

TESIS

STUDY EVALUASI TEBAL PERKERASAN KAKU PADA RUAS JALAN PURWODADI – WIROSARI DENGAN METODE MANUAL DESAIN PERKERASAN 2017

Diajukan dalam Rangka Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Guna Mencapai Gelar Magister Teknik (MT)



Oleh :

EKO SUPRIYATNO

NIM : 20201900067

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
2023**

LEMBAR PERSETUJUAN TESIS

**STUDY EVALUASI TEBAL PERKERASAN KAKU PADA
RUAS JALAN PURWODADI – WIROSARI DENGAN
METODE MANUAL DESAIN PERKERASAN 2017**

Disusun Oleh:

EKO SUPRIYATNO, ST.

NIM : 20201900067

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Tanggal,

Pembimbing I,

Tanggal,

Pembimbing II,

Prof. Ir. H. Pratikso, MST., Ph.D
NIK. 210288012

Ir. Rahmat Mudiyo, MT., Ph.D
NIK. 210293018

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

**STUDY EVALUASI TEBAL PERKERASAN KAKU PADA RUAS
JALAN PURWODADI – WIROSARI DENGAN METODE
MANUAL DESAIN PERKERASAN 2017**

Disusun Oleh :

EKO SURPIYATNO

NIM: 20201900067

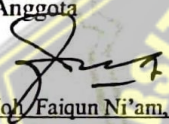
Dipertahankan di Depan Tim Penguji Tanggal :

Tim Penguji :

1. Ketua


(Prof. Ir. H. Pratikso, MST., Ph.D)

2. Anggota

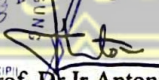

(Ir. Moh. Faiqun Ni'am, MT., Ph.D)

3. Anggota


(Dr. Rifqi Briliyant Arief, ST., MT)

Tesis ini diterima sebagai salah satu persyaratan untuk
memperoleh gelar Magister Teknik (MT)
Semarang, 2023

Mengetahui,
Ketua Program Studi


Prof. Dr. Ir. Antonius, MT
NIK.210202033

Megesahkan,
Dekan Fakultas Teknik


Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT., Ph.D
NIK. 210293018

MOTTO

“Kamu adalah umat yang terbaik yang dilahirkan untuk manusia, menyuruh kepada yang ma'ruf, dan mencegah dari yang munkar, dan beriman kepada Allah. Sekiranya Ahli Kitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka, di antara mereka ada yang beriman, dan kebanyakan mereka adalah orang - orang yang fasik”.

(QS. Ali Imran : 110)

“Demi masa,

Sesungguhnya manusia itu dalam keadaan kerugian,

Kecuali orang-orang yang beriman dan mengerjakan amal saleh dan nasehat menasehati supaya mentaati kebenaran dan nasehat menasehati supaya menetapi kebenaran.”. (QS Al Ashr : 1-3)

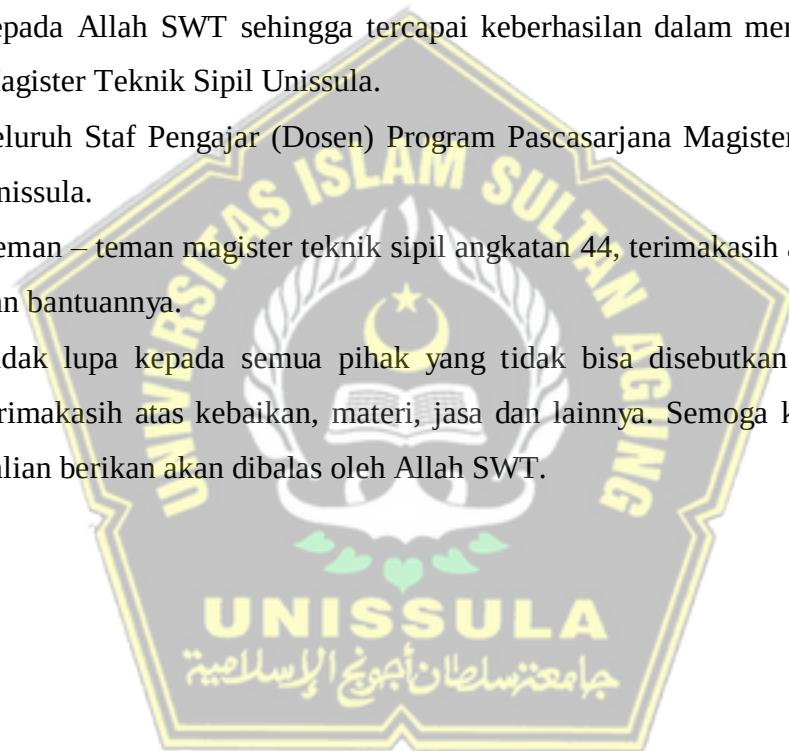
“Sebaik baik manusia adalah yang paling bermanfaat untuk orang lain.”. (HR. Ahmad)



HALAMAN PERSEMBAHAN

Do'a dan motivasi yang selalu tercurahkan dari semua pihak membuat penulis dengan semangat menyelesaikan penelitian ini, dan senantiasa mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Yahmin dan Ibu Ngatmini selaku orang tua penulis yang selalu mendoakan putra putrinya.
2. Untuk istriku Soemarlina Yuni Wulandari dan juga anak-anakku tercinta, terimakasih atas dukungan dan do'a yang tak henti dipanjatkan kepada Allah SWT sehingga tercapai keberhasilan dalam menuntut ilmu di Magister Teknik Sipil Unissula.
3. Seluruh Staf Pengajar (Dosen) Program Pascasarjana Magister Teknik Sipil Unissula.
4. Teman – teman magister teknik sipil angkatan 44, terimakasih atas dukungan dan bantuannya.
5. Tidak lupa kepada semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu, terimakasih atas kebaikan, materi, jasa dan lainnya. Semoga kebaikan yang kalian berikan akan dibalas oleh Allah SWT.



ABSTRAK

Jalan Purwodadi – Wirosari berdasarkan fungsinya termasuk jalan kolektor primer yang berfungsi menghubungkan antar kabupaten, yaitu Grobogan – Blora dan kabupaten di Jawa Timur. Selain itu jalan Purwodadi – Wirosari juga bisa dijadikan sebagai jalan alternatif ketika jalan di pantura mengalami kemacetan. Semakin meningkatnya lalu lintas kendaraan berat dan juga kondisi daya dukung tanah yang kurang baik, menyebabkan kerusakan jalan di banyak tempat. Tujuan dari penelitian ini yaitu melakukan kajian terhadap kondisi eksisting jalan sebagai dasar untuk perbaikan konstruksi, mengevaluasi kapasitas jalan Purwodadi - Wirosari berdasarkan perhitungan data LHR saat ini dan proyeksi sampai 20 tahun ke depan, dan mengkaji jalan Purwodadi - Wirosari berdasarkan data CBR supaya stabil dan mampu menahan beban lalu lintas.

Penelitian ini menggunakan metode pengumpulan data yang diawali dengan melakukan studi terhadap kerusakan jalan lama dengan mengamati secara langsung kondisi eksisting. Kemudian data sekunder yang terdiri dari peta topografi, data LHR dan data nilai CBR dari tes DCP kita dapatkan dari Dinas BMCK Propinsi Jawa Tengah. Untuk proses analisa dan pembahasan menggunakan metode Manual Desain Perkerasan tahun 2017 untuk perkerasan kaku.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kerusakan yang terjadi di ruas jalan Purwodadi – Wirosari terutama di Km 94+500 s/d 94+650 adalah retak melintang dengan lebar retakan antara 0,5 - 1cm, rekahan ke samping pada sambungan memanjang atau centerline jalan antara 5-10 cm, terdapat segmen yang mengalami penurunan sehingga diperlukan dinding penahan tanah untuk menahan supaya bahu jalan tidak semakin turun, patahan pada bagian dekat dengan sambungan melintang yang disebabkan karena muatan lalu lintas yang berat.

Berdasarkan analisa lalu lintas dan perhitungan proyeksi LHR untuk 20 tahun kedepan dengan perkiraan jumlah kendaraan HV (135 kend./jam), LV (329 kend./jam), MC (1382 kend./jam). Nilai untuk derajat kejenuhan pada ruas Purwodadi – Wirosari (DS) adalah 0,73.

Hasil evaluasi terhadap konstruksi perkerasan kaku yaitu digunakan perkerasan beton bersambung dengan tulangan, tebal pelat 25 cm (sama dengan desain dan lapangan), diameter dowel 32mm (polos), tiebar dipakai diameter 16 (ulir), panjang segmen 6m.

Kata Kunci : jalan, kerusakan, rigid, mdp

ABSTRACT

The Purwodadi - Wirosari road based on its function includes the primary collector road which functions to connect between districts, namely Grobogan - Blora and districts in East Java. Besides that, the Purwodadi - Wirosari road can also be used as an alternative road when the road on the northern coast experiences congestion. The increasing traffic of heavy vehicles and also the poor condition of soil carrying capacity has caused road damage in many places. The purpose of this study is to conduct a study of the existing condition of the road as a basis for construction improvements, evaluate the capacity of the Purwodadi - Wirosari road based on current and projected LHR data calculations for the next 20 years, and study the Purwodadi - Wirosari road based on CBR data so that it is stable and capable of withstand traffic loads.

This study uses a data collection method that begins with conducting a study of damage to the old road by directly observing the existing conditions. Then we get secondary data consisting of topographic maps, LHR data and CBR value data from the DCP test from the BMCK Office of Central Java Province. For the analysis and discussion process using the 2017 Pavement Design Manual method for rigid pavements.

The results showed that the damage that occurred on the Purwodadi - Wirosari road section, especially at Km 94+500 to 94+650, was a transverse crack with a crack width between 0.5 - 1 cm, a sideways fracture at the longitudinal joint or centerline of the road between 5 - 10 cm, there is a segment that has decreased so that a retaining wall is needed to hold the road shoulder so that the road shoulder does not go down, a fracture close to the cross joint caused by heavy traffic loads. Based on traffic analysis and calculation of LHR projections for the next 20 years with an estimated number of vehicles HV (135 vehicles/hour), LV (329 vehicles/hour), MC (1382 vehicles/hour). The value for the degree of saturation on the Purwodadi - Wirosari (DS) section is 0.73.

The results of the evaluation of rigid pavement construction are continuous concrete pavement with reinforcement, slab thickness 25 cm (same as design and field), dowel diameter 32mm (plain), tiebar diameter 16 (screwed), segment length 6m.

Keywords: road, damage, rigid, mdp

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang Bertanda tangan di bawah ini :

Nama : EKO SUPRIYATNO

NIM : 20201900067

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tesis yang berjudul:

STUDY EVALUASI TEBAL PERKERASAN KAKU PADA RUAS JALAN PURWODADI – WIROSARI DENGAN METODE MANUAL DESAIN PERKERASAN 2017

Adalah benar hasil karya saya dan dengan penuh kesadaran, bahwa saya tidak melakukan tindakan plagiasi atau mengambil alih seluruh atau sebagian besar karya tulis orang lain tanpa menyebutkan sumbernya. Jika saya terbukti melakukan tindakan plagiasi saya bersedia menerima sanksi sesuai aturan yang berlaku.

Semarang, Agustus 2023



EKO SUPRIYATNO

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum warrohmatullahi wabarokatuh.

Segala puji bagi Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan judul **STUDY EVALUASI TEBAL PERKERASAN KAKU PADA RUAS JALAN PURWODADI – WIROSARI DENGAN METODE MANUAL DESAIN PERKERASAN 2017**. Penelitian ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Magister Teknik Sipil, Program Pascasarjana Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Tesis ini dapat diselesaikan dengan adanya dukungan dari banyak pihak, oleh karena itu dengan segala kerendahan hati penulis ucapkan banyak terima kasih, terutama kepada :

1. Bapak Ir. Rahmat Mudiyo, MT., Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang, sekaligus sebagai Dosen Pembimbing II, yang telah memberikan arahan dan bimbingan yang sangat bermanfaat dalam penulisan tesis ini.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Antonius, MT selaku Kepala Program Studi Program Magister Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang
3. Bapak Prof. Ir. H. Pratikso, MST., Ph.D selaku Dosen Pembimbing I, yang telah memberikan arahan dan bimbingan yang sangat bermanfaat dalam penulisan tesis ini.
4. Bapak/Ibu Dosen Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan masukan dari pembaca untuk perbaikan penulisan tesis ini nantinya.

Wassalamu 'alaikum warrohmatullahi wabarokatuh.

Semarang, Agustus 2023

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
MOTTO	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Landasan Teori.....	6
2.1.1 Konstruksi Perkerasan	6
2.1.2 Kelas Jalan	9
2.1.3 Kapasitas Jalan	11
2.1.4 Derajat Kejenuhan	14
2.1.5 Fungsi Jalan.....	16
2.1.6 Kinerja Perkerasan Jalan	16
2.1.7 Umur Rencana	17
2.1.8 Arus Lalu Lintas	18
2.1.9 Jumlah Lajur & Koef Distribusi Kendaraan (C)	19
2.1.10 Angka Ekvivalen (e) Beban Sumbu Kendaraan.....	21
2.1.11 Daya Dukung Tanah Dasar.....	21
2.1.12 Data Distribusi Beban (HVAG).....	22
2.1.13 Jenis Perkerasan Kaku	24

2.2	Penelitian Terdahulu	30
BAB III METODE PENELITIAN		37
3.1	Metode Penelitian.....	37
3.2.	Lokasi Perencanaan.....	38
3.3	Survey dan Objek Penelitian	40
3.4	Teknik Pengamatan	40
3.5	Langkah-Langkah Penulisan Tesis	40
3.5.1	Kajian Pustaka	40
3.5.2	Identifikasi Masalah	40
3.5.3	Observasi Lapangan	40
3.5.4.	Perhitungan proyeksi LHR ke depan	41
3.5.5	Study Performa pavement pada jalan lama	41
3.5.6	Pengumpulan Data	41
3.5.7	Analisis dan Pembahasan	42
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN		43
4.1	Penyajian Data	43
4.1.1	Data Perencanaan Awal.....	43
4.1.2	Data kondisi Perkerasan	43
4.1.3	Data Volume Lalu Lintas	44
4.1.4	Performa pavement pada jalan.....	46
4.1.5	Daya Dukung Tanah Dasar.....	46
4.2	Analisa Data.....	46
4.2.1.	Analisa Terhadap Kondisi Eksisting Jalan	46
4.2.2.	Analisa Proyeksi LHR untuk 20 tahun kedepan dan Perhitungan Kapasitas Jalan	50
4.2.3.	Analisa Kapasitas jalan	54
4.2.4.	Analisa Tebal Perkerasan	55
BAB V PENUTUP		68
5.1.	Kesimpulan	68
5.2.	Saran	69
DAFTAR PUSTAKA		70
LAMPIRAN.....		72

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kapasitas Dasar Ruas Jalan.....	11
Tabel 2. 2 Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Lebar Jalur Lalu Lintas (FCw) .	12
Tabel 2. 3 Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Pemisah Arah (FCsp)	12
Tabel 2. 4 Faktor Penyesuaian Akibat Hambatan Samping (FCsf)	13
Tabel 2. 5 Faktor Penyesuaian Akibat Hambatan Samping (FCsf) (Lanjutan)	13
Tabel 2. 6 Penyesuaian Kapasitas Untuk Ukuran Kota	13
Tabel 2. 7 Tingkat Pelayanan Jalan Berdasarkan Q/C	15
Tabel 2. 8 Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru	17
Tabel 2. 9 Daftar Besaran Ekuivalensi Mobil Penumpang.....	18
Tabel 2. 10 Lebar Perkerasan.....	20
Tabel 2. 11 Koefisien Distribusi Ke Lajur Rencana	20
Tabel 2. 12 Angka Ekuivalen Beban Sumbu Kendaraan	21
Tabel 2. 13 Tabel HVAG Faktual Untuk Wilayah Pantura Jawa Tengah	23
Tabel 2. 14 Tabel HVAG Normal Untuk Wilayah Pantura Jawa Tengah	24
Tabel 2. 15 Penelitian Terdahulu	30
Tabel 3. 1 Keterangan Jalan Purwodadi - Wirosari	38



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Jenis Perkerasan Jalan Lentur	6
Gambar 2. 2 Jenis Perkerasan Jalan Kaku	7
Gambar 2. 3 Jenis Perkerasan Jalan Komposit	8
Gambar 3. 1 Diagram Alur Perencanaan	37
Gambar 3. 2 Lokasi Perencanaan Jalan.....	38
Gambar 3. 3 Jalan Purwodadi -Wirosari	39
Gambar 3. 4 Jalan Purwodadi – Wirosari	39
Gambar 3. 5 Jalan Purwodadi - Wirosari	39
Gambar 4. 1 Data Tes Pit Perkerasan.....	44
Gambar 4. 2 Gambar Typikal perkerasan eksisting	44
Gambar 4. 3 Foto Eksisting Km 94+500	47
Gambar 4. 4 Foto Eksisting Km 64+550	48
Gambar 4. 5 Foto Eksisting Km 94+600	48
Gambar 4. 6 Foto Eksisting Km 94+625	49
Gambar 4. 7 Foto Eksisting Km 94+650	49



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan memiliki peran yang sangat krusial dalam mendukung mobilitas, terutama sebagai jalur penghubung antarlokasi yang berbeda. Untuk memastikan kelancaran pergerakan, jalan harus mampu menyediakan tingkat keamanan, kenyamanan, dan efisiensi yang tinggi melalui konstruksi yang tahan lama serta permukaan yang rata. Namun, saat ini, tingkat permintaan terhadap mobilitas semakin meningkat, yang berakibat pada peningkatan jumlah dan beban kendaraan yang menggunakan jalan raya. Peningkatan ini dapat mengakibatkan penurunan umur pakai jalan, yang pada akhirnya menyebabkan kerusakan pada perkerasan jalan. Oleh karena itu, perawatan yang tepat diperlukan untuk memperbaiki kerusakan dan memperpanjang masa pakai perkerasan tersebut.

Rute Semarang - Blora mencakup sejumlah jalan, salah satunya adalah traktat Purwodadi - Wirosari yang berbatasan dengan Kabupaten Grobogan. Bagian ini termasuk dalam ruas jalan Blora - Purwodadi dan memiliki status sebagai jalan provinsi yang bertanggung jawab atas pemeliharannya. Jalan Purwodadi - Wirosari memiliki peran sebagai jalan Kolektor primer, berperan penting dalam menghubungkan Kabupaten Grobogan dengan Kabupaten Blora.

Selain itu, jalan Purwodadi - Wirosari juga dapat berfungsi sebagai alternatif saat terjadi kemacetan di jalan pantura, mengarahkan kendaraan ke kabupaten seperti Kudus, Pati, Rembang, serta kota dan kabupaten lain di Jawa Tengah. Ini juga berperan sebagai penghubung antar kabupaten, termasuk Blora, dengan destinasi lainnya di Jawa Tengah dan kota-kota besar di sepanjang rute tengah Pulau Jawa, dan sebaliknya. Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan, ada beberapa masalah transportasi yang mempengaruhi ruas jalan ini. Masalah ini telah berdampak negatif pada aktivitas masyarakat, baik penduduk setempat maupun pengguna jalan dari luar wilayah Purwodadi - Blora.

Permasalahan di seputar ruas jalan ini antara lain :

1. Volume lalu lintas di ruas jalan ini, khususnya yang melibatkan kendaraan

berat seperti truk pengangkut material seperti pasir dan muatan lainnya, sangat signifikan. Berdasarkan data Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) tahun 2020, jumlah kendaraan mencapai 75.707, dan perkiraan ini akan terus meningkat dari tahun ke tahun. Hal ini menunjukkan ketidakseimbangan antara volume lalu lintas yang terus bertambah dengan kondisi infrastruktur jalan yang ada saat ini.

2. Daya dukung tanah yang relatif rendah dan bisa di kategorikan tanah ekspansif menyebabkan banyaknya lokasi yang mengalami penurunan dan pergeseran.
3. Terjadinya kerusakan pada perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan perkerasan beton semen (*rigid pavement*).

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana kondisi perkerasan jalan eksisting berdasarkan pengamatan secara visual?
2. Berapa LHR saat ini dan proyeksi 20 tahun ke depan?
3. Bagaimana solusi supaya konstruksi jalan tetap stabil dan mampu menahan beban lalu lintas?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan kajian terhadap Tesis ini adalah

1. Melakukan kajian terhadap kondisi eksisting jalan dan kondisi permukaan jalan , sebagai dasar untuk perbaikan konstruksi.
2. Mengevaluasi kapasitas jalan Purwodadi - Wirosari berdasarkan perhitungan data LHR saat ini dan proyeksi sampai 20 tahun ke depan.
3. Mengkaji jalan Purwodadi - Wirosari berdasarkan data CBR supaya stabil dan mampu menahan beban lalu lintas.

1.4 Manfaat Penelitian

Dengan penyusunan studi evaluasi perencanaan semoga dapat bermanfaat bagi :

a. Mahasiswa

- Wujud dari pembuktian kemampuan mahasiswa sesuai ilmu teknik sipil

yang diperoleh pada saat belajar di perkuliahan.

