

PERENCANAAN PERKERASAN KAKU DI JALAN RAYA LONTAR KOTA SURABAYA DENGAN METODE AASHTO 1993

by Turnitin Administrator

Submission date: 22-Jan-2024 06:01PM (UTC+0700)

Submission ID: 2188410023

File name: TUGAS_AKHIR_BRYAN_FITRA_18110020_1.pdf (2.06M)

Word count: 8355

Character count: 49042

TUGAS AKHIR

2
PERENCANAAN PERKERASAN KAKU DI JALAN RAYA LONTAR
KOTA SURABAYA DENGAN METODE AASHTO 1993



BRYAN FITRA ANANDA
29
NPM: 18.11.0020

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS WIJAYA KUSUMA SURABAYA
SURABAYA
2024

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pilar kesejahteraan masyarakat serta komponen fundamental dari pelayanan publik dan pemanfaatan sumber daya ekonomi, infrastruktur jalan merupakan bagian dari sistem transportasi nasional dan digunakan Bersama pendekatan pengembangan wilayah untuk mewujudkan konektivitas pusat kegiatan, keseimbangan dan pemerataan pembangunan antar wilayah, serta memperkuat perekonomian dalam kerangka kesatuan ekonomi pusat, daerah dan bangsa. (UU Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2022)

Karena pembangunan jalan bebas hambatan terkait erat dengan kemajuan teknis dan perilaku pengguna, jalan tol merupakan infrastruktur penting yang memungkinkan orang untuk pergi ke lokasi yang diinginkan. Jalan bebas hambatan yang dirancang untuk memindahkan kendaraan dari satu lokasi ke lokasi lain disebut jalan raya. Di sini, arus lalu lintas juga dianggap jalan yang diperkeras dan lalu lintas adalah benda yang melintasi jalan. (Fadhilah, 2022)

Karena jalan merupakan infrastruktur transportasi darat yang sering digunakan untuk mobilitas sehari-hari, setelah transportasi udara dan laut, maka perkerasan jalan raya harus mampu menahan volume kendaraan yang melintas di atasnya. Ketika saluran drainase tersumbat atau beban kendaraan yang besar menyebabkan kerusakan pada jalan, konstruksi jalan tidak dapat mempertahankan arus lalu lintas sesuai usia rencana. Oleh karena itu, perencanaan perkerasan yang cermat sangat penting. (Muharam, 2019)

Di daerah dengan kepadatan yang tinggi pada lalu lintas, jalan beton lebih sering digunakan. Jalan beton lebih disukai terutama karena bobot kendaraan relatif besar dan arus lalu lintas yang padat. Konstruksinya juga lebih tangguh, tahan lama, dan rendah perawatan. Hal ini menjelaskan preferensi yang luas untuk jalan beton. dibandingkan dengan jalan aspal, yang membutuhkan pemeliharaan tahunan. Konstruksi aspal yang tidak dirancang dengan baik dapat dengan mudah mengelupas, berlubang, dan mengalami kerusakan akibat air jika terjadi cuaca tidak menentu, seperti hujan. (Ilham, Syafridal, 2019)

Sejak zaman dahulu, masyarakat telah memanfaatkan jalan untuk mendukung berbagai aktivitas sehari-hari, termasuk perdagangan, pendidikan, dan ekonomi. Akibatnya, salah satu faktor kunci yang mendukung kegiatan ekonomi suatu negara adalah sistem jalan. (Yusuf, 2020)

Jika mengamati penampang jalan secara fisik, kita dapat melihat bahwa jalur lalu lintas, yang meliputi perkerasan jalan, adalah bagian struktural yang terletak di tengah badan jalan. Segmen ini melihat konsentrasi lalu lintas secara langsung, yang dianggap penting untuk pembangunan jalan baru. Kondisi permukaan jalan yang mengalami kerusakan baik secara struktural maupun fungsional mengindikasikan penurunan kualitas jalan. (Rivaldo, Yamali, 2022)

Perkerasan dengan modulus elastisitas rendah disebut sebagai perkerasan kaku, dan diikat dengan semen. Karena kekakuan perkerasan yang tinggi, beban sebagian besar ditangani oleh perkerasan dan didistribusikan oleh tanah dasar di area yang relatif lebih luas. Perkerasan kaku membutuhkan pemeliharaan jalan yang lebih murah selama masa pakai karena lebih tahan terhadap keausan, sehingga tidak memerlukan perbaikan atau rehabilitasi untuk jangka waktu yang lama. (Almufid, Haq, Silwanus, 2020)

