

TUGAS AKHIR

“PERENCANAAN PERKERASAN JALAN LENTUR AKSES JALAN DAGO PAKAR UTARA KABUPATEN BANDUNG, JAWA BARAT”

*Diajukan untuk memenuhi syarat akademis dalam menyelesaikan Pendidikan
Tingkat Sarjana (Strata-1) Teknik Sipil – Fakultas Teknik Universitas Sangga
Buana (USB-YPKP)*

Disusun Oleh:

Raden.Omar Bayu Seno.Rahayu

2112181081



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SANGGA BUANA YPKP
BANDUNG
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**“PERENCANAAN PERKERASAN JALAN LENTUR AKSES
JALAN DAGO PAKAR UTARA KABUPATEN BANDUNG, JAWA BARAT”**

Tugas Akhir ini telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat akademis dalam menyelesaikan Pendidikan Tingkat Sarjana (Strata-1) Teknik Sipil – Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana (USB-YPKP)

Disusun Oleh:

Raden.Omar Bayu Seno.Rahayu

NPM. 2112181081

Mengetahui dan Menyetujui

Dosen Pembimbing

Chandra Afriade Siregar, ST., MT.

NIP. 432.200.167

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Universitas Sangga Buana YPKP

Muhammad Syukri, ST., MT.

NIP. 432.200.200

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

TUGAS AKHIR

“PERENCANAAN PERKERASAN JALAN LENTUR AKSES JALAN DAGO PAKAR UTARA KABUPATEN BANDUNG, JAWA BARAT”

Tugas Akhir ini telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat akademis dalam menyelesaikan Pendidikan Tingkat Sarjana (Strata-1) Teknik Sipil – Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana (USB-YPKP)

Disusun Oleh:

Raden.Omar Bayu Seno.Rahayu

NPM. 2112181081

Menyetujui dan Mengesahkan

Dosen Penguji I



Muhammad Syukri, ST., MT.

NIP. 432.200.200

Menyetujui dan Mengesahkan

Dosen Penguji II



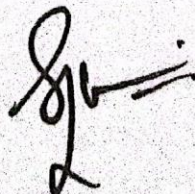
Dwi Haryono Aji Wibowo ST., MT.

NIP. 432.200.200

Mengetahui :

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Universitas Sangga Buana YPKP



Muhammad Syukri, ST., MT.

NIP. 432.200.200

PERNYATAAN KEABSAHAN

Dengan ini menyatakan bahwa TUGAS AKHIR yang berjudul Perencanaan "PERENCANAAN PERKERASAN JALAN LENTUR AKSES JALAN DAGO PAKAR UTARA KABUPATEN BANDUNG, JAWA BARAT" Jalan Akses sekejolang, ciburial, kecamatan, cimenyan, Kabupaten bandung, adalah murni hasil pekerjaan sendiri. Tidak ada pekerjaan orang lain yang kami gunakan tanpa menyebutkan sumbernya. Semua penulisan dalam Tugas Akhir ini telah disesuaikan dengan ketentuan yang berlaku.

Apabila dikemudian hari didapatkan unsur plagiarisme dalam TUGAS AKHIR ini, penulis siap menerima sanksi / resiko yang berlaku.

Demikian pernyataan ini kami buat dengan sebenar-benarnya dan dalam keadaan sadar.

Bandung, Februari 2025



Raden.Omar Bayu Seno.Rahayu

NPM. 2112181081

 UNIVERSITAS SANGGA BUANA YPKP	FORMULIR BIMBINGAN TUGAS AKHIR PERENCANAAN PERKERASAN JALAN LENTUR (STUDI KASUS :PERENCANAAN PERKERASAN JALAN LENTUR AKSES JALAN DAGO PAKAR UTARA KANUPATEN JAWA BARAT)			 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
	Mahasiswa : Rd.Omar Bayu Seno.R NPM : 2112181081	Dosen Pembimbing : Chandra Afriade Siregar, ST.,MT . NIK. 432.200.167	TA 2024-2025	

No.	Tanggal Pertemuan	Uraian Kegiatan - Catatan Perbaikan	Paraf Pembimbing
1.	08. 01. 24.	Lanjutkan Bab IV !	
2.	30. 01. 24	Tuliskan tabel & gambar sesuaikan dgn standar	
3.	20. 02. 24	Dato & laporan lampirkan !	
4	05. 03. 24	> Coba simpulkan hsl analisis ! > Rapihkan susunannya !	
5.	20-03-24	> Laporan TA selesai ! > Belajar keras ! > Siap Sidang !	
			

Bandung, 20. 03 2024

Pembimbing,


Chandra Afriade Siregar, ST., MT.

HALAMAN HAK CIPTA

Mahasiswa S1

“PERENCANAAN PERKERASAN JALAN LENTUR AKSES JALAN DAGO PAKAR UTARA KABUPATEN BANDUNG,JAWA BARAT”

Oleh :

Raden.Omar Bayu Seno.Rahayu

Naskah Tugas Akhir yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik

©Raden.Omar Bayu Seno.Rahayu 2025

Universitas Sangga Buana – YPKP

2025

Hak Cipta dilindungi Undang – undang

Tugas Akhir ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak ulang, fotokopi, dan atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

ABSTRAK

Pembangunan Perencanaan Perkerasan Jalan Lentur di Kecamatan Sekejolang, Ciburial, Kecamatan, Cimenyan Kabupaten Bandung adalah usaha pemerintah untuk memudahkan masyarakat di Indonesia terutama di Kabupaten Bandung bisa melakukan mobilitas untuk menunjang kebutuhan ekonomi dan sosial bagi semua masyarakat. Salah satu proyek pembangunan untuk jalan berada pada Jl, Sekejolang - Cimenyan, yang merupakan salah satu jalan akses untuk wisata dan angkutan yang lainnya.

Tugas Akhir ini memiliki topik pembahasan mengenai Pembangunan jalan yang belum memenuhi standar yang berlaku, tujuan dari pembahasan adalah agar mendapat alternatif trase jalan tersebut, maka dari itu di daerah jalan dago pakar utara kabupaten bandung jawa barat dari binamarga mengenai jalan dan jembatan.

Kata kunci: Perkerasan lentur, dan Rekonstruksi.

ABSTRACT

Development of flexible road pavement planning in Sekejolang, Ciburial, Cimenyan sub-districts, Bandung Regency is the government's effort to make it easier for people in Indonesia, especially in Bandung Regency, to be able to carry out mobility to support the economic and social needs of all communities. One of the road construction projects is on Jl, Sekejolang - Cimenyan, which is one of the access roads for tourism and other transportation.

This final assignment has a topic of discussion regarding the construction of roads that do not meet applicable standards, the aim of the discussion is to obtain alternative road routes, therefore in the area of Jalan Dago Pakar Utara, Bandung Regency, West Java from Binamarga regarding roads.

Key words: Flexible pavement, and Reconstruction.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala kebaikan Nya, karena atas rahmat dan berkat Nya laporan TUGAS AKHIR yang berjudul “Perencanaan Perkerasan Jalan Lentur Akses Jalan Dago Pakar Utara Kabupaten Bandung, Jawa Barat”

Sadar akan keterbatasan ilmu dan kemampuan yang dimiliki, penulisan laporan ini tentu masih sangat jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kepada semua pihak yang terkait dalam penyusunan laporan TUGAS AKHIR, yang telah memberikan bimbingan, dan arahan, serta dukungan, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dr. Didin Saepudin, SE., M.Si, Selaku Rektor Universitas Sangga Buana YPKP;
2. Dr. Teguh Nurhadi Suharsono, ST., MT, Selaku Wakil Rektor I Universitas Sangga Buana YPKP;
3. Bambang Susanto, SE., M.Si Selaku Wakil Rektor II Universitas Sangga Buana YPKP;
4. Dr. Nurhaeni Sikki, S.Ap., M.Ap Selaku Wakil Rektor III Universitas Sangga Buana YPKP;
5. Slamet Risnanto, ST., M. Kom., Ph.D, Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana YPKP;
6. Dr. Djoko Pitoyo, ST., M.Sc, Selaku Wakil Ketua Dekan Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana YPKP Bandung;
7. Muhammad Syukri, ST., MT Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil

8. Chandra Afriade Siregar, ST., MT., Selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan nasehat-nasehat, dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini di Universitas Sangga Buana YPKP Bandung;
9. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sangga Buana Bandung;
10. Segala yang terbaik untuk kedua orangtuaku, yang telah melakukan pekerjaan luar biasa dalam membesarkan, mendidik, dan mencintaiku, dan yang selalu berharap agar aku dapat mengerjakan proyek terakhirku dengan baik;

Saya menyadari bahwa penyusunan laporan ini masih memiliki banyak kekurangan. Untuk itu saya berharap adanya saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan laporan ini. Akhirnya saya berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak khususnya bagi kalangan Mahasiswa Teknik Sipil.

Bandung, Februari 2025

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEABSAHAN	i
HALAMAN HAK CIPTA.....	iii
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	10
DAFTAR GAMBAR	15
DAFTAR TABEL	16
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	18
BAB I PENDAHULUAN	21
1.1 Latar Belakang.....	21
1.2 Rumusan Masalah.....	22
1.3 Batasan Masalah	23
1.4 Maksud dan Tujuan	24
1.5.1 Maksud	24
1.5.2 Tujuan.....	24
1.5 Sistemetika Penulisan	25
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	27
2.1 Perkerasan Jalan	27

2.2.1 Definisi Jalan	28
2.2.2 Fungsi Jalan	28
2.2.3 Karakteristik Jalan	28
2.2.4 Kapasitas Ruas Jalan.....	29
2.3 Geometri Jalan.....	29
2.3.1 klasifikasi Jalan.....	30
2.3.2 Alinyeman Vertikal	31
2.3.3 Alinyeman Horizontal	31
2.4 Lalu lintas harian rata-rata	32
2.4.1 Volume Lalu Lintas	32
2.4.2 Volume jam perencanaan	33
2.4.3 Sifat Tanah Dasar	33
2.4.4 Persyaratan Tanah.....	34
2.4.5 Lapis Fondasi Bawah.....	34
2.4.6 Lapis Fondasi Atas	35
2.2.7 Lapis Permukaan	35
2.2.8 CBR (California Bearing Ratio)	35
2.5 Perencanaan Tebal Pekerasan Lentur Menggunakan Manual Desain Pekerasan Jalan Bina Marga 2017	38
2.3.1 Umur Rencana (UR).....	40
2.3.2 Analisis Volume Lalu Lintas	42
2.3.3 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas	17

2.3.4	Faktor Distribusi Lajur	18
2.3.5	Faktor Ekvivalen Beban	19
2.3.6	Menghitung Beban Sumbu Standar Kumulatif (CESAL)	24
2.3.7	Desain Struktur Perkerasan	26
2.3.8	Menentukan Struktur Pondasi Jalan.....	30
BAB III METODOLOGI STUDI.....		34
3.1	Lokasi Studi dan Kelas Jalan.....	34
3.1.1	Kelas Jalan.....	35
3.2	Bagan alir Perencanaan.....	35
3.4	Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur MDP Bina Marga 2017	43
BAB IV DATA DAN ANALISIS.....		45
4.1	Kriteria Desain Geometrik Jalan	45
4.1.1	Standar Perencanaan Geometrik.....	45
4.1.2	Kriteria Perencanaan Geometrik.....	45
4.1.3	Perencanaan Trase Jalan	47
4.1.4	Rencana Tipikal Potongan Melintang Jalan	49
4.1.5	Standar Perencanaan Perkerasan	50
4.1.6	Perencanaan Perkerasan.....	50
5.1	Parameter Perhitungan Perkerasan Kaku. Umum	51
5.1.1	Lalu Lintas	51
5.1.2	Reabilitas	52
5.1.3	Standar Normal Deviate (Z_r)	53

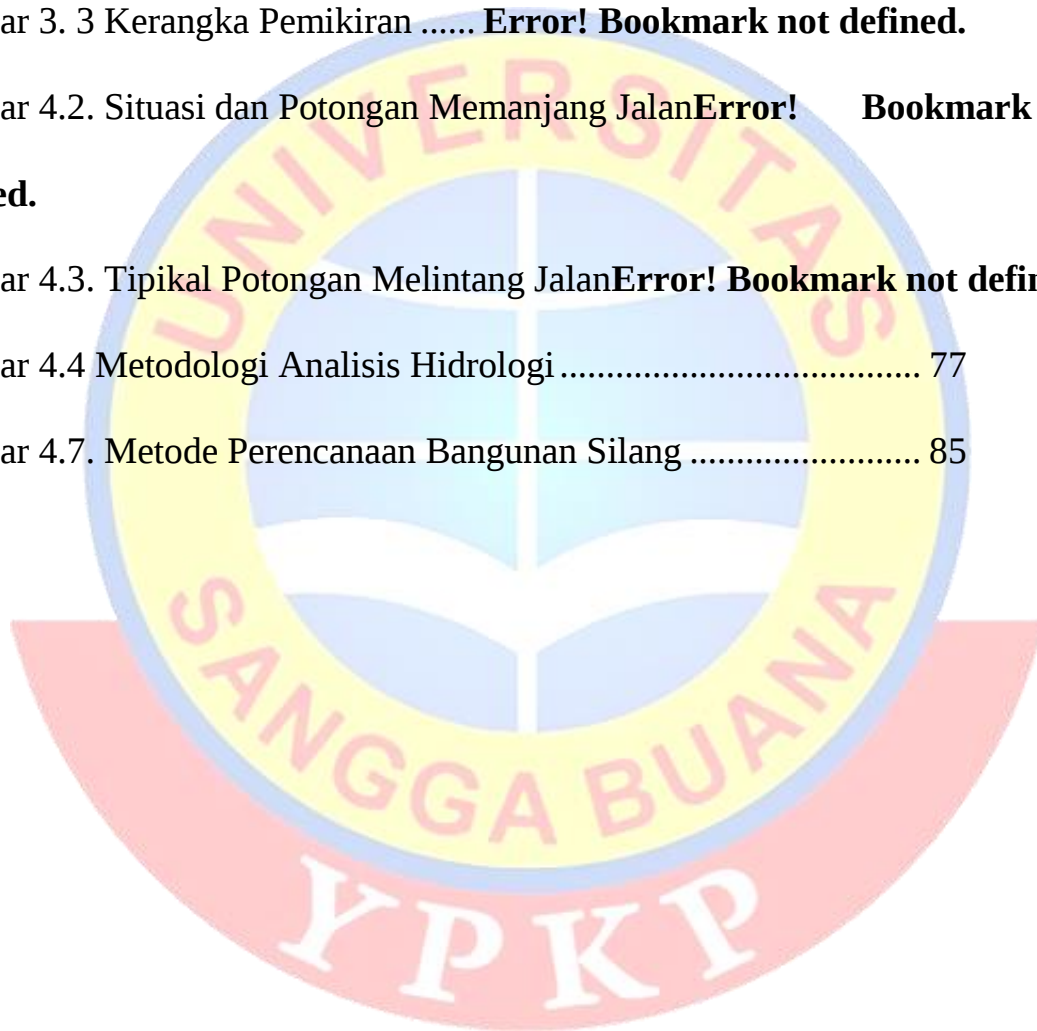
5.1.4 Overall Standard Deviation (SO).....	54
5.1.5 Initial Dan Material Serviceability Index (PO, PT).....	55
5.1.6 Load Transfer Coefficient (J)	56
5.1.7 Pavement Tersambung (Jointed Pavement).....	57
5.1.8 Pavement Beton bertulang Menerus (Continuosly Reinforced Concrete Pavement). Harga J untuk Continuosly Reinforced Concrete Pavement (CRCP) tanpa tied concrete shoulder = 2.9 – 3.2, hal ini tergantung terhadap daya kunci agregat(aggregateinterlock).	58
5.1.9 Tied Shoulder atau Pelebaran Lajur Bagian Luar (widened Outside Lanes)	58
6.1. Drainage Coefficient (Cd)	59
6.1.1 Concrete modulus of rupture (Sc')	63
6.1.2 PCC Compresive Strength.....	63
6.1.3 Concrete Elastic Modulus (Ec).....	64
6.1.4 Modulus Resilient.....	64
6.1.5 Modulus of Subbase/Subgrade Reaction, k.....	65
6.1.5 Perhitungan Rigid Pavement	67
7.1 Perencanaan Drainase.....	74
7.1.2 Standar Perencanaan Drainase.....	74
7.1.3 Kriteria Perencanaan Drainase	74
8.1 Konsep Perencanaan Drainase.....	76
8.1.1 Kemiringan Dasar Saluran.....	76
8.1.2 Kemiringan Dinding Saluran.....	84

8.1.3 Tinggi Jagaan (Freeboard)	84
BAB V PENUTUP	90
9.1 Kesimpulan.....	90
9.2 Saran	91
DAFTAR PUSTAKA.....	92



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur Perkerasan Lentur pada Tanah Dasar	32
Gambar 2.2 Struktur Perkerasan Lentur pada Tanah Galian	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 1 Lokasi Studi	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 3 Kerangka Pemikiran	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.2. Situasi dan Potongan Memanjang Jalan	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.3. Tipikal Potongan Melintang Jalan	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.4 Metodologi Analisis Hidrologi	77
Gambar 4.7. Metode Perencanaan Bangunan Silang	85



DAFTAR TABEL

No table of figures entries found.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Suatu wilayah dapat dikembangkan melalui proyek pembangunan fisik yang dipimpin pemerintah. Bangunan yang dapat menampung orang, tempat kerja, sekolah, tempat hiburan, dan kebutuhan lain untuk kehidupan sehari-hari adalah yang kita maksud ketika kita berbicara tentang pertumbuhan fisik dalam konteks ini. Bersamaan dengan pertumbuhan fisik, fasilitas juga diperlukan, seperti jalan bebas hambatan yang dapat menghubungkan satu lokasi ke lokasi lain dengan mudah. Segala sesuatu di sepanjang jalan, dari permukaan hingga struktur dan peralatan di bawah tanah, yang membantu menjaga kelancaran lalu lintas dianggap sebagai komponen jalan secara keseluruhan.

Kabupaten Bandung khususnya telah memperoleh manfaat besar dari upaya pembangunan, pemeliharaan, dan peningkatan berbagai fasilitas vital yang dilakukan pemerintah. Jalan lokal di dalam Kabupaten yang bukan merupakan bagian dari sistem jalan utama disebut jalan Kabupaten. Jaringan jalan raya menghubungkan ibu kota kabupaten dengan distrik setingkat subdistrik, serta dengan ibu kota kabupaten tetangga dan pusat-pusat kegiatan setempat. Selain itu, terdapat jalan umum di dalam Kabupaten yang merupakan bagian dari sistem jalan sekunder, dan terdapat jalan strategis di dalam Kabupaten yang merupakan bagian dari proyek jalan regional Ciwidey.

Statistik termasuk beban lalu lintas, curah hujan, dan CBR diperlukan dalam metodologi dan analisis komponen perhitungan tebal perkerasan. Tebal Perkerasan dan Beban Lalu Lintas Desain ditentukan dari perhitungan yang dilakukan pada data ini. Penulis bermaksud untuk

menentukan Tebal Lapisan dan Tebal Perkerasan Jalan Fleksibel berdasarkan permasalahan yang disebutkan di atas.

Struktur yang dapat menahan beban lalu lintas tanpa merusak konstruksi jalan disebut perkerasan atau struktur perkerasan. Setidaknya ada satu lapisan material yang diolah dalam struktur ini. Lapisan-lapisan dengan tingkat kekerasan dan daya dukung yang bervariasi membentuk struktur perkerasan; setiap lapisan harus cukup tebal dan kokoh untuk menghindari kerusakan, yang ditentukan sebagai perubahan yang disebabkan oleh beban yang tidak memadai dengan kondisi berdiri dan kritis atau kegagalan yang cepat. Seiring bertambahnya usia permukaan jalan dan beban lalu lintas yang ditanggungnya dari desain aslinya, kemampuan struktur untuk menjalankan fungsinya pun menurun. Jalan raya yang terus meluas dan semakin padat disebabkan oleh kemajuan teknologi dalam setiap aspek kehidupan modern. Berdasarkan jumlah kumulatif jalur kendaraan standar “CESA, umulative equivalent to standard axle” yang diperkirakan melewati perkerasan, usia perkerasan jalan ditentukan secara rata-rata. Perhitungan ini dimulai sejak perkerasan dibuat dan berlanjut hingga diperkirakan rusak, atau nilai layanannya habis. Peningkatan infrastruktur transportasi, termasuk jalan raya, sangat penting untuk memenuhi kebutuhan ekonomi yang berkembang pesat.

1.2 Rumusan Masalah

Penulis mampu mengkarakterisasikan permasalahan dengan mengidentifikasi permasalahan sebagai berikut:

1. Berapa tebal perkerasan lentur pada bagian metode asplts dengan perkerasan eksisting di ruas jalan dago pakar utara.
2. Berapa tebal perkerasan jalan lentur dengan metode ,

1.3 Batasan Masalah

Masalah pembatasan diperlukan untuk membantu penulis tesis ini tetap fokus, mengingat cakupan tantangan dalam perencanaan ini. Aspek-aspek topik berikut disorot dalam perdebatan, sebagaimana dinyatakan dalam judul skripsi ini:



1. Perhitungan ketebalan perkerasan lentur jalan baru dan tambahan (overlay) perkerasan eksisting menggunakan metode atau standar Bina Marga.
2. Masa umur rencana perkerasan lentur jalan ruas Jalan dago pakar utara.

1.4 Maksud dan Tujuan

Tujuan dan maksud dari penelitian ini adalah:

1.5.1 Maksud

Untuk mengetahui desain perkerasan lentur jalan tambahan (overlay) dengan menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 pada ruas Jalan Terusan Lingkar Tengah Soreang.

1.5.2 Tujuan

Sedangkan tujuan dari penulis skripsi ini adalah untuk mengetahui cara perhitungan tebal konstruksi perkerasan lentur jalan baru dan tambahan (overlay) perkerasan eksisting dengan Standar Bina Marga dengan metode Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017.