- Dapat memberikan manfaat dan, menambah pengetahuan perencanaan suatu jalan.

b. Untuk praktisi dan lembaga terkait.

- Hasil study evaluasi ini bisa memberikan tambahan atau informasi bagi instansi terkait sebagai perbendaharaan tentang perencanaan peningkatan jalan.

1.5 Batasan Masalah

Penulis memberi pembatasan yaitu :

1. Tidak membahas secara detail terkait mutu material yang dipakai dalam desain
2. Tidak membahas terkait dengan biaya pelaksanaan
3. Pembatasan terhadap masalah bangunan pelengkap
4. Tidak melakukan pengambilan data

1.6 Sistematika Penulisan

Sesuai dengan panduan yang mengatur penyusunan tesis, struktur tesis yang akan dijalani akan terdiri dari lima bab. Bab-bab tersebut meliputi pendahuluan, tinjauan pustaka, metodologi penelitian, hasil penelitian dan pembahasan, serta kesimpulan dan rekomendasi.

BAB I PENDAHULUAN

Bab awal dari penyusunan tesis ini menjadi langkah pertama dalam memperkenalkan pembaca kepada topik tesis. Di dalam bab ini, akan disajikan informasi mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah, serta struktur penulisan tesis yang akan diikuti.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini, terdapat uraian tentang konsep-konsep teoritis yang akan menjadi dasar atau pedoman bagi penelitian, persyaratan yang harus dipenuhi dalam pelaksanaan penelitian, dan daftar kajian terdahulu yang relevan.

BAB III METODE PENELITIAN

Dalam bab ini, akan diajukan pembahasan mengenai prosedur dan metode penelitian, termasuk langkah-langkah yang ditempuh dalam menjalankan penelitian serta penjelasan terperinci mengenai pelaksanaan penelitian. Bab ini juga mencakup informasi terkait dengan data yang digunakan dan metodologi yang diterapkan dalam penyelidikan yang diajukan dan akan diuji.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini, akan dipaparkan hasil-hasil yang diperoleh dari penelitian, serta dilakukan analisis dan pembahasan mendalam terhadap hasil tersebut. Hasil penelitian akan disajikan dalam bentuk visual seperti gambar, grafik, dan tabel dengan penjelasan yang terperinci. Hasil-hasil yang disampaikan dalam bab kesimpulan haruslah sudah diuraikan terlebih dahulu dalam bagian pembahasan ini.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini, akan terdapat rangkuman kesimpulan setelah melalui proses analisis dan pembahasan yang mendalam. Kesimpulan harus bersifat konkret dan mampu menjawab semua permasalahan yang telah diinvestigasi atau diamati selama penelitian. Bab ini juga akan memuat saran dan rekomendasi yang didasarkan pada temuan penelitian serta pertimbangan peneliti. Saran dan rekomendasi ini akan disusun berdasarkan pandangan dan pemikiran peneliti terhadap hasil penelitian yang telah diperoleh.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Perkerasan kaku, yang juga dikenal sebagai rigid pavement, adalah jenis konstruksi jalan yang utamanya menggunakan beton sebagai komponen utamanya. Jenis perkerasan ini merupakan alternatif lain selain perkerasan lentur yang menggunakan aspal. Biasanya, perkerasan kaku digunakan pada jalan-jalan dengan lalu lintas yang padat dan beban berat, seperti jalan lintas antar provinsi, jembatan layang (fly over), jalan tol, dan persimpangan dengan sistem sinyal. Meskipun komposisinya didominasi oleh beton, seringkali permukaan perkerasan ini dilapisi dengan aspal untuk meningkatkan kenyamanan pengguna jalan.

Dalam standar SNI Pd-T-14-2003, perkerasan kaku berbahan dasar beton semen dibagi menjadi empat jenis, yakni:

1. Perkerasan beton semen bersambung tanpa menggunakan tulangan.
2. Perkerasan beton semen bersambung yang menggunakan tulangan.
3. Perkerasan beton semen menerus yang menggunakan tulangan.
4. Perkerasan beton semen pra-tegang.

Perkerasan kaku, atau rigid pavement, direncanakan dengan tujuan untuk dapat mengakomodasi lalu lintas dengan aman dan nyaman, sambil mempertahankan ketahanan strukturalnya dalam jangka waktu yang diinginkan. Untuk mencapai tujuan tersebut, perkerasan kaku harus memenuhi dua hal penting:

1. Mengurangi beban yang diterima oleh tanah dasar akibat beban lalu lintas hingga tingkat yang masih dapat diterima oleh tanah dasar tersebut. Hal ini perlu dilakukan tanpa menyebabkan perbedaan besar dalam penurunan atau deformasi yang bisa merusak integritas perkerasan.
2. Mampu mengatasi berbagai faktor seperti perubahan volume (kembang-susut) dan penurunan kekuatan tanah dasar, serta pengaruh cuaca dan lingkungan sekitar. Dengan demikian, perkerasan harus tetap stabil dan berfungsi baik meskipun terpapar berbagai kondisi eksternal yang dapat memengaruhi kinerjanya.

Untuk kriteria dasar perencanaan perkerasan kaku terkait dengan jenis

perkerasan, sambungan dan bahu beton bisa disederhanakan seperti tabel dibawah:

Bagan Desain - 4 2020 Perkerasan Kaku Untuk Jalan dengan Beban Lalu Lintas Berat

Jenis perkerasan	Perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan (<i>Jointed plain concrete pavement</i>)
Sambungan melintang	Dengan ruji (<i>dowel</i>)
Bahu jalan	Dengan batang pengikat (<i>tie bar</i>) atau dalam bentuk satu kesatuan dengan pelat beton lajur lalu lintas (<i>monolit</i>) dengan lebar minimum 600 mm dan menggunakan material yang sama dengan lajur utama
Lapis fondasi	Lapis beton kurus di atas lapis fondasi agregat yang juga berfungsi sebagai lapis drainase
Struktur perkerasan	Dihitung berdasarkan PdT - 14 - 2003 Pedoman Perencanaan Perkerasan Beton Semen atau <i>Austroads Guide to Pavement Technology Part 2: Pavement Structural Design</i> (AGPT02-17) atau dengan menggunakan perangkat lunak seperti versi terakhir dari <i>Software Desain Perkerasan Jalan</i> (SDPJ)

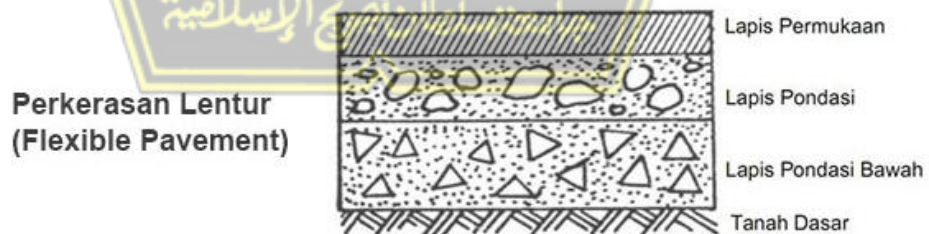
Sumber: MDP 2017 Suplemen 2020

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Konstruksi Perkerasan

a. Perkerasan Lentur

Perkerasan Lentur merupakan jenis perkerasan jalan yang mengandalkan bahan aspal sebagai komponen utamanya. Biasanya, perkerasan ini sering diterapkan dalam pembangunan jalan perkotaan yang memiliki volume lalu lintas yang tinggi. Bahan-bahan yang digunakan dalam perkerasan ini mencakup agregat seperti pasir dan batu, yang dicampur dengan aspal.



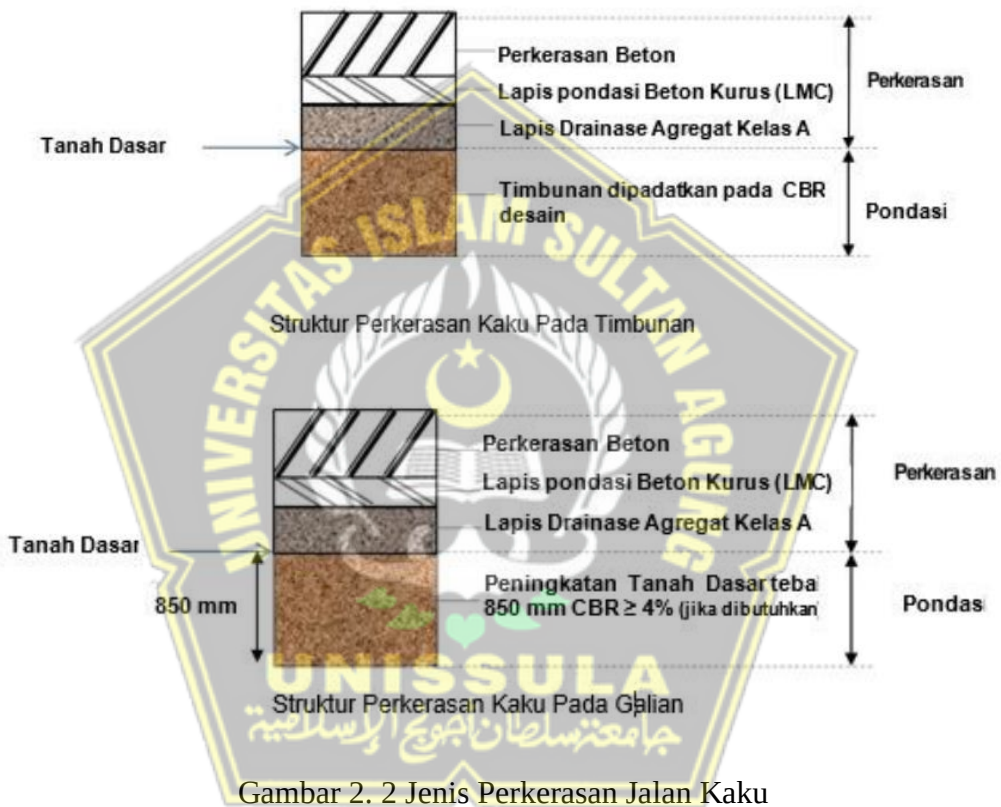
Gambar 2. 1 Jenis Perkerasan Jalan Lentur

Struktur perkerasan jalan terdiri dari beberapa lapisan, dimulai dari lapisan aspal di bagian atas, lalu diikuti oleh lapisan pondasi atau tanah dasar di bawahnya. Namun, ketika tanah dasar memiliki karakteristik yang kurang kokoh, seringkali diperlukan penggunaan bahan geosintetik untuk memperkuat dan menstabilkan lapisan tanah dasar tersebut.

b. Perkerasan Kaku



Struktur Perkerasan Kaku pada Permukaan Tanah Asli (At Grade)



Gambar 2. 2 Jenis Perkerasan Jalan Kaku

Sumber : (MDP 2017)

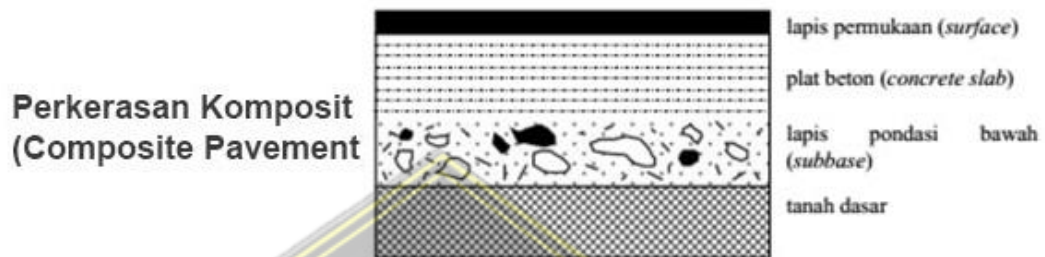
Perkerasan kaku adalah jenis perkerasan jalan yang menggunakan bahan cor beton yang terdiri dari campuran pasir, batu, semen, dan biasanya dilengkapi dengan tulangan berupa rangka besi.

Struktur perkerasan kaku ini terdiri dari lapisan tanah dasar, di atasnya terdapat lapisan beton yang dapat memiliki atau tidak memiliki rangka besi sebagai tulangan. Jenis jalan dengan perkerasan kaku ini biasanya

diterapkan pada jalan raya yang dirancang khusus untuk kendaraan berat dan berkecepatan tinggi, seperti jalan tol.

c. Perkerasan Komposit

Perkerasan Komposit adalah jenis perkerasan jalan yang menggabungkan berbagai bahan, termasuk material cor beton, aspal, dan lapisan tanah dasar, dalam satu konstruksi perkerasan.

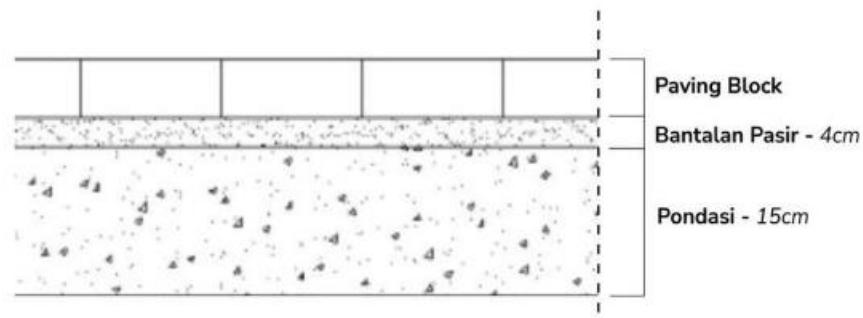


Gambar 2. 3 Jenis Perkerasan Jalan Komposit

Perkerasan jalan gabungan ini dirancang untuk digunakan pada rute jalan yang memiliki volume lalu lintas kendaraan yang relatif ringan, seperti jalur di pinggiran kota dan daerah pedesaan.

d. Paving Blok

Paving block, atau dikenal juga sebagai blok beton, merupakan jenis perkerasan jalan yang terbuat dari campuran bahan seperti pasir, semen, dan mungkin campuran lain seperti abu batu atau komponen lainnya. Sesuai dengan standar SII.0819-88, paving block atau blok beton yang terkunci adalah suatu konstruksi bahan bangunan yang diproduksi dari campuran semen Portland atau jenis bahan perekat hidrolis lainnya, air, serta agregat, dengan atau tanpa penambahan bahan lain yang tidak mengurangi kualitas beton tersebut.



Gambar 2. 4 Jenis Perkerasan Jalan Paving Blok

2.1.2 Kelas Jalan

Kelas Jalan menurut Permen PUPR No.5 Tahun 2018 terdiri atas:

1) Jalan kelas I

Jalan kelas I mencakup jalan arteri dan jalan kolektor yang dapat dilalui oleh Kendaraan Bermotor dengan spesifikasi lebar tidak lebih dari 2.500 mm, panjang tidak melebihi 18.000 mm, tinggi tidak melebihi 4.200 mm, dan berat maksimum sekitar 10 ton.

Dengan persyaratan teknis jalan meliputi :

- a. kecepatan rencana paling lambat adalah 60 km/jam untuk jalan arteri utama, 40 km/jam untuk jalan kolektor utama, 30 km/jam untuk jalan arteri sekunder, dan 20 km/jam untuk jalan kolektor sekunder.
- b. kemiringan jalan paling besar adalah 10%.
- c. setidaknya terdapat dua lajur untuk lalu lintas dua arah.
- d. lebar jalur lalu lintas minimal adalah 7 meter.
- e. radius tikungan terkecil adalah 110 meter.
- f. volume lalu lintas harian rata-rata tahunan kendaraan bermotor dengan mst 10 ton minimal sekitar 6%.
- g. jalan harus dapat dilalui oleh kendaraan peti kemas dengan panjang paling besar 45 kaki atau sekitar 13,72 meter.
- h. jalan harus dapat dilalui oleh kendaraan bermotor dengan mst 10 (sepuluh) ton.

2) Jalan kelas II

Jalan Kelas II mencakup jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui oleh Kendaraan Bermotor dengan lebar tidak lebih dari 2.500 mm, panjang tidak lebih dari 12.000 mm, tinggi tidak lebih dari 4.200 mm, dan berat maksimum sekitar 8 ton.

Dengan persyaratan teknis jalan meliputi :

- a. kecepatan rencana minimal adalah 60 km/jam untuk jalan arteri primer, 40 km/jam untuk jalan kolektor primer, 20 km/jam untuk jalan lokal primer, 15 km/jam untuk jalan lingkungan primer, 30 km/jam untuk jalan arteri sekunder, 20 km/jam untuk jalan kolektor sekunder, dan 10 km/jam untuk jalan lokal sekunder.
- b. kemiringan maksimum jalan adalah 10%.
- c. terdapat minimal dua lajur untuk lalu lintas dua arah.
- d. lebar jalur lalu lintas paling kecil adalah 7 meter.
- e. volume lalu lintas harian rata-rata tahunan kendaraan bermotor dengan mst 10 ton paling tidak kurang dari 3%.
- f. jalan harus bisa dilalui oleh kendaraan peti kemas dengan panjang paling besar 20 kaki atau sekitar 6,09 meter.
- g. jalan harus dapat dilewati oleh kendaraan bermotor dengan mst 8 ton.

3) Jalan kelas III.

Jalan Kelas III mencakup jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang memungkinkan dilalui oleh Kendaraan Bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.100 mm, panjang tidak melebihi 9.000 mm, tinggi tidak melebihi 3.500 mm, dan berat maksimum sekitar 8 ton.

Dengan persyaratan teknis jalan meliputi :

- a. kecepatan rencana minimal adalah 60 km/jam untuk jalan arteri primer, 40 km/jam untuk jalan kolektor primer, 20 km/jam untuk jalan lokal primer, 15 km/jam untuk jalan lingkungan primer, 30 km/jam untuk jalan arteri sekunder, 20 km/jam untuk jalan kolektor sekunder, 10 km/jam untuk jalan lokal sekunder, dan 10 km/jam untuk jalan lingkungan sekunder.
- b. kemiringan maksimum jalan adalah 12%.

- c. terdapat minimal dua lajur untuk lalu lintas dua arah.
- d. lebar jalur lalu lintas paling kecil adalah 5,5 meter.
- e. jalan harus mampu dilewati oleh kendaraan dengan MST 8 ton.