Berkendara yang aman dan nyaman harus menjadi tujuan dari setiap jalan yang layak. Agregat dan bahan pengikat digabungkan untuk membentuk perkerasan jalan raya, yang menopang berat kendaraan yang bergerak. Perkerasan kaku adalah jenis perkerasan jalan. Ketika meletakkan perkerasan di atas jalan, baik dengan atau tanpa pelat beton bertulang, perkerasan kaku dibuat dengan menggunakan lem semen *Portland*. Pelat beton menanggung sebagian besar beban lalu lintas. (Tenriajeng, 1999)

Dengan pertumbuhan ekonomi dan populasi yang terus meningkat setiap tahunnya, akan terjadi peningkatan jumlah mobil yang signifikan di jalan raya dan infrastruktur jaringan jalan raya tidak memadai bahkan tidak stabil. Hal ini akhirnya menyebabkan kapasitas jalan diharapkan tidak lagi sesuai dengan keadaan yang ada. Masa pakai jalan raya yang direncanakan berkisar antara 10 - 20 tahun, tergantung pada volume lalu lintas dan faktor lingkungan. Agar jalan dapat terus beroperasi dengan lancar selama periode tersebut, diperlukan pemeliharaan. (Bina Marga, 2010)

Peningkatan mobilitas yang disebabkan oleh peningkatan kondisi kehidupan sosial ekonomi yang cepat telah menyebabkan peningkatan kepemilikan kendaraan bermotor. Semakin banyak kendaraan bermotor di jalan, berarti semakin banyak pula pengulangan pengikisan permukaan jalan. Beban besar bukanlah satu-satunya hal yang dapat merusak perkerasan jalan. Menurut hasil evaluasi beberapa spesialis desain perkerasan jalan, frekuensi pengulangan beban yang tinggi merupakan penyebab degradasi perkerasan jalan. (Purba, 2017)

Ketika jalan raya mengalami beban dinamis berulang, kualitas konstruksinya akan menurun. Hal ini, pada gilirannya, akan mempengaruhi penurunan kualitas layanan selama masa pelayanan jalan. Untuk memenuhi kriteria fungsional, seperti rasa aman yang diberikan dan pengguna jalan merasa nyaman, kondisi konstruksi perkerasan yang baik sangat dibutuhkan. Karakteristik tersebut harus meliputi lapisan permukaan yang rata, tidak mudah aus, cukup rata, kedap air, dan tidak mengkilap. Untuk itu, rute yang dituju harus efisien, aman, dan menyenangkan. (Putra, 2019)

Kriteria lalu lintas dan struktural dapat dipenuhi oleh perkerasan yang dibangun dengan baik. Pembangunan perkerasan lentur, dilihat dari sudut pandang keselamatan dan kenyamanan lalu lintas, memberikan kondisi lalu lintas yang baik. Konstruksi perkerasan jalan harus memenuhi standar struktural tertentu, yang meliputi kemampuan untuk mendukung dan mendistribusikan beban, ketebalan yang cukup, kedap air, permukaan yang mudah dikeringkan, dan kekakuan agar dapat mendukung beban yang bekerja tanpa mengubah bentuk perkerasan secara signifikan. (Yunardi, 2018)

Agar kinerja perkerasan yang telah ditingkatkan secara struktural dapat terus menangani beban lalu lintas dan memiliki proyeksi umur atau durasi layanan yang sesuai dengan desain awal perkerasan, diperlukan pemeliharaan. Hal ini dapat dilihat dan diukur dalam hal fungsionalitas berdasarkan tingkat layanan perkerasan. berkaitan dengan kenyamanan dan keselamatan pengguna jalan. Hal-hal tertentu perlu diperhatikan agar perkerasan jalan dapat berfungsi sebagaimana mestinya. (Paus, 2016)

Perbaikan jalan yang dilakukan secara berkala untuk memperkuat kapasitas struktural dikenal sebagai pemeliharaan berkala. Peningkatan penanganan jalan untuk mencapai tingkat pelayanan yang diinginkan sesuai dengan jenis dan klasifikasi jalan, termasuk modifikasi struktur dan geometrik. (Bina Marga, 2010)

Kebijakan pembangunan infrastruktur fisik difokuskan pada perkerasan, komponen perencanaan jalan juga perlu di rencanakan secara efisien, efektif. Hal ini dikarenakan sistem dan infrastruktur jalan yang lebih baik, termasuk jalan yang aman dan nyaman, diperlukan untuk memenuhi permintaan tingkat pelayanan jalan yang lebih tinggi. (Permana, Sumanjaya, Nudja, 2019)