1.5 Sistemetika Penulisan

Sistem penulisan berikut digunakan di seluruh bab laporan studi ini:

BAB 1 PENDAHULUAN

Teknik penelitian, latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan dan sasaran, serta ruang lingkup geografis semuanya merupakan bagian dari penelitian pendahuluan yang termasuk dalam bab ini.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dibahas mengenai mengenai teori mengenai penelitian terkait yaitu Definisi Dan Pengertian Jalan Raya, Parameter Desain Tebal Lapisan Konstruksi Perkerasan Lentur, dan Perencanaan tebal lapisan perkerasan lentur dilakukan dengan menggunakan Pedoman Desain Perkerasan Jalan Bina Marga 2017.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

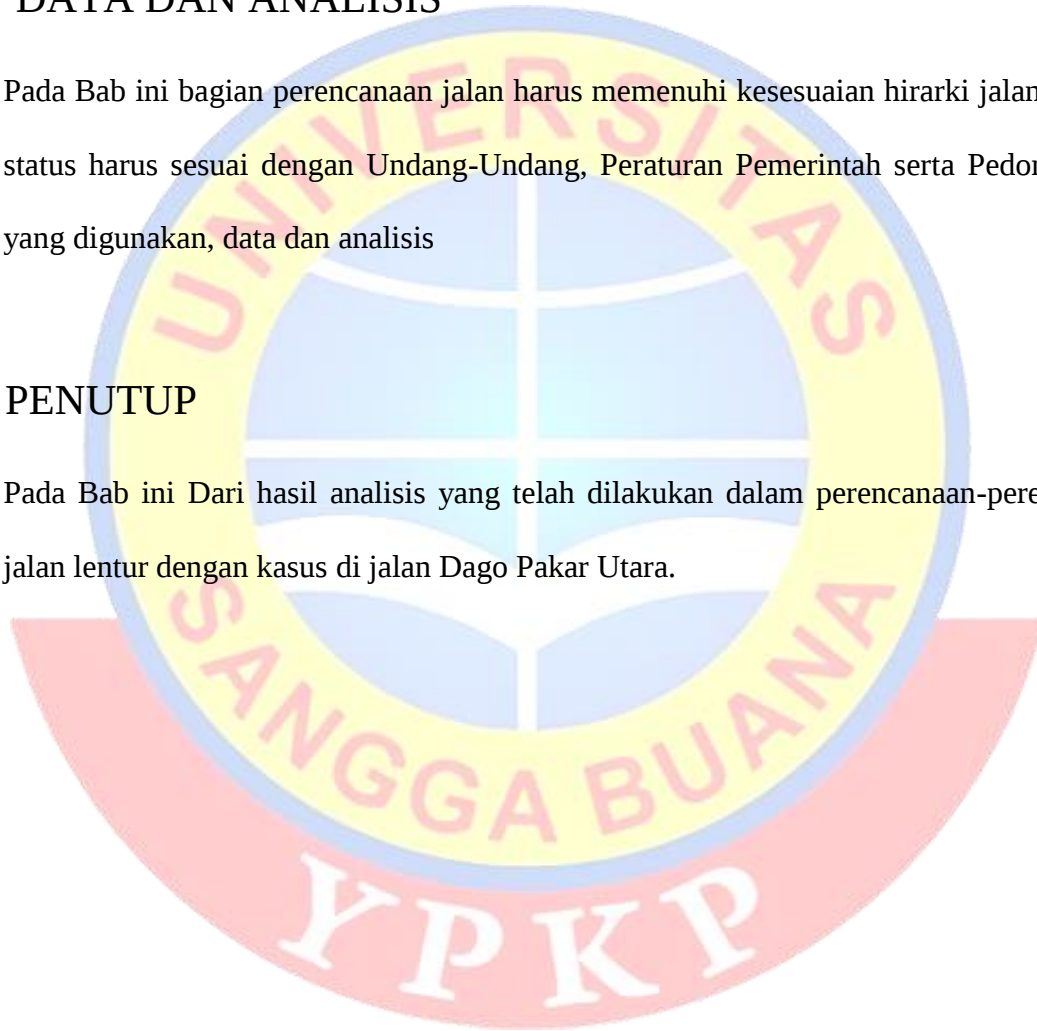
Pada bab ini akan dibahas mengenai tahapan metode penelitian, jenis penelitian termasuk didalamnya kerangka pemikiran analisis, metode pengumpulan data serta metode analisis yang dilakukan dalam penelitian.

BAB 4 DATA DAN ANALISIS

Pada Bab ini bagian perencanaan jalan harus memenuhi kesesuaian hirarki jalan, fungsi, status harus sesuai dengan Undang-Undang, Peraturan Pemerintah serta Pedoman lain yang digunakan, data dan analisis

BAB 5 PENUTUP

Pada Bab ini Dari hasil analisis yang telah dilakukan dalam perencanaan-perencanaan jalan lentur dengan kasus di jalan Dago Pakar Utara.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah blok bangunan jalan yang ditata dengan cara tertentu untuk mendistribusikan dan menahan beban kendaraan yang melaju di jalan di bawahnya.

Agregat dan perekat adalah bahan utama di sebagian besar perkerasan jalan.

Saat ini ada tiga jenis konstruksi perkerasan jalan, sebagaimana diuraikan oleh Sukirman (1999):

- a. **Perkerasan Lentur (Flexible Pavement):** pengikat aspal yang digunakan untuk membuat perkerasan. Lapisan perkerasan ini berfungsi untuk mendistribusikan berat kendaraan ke tanah pondasi dan menopang jalan.
- b. **Perkerasan Kaku (Rigid Pavement):** Perkerasan yang diikat dengan semen portland. Merupakan praktik umum untuk membangun lapisan subbase sebelum menempatkan pelat beton bertulang atau tidak bertulang di atas tanah dasar. Pelat beton menerima beban lalu lintas yang sangat besar.
- c. **Perkerasan Komposit (Composite Pavement):** Perkerasan yang memiliki komponen keras dan fleksibel. Ini dapat mencakup kombinasi perkerasan fleksibel dan kaku, atau bahkan sebaliknya.

Jenis perkerasan dapat berbeda-beda dalam responsnya terhadap beban berulang, penurunan tanah dasar, dan variasi suhu; oleh karena itu, penting untuk mengetahui bagaimana setiap bentuk perkerasan merespons sebelum membuat keputusan akhir. Anda dapat melihat perbedaan utama antara kedua jenis perkerasan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1

Perbedaan antara Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku

Perkerasan Lentur / Perkerasan Kaku	Bahan Pengikat	Repetisi Beban	Penurunan Tanah dasar	Perubahan Temperatur	
Perkerasan Lentur	Aspal	Timbul rutting (lendutan pada jalur roda)	Jalan bergelombang (mengikuti tanah dasar)	Modulus kekakuan berubah.	Timbul tegangan dalam yang kecil
Perkerasan Kaku	Semen	Timbul retak retak pada permukaan	Bersifat sebagai balok di atas perletakan	Modulus kekakuan tidak berubah	Timbul tegangan dalam yang besar

Sumber: Sukirman (1999)

2.2.1 Definisi Jalan

Abdul Wahab (2009) berpendapat bahwa jalan merupakan jalur transportasi vital yang memperlancar berbagai aktivitas masyarakat perkotaan dan pedesaan. Untuk memperlancar transportasi manusia dan barang, jalan merupakan infrastruktur yang penting. Dengan semakin baiknya distribusi dan transportasi yang dimungkinkan oleh jalan yang terawat dengan baik, daya tariknya akan meningkat.

2.2.2 Fungsi Jalan

Jalan memiliki peran yang sangat vital, terutama dalam mewujudkan perkembangan yang merata antar wilayah, pemerataan hasil pembangunan, serta memperkuat pertahanan dan keamanan jalan untuk mendukung pembangunan jalan yang lebih baik.

2.2.3 Karakteristik Jalan

Apa yang kita sebut “jalan”, “jalan bebas hambatan”, atau “right-of-way areas” sebenarnya tidak hanya mencakup jalan itu sendiri tetapi juga trotoar, drainase, dan semua infrastruktur jalan terkait seperti lampu dan rambu. Segmen jalan adalah panjang jalan

yang hampir identik dalam profil dan tidak terpengaruh oleh persimpangan dengan atau tanpa rambu. Kapasitas dan kinerja jalan sangat bergantung pada atributnya.

a. Komposisi lalu lintas Fraksi mobil ringan atau sepeda motor dalam arus menentukan hubungan antara kecepatan arus, komposisi, dan kapasitas, yang dinyatakan dalam kendaraan per jam.

b. Hal yang dapat dilakukan di sisi jalan Arus lalu lintas yang bebas dan efisiensi jalan raya sama-sama terpengaruh secara negatif oleh apa yang disebut penghalang samping dan aktivitas pinggir jalan lainnya.

2.2.4 Kapasitas Ruas Jalan

Jumlah kendaraan yang dapat melewati ruas jalan tertentu dalam satu jam (kendaraan/jam) merupakan salah satu cara untuk mengukur kapasitas ruas jalan. Cara lain untuk melakukannya adalah dengan memperhitungkan berbagai jenis kendaraan yang menggunakan jalan, seperti mobil penumpang, dan menggunakan kapasitasnya sebagai satuan pengukuran.

2.3 Geometri Jalan

Sebagai bagian dari perencanaan jalan, geometri jalan memastikan bahwa alinyemen horizontal dan vertikal jalan sesuai dengan tujuan utama rute, yaitu untuk memperlancar arus lalu lintas pada kecepatan yang ditentukan. Komponen umum desain jalan meliputi: jalur jalan, drainase, lereng jalan, galian, tanggul, jalur jalan (termasuk bahu jalan dan jalur lalu lintas melengkung), tikungan, dan rute itu sendiri.

2.3.1 klasifikasi Jalan

Sebelum jalan dapat direncanakan, pengelompokannya harus ditentukan. Pengurutan berdasarkan tujuan rute Jalan dikategorikan menurut fungsinya:

a. Jalan Arteri

Jalan raya utama dengan karakteristik perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan lalu lintas sedikit adalah satu-satunya jalan yang diizinkan masuk.

b. Jalan kolektor

Kecepatan rata-rata, jarak tempuh, dan jumlah pintu keluar pada jalan kolektor/pemisah cenderung sederhana.

c. Jalan Lokal

Jumlah entri yang tak terbatas menjadi ciri jalan lokal, yang merupakan rute umum yang digunakan untuk lalu lintas lokal dan memiliki jarak tempuh pendek dan kecepatan rata-rata rendah.

d. Jalan Lingkungan

Jalan umum yang berfungsi sebagai angkutan lingkungan cenderung sempit dan lambat, karena sering kali menempuh jarak yang lebih pendek.

2.3.2 Alinyeman Vertikal

Pada jalan dua jalur dua arah, ini berada di sepanjang sumbu jalan; pada jalan raya dengan median, ini berada di batas dalam setiap perkerasan. Di mana pun bidang vertikal bertemu dengan bidang permukaan perkerasan jalan, maka hal ini disebut alinyemen vertikal (Sukiman, 1999). Kombinasi garis lurus dan lengkung yang membentuk penampang memanjang jalan disebut alinyemen vertikal.

Sebagai bagian dari tata letak geometris jalan, penampang harus diperhatikan. Tidak diragukan lagi, hal ini diperlukan untuk kebutuhan yang aman dan hemat biaya. Selain itu, saat merancang alinyemen vertikal, penting untuk mempertimbangkan kondisi tanah dasar, muka air banjir, muka air tanah, fungsi jalan, kemiringan, dan karakteristik medan. Saat merancang penampang memanjang jalan raya, atau alinyemen vertikal, ada sejumlah faktor yang perlu dipikirkan. Rute jalan yang paling hemat biaya adalah rute yang mengikuti kelengkungan alami tanah, sehingga mengurangi kebutuhan akan tanggul dan penggalian yang mahal. Akan tetapi, hal seperti itu hampir tidak pernah muncul di lapangan. Alasan sederhananya adalah bahwa medan datar tidak dapat diprioritaskan saat merencanakan penampang jalan memanjang.

2.3.3 Alinyeman Horizontal

Bila jalan sejajar horizontal, porosnya diproyeksikan ke bidang horizontal. Kondisi jalan dan jejak jalan adalah sebutan lain untuk alinyemen horizontal. Garis lengkung menghubungkan garis lurus dalam alinyemen horizontal. Busur lingkaran yang dikombinasikan dengan busur penahan, busur tepi saja, atau hanya busur lingkaran merupakan komponen garis lengkung yang mungkin (Sukirman, 1994).

2.4 Lalu lintas harian rata-rata

Lalu lintas rata-rata harian adalah jumlah semua volume lalu lintas pada hari tertentu. Lalu lintas harian rata-rata (LHR) dan lalu lintas harian rata-rata tahunan (LHRT) diketahui dari teknik pengumpulan data.

LHRT dihitung dari data yang dikumpulkan selama setahun penuh dan merupakan jumlah rata-rata kendaraan yang menggunakan satu lajur jalan selama 24 jam.

$$\text{LHRT} = \frac{\text{Jumlah lalu lintas dalam satu tahun}}{365} \dots \dots \dots (2.1.)$$

Perhitungan LHRT memerlukan data kendaraan yang konsisten untuk tersedia selama setahun penuh. Dalam hal ini, LHR dapat digunakan dengan mempertimbangkan biaya terhadap akurasi yang dicapai, dengan mempertimbangkan satuan lalu lintas harian rata-rata. Meskipun demikian, tidak semua daerah di Indonesia menyediakan statistik lalu lintas selama setahun penuh. LHR dihitung dengan membagi jumlah total kendaraan yang terlihat dengan seluruh durasi pengamatan. (Karya Silvia Sukirman, tahun 1994).

$$\text{LHR} = \frac{\text{Jumlah lalu lintas harian rata-rata}}{\text{lamanya pengamatan}} \dots \dots \dots (2.2.)$$

2.4.1 Volume Lalu Lintas

Jumlah kendaraan yang diharapkan melewati suatu rute tertentu disebut volume lalu lintas. Menurut Sukirman (1999), lalu lintas selama satu tahun adalah jumlah total kendaraan yang melewati suatu lokasi pengamatan tertentu.

Faktor terpenting dalam analisis struktur perkerasan jalan, sebagaimana yang dikemukakan oleh Sumarsono (2018), adalah data yang dibutuhkan untuk menghitung beban lalu lintas yang akan ditanggung perkerasan jalan selama masa desainnya. Dari tahun pengamatan hingga masa desain mendatang, volume lalu lintas diekstrapolasi untuk menentukan beban.

2.4.2 Volume jam perencanaan

Untuk keperluan perencanaan, paling tepat menggunakan volume lalu lintas dalam satu jam, karena LHR dan LHRT merupakan volume harian dan tidak dapat memberikan gambaran umum tentang fluktuasi arus lalu lintas yang berlangsung lebih pendek dari 24 jam. Arus lalu lintas berubah dari jam ke jam dalam sehari. “volume perencanaan (VJP)” mengacu pada jumlah informasi yang dikemas dalam perencanaan selama satu jam.

$$\text{“VJP} = k \times \text{LHR} \dots\dots\dots (2.3.)\text{”}$$

Faktor VJP yang dipengaruhi oleh jam sibuk dilambangkan dengan k. (Karya Silvia Sukirman, tahun 1994).

2.4.3 Sifat Tanah Dasar

Tanah dasar (subgrade), terletak di atas tanah, tepat di bawah lapisan perkerasan, yang ditutupi dengan tanah dasar. Biasanya, galian dan tanggul dengan daya dukung rendah atau tanah asli itu sendiri membentuk tanah pondasi. Karakteristik mendasar ini memengaruhi kualitas jalan dan ketahanan lapisan di atasnya, klaim Sukirman (1999).

Daya dukung tanah pondasi dapat dipastikan menggunakan sejumlah teknik, termasuk pendekatan “CBR (California Bearing Ratio)” dan “Dynamic Cone Penetrometer”. Sampel tanah yang diambil baik di lingkungan yang terkendali maupun di luar ruangan digunakan untuk menentukan CBR.

Kualitas jalan dan ketahanan lapisan di atasnya dipengaruhi oleh jenis tanah dasar. Oleh karena itu, tanah pondasi sangat penting bagi stabilitas sistem perkerasan yang memungkinkan fleksibilitas. Dalam keadaan desain tertentu, struktur perkerasan yang lebih tipis diperlukan jika tanah pondasi memiliki daya dukung yang lebih besar.

2.4.4 Persyaratan Tanah

Tanah dasar merupakan lapis permukaan sebagai perletakan perkerasan jalan yang sebelumnya sudah mengalami pemadatan. Kondisi tanah dapat berupa tanah asli, tanah timbunan maupun hasil galian. Daya dukung dan jenis tanah di bawah perkerasan jalan sangat mempengaruhi kekuatan dan keawetannya. Pt T 01-2002-B, yaitu kriteria perencanaan ketebalan perkerasan yang dapat disesuaikan.

Modulus Resilen (M_r) sebagai parameter tanah dasar. Modulus resilen dapat diasumsikan dari CBR standar atau nilai soil indeks. Berikut kriteria umum tanah dasar :

1. Memiliki nilai CBR rendaman rencana minimum;
2. Bentuk yang disesuaikan dengan geometrik;
3. Pemadatan sesuai dengan ketebalan rencana dan disesuaikan terhadap persyaratan;
4. Tidak rentan terhadap perubahan kadar air;
5. Mampu menahan beban selama pelaksanaan konstruksi. CBR tanah dasar eksisting diperlukan untuk mengetahui tanah dasar layak untuk dilakukan konstruksi perkerasan. Pengujian yang dilakukan yaitu tes CBR lapangan.

2.4.5 Lapis Fondasi Bawah

Terletak di antara lapisan pondasi dan tanah dasar, ini adalah komponen struktural perkerasan fleksibel. Memiliki komposisi Terdiri dari bahan berbutir yang sudah distabilisasi dan memadatkan, fungsi Peran dari lapisan ini meliputi:

1. Sebagai lapisan penopang dalam distribusi beban kendaraan;
2. Lapis penahan agar tanah dasar tidak menembus lapisan fondasi;
3. Menjadi lapis pertama atau rantai kerja dalam pekerjaan konstruksi perkerasan.

2.4.6 Lapis Fondasi Atas

Merupakan bagian lapis struktur yang terletak di atas lapis fondasi bawah, umumnya bahan yang digunakan dalam pembuatan lapisan ini adalah aspal, batu pecah, kerikil pecah, pozzolan atau kapur. Lapis fondasi memiliki dua fungsi utama yaitu :

1. Menjadi lapisan untuk menahan beban roda kendaraan;
2. Sebagai lapisan perletakan untuk surface (lapis permukaan)

2.2.7 Lapis Permukaan

Lapis permukaan ialah lapis yang terletak paling atas setelah lapis fondasi pada struktur perkerasan lentur. Lapisan ini umumnya berupa campuran mineral agregat dan berbagai jenis bahan pengikat. Fungsi lapisan ini adalah:

1. Lapis aus;
2. Lapis pelindung struktur jalan dari masuknya air ke dalam perkerasan;
3. Untuk menahan beban roda dan diteruskan terhadap lapisan di bawahnya.

2.2.8 CBR (California Bearing Ratio)

Dengan menggunakan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama, “California Bearing Ratio (CBR)” membandingkan beban penetrasi lapisan tanah atau perkerasan dengan material pada umumnya. Menurut SNI 1738-2011, uji CBR lapangan ini harus dipatuhi secara ketat. Uji beban penetrasi lapangan dan laboratorium merupakan pendekatan CBR ini.

Uji CBR digunakan untuk mengukur kekuatan tanah sesuai dengan SNI-1744-1989. Saat membandingkan nilai kekuatan tanah dengan standar, stabilisasi tidak diperlukan karena digunakan sebagai referensi. Uji CBR membandingkan beban penetrasi material dengan material biasa dengan kedalaman dan laju penetrasi yang sama. Menurut SNI 03-1744-1989, nilai CBR ditentukan untuk dua kedalaman penetrasi yang berbeda (0,1 dan 0,2 inci), dan hasil tertinggi digunakan untuk perbandingan. Rasio kekuatan tekan (CBR) adalah persentase yang membandingkan tekanan yang dibutuhkan untuk menembus material standar tertentu dengan

yang dibutuhkan untuk menembus tanah menggunakan piston melingkar 3 inci² yang bergerak dengan kecepatan 0,05 inci/menit. Mencari tahu apa nilai CBR pada kadar air pemadatan yang berbeda adalah tujuan dari uji CBR ini. Untuk memastikan ketebalan perkerasan yang diperlukan di atas lapisan tanah dasar, uji kekuatan tekan radial (CBR) dilakukan. (Wesley, 1977). Dalam pengaturan laboratorium yang terkendali, seseorang dapat menentukan nilai CBR tanah. Tanah dasar, juga dikenal sebagai tanah dasar, sering kali terdiri dari tanah yang ada secara alami, material tanggul, atau tanah yang telah dipadatkan hingga 95% dari kepadatan maksimumnya di dekatnya saat jalan baru sedang dibangun.