2.1.3 Kapasitas Jalan

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) tahun 1997, kapasitas merujuk pada jumlah lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan pada suatu segmen jalan dalam kondisi tertentu. Ini dinyatakan dalam jumlah kendaraan per jam (kend/jam), atau menggunakan satuan mobil penumpang sebagai satuan kendaraan dalam perhitungan kapasitas, yang diukur dalam satuan mobil penumpang per jam (smp/jam). Persamaan dasar yang digunakan untuk menghitung kapasitas ruas jalan di luar kota dalam MKJI (1997) adalah sebagai berikut:

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \quad (3.1)$$

dengan :

C = kapasitas ruas jalan (smp/jam)

C_o = kapasitas dasar (smp/jam)

FC_w = faktor penyesuaian lebar jalur lalu-lintas

FC_{SP} = faktor penyesuaian pemisahan arah

FC_{SF} = faktor penyesuaian akibat hambatan samping

Untuk menentukan kapasitas dasar (C_o) mengacu pada Tabel 2.1 sebagai berikut :

Tabel 2. 1 Kapasitas Dasar Ruas Jalan

Tipe Jalan	Tipe Alinyemen	Kapasitas dasar (smp/jam)			Catatan
		Jalan Perkotaan	Jalan Luar Kota	Jalan Bebas Hambatan	
Empat lajur terbagi atau satu arah	Datar	1650	1900	2300	Per lajur
	Bukit		1850	2250	
	Gunung		1800	2150	
Empat lajur tak terbagi	Datar	1500	1700		Per lajur
	Bukit		1650		
	Gunung		1600		
Dua lajur tak terbagi	Datar	2900	3100	3400	Total dua arah
	Bukit		3000	3300	
	Gunung		2900	3200	

Sumber : MKJI (1997)

Menentukan faktor penyesuaian kapasitas untuk lebar jalur lalu lintas (FCw) ditetapkan dengan mengacu pada Tabel 2.2 Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Lebar Jalur Lalu Lintas (FCw)

Tabel 2. 2 Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Lebar Jalur Lalu Lintas (FCw)

Tipe Jalan	Lebar jalur lalu lintas efektif (Wc) (m)	FCw		
		Jalan Perkotaan	Jalan Luar Kota	Jalan Bebas Hambatan
6/2 D atau 4/2 D per lajur	3,00	0,92	0,91	
	3,25	0,96	0,96	0,96
	3,50	1,00	1,00	1,00
	3,75	1,04	1,03	1,03
	4,00			
4/2 UD Per lajur	3,00	0,91	0,91	
	3,25	0,95	0,96	
	3,50	1,00	1,00	
	3,75	1,05	1,03	
	4,00			
2/2 UD Total 2 arah	5,0	0,56	0,69	
	6,0	0,87	0,91	
	6,5			0,96
	7,0	1,00	1,00	1,00
	7,5			1,04
	8,0	1,14	1,08	
	9,0	1,25	1,15	
	10,0	1,29	1,21	
	11,0	1,34	1,27	

Sumber : MKJI, 1997

Faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisah arah (FCsp) dapat ditetapkan dengan Tabel 2.3

Tabel 2. 3 Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Pemisah Arah (FCsp)

Pemisah arah SP %-%		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
Jalan Perkotaan	2/2	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88
	4/2	1,00	0,985	0,97	0,955	0,94
Jalan Luar Kota	2/2	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88
	4/2	1,00	0,975	0,95	0,925	0,9
Jalan Bebas Hambatan	2/2	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88

Sumber : MKJI (1997)

Tabel 2. 4 Faktor Penyesuaian Akibat Hambatan Samping (FCsf)

Tipe Jalan	Kelas hambatan samping	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping untuk jalan dengan bahu (FCsf)			
		Lebar bahu efektif (Ws)			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
4/2	VL	0,99	1,00	1,01	1,03
	L	0,96	0,97	0,99	1,01
	M	0,93	0,95	0,96	0,99
	H	0,90	0,92	0,95	0,97
	VH	0,88	0,90	0,93	0,96
4/2 UD atau 2/2 UD	VL	0,97	0,99	1,00	1,02
	L	0,93	0,95	0,97	1,00
	M	0,88	0,91	0,94	0,98
	H	0,84	0,87	0,91	0,95
	VH	0,80	0,83	0,88	0,93

Sumber : MKJI (1997)

Tabel 2. 5 Faktor Penyesuaian Akibat Hambatan Samping (FCsf) (Lanjutan)

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping Untuk Jalan dengan Bahu (FCSF)			
		Lebar bahu efektif (Ws)			
		$<0,5$	1	1,5	>2
	VL	0,97	0,99	1	1,02
	L	0,93	0,95	0,97	1
	M	0,88	0,91	0,94	0,98
	H	0,84	0,87	0,91	0,95
	VH	0,8	0,83	0,88	0,93

Sumber : MKJI, 1997

Tabel 2. 6 Penyesuaian Kapasitas Untuk Ukuran Kota

Ukuran Kota (juta penduduk)	Faktor penyesuaian untuk ukuran kota
$< 0,1$	0,9
0,1 - 0,5	0,93

0,5 - 1,0	0,95
1,0 - 3,0	1
> 3,0	1,03

Sumber : MKJI, 1997

Persamaan dasar untuk menghitung kapasitas ruas jalan dalam MKJI (1997) adalah sebagai berikut:

a. Jalan Perkotaan :

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs} \quad (2.3)$$

b. Jalan Luar Kota :

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \quad (2.4)$$

c. Jalan Bebas Hambatan :

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \quad (2.5)$$

Keterangan :

C : kapasitas ruas jalan (smp/jam)

C_o : kapasitas dasar (smp/jam)

FC_w : faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas

FC_{sp} : faktor penyesuaian pemisahan arah

FC_{sf} : faktor penyesuaian akibat hambatan samping

FC_{cs} : faktor penyesuaian ukuran kota

2.1.4 Derajat Kejenuhan

Adalah perbandingan banyaknya kendaraan yang melewati dengan kemampuan suatu jalan, dengan asumsi teori 0-1, jika mencapai angka 1 jalan jenuh.

$$DS = \frac{Q}{C} \quad (2.6)$$

Dimana :

DS : Derajat kejenuhan

Q : Arus lalu lintas (smp/jam)

C : Kapasitas ruas jalan (smp/jam)

Berdasarkan Nilai Derajat Kejenuhan (DS) dapat dicari tingkat pelayanan jalan,

dengan menggunakan Tabel 2.7

Tabel 2. 7 Tingkat Pelayanan Jalan Berdasarkan Q/C

Tingkat Pelayanan	Rasio (V/C)	Karakteristik
A	0,00 – 0,20	Arus bebas dengan kecepatan tinggi, pengemudi dapat memilih kecepatan yang diinginkan tanpa tundaan
B	0,20 – 0,44	Arus stabil, kecepatan mulai dibatasi oleh kondisi lalu lintas, pengemudi memiliki kebebasan yang cukup untuk memilih kecepatan
C	0,45 – 0,74	Arus stabil, tetapi kecepatan dan gerak kendaraan dibatasi oleh kondisi lalu lintas, pengemudi dibatasi dalam memilih kecepatan
D	0,75 – 0,84	Arus mendekati tidak stabil, kecepatan masih dikendalikan oleh kondisi arus lalu lintas, rasio Q/C masih bisa ditoleransi
E	0,85 – 1,00	Volume lalu lintas mendekati kapasitas, arus tidak stabil, kecepatan kadang terhenti
F	>1,00	Arus lalu lintas macet, kecepatan rendah, antrean

Sumber : MKJI, 1997

2.1.5 Fungsi Jalan

Adalah manfaat dari jalan tersebut sehingga dapat bermanfaat bagi masyarakat dan sebagai penghubung antara wilayah yang dapat meningkatkan perkonomian dan aktifitas

Jenis jaringan yaitu primer dan sekunder.

Jalan primer adalah transportasi antar propinsi dan anatr wilayah yang ramai.

Jalan sekunder pelayanan transportasi menghubungkan antara wilayah perkotaan atau dareah yang sudah maju dengan daerah yang berkembang.

Fungsi jalan, yaitu:

- a. Jalan arteri, merupakan jalan nasional yang dilewati kendaran antar kota dan antar propinsi.dengan kecepatan tinggi serta jumlah yang bebas
- b. Jalan kolektor, adalah penghubung antar daerah dalam lingkup kabupaten atau dalam satu propinsi prasarana dengan kecepatan sedang dan kendaraan yang terbatas
- c. Jalan lokal, jalan antar desa atau kecamatan yang wilayah nya meliputi dalam suatu kabupaten dengan kecepatan rendah dan daya dukung jalan juga kecil serta jarak dekat

2.1.6 Kinerja Perkerasan Jalan

Terdiri dari 3 hal yaitu :

Keselamatan, berdasarkan oleh besarnya gesekan yang disebabkan oleh hubungan antara roda dengan lapisan atas jalan. Besarnya gaya gesek ditentukan wujud dan keadaan roda,

- a. Iklim ,permukaan jalan, dls.
- b. Wujud perkerasan (structural perkerasan), misalnya ada gelombang, amblas, alur, retak-retak.
- c. Fungsi pelayanan , yaitu dengan adanya jalan yang memenuhi syarat teknis maka akan dirasakan oleh pengguna jalan suatu bentuk kenyamanan pada saat melewati jalan tersebut sehingga aktifitas masyarakat dan perekonomian dapat berjalan lancar dan nyaman.

Kenyamanan ditentukan menurut asumsi sbb:

- Jalan dibangun untuk memudahkan masyarakat melalui dengan lancar dan cepat
- Kenyamanan adalah faktor subjektif.
- Kenyamanan berdasar wujud jalan dirasakan secara nyata dan berdasarkan komentar dari masyarakat yang memakai jalan tersebut.
- Wujud dari perkerasan berasal dari sumber data pembangunan yang jelas asal usulnya.
- Pelayanan bagi para pengguna jalan.

2.1.7 Umur Rencana

Adalah waktu pada saat jalan tersebut dibangun dan diserahkan untuk pemakaian hingga sampai kondisi jalan tersebut mengalami kerusakan dan perlu Umur konstruksi aspal dua puluh tahun dan untuk peningkatan sepuluh tahun. Umur rencana diatasdua puluh tahun tidak lagi layak disebabkan perkembangan jumlah kendaraan yang sudah banyak serta sulit memperoleh ketelitian yang memenuhi syarat. (Sukirman, 1999)

Tabel 2. 8 Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (tahun) ⁽¹⁾
Perkerasan lentur	Lapisan aspal dan lapisan berbutir ⁽²⁾ .	20
	Fondasi jalan	40
	Semua perkerasan untuk daerah yang tidak dimungkinkan pelapisan ulang (<i>overlay</i>), seperti: jalan perkotaan, <i>underpass</i> , jembatan, terowongan.	
	<i>Cement Treated Based (CTB)</i>	
Perkerasan kaku	Lapis fondasi atas, lapis fondasi bawah, lapis beton semen, dan fondasi jalan.	
Jalan tanpa penutup	Semua elemen (termasuk fondasi jalan)	Minimum 10

Catatan :

- Jika dianggap sulit untuk menggunakan umur rencana di atas, maka dapat digunakan umur rencana berbeda, namun sebelumnya harus dilakukan analisis dengan *discounted lifecycle cost* yang dapat menunjukkan bahwa umur rencana tersebut dapat memberikan *discounted lifecycle cost* terendah. Nilai bunga diambil dari nilai bunga rata-rata dari Bank Indonesia, yang dapat diperoleh dari <http://www.bi.go.id/web/en/Moneter/BI+Rate/Data+BI+Rate/>.
- Umur rencana harus memperhitungkan kapasitas jalan.

Sumber : MDP 2017

2.1.8 Arus Lalu Lintas

Dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) tahun 1997, Satuan Mobil Penumpang (SMP) didefinisikan sebagai satuan yang digunakan untuk mengukur arus lalu lintas, di mana berbagai jenis kendaraan dikonversi menjadi ekivalen mobil penumpang (EMP). EMP ini adalah faktor yang menggambarkan bagaimana berbagai jenis kendaraan mempengaruhi kecepatan kendaraan ringan dalam arus lalu lintas. Sebagai contoh, untuk mobil penumpang dan kendaraan ringan yang memiliki karakteristik serupa, nilai EMP adalah 1,0. Nilai-nilai EMP untuk berbagai jenis kendaraan di ruas jalan perkotaan dapat ditemukan dalam Tabel 2.9

Tabel 2. 9 Daftar Besaran Ekuivalensi Mobil Penumpang

Tipe Jalan	Arus Lalu Lintas Total Dua Arah (kend/jam)	Emp			
		Kendaraan Ringan (LV)	Kendaraan Berat (HV)	Sepeda Motor (MC)	
				Lebar Jalur, Wc (m)	
				≤ 6	≥ 6
Dua Lajur Tak Terbagi (2/2UD)	0 s.d 1.800	1,0	1,3	0,5	0,4
	1.800 ≥ 3.700		1,2	0,35	0,25
Empat Lajur Tak Terbagi (4/2UD)	0 s.d 3.700	1,0	1,3	0,4	
	3.700 ≥ 7.400		1,2	0,25	

Sumber : Bina Marga 1997

Tipe kendaraan yang diamati disesuaikan dengan tiga kelompok kendaraan di atas, yaitu :

1. Sepeda motor (motor cycle/ MC) Kendaraan bermotor beroda dua atau tiga dengan jumlah penumpang maksimum 2 orang termasuk pengemudi. Termasuk disini adalah sepeda motor, scooter, dan sebagainya.
2. Kendaraan ringan (light vehicle/LV) Semua jenis kendaraan bermotor beroda empat yang termasuk di dalamnya:
 - a. Mobil penumpang, yaitu kendaraan bermotor beroda empat yang digunakan untuk mengangkut penumpang dengan maksimum sepuluh orang termasuk pengemudi (Sedan, Station Wagon, Jeep, Combi, Opelet, Minibus)

- b. Pick-up, mobil hantaran dan mikro truk, dimana kendaraan beroda empat dan dipakai untuk angkutan barang.
3. Kendaraan berat (heavy vehicle/HV) Kendaraan berat diantaranya sebagai berikut ini:
 - a. Mikro Bus: semua kendaraan yang digunakan untuk angkutan penumpang dengan jumlah tempat duduk 20 buah termasuk pengemudi.
 - b. Bus: semua kendaraan yang digunakan untuk angkutan penumpang dengan jumlah tempat duduk sebanyak 40 buah atau lebih termasuk pengemudi.
 - c. Truk: semua kendaraan angkutan bermotor beroda empat atau lebih dengan berat total lebih dari 2,5 ton. Termasuk di sini Truk 2-as, Truk 3-as, Truk Tanki, Mobil Gandeng, Semi Trailer, dan Trailer.

Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Bisa dipastikan bahwa setiap tahunnya pasti terjadi kenaikan jumlah lalu lintas, seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan ekonomi di suatu daerah.

Tabel 4.1. Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (*I*) (%)

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

Sumber: MDP 2017

2.1.9 Jumlah Lajur & Koef Distribusi Kendaraan (C)

Jumlah Lajur dan Koef distribusi terdapat pada tabel 2.9 di bawah ini, dengan memahami tabel tersebut maka akan bisa memahami jenis jenis lajur jalan sesuai lebar jalan

Tabel 2. 10 Lebar Perkerasan

Lebar Perkerasan (L)	Jumlah Lajur (n)
$L < 5,5 \text{ m}$	satu
$5,5 \text{ m} < L < 8,25$	dua
$8,25 \text{ m} < L < 11,25 \text{ m}$	tiga
$11,25 < L < 15 \text{ m}$	empat
$15 \text{ m} < L < 18,75 \text{ m}$	lima
$18,75 \text{ m} < L < 22 \text{ m}$	enam

Sumber : Alamsyah . 2001

Koefisien distribusi kendaraan (C) ditentukan melalui tabel 2.11

Tabel 2. 11 Koefisien Distribusi Ke Lajur Rencana

Jumlah Lajur	Kendaraan ringan		Kendaraan Berat	
	searah	dua arah	searah	dua arah
satu	1,0	1,0	1,0	1,0
dua	0,6	0,5	0,7	0,5
tiga	0,4	0,4	0,5	0,475

Sumber : Alamsyah . 2001

*) berat total < 5 ton, kendaraan roda empat kecil.

**) berat total >5 ton, kendaraan berat

2.1.10 Angka Ekvivalen (e) Beban Sumbu Kendaraan

Tabel 2. 12 Angka Ekvivalen Beban Sumbu Kendaraan

Golongan Kendaraan		Angka Ekvivalen	
Kg	Lbs	Sumbu Tunggal	Sumbu Double
1000	2205	0,0002	-
2000	4409	0,0036	0,0003
3000	6614	0,0183	0,0016
4000	8818	0,0577	0,0050
5000	11023	0,1410	0,0121
6000	13228	0,2923	0,0251
7000	15432	0,5415	0,0466
8000	17637	0,9238	0,0794
8.160	18000	1,0000	0,0860
9000	19841	1,4798	0,1273
10000	22046	2,2555	0,1940
11000	24251	3,3022	0,2840
12000	26455	4,6770	0,4022
13000	28660	6,4419	0,5540
14000	30864	8,6647	0,7452
15000	33089	11,4184	0,9820
16000	35276	14,2712	1,2712

Sumber : MKJI, 1997

2.1.11 Daya Dukung Tanah Dasar

Kemampuan tanah dasar dalam rangka untuk menahan beban di atasnya baik konstruksi jalan maupun beban kendaraan di atas jalan yang melewatinya, adapun untuk pengetesanya memakai metode CBR lapangan dengan laboratorium .

CBR lapangan umumnya untuk perencanaan lapis tambahan (overlay).

CBR laboratorium digunakan pada pembuatan jalan baru. Daya dukung tanah dicari dengan pengukuran nilai CBR. Nilai CBR yang dilaporkan, berdasar grafik:

- Diambil CBR yang kecil
- Mencari CBR > dari nilai setiap CBR

- Angka paling banyak merupakan 100% dan jumlah lainya sebagai presentase dari 100%
- Grafik CBR dengan prosentase jumlahnya.
- Nilai CBR yang dipakai dengan presentase 90%

2.1.12 Data Distribusi Beban (HVAG)

Data ini diperoleh dari studi penimbangan beban gandar kendaraan di beberapa provinsi pada periode 2015-2019. Dengan data ini maka desain perkerasan kaku dapat dilakukan menggunakan data yang lebih baik sesuai dengan kondisi beban berlebih maupun beban normal.



Tabel 2. 13 Tabel HVAG Faktual Untuk Wilayah Pantura Jawa Tengah

Beban Kelompok Sumbu (kN)	STRT (%)	STRG (%)	STdRT (%)	STdRG (%)	STPRG (%)
10	0.02	0.03	0.00	0.00	0.00
20	7.18	0.01	0.00	0.00	0.00
30	22.11	0.07	0.00	0.01	0.00
40	24.58	0.83	0.00	0.04	0.00
50	22.50	3.94	1.02	0.06	0.00
60	11.31	13.59	1.02	0.28	0.00
70	11.06	17.36	0.00	0.61	0.00
80	0.83	6.87	3.06	0.76	0.64
90	0.30	10.36	12.24	1.21	0.64
100	0.11	10.91	3.06	1.53	0.00
110	0.00	8.01	9.18	2.05	0.96
120	0.00	6.29	10.20	3.13	0.64
130	0.00	3.69	4.08	3.81	0.64
140	0.00	14.53	11.22	4.00	1.28
150	0.00	3.21	5.10	4.00	1.28
160	0.00	0.24	6.12	3.60	1.28
170	0.00	0.07	9.18	4.51	6.09
180	0.00	0.00	5.10	4.93	2.88
190	0.00	0.00	19.39	2.94	3.53
200	0.00	0.00	0.00	3.61	4.81
210	0.00	0.00	0.00	5.36	1.60
220	0.00	0.00	0.00	4.63	4.49
230	0.00	0.00	0.00	7.07	5.77
240	0.00	0.00	0.00	3.39	3.21
250	0.00	0.00	0.00	4.10	1.92
260	0.00	0.00	0.00	5.83	2.56
270	0.00	0.00	0.00	5.41	3.53
280	0.00	0.00	0.00	2.85	2.88
290	0.00	0.00	0.00	2.44	3.21
300	0.00	0.00	0.00	3.60	1.60
310	0.00	0.00	0.00	14.19	3.85
320	0.00	0.00	0.00	0.03	2.88
330	0.00	0.00	0.00	0.01	3.85
340	0.00	0.00	0.00	0.00	1.28
350	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60
360	0.00	0.00	0.00	0.00	1.28
370	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60
380	0.00	0.00	0.00	0.00	10.90

Beban Kelompok Sumbu (kN)	STRT (%)	STRG (%)	STdRT (%)	STdRG (%)	STPRG (%)
390	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60
400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32
410	0.00	0.00	0.00	0.00	1.28
420	0.00	0.00	0.00	0.00	14.10
JUMLAH	100	100	100	100	100

Tabel 2. 14 Tabel HVAG Normal Untuk Wilayah Pantura Jawa Tengah

JAWA TENGAH - PANTURA BEBAN NORMAL

Beban Kelompok Sumbu (kN)	STRT (%)	STRG (%)	STdRT (%)	STdRG (%)	STPRG (%)
10	0.02	0.03	0.00	0.00	0.00
20	7.18	0.01	0.00	0.00	0.00
30	22.11	0.07	0.00	0.01	0.00
40	24.58	0.83	0.00	0.04	0.00
50	22.50	3.94	1.02	0.06	0.00
60	11.31	13.59	1.02	0.28	0.00
70	11.06	17.36	0.00	0.61	0.00
80	1.24	55.99	3.06	0.76	0.64
90	0.00	0.35	94.90	1.21	0.64
100	0.00	7.83	0.00	1.53	0.00
110	0.00	0.00	0.00	2.05	0.96
120	0.00	0.00	0.00	3.13	0.64
130	0.00	0.00	0.00	3.81	0.64
140	0.00	0.00	0.00	4.00	1.28
150	0.00	0.00	0.00	4.00	1.28
160	0.00	0.00	0.00	3.60	1.28
170	0.00	0.00	0.00	4.51	6.09
180	0.00	0.00	0.00	70.38	2.88
190	0.00	0.00	0.00	0.00	3.53
200	0.00	0.00	0.00	0.00	80.13
JUMLAH	100	100	100	100	100

2.1.13 Jenis Perkerasan Kaku

Jenis perkerasan kaku yang dikenal ada 5, yaitu:

1. Perkerasan kaku bersambung tanpa tulangan (*jointed unreinforced/ plain concrete pavement*)
2. Perkerasan kaku bersambung dengan tulangan (*jointed reinforced concrete pavement*)
3. Perkerasan kaku menerus dengan tulangan (*continously reinforced concrete pavement*)
4. Perkerasan beton semen prategang (*prestressed concrete pavement*)
5. Perkerasan beton semen pracetak (dengan maupun tanpa prategang)

Perkerasan kaku nomor 1, 2, dan 3 termasuk dalam kategori perkerasan kaku konvensional. Dalam perancangannya, perhatian yang serius diberikan pada detail dan konstruksi sambungan. Ketiga jenis perkerasan konvensional ini dapat diterapkan dalam proses pelapisan ulang (overlay), walaupun perkerasan kaku bersambung tanpa tulangan adalah yang paling sering digunakan dalam praktiknya.

1. **Perkerasan kaku bersambung tanpa tulangan (*jointed unreinforced/ plain concrete pavement*)**

Perkerasan kaku bersambung tanpa tulangan, juga dikenal sebagai plain concrete pavement, adalah jenis perkerasan jalan yang telah terbukti tahan lama dan kuat. Komposisinya terdiri dari beton biasa yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, semen, dan air. Proses konstruksi melibatkan pengecoran beton dalam bentuk panel persegi panjang yang dipisahkan oleh sambungan perkerasan. Dua jenis sambungan utama digunakan: sambungan ekspansi untuk mengakomodasi pemuaian dan kontraksi termal serta sambungan konstruksi yang memisahkan pengecoran yang berbeda. Keunggulan perkerasan ini termasuk tahan lama, perawatan yang relatif rendah, dan ketahanan terhadap beban berat, menjadikannya pilihan populer untuk berbagai jenis jalan.