Untuk memastikan keadaan permukaan jalan rusak, harus diamati kondisi permukaan jalan. Sistem jaringan jalan yang tidak memadai dan peningkatan jumlah kendaraan yang signifikan akan diakibatkan oleh peningkatan ekonomi dan populasi setiap tahunnya. Hal ini dapat mengakibatkan kapasitas jalan yang diantisipasi kurang dari yang sebenarnya dibutuhkan. Jalan raya yang direncanakan terkadang memiliki masa pakai tertentu antara 10 sampai 20 tahun, tergantung pada kebutuhan dan kondisi lalu lintas saat ini. (Bina Marga, 2010)

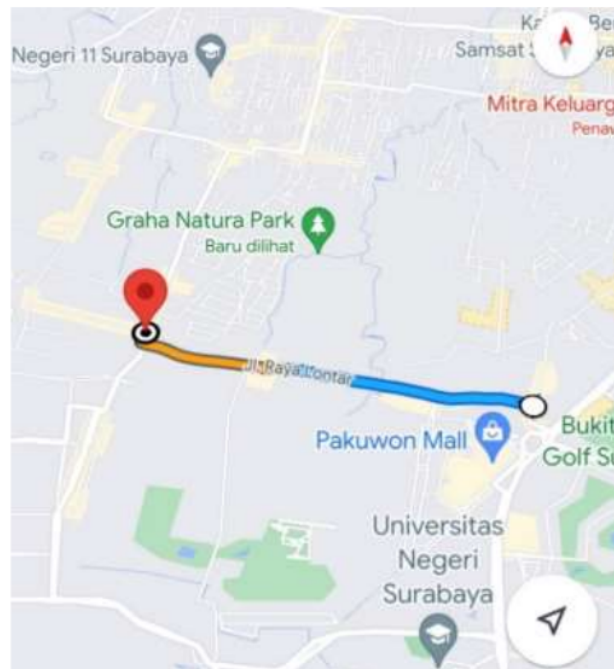
Beton untuk jalan raya dapat diklasifikasikan sebagai beton lentur, kaku, atau komposit, termasuk elemen-elemen perkerasan kaku dan lentur. Terkhusus untuk perkerasan lentur terdiri dari (semen *portland*), yang dapat diperkuat atau tidak. Perkerasan ini juga digunakan secara luas di jalan dengan lalu lintas yang padat. (Azis, 2012)

Perencanaan perkerasan kaku digunakan dalam perencanaan ini untuk meningkatkan ruas jalan raya lontar kota Surabaya, dengan teknik AASHTO 1993 sebagai acuan. Ruas jalan raya lontar kota Surabaya dipilih karena, meskipun pada awalnya dimaksudkan sebagai jalan lokal, namun saat ini berfungsi sebagai jalan kolektor dan merupakan salah satu jalan yang cukup padat di kecamatan sambikerep. Akibatnya, ruas jalan raya lontar menjadi sangat penting bagi kegiatan pertumbuhan ekonomi kota.

Pertumbuhan perumahan dikelas menengah ke atas, pusat perbelanjaan dan perkantoran di sepanjang ruas jalan tersebut, serta penambahan jumlah penduduk. Pertumbuhan yang cukup besar pasti akan terjadi seiring berjalannya waktu. Berbagai bentuk kerusakan permukaan, termasuk lubang dan retakan, mengindikasikan penurunan kinerja perkerasan dari kondisi ruas jalan saat ini. Masalah-masalah ini secara signifikan mempengaruhi pengemudi dengan meningkatkan risiko kecelakaan dan memperlambat lalu lintas dengan menyebabkan penundaan.

Terutama dijam-jam sibuk, kemacetan terjadi pada rute sebagian besar digunakan oleh berbagai jenis kendaraan, dari yang ringan sampai berat. Untuk itu, diperlukan infrastruktur dan fasilitas yang memadai untuk mendukung semua kegiatan lokal. Layanan dan kondisi jalan telah menurun karena peningkatan volume kendaraan yang menggunakannya, dan sebagai akibat dari kerusakan jalan yang luas, jalan tersebut tidak lagi memenuhi persyaratan untuk laik jalan.

Untuk dapat melampaui kinerja ruas jalan raya lontar kota Surabaya, maka perencanaan perkerasan jalan harus dilakukan dengan baik. Untuk memperpanjang umur rencana jalan dan mengurangi kemacetan lalu lintas di sana, sangat penting untuk menganggarkan perbaikan jalan seperti perkerasan keras pada ruas jalan yang terkena dampak. Hal ini akan menguntungkan pertumbuhan daerah tersebut.