Dengan demikian, nilai daya dukung lapisan tanah setelah pemadatan adalah daya dukung tanah dasar. Karena dibuat dalam lingkungan yang terkendali dan memiliki desain khusus, CBR ini disebut CBR laboratorium. Ketebalan perkerasan berbanding lurus dengan nilai daya dukung tanah (CBR); nilai CBR yang lebih rendah menunjukkan daya dukung tanah yang lebih rendah, yang memerlukan lapisan perkerasan yang lebih tebal di atasnya. Menurut SNI-1744-1989, pengujian CBR digunakan untuk menentukan kekuatan tanah. Setelah dibandingkan dengan standar, hasil kekuatan tanah tidak memerlukan stabilisasi karena digunakan sebagai referensi. Dengan membandingkan beban penetrasi material dengan material standar, uji CBR memastikan bahwa kedua material diuji pada kedalaman dan tingkat penetrasi yang sama. Nilai CBR dipastikan dengan menghitungnya pada dua penetrasi berbeda sebesar 0,1 inci dan 0,2 inci, dan kemudian membandingkan kedua hasil, sesuai dengan SNI 03-1744-1989. Hasil terbaik digunakan. Nilai CBR, dinyatakan sebagai persentase, adalah tekanan yang dibutuhkan untuk menembus material standar tertentu dibagi dengan tekanan yang dibutuhkan untuk memasuki tanah menggunakan piston bundar 3 inci² yang bergerak dengan kecepatan 0,05 inci/menit. Melalui percobaan ini, kita bisa mendapatkan nilai CBR untuk berbagai tingkat pemadatan udara. Ketika menentukan ketebalan perkerasan yang diperlukan di atas lapisan tanah dasar, mengetahui nilai CBR-nya sangat penting (Wesley, 1977). Parameter yang diperlukan untuk melakukan

pengujian tanah CBR dalam kondisi laboratorium. Tanah dasar, dalam konstruksi jalan, mengacu pada tanah yang sudah ada sebelumnya, tanah yang dipadatkan, tanggul, atau tanah galian yang kepadatannya 95% dari kepadatan maksimumnya. Pemadatan tanah tidak berpengaruh pada nilai daya dukung; hal ini identik dengan daya dukung tanah dasar. CBR ini dikenal sebagai CBR laboratorium karena persiapannya dalam pengaturan laboratorium dan nama CBR desain titiknya. Ketebalan perkerasan berbanding lurus dengan nilai daya dukung tanah (CBR); Nilai CBR yang lebih rendah menunjukkan daya dukung tanah yang lebih rendah, yang memerlukan lapisan perkerasan yang lebih tebal di atasnya. Ada dua jenis pengukuran CBR yang tersedia:

1. “Nilai CBR untuk tekanan penetrasi pada 0,254 cm (0,1) terhadap penetrasi standard besarnya 70,37 kg/cm² (1000 psi). Nilai CBR = $(PI/70,37) \times 100 \%$ (PI dalam kg / cm²)”
2. “Nilai CBR untuk tekanan penetrasi pada penetrasi 0,508 cm (0,2) terhadap penetrasi standard yang besarnya 105,56 kg/cm² (1500 psi) Nilai CBR = $PI/105,56 \times 100 \%$ (PI dalam kg / cm²)”

Angka terbesar digunakan dari kedua perhitungan. Ada dua kategori utama laboratorium CBR:

- a. “CBR laboratorium rendaman (*soaked design CBR*)”
- b. “CBR laboratorium tanpa rendaman (*Unsoaked Design CBR*)”

Karena memerlukan lebih banyak waktu dan biaya untuk melakukan pengujian perendaman di laboratorium, CBR lebih sulit digunakan daripada fasilitas CBR yang tidak menggunakan perendaman. Pada saat yang sama, CBR yang diuji di laboratorium tanpa perendaman secara konsisten mengungguli CBR yang diuji dengan perendaman dalam hal daya dukung tanah.

Cara perhitungan nilai CBR atau Rumus uji CBR mencakup langkah-langkah berikut ini:

1. Tentukan terlebih dahulu beban yang bekerja pada torak/piston.
2. Kemudian, hitung tegangan pada setiap kenaikan penetrasi.
3. Selanjutnya, plot hasilnya pada grafik dan buat kurvanya.

4. Periksa apakah kurva perlu dikoreksi atau tidak, karena kurva penetrasi biasanya membentuk lengkungan ke atas dan seringkali memerlukan koreksi. Titik inisialnya juga akan bergeser dari titik nol.
5. Untuk analisis lebih lanjut dalam perhitungan, gunakan temuan tegangan yang telah direvisi.
6. Periksa tegangan pada dua penetrasi yang berbeda, sekitar 0,2 in./5,08 mm dan 0,1 in./2,54 mm.

Membagi tegangan arus dengan tegangan standar adalah rumus untuk perhitungan CBR, yaitu $0,71 \text{ kg/mm}^2$ (1000 Psi) untuk penetrasi 0,1 inci atau 2,54 mm, dan $1,06 \text{ kg/mm}^2$ (1500 Psi) untuk penetrasi 0,2 inci atau 5,08 mm.

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

Pada tahun 2017, Direktorat Jenderal Bina Marga menerbitkan Manual Desain Perkerasan Jalan (MDP) Bina Marga di antara pendekatan lainnya. Bagian I dari pendekatan ini mencakup standar untuk konstruksi perkerasan baru, sedangkan Bagian II membahas restorasi perkerasan. Saat memilih konstruksi perkerasan, teknik ini juga menjabarkan semua pertimbangan penting. Panduan ini mempertimbangkan empat faktor utama yang menghambat efisiensi aset jalan Indonesia: lalu lintas padat, perkerasan panas, curah hujan tinggi, dan tanah berpori.

Panduan ini mengambil pendekatan metodis untuk memecahkan keempat masalah ini dengan menggunakan desain mekanis, teknik dukungan empiris, dan jawaban berdasarkan diagram. Melengkapi pedoman desain perkerasan Pd-T-2002-B untuk perkerasan lentur dan Pd-T-14-2003 untuk perkerasan kaku, metode MDP Bina Marga 2017 mengasah detail seperti menghitung umur desain, meminimalkan biaya siklus hidup yang didiskon, mempertimbangkan kepraktisan selama konstruksi, dan memanfaatkan material secara efisien. Saat membangun perkerasan baru, salah satu jenis struktur adalah susunan lapisan yang dijelaskan dalam, yang diletakkan di atas permukaan tanah yang ada.

Gambar 2.1.



Gambar 2. 1

Struktur Perkerasan Lentur pada Tanah Dasar

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum, 2017.



Struktur perkerasan pada galian, dengan susunan lapisannya, dijelaskan pada **Ilustrasi 2.2**.



Gambar 2. 2

Struktur Perkerasan Lentur pada Tanah Galian

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum, 2017.

2.3.1 Umur Rencana (UR)

Umur rencana jalan adalah jumlah tahun yang diantisipasi antara pembukaan jalan dan tanggal perbaikan atau pelapisan ulang signifikan yang mungkin diperlukan. Usia perencanaan desain perkerasan baru didasarkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2

Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru (UR)

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (Tahun)
Perkerasan Lentur	Lapisan aspal dan lapisan berbutir dan CTB	20

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (Tahun)
	Pondasi Jalan	40
	Semua lapisan perkerasan untuk area yang tidak diijinkan sering ditinggikan akibat pelapisan ulang, misal: jalan perkotaan, underpass, jembatan, terowongan	
	Cement Treated Based	
Perkerasan Kaku	Lapis pondasi atas, lapis pondasi bawah, lapis beton semen, dan pondasi jalan.	
Jalan tanpa penutup	Semua elemen	Minimum 10

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum, 2017



2.3.2 Analisis Volume Lalu Lintas

Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) merupakan acuan yang diperlukan untuk studi lalu lintas, semua lalu lintas terutama pada jam sibuk dan untuk menentukan ADR. Kecuali sepeda motor, semua jenis kendaraan dimasukkan dalam LHRT yang dihitung, bersama dengan 30% dari jumlah total sepeda motor.

Sumber-sumber berikut dapat digunakan untuk memperoleh volume lalu lintas untuk tujuan desain:

1. Pemantauan lalu lintas aktual selama tujuh hari dan dua puluh empat jam. Pedoman Survei Pencacahan Lalu Lintas Manual, Dokumen Publik No. T-10-2004-B, dikutip dalam pelaksanaan survei. atau dapat menggunakan alat yang menggunakan pendekatan serupa.
2. Hasil survei dari masa lalu.
3. Anda dapat menggunakan nilai prediksi dalam Tabel 2.3 untuk rute dengan arus lalu lintas rendah.

Tabel 2. 3

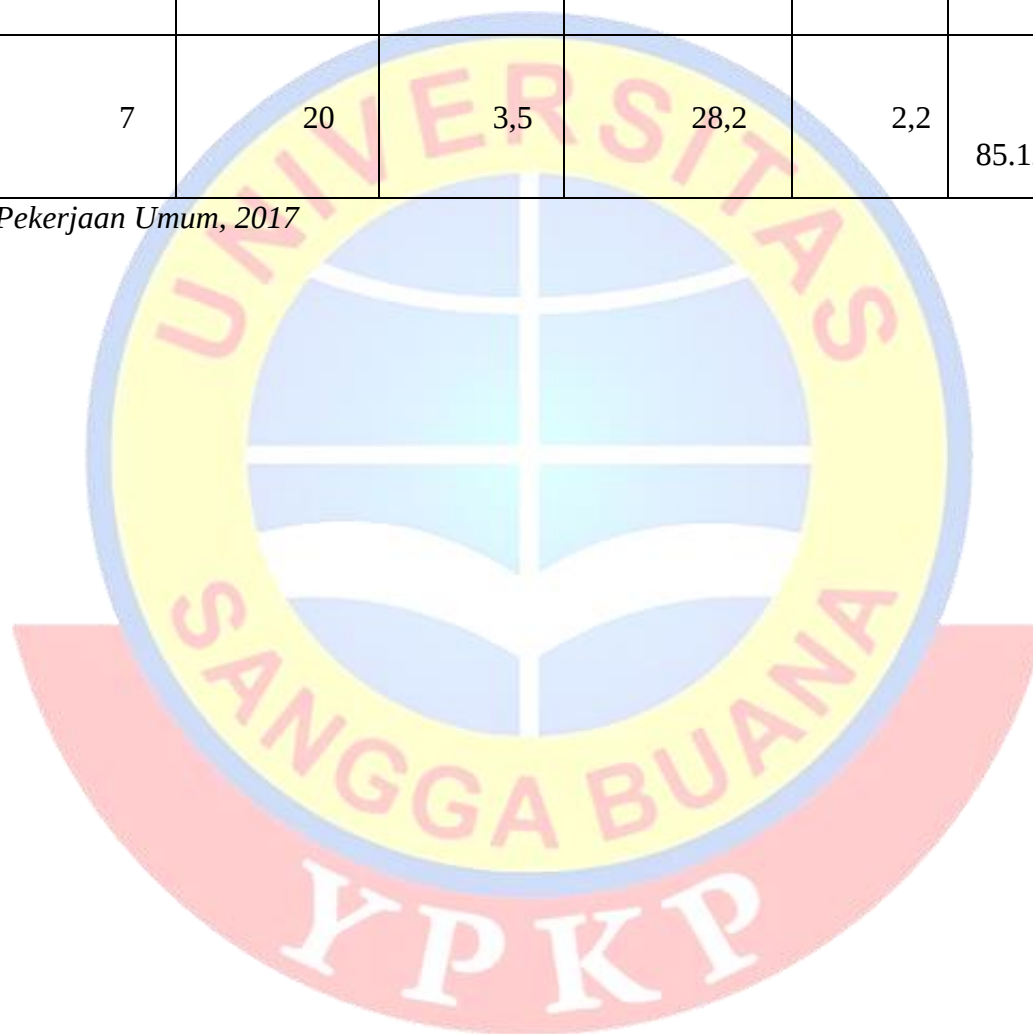
Estimasi Lalu Lintas untuk Jalan dengan Volume Lalu Lintas Rendah (Kasus

Beban Berlebih)

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	7×10^4
Jalan Lokal	500	6	20	1	22	2,1	25.2945	3,16	8×10^5
Akses Lokal Daerah Industri Atau	500	8	20	3,5	28,2	2,3	3.473.478	3,16	$1,5 \times 10^6$

Quarry									
Jalan Kolektor	2000	7	20	3,5	28,2	2,2	1.5 85.122	3,16	5 x 10 ⁶

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum, 2017



2.3.3 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Faktor-faktor yang memengaruhi perluasan lalu lintas diidentifikasi dengan menganalisis tingkat perluasan lalu lintas sebelumnya atau dengan mengkorelasikannya dengan variabel perluasan terkait lainnya. Jika tidak ada informasi tersebut, nilai minimum diambil dari Tabel 2.4.

Tabel 2. 4

Faktor Tingkat Pertumbuhan Lalu

Lintas (i)

	Jawa	Sumatera	Kalimantan	Rata-rata Indonesia
Arteri dan perkotaan (%)	4,8	4,83	5,14	4,75
Kolektor rural (%)	3,5	3,5	3,5	3,5
Jalan desa (%)	1	1	1	1

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum, 2017

Dengan menggunakan Persamaan 2.1, kita dapat menentukan total peningkatan lalu lintas yang terjadi selama periode perencanaan.

$$(1 + 0,01i)UR-1$$

$$R = 0,01i. (2.1)$$

Dengan:

R = Faktor Pengali Pertumbuhan Lalu Lintas

i = Tingkat

Pertumbuhan Tahunan UR = Durasi Rencana (tahun)

2.3.4 Faktor Distribusi Lajur

Tabel 2.5 menentukan faktor laju distribusi untuk kendaraan komersial, termasuk truk dan bus. Setiap tahun selama periode desain, kapasitas lajur harus dipertahankan atau beban desain pada setiap lajur harus dilampaui. Kita harus mengutip MKJI saat membahas kapasitas lajur maksimum..

Tabel 2. 5

Faktor Distribusi Lajur (DL)

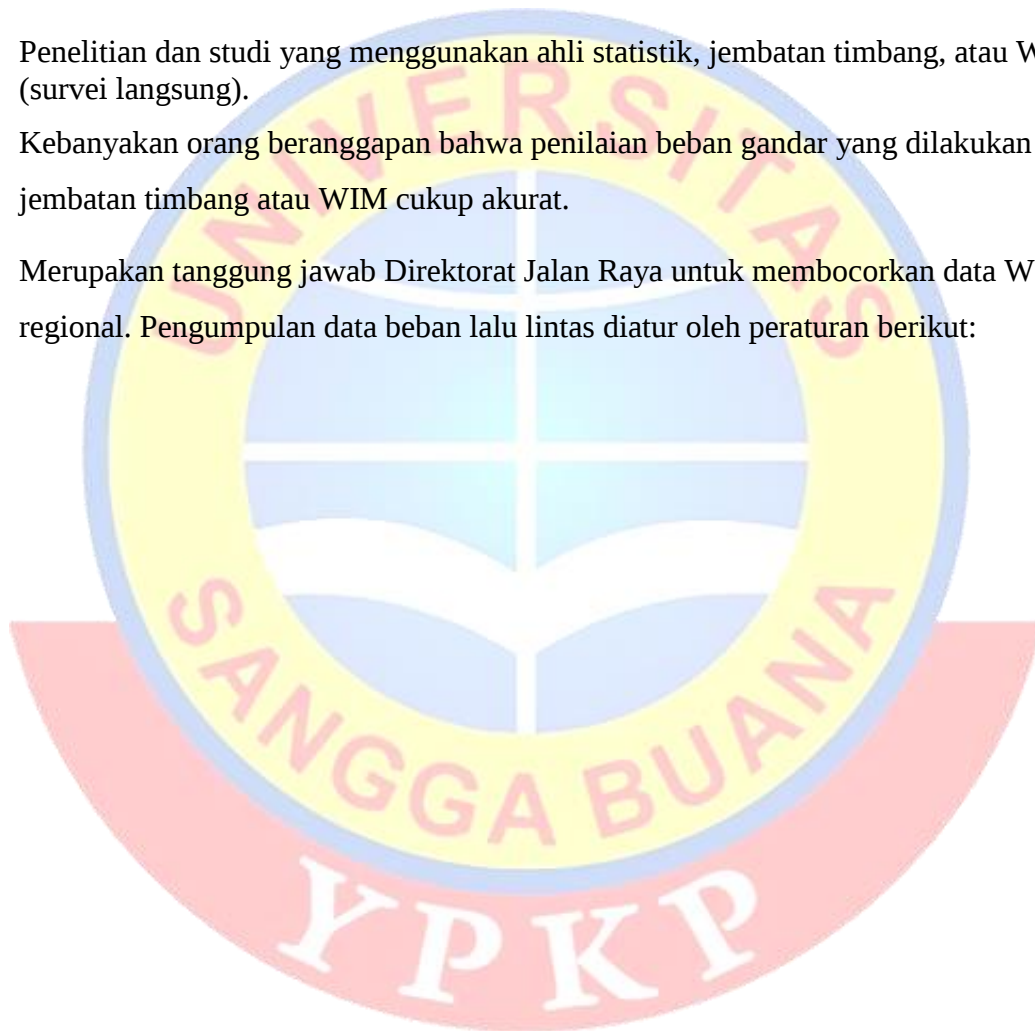
Jumlah Lajur Setiap Arah	Kendaraan Niaga Pada Lajur Desain (% Terhadap Kendaraan Niaga)
1	100
2	80
3	60
4	50

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum, 2017

2.3.5 Faktor Ekuivalen Beban

“Vehicle Damage Factor (VDF)”, estimasi faktor ekuivalen beban, sangat penting untuk perhitungan beban lalu lintas yang akurat. Berikut ini adalah tempat kita memperoleh beban lalu lintas:

- a. Penelitian dan studi yang menggunakan ahli statistik, jembatan timbang, atau WIM (survei langsung).
- b. Kebanyakan orang beranggapan bahwa penilaian beban gandar yang dilakukan di jembatan timbang atau WIM cukup akurat.
- c. Merupakan tanggung jawab Direktorat Jalan Raya untuk membocorkan data WIM regional. Pengumpulan data beban lalu lintas diatur oleh peraturan berikut:



Tabel 2. 6
Pengumpulan Data Beban Gandar

Spesifikasi Penyediaan Infrastruktur Jalan Prasarana Jalan	Sumber Data Beban Lalu Lintas
Jalan Bebas Hambatan	1 atau 2
Jalan raya	1 atau 2 atau 3
Jalan Sedang	2 atau 3
Jalan Kecil	3 atau 3

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum, 2017

Jika perencana tidak memiliki akses ke alat ukur beban gandar, mereka dapat menggunakan nilai VDF bersama dengan Tabel 2.7 dan 2.8 untuk menentukan ESA.

Tabel 2.7 menunjukkan nilai VDF untuk setiap jenis kendaraan komersial di setiap area, yang diperoleh dari penelitian WIM 2012–2013 yang dilakukan oleh Direktorat Jalan Raya.

Apabila jenis dan muatan kendaraan niaga dapat diidentifikasi melalui survei lalu lintas, maka data VDF untuk setiap kendaraan dapat diterapkan sesuai dengan **Tabel 2.8**.

Table 2.7

Nilai VDF setiap kendaraan niaga

Araan	Beban Aktual		Normal		Beban Aktual		Normal		Beban Aktual		Normal		Beban Aktual		Normal		Beban Aktual		Normal	
	VDF	VDF	VDF	VDF	VDF	VDF	VDF	VDF	VDF	VDF	VDF	VDF	VDF	VDF	VDF	VDF	VDF	VDF	VDF	VDF
	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5
5B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6A	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5
6B	4,5	7,4	3,4	4,6	5,3	9,2	4	5,1	4,8	8,5	3,4	4,7	4,9	9	2,9	4	3	4	2,5	3
7A1	10,1	18,4	5,4	7,4	8,2	14,4	4,7	6,4	9,9	18,3	4,1	5,3	7,2	11,4	4,9	6,7	-	-	-	-
7A2	10,5	20	4,3	5,6	10,2	19	4,3	5,6	9,6	17,7	4,2	5,4	9,4	19,1	3,8	4,8	4,9	9,7	3,9	6
7B1	-	-	-	-	11,8	18,2	9,4	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7B2	-	-	-	-	13,7	21,8	12,6	17,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7C1	15,9	29,5	7	9,6	11	19,8	7,4	9,7	11,7	20,4	7	10,2	13,2	25,5	6,5	8,8	14	11,9	10,2	8
7C2A	19,8	39	6,1	8,1	17,7	33	7,6	10,2	8,2	14,7	4	5,2	20,2	42	6,6	8,5	-	-	-	-
7C2B	20,7	42,8	6,1	8	13,4	24,2	6,5	8,5	-	-	-	-	17	28,8	9,3	13,5	-	-	-	-
7C3	24,5	51,7	6,4	8	18,1	34,4	6,1	7,7	13,5	22,9	9,8	15	28,7	59,6	6,9	8,8	-	-	-	-

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum, 2017

Tabel 2.8

Menampilkan nilai VDF standar untuk setiap jenis kendaraan.

1	1	Sepeda Motor	1.1	2	30.4				
2,3,4	2,3,4	Sedang/Angkot/Pick-Up/Station Wagon	1.1	2	51.7	74.3			
5a	5ab.2	Bus Kecil	1.2	2	3.5	5	0.3	0.2	
b	b	Bus Besar	1.2	2	0	0.2	1	1	
a.1	.1	cargo ringan	1.1	2	.14	6.6	.3	.2	
a.2	.2	ringan	1.2	2			.8	.8	
b1.1	.1	Truk 2 sumbu cargo sedang	1.2	2	-	-	.7	.7	
b1.2	.2	sedang	1.2	2			.6	.7	
b2.1	.1	berat	1.2	2	3	5.5	0.9	0.8	
b2.2	.2	berat	1.2	2			7.3	11.2	
a1	.1	ringan	1.2	3	3	5.6	7.6	11.2	
a2	9.2	Truk 3 sumbu sedang	1.2	3			2	6	
a3	9.3	Truk 3 sumbu berat	1.1	3	0	0.1	2	6	
b	10	Truk 2 sumbu dan trailer penarik 2sumbu	1.2-	4	0	0.7	3	9	
c1	11	Truk 4 sumbu trailer	1.2-	4	0	0.5	1	4	
7c2.1	12	Truk 5 sumbu trailer	1.22-22	5		0.7	1	19	
33.2									

c2.2	3	trailer	Truk 5 sumbu	222	1.2-	5			3	6
									0.3	9.7
c3	4	trailer	Truk 6 sumbu	2-222	1.2	6	0	0.5	4	9
							.3		1.6	3.7

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum, 2017



2.3.6 Menghitung Beban Sumbu Standar Kumulatif (CESAL)

Setelah memperhitungkan frekuensi pengiriman kendaraan (VDF) setiap kendaraan komersial, total beban gandar lalu lintas yang diproyeksikan untuk rute tertentu sepanjang masa pakai rancangannya dikenal sebagai beban gandar standar kumulatif (CESAL) atau beban gandar tunggal ekuivalen kumulatif (CESAL). Perhitungan ini didasarkan pada Persamaan 2.2.

$$ESATH-1 = (\sum LHR_{JK} \times VDF_{JK}) \times 365 \times DD \times DL \times R \dots \dots \dots (2,2)$$

Dimana

$ESATH-1$: Jarak kumulatif dari sumbu standar yang terkait selama (equivalent standard axle) tahun pertama.