Pemuaian dan penyusutan perkerasan diatasi melalui penggunaan sambungan. Biasanya, sambungan susut ditempatkan dengan jarak yang relatif dekat, sekitar 3,6 hingga 6 meter, dengan standar di Indonesia berkisar antara 4,5 hingga 5 meter. Jarak yang dekat ini dirancang untuk mencegah terbentuknya retakan di dalam pelat perkerasan hingga mencapai umur layan perkerasan yang lebih lanjut. Dengan demikian, perkerasan ini dapat mempertahankan integritas strukturalnya dalam jangka waktu yang lebih lama.

Untuk meningkatkan kinerja perkerasan ini, beberapa teknik pembaruan dapat digunakan, seperti lapisan overlay atau pengawasan suhu untuk mengendalikan pemuaian dan kontraksi termal. Dalam konteks perencanaan jalan yang berkelanjutan, penting untuk mempertimbangkan efisiensi energi dan dampak lingkungan dari perkerasan kaku bersambung tanpa tulangan. Dengan perawatan

yang tepat dan pembaruan yang sesuai, perkerasan ini akan terus menjadi komponen penting dari sistem transportasi di seluruh dunia dan dapat memberikan manfaat jangka panjang bagi masyarakat dan lingkungan.

2. **Perkerasan kaku bersambung dengan tulangan (*jointed reinforced concrete pavement*)**

Perkerasan kaku bersambung dengan tulangan (*jointed reinforced concrete pavement*) adalah jenis perkerasan jalan yang menggunakan tulangan baja sebagai tambahan untuk meningkatkan kekuatan dan ketahanannya. Perkerasan ini umumnya digunakan pada jalan-jalan dengan lalu lintas berat, seperti jalan tol atau jalan arteri utama. Keunggulan utama perkerasan ini adalah kemampuannya untuk menahan beban yang sangat besar dan menahan retakan serta deformasi yang dapat terjadi akibat beban berat dan perubahan suhu.

Perkerasan kaku bersambung dengan tulangan memiliki pelat yang lebih panjang dan dilengkapi dengan tambahan tulangan. Jarak antara sambungan umumnya berkisar antara 7,5 hingga 12 meter. Biasanya, persentase tulangan yang digunakan dalam arah memanjang mencapai antara 0,1% hingga 0,2% dari luas penampang melintang beton, sedangkan penulangan dalam arah melintang biasanya lebih sedikit. Tulangan pada jenis perkerasan ini tidak bertujuan untuk memberikan dukungan struktural utama, tetapi lebih untuk menjaga agar retakan tetap rapat, yang bertujuan untuk mencegah pergerakan horizontal sepanjang bidang retakan.

Pada perkerasan kaku bersambung dengan tulangan, tulangan baja biasanya ditempatkan di bawah lapisan beton. Tulangan ini membantu dalam mendistribusikan beban secara merata ke seluruh permukaan perkerasan, mengurangi retakan yang mungkin muncul akibat beban konsentris. Selain itu, tulangan juga membantu mengontrol pergerakan permukaan perkerasan yang disebabkan oleh pemuaian dan penyusutan termal, sehingga mengurangi potensi kerusakan pada perkerasan. Dengan tambahan tulangan, perkerasan ini mampu memberikan umur layan yang lebih lama dibandingkan dengan perkerasan kaku bersambung tanpa tulangan.

3. **Perkerasan kaku menerus dengan tulangan (*continuously reinforced concrete pavement*)**

Perkerasan kaku menerus dengan tulangan (*continuously reinforced concrete pavement* atau CRCP) adalah jenis perkerasan jalan yang dirancang khusus untuk menahan beban berat dan mengurangi retakan. Dalam perkerasan ini, tulangan baja ditempatkan secara kontinu sepanjang panjang jalan, menciptakan jaringan tulangan yang terintegrasi dengan beton. CRCP sering digunakan pada jalan tol, jalan arteri utama, dan jalan-jalan dengan lalu lintas berat lainnya karena kemampuannya untuk memberikan kinerja yang sangat baik dalam jangka waktu yang panjang.

Retak-retak rambut dapat muncul pada jenis perkerasan ini, tetapi ini bukan masalah yang memengaruhi kinerjanya secara signifikan. Karakteristik retak ini terdiri dari beberapa retakan dengan jarak antara 0,6 hingga 2,4 meter. Retakan tersebut tetap terjaga oleh tulangan yang ada, yang memungkinkan interlocking agregat dan penyaluran gaya geser tetap berlangsung. Jika interlocking geser agregat tidak dipertahankan, maka kerusakan punch out pada tepi perkerasan dapat terjadi, yang merupakan jenis kerusakan yang umum terjadi pada perkerasan kaku menerus dengan tulangan. Untuk mempertahankan kondisi ini, perkerasan ini membutuhkan anker pada awal dan akhir perkerasan untuk menahan ujung-ujungnya dari kontraksi akibat penyusutan dan membantu pengembangan retak sesuai dengan yang diinginkan.

Salah satu fitur utama CRCP adalah penggunaan tulangan baja yang terus-menerus. Tulangan ini berfungsi untuk mendistribusikan beban kendaraan secara merata ke seluruh permukaan perkerasan, mengurangi potensi retakan akibat beban berat dan perubahan suhu. Selain itu, tulangan juga membantu dalam menjaga kestabilan dimensi perkerasan, mencegah kemungkinan deformasi, dan mempertahankan integritas struktural. Hasilnya adalah perkerasan yang sangat tahan terhadap kerusakan dan memerlukan sedikit perawatan selama masa pakainya. Meskipun CRCP memiliki kinerja yang sangat baik, biaya konstruksinya lebih tinggi daripada perkerasan kaku bersambung dengan tulangan atau perkerasan tanpa tulangan. Proses pemasangan tulangan yang cermat dan persiapan permukaan yang lebih

rumit memerlukan investasi awal yang signifikan. Namun, dalam jangka panjang, biaya pemeliharaan lebih rendah dibandingkan dengan perkerasan kaku bersambung tanpa tulangan karena CRCP memerlukan sedikit perbaikan dan memiliki umur layan yang panjang.

4. Perkerasan beton semen prategang (*prestressed concrete pavement*)

Perkerasan beton semen prategang (*prestressed concrete pavement*) adalah inovasi dalam teknologi perkerasan jalan yang dirancang untuk meningkatkan ketahanan dan umur layan perkerasan. Ini adalah jenis perkerasan yang memanfaatkan konsep prategang, di mana tulangan baja khusus ditempatkan di dalam beton dengan tegangan awal yang disebut prategangan. Tujuan utama dari prategang adalah untuk mengompensasi tegangan yang dihasilkan oleh beban lalu lintas dan pemuaian termal, sehingga mengurangi risiko keretakan dan deformasi.

Salah satu fitur utama dari perkerasan beton semen prategang adalah penggunaan kabel atau batang prategang yang ditempatkan di dalam elemen beton. Kabel atau batang ini ditarik dengan kekuatan tinggi sebelum beton dicurahkan. Setelah beton mengeras dan kabel atau batang dilepaskan, tulangan prategang memberikan kompresi internal pada beton, menjaga permukaan perkerasan tetap dalam keadaan tegang. Dengan demikian, perkerasan ini mampu menahan beban berat dan deformasi dengan lebih baik daripada perkerasan beton konvensional.

Keunggulan utama dari perkerasan beton semen prategang adalah ketahanan yang luar biasa terhadap retakan dan deformasi. Ini menjadikannya pilihan yang ideal untuk jalan-jalan dengan lalu lintas berat, seperti jalan tol dan jalan arteri utama. Umur layan perkerasan ini juga dapat lebih lama daripada perkerasan konvensional jika dirawat dengan baik. Namun, biaya awal konstruksi perkerasan beton semen prategang cenderung lebih tinggi daripada perkerasan konvensional karena teknik prategang yang kompleks. Dalam konteks perencanaan jalan yang berkelanjutan, perkerasan beton semen prategang memiliki potensi untuk mengurangi kebutuhan perawatan jalan secara keseluruhan, mengurangi limbah konstruksi, dan memperpanjang umur layan infrastruktur jalan. Dengan demikian, meskipun biaya awal yang tinggi, investasi dalam perkerasan beton semen prategang dapat

menghasilkan manfaat jangka panjang dalam hal keandalan dan ketahanan infrastruktur jalan.

5. **Perkerasan beton semen pracetak (dengan maupun tanpa prategang)**

Perkerasan beton semen pracetak adalah salah satu inovasi penting dalam konstruksi jalan yang melibatkan pembuatan panel beton sebelumnya di pabrik, yang kemudian dipasang di lokasi proyek. Metode ini dapat melibatkan penggunaan beton pracetak dengan atau tanpa prategang, dan keduanya memiliki karakteristik dan manfaat yang berbeda. Penggunaan perkerasan kaku pracetak memiliki beberapa keuntungan, antara lain kualitas beton dapat terjaga sesuai dengan rencana, dampak cuaca yang minim, serta minim gangguan terhadap lalu lintas selama pelaksanaan. Jenis perkerasan kaku pracetak dapat dibagi menjadi dua kategori, yaitu perkerasan kaku pracetak tanpa prategang dan perkerasan kaku pracetak dengan prategang. Sebagai contoh, perkerasan kaku pracetak dengan prategang memiliki pelat berketebalan 20 cm, yang setara dengan perkerasan kaku konvensional berketebalan 35,5 cm.

Dalam perkerasan kaku pracetak prategang, terdapat tiga jenis pelat yang digunakan, yaitu: Joint panel: Terletak di ujung setiap rangkaian pelat prategang dan memiliki sambungan ruji untuk mengakomodasi pergerakan horizontal pelat. Central panel: Terletak di tengah-tengah rangkaian pelat dan memiliki lubang atau pocket untuk penempatan ujung prategang. Strand base panel: Pelat yang terletak di antara joint panel dan central panel.

Perkerasan beton semen pracetak dengan prategang melibatkan pemasangan panel beton yang telah diberi prategang kabel atau batang baja di pabrik sebelumnya. Prategang ini memberikan ketegangan kompresi awal pada beton, yang membantu meningkatkan daya dukung, ketahanan terhadap deformasi, dan ketahanan terhadap retakan. Keuntungan utama dari perkerasan pracetak dengan prategang adalah ketahanan yang lebih tinggi terhadap beban berat dan perubahan suhu. Hal ini membuatnya menjadi pilihan yang cocok untuk jalan-jalan dengan lalu lintas berat dan kondisi iklim ekstrem. Namun, biaya pembuatan panel pracetak dengan

prategang biasanya lebih tinggi, dan proses prategang itu sendiri memerlukan peralatan dan tenaga kerja yang lebih khusus dan mahal.

Sumber: Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia (BPSDM) Kementerian PUPR

2.2 Penelitian Terdahulu

Tabel 2. 15 Penelitian Terdahulu

1	Sumber Penelitian	Babang Junoto Budi Supranyoto Bambang Pudjianto *) I.Y. Wicaksono *)
	Tahun Terbit/Publikasi	2017
	Tempat Terbit/Publikasi	Universitas Diponegoro Semarang Teknik sipil
	Judul	Analisis Kerusakan dan Penanganan Ruas Jalan Purwodadi - Geyer
	Metode Analisis	Design perkerasan Beton Semen.DPU DirJend Bin Mar. 2006. Perkerjaan Lapis Pondasi
	Hasil Penelitian	Untuk perkerasan ruas jalan Purwodadi-Geyer, berkaitan dengan kapasitas jalan perlu dilalukan pelebaran jalan. Mengenai lapis permukaan, khususnya pada perkerasan lentur perlu dilakukan peningkatan dengan cepat untuk mengurangi kerusakan yang ada.
2	Sumber Penelitian	Andyas Nur Wicaksono Ary Setyawan Slamet Jauhari Legowo
	Tahun Terbit/Publikasi	2017

	Tempat Terbit/Publikasi	Universitas Sebelas Maret Teknik sipil
	Judul	Perencanaan Tebal Lapis Tambah Metode PD T-05-2005-B dan Metode SDP JL Pada Jalan Nasional Di Yogyakarta
	Metode Analisis	Penelitian ini menggunakan dua metode <i>overlay</i> yang telah menggunakan data lendutan dalam perhitungannya, yaitu Metode Lendutan Pd T-05-2005-B dan Metode <i>Software</i> Desain Perkerasan Jalan Lentur
	Hasil Penelitian	Perhitungan menghasilkan tebal lapis tambah untuk metode Pd T-05-2005-B dan SDPJL berturut-turut adalah 6,73 cm dan 5,5 cm.
3	Sumber Penelitian	Gayung Andika Dumawa Miftahul Huda
	Tahun Terbit/Publikasi	2018
	Tempat Terbit/Publikasi	Universitas Wijaya Kusuma Surabaya Teknik Sipil
	Judul	Perencanaan Pelebaran dan Anggaran Biaya Ruas Jalan Bulu (Batas Provinsi Jawa Tengah) – Tuban Menggunakan Perkerasan Lentur
	Metode Analisis	Metode analisis data yang digunakan pada penelitian bersifat kuantitatif dan kualitatif. Penelitian kuantitatif adalah suatu jenis penelitian menemukan yang pada dasarnya menggunakan pendekatan <i>survey</i>

	Hasil Penelitian	Data volume lalu lintas ruas jalan bulu memperlihatkan tingkat kenaikan volume lalu lintas. Tercatat tahun 2015 – 2019 dengan total 73.827,5 lalu lintas harian rata-rata. Kapasitas jalan menunjukkan total 3100 smp/jam. Kelayakan jalan ditinjau dari segi lalu lintas yang akan ditentukan berdasarkan nilai derajat kejenuhan yang baik, yaitu $> 0,79$. Volume biaya perencanaan pekerjaan berbutir 2 sisi = 3600 m ³ . Lapis pondasi bawah agregat kelas B 2 sisi = 1500 m ³ . Lapis pondasi atas agregat kelas A 2 sisi = 1200 m ³ . Pekerjaan perkerasan aspal ; lapis pengikat 2 sisi= 12m ³ , lapis perekat 2 sisi=
4	Sumber Penelitian	I Wayan Muliawan
	Tahun Terbit/Publikasi	2019
	Tempat Terbit/Publikasi	Universitas Warmadewa Teknik Sipil
	Judul	Dampak Genangan Air Hujan Terhadap Kondisi Jalan Antasura di Kecamatan Denpasar Timur
	Metode Analisis	Metode analisis data yang digunakan pada penelitian bersifat kuantitatif dan kualitatif.
	Hasil Penelitian	Kerusakan jalan yang terjadi disebabkan oleh padatnya kendaraan yang melintas di jalan Antasurayang lalulalang. Maka timbulah kerusakan jalan sebagai berikut: Lubang Pada Jalan, retak kulit buaya, Retak refleksi (reflection cracks) yaitu retak memanjang, melintang, diagonal, atau membentuk kotak.
5	Sumber Penelitian	Aditya Daniar Wicaksono Noor Endah Mochtar Putu Tantri Kumalasari
	Tahun Terbit/Publikasi	2017
	Tempat Terbit/Publikasi	Institut Teknologi Sepuluh Nopember Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

	Judul	Perencanaan Perbaikan Tanah Dasar dan Perkuatan Stabilitas Timbunan Jalan Tol Pasuruan – Grati STA 30+100 s.d STA
	Metode Analisis	metode Prefabricated Vertical Drain (PVD) & Preloading
	Hasil Penelitian	Preloading dan Prefabricated Vertical Drain (PVD) sebagai perbaikan tanah dasar. Sedangkan perkuatan stabilitas yang digunakan adalah Geotextile dan Geotextile-Encased Stone Column
6	Sumber Penelitian	Surat
	Tahun Terbit/Publikasi	2011
	Tempat Terbit/Publikasi	Universitas Sebelas Maret Surakarta Teknik Sipil
	Judul	Analisis Struktur Perkerasan Jalan di Atas Tanah Ekspansif (Studi Kasus : Ruas Jalan Purwodadi Blora)
	Metode Analisis	Menganalisis karakteristik tanah dasar dan Menganalisis 2 tipe desain rehabilitasi struktur perkerasan lentur dan struktur perkerasan kaku
	Hasil Penelitian	Alternatif desain yang dipilih adalah struktur perkerasan kaku yang terdiri dari lapis perkerasan beton semen bertulang 25cm dan lapis WLC tebal 5cm
7	Sumber Penelitian	Nur Azizah Affandi(1*), Rasio Hepiyanto(2),
	Tahun Terbit/Publikasi	(2002)
	Tempat Terbit/Publikasi	Universitas Islam Lamongan Teknik sipil
	Judul	Kajian Tebal jalan beton pada jalur Dradah – Kedungpring memakai cara Bin Mar 2002

	Metode Analisis	Design perkerasan Beton Semen.DPU DirJend Bin Mar. 2006. Perkerjaan Lapis Pondasi Jalan.
	Hasil Penelitian	Jalan Dradah- Kedungpring untuk tebal perkerasan beton yaitu 24 cm
8	Sumber Penelitian	1) Ahmad noor irpansyah 2) Ria Adiriyati
	Tahun Terbit/Publikasi	Tahun 2 0 1 3
	Tempat Terbit/Publikasi	Daerah Wanaraya Kabupaten Barito Kuala ruas jalan anjir pasar marabahan
	Judul	Evaluasi Rancangan Memakai dua cara di Jalan Anjir Pasar Marabahan
	Metode Analisis	MDP 2013
	Hasil Penelitian	Laston 5 cm, LPA 15 cm, LPB 10 cm. MDP 2013 Burda 2 cm, LPA 25 cm dan LPB 35 cm
9	Sumber Penelitian	Fransiskus Xaverius Ndale Dominikus Suban Kromen
	Tahun Terbit/Publikasi	2015
	Tempat Terbit/Publikasi	Kecamatan Tetihena Kabupaten Flores Timur

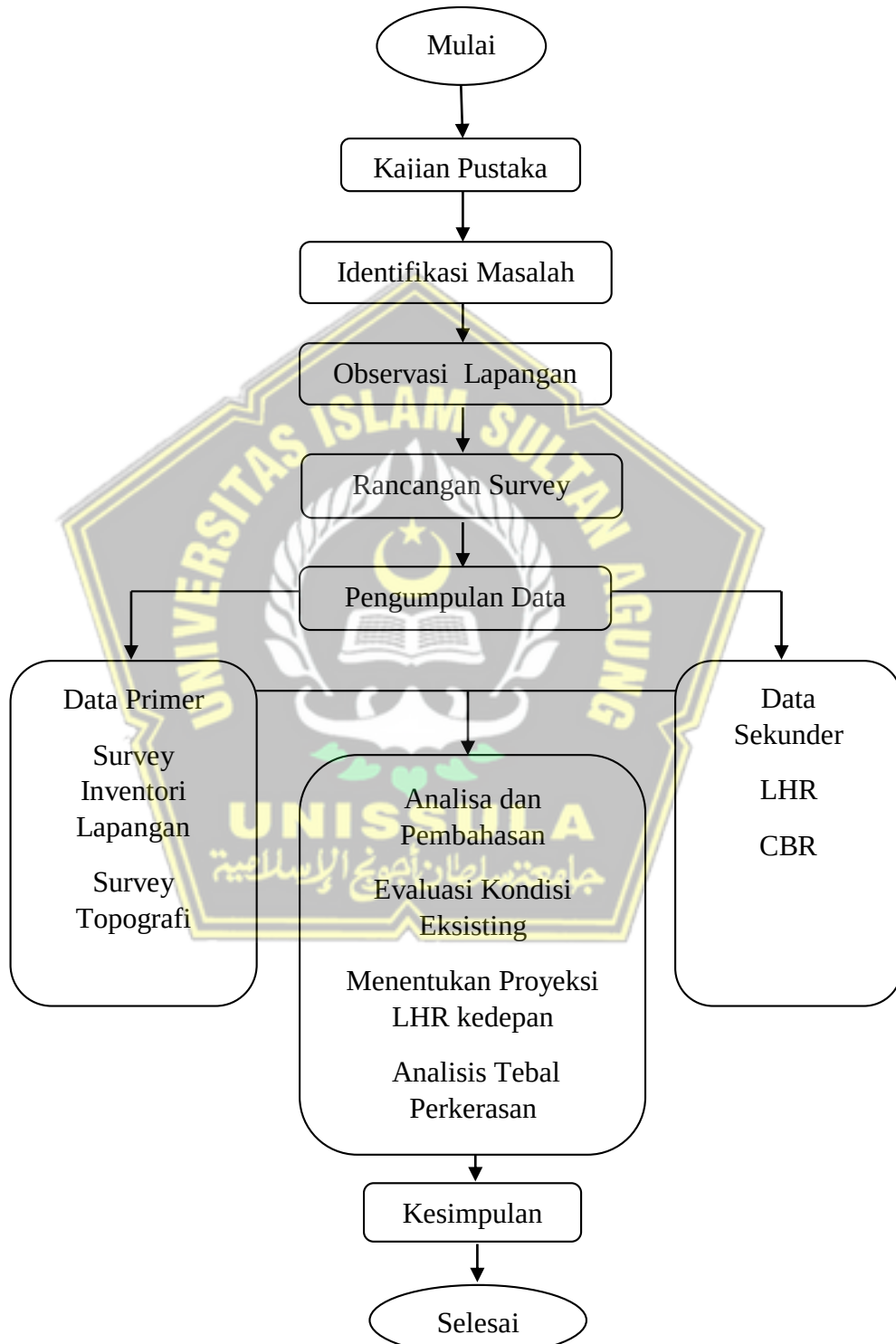
	Judul	Rancangan jalan aspal di Jalan Eputobi Di Kecamatan Tetihena Kabupaten Flores Timur
	Metode Analisis	SKBI 2.3.26.1987-UDC.625.73.
	Hasil Penelitian	Dapat bertahan sampai sepuluh tahun kedepan, diatas sepuluh tahun jalan akan rusak.
10	Sumber Penelitian	Yuwono ., Yanto Budisusanto, Akhmad Fatkhur Rozi
	Tahun Terbit/Publikasi	2017
	Tempat Terbit/Publikasi	Undergraduate thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
	Judul	Geometrik Jalan memakai Vehicles Tracking Analysis (Studi Kasus: Jalan Lingkar Luar Barat Kota Surabaya)
	Metode Analisis	Vehicles Tracking Analysis
	Hasil Penelitian	geometrik jalan lingkar luar barat Surabaya sesuai spesifikasi teknis. .
11	Sumber Penelitian	Edo Rizkiawan
	Tahun	2016
	Tempat	jalan klaten-prambanan
	Judul	Rancangan pada (overlay) dengan cara pd-t-05-2005-b dan sdplj memakai kenpave pada ruas jalan klaten-prambanan

