.00	7.80
22	521	283	1.14	7.80	16.00	7.80
23	551	268	1.13	7.60	17.00	7.60
24	576	308	1.12	7.60	16.00	7.60
25	601	293	1.11	7.60	19.00	7.60
26	621	328	1.12	7.60	16.00	7.60
27	651	323	1.10	7.60	17.00	7.60
28	685	362	1.09	7.60	16.00	7.60

1	2	3	4	5	6	7
Tumbukan (N)	Pembacaan Mistar (mm)	Penetrasi (mm)	Tumbukan Per 25 mm	Nilai CBR %		
				Grafik 1	Grafik 2	CBR %
29	727	365	1.06	7.50	17.00	7.50
30	799	434	0.99	6.90	15.00	6.90
31	845	411	0.96	7.00	16.00	7.00
32	885	474	0.95	6.90	15.00	6.90
33	922	448	0.94	6.80	15.00	6.80
34	957	509	0.93	6.70	15.00	6.70
35	988	479	0.92	6.70	16.00	6.70

CBR RERATA 7,15 %

DYNAMIC CONE PENETROMETER TEST (DCPT)

Lokasi Kegiatan
Titik

Ajung-Rambipuji
11

Dilaksanakan
Diperiksa
Tanggal

Intan D K S

1 Tumbukan (N)	2 Pembacaan Mistar (mm)	3 Penetrasi (mm)	4 Tumbukan Per 25 mm	5 Nilai CBR %		
				6 Grafik 1	7 Grafik 2	8 CBR %
0	45	45	0	0.00	0.00	0.00
1	82	37	0.68	4.80	5.00	4.80
2	114	77	0.72	5.20	6.00	5.20
3	151	74	0.71	5.10	10.00	5.10
4	175	101	0.77	5.60	7.00	5.60
5	220	119	0.71	5.10	7.00	5.10
6	250	131	0.73	5.30	7.00	5.30
7	272	141	0.77	5.60	8.00	5.60
8	285	144	0.83	6.20	9.00	6.20
9	308	164	0.86	6.50	9.00	6.50
10	330	166	0.88	6.60	10.00	6.60
11	345	179	0.92	6.80	11.00	6.80
12	365	186	0.94	7.00	12.00	7.00
13	392	206	0.94	7.00	12.00	7.00
14	421	215	0.93	6.90	13.00	6.90
15	460	245	0.90	6.70	12.00	6.70
16	500	255	0.88	6.60	13.00	6.60
17	540	285	0.86	6.50	13.00	6.50
18	571	286	0.86	6.50	14.00	6.50
19	601	315	0.85	6.30	13.00	6.30
20	629	314	0.86	6.50	14.00	6.50
21	657	343	0.86	6.50	14.00	6.50
22	682	339	0.86	6.50	15.00	6.50
23	700	361	0.88	6.60	15.00	6.60
24	720	359	0.89	6.65	15.00	6.65

1	2	3	4	5	6	7
Tumbukan (N)	Pembacaan Mistar (mm)	Penetrasi (mm)	Tumbukan Per 25 mm	Nilai CBR %		
				Grafik 1	Grafik 2	CBR %
25	742	383	0.90	6.67	15.00	6.67
26	764	381	0.90	6.67	15.00	6.67
27	790	409	0.91	6.75	15.00	6.75
28	812	403	0.91	6.75	15.00	6.75
29	832	429	0.92	6.80	15.00	6.80
30	854	425	0.93	6.90	15.00	6.90
31	875	450	0.93	6.90	15.00	6.90
32	898	448	0.94	7.00	16.00	7.00
33	915	467	0.95	7.20	16.00	7.20
34	932	465	0.96	7.30	16.00	7.30
35	955	490	0.96	7.30	17.00	7.30

CBR RERATA = 6,26 %

DYNAMIC CONE PENETROMETER TEST (DCPT)

Lokasi Kegiatan
Titik

Ajung-Rambipuji
12

Dilaksanakan
Diperiksa
Tanggal

Intan D K S

Tumbukan (N)	Pembacaan Mistar (mm)	Penetrasi (mm)	Tumbukan Per 25 mm	Nilai CBR %		
				Grafik 1	Grafik 2	CBR %
0	85	85	0	0.00	0.00	0.00
1	143	58	0.43	2.85	4.00	2.85
2	201	143	0.43	2.85	2.00	2.85
3	266	123	0.41	2.70	4.00	2.70
4	341	218	0.39	2.60	3.00	2.60
5	401	183	0.40	2.65	4.00	2.65
6	443	260	0.42	2.80	4.00	2.80
7	466	206	0.46	3.00	6.00	3.00
8	485	279	0.50	3.45	6.00	3.45
9	506	227	0.53	3.55	7.50	3.55
10	529	302	0.56	3.80	6.00	3.80
11	544	242	0.60	4.20	9.00	4.20
12	562	320	0.63	4.50	7.00	4.50
13	572	252	0.67	4.80	11.00	4.80
14	583	331	0.70	5.00	8.00	5.00
15	598	267	0.73	5.40	14.00	5.40
16	609	342	0.76	5.70	10.00	5.70
17	622	280	0.79	5.80	15.00	5.80
18	632	352	0.82	6.20	11.00	6.20
19	642	290	0.85	6.60	15.00	6.60
20	654	364	0.88	6.80	13.00	6.80
21	665	301	0.91	6.90	19.00	6.90
22	671	370	0.94	7.00	14.00	7.00
23	681	311	0.96	7.20	16.00	7.20
24	699	388	0.98	7.25	16.00	7.25
25	709	321	1.00	7.50	19.00	7.50
26	723	402	1.02	7.90	15.00	7.90
27	735	333	1.04	8.30	19.00	8.30
28	753	420	1.05	8.50	15.00	8.50