LHR_{JK} : Lintas Rata-rata lalu lintas kendaraan harian (jumlah kendaraan/hari) dari setiap jenis kendaraan niaga

VDF_{JK} : Koefisien kerusakan kendaraan ekuivalen untuk setiap jenis kendaraan (Vehicle Damage Factor) niaga sesuai dengan Tabel 2.7 dan Tabel 2.8.

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

DL : Faktor distribusi lajur (**Tabel 2.5**)

R : Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif (**Persamaan 2.1**)

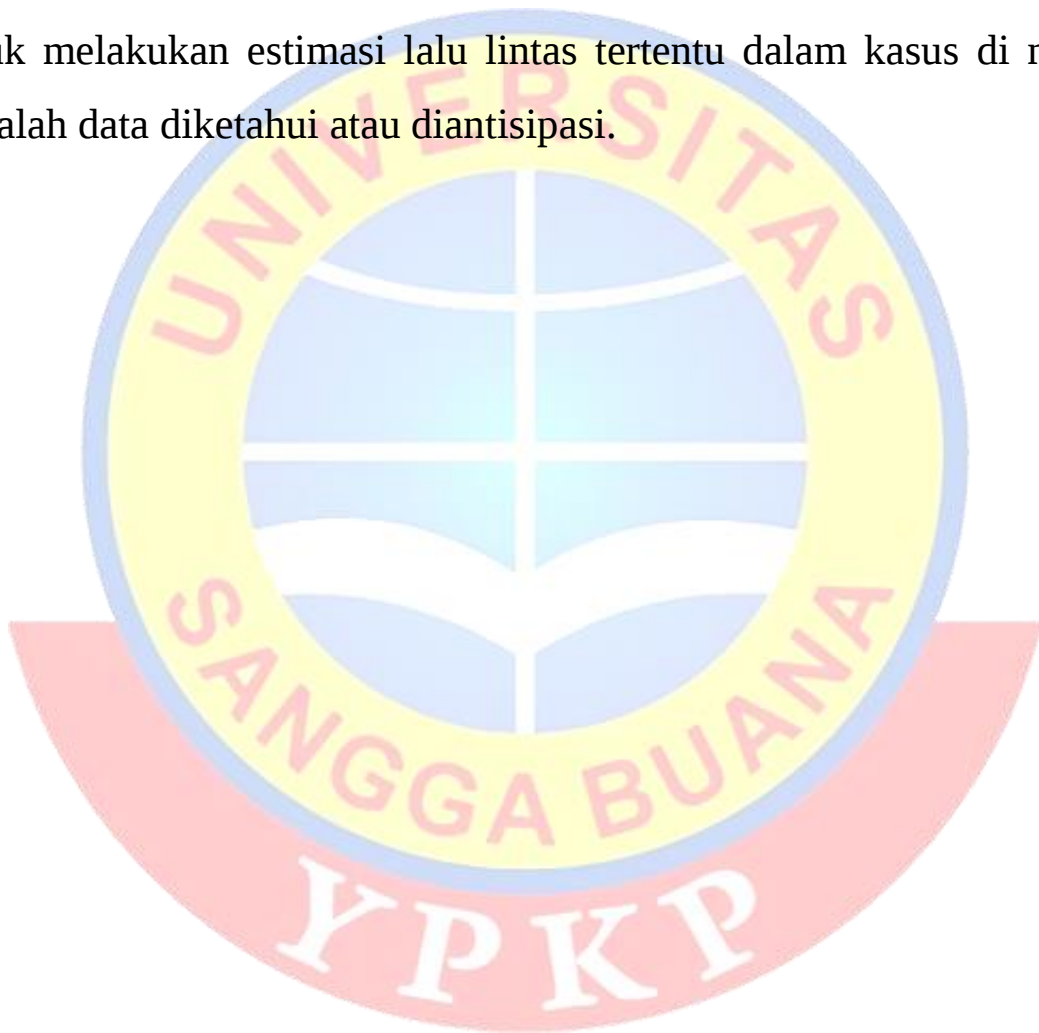
Nilai total yang dapat diatribusikan pada kelelahan lapisan aspal (CESA5) dihasilkan dengan mengalikan nilai CESA4 dengan nilai Traffic Multiplier (TM). Ketika mengalami kondisi stres ekstrem, nilai TM di Indonesia berada di antara 1,8 dan 2 (Kementerian Pekerjaan Umum, 2017).

$$CESA_5 = TM \times CESA_4 \dots\dots\dots (2.3)$$



2.3.7 Desain Struktur Perkerasan

Tabel 2.9 menunjukkan bahwa volume lalu lintas yang diprediksi, umur rencana, dan kondisi pondasi jalan menentukan jenis perkerasan. Untuk membuat desain kerja keras yang fungsional, lalu lintas data sangat penting. Setiap jenis kendaraan bisnis harus disertakan dalam statistik. Sebelum perencanaan akhir, disarankan untuk melakukan estimasi lalu lintas tertentu dalam kasus di mana masalah data diketahui atau diantisipasi.



Tabel 2. 9

Pemilihan Jenis Perkerasan

Struktur Perkerasan	Desain	ESA20 tahun (Juta) (Pangkat 4 kecuali disebutkan lain)				
		0-	0.1	>4-	>10-	>30
		0.5	-4	10	30	200
Perkerasan kaku dengan lalu 4 lintas berat (di atas tanah dengan CBR $\geq 2.5\%$)	4			2	2	2
Pekerasan kaku dengan lalu 4A lintas rendah (desa dan daerah perkotaan)	4A		1,2			
AC WC modifikasi atau SMA modifikasi dengan CTB (pangkat 5)	3 (Tabel 2.10)				2	
AC dengan CTB (ESA pangkat 5)	3 (Tabel 2.10)			3		
AC tebal $\geq 100\text{mm}$ dengan lapis pondasi berbutu (pangkat 5)	3B (Tabel 2.12)			1,2		
AC atau HRS tipis diatas lapis pondasi berbutir	3A (Tabel 2.11)		1,2			
Burda atau burtu dengan LPA Kelas A atau batuan asli	5	3	3			
Lapis Pondasi Soil Cement	6	1	1			
Perkearasa tanpa penutup	7	1				

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum, 2017

Catatan :



Solusi yang lebih diutamakan

(lebih murah) Alternatif - lihat
catatan

Perancang harus memikirkan biaya terendah selama periode kendala dan seberapa layak untuk mencapainya, selain batasan yang tercantum dalam Tabel 2.9. Pilih opsi desain dengan masa pakai yang didiskon terendah dengan menggunakan buku pegangan ini sebagai panduan.

Tabel 2.10–2.13 menunjukkan desain perkerasan untuk masalah dan lalu lintas desain terendah. Opsi alternatif dapat dipilih berdasarkan keadaan regional. Meskipun demikian, teknik desain yang diuraikan dalam buku pegangan ini harus diikuti secara konsisten sebagai langkah pertama dalam semua desain. Proses desain perkerasan lentur berbasis campuran aspal dalam buku pegangan ini didasarkan pada sifat material mekanis dan analisis mekanis struktural. Metode ini mengambil beban roda, struktur perkerasan, dan sifat material mekanis sebagai masukan dan menghasilkan respons perkerasan terhadap beban seperti tegangan, regangan, atau lendutan sebagai keluaran.

Dengan menganalisis reaksi struktural, seseorang dapat memprediksi kinerja perkerasan sehubungan dengan pemulihan kelelahan dan pendinginan permanen. Metode mekanistik empiris menggambarkan cara berpikir ini karena mendasarkan prediksinya pada data dunia nyata dan hasil laboratorium.



Tabel 2. 10

Desain Perkerasan Lentur Opsi Biaya Minimum dengan CTB

	F1	F2	F3	F4	F5
	Untuk lalu lintas di bawah 10 juta ESA5 lihat Tabel 2.12, Tabel 2.13 dan Tabel 2.14 Untuk lalu lintas di bawah 10 juta ESA5 lihat Tabel 2.12, Tabel 2.13 dan Tabel 2.14 Untuk lalu lintas di bawah 10 juta ESA5 lihat Tabel 2.12, Tabel 2.13 dan Tabel 2.14				
Repetisi beban sumbu kumulatif 20 tahun pada lajur rencana (10^6 ESA _s)	>10-27		>50-100	>100-200	>200-500
Jenis permukaan berpengikat	AC		AC		
Jenis lapis pondasi			CEMENT TRATED BASE (CTB)		
AC WC	40	40	40	50	50
AC BC	60	60	60	60	60
AC BC atau AC Base	75	100	125	160	220
CTB	150	150	150	150	150
Fondasi agregat Kelas A	150	150	150	150	150

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum, 2017

Tabel 2. 11

Desain Perkerasan Lentur Dengan HRS

Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana (10^6 ESA _s)		FF1 < 0.5	0.5 ≤ FF2 ≤ 4.0
Jenis permukaan		HRS atau penetrasi makadam	HRS
Struktur perkerasan		Tebal Lapisan (mm)	
HRS WC		50	30
HRS Base		-	35
LFA kelas A		150	250
LFA kelas A atau LFA kelas B atau kerikil alam atau lapis distabilisasi dengan CBR>10%		150	125

Tabel 2. 12

Desain Perkerasan Lentur – Aspal Dengan Lapis Fondasi Berbutir
(Sebagai alternatif dari Tabel 2.10 dan Tabel 2.11)

	FFF1	FFF2	FFF3	FFF4	Struktur perkerasan		FFF7	FFF8	FFF9
					FFF5	FFF6			
Solusi yang dipilih					Lihat catatan 2				
Repetisi beban sumbu kumulatif 20 tahun pada lajur rencana (10 ⁶ ESA _s)	>2	≥2 – 4	>4 - 7	>7 - 10	>10 - 20	>20 - 30	>30 - 50	>50 - 100	>100 - 200
Ketebalan lapis perkerasan (mm)									
AC WC	40	40	40	40	40	40	40	40	40
AC BC	60	60	60	60	60	60	60	60	60
AC Base	0	70	80	105	145	160	180	210	245
LPA kelas A	400	300	300	300	300	300	300	300	300
Catatan	1	2			3				

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum, 2017

1. Lebih baik gunakan nilai FFF1 atau FFF2 daripada solusi FF1 dan FF2 (Tabel 2.11) untuk menghindari terjadinya rutting pada HRS.
2. Meskipun perkerasan CTB (Tabel 2.10) lebih ekonomis, perkerasan tersebut mungkin tidak layak karena kurangnya sumber daya.
3. Untuk perkerasan lentur dengan beba > 10 juta CESA5, diutamakan menggunakan desain **Tabel 2.10**. Desain **tabel 2.12** digunakan jika CTB sulit untuk diimplementasikan. Solusi FFF5 - FFF9 dapat lebih praktis daripada desain Tabel 2.10.



Tabel 2. 13

Penyesuaian Tebal Lapis Fondasi Agregat A Untuk Tanah Dasar

CBR $\geq$ 7%

(hanya untuk desain Tabel 2.12)

	Struktur rkerasan pe								
	FFF1	FFF2	FFF3	FFF4	FFF5	FFF6	FFF7	FFF8	FFF9
	Solusi yang dipilih								
Repetisi beban sumbu kumulatif 20 tahun pada lajur rencana (10^6 ESA ₅)	>2	>2 – 4	>4 – 7	>7 – 10	>10 - 20	>20 - 30	>30 - 50	>50 - 100	>100 - 200
	Tebal LFA A (mm) penyesuaian terhadap desain Tabel 2.14								
Subgrade CBR $\geq$ 5.5-7	400	300	300	300	30 0	30 0	300	300	300
Subgrade CBR > 7 – 10	330	220	215	210	20 5	20 0	200	200	200
Subgrade CBR $\geq$ 10	260	150	150	150	15 0	15 0	150	150	150
Subgrade CBR $\geq$ 15	200	150	150	150	15 0	15 0	150	150	150

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum, 2017

2.3.8 Menentukan Struktur Pondasi Jalan

Proses pembangunan pondasi jalan meliputi perencanaan penanganan yang diperlukan, seperti penumpukan mikro, pra-pembebanan, drainase vertikal, penumpukan mikro, dan penutupan jalan, untuk menciptakan susunan pendukung komponen perkerasan lentur (Kementerian Pekerjaan Umum, 2017). Kondisi tanah normal dan tanah khas Indonesia lainnya tercakup dalam hal ini.

Pengaruh udara, tanah dasar, dan lalu lintas merupakan tiga aspek penting dari desain perkerasan. Selain itu, karakteristik tanah tertentu sangat penting untuk membangun perkerasan jalan di tanah bermasalah seperti tanah gambut atau tanah lunak. Alasannya adalah kinerja perkerasan jalan yang diharapkan tidak dapat dicapai dengan analisis pondasi standar.

Semua perkerasan dan pelebaran baru menggunakan usia desain pondasi jalan minimal 40 tahun karena:

- a. Selama masa pakainya, pondasi jalan tidak dapat dimodifikasi tanpa merekonstruksi jalan secara menyeluruh.
- b. Selama masa pakai perkerasan lentur, pondasi yang dibangun dengan buruk mungkin memerlukan lebih banyak lapisan aspal untuk perkuatan, sehingga meningkatkan biaya keseluruhan perkerasan dibandingkan dengan pondasi yang direncanakan dengan baik.
- c. Penggantian pelat beton mungkin diperlukan dalam skenario terburuk jika desain pondasi tidak memadai dan perkerasan kaku serta diletakkan di tanah yang tidak dipadatkan dengan baik.

Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.14, katalog desain ketebalan perkerasan dikembangkan menggunakan CBR desain sebesar 6%, yang memerlukan ketebalan minimum jalur bantalan. Penggunaan truk konstruksi mungkin memerlukan jalur bantalan yang lebih tebal.

Saat menerapkan jalur bantalan, ingatlah detail berikut.

- a. Persyaratan umum
 1. Material bangunan harus digunakan sebagai lapisan pondasi. Lapisan di bawah lapisan udara memerlukan material berbasis granular atau tanah liat.

Ini memerlukan penggunaan material granular yang tidak terlalu sensitif terhadap perubahan konsentrasi udara.

2. Selama waktu pemasangan, material ini dapat berfungsi sebagai permukaan kerja yang kokoh.
3. Tanah ekspansif memerlukan lapisan setebal minimal 600 mm.
4. Tanah pondasi harus setidaknya dua kaki lebih tinggi di atas permukaan air tanah dan permukaan air banjir, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.15.
5. Sebagai akibat dari lalu lintas terkait konstruksi, kedalaman alur roda pada lapisan penyangga tidak boleh melebihi 40 mm.
6. diperlukan agar lapisan penyangga cukup tebal untuk dipadatkan menggunakan peralatan pemadatan besar.

b. Metode pemadatan

Prosedur pemadatan lapisan penyangga harus mencapai tingkat kepadatan yang ditunjukkan atau diizinkan oleh petunjuk kerja. Kepadatan yang dapat dicapai pada dasar lapisan penyangga sering kali lebih rendah dari 95% kepadatan kering maksimum.

c. Geotekstil

Geotekstil perlu dipasang sebagai pembatas antara lapisan penyangga dan tanah asal jika tanah jenuh atau diperkirakan akan jenuh selama masa pakai. Geotekstil harus diletakkan di atas material granular pada lapisan penyangga.

Tabel 2. 14

Solusi Desain Pondasi Jalan Minimum

BR Tanah Dasar (%)	C	Kelas Kekuatan Tanah Dasar	Uraian Struktur Fondasi	Perkerasan Lentur			Perkerasan Kaku
				“Beban Lalu lintas pada lajur rencana dengan Umur Rencana 40 tahun (juta ESA5)” < 2 2-2 >4			Stabilisasi Semen
>6		SG6	“Perbaikan Tanah Dasar dapat Berupa Stabilitas Semen atau Material Timbunan Pilihan (Sesuai Persyaratan Spesifikasi umum Tanah) (Pemadatan Lapisan ≤ 200mm Tebal Gembur)”	Tidak Perlu Perbaikan			300
5		SG5		-	-	100	
4		SG4		100	150	200	
3		SG3		150	200	300	
2,5		SG2,5		175	250	350	
Tanah Ekspansif (potensi Pemuaian >5%)				200	300	400	
Perkerasandi atas tanah lunak	GI	S	Lapis Penompang	1000	100	1200	
			Lapis Penompang dari Geogrid	50	50	50	
“Tanah Gembul dengan HRS Atau DBST untuk			Lapis Penopang Berbutir	000	250	500	

Perkerasan untuk jalanraya minor (nilai minimum-ketentuanlahberlaku)”					
---	--	--	--	--	--

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum, 2017



BAB III METODOLOGI

STUDI

3.1 Lokasi Studi dan Kelas Jalan

Lihat Gambar 3.1 untuk koordinat tepat lokasi penelitian perencanaan tebal overlay pada Jalan Lingkar Tengah di Soreang, Kabupaten Bandung, Jawa Barat:



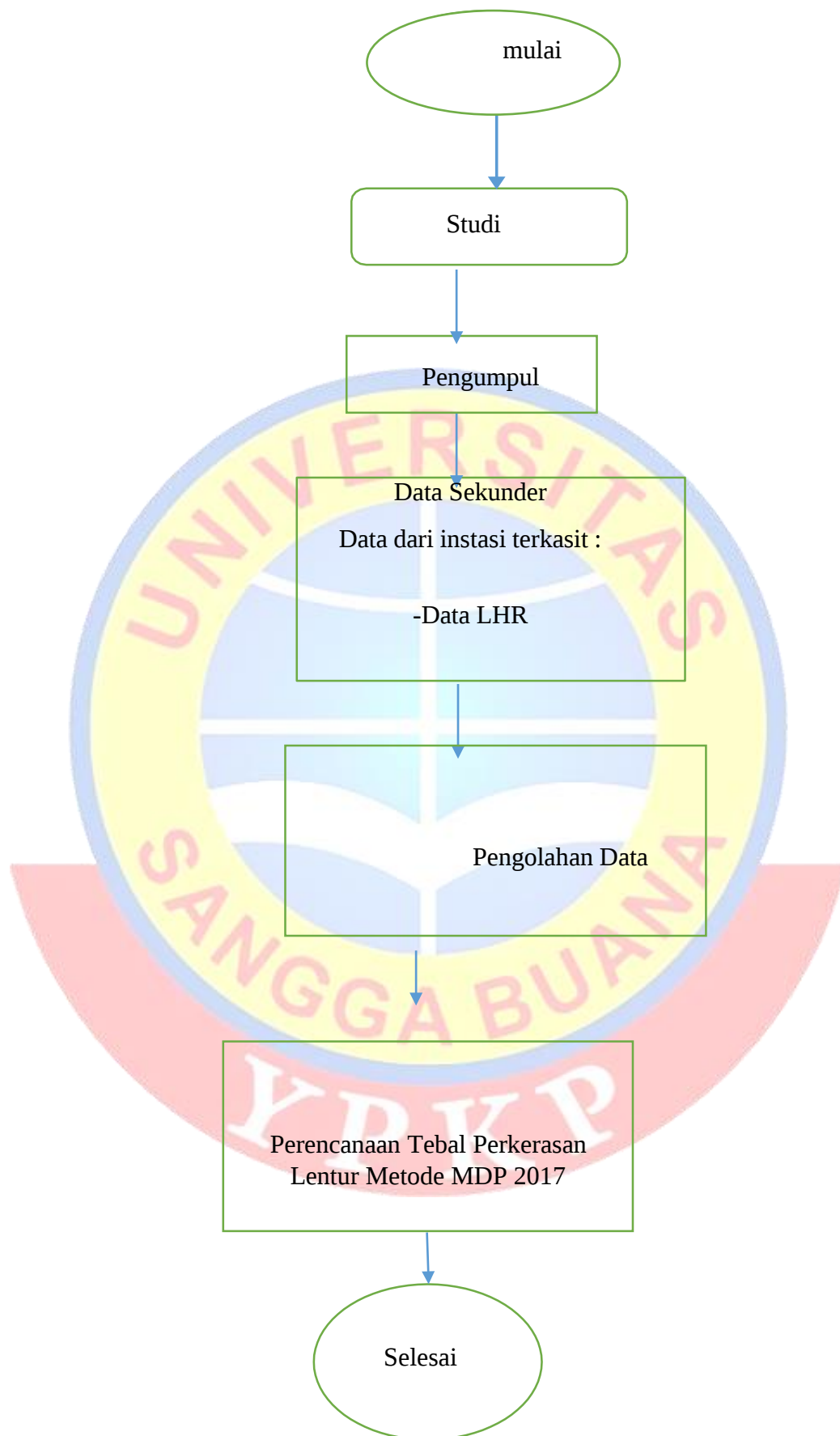
Gambar 3. 1
Lokasi Studi

3.1.1 Kelas Jalan

Ruas Jalan Lingkar Tengah Soreang di Kabupaten Bandung, Jawa Barat, tempat studi perencanaan ini dilakukan, merupakan jalan kolektor dengan tipe arteri (Tipe I, Kelas II) dengan komposisi 1,00 m (bahu jalan) + 5,50-6,00 m (jalur lalu lintas) + 1,00 m (bahu jalan). Merupakan jalan kolektor sekunder dengan komposisi 2,50 m (trotoar) + 2,00 m (bahu jalan) + 7,00 m (jalur lalu lintas) + 2,00 m (bahu jalan) + 2,50 m (trotoar). Berikut ini adalah tabel yang merinci cara-cara di mana rute ini memenuhi standar teknis yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Pekerjaan Umum tahun 2011 untuk sistem jaringan jalan utama:

3.2 Bagan alir Perencanaan

Langkah-langkah pada Gambar 3.2 menunjukkan perencanaan Metode Desain Perkerasan dan pelebaran perkerasan lentur.