12	Metode Analisis	Metode Pd-T-05-2005-B dan metode SDPJL.
	Hasil Penelitian	Cara PDT-05-2005-B sehingga, dapat menghemat di jalan Klaten-Prambanan.
	Sumber Penelitian	Nurman L
	Tahun	2019
	Tempat Terbit/Publikasi	Jurnal Perencanaan Sains, Teknologi, dan Komputer Universitas Islam Kuantan Singigi
	Judul	Evaluasi Tebal Perkerasan Kaku Dengan Metode Bina Marga MDP Pd T-14-2013 Studi Kasus Jalan Sungai Jering - Kari
	Metode Analisis	MDP Pd T-14-2013
	Hasil Penelitian	Dari perhitungan evaluasi jalan sungai jering – kari menggunakan ketebalan 295mm atau 29,5cm, sesuai dengan hasil perhitungan dengan metode MDPJ 2013

BAB III

METODE PENELITIAN

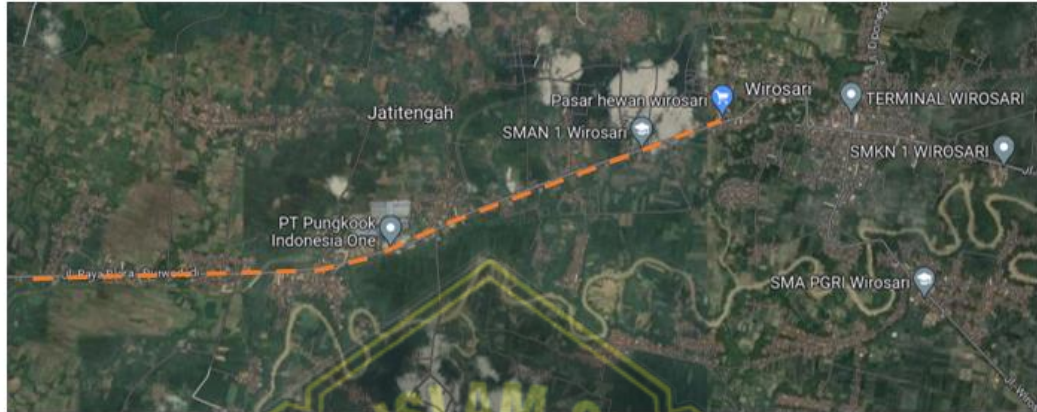
3.1 Metode Penelitian



Gambar 3. 1 Diagram Alur Perencanaan

3.2. Lokasi Perencanaan

Jalan Purwodadi - Wirosari Jawa Tengah, jalan ini adalah akses untuk menghubungkan Kab. Grobogan dengan Kab. Blora dengan keadaan yang ada disepanjang jalan pekampungan dan daerah pertanian dengan kelandaian 0% sampai 7% (relatif datar). Lokasi pada Gambar 3.2 dibawah ini.



Gambar 3. 2 Lokasi Perencanaan Jalan

(Sumber : *google maps*)

Tabel 3. 1 Keterangan Jalan Purwodadi – Wirosari

Nama Jalan	: Jalan Purwodadi - Wirosari
Kabupaten	: Grobogan
Kelas Jalan	: Jalan kolektor
Tipe Jalan	: 2 jalur 4 lajur 2 arah
Lebar Jalan	: 6 meter



Gambar 3. 3 Jalan Purwodadi -Wirosari



Gambar 3. 4 Jalan Purwodadi – Wirosari



Gambar 3. 5 Jalan Purwodadi - Wirosari

3.3 Survey dan Objek Penelitian

Alat : Alat tulis, kamera, stopwatch, alat survey
Lokasi : Jalan Purwodadi - Wirosari Kab Grobogan
Waktu : 20 September 2021 – 27 September 2021
Objek Penelitian : Jalan Purwodadi - Wirosari Kab Grobogan .

3.4 Teknik Pengamatan

- a) Data Primer diperoleh dengan pengamatan langsung pada lokasi yang akan dijadikan study
- b) Data sekunder diperoleh dari data pendukung yang didapat melalui data sebelum konstruksi.

3.5 Langkah-Langkah Penulisan Tesis

Penjelasan mengenai metode penulisan tesis ini secara singkat adalah sebagai berikut:

3.5.1 Kajian Pustaka

Pemahaman mengenai teori Studi Evaluasi Perencanaan Jl. Purwodadi - Wirosari dan segala aspek mengenai topik yang dikaji melalui studi literatur yang relevan dari *text book*, laporan penulisan sebelumnya, jurnal – jurnal, media cetak dan internet. Kajian pustaka juga sangat diperlukan untuk pengumpulan data. Hal itu dikarenakan penelitian ini merupakan penelitian analisis dengan menggunakan beberapa metode dengan hasil akhir dan dibandingkan dengan standar yang ada.

3.5.2 Identifikasi Masalah

Identifikasi dilakukan dalam tugas akhir ini adalah mengenai bagaimana Studi Evaluasi Perencanaan Jalan Purwodadi - Wirosari merujuk beberapa variabel terkait yaitu volume kendaraan, arus lalu lintas sebelum konstruksi jalan data eksisting jalan dan arus lalu lintas pada jam puncak saat pembangunan .

3.5.3 Observasi Lapangan

Merupakan langkah awal kegiatan penelitian :

- a. Uraian penelitian;

- b. Metode pencapaian sasaran
- Bagaimana metode-metode yang perlu dirancang dan ditetapkan untuk keperluan survei agar pada saat pelaksanaan survei segala persiapan telah terkoordinir dengan baik;
- c. Uraian kegiatan yang meliputi penentuan jadwal pelaksanaan, penyediaan tenaga pendukung dan penggunaan peralatan untuk kebutuhan survei. Penentuan jadwal pelaksanaan survei didasarkan pada survei pendahuluan yang dilakukan pada hari dan waktu dengan kondisi volume lalu lintas mencapai puncak. Volume lalu lintas kendaraan tertinggi didapatkan pada pagi hari pukul 06.00 – 08.00 dan sore hari pada pukul 16.00 – 18.00 selama 2 hari yaitu Senin dan Sabtu, dua hari itu dipilih berdasarkan pengamatan sebelumnya dan wawancara terhadap warga sekitar dan *stakeholder* terkait untuk menentukan hari-hari tersebut.

3.5.4. Perhitungan proyeksi LHR ke depan

Survey volume lalu lintas dilakukan untuk mendapatkan volume lalu lintas untuk memperhitungkan proyeksi LHR ke depan, dalam waktu 1 hingga 20 tahun ke depan.

3.5.5 Study Performa pavement pada jalan lama

Study performa pavement pada jalan lama dilakukan untuk mengetahui kondisi actual lapangan terkait kerusakan yang terjadi

3.5.6 Pengumpulan Data

Dalam tahap ini pengumpulan data adalah data primer dan data sekunder.

1.Data primer dari hasil observasi atau survey di lapangan, yaitu :

a. Hasil Inventori dan pengamatan di lapangan yaitu

- kondisi jalan,
- bahu jalan,
- saluran,
- Gorong gorong,
- Kondisi jembatan jika ada

b. Hasil Topografi lapangan (Survey lapangan dengan alat)

2. Data Sekunder adalah data yang diperoleh untuk mendukung data primer dan diperoleh dari data sebelum masa konstruksi.

Data Sekunder ini didapatkan DPU Bina Marga dan Cipta Karya Jawa Tengah dan dari Uji lapangan sendiri :

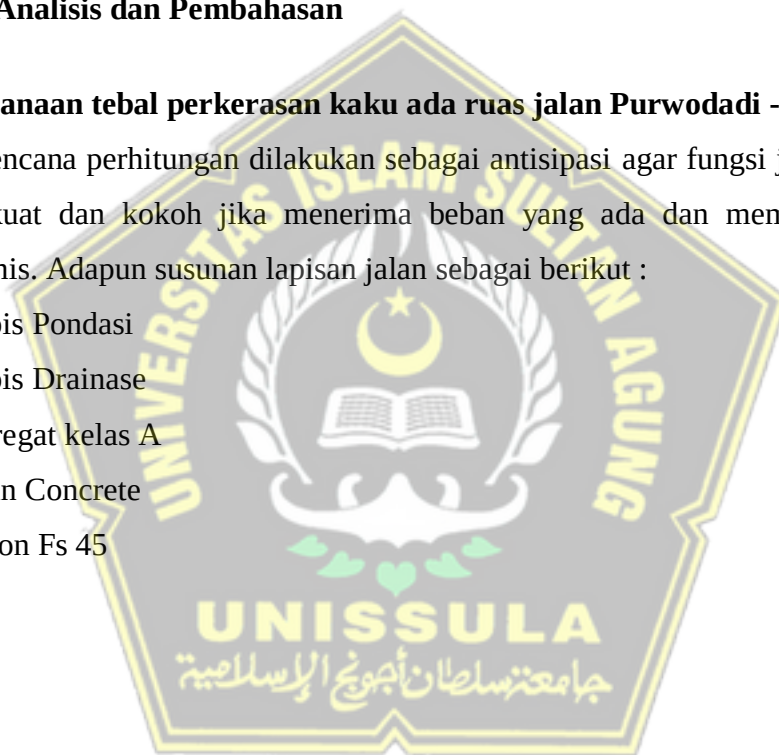
- (LHR), untuk menentukan kapasitas jalan apakah perlu dilebarkan atau tidak badan jalannya.
- Test DCP untuk mengetahui CBR.

3.5.7 Analisis dan Pembahasan

Perencanaan tebal perkerasan kaku ada ruas jalan Purwodadi - Wirosari

Pada rencana perhitungan dilakukan sebagai antisipasi agar fungsi jalan menjadi lebih kuat dan kokoh jika menerima beban yang ada dan mempunyai nilai ekonomis. Adapun susunan lapisan jalan sebagai berikut :

- a. Lapis Pondasi
- b. Lapis Drainase
- c. Agregat kelas A
- d. Lean Concrete
- e. Beton Fs 45



BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Penyajian Data

Penelitian Studi Evaluasi Tebal Perkerasan Kaku Pada Ruas Jalan Purwodadi - Wirosari data sekunder yang berasal dari Dinas Bina Marga dan Cipta Karya Prov. Jateng terdiri dari :

1. Data tebal dan jenis perkerasan eksisting yang diperoleh pada saat test DCP
2. LHR
3. Data performan pavement jalan lama secara visual

4.1.1 Data Perencanaan Awal

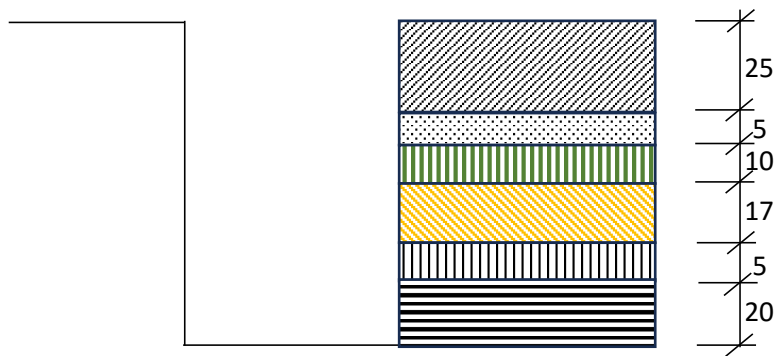
Ruas Jalan Purwodadi - Wirosari dengan panjang 20 km dan yang mengalami kerusakan cukup parah pada Km 94+500 sampai dengan 94+675 dengan perkerasan beton semen:

- Jenis jalan : Jalan Lokal
- Lebar : 2 jalur , satu jalurnya lajur 3,0 m
- Pertumbuhan lalu lintas : 3,5 %

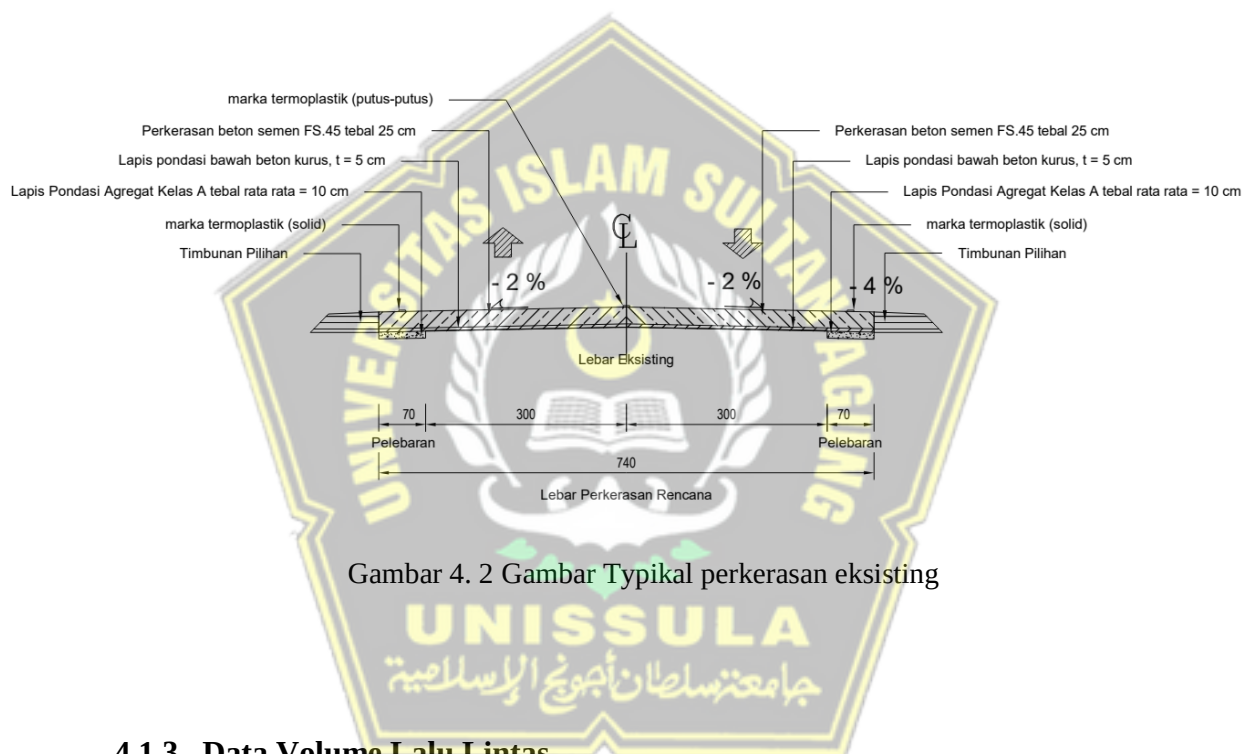
4.1.2 Data kondisi Perkerasan

Perkerasan jalan lama Ruas jalan Purwodadi – Wirosari di Kab Grobogan merupakan perkerasan rigid (kaku) terdiri dari:

1. Lapis perkerasan beton fs 45 tebal 25cm
2. Lapis beton kurus tebal 5cm
3. Lapis aspal 10 cm
4. Lapis agregat 17 cm
5. Aspal 5cm
6. Onderlagh 20 cm



Gambar 4. 1 Data Tes Pit Perkerasan



Gambar 4. 2 Gambar Typikal perkerasan eksisting

4.1.3 Data Volume Lalu Lintas

Diperoleh dengan melakukan pengamatan terhadap kendaraan yang melewati jalan tersebut dalam suatu waktu dan hasil pencatatan tadi sebagai dasar besar volume kendaraan yang lewat pada suatu jenis kegiatan dari investigasi lalu lintas meliputi :

a. Survey volume kendaraan

Survey dilakukan pada suatu ruas jalan dengan pengamatan dari arah datang dan arah pergi, setiap lajur jalan baik lajur datang maupun pergi diberi paling sedikit dua orang memakai alat counter dan format pencatatan data kendaraan sesuai jenis kendaraan yang lewat. Waktu penghitungan selama 24 jam dalam rentang waktu

3 hari, dari 06.00 WIB sampai 06.00 WIB hari kedua, hari survey yaitu 2 hari kerja, 1 hari libur.

Perhitungan volume lalu lintas akan dilakukan oleh 3 pos pengamatan yaitu :

- Pos Kelas A : jalur pada $LHR > 10.000$ kendaraan.
- Pos Kelas B : jalur pada $5000 < LHR < 10.000$ kendaraan.
- Pos Kelas C : jalur dengan $LHR > 5.000$ kendaraan

Persyaratan pemilihan lokasi pos :

- Akan mewakili jumlah LHR dari ruas jalan tidak terpengaruh oleh angkutan (commuter traffic).
- jarak pandang cukup.
- Tidak dipersimpangan .

Pada setiap pos perhitungan lalu lintas rutin mempunyai nomor pengenal dengan syarat :

- 1 huruf besar menggambarkan tipe kelas pos.
- Diikuti oleh 3 digit angka identik dengan nomor ruas jalan dimana pos tersebut terletak.
- Jika pos lebih dari 1, kode pos ke 2, digit pertama diganti 4 dan seterusnya. Untuk pos dari sta kecil ke besar.

b. Survey lalu lintas di persimpangan

Pengamatan yang dilakukan pada persimpangan jalan berdasar waktu, arah dan lain-lain. Dalam tempo 24 jam pada 3 hari, diawali 06.00 WIB hingga pukul 06.00 WIB hari kedua, hari survey yaitu 2 hari pada hari kerja, 1 hari pada hari libur.

- Survey penghitungan kendaraan
- Survey traffic signal
- Survey road inventory

c. Survey Beban Jalan

Survey ini dilakukan dengan melakukan pengamatan visual dari permukaan jalan dapat diketahui jenis kerusakan jalan tersebut sehingga bisa ditangani sesuai dengan jenis kerusakannya

d. Survey Kapasitas Jalan

Tujuan survey ini untuk memberikan hasil hitungan kapasitas dan ukuran perilaku lalu lintas pada ruas jalan.

Survey lapangan yang perlu diadakan dengan mengambil rekaman foto dan mendata kondisi hambatan samping yang dapat menggambarkan secara lengkap permasalahan di lapangan, seperti:

- Kondisi arus lalu lintas ruas/simpang secara visual.
- Pola pemanfaatan ruas jalan dan fasilitas pelengkapanya.
- Penggunaan lahan di kanan kiri jalan.
- Kondisi geometri simpang/ruas.
- Bangunan pelengkap untuk angkutan umum.

4.1.4 Performa pavement pada jalan

Performan Pavement jalan lama dilakukan dengan cara visual yaitu dengan melakukan pengamatan dilapangan kondisi Eksisting permukaan jalan secara langsung dan diamati dengan teliti kondisi permukaan jalan eksisting tersebut

4.1.5 Daya Dukung Tanah Dasar

Data CBR Tanah Dasar dari tes DCP yang didapatkan dari Dinas Bina Marga dan Cipta Karya Prov. Jawa Tengah Tahun 2021 ruas jalan Purwodadi-Wirosari adalah 2,67. (Data Terlampir)

4.2 Analisa Data

4.2.1. Analisa Terhadap Kondisi Eksisting Jalan

Sebagai langkah awal untuk memulai menganalisa terkait dengan penelitian ini, diperlukan data kondisi eksisting dan data tentang kerusakan perkerasan yang ada.