29	772	352	1.06	8.60	19.00	8.60
Tumbukan	Pembacaan Mistar (mm)	Penetrasi	Tumbukan	Nilai CBR %	Tumbukan	Pembacaan Mistar (mm)
30	791	439	1.06	8.60	15.00	8.60
31	810	371	1.07	8.90	20.00	8.90
32	824	453	1.08	9.20	16.00	9.20
33	835	382	1.10	9.30	20.00	9.30
34	842	460	1.12	9.35	16.00	9.35
35	860	400	1.13	9.40	20.00	9.40
36	872	472	1.14	9.45	16.00	9.45
37	881	409	1.16	9.50	20.00	9.50
38	892	483	1.18	9.55	19.00	9.55
39	900	417	1.20	9.60	21.00	9.60
40	910	493	1.21	9.65	19.00	9.65
41	915	422	1.23	9.70	21.00	9.70
42	931	509	1.24	9.75	19.00	9.75
43	942	433	1.25	9.80	21.00	9.80
44	954	521	1.27	9.85	19.00	9.85
45	971	450	1.27	9.85	25.00	9.85

CBR RERATA = 6,65 %

DYNAMIC CONE PENETROMETER TEST (DCPT)

Lokasi Kegiatan
Titik

Ajung-Rambipuji
13

Dilaksanakan
Diperiksa
Tanggal

Intan D K S

1	2	3	4	5	6	7
Tumbukan (N)	Pembacaan Mistar (mm)	Penetrasi (mm)	Tumbukan Per 25 mm	Nilai CBR %		
				Grafik 1	Grafik 2	CBR %
0	56	56	0	0.00	0.00	0.00
1	94	38	0.66	4.80	5.00	4.80
2	131	93	0.67	4.85	4.00	4.85
3	298	205	0.31	2.10	2.00	2.10
4	322	117	0.38	2.40	6.00	2.40
5	340	223	0.44	2.80	3.00	2.80
6	356	133	0.50	3.40	8.00	3.40
7	375	242	0.55	3.80	6.00	3.80
8	394	152	0.59	4.10	8.00	4.10
9	411	259	0.63	4.50	6.00	4.50
10	430	171	0.67	4.85	11.00	4.85
11	452	281	0.69	4.90	8.00	4.90
12	471	190	0.72	5.20	12.00	5.20
13	493	303	0.74	5.40	8.00	5.40
14	514	211	0.76	5.60	12.00	5.60
15	536	325	0.78	5.70	9.00	5.70
16	552	227	0.81	5.90	14.00	5.90
17	571	344	0.83	6.10	10.00	6.10
18	592	248	0.84	6.20	15.00	6.20
19	611	363	0.86	6.50	11.00	6.50
20	632	269	0.87	6.60	15.00	6.60
21	649	380	0.89	6.70	11.00	6.70
22	664	284	0.90	6.80	12.00	6.80
23	680	396	0.92	6.90	13.00	6.90
24	692	296	0.94	7.00	19.00	7.00
25	706	410	0.96	7.20	14.00	7.20
26	722	312	0.98	7.40	18.00	7.40
27	736	424	0.99	7.50	15.00	7.50
28	751	327	1.01	7.80	19.00	7.80

1	2	3	4	5	6	7
Tumbukan (N)	Pembacaan Mistar (mm)	Penetrasi (mm)	Tumbukan Per 25 mm	Nilai CBR %		
				Grafik 1	Grafik 2	CBR %
29	764	437	1.02	7.90	15.00	7.90
30	782	345	1.03	8.00	15.00	8.00
31	795	450	1.05	8.10	15.00	8.10
32	810	360	1.06	8.20	20.00	8.20
33	824	464	1.07	8.30	15.00	8.30
34	841	377	1.08	8.60	20.00	8.60
35	860	483	1.09	8.90	16.00	8.90
36	881	398	1.09	8.90	20.00	8.90
37	895	497	1.10	9.20	15.00	9.20
38	915	418	1.11	9.50	21.00	9.50
39	931	513	1.11	9.50	17.00	9.50
40	949	436	1.12	9.80	20.00	9.80
41	965	529	1.13	9.90	19.00	9.90
42	981	452	1.14	10.00	20.00	10.00

CBR RERATA = 6,46 %



LAMPIRAN 3

DOKUMENTASI KEGIATAN SURVEY



Survey LHR Lokasi Desa Rowotamtu, Kecamatan Rambipuji

JEMBER



Survey LHR Lokasi Desa Rowotamtu, Kecamatan Rambipuji