Gambar 3. 3
6

Kerangka Pemikiran



3.3 Pengumpulan Data

Data sekunder merupakan informasi yang tidak berasal langsung dari sumbernya. Dinas

Pekerjaan Umum Provinsi Jawa Barat mengumpulkan data sebagai berikut:

- Peta situasi yang berlokasi di jalan berlokasi pada ruas Jalan dago pakar utara, Kabupaten Bandung Jawa Barat.
- Rata-rata Lalu Lintas Harian (LHR), Memperkirakan perluasan jalan dan rata-rata perkembangan lalu lintas harian per tahun hingga usia rencana memerlukan data lalu lintas ini. Selain itu, data ini digunakan untuk tujuan perencanaan ketebalan lapisan perkerasan untuk perluasan jalan.
- Untuk menghitung ketebalan perkerasan (full depth pavement) dan ketebalan overlay untuk ruas jalan yang diusulkan, digunakan data CBR dari tanah dasar, bersama dengan pengujian menggunakan alat DCP.

3.4 Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur MDP Bina Marga 2017

Agar mendapatkan hasil tebal perkerasan jalan yang diinginkan sesuai dengan rencana, pertimbangan pertama dalam perancangan tebal perkerasan jalan adalah teknik perhitungan yang akan digunakan. Pada tahap ini, khususnya dalam penyusunan Metode MDP Bina Marga 2017 untuk menghitung tebal perkerasan jalan lentur, dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

Pada tahun 2017, digunakan teknik MDP Bina Marga untuk merancang tebal perkerasan jalan lentur. Tahap-tahap yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menggunakan Tabel 2.2 untuk mendapatkan estimasi usia (UR).
2. Periksa jumlah lalu lintas.
3. Manfaatkan Persamaan 2.11 untuk menentukan LHR setelah rencana usia selesai.
4. Evaluasi faktor pertumbuhan lalu lintas menggunakan data pertumbuhan sebelumnya atau, jika tidak ada data tersebut, rujuk Tabel 2.4.
5. gunakan Persamaan 2.1 untuk mendapatkan pengali pertumbuhan lalu lintas (R).
6. Rujuk Tabel 2.5 untuk mendapatkan faktor distribusi lajur.

7. Dapatkan nilai antara 0,3 dan 0,7 untuk faktor distribusi arah.
8. Rujuk Tabel 2.7 atau 2.8 untuk mendapatkan nilai VDF4.
9. Ambil Persamaan 2.2 dan gunakan untuk menentukan ESA4.
10. Jumlahkan semua hasil nilai ESA4 untuk mendapatkan CESA4.
11. Temukan angka antara 1,8 dan 2 untuk Pengganda Lalu Lintas (TM).
12. Menerapkan Persamaan 2.3 untuk Menentukan CESA5



BAB IV

DATA DAN ANALISIS

4.1 Kriteria Desain Geometrik Jalan

4.1.1 Standar Perencanaan Geometrik

- “Undang – undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004, tentang Jalan”.
- “Undang – undang Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 1992, tentang Penataan Ruang”.
- “Undang – undang Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 1992, tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan”.
- “Peraturan Presiden Nomor 36 tahun 2005 tentang Pengadaan Tanah Bagi Pelaksanaan Pembangunan Untuk Kepentingan Umum”.
- “Peraturan Pemerintah RI Nomor 43 Tahun 1993, tentang Prasarana dan Lalu Lintas Jalan”.
- “Peraturan Pemerintah RI Nomor 26 Tahun 1985, tentang Jalan”.
- “Peraturan Pemerintah RI Nomor 47 Tahun 1997, tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional (RTRWN)”.
- “Keputusan Menteri Perhubungan No.Km.60 Tahun 1993 tentang Marka Jalan”.
- “Keputusan Menteri Perhubungan No.Km.61 Tahun 1993 tentang Rambu – Rambu Lalu Lintas di Jalan”.
- “Standar perencanaan geometrik untuk jalan perkotaan (Bina Marga) 1997”

4.1.2 Kriteria Perencanaan Geometrik

- Kesesuaian dengan Peraturan Tentang Jalan
- Setiap bagian perencanaan jalan harus memenuhi kesesuaian hirarki jalan, fungsi, status harus sesuai dengan Undang-Undang, Peraturan Pemerintah serta Pedoman lain yang digunakan.
- - Kesesuaian dengan Perencanaan Daerah
- Pengembangan jaringan jalan berupa peningkatan fungsi, status maupun peningkatan kapasitas layan jalan, harus memenuhi Rencana
- Tata Ruang Wilayah Kota Bandung. Jalan merupakan prasarana dasar (basic infrastructure) yang harus sesuai dengan struktur kota dan pola ruang sebuah kota.
- Ketentuan Geometri Jalan

- Ketentuan geometri jalan sangat diperlukan agar dapat menghasilkan desain jalan yang aman dan nyaman dilalui kendaraan. Kriteria geometri ini adalah turunan dari aspek kesesuaian peraturan tentang jalan.
- Kekuatan Struktur Jalan
- Struktur jalan yang direncanakan harus sesuai dengan jenis dan komposisi kendaraan yang beroperasi pada sebuah jalan. Adapun hal lain diluar beban kendaraan adalah kondisi lingkungan yang akan sangat menentukan jenis perkerasan jalan yang dirancang, seperti curah hujan, sistem drainase, kekuatan tanah dasar.
- Ekonomis
- Rencana sering kali dipilih berdasarkan seberapa terjangkau biayanya dibandingkan dengan aspek penting lainnya.
- Efektifitas Operasional Jalan
- Kinerja jalan akan menjadi baik jika memenuhi konsep jaringan jalan yang jelas, kemampuan pelayanan berlalu lintas yang baik (aspek lalu lintas dan geometri), kemampuan struktur perkerasan jalan, sehingga kelancaran berlalulintas menjadi tolak ukur kinerja lalu lintas.

Sesuai dengan pedoman perencanaan yang dianut adalah mengacu pada dokumen-dokumen berikut: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997, Spesifikasi Standar Perencanaan Geometrik Jalan Raya No. 13/1970, dan buku Standar Perencanaan Geometrik Jalan Perkotaan (Hollywood - Maret 1992), seperti terlihat pada gambar di bawah. :

- Lokasi jalan rencana berada didaerah kota pada jalur utama jaringan jalan propinsi, sehingga diasumsikan merupakan jalan Lokal Kelas 3
- Dalam proses perencanaan ini, kriteria perencanaan berikut digunakan:
 Kelas Jalan : Lokal (Tipe II, Kelas III)

Kecepatan	: 40 km/jam
Umur Rencana	: 10 tahun
Pertumbuhan	: 3 % (perkiraan)
Jumlah Lajur	: 2 lajur untuk 2 arah
Lebar Lajur	: 3.00 – 3.25 m
Lebar Bahu	: 1,50 m
Kemiringan Normal	: 2 %
Kemiringan Normal pada Bahu	: 4 %

R min	: 60 m
R min tanpa Superelevasi	: 800 m
Lc min	: 70 m
Ls min	: 35 m
E max	: 6 %
Grade max	: 7 %

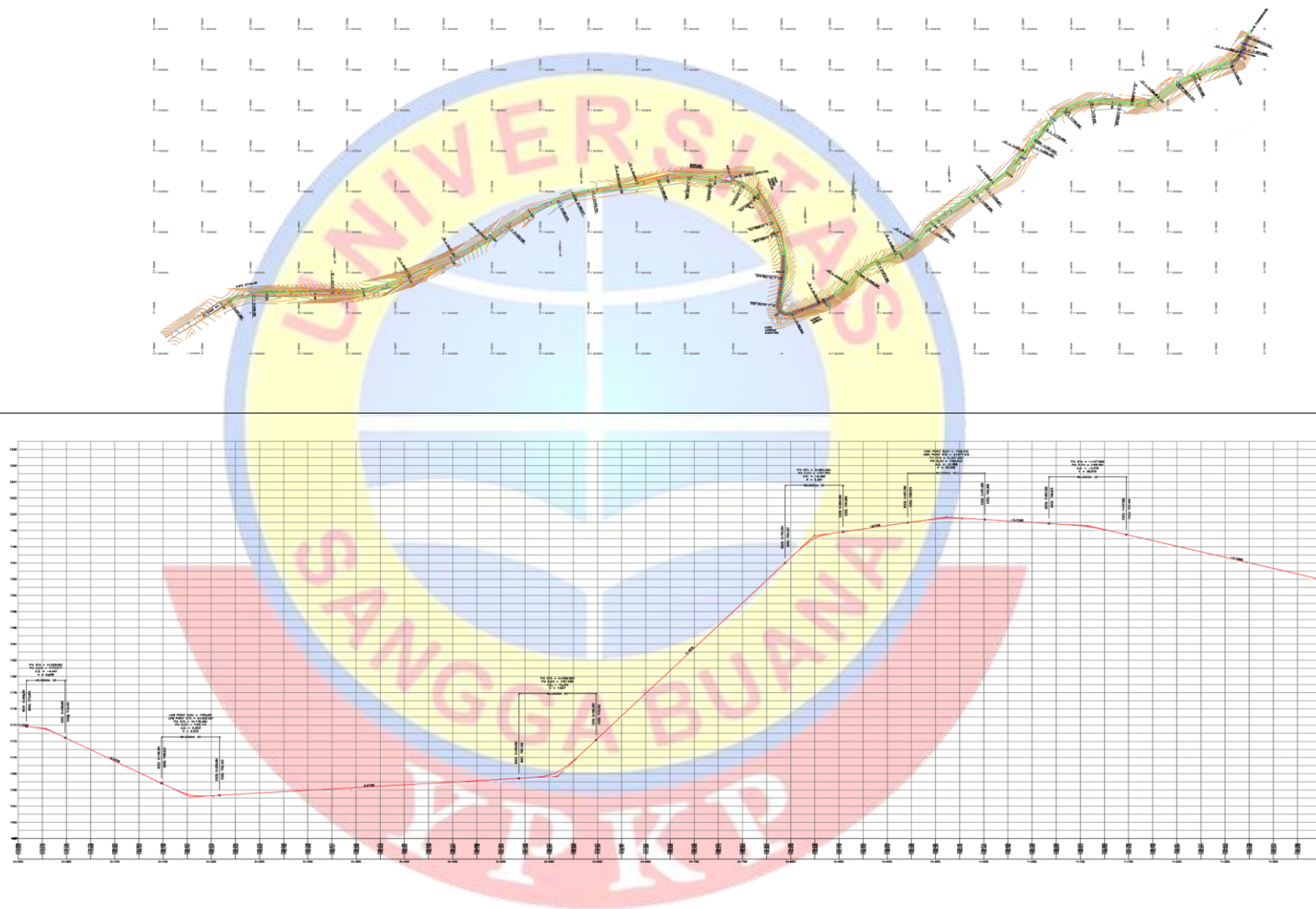
4.1.3 Perencanaan Trase Jalan

Penanganan Perencanaan Penataan Persimpangan Dan Pelebaran Jalan Menuju Tebing Keraton adalah Perencanaan Peningkatan jalan, sehingga untuk trase dan pelebaran jalannya mengikuti trase yang ada dan kondisi eksisting sekitarnya.

Sebagai gambaran kondisi trase Perencanaan Penataan Persimpangan Dan Pelebaran Jalan Menuju Tebing Keraton disajikan seperti gambar 4.1 berikut ini.



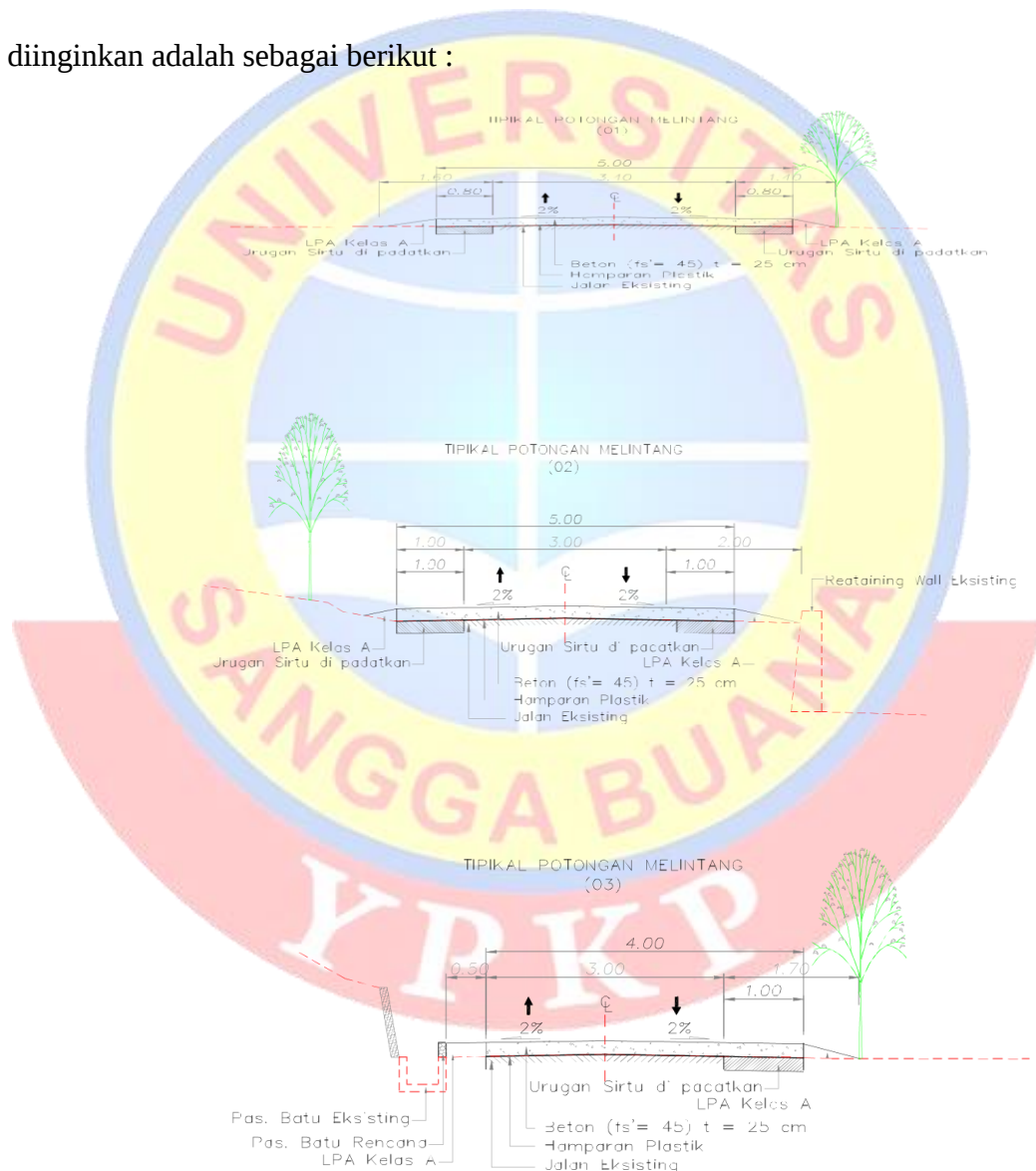
Gambar 4.1. Trase Jalan



Gambar 4.2. Situasi dan Potongan Memanjang Jalan

4.1.4 Rencana Tipikal Potongan Melintang Jalan

Rencana Lebar Jalan dan Tipikal Potongan Melintang Jalan pada Perencanaan Penataan Persimpangan Dan pelebaran Jalan Menuju Tebing Keraton disesuaikan dengan kondisi eksisting yang ada. Adapun tipikal Jalan yang diinginkan adalah sebagai berikut :



Gambar 4.3. Tipikal Potongan Melintang Jalan

4.1.5 Standar Perencanaan Perkerasan

- “SNI No.03-1732-1989, Tata Cara Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metoda Analisa Komponen”.
- “AASHTO 1993, Guide for Design of Pavement Structures”.
- “Pd. No.T-21-2004-B, Survey Kondisi Rinci Jalan Beraspal Di Perkotaan”.
- “SNI No.1732–1989–F, SKBI 23.26 Tahun 1987, Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa”
- Komponen

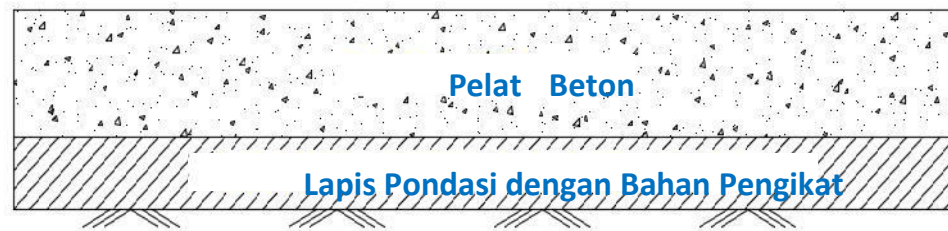
4.1.6 Perencanaan Perkerasan

Dari hasil Analisis yang telah disampaikan sebelumnya pada Bab4 Tebal Perkerasan Kaku diperoleh tebal sebagai berikut:

- Lapis Pondasi (dengan Bahan pengikat) setebal 125 mm
- Pelat Beton Tanpa Tulangan dengan tebal 220 mm

Dengan mempertimbangkan Tebal eksisting dan kemudahan dalam pelaksanaannya, maka Tebal Perkerasan yang dipergunakan untuk Pelebaran Jalan adalah :

- Lapis Pondasi (dengan Bahan pengikat) setebal 100 mm
- Pelat Beton Tanpa Tulangan dengan tebal 250 mm



5.1 Parameter Perhitungan Perkerasan Kaku. Umum

Penentuan tebal perkerasan Rigid Pavement pada Proyek Perencanaan TeknikJalan Tebing Keraton, memakai parameter – parameter yang sesuai denganManual “AASHTO guide for Design of Pavement Structures 1993”. Penjelasan terperinci mengenai faktor-faktor ini sebagai berikut.

5.1.1 Lalu Lintas

Periode waktu yang dimulai sejak jalan dibuka untuk digunakan hingga diperlukan perbaikan (pelapisan ulang). UR standar untuk perencanaan jalan umum adalah 10 tahun. Untuk jangka waktu jalan tertentu, faktor pertumbuhan lalu lintas dihitung.

- Umur Rencana = 20 tahun
- Faktor Distribusi Arah = 0.50
- Faktor Distribusi Lajur Rencana = 0.80

-Data Lalu Lintas ESAL (W_{18})

5.1.2 Reabilitas

Reliabilitas merupakan :

- Kemungkinan mempertahankan tingkat layanan selama umur jalan.
- Nilai pasti kapasitas angkut perkerasan, bahkan dalam kondisi pra-rehabilitasi minimum.
- Nilai probabilitas sistem perkerasan yang tetap memberikan kenyamanan.

Hal-hal diatas menyatakan Serviceability (PSI) jalan, dan Reliabilitas ini dinyatakan dengan Tingkat Reliabilitas (R).

Menurut protokol AASHTO, perkerasan beton yang lebih tebal dihasilkan oleh tingkat keandalan yang tinggi, yang pada gilirannya membuktikan bahwa kemungkinan terjadinya kerusakan atau perubahan pada perkerasan struktural sangatlah kecil; Meskipun demikian, rehabilitasi mencirikan Faktor Keamanan.

Angka keandalan berikut diberikan sesuai dengan tujuan jalan dalam buku “AASHTO guide for Design of Pavement Structures 1993, halaman II-9”:

Tabel 4.1. Recommended Reliability Values (AASHTO 1993)

Functional Classification	Recommended Level of Reliability	
	Urban	Rural
Interstate and Other Freeways	85 - 99.9	80 - 99.9
Principal Arterials	80 – 99	75 – 95
Collector	80 – 95	75 – 95
Local	50 – 80	50 – 80

Untuk perhitungan pavement, angka reliabilitas 90 dapat digunakan untuk konstruksi relokasi, berdasarkan pertimbangan bahwa :

- Jumlah ESAL merupakan hasil perhitungan kajian lalu lintas data primer Beban Gandar (data sekunder) dari Bina Marga MST 10 ton.
- Pelaksanaan konstruksi dilakukan dengan pengawasan mutu yang ketat oleh Konsultan Supervisi yang berpengalaman, dengan memperhatikan spesifikasi/metoda pelaksanaan setiap item pekerjaan yang dilakukan Kontraktor.
- Angka 90 relatif merupakan angka yang cukup konservatif terhadap tabel yang disarankan AASHTO , angka tengah dari 80 – 99.9

5.1.3 Standar Normal Deviate (Z_r)

Angka reliability 90 akan memberikan standard normal deviate (Z_r) = - 1.282 (sesuai tabel 4.1 “AASHTO guide for Design of Pavement Structures 1993, hal I-62”). Peluang terjadinya masalah sebesar 10% ditunjukkan oleh angka - 1,282.

5.1.4 Overall Standard Deviation (SO)

Angka ini merupakan gambaran fluktuasi parameter atau nilai input. Ketidaksesuaian antara nilai prediksi dan nilai aktual dari parameter dan input. Pada tingkat Keandalan (R) tertentu, simpangan baku (So) menentukan faktor keandalan, yang selanjutnya menentukan variasi normal dalam estimasi kinerja perkerasan dan varians dalam perubahan estimasi lalu lintas untuk ESAL tertentu (W18). Menurut AASHTO Handbook for Design of Pavement Structures 1993, paragraf 4.3 pada halaman I-62, simpangan baku keseluruhan yang dapat diterima adalah: Perkerasan Beton, Kaku, 0,3–0,4 Perkerasan kaku harus memiliki Angka Simpangan Baku (So) sebesar 0,35 menurut Uji Jalan AASHO.

“AASHTO guide for Design of Pavement Structures 1993, hal II-10”. Pertimbangan dampak kumulatif dari perbedaan dalam semua variabel/parameter desain dilakukan saat memilih Tingkat Keandalan (R) dan Deviasi Standar Keseluruhan (So). Selain itu, keadaan setempat tercermin dalam pilihan. Perkerasan jalan merupakan hasil dari nilai So yang lebih besar, yang menunjukkan lebih banyak varians atau penyimpangan.

yang lebih tebal Karena di Indonesia data penelitian untuk hal tersebut belum ada, maka memakai $So = 0.35$ untuk Rigid Pavement, sesuai rekomendasi tersebut diatas akan dipakai untuk perencanaan selanjutnya.