Gambar 1.1 Peta Jalan Lontar Kota Surabaya

7° 17' 3,81" S, 112° 40' 13,58" E

(Sumber: <https://www.google.com/maps/>)



(Jalan Raya Lontar Arah Barat)



(Jalan Raya Lontar Arah Timur)

Gambar 1. 2 Kondisi Jalan Raya Lontar Kota Surabaya

(Sumber: Dokumen Pribadi)

1.2 Identifikasi Masalah

Karena meningkatnya volume lalu lintas, Jalan Raya Lontar Kota Surabaya berfungsi sebagai rute akses dan jalan kolektor selain sebagai jalan lokal. Akibatnya, hal ini memperparah dampak dari berbagai kerusakan jalan yang serius termasuk lubang dan retakan.

Perencanaan Perkerasan Kaku Jalan Raya Lontar Kota Surabaya dengan Metode AASHTO 1993 ini didasari oleh permasalahan di atas. Karena semakin banyaknya pembangunan rumah menengah ke atas dan rumah kelas atas di Jalan Lontar Kota Surabaya, maka yang ada kondisi jalan saat ini tidak sanggup menopang beban kendaraan dan semakin meningkat setiap tahunnya. Selama ini belum pernah ada pemeliharaan yang signifikan yang dilakukan pada ruas jalan tersebut untuk memperpanjang umurnya. Oleh karena itu, penulis berharap Jalan Raya Lontar Kota Surabaya dapat ditingkatkan dengan menggunakan perencanaan ini sebagai acuan.

1.3 Rumusan Masalah

Dalam sesi perencanaan ini, rumusan masalah berikut ini akan dibahas:

1. Berapa jumlah arus lalu lintas harian rata-rata (LHR) pada Jalan Raya Lontar Kota Surabaya?
2. Berapa ketebalan pelat beton yang dibutuhkan pada perencanaan perkerasan kaku (*rigid pavement*) untuk peningkatan Jalan Raya Lontar Kota Surabaya menggunakan metode AASHTO 1993?
3. Berapa besar rencana anggaran biaya (RAB) yang dibutuhkan untuk Jalan Raya Lontar Kota Surabaya tersebut?

53

1.4 Tujuan Perencanaan

Berikut ini adalah tujuan dari perencanaan:

1. Mengetahui data arus lalu lintas harian rata-rata Jalan Raya Lontar Kota Surabaya
2. Mengetahui tebal perkerasan yang tidak fleksibel agar dapat menggunakan pendekatan AASHTO 1993 untuk memperbaiki Jalan Raya Lontar Kota Surabaya.
3. Mengetahui jumlah anggaran yang dialokasikan untuk proyek peningkatan Jalan Raya Lontar Kota Surabaya.

1.5 Manfaat Perencanaan

Berikut ini adalah manfaat dari perencanaan:

1. Dapat mengetahui data arus lalu lintas harian rata-rata di Jalan Raya Lontar Kota Surabaya.
2. Dapat mengetahui perencanaan perkerasan kaku di Jalan Raya Lontar Kota Surabaya.
3. Dapat menjadi pedoman untuk perencanaan dan menjadi bahan pertimbangan di masa mendatang dalam melakukan pemeliharaan dan peningkatan Jalan Raya Lontar Kota Surabaya.

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah berikut ini diberikan oleh penulis mengingat betapa luasnya masalah jalan tersebut:

1. LHR dihitung ⁴⁹ pukul 06.00 - 21.00 selama 7 hari, dimulai dari hari Senin, 20 Februari 2023, dan berakhir pada hari Minggu, 26 Februari 2023.
2. Merancang bangunan pelengkap seperti saluran drainase dan jembatan tanpa perencanaan yang baik.
3. Tidak menganggarkan biaya untuk pembelian lahan.
4. Pembangunan perkerasan merupakan satu-satunya proyek yang tercakup dalam rencana anggaran biaya Jalan Raya Lontar Kota Surabaya.

1.7 Sistematika Penulisan

Bagian ini dimaksudkan untuk membantu peninjauan dan pembahasan, sehingga uraian dalam pekerjaan ini dapat dimengerti dengan jelas. Berikut ini adalah pembagian yang dilakukan:

BAB 1 PENDAHULUAN

³¹ Konteks, Rumusan Masalah, Identifikasi Masalah, Tujuan Perencanaan, Manfaat Perencanaan, Batasan Masalah, dan Sistematika Penulisan merupakan bagian dari bab ini.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

¹ Definisi Jalan, Perencanaan Perkerasan Kaku, Struktur dan Jenis Perkerasan, Persyaratan Teknis, Beton Semen, Penentuan Ukuran Rencana, Perencanaan Tebal Pelat, Perencanaan Sambungan, Perencanaan Tulangan, Analisa Kapasitas