Data terkait dengan desain perkerasan adalah:

- Dimensi segmen 3, 5 x 6 m
- Tebal perkerasan 25 cm dengan mutu F_s 45 kg/cm²

- Lapis beton kurus tebal 5cm, mutu K-100 kg/cm²
- Diameter dowel 25 mm Panjang 45 cm
- Diameter tie bar 16 mm Panjang 60 cm
- Tulangan memanjang atas 15 D 10 mm (lebar segmen 3,5m)
- Tulangan melintang atas 21 D 13 (panjang segmen 6m)
- Tulangan memanjang bawah 15 D 10 (lebar segmen 3,5m)
- Tulangan melintang bawah 21 D 13 (panjang segmen 6m)
- Bahu jalan menggunakan material timbunan pilihan

1. Kondisi perkerasan jalan Sta 94+500



Gambar 4. 3 Foto Eksisting Km 94+500

Kondisi permukaan jalan beton

- Tampak bagian tengah jalan membentuk lubang karena mengalami geser ke samping
- Sisi sebelah kanan mengalami retak di bagian tengah

2. Kondisi perkerasan jalan Sta 94+550 kanan



Gambar 4. 4 Foto Eksisting Km 64+550

Kondisi permukaan jalan beton:

- Mengalami kerusakan berat, retak, ambles sampai kelihatan penulangan
- Pada centerline mengalami rekahan kearah samping
- Di perbaiki sementara dengan patcing aspal

3. Kondisi perkerasan jalan Km 94+600



Gambar 4. 5 Foto Eksisting Km 94+600

Kondisi permukaan jalan aspal

- Mengalami kerusakan berat, ada retak ditepi sisi kanan

- Pada centerline mengalami rekahan kearah samping
- Di perbaiki sementara dengan patcing aspal

4. Kondisi perkerasan jalan 94+625 kiri



Gambar 4. 6 Foto Eksisting Km 94+625

Kondisi permukaan jalan beton:

- Mengalami kerusakan berupa retak, dan pada centerline mengalami rekahan ke samping
- Pada sisi kiri mengalami penurunan
- Di perbaiki sementara dengan patcing aspal

5. Kondisi perkerasan jalan Km 94+650 kanan



Gambar 4. 7 Foto Eksisting Km 94+650

Kondisi permukaan jalan beton:

- Mengalami kerusakan berat, retak, dan sedikit penurunan
- Di perbaiki sementara dengan patcing aspal

4.2.2. Analisa Proyeksi LHR untuk 20 tahun kedepan dan Perhitungan Kapasitas Jalan

Untuk data Lalu Lintas Harian rata rata dari Dinas Bina Marga dan Cipta Karya Provinsi Jawa Tengah tahun 2020 ruas jalan Purwodadi – Wirosari.

Data lalu lintas normal

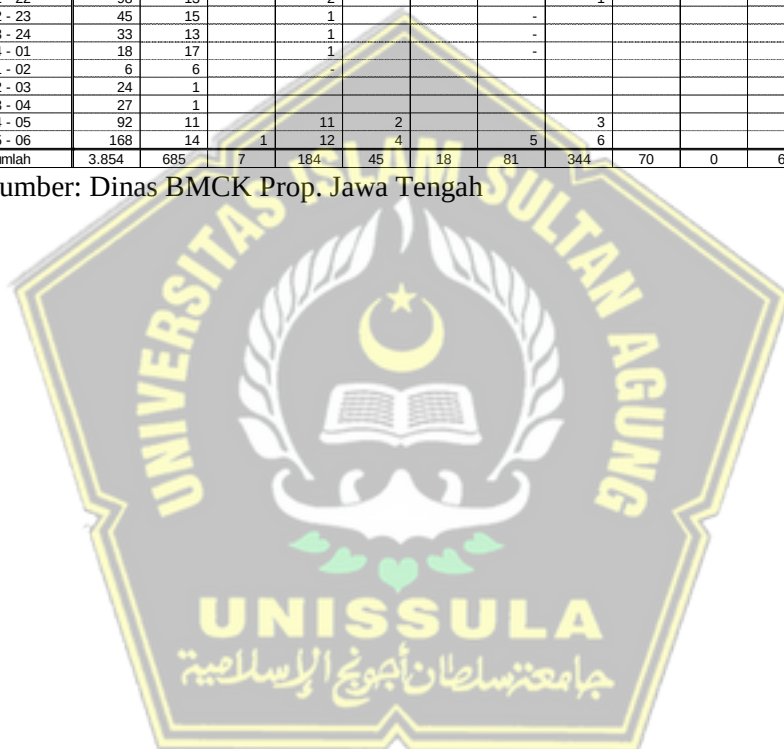
NO.	JAM	KENDARAAN BERMOTOR											KENDARAAN TIDAK BERMOTOR	JUMLAH TOTAL
		SPD, MOTOR, SCROTER DAN KEND. RODA 3	SEDAN, JEEP, STATION WAGON	OPLET, PICK-UP, CROVAN, MINIBUS	PICK-UP, MICRO TRUCK, MOBIL, HANTARAN	BUS KECIL	BUS BESAR	TRUK 2 SUMBU 4 RODA	TRUK 2 SUMBU 6 RODA	TRUK 3 SUMBU	TRUK GANDENGAN	TRUK SEMI TRAILER		
		1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	7c	8	
1	06 - 07	501	88	4	15	7	1	4	10				2	630
2	07 - 08	519	85	3	14	5	1	4	12				4	647
3	08 - 09	202	75	2	13	3	2	11	30	5			4	347
4	09 - 10	120	65	1	12	3	1	9	34	8		1	3	254
5	10 - 11	110	39		15	3	2	8	36	6			1	224
6	11 - 12	121	29		14	4	3	7	42	5		1	2	228
7	12 - 13	126	31		13	3	1	6	44	7		1	3	235
8	13 - 14	114	38		14	3	1	8	46	6			2	232
9	14 - 15	111	35		11	3	2	7	49	4		1	1	224
10	15 - 16	276	59	1	12	3	1	7	42	3			1	405
11	16 - 17	278	49	2	4		3	6	19	3			1	365
12	17 - 18	226	24		2		1	5	14					273
13	18 - 19	182	25		1		3	4		1				216
14	19 - 20	175	20		3		2	3		4				207
15	20 - 21	120	15		1		1	2						139
16	21 - 22	111	10		1			1						123
17	22 - 23	102	8											110
18	23 - 24	98	5											103
19	24 - 01	75	4											79
20	01 - 02	35	2		1									38
21	02 - 03	25	1											26
22	03 - 04	35	1											36
23	04 - 05	75	9	1	2	2			9				3	101
24	05 - 06	201	12	1	11	5		5	12				5	247
Jumlah		3.938	729	15	159	44	25	97	399	53	0	5	35	5.499

Sumber: Dinas BMCK Prop. Jawa Tengah

Data lalu lintas untuk opposite

NO..	JAM	KENDARAAN BERMOTOR											KENDARAAN TIDAK BERMOTOR	JUMLAH TOTAL
		SFO, MOTOR, SCROTER DAN KEND. RODA 3	SEDAN, JEEP, STATION WAGON	OPLET, PICK-UP, VAN, BUS, MINIBUS	PICK-UP, MICRO TRUCK, MOBIL HANTARAN	BUS KECIL	BUS BESAR	TRUK 2 SUMBU 4 RODA	TRUK 2 SUMBU 6 RODA	TRUK 3 SUMBU	TRUK GANDENGAN	TRUK SEMI TRAILER		
		1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	7c	8	
1	06 - 07	301	48	2	9	6	1	5	9	1			2	382
2	07 - 08	320	38	1	8	4	1	5	13	1			2	391
3	08 - 09	200	27	1	7	5	1	9	24	5			3	279
4	09 - 10	122	28	1	9	4	2	11	28	8		1	2	214
5	10 - 11	121	28		12	3	1	10	35	10		1	2	221
6	11 - 12	100	35		10	2	2	8	38	11		-	3	206
7	12 - 13	98	34		13	3	2	7	29	9		1	5	196
8	13 - 14	122	37		15	3	1	4	31	7		1	2	221
9	14 - 15	175	27		21	3	1	4	35	6		1	2	273
10	15 - 16	390	69		20	2	1	5	39	5		1	1	532
11	16 - 17	498	79	1	12	2	2	4	18	4			1	620
12	17 - 18	495	89		10	2	1	2	17	2			1	618
13	18 - 19	154	20		2		1	2	15	1		-		195
14	19 - 20	126	15		5		1		2					149
15	20 - 21	121	20		3				1					145
16	21 - 22	98	13		2				1					114
17	22 - 23	45	15		1			-						61
18	23 - 24	33	13		1			-						47
19	24 - 01	18	17		1			-						36
20	01 - 02	6	6		-									12
21	02 - 03	24	1											25
22	03 - 04	27	1											28
23	04 - 05	92	11		11	2			3				2	119
24	05 - 06	168	14	1	12	4		5	6			6	4	210
Jumlah		3.854	685	7	184	45	18	81	344	70	0	6	32	5.326

Sumber: Dinas BMCK Prop. Jawa Tengah



PERKIRAAN LALU-LINTAS HARIAN RATA-RATA (LHR)

PERKEMBANGAN LALU-LINTAS = 3,50 %

Tahun	RUAS JALAN	KENDARAAN BERMOTOR											KENDARAAN TIDAK BERMOTOR	JUMLAH TOTAL
		SPD, MOTOR, SCROTER DAN KEND. RODA 3	SEDAN, JEEP, STATION WAGON	OPLET, PICK-UP, COMBI DAN MINIBUS	PICK-UP, MICRO TRUCK DAN MOBIL HANTARAN	BUS KECIL	BUS BESAR	TRUK 2 SUMBU 4 RODA	TRUK 2 SUMBU 6 RODA	TRUK 3 SUMBU	TRUK GANDENGAN	TRUK SEMI TRAILER		
		1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	7c	8	
2020	PURWODADI - WIROSARI	7.792	1.414	22	343	89	43	178	743	123	0	11	67	10.825
2021	1	8.065	1.463	23	355	92	45	184	769	127	0	11	69	11.204
2022	2	8.347	1.515	24	367	95	46	191	796	132	0	12	72	11.596
2023	3	8.639	1.568	24	380	99	48	197	824	136	0	12	74	12.002
2024	4	8.941	1.623	25	394	102	49	204	853	141	0	13	77	12.422
2025	5	9.254	1.679	26	407	106	51	211	882	146	0	13	80	12.857
2026	6	9.578	1.738	27	422	109	53	219	913	151	0	14	82	13.307
2027	7	9.914	1.799	28	436	113	55	226	945	156	0	14	85	13.772
2028	8	10.261	1.862	29	452	117	57	234	978	162	0	14	88	14.254
2029	9	10.620	1.927	30	467	121	59	243	1.013	168	0	15	91	14.753
2030	10	10.991	1.995	31	484	126	61	251	1.048	174	0	16	95	15.270
2031	11	11.376	2.064	32	501	130	63	260	1.085	180	0	16	98	15.804
2032	12	11.774	2.137	33	518	134	65	269	1.123	186	0	17	101	16.357
2033	13	12.186	2.211	34	536	139	67	278	1.162	192	0	17	105	16.930
2034	14	12.613	2.289	36	555	144	70	288	1.203	199	0	18	108	17.522
2035	15	13.054	2.369	37	575	149	72	298	1.245	206	0	18	112	18.136
2036	16	13.511	2.452	38	595	154	75	309	1.288	213	0	19	116	18.770
2037	17	13.984	2.538	39	616	160	77	319	1.333	221	0	20	120	19.427
2038	18	14.474	2.626	41	637	165	80	331	1.380	228	0	20	124	20.107
2039	19	14.980	2.718	42	659	171	83	342	1.428	236	0	21	129	20.811
2040	20	15.504	2.814	44	682	177	86	354	1.478	245	0	22	133	21.539
2041	21	16.047	2.912	45	706	183	89	367	1.530	253	0	23	138	22.293
2042	22	16.609	3.014	47	731	190	92	379	1.584	262	0	23	143	23.074
2043	23	17.190	3.119	49	757	196	95	393	1.639	271	0	24	148	23.881
2044	24	17.792	3.229	50	783	203	98	406	1.697	281	0	25	153	24.717
2045	25	18.414	3.342	52	811	210	102	421	1.756	291	0	26	158	25.582
2046	26	19.059	3.459	54	839	218	105	435	1.817	301	0	27	164	26.478
2047	27	19.726	3.580	56	868	225	109	451	1.881	311	0	28	170	27.404
2048	28	20.416	3.705	58	899	233	113	466	1.947	322	0	29	176	28.363
2049	29	21.131	3.835	60	930	241	117	483	2.015	334	0	30	182	29.356
2050	30	21.871	3.969	62	963	250	121	500	2.085	345	0	31	188	30.384
2051	31	22.636	4.108	64	996	259	125	517	2.158	357	0	32	195	31.447
2052	32	23.428	4.251	66	1.031	268	129	535	2.234	370	0	33	201	32.548
2053	33	24.248	4.400	68	1.067	277	134	554	2.312	383	0	34	209	33.687
2054	34	25.097	4.554	71	1.105	287	138	573	2.393	396	0	35	216	34.866
2055	35	25.975	4.714	73	1.143	297	143	593	2.477	410	0	37	223	36.086
2056	36	26.884	4.879	76	1.183	307	148	614	2.564	424	0	38	231	37.349
2057	37	27.825	5.049	79	1.225	318	154	636	2.653	439	0	39	239	38.656
2058	38	28.799	5.226	81	1.268	329	159	658	2.746	455	0	41	248	40.009
2059	39	29.807	5.409	84	1.312	340	164	681	2.842	471	0	42	256	41.410
2060	40	30.851	5.598	87	1.358	352	170	705	2.942	487	0	44	265	42.859

Sumber: Dinas BMCK Prop. Jawa Tengah

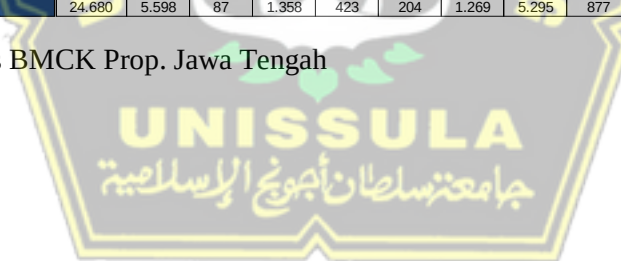
Dari Analisa lalu lintas berdasarkan data LHR didapatkan proyeksi untuk 20 tahun kedepan yaitu:

Golongan kendaraan											
1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	7c	8
16.047	2.912	45	706	183	89	367	1.530	253	0	23	138

PERKIRAAN SATUAN MOBIL PENUMPANG (SMP)

NO.	RUAS JALAN	KENDARAAN BERMOTOR											KENDARAAN TIDAK BERMOTOR	JUMLAH TOTAL
		SPD. MOTOR, SCROTER DAN KEND. RODA 3	SEDAN, JEEP, STATION WAGON	OPEL, PICK-UP, COMBI DAN MINIBUS	PICK-UP, MICRO TRUCK DAN MOBIL HANTARAN	BUS KECIL	BUS BESAR	TRUK 2 SUMBU 4 RODA	TRUK 2 SUMBU 6 RODA	TRUK 3 SUMBU	TRUK GANDENGAN	TRUK SEMI TRAILER		
		1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	7c	8	
2020	PURWODADI - WIROSARI	6.234	1.414	22	343	107	52	320	1.337	221	0	20	0	10.070
2021	1	6.452	1.463	23	355	111	53	332	1.384	229	0	20	0	10.422
2022	2	6.678	1.515	24	367	114	55	343	1.433	237	0	21	0	10.787
2023	3	6.911	1.568	24	380	118	57	355	1.483	245	0	22	0	11.165
2024	4	7.153	1.623	25	394	123	59	368	1.535	254	0	23	0	11.556
2025	5	7.404	1.679	26	407	127	61	381	1.588	263	0	24	0	11.960
2026	6	7.663	1.738	27	422	131	63	394	1.644	272	0	24	0	12.379
2027	7	7.931	1.799	28	436	136	66	408	1.702	282	0	25	0	12.812
2028	8	8.208	1.862	29	452	141	68	422	1.761	292	0	26	0	13.260
2029	9	8.496	1.927	30	467	146	70	437	1.823	302	0	27	0	13.724
2030	10	8.793	1.995	31	484	151	73	452	1.887	312	0	28	0	14.205
2031	11	9.101	2.064	32	501	156	75	468	1.953	323	0	29	0	14.702
2032	12	9.419	2.137	33	518	161	78	484	2.021	335	0	30	0	15.216
2033	13	9.749	2.211	34	536	167	81	501	2.092	346	0	31	0	15.749
2034	14	10.090	2.289	36	555	173	84	519	2.165	358	0	32	0	16.300
2035	15	10.443	2.369	37	575	179	86	537	2.241	371	0	33	0	16.871
2036	16	10.809	2.452	38	595	185	89	556	2.319	384	0	34	0	17.461
2037	17	11.187	2.538	39	616	192	93	575	2.400	397	0	36	0	18.072
2038	18	11.579	2.626	41	637	198	96	595	2.484	411	0	37	0	18.705
2039	19	11.984	2.718	42	659	205	99	616	2.571	426	0	38	0	19.360
2040	20	12.404	2.814	44	682	213	103	638	2.661	441	0	39	0	20.037
2041	21	12.838	2.912	45	706	220	106	660	2.754	456	0	41	0	20.738
2042	22	13.287	3.014	47	731	228	110	683	2.851	472	0	42	0	21.464
2043	23	13.752	3.119	49	757	236	114	707	2.950	488	0	44	0	22.216
2044	24	14.233	3.229	50	783	244	118	732	3.054	506	0	45	0	22.993
2045	25	14.732	3.342	52	811	252	122	757	3.161	523	0	47	0	23.798
2046	26	15.247	3.459	54	839	261	126	784	3.271	542	0	48	0	24.631
2047	27	15.781	3.580	56	868	270	131	811	3.386	560	0	50	0	25.493
2048	28	16.333	3.705	58	899	280	135	840	3.504	580	0	52	0	26.385
2049	29	16.905	3.835	60	930	290	140	869	3.627	600	0	54	0	27.309
2050	30	17.496	3.969	62	963	300	145	899	3.754	621	0	56	0	28.264
2051	31	18.109	4.108	64	996	310	150	931	3.885	643	0	58	0	29.254
2052	32	18.743	4.251	66	1.031	321	155	963	4.021	666	0	60	0	30.278
2053	33	19.399	4.400	68	1.067	332	161	997	4.162	689	0	62	0	31.337
2054	34	20.078	4.554	71	1.105	344	166	1.032	4.308	713	0	64	0	32.434
2055	35	20.780	4.714	73	1.143	356	172	1.068	4.458	738	0	66	0	33.569
2056	36	21.508	4.879	76	1.183	368	178	1.105	4.614	764	0	68	0	34.744
2057	37	22.260	5.049	79	1.225	381	184	1.144	4.776	791	0	71	0	35.960
2058	38	23.039	5.226	81	1.268	395	191	1.184	4.943	818	0	73	0	37.219
2059	39	23.846	5.409	84	1.312	409	197	1.226	5.116	847	0	76	0	38.521
2060	40	24.680	5.598	87	1.358	423	204	1.269	5.295	877	0	78	0	39.870