5.1.5 Initial Dan Material Serviceability Index (PO, PT)

Kinerja jalan diukur berdasarkan kemampuannya dalam menangani lalu lintas praktis. Indeks permukaan/indeks kemudahan servis (P) merupakan ukuran seberapa baik kinerja jalan. Indeks permukaan ini mengikuti prinsip AASHTO dan diperoleh dari data yang dikumpulkan selama umur desain jalan yang mencakup kerusakan seperti retakan, alur, lubang, defleksi lajur roda, kekasaran permukaan, dan lain-lain.

Seperti yang ditunjukkan pada tabel di bawah, angka yang diterapkan dalam AASHTO bervariasi dari 0 hingga 5, yang menunjukkan fungsi layanan jalan:

Tabel 4.2. Indeks Permukaan

Indeks Permukaan	Fungsi Pelayanan
4 – 5	Sangat Baik
3 – 4	Baik
2 – 3	Cukup
1 – 2	Kurang
0 – 1	Sangat Kurang

“Indeks Permukaan Awal (Po)” jalan yang baru dibuka menunjukkan IP, sedangkan “Indeks Permukaan Akhir (Pt)” menunjukkan IP terkecil yang dapat ditoleransi atau

akhir fungsi layanan sebelum rehabilitasi, yang melibatkan pelapisan ulang atau rekonstruksi, berdasarkan indeks terendah yang dapat ditoleransi.

AASHO dengan Road Testnya menyarankan Indeks Permukaan awal p_0 :

$p_0 = 4.5$ untuk rigid pavement

sedangkan untuk Indeks Permukaan Akhir p_t :

$p_t = 2.5$ jalan utama

$p_t = 2.0$ jalan dengan lalu lintas rendah

Lihat AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993, hal II-10 bab

2.2. sehingga Total loss of serviceability :

$\Delta PSI = p_0 - p_t = 4.5 - 2.5 = 2.0$ untuk Rigid Pavement

5.1.6 Load Transfer Coefficient (J)

“Load transfer coefficient (J)” merupakan komponen krusial dalam desain perkerasan kaku yang menentukan seberapa baik perkerasan beton dapat

menyalurkan beban pada struktur yang tidak berkesinambungan, seperti sambungan.

Nilai J ini dipengaruhi oleh penggunaan alat/device transfer beban, interlock antar aggregate dan tied concrete shoulder. Umumnya nilai J untuk suatu kondisi tertentu meningkat bersamaan dengan meningkatnya beban lalu lintas, dengan daya transfer beban dari aggregate menjadi berkurang karena repetisi beban yang bertambah. Dan penggunaan nilai J yang lebih tinggi harus dibarengi dengan penempatan nilai k (effective Modulus of Subgrade) yang lebih rendah. Tabel 2.6 AASHTO 1993 hal. II-26 menunjukkan nilai J yang direkomendasikan menurut tipe perkerasan dan kondisi desain.

5.1.7 Pavement Tersambung (Jointed Pavement)

Harga J direkomendasikan untuk “plain jointed pavement (JCP) atau jointed reinforced concrete pavement (JRCP)” dengan beberapa alat transfer beban seperti dowel pada sambungan (joints) adalah 3.2 (berdasarkan kondisi “protected corner” AASHO Road Test) harga ini mengindikasikan transfer beban pada sambungan pavement tanpa ujung beton shoulder . Kalau sambungan pavement tanpa alat transfer beban, nilai $J = 3.8 - 4.4$

5.1.8 Pavement Beton bertulang Menerus (Continuosly Reinforced Concrete Pavement).

Harga J untuk Continuosly Reinforced Concrete Pavement (CRCP) tanpa tied concrete shoulder = 2.9 – 3.2, hal ini tergantung terhadap daya kunci agregat(aggregateinterlock).

5.1.9 Tied Shoulder atau Pelebaran Lajur Bagian Luar (widened Outside Lanes)

Keuntungan memakai PCC pada shoulder adalah mereduksi tekanan slab dan meningkatkan umur layanan.

J untuk CRCP = 2.3 – 2.9 , direkomendasikan 2.6 Sambungan pavement beton memakai dowel dan tied shoulder maka dipakai J = 2.5 – 3.1 dengan asumsi traffic tidak boleh melewati bahu.

Pelapisan ulang juga disediakan bila ESAL telah tercapai sesuai usia yang diantisipasi sebelumnya, dan kriteria perencanaan proyek mencakup bahu jalan yang dihubungkan dengan sambungan beton menggunakan pasak.

overlay akan diadakan penanganan memperbaiki crack yang terjadi, sesuai panduan pada “AASHTO guide for Design of Pavement Structures 1993, hal III-132” dinyatakan untuk AC/CRCP $J=2.2-2.6$, sehingga diambil $J = 2.55$

Tabel 4.3. Recommended Load Transfer Coefficient for Various Pavement Type and Desain Conditions.

Shoulder		Asphalt Tied P.C.C	
Load Transfer Devices	Yes	No	Yes
	No		
Pavement Type			
1. Plain jointed and Jointed reinforced 3.6 – 42	32	3.8 - 4.4	2.5 - 3.1
2. CRCP N/A	2.9 - 3.2	N/A	2.3 - 2.9

6.1. Drainage Coefficient (Cd)

Lamanya waktu yang dibutuhkan udara untuk dilepaskan dari lapisan subbase di bawah perkerasan beton merupakan ukuran kualitas sistem drainase, yang selanjutnya menentukan koefisien drainase. 2) Proporsi tahunan perkerasan yang terkena air mendekati jenuh.

AASHTO memberikan petunjuk penggunaan koefisien drainase yang didasarkan kepada antisipasi bagian struktur pavement yang tidak terlindung dari air dan kualitas drainase lapisan subbase.

Penetapan karakteristik kualitas drainase menurut AASHTO 1993 dengan pendekatan sebagai berikut :

- Sekitar 70–95% curah hujan yang mengenai jalan beton berakhir di sistem drainase, menurut hidrologi (BINKOT Bina Marga & Hidrologi - Imam Subarkah). Ini berarti bahwa sangat sedikit air dari atas permukaan jalan yang akan masuk ke fondasi jalan.

- Karena adanya parit samping, bahu jalan yang disemen, dan saluran drainase silang, serta fakta bahwa tanah dasar berada jauh di bawah permukaan air puncak, jumlah air yang mungkin meresap ke fondasi jalan juga cukup terbatas.
- Pertimbangkan frekuensi dan lamanya hujan; biasanya hujan turun selama tiga jam sehari dan tidak pernah turun terus-menerus selama seminggu.

Untuk memilih antara kualitas drainase Baik dan Sangat Baik, waktu drainase 3 jam dapat digunakan sebagai panduan.

Tabel 4.4. Quality of Drainage System (AASHTO 1993–hal II-22)

Quality of Drainage	Water Removed Within
Excellent	2 hours
Good	1 day
Fair	1 week
Poor	1 month
Very Poor	(water will not drain)

Untuk menghitung persentase tahunan struktur perkerasan jalan yang terkena air, dapat diasumsikan sebagai berikut:

$$P_{heff} = T_{jam}/24 \times Thari/365 \times W_L \times 100$$

P_{heff} = Persentase hari efektif hujan dalam setahun yang akan berpengaruh terkenanya perkerasan (%)

T_{jam} = Rata-rata hujan per hari (jam)

$Thari$ = Rata-rata jumlah hari hujan per tahun (hari)

W_L = faktor air hujan yang akan masuk ke pondasi jalan (%)

C = Koefisien Pengaliran

Pendekatan dan asumsi :

T_{jam} = 3 jam

T_{hari} = 137 hari hujan dalam setahun

W_L = ambil 17.5 % ($100 - C = 100 - 82.5$)

$P_{heff} = 3/24 \times 137/365 \times 0.175 \times 100 = 0.82\% \approx 1\%$

Pemikiran teknis dan metodologi yang disebutkan sebelumnya menunjukkan bahwa tingkat saturasi kurang dari 1% dapat dicapai dengan menggunakan persentase struktur perkerasan yang terpapar udara dalam setahun.

Koefisien drainase diambil dari AASHTO 1993 halaman II – 25 untuk flexible pavement dan halaman II – 26 untuk rigid pavement seperti tabel dibawah ini.

Tabel 4.5. Recommended Value of Drainage Coefficient, Cd for Rigid Pavement Design.

Quality of Drainage	Percent of time Pavement Structure is Exposed to Moisture Levels Approaching Saturation		
	Least Than Greater Than 1% 25%	1-5%	5-25%
Excellent	1.25 - 1.20 1.1	1.2 - 1.15	1.15 - 1.10
Good	1.20 - 1.15 1	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00
Fair	1.15 - 1.10 0.9	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90
Poor	1.10 - 1.00 0.8	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80
Very Poor	1.00 - 0.90 0.7	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70

AASHTO guide for Design of Pavement Structures 1993, hal II-26

Dari tabel diatas, Parameter koefisien drainase untuk rigid pavement ditetapkan batas bawah Cd = 0.90, diambil dari kolom < 1% dengan kualitas drainase antara Good – Excellent.

6.1.1 Concrete modulus of rupture (Sc')

Sc' beton adalah cara untuk mengukur kekuatan lentur beton; dihitung dengan mengambil tegangan tarik pada ujung fraktur. Mengacu pada halaman SU10-1 Volume II dari Spesifikasi Umum:

“Flexural Strength (modulus of rupture)”:

$$\begin{aligned} Sc' &= 45 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 640 \text{ psi} \end{aligned}$$

6.1.2 PCC Compressive Strength

Berdasarkan Flexural Strength tersebut diatas maka diperoleh nilai kuat tekan Beton dengan rumus pendekatan dengan memakai persamaan menurut SNI 1991 sebagai berikut:

$$fr = 0,70\sqrt{fc'}$$

Dimana :

fr = “Flexural Strength (modulus of rupture)” = Sc' dalam Mpa

fc' = Kuat tekan beton (benda uji silinder 15 x 30 cm, dalam 28 hari), dalam Mpa

$$Sc' = 45 \text{ kg/cm}^2 = 45 \times 0.084 = 3.78 \text{ Mpa} = fr$$

$$Fr = 0.70 \sqrt{fc'}$$

$$3,78 = 0.70 \sqrt{fc'} \quad fc' = 29.16 \text{ Mpa} = 29.16 \div 0.084 = 347.14 \text{ kg/cm}^2 \text{ Diambil}$$

$$fc' = 350 \text{ kg/cm}^2 \text{ sehingga :}$$

$$f_c = 350 \text{ kg/cm}^2 \square \square 1 \text{ kg/cm}^2 = 14.22 \text{ psi}$$

$$f_c = 350 \times 14.22 \text{ psi} = 4977 \text{ psi}$$

6.1.3 Concrete Elastic Modulus (Ec)

Nilai modulus elastisitas beton, yang bergantung pada jenis agregat, disyaratkan oleh persamaan desain AASHTO.

$$\begin{aligned} Ec &= 57000 \times (f_c)^{0.5} \\ &= 57000 \times (4977)^{0.5} \\ &= 4.021.227,7975 \text{ psi dibulatkan menjadi} \\ &= 4.020.000 \text{ psi} \end{aligned}$$

6.1.4 Modulus Resilient

Modulus resilient ini mengukur elastisitas dari properti tanah yang diketahui, hubungan Mr dengan CBR dapat dirumuskan seperti dalam buku “AASHTO guide for Design of Pavement Structures 1993, hal I-14”: Mr = 1500 x CBR dengan harga CBR = 11% maka didapat Mr = 1500 x 11 = 16500 psi

6.1.5 Modulus of Subbase/Subgrade Reaction, k

Modulus, yang diukur dalam psi beban per inci persegi, adalah sifat tanah dasar yang menunjukkan kekakuannya.

$$k = M_r / 19.4$$

$$k = 16500 / 19.4$$

$$= 851 \text{ pci.}$$

Harga k di atas harus dikoreksi lagi terhadap loss of support, LS yang menunjukkan potensial “loss of support” yang muncul dari erosi subbase dan atau perbedaan vertikal pergerakan tanah, “AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993, hal II-27”.

Tabel 4.6. Typical Range of Loss of Support (LS) Factors for various types of materials

Type of Materials (LS)	Loss of Support
Cement Treated Granular Base (E=1,000,000, to 2,000,000 psi)	0.0 to 1.0
Cement Aggregate Mixtures (E=500,000 to 1,000,000 psi)	0.0 to 1.0
Asphalt Treated Base (E=350,000 to 1,000,000 psi)	0.0 to 1.0
Bituminous Stabilized Mixtures (E=40,000 to 300,000 psi)	0.0 to 1.0
Lime Stabilized (E=20,000 to 70,000 psi)	1.0 to 3.0
Unbound Granular Materials (E=15,000 to 45,000)	1.0 to 3.0
Fine Grained or Natural Subgrade Materials (E=3,000 to 40,000 psi)	2.0 to 3.0

Material yang dipakai adalah material “Unbound Granular Materials” dengan LS = 1,0 – 3,0 dengan nilai 2,0, karena substansi di bawah perkerasan beton terdiri dari pasir dan batu.

6.1.5 Perhitungan Rigid Pavement

Formula AASHTO 1993 hal II – 45 adalah sebagai berikut :

$$\text{Log}_{10} W_{18} = Z_R \cdot S_0 + 7.35 \cdot \log_{10}(D+1) - 0.06 + \frac{L}{1 + \frac{1.6}{1 + (D+1)^{8.4}}} + (4.22 - 0.32 p_t) \cdot \left[\frac{S'_c \cdot C_d \cdot [D^{0.7} - 1.1]}{2 \cdot J \cdot [D^{0.7} - \frac{1.4}{(E_c/k)^{0.2}}]} \right]$$

W_{18} = Kumulatif ESA selama umur rencana

Z_R = Simpangan baku

S_0 = Gabungan kesalahan baku dari perkiraan beban lalu lintas dan kinerja perkerasan

ΔPSI = Selisih indeks permukaan awal dan akhir

S'_c = Modulus of Rupture

C_d = Faktor drainase

E_c = Modulus of Elasticity (psi) J = Load

transfer coefficient k = Modulus of Subbase / Subgrade

reaction efektif

□ □ PERHITUNGAN PERKERASAN KAKU

PARAMETER DESAIN :

a. **Data Lalu lintas**

estimasi data primer dari lintas sekeliling Konfig. As Group

2019

- Mobil

(1,1)	2	4,619
(1,2)	3	633
(1,2L)	4	564
(1,2)	5a	33
(1,2)	5b	19
(1,2H)	6a	22
(1,2H)	6b	11
(1,22)	7a	2
(12,22)	7b	0

penumpangkendaraan

- Pick up, combi
- Truck kecil
- Bus Kecilkendaraan
- Bus besar
- Truck ringan 2 as 6 rodakendaraan
- Truck besar 2 as 6 roda
- Truck 3 as 10 rodakendaraan
- Truk gandeng, trailer

5,903

kendaraan

b. **Jalan dibuka tahun**

2020

c. **Pertumbuhan lalu lintas (r), faktor pertumbuhan (GF) dan nilai VDF**

$$\text{rumus : } GF = \frac{1 + (1 + r)^n}{2} \quad (1 + r)^n = 2(1 + r) - 1$$

2

r

Group

r %

GF

VDF

- Mobil penumpang
- Pick up, combi
- Truck kecil
- Bus Kecil
- Bus besar
- Truck sedang 2 as 6 roda
- Truck besar 2 as 6 roda
- Truck 3 as 10 roda
- Truk gandeng, trailer

nilai VDF dari BM MST 10 T

	5.00%	33.89	0.0005
	5.00%		
	5.00%	33.89	0.2174
a	5.00%	33.89	0.2174
b	5.00%	33.89	0.3006
a	5.00%	33.89	0.2174
b	5.00%	33.89	5.0264
a	5.00%	33.89	1.7740
b	5.00%	33.89	4.1533

d. **Faktor distribusi arah dan lajur (C = D_D × D_L)**

- Jumlah jalur
- Faktor distribusi arah (D_D)
- Faktor distribusi lajur (D_L)
- Faktor distribusi

2
0.5
100%
0.5
0.5

01-2002-B 80% - 100%

(C) kendaraan ringan - Faktor distribusi (C) kendaraanberat

e. **Umur rencana (n)tahun**

20

f. **Bahan konstruksi dan Koefisien kekuatan relatif**

- Asphalt Concrete Wearing Course
- Asphalt Concrete Binder Course
- Asphalt Concrete Base
- Agregat Base Class A
- Agregat Base Class B

0.40
0.40
0.35
0.14
0.12

PERHITUNGAN LALU LINTAS HARIAN RATA-RATA PADA AWAL UMUR RENCANA

TAHUN

JALAN MENUJU TEBING KERATON

2020

$$LHR-p = LHR \times (1 + r)^n$$

5%

Pertumbuhan lalu-lintas sampai lalu lintas dibuka diasumsikan, %

jalan yang ada belum tersambung

- Mobil penumpang $4619 \times (1 + 0.05)^2 = \text{kendaraan}$
- Pick up, combi $633 \times (1 + 0.05)^2 = \text{kendaraan}$
- Truck kecil $564 \times (1 + 0.05)^2 = \text{kendaraan}$
- Bus Kecil $33 \times (1 + 0.05)^2 = \text{kendaraan}$
- Bus besar $19 \times (1 + 0.05)^2 = \text{kendaraan}$
- Truck sedang 2 as 6 roda $22 \times (1 + 0.05)^2 = \text{kendaraan}$
- Truck besar 2 as 6 roda 11 x $(1 + 0.05)^2 = \text{kendaraan}$
- Truck 3 as 10 roda $2 \times (1 + 0.05)^2 = \text{kendaraan}$
- Truk gandeng, trailer $0 \times (1 + 0.05)^2 = \text{kendaraan}$

5,092
698
622
36
21
24
12
2
0

LHR - permulaan (kendaraan / hari / 2 lajur)kendaraan

6,507

PERHITUNGAN ESA HARIAN TAHUN 2019

$$ESA \text{ harian} = LHR \times VDF \times C$$

- Mobil penumpang	5092 x 0.0005 x 0.5 =	- Pick up, combi	1.27	698 x 0.2174 x 0.5 =
- Truck kecil	622 x 0.2174 x 0.5 =	- Bus Kecil	75.87	
- Bus besar	21 x 0.3006 x 0.5 =		67.61	
- Truck sedang 2 as 6 roda	24 x 0.2174 x 0.5 =		3.91	
- Truck besar 2 as 6 roda	12 x 5.0264 x 0.5 =	- Truck 3 as 10 roda	3.16	2 x 1.774 x 0.5 =
- Truk gandeng, trailer	0 x 4.1533 x 0.5 =		2.61	
TOTAL ESA harian	186.36		30.16	
			1.77	
			0.00	

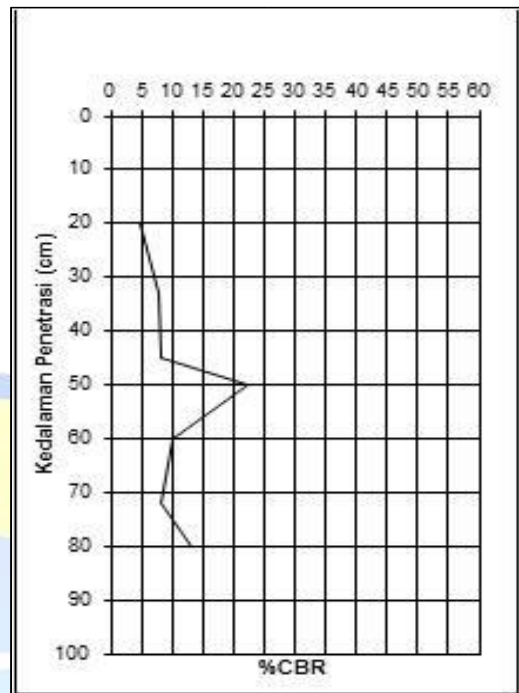
PERHITUNGAN ESA 20 TAHUN

$$ESA \text{ 20 tahun} = ESA \text{ harian} \times GF \times 365$$

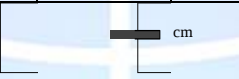
- Mobil penumpang	1.27 x 33.89 x 365 = x 10 ⁶	0.0157
- Pick up, combi	75.87 x 33.89 x 365 = x 10 ⁶	0.9386
- Truck kecil	67.61 x 33.89 x 365 = x 10 ⁶	0.8364
- Bus Kecil	3.91 x 33.89 x 365 = x 10 ⁶	0.0484
- Bus besar	3.16 x 33.89 x 365 = x 10 ⁶	0.0391
- Truck sedang 2 as 6 roda	2.61 x 33.89 x 365 = x 10 ⁶	0.0323
- Truck besar 2 as 6 roda	30.16 x 33.89 x 365 = x 10 ⁶	0.3731
- Truck 3 as 10 roda	1.77 x 33.89 x 365 = x 10 ⁶	0.0219
- Truk gandeng, trailer	0 x 33.89 x 365 = x 10 ⁶	0.0000
		2.31 x 10 ⁶

TP NO. :		TGL MULAI :			
LOKASI : Jalan Menuju Tebing Keraton		TGL SELESAI :			
STA. :		KOORDINATOR :			
M.A.T. :		PENGAWAS :			
TANGGAL	KEDALAMAN (M)	M.A.T	SIMBOL	PEMERIAN	KETERANGAN
	0.05			ASPAL, tebal 8 cm	
	0.10				
	0.15				
	0.20			Agregat, batu dan pasir	
	0.25			Lapisan batu pecah	
	0.30				
	0.35				
	0.40			Lempung kerikilan, berwarna merah, konsistensi : teguh, plastisitas sedang	
	0.45				
	0.50				
	0.55				
	0.60				
	0.65			Lempung kerikilan, berwarna kuning, konsistensi : teguh, plastisitas sedang	
	0.70				
	0.75				
	0.80				
	0.85				
	0.90				
	0.95				
	1.00				

TITIK NO		1		L	
STA		0 + 050			
N	D	P	CBR	Δ	CBR#
Bl	cm	cm/Bl	%	cm	%
5	20	4,00	4,73	20,00	33,57
10	33	2,60	7,68	13,00	25,64
15	45	2,40	8,40	12,00	24,39
20	50	1,00	22,49	5,00	14,11
25	60	2,00	10,31	10,00	21,77
30	72	2,40	8,40	12,00	24,39
35	80	1,60	13,25	8,00	18,93
40	90	2,00	10,31	10,00	21,77
45	98	1,60	13,25	8,00	18,93
50					
60					
CBR (%), Design Depth 0 Cm					8,96



O	DATA ITEM	SYMBOL	UNIT	VALUE	REMARKS
IN PUT DATA :					
	Design Years		20	years	
direction	Design Lanes	number of lanes	2	lanes	
		number of	2	ways	
	Predicted number of 18-kip ESAL application	W18	2.31	x10 ⁶	
	Log 10 (W18)		6.36		
	CBR Sub Grade :	CBR	7.87	%	
	Resilient (Elastic) Modulus (psi)	MR1	1180	psi	MR : 1500 x CBR or
	Modulus Reaksi Tanah Dasar	k	609	pci	k=(MR)/19.4 =(1500 x 6)/19.4=464 pci
	Eff. Modulus Reaksi Tanah Dasar	k'	178	pci	LS=1
	Flexural Strength (Modulus of Rupture)	S'c	45	kg/cm ²	
			640	psi	
0	Kuat Tekan Beton	fc'	500	kg/cm ²	fc'=(500/10) x 0,83 Mpa
			5901	psi	fc'=415 x 14.22
1	Modulus Elastisitas Beton	Ec	4.4.E+06	psi	

2	Drainage coefficient	Cd	1		for fair drainage
3	Load transfer coefficient	J	2.6		
4	Reliability	R	90	%	
5	Standard Normal Deviate	Zr	1.282	-	
6	Combine Standard Error	So	0.35		
7	Innitial Service Ability index	Po	4.5		
8	Terminal Service ability index	Pt	2.5		
9	Delta PSI	Pt-Po	2		
RE SULT :					
0	Pavement Thickness	Df	22.0	cm	~ 25 cm
 Pelat Beton					
18	BR ubgrade	R psi)	D inches) trial	D CM)	og W18 ormula able 4.1 ble 4.1 o Pt
ASHTO 93					
Log 6.36361					
2, 310,000	.87	7 1805	6. 36275049	2 2.020	6.14640-1.282
35	0.	.50	4	2.50	
g((Po-Pt)/ (4.5 - 1.5))	.35x og(D+1)	1.624x10^7/ (D+1)^8.46	.22 - .32xPt	Sc' (psi)	d C c'Cdx D^0.75 - .132)
J					
E					
=					
R/19.4					
0.74{18.42/ k)^0.25}}					
215. [D^ (Ec/ k)^0.25]]					
dh Koreksi :					
0.1761	.37	.7506	.42	0	64
1.	839.5	.6	.38E+06	4	78
1	142				

7.1 Perencanaan Drainase

Saat menilai desain teknis dan implementasi peningkatan konstruksi jalan, baik fisik maupun berbasis kebijakan, permukaan jalan merupakan acuan standar yang dapat diandalkan.

7.1.2 Standar Perencanaan Drainase

- “Suyono Sosrodarsono: Hidrologi untuk Pengairan, Pradnya Paramita Jakarta, 1993”.
- “Joesroen Loebis: Banjir Rencana untuk Bangunan Air, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta, 1992”.
- “Dewan Standarisasi Nasional: Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta, 1994”.
- “Ven Te Chow: Hidrolika Saluran Terbuka, Erlangga, Jakarta, 1992”.
- “United States Department of the Interior: Design of Small Dams”.
- “Oxford & IBH Publising Co., New Delhi, 1974”.
- “NN: Drainage of Asphalt Pavement Stuctures (Manual Series-15)”
- “The Asphalt Institute, Maryland, 1981”.

7.1.3 Kriteria Perencanaan Drainase

Dasar perencanaan sistem drainase yaitu perhitungan debit banjir rencana (Q_{drain}) yang diperoleh dengan melakukan analisis hidrologi dan hidraulika, dengan menggunakan kriteria berikut.

- Debit Drainase Rencana (Q_{drain})

Untuk menentukan debit air (Q) digunakan rumus sebagai berikut:

$$Q = \frac{1}{36} \times C \times I \times A$$

dimana:

Q = Debit Air (m^3/dt)

C = Koef. Pengaliran

I = Intensitas Hujan (mm/jam)

A = Luas Daerah Pengaliran

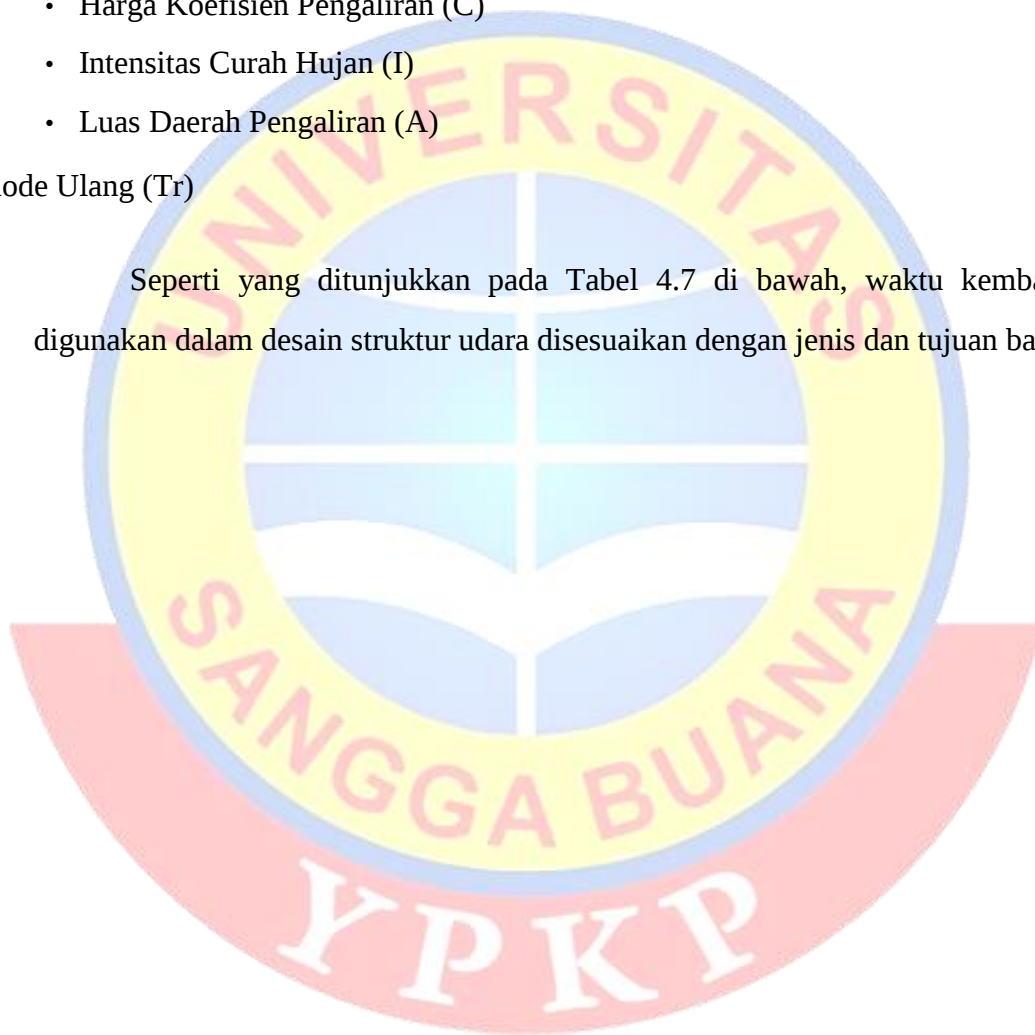
A (Km^2)

Laju aliran dipengaruhi oleh faktor-faktor berikut:

- Harga Koefisien Pengaliran (C)
- Intensitas Curah Hujan (I)
- Luas Daerah Pengaliran (A)

- Periode Ulang (T_r)

Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.7 di bawah, waktu kembali yang digunakan dalam desain struktur udara disesuaikan dengan jenis dan tujuan bangunan.



Tabel 4.7. Periode Ulang Perencanaan Bangunan Drainase

NO.	SALURAN DRAINASE	PERIODE ULANG (tahun)	FREE BOARD (m)
1	Sungai besar ($Q \geq 200 \text{ m}^3/\text{dt}$)	100	2,0
2	Sungai besar ($Q < 200 \text{ m}^3/\text{dt}$)	50	1,0
3	Saluran Drainase Jalan dan Saluran Samping	10	0.3
4	Bangunan Silang (cross drain) a). Jalan Tol	25	0.5
	b). Jalan Arteri	10	0.5
	c). Jalan Lokal	10	0.5

8.1 Konsep Perencanaan Drainase

8.1.1 Kemiringan Dasar Saluran

Perencanaan sistem drainase pada pekerjaan ini terdiri dari drainase lokal (local drain) dan drainase jembatan (deck drain), yaitu:

- Perencanaan pelebaran bangunan silang (cross drain), meliputi perhitungan debit rancangan dan dimensi bangunan.
- Perencanaan relokasi saluran samping (side ditch) dan bangunan pengontrol (catch basin).
- Perencanaan drainase pada jembatan (deck drain)

Dalam perencanaan pekerjaan ini terdiri dari 2 (dua) aspek, yaitu: hidrologi dan hidrolika. Aspek Hidrologi digunakan untuk memperkirakan besaran debit yang mengalir dalam suatu Daerah Tangkapan Air (DAS, Cathment Area) dan Aspek Hidrolika digunakan untuk mempersiapkan dimensi bangunan air yang mampu mengalirkan kelebihan air hujan yang terjadi.

- Aspek Hidrologi

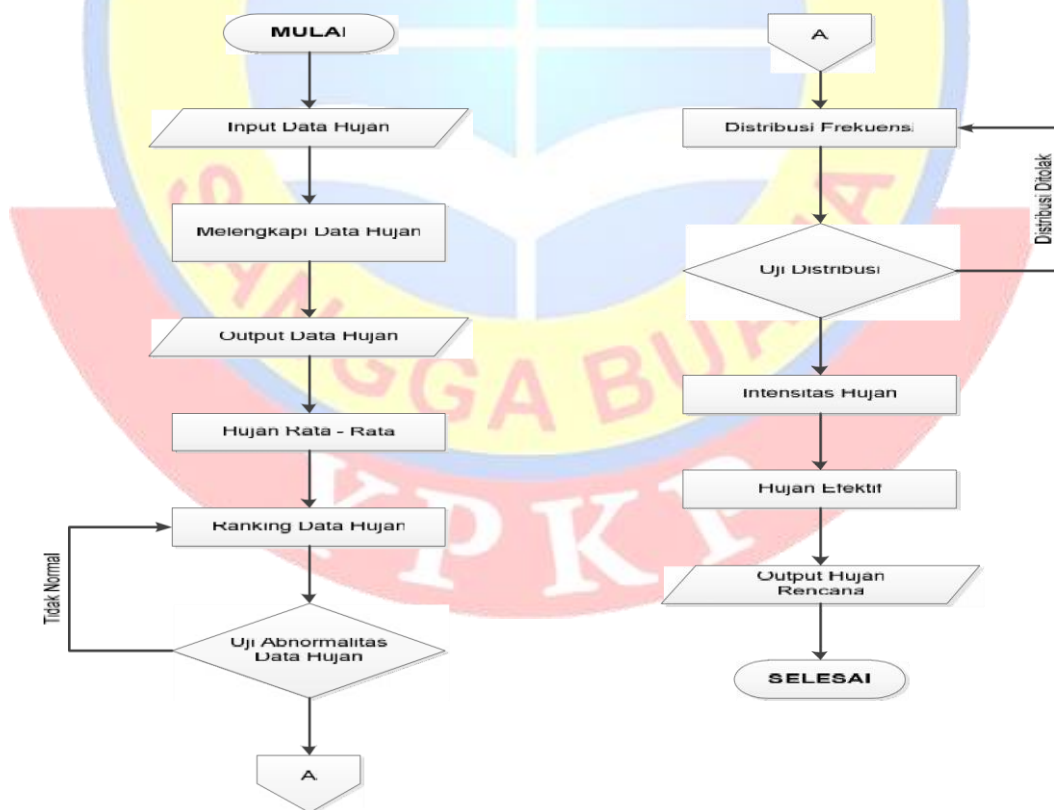
Aspek hidrologi digunakan untuk menghitung debit banjir rencana (Q desain), sebagai dasar perhitungan dimensi bangunan drainase. Secara garis besar aspek hidrologi dilakukan dengan langkah perhitungan / analisis hidrologi sebagai berikut.

I). Metodologi Analisis Hidrologi

Secara umum bagan alir konsep analisis hidrologi, diperlihatkan pada Gambar 4.4 berikut ini.

II). Sumber Data

Sebelum menggunakan hasil analisis curah hujan dalam perencanaan akhir, yang memperhitungkan debit/elevasi maksimum yang pernah terjadi berdasarkan pengamatan lapangan, perencanaan analisis hidrologi terutama difokuskan pada pengumpulan tinggi muka air banjir yang pernah dialami sebelumnya.



Gambar 4.4 Metodologi Analisis Hidrologi

III). Analisis Hidrologi

a) Intensitas Hujan

Dengan asumsi distribusi curah hujan harian 5 jam dan menggunakan rumus Mononobe berikut, kita dapat memperoleh intensitas curah hujan (I):

$$I_t = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3}$$

dimana :

I_t = rata-rata intensitas curah hujan dari awal sampai jam ke t (mm/jam)

R_{24} = curah hujan rencana (mm)

24 = standar presentase dalam 1 hari ($R_{24} = 100\%$). t = lama hujan (jam)

b) Debit Banjir Rancangan

Untuk daerah tangkapan air kurang dari 0,80 km², Ketika menggunakan teknik Rasional untuk menentukan debit banjir yang diharapkan, perhitungan berikut dilakukan:

$$Q = f \times C \times I \times A \text{ dimana :}$$

Q = debit banjir rencana (m³/dt) f = faktor

konversi ($f = 0.278$) C = koefisien pengaliran

I = intensitas hujan (mm/jam)

A = luas daerah aliran (km²)

Keadaan fisik, sifat tanah, dan penggunaan lahan ditinjau untuk menetapkan nilai koefisien aliran, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.8 di bawah ini.

Tabel 4.8. Koefisien Pengaliran

NO.	JENIS PERMUKAAN	KOEFISIEN (C)
1	Jalan Aspal	0.70 - 0.95
2	Bahu Jalan	0.70 - 0.85
3	Jalan Beton	0.70 - 0.95
4	Talud Timbunan	0.40 - 0.65
5	Daerah Perkotaan	0.70 - 0.95
6	Daerah Pinggir Kota	0.60 - 0.70
7	Daerah Permukiman	0.40 - 0.60
8	Taman dan Kebun	0.20 - 0.40
9	Daerah Persawahan	0.45 - 0.60

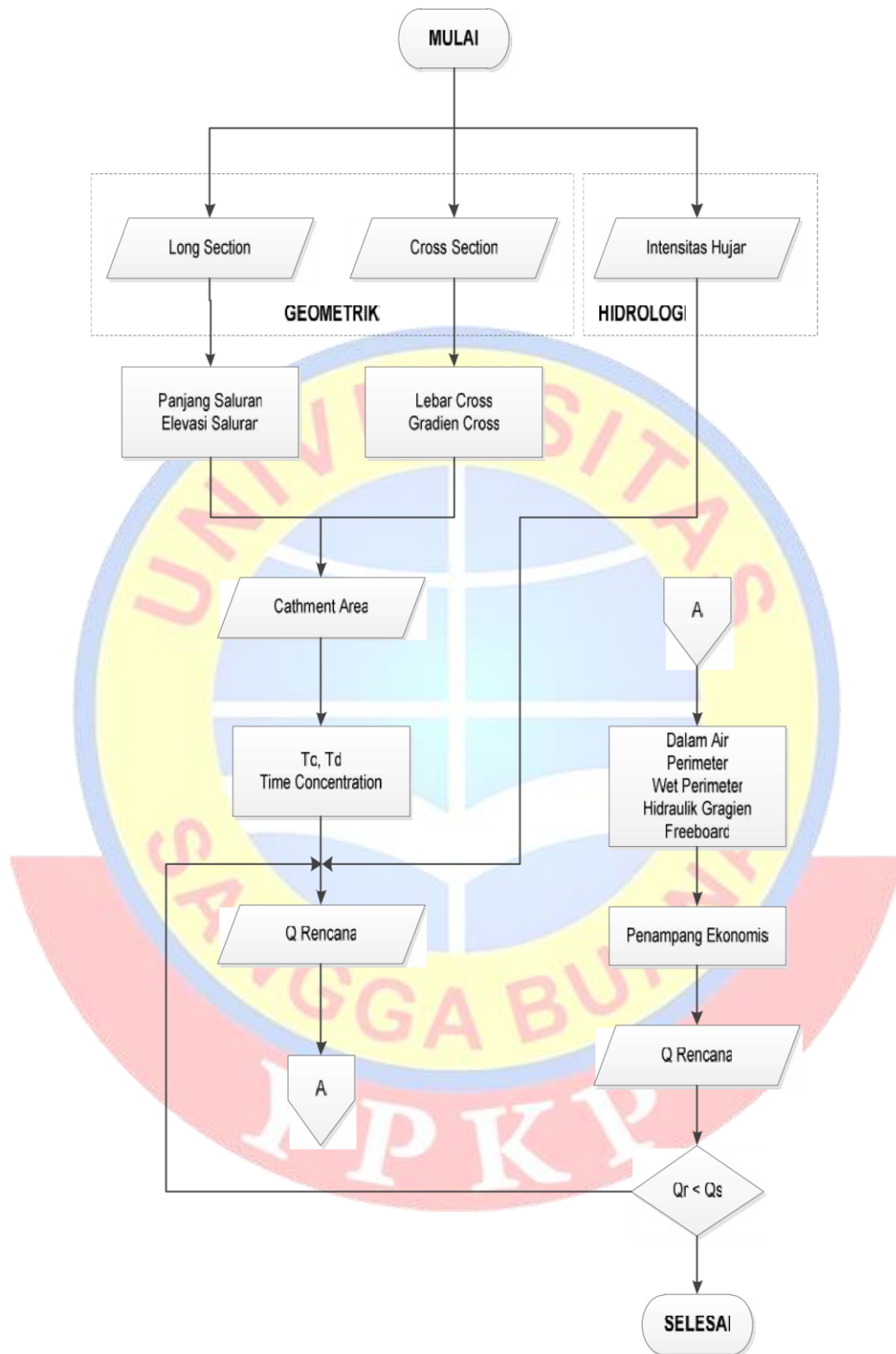
- Aspek Hidrolika

Tinjauan hidrolika dalam perencanaan sistem drainase pada pekerjaan ini terdiri dari drainase lokal (local drain) dan drainase jembatan (deck drain), meliputi:

- Perencanaan pelebaran bangunan silang (cross drain), meliputi perhitungan debit rancangan dan dimensi bangunan.
- Perencanaan relokasi saluran samping (side ditch) dan bangunan pengontrol (catch basin).
- Perencanaan drainase pada jembatan (deck drain).

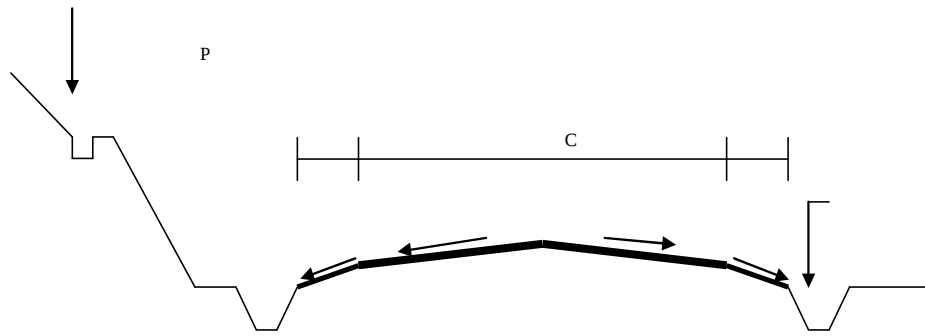
a). Metode Perencanaan Saluran

Secara umum bagan alir konsep dasar perencanaan saluran, diperlihatkan pada **Gambar 4.5** berikut ini.



Gambar 4.5. Metode Perencanaan Saluran

I). Kemiringan Melintang Perkerasan dan Bahu Jalan



Gambar 4.6 Sistem Drainase Permukaan Jalan Kemiringan melintang digunakan untuk studi di lokasi dengan jalan datar dan lurus, dengan cara berikut:

- Bahu jalan dan perkerasan jalan mulai menanjak dari bagian tengah perkerasan dan terus menanjak menuju alur.
- Kemiringan bahu jalan diasumsikan 2% lebih curam daripada kemiringan jalur lalu lintas.
- Tabel 4.9. di bawah ini menunjukkan ukuran kemiringan melintang jalan yang biasa.

Tabel 4.9. Kemiringan Melintang Perkerasan dan Bahu Jalan

NO.	JENIS PERMUKAAN	KEMIRINGAN (%)
1	Beraspal, Beton	2 - 3
2	Japat	4 - 6
3	Kerikil	3 - 6
4	Tanah	4 - 6

Sedangkan untuk daerah jalan yang lurus pada tanjakan / turunan, sebagai berikut:

- Untuk memaksimalkan efisiensi aliran udara yang masuk ke saluran samping, penting untuk memperhitungkan panjang dan kemiringan alinyemen vertikal jalan. Gunakan angka dalam Tabel untuk mendapatkan sudut serang perkerasan jalan.