Sumber: Dinas BMCK Prop. Jawa Tengah



PERKIRAAN LHR UNTUK TAHUN 2041

RUAS JALAN		LEBAR (M)	LV	HV	MC	KAPASITAS JALAN					KERERANGAN
URWODADI - WIROSA						QV	C	DS=QV/C	DB=HV/QV	DS.rencana	
Tahun	2020	6,00	160	65	671	896	2.821	0,32	0,073	0,39	Lebar Jalur 6.00 m
Tahun	2021	7,00	165	68	695	928	2.821	0,33	0,073	0,40	Lebar min Jalur Efektif 7.00 m
Tahun	2022	7,00	171	70	719	960	2.821	0,34	0,073	0,41	Sesuai PP No. 34 Tahun 2006
Tahun	2023	7,00	177	73	744	994	2.821	0,35	0,073	0,43	
Tahun	2024	7,00	183	75	770	1.029	2.821	0,36	0,073	0,44	
Tahun	2025	7,00	190	78	797	1.065	2.821	0,38	0,073	0,45	
Tahun	2026	7,00	196	80	825	1.102	2.821	0,39	0,073	0,46	PENINGKATAN KAPASITAS
Tahun	2027	7,00	203	83	854	1.140	2.821	0,40	0,073	0,48	PELEBARAN JALAN
Tahun	2028	7,00	210	86	884	1.180	2.821	0,42	0,073	0,49	
Tahun	2029	7,00	218	89	915	1.222	2.821	0,43	0,073	0,51	
Tahun	2030	7,00	225	92	947	1.264	2.821	0,45	0,073	0,52	
Tahun	2031	7,00	233	95	980	1.309	2.821	0,46	0,073	0,54	
Tahun	2032	7,00	241	99	1014	1.355	2.821	0,48	0,073	0,55	
Tahun	2033	7,00	250	102	1050	1.402	2.821	0,50	0,073	0,57	
Tahun	2034	7,00	259	106	1086	1.451	2.821	0,51	0,073	0,59	
Tahun	2035	7,00	268	110	1124	1.502	2.821	0,53	0,073	0,61	
Tahun	2036	7,00	277	113	1164	1.554	2.821	0,55	0,073	0,62	
Tahun	2037	7,00	287	117	1205	1.609	2.821	0,57	0,073	0,64	
Tahun	2038	7,00	297	121	1247	1.665	2.821	0,59	0,073	0,66	
Tahun	2039	7,00	307	126	1290	1.723	2.821	0,61	0,073	0,68	
Tahun	2040	7,00	318	130	1336	1.784	2.821	0,63	0,073	0,71	
Tahun	2041	7,00	329	135	1382	1.846	2.821	0,65	0,073	0,73	PENINGKATAN KAPASITAS
Tahun	2042	7,00	341	139	1431	1.911	2.821	0,68	0,073	0,75	PELEBARAN JALAN
Tahun	2043	7,00	353	144	1481	1.978	2.567	0,77	0,073	0,84	
Tahun	2044	9,00	365	149	1533	2.047	2.567	0,80	0,073	0,87	
Tahun	2045	9,00	378	155	1586	2.118	2.567	0,83	0,073	0,90	
Tahun	2046	9,00	391	160	1642	2.193	2.567	0,85	0,073	0,93	
Tahun	2047	9,00	405	166	1699	2.269	2.567	0,88	0,073	0,96	
Tahun	2048	9,00	419	171	1759	2.349	2.567	0,91	0,073	0,99	
Tahun	2049	9,00	433	177	1820	2.431	2.567	0,95	0,073	1,02	
Tahun	2050	9,00	449	184	1884	2.516	3.244	0,78	0,073	0,85	
Tahun	2051	9,00	464	190	1950	2.604	3.244	0,80	0,073	0,88	
Tahun	2052	9,00	480	197	2018	2.695	3.244	0,83	0,073	0,90	
Tahun	2053	9,00	497	204	2089	2.790	3.244	0,86	0,073	0,93	
Tahun	2054	9,00	515	211	2162	2.887	3.244	0,89	0,073	0,96	
Tahun	2055	9,00	533	218	2238	2.988	3.244	0,92	0,073	0,99	
Tahun	2056	9,00	551	226	2316	3.093	3.244	0,95	0,073	1,03	
Tahun	2057	9,00	571	234	2397	3.201	3.244	0,99	0,073	1,06	
Tahun	2058	9,00	591	242	2481	3.313	3.244	1,02	0,073	1,09	
Tahun	2059	9,00	611	250	2568	3.429	3.244	1,06	0,073	1,13	
Tahun	2060	9,00	633	259	2657	3.549	3.244	1,09	0,073	1,17	

Sumber: Dinas BMCK Prop. Jawa Tengah

4.2.3. Analisa Kapasitas jalan

I. Resume Perhitungan Lalu-lintas

- Jumlah Lalu lintas Harian Rata-rata (LHR) = 10.825 kend/hari
- Satuan Mobil Penumpang (smp) = 10.070 smp/hari
- Peak Hour 07-08

-	LV	=	160	pcu/h	atau smp
-	HV	=	65	pcu/h	
-	MC	=	671	pcu/h	

II. Derajat Kejenuhan (DS)

1. Ditetapkan :

Co (Kapasitas Dasar) = 3.100 pcu/h, -----> Dua lajur terbagi

Faktor penyesuaian (F) ;

FCw = 1,00

Faktor Penyesuaian Lebar Jalur Lalu-lintas

FCsp	=	1,00	Faktor Penyesuaian Pemisah Arah
FCsf	=	0,91	Faktor Penyesuaian Hambatan Samping

$$C \text{ (Kapasitas(smp/jam))} = Co \times FCw \times FCsp \times FCsf$$

$$C = 2.821,00 \text{ pcu/h}$$

Data Lalu-lintas pada Jam Sibuk dalam pcu

Lv	=	329	pcu/h
Hv	=	135	pcu/h
MC	=	1382	pcu/h

Qv	=	1846	Kend./ Jam
DB	=	0,073	(Derajat Irian)

$$DS = \frac{Qv}{C} = \frac{1846,07}{2.821,00} = 0,654$$

$$DS \text{ Lapangan} = DB + DS$$

$$DS \text{ Lapangan} = 0,727 > 0,45$$

TIDAK MEMENUHI SYARAT UNTUK LEBAR 7,00M
(PERLU PELEBARAN)

4.2.4. Analisa Tebal Perkerasan

DATA PARAMETER

I. PERENCANAAN

1. Data Lalu lintas

- Mobil Penumpang	=	343	kendaraan / hari
- Bus	=	43	kendaraan / hari
- Truk 2 As Kecil	=	178	kendaraan / hari
- Truk 2 As Besar	=	743	kendaraan / hari
- Truk 3 As	=	123	kendaraan / hari
- Truk Gandeng	=	-	kendaraan / hari

2. Pertumbuhan Lalulintas	=	3,5	% per tahun
---------------------------	---	-----	-------------

3. Umur Rencana	=	20	tahun
-----------------	---	----	-------

Kelas Jalan dan Jumlah

4. Lajur	=	Kolektor 2 Lajur 2 Arah
----------	---	-------------------------

Koefisien Distribusi	=	0,50
----------------------	---	------

II. Analisa Data

1. Analisa Lalu-Lintas

Analisa perhitungan jumlah sumbu dapat ditunjukkan pada Tabel 1. langkah-langkah perhitungannya adalah sebagai berikut:

- Menentukan konfigurasi beban
- Menentukan jumlah kendaraan
- Menentukan jumlah sumbu perkendaraan
- Menentukan jumlah sumbu = jumlah kendaraan x jumlah sumbu perkendaraan
- Menentukan nilai BS (beban sumbu) dan JS (jumlah sumbu)

Tabel 1. Perhitungan Jumlah Sumbu Rencana

Jenis Kendaraan	Konfigurasi Beban Sumbu (ton)				Jml Kend (bh)	Jml Sumbu Per Kend (bh)	Jml Sumbu (bh)	STRT		STRG		STdRG	
	RD	RB	RGD	RGB				BS (ton)	JS (bh)	BS (ton)	JS (bh)	BS (ton)	JS (bh)
(1)	(2)				(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
MP	1	1	-	-	343	-	-	-	-	-	-	-	-
Bus	3	5	-	-	43	2	86	3	43	5	43	-	-
Truk 2 as kecil	2	4	-	-	178	2	356	2	178	-	-	-	-
								4	178	-	-		
Truk 2 as besar	5	8	-	-	743	2	1.486	5	743	8	743	-	-
Truk 3 as Td	6	14	-	-	123	3	369	6	123	-	-	14	123
Truk Gandeng	6	14	5	5	-	4	-	6	-	-	-	14	-
							-	5	-	-	-	-	-
							-	5	-	-	-	-	-
Total							2.297		1.265		786		123

Keterangan : RD : Roda Depan, RB : Roda Belakang, RGD : Roda Gandeng Depan, RGB : Roda Gandeng Belakang, BS : Beban Sumbu, JS : Jumlah Sumbu, STRT : Sumbu Depan Roda Tunggal, STRG : Sumbu Tunggal Roda Ganda, STdRG : Sumbu Tandem Roda Ganda

Jumlah sumbu kendaraan niaga (JSKN) selama umur rencana (20 tahun)

$$JSKN = 365 \times JSKNH \times R$$

$$R = \frac{(1 + 0.01i)^{UR} - 1}{0.01i} = 28,28$$

$$JSKN = 365 \times 2.297 \times 28,28 = 23.709.827 = 2,37 \times 10^7$$

$$JSKN \text{ rencana} = 0,50 \times JSKN$$

$$= 0,50 \times 23.709.826,63 = 11.854.913 = 1,19 \times 10^7$$

2. Perhitungan Repetisi Sumbu Rencana

Analisa perhitungan repetisi sumbu yang terjadi dapat ditunjukkan pada Tabel 2. Langkah-langkah perhitungannya adalah sebagai berikut:

- Menentukan beban sumbu, jumlah sumbu, proporsi beban dan proporsi sumbu
- Menentukan repetisi yang terjadi = proporsi beban x proporsi sumbu x lalu lintas rencana.
- Menentukan jumlah kumulatif repetisi yang terjadi

Tabel 2. Perhitungan Repetisi Sumbu Rencana

Jenis Sumbu	Beban Sumbu (ton)	Jumlah Sumbu	Proporsi Beban	Proporsi Sumbu	Lalu-lintas Rencana	Repetisi yang Terjadi
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7) = (4) x (5) x (6)
STRT	6	123	0,10	0,65	11.854.913	749.249
	5	743	0,59	0,65	11.854.913	4.525.953
	4	178	0,14	0,65	11.854.913	1.084.279
	3	43	0,03	0,65	11.854.913	261.933
	2	178	0,14	0,65	11.854.913	1.084.279
Total		1.265	1,00			
SRTG	8	743	0,95	0,26	11.854.913	2.913.654
	5	43	0,05	0,26	11.854.913	168.623
Total		786	1,00			
STdRG	14	123	1	0,105	11.854.913	1.248.874
Total		123	1,00			
Kumulatif						12.036.845

Dari Analisa didapat hasil dari kumulatif repetisi sumbu rencana adalah 12.036.845 juta.

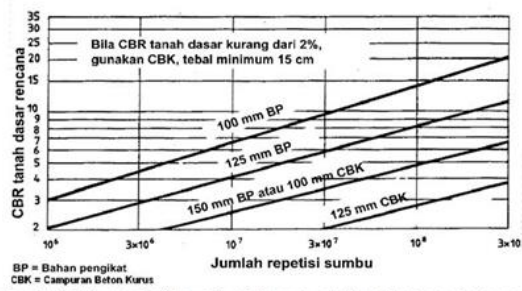
3. Perhitungan Tebal Pelat Beton

- Sumber data beban : Hasil Survai
- Jenis Bahu : Dengan Bahu Beton
- Umur rencana : 20 tahun
- Repetisi yang terjadi : 12.036.845
- Faktor keamanan beban : 1,10 (Tabel 4 Faktor Keamanan Beban)
- Kuat tekan beton 28 hari (fc) : 36,00 Mpa (Tabel 5.3.2)

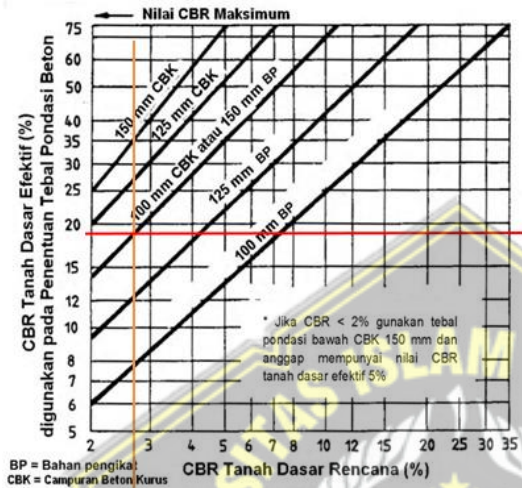
- Kuat tarik lentur (f_{cf}) = $K (f_c)^{0,5}$: 4,50 Mpa
- Jenis dan tebal lapis pondasi : Campuran Beton Kurus Tebal 10 cm
- CBR tanah dasar : 2,67 %
- CBR efektif : 18 % (Grafik Gb, 3 Tebal Pondasi bawah Minimum)
- Koefisien gesek antar pelat beton dengan pondasi (μ) : 1,50
(Tabel 1 Nilai Koefisien Gesekan)
- Tebal taksiran pelat beton : Tebal 25 Cm
- Jenis Perkerasan : BBTT dengan Ruji (Perkerasan Beton Bersambung Dengan Tulangan)

Grafik untuk menentukan tebal lapis beton kurus dan menentukan nilai CBR efektif





Gambar 2 Tebal pondasi bawah minimum untuk perkerasan beton semen



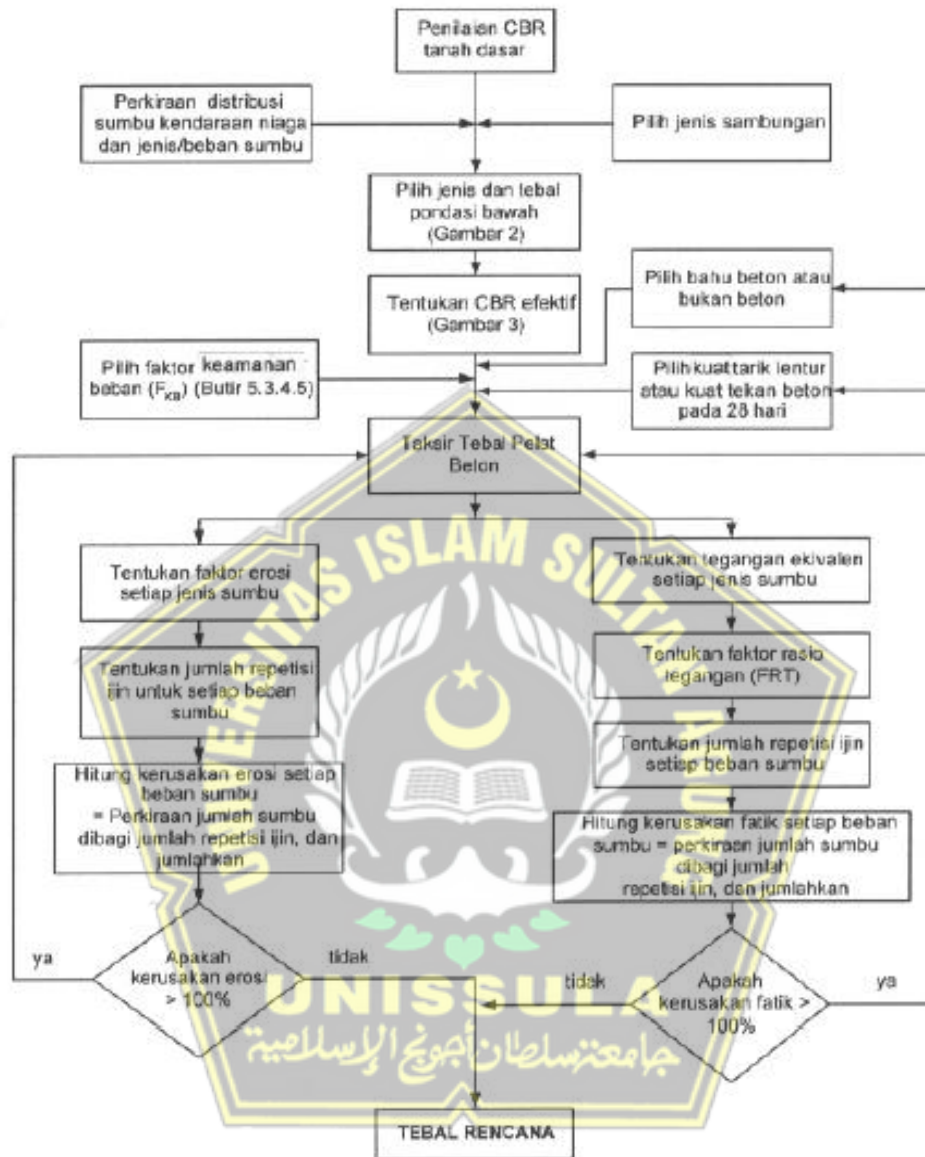
Gambar 3 CBR tanah dasar efektif dan tebal pondasi bawah

8 dari 46

Sumber: Manual Desain Perkerasan 2017

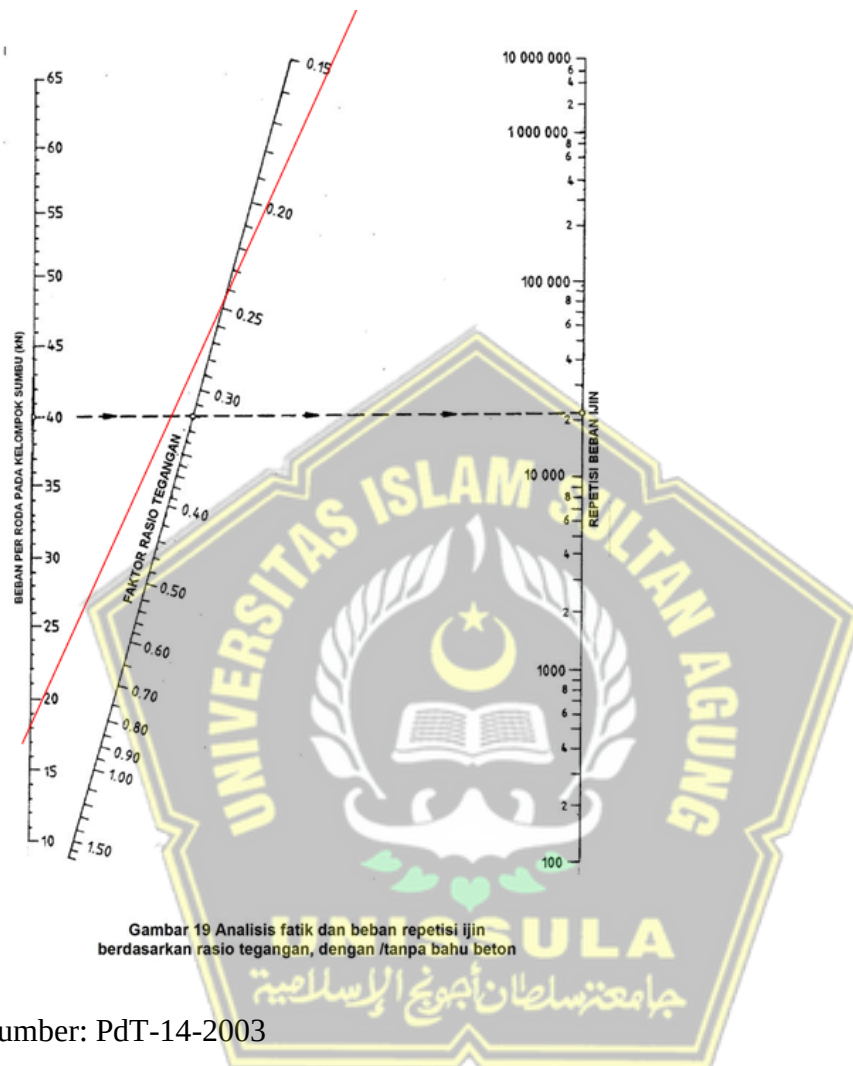
Flow chart untuk menentukan nilai tebal perkerasan berdasarkan Pd T -14-2003

Pd T-14-2003



Sumber: PdT-14-2003

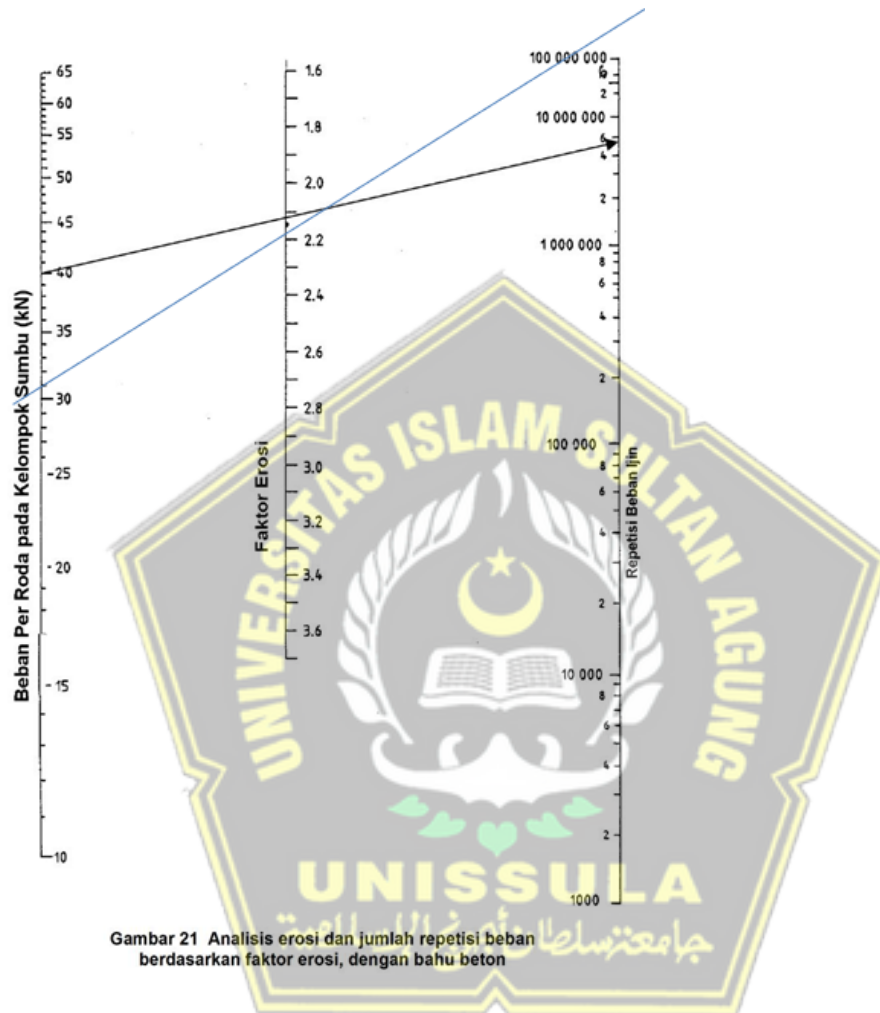
Analisa fatik dan beban repetisi ijin berdasarkan rasio tegangan, dengan bahu beton



Gambar 19 Analisis fatik dan beban repetisi ijin berdasarkan rasio tegangan, dengan /tanpa bahu beton

Sumber: PdT-14-2003

Analisa erosi dan jumlah repetisi beban berdasarkan factor erosi dengan bahu beton



Gambar 21 Analisa erosi dan jumlah repetisi beban berdasarkan faktor erosi, dengan bahu beton

Sumber: PdT-14-2003

**Tabel tegangan ekuivalen dan factor erosi untuk perkerasan dengan bahu beton
(untuk tebal pelat 25 cm dan nilai CBR efektif 18%)**

bel 9 Tegangan Ekuivalen dan Faktor Erosi untuk Perkerasan Dengan Bahu Beton (lanjutan)

Tebal Slab (mm)	CBR Eff Tanah Dasar (%)	Tegangan Setara				Faktor Erosi							
		STRT	STRG	STdRG	STrRG	Tanpa Ruji				Dengan Ruji/Beton Bertulang			
220	5	0,79	1,3	1,13	0,87	1,91	2,51	2,67	2,72	1,68	2,29	2,44	2,54
220	10	0,77	1,22	1,05	0,81	1,89	2,49	2,61	2,64	1,66	2,27	2,38	2,46
220	15	0,76	1,19	1,02	0,79	1,88	2,48	2,58	2,61	1,66	2,26	2,35	2,42
220	20	0,75	1,17	0,99	0,78	1,87	2,47	2,56	2,58	1,65	2,25	2,33	2,39
220	25	0,74	1,15	0,97	0,76	1,86	2,46	2,54	2,56	1,64	2,24	2,31	2,37
220	35	0,72	1,11	0,92	0,73	1,85	2,45	2,5	2,52	1,62	2,22	2,27	2,32
220	50	0,71	1,08	0,88	0,71	1,83	2,43	2,47	2,48	1,6	2,2	2,23	2,26
220	75	0,7	1,01	0,85	0,69	1,81	2,41	2,41	2,41	1,58	2,18	2,18	2,19
230	5	0,74	1,22	1,08	0,82	1,86	2,46	2,63	2,69	1,63	2,23	2,4	2,5
230	10	0,72	1,15	1	0,77	1,84	2,44	2,57	2,61	1,61	2,21	2,34	2,42
230	15	0,71	1,12	0,97	0,75	1,83	2,43	2,54	2,58	1,6	2,21	2,31	2,39
230	20	0,7	1,1	0,94	0,74	1,82	2,42	2,52	2,55	1,59	2,2	2,29	2,36
230	25	0,69	1,08	0,92	0,72	1,81	2,41	2,5	2,53	1,58	2,19	2,27	2,34
230	35	0,68	1,04	0,87	0,69	1,8	2,4	2,46	2,48	1,56	2,17	2,23	2,28
230	50	0,67	1	0,83	0,67	1,78	2,38	2,43	2,44	1,54	2,15	2,19	2,22
230	75	0,66	0,96	0,8	0,65	1,76	2,36	2,37	2,37	1,53	2,13	2,12	2,16
240	5	0,69	1,16	1,02	0,78	1,81	2,41	2,6	2,66	1,58	2,18	2,36	2,47
240	10	0,67	1,09	0,95	0,72	1,79	2,39	2,54	2,58	1,56	2,17	2,3	2,39
240	15	0,66	1,06	0,92	0,7	1,78	2,38	2,51	2,55	1,55	2,15	2,27	2,36
240	20	0,65	1,04	0,89	0,69	1,77	2,37	2,49	2,52	1,54	2,14	2,25	2,33
240	25	0,65	1,02	0,87	0,68	1,76	2,36	2,47	2,5	1,53	2,13	2,23	2,31
240	35	0,64	0,99	0,83	0,66	1,75	2,35	2,43	2,45	1,51	2,11	2,19	2,25
240	50	0,63	0,95	0,79	0,63	1,73	2,33	2,39	2,41	1,49	2,1	2,15	2,19
240	75	0,62	0,89	0,76	0,61	1,71	2,31	2,34	2,34	1,48	2,08	2,1	2,13
250	5	0,65	1,09	0,98	0,73	1,77	2,37	2,56	2,63	1,54	2,14	2,32	2,45
250	10	0,63	1,03	0,9	0,69	1,74	2,35	2,5	2,55	1,52	2,12	2,26	2,37
250	15	0,62	1	0,87	0,67	1,73	2,34	2,47	2,52	1,5	2,11	2,23	2,33
250	20	0,61	0,99	0,85	0,66	1,72	2,33	2,45	2,46	1,49	2,1	2,22	2,3
250	25	0,61	0,97	0,83	0,64	1,72	2,32	2,43	2,47	1,48	2,09	2,2	2,28
250	35	0,6	0,93	0,79	0,61	1,71	2,3	2,39	2,42	1,4	2,07	2,16	2,22
250	50	0,59	0,9	0,75	0,59	1,68	2,28	2,36	2,38	1,44	2,05	2,11	2,16
250	75	0,58	0,86	0,72	0,57	1,66	2,27	2,3	2,31	1,43	2,03	2,06	2,1

Sumber: PdT-14-2003

Tabel 3. Analisa Fatik dan Erosi dengan Tebal Pelat 25 cm

Jenis Sumbu	Beban Sumbu Ton (KN)	Beban Rencana Per Roda (KN)	Repetisi yang Terjadi	Faktor Tegangan dan Erosi	Analisa Fatik		Analisa Erosi	
					Repetisi Ijin	Persen Rusak (%)	Repetisi Ijin	Persen Rusak (%)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)=(4)* 100/(6)	(8)	(9)=(4)* 100/(8)
STRT	60	31,60	749.249	TE 0,62	TT	0,00	TT	0,00
	50	26,34	4.525.953	FRT 0,14	TT	0,00	TT	0,00
	40	21,07	1.084.279	FE 1,50	TT	0,00	TT	0,00
	30	15,80	261.933		TT	0,00	TT	0,00
	20	10,53	1.084.279		TT	0,00	TT	0,00
STRG	80	21,07	2.913.654	TE 1,00	TT	0,00	TT	0,00
	50	13,17	168.623	FRT 0,22	TT	0,00	TT	0,00
STdRG				FE 2,11				
	14	140	1.248.874	TE 0,87	TT	0,00	TT	0,00
				FRT 0,19				
Total				FE 2,33				
					0,00 % < 100 %		0,00 % < 100 %	

Keterangan: TE = Tegangan Ekuivalen, FRT = Faktor Rasio Tegangan, FE = Faktor Erosi, TT = Tidak Terbatas, TE dan FE didapat dari Tabel; 8 dan 9, FRT didapat dengan membagi Tegangan Ekuivalen TE oleh Kuat Tarik Lentur

DENGAN TAKSIRAN TEBAL BETON 25 CM ----->

KERUSAKAN FATIK = 0 % < 100 %

KERUSAKAN EROSI = 0 % < 100 % (Cukup dengan tebal 25 cm)

4. Sambungan memanjang dengan batang pengikat (tie bars)

Pemasangan sambungan memanjang ditujukan untuk mengendalikan terjadinya retak memanjang. Jarak antar sambungan memanjang sekitar 3 - 4 m. Sambungan memanjang harus dilengkapi dengan batang ulir dengan mutu minimum BJTD 320.

Ukuran batang pengikat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$A_t = 204 \times b \times h \text{ dan}$$

$$l = (38,3 \times \phi) + 75$$

Dengan pengertian :

A_t = Luas penampang tulangan per meter panjang sambungan (mm²).

b = Jarak terkecil antar sambungan atau jarak sambungan dengan tepi perkerasan (m).

h = Tebal pelat (m).

l = Panjang batang pengikat (mm).

ϕ = Diameter batang pengikat yang dipilih (mm).

Jarak batang pengikat yang digunakan adalah 75 cm

$$\begin{aligned} A_t &= 204 \times 0,3 \times 0,25 \\ &= 15,3, \text{ dibulatkan } 16 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L &= (38,3 \times 16) \\ &= 58,6 \text{ cm, dibulatkan } 60 \text{ cm} \end{aligned}$$

5. Sambungan susut melintang

Jarak sambungan susut melintang pada perkerasan beton tanpa tulangan biasanya sekitar 4-5 meter. Namun, pada perkerasan beton dengan tulangan, jaraknya lebih panjang, berkisar antara 8-15 meter, sedangkan untuk perkerasan beton menerus dengan tulangan, jarak sambungan disesuaikan dengan kemampuan pelaksanaan. Setiap sambungan harus dilengkapi dengan ruji polos berpanjang 45

cm, dengan jarak antara ruji sekitar 30 cm. Ruji harus rata, lurus, dan tidak memiliki tonjolan tajam yang dapat mempengaruhi gerakan bebas saat pelat beton menyusut.

Setengah panjang ruji polos perlu dilapisi atau dicat dengan bahan anti lengket untuk memastikan tidak ada ikatan dengan beton. Diameter ruji bergantung pada ketebalan pelat beton, sesuai dengan spesifikasi yang tertera dalam tabel tertentu.

No.	Traffic Desain ESAL	Tebal Pelat beton (cm)	Dowel BJTD 40 (polos)		
			Diameter (in)	Panjang min (cm)	Jarak max (cm)
1.	30.000.000	25	1,25	45	30
2.	40.000.000	26	1,25	45	30
3.	50.000.000	27	1,25	45	30
4.	60.000.000	28	1,25	45	30
5.	70.000.000	29	1,25	45	30
6.	80.000.000	29	1,25	45	30
7.	90.000.000	30	1,50	45	30
8.	100.000.000	30	1,50	45	30
9.	110.000.000	31	1,50	45	30
10.	120.000.000	31	1,50	45	30
11.	130.000.000	31	1,50	45	30
12.	140.000.000	32	1,50	45	30
13.	150.000.000	32	1,50	45	30
14.	160.000.000	32	1,50	45	30

Sumber: *Perkerasan Jalan Beton Sement Portland*, Ari Survwana (2009)

Untuk tebal pelat beton 25 cm dipakai ukuran ruji (dowel) 1,25 inch atau 3,175 cm dibulatkan 32 mm

6. Perkerasan Beton Bersambung Dengan Tulangan

- Tebal Pelat	(h)	=	25 Cm
- Lebar Pelat	(L)	=	3,50 Meter
- Panjang Pelat	(P)	=	6,00 Meter
- Koefisien gesek antar pelat beton dng pondasi (μ)		=	1,50
- Kuat Tarik Ijin Baja	(f_s)	=	320 Mpa
- Berat isi Beton	(M)	=	2.400 Kg/m ²
- Grafitasi	(g)	=	9,81 m/dt ²

1. TULANGAN MEMANJANG

$$A_s = \frac{(\mu) \cdot P \cdot M \cdot g \cdot h}{2 \cdot f_s} \quad A_s = 82,77 \text{ mm}^2 / \text{m}'$$

$$A_s \text{ minimum} = 0,1 \% \times 25 \times 1000 = 250,00 \text{ mm}^2 / \text{m} > A_s, \text{perlu}$$

Diameter tulangan yang digunakan D **10** mm

Jarak tulangan yang diperlukan : **948,871** mm

Digunakan tulangan,

D 10	Jarak	250 mm
------	-------	--------

$$A_s = 314 \text{ mm}^2$$

2. TULANGAN MELINTANG

$$A_s = \frac{(\mu) \cdot L \cdot M \cdot g \cdot h}{2 \cdot f_s} \quad A_s = 48,28 \text{ mm}^2 / \text{m}'$$

$$A_s \text{ minimum} = 0,1 \% \times 25 \times 1000 = 250,00 \text{ mm}^2 / \text{m} > A_s, \text{perlu}$$

Diameter tulangan yang digunakan D **13** mm

Jarak tulangan yang diperlukan : **2749,014** mm

Digunakan tulangan,

D 13	Jarak	300 mm
------	-------	--------

$$A_s = 442 \text{ mm}^2$$

7. Analisa Desain Fondasi

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

(1) Desain harus mempertimbangkan semua hal yang kritikal; syarat tambahan mungkin berlaku.

(2) Ditandai dengan kepadatan dan CBR lapangan yang rendah.

(3) Menggunakan nilai CBR insitu, karena nilai CBR rendaman tidak relevan.

(4) Permukaan lapis penopang di atas tanah SG1 dan gambut diasumsikan mempunyai daya dukung setara nilai CBR 2.5%, dengan demikian ketentuan perbaikan tanah SG2.5 berlaku. Contoh: untuk lalu lintas rencana > 4 juta ESA, tanah SG1 memerlukan lapis penopang setebal 1200 mm untuk mencapai daya dukung setara SG2.5 dan selanjutnya perlu ditambah lagi setebal 350 mm untuk meningkatkan menjadi setara SG6.

(5) Tebal lapis penopang dapat dikurangi 300 mm jika tanah asal dipadatkan pada kondisi kering.

(6) Untuk perkerasan kaku, lapis permukaan material tanah dasar berbutir halus (klasifikasi A4 - A6) hingga kedalaman 150 mm harus berupa stabilisasi semen.

Sumber: Manual Desain Perkerasan 2017

Dari data tanah dengan nilai CBR 2,67% dan merujuk tabel diatas, maka diambil kelas kekuatan tanah dasar SG 2.5. Dan dilakukan perbaikan tanah dengan uraian sebagai berikut:

1. Galian tanah eksisting sedalam 50 cm
2. Penggantian tanah dasar sebagai struktur fondasi tebal 20 cm dengan urugan pilihan
3. Penggantian tanah dengan Lapis fondasi agregat klas B tebal 15cm dan Klas A tebal 15 cm
4. Diatasnya lapis fondasi agregat untuk mendapatkan nilai CBR di atas 6% dipakai Lapis beton kurus (Lc) tebal 10 cm dengan mutu beton K-100Kg/cm²

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

1. Setelah dilakukan analisa dan pembahasan dalam penelitian ini, dan juga kajian terhadap kondisi eksisting jalan pada ruas Purwodadi – Wirosari Km 94+500 s/d 94+650 ditemukan beberapa kerusakan sebagai berikut:
 - Retak melintang pada perkerasan beton semen dengan lebar retakan antara 0,5 - 1cm.
 - Rekahan ke samping pada sambungan memanjang atau centerline jalan antara 5-10 cm
 - Terdapat segmen yang mengalami penurunan sehingga diperlukan dinding penahan tanah untuk menahan supaya bahu jalan tidak semakin turun.
 - Patahan pada bagian dekat dengan sambungan melintang yang disebabkan karena muatan lalu lintas yang berat
2. Berdasarkan analisa lalu lintas tahun ini sebesar HV (65 kend./jam), LV (160 kend./jam), MC (671 kend./jam), dan perhitungan proyeksi LHR untuk 20 tahun kedepan dengan perkiraan jumlah kendaraan HV (135 kend./jam), LV (329 kend./jam), MC (1382 kend./jam).
Nilai untuk derajat kejenuhan pada ruas Purwodadi – Wirosari (DS) adalah 0,73 (perlu pelebaran jalan).
3. Hasil evaluasi tebal perkerasan berdasarkan pengamatan terhadap nilai CBR dari tes DCP, serta menggunakan metode Manual Desain yaitu: tebal aktual pelat beton pada ruas jalan Purwodadi – Wirosari adalah 25 cm, dan tebal pelat hasil evaluasi 25 cm dengan mutu beton F_s 4,5 Mpa. Ada kesamaan antara tebal aktual dan hasil evaluasi.
Diameter dowel yang dipakai di lapangan 25 mm, sedangkan hasil evaluasi menggunakan 32 mm.
Pada kondisi eksisting perkerasan didesain menggunakan tulangan

memanjang (atas dan bawah) D10 – 300 mm dan tulangan melintang (atas dan bawah) D13 – 300mm. Dan pada evaluasi studi ini digunakan tulangan memanjang (atas dan bawah) D10-250 mm dan tulangan melintang (atas dan bawah) D13 – 300 mm.

Untuk dimensi segmen pada evaluasi digunakan 3,5 x 6 m, sedangkan di lapangan sama dipakai 3,5 x 6m.

Diameter tiebar yang dipakai di lapangan adalah D16 panjang 60 cm dan hasil evaluasi dipakai D16 panjang 60 cm.

Perlunya perbaikan tanah dasar dengan menggali tanah sedalam 50 cm , dan dilakukan penggantian tanah yang terdiri dari 20 cm urugan pilihan, 15 cm Lapis Fondasi Agregat klas B dan 15 cm Lapis Fondasi Agregat klasA.

5.2. Saran

Dari evaluasi studi yang dilaksanakan di ruas jalan Purwodadi – Wirosari, saran yang dapat penulis sampaikan adalah:

1. Pada ruas jalan Purwodadi – Wirosari dengan kondisi daya dukung tanah yang relatif rendah, sebaiknya desain perkerasan menggunakan Perkerasan Beton Bersambung Dengan Tulangan.
2. Desain perencanaan hendaknya mengikuti perkembangan peraturan dan pedoman yang terbaru produk yang dihasilkan sesuai dengan peraturan yang terbaru

DAFTAR PUSTAKA

- Affandi Nur Azizah, Rasiyo Hepiyanto (2018). Studi Evaluasi Tebal Perkerasan Kaku Pada Ruas Jalan Dradah - Kedungpring Menggunakan Metode Bina Marga 2002. *Jurnal Universitas Islam Lamongan*. 2(2):98-106.
- Aris Muhmmad Nauval.A, Gerson Simbolan, Bagus.H.S, Supriyono (2015). Analisis Perbandingan Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan Lentur Menggunakan Beberapa Metode Bina Marga Studi Kasus : (Ruas Jalan Piringsurat - Batas Kedu Timur). *Jurnal Karya Teknik Sipil Universitas Diponegoro*. 4(4): 380-393.
- Bachtiar, Vivi dan M. Yusuf (2010). Studi Tentang Penentuan Persyaratan Minimum Untuk Konstruksi Jalan Beton (*Rigid Pavement*) Di Atas Tanah Lunak Dengan Cara Percobaan Pembebanan Langsung Di Lapangan. *Jurnal Teknik Sipil Untan* 10(2):193-206
- Gayung Andika Dumawa, Miftahul Huda (2018). Perencanaan Pelebaran dan Anggaran Biaya Ruas Jalan Bulu (Batas Provinsi Jawa Tengah). *Jurnal Teknik Sipil Universitas Wijaya Kusuma Surabaya*.
- Hakim Ghaffar.N , Ida Farida (2017). Ketebalan Perkerasan Lentur Dengan Metode AASHTO 1993 Dan Manual Perkerasan Jalan 2017. *Jurnal Konstruksi STT Garut*.
- Iskandar, Gunawan.W, Elianora (2017). Perencanaan Tebal Lapis Tambah (Overlay) Degan Perbandingan METODE PD T-05-2005-B Dan Manual Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013. *Jurnal FTEKNIK UNRI*. 4(2):1-9.
- Junoto, Babang, Budi Supranyoto, Bambang Pudjianto, Wicaksono I.Y. (2017). Analisis Kerusakan dan Penanganan Ruas Jalan Purwodadi - Geyer. *Jurnal Universitas Wijaya Kusuma Surabaya*.
- L, Nurman (2019). Evaluasi Tebal Perkerasan Kaku Dengan Metode Bina Marga MDP Pd T-14-2013 Studi Kasus Jalan Sungai Jering - Kari. Teluk Kuantan.

Jurnal Perencanaan, Sains, Teknologi, dan Komputer. Universitas Islam Kuantan Singingi. 2(1):286-295

Manual Design Perkerasan 2017 dan Suplemen 2020

Muliawan I Wayan (2019). Dampak Genangan Air Hujan Terhadap Kondisi Jalan Antasura di Kecamatan Denpasar Timur. Universitas Warmadewa.

Spesifikasi Teknis Bina Marga Tahun 2018 revisi 2

Surat. 2011. *Analisis Struktur Perkerasan Jalan di Atas Tanah Ekspansif (Studi Kasus : Ruas Jalan Purwodadi - Blora)*. Tesis Magister Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

Wardani, Mila Kusuma. *Perencanaan Jalan Di Atas Lapisan Tanah Sangat Lembek (Gambut, Lempung, Lembek) Dan Metode Perbaikannya*. Tugas Akhir.

Wicaksono Aditya Daniar, Noor Endah Mohtar, Putu Tantri Kumalasari. (2017). Perencanaan Perbaikan Tanah Dasar dan Perkuatan Stabilitas Timbunan Jalan Tol Pasuruan - Grati STA 30+100 s.d STA 31+500. *Jurnal Institut Teknologi Sepuluh Nopember*. 6(2):E72-E76

Wicaksono Andyas Nur, Ary Setyawan, Slamet Jauhari Legowo (2017). Perencanaan Tebal Lapis Tambah Metode PD T-05-2005-B dan Metode SDP JL Pada Jalan Nasional di Yogyakarta. *Teknik Sipil UNS*.