4.9. Kemiringan melintang perkerasan jalan dan bahu jalan diatas.

ii). Perencanaan Saluran Samping

Menggunakan rumus kontinuitas untuk perencanaan parit samping dalam konteks aliran seragam:

$$Q_s = F \times V \text{ dimana :}$$

$$Q_s = \text{kapasitas saluran (m}^3/\text{dt)}$$

$$F = \text{luas penampang basah saluran (m}^2\text{)}$$

$$V = \text{kecepatan aliran (m/dt)}$$

Untuk menentukan besarnya kecepatan aliran, digunakan Rumus Manning:

$$V = \frac{1}{n_d} \times R^{2/3} \times S_o^{1/2}$$

dimana:

n_d = koefisien kekasaran manning

R = jari-jari hidrolis saluran (m) = $\frac{F}{P}$

F = luas penampang basah saluran (m²)

P = keliling basah saluran (m)

S_o = kemiringan dasar

Lihat Tabel 4.10 untuk rincian tentang bagaimana material saluran ditentukan oleh kecepatan aliran air yang diharapkan.

Tabel 4.10. Kecepatan Maksimum Aliran pada Saluran

NO.	BAHAN / MATERIAL SALURAN	KECEPATAN IJIN (m/dt)
1	Pasir Halus	0.45
2	Lempung Kepasiran	0.50
3	Lanau Aluvial	0.60
4	Kerikil Halus	0.75
5	Lempung Kokoh	0.75
6	Lempung Padat	1.10
7	Kerikil Kasar	1.20
8	Batu-Batu Besar	1.50
9	Pasangan Batu	1.50
10	Beton	> 1.50
11	Beton Bertulang	> 1.50

Bahan-bahan yang digunakan untuk membangun saluran samping menentukan kemiringannya. Di bawah, pada Tabel 4.11, Anda dapat melihat bagaimana material-material ini berhubungan dengan kemiringan saluran samping dalam arah erosi longitudinal.

Tabel 4.11. Hubungan Kemiringan Saluran dengan Jenis Material

NO.	BAHAN / MATERIAL SALURAN	KEMIRINGAN (%)
1	Tanah Asli	0 - 1.50
2	Kerikil	1.50 - 2.00
3	Pasangan	> 2.00

Metode ini dapat digunakan untuk menentukan kemiringan saluran samping dalam kasus ketika kemiringan topografi terlalu curam atau terlalu landai:

$$V_{xnd}^2$$

$$S_o = \frac{1}{R^{2/3}}$$

$$R$$

dimana:

S = kemiringan aliran

V= kecepatan aliran (m/dt) n_d = koefisien hambatan

R=jari-jari hidrolis saluran (m)

8.1.2 Kemiringan Dinding Saluran

Disarankan agar penampang saluran memiliki kemiringan yang paling ekonomis dengan tetap mempertimbangkan fitur keamanannya. Kemiringan standar untuk parit tanpa lapisan yang diisi dengan material tanah liat adalah 1:1 hingga 1,5.

8.1.3 Tinggi Jagaan (Freeboard)

Freeboard merupakan jarak bekerja secara vertikal dari puncak saluran ke permukaan air desain, persamaannya adalah:

$$W = \sqrt{0.5 \times d}$$

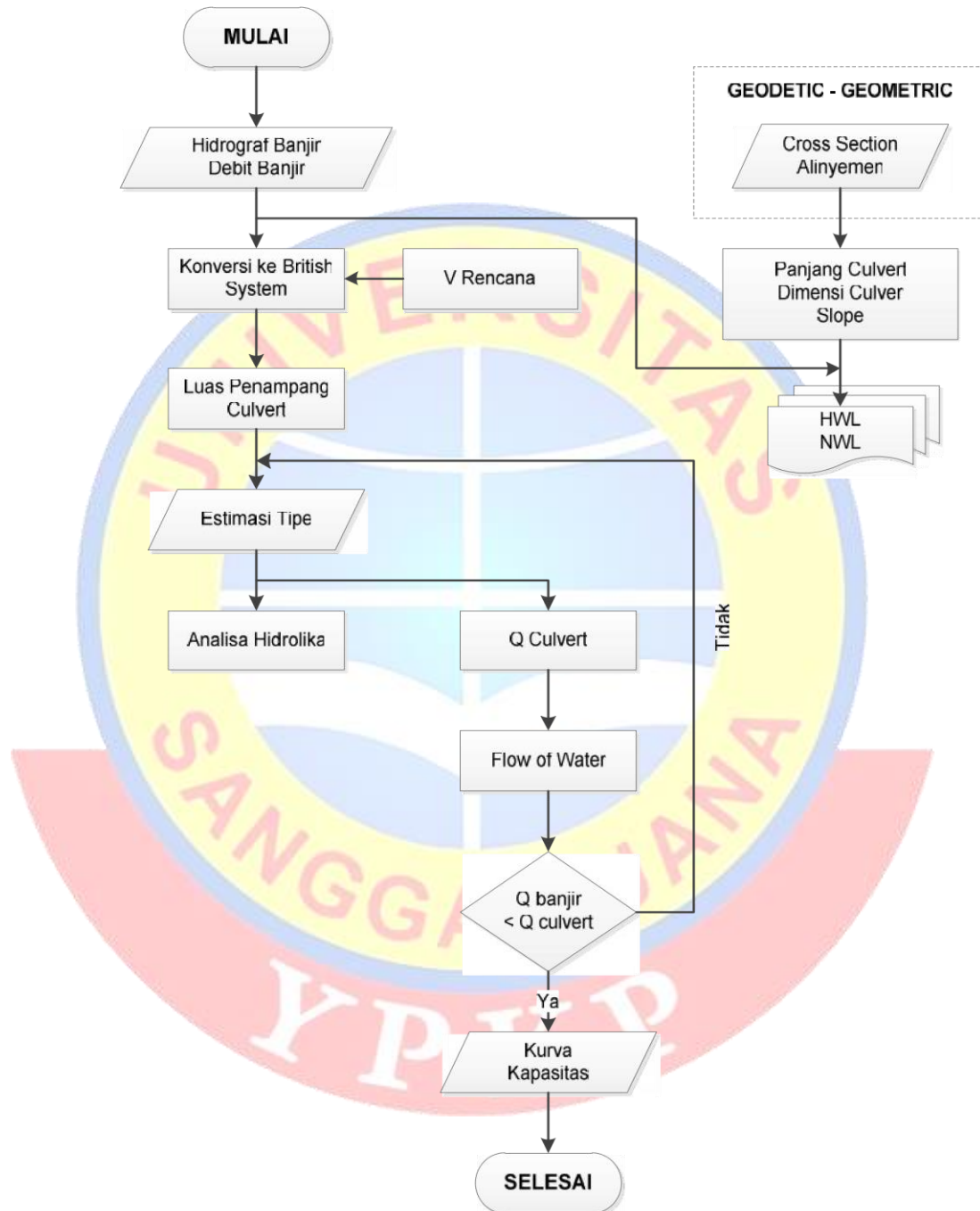
dimana:

W = tinggi jagaan (m)

d = kedalaman air di saluran (m)

- Metode Perencanaan Bangunan Silang (*Cross Drain*)

Secara umum bagan alir konsep dasar perencanaan bangunan silang (cross drain), diperlihatkan pada Gambar 4.7. berikut ini.

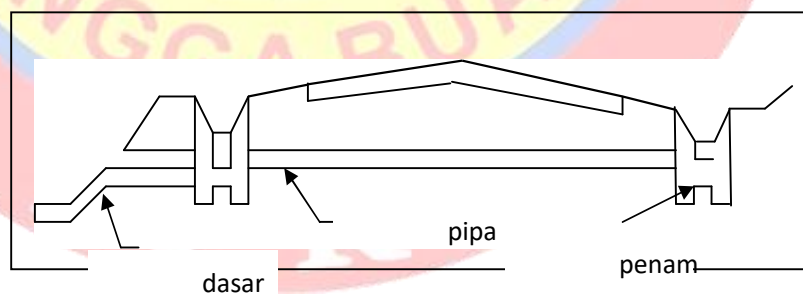


Gambar 4.7. Metode Perencanaan Bangunan Silang

I). Perencanaan Gorong-Gorong

Untuk menampung air dari saluran samping atau median jalan, gorong-gorong drainase dipasang di atas jalan dan harus memenuhi kriteria berikut:

- Memiliki kemampuan untuk mengalirkan debit air terbesar secara efektif (desain Q).
- Bagian gorong-gorong terdiri dari tiga komponen utama dan dibangun dengan tipe permanen:
 - a) Saluran air utama atau gorong-gorong yang menerima air di satu ujung dan mengalirkannya ke ujung lainnya.
 - b) Dinding penahan dipasang pada sudut tertentu terhadap dinding utama untuk menopang bahu jalan dan lereng jalan, sedangkan dinding utama digunakan untuk menopang ujung lereng jalan.
 - c) Di saluran masuk, terdapat apron yang berfungsi sebagai reservoir dan dinding penahan lumpur untuk mencegah erosi, jika diperlukan.



Gambar 4.10.

Bagian Bangunan Silang (Gorong-Gorong), Bila variabel tambahan yang mungkin menyebabkan sedimentasi atau erosi di saluran masuk dan kecepatan di aliran keluar

dipertimbangkan, kemiringan gorong-gorong adalah antara setengah persen dan dua persen.

Dalam merencanakan gorong-gorong perlu dipertimbangkan topografi daerah aliran / alur dikarenakan beberapa ketetapan, antara lain:

- Seberapa besar dan seberapa bundar gorong-gorong tersebut.
- Tinggi dasar pemasukan dan pembuangan.
- Ini adalah panjang gorong-gorong.
- Kemiringan gorong-gorong

Tiga jenis aliran berbeda harus dipertimbangkan saat menghitung hidrolika gorong-gorong:

□ Aliran Bebas (Free Flow) dan Transisi

Sama seperti saluran terbuka, idenya sama. Ada dua persyaratan untuk aliran bebas, yaitu:

- (i). Inlet gorong-gorong tidak tenggelam

h

Dengan syarat $h \leq 1.2 D$

h = kedalaman air (m)

D = diameter gorong-gorong (m)

(ii). Terdapat aliran transisi dan inlet gorong-gorong berada di bawah air. Berikut ini adalah daftar kriteria untuk aliran transisi, yang menggambarkan perubahan dari aliran bebas ke aliran bertekanan di gorong-gorong:

$$1.2 D \leq h \leq 1.5D$$

□ Aliran Tekan (Pressure Flow)

Inlet gorong-gorong tenggelam, $h > 1.5D$, debit yang dialirkan menggunakan rumus:

$$Q = A \cdot V$$

$$V = \frac{A \cdot \sqrt{2gH}}{\sqrt{K_f}}$$

dimana:

Q = debit melalui gorong-gorong (m^3/dt)

A = luas penampang basah gorong-gorong (m^2)

V = kecepatan aliran (m/dt)

g = percepatan gravitasi ($= 9.81 m/dt^2$)

H = jumlah tinggi energi termasuk kehilangan energi
 $= H_1 - H_0$

H_1 = elevasi muka air gorong-gorong

H_0 = elevasi muka air di outlet + $\frac{1}{2} D$

K_f = koefisien kehilangan energi (m)

$$K_f = f_e + f_c + f_p + f_r + f_o$$

f_e = kehilangan energi di entrance (m)

f_c = kehilangan energi akibat kontraksi (m)

f_p = kehilangan energi akibat arus (m)

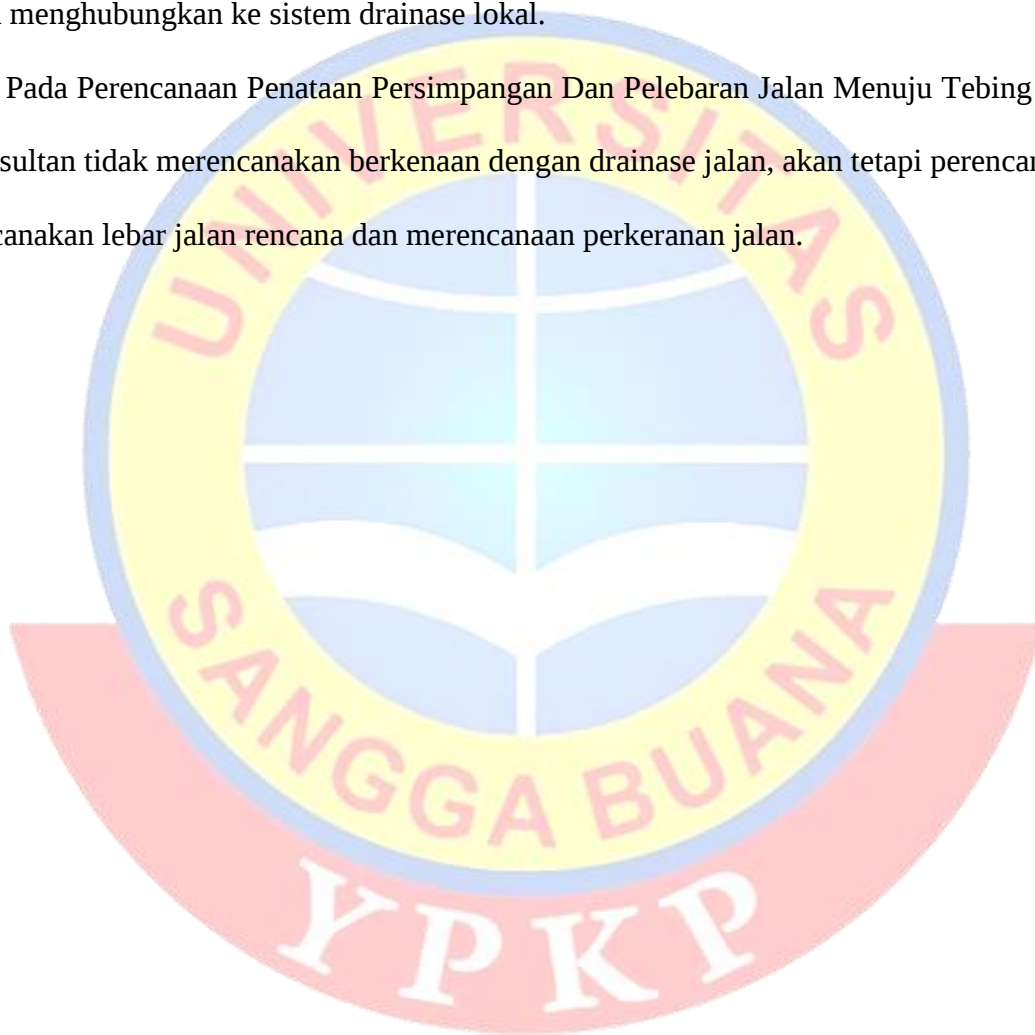
f_r = kehilangan energi akibat friksi (m)

f_o = kehilangan energi akibat outlet (m)

- Perencanaan Drainase Jembatan (Deck Drain)

Drainase pada Jembatan digunakan bangunan penangkap (catch basin) dengan jarak maksimum antar lobang adalah 5.00 m, penentuan jarak tersebut dengan mempertimbangkan kemiringan memanjang dan melintang jembatan dan kriteria genangan maksimum 2 cm. Sistem drainase jembatan menggunakan pipa PVC diameter 15.00 cm dan dikumpulkan dan disalurkan dengan menghubungkan ke sistem drainase lokal.

Pada Perencanaan Penataan Persimpangan Dan Pelebaran Jalan Menuju Tebing Keraton ini konsultan tidak merencanakan berkenaan dengan drainase jalan, akan tetapi perencanaan hanya merencanakan lebar jalan rencana dan merencanakan perkeranan jalan.



BAB V

PENUTUP

9.1 Kesimpulan

Dari analisis yang telah dilakukan dalam perencanaan perencanaan jalan lentur dengan studi kasus di jalan Dago Pakar Utara, Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Data dan kriteria perencanaan sebagai berikut :

- Kelas Jalan : Lokal (Tipe II, Kelas III)
- Kecepatan : 40 km/jam
- Umur Rencana : 10 tahun
- Pertumbuhan : 3 %
- Jumlah Lajur : 2 lajur untuk 2 arah
- Lebar Lajur : 3.00 – 3.25 m
- Lebar Bahu : 1,50 m
- Kemiringan Normal : 2 %
- Kemiringan Normal pada Bahu: 4 %
- R min : 60 m
- R min tanpa Superelevasi : 800 m
- Lc min : 70 m
- Ls min : 35 m
- E max : 6 %
- Grade max : 7 %

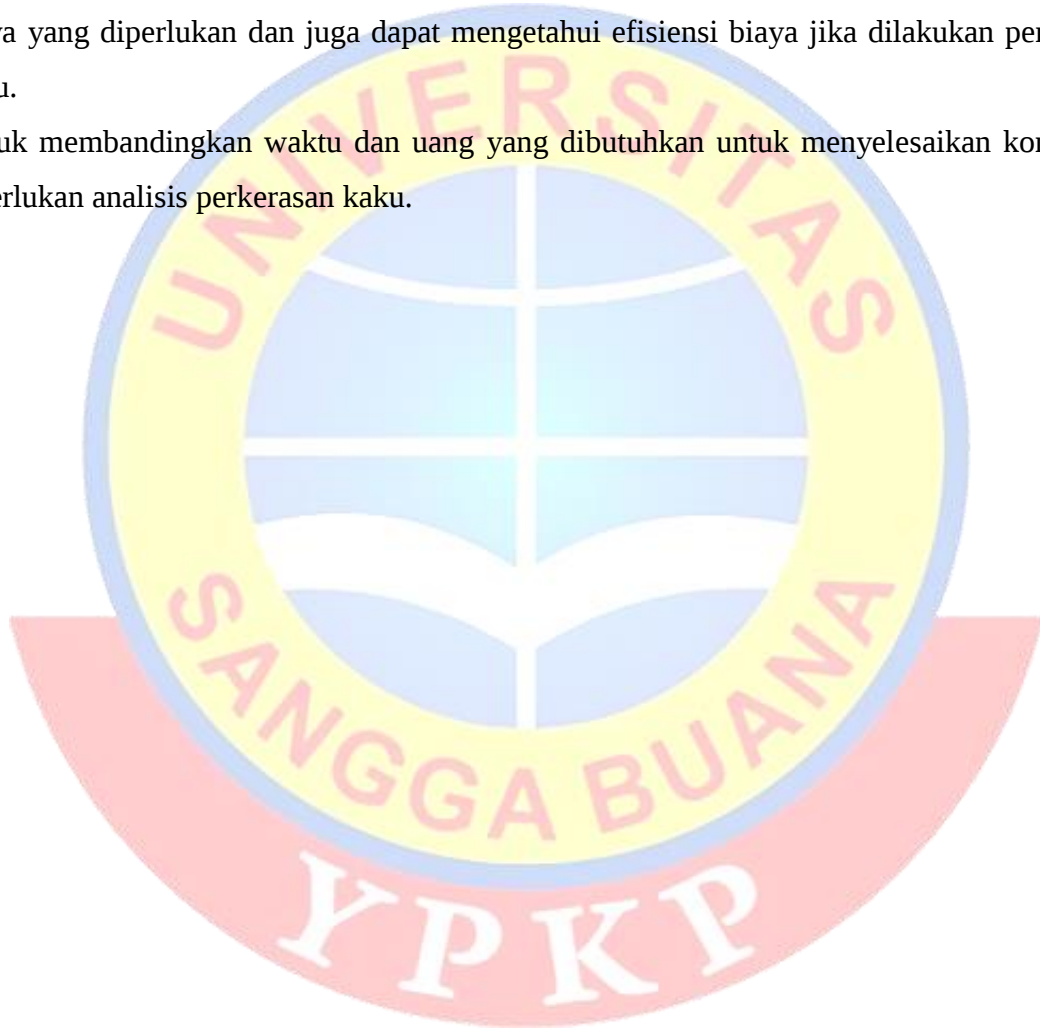
2. Tebal dan lapisan perkerasan lentur yang didapat sebagai berikut :

- AC – WC = 40 cm
- AC – BC = 40 cm
- AC – Base = 35 cm
- Agregat Base A = 14 cm
- Agregat Base B = 12 cm

9.2 Saran

Untuk melengkapi perencanaan ini dapat dilanjutkan beberapa analisis lanjutan yaitu :

1. Dilakukan analisis drainase untuk mendapatkan dimensi penampang drainase yang optimum sepanjang perkerasan jalan.
2. Perlu dilakukan analisis biaya pekerjaan untuk mendapatkan mengetahui rencana anggaran biaya yang diperlukan dan juga dapat mengetahui efisiensi biaya jika dilakukan perkerasan kaku.
3. Untuk membandingkan waktu dan uang yang dibutuhkan untuk menyelesaikan konstruksi, diperlukan analisis perkerasan kaku.



DAFTAR PUSTAKA

- Kementrian, PUPR. (2016). Penentuan Indeks Kondisi Perkerasan (IKP), Jakarta*
- Gahara, Fauzan Fariz (2020). Perancangan Perkerasan Kaku dan Perkuatan Lereng Terusan Jalan Arumanis.*
- Badan Standardisasi Nasional; 2017. Persyaratan Perancangan Geoteknik, SNI 8460-2017. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.*
- Affandi, F. 2003. Perencanaan perkerasan beton semen. Jakarta. Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.*
- Asta, R., Faisal, A., & Priadi, E. (2013). Kajian Stabilitas Lereng Pada Jalan Akses Jembatan Tayan Dan Penanggulangannya. Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Tanjungpura, 2(2).*
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum. 2010. "Pedoman Pemanfaatan Dan Penggunaan Bagian-Bagian Jalan Nomor 20 Tahun 2010". Kementrian Pekerjaan Umum.*
- Undang Undang Republik Indonesia. Nomor 38 Tahun 2004. Tentang Jalan.*
- Umum, K. P., & Marga, D. J. B. (2013). Manual Desain Perkerasan Jalan. Jakarta: Binamarga.*

Sosrodarsono Suyono dan Kensaku Takeda,1999. Hidrologi untuk Pengairan,Pradya Paramitha, Bandung.

Saifuddin Azwar, 1996. Tes Prestasi, Fungsi dan Pengembangan Pengukuran Prestasi Belajar, Pustaka Pelajar, Yogyakarta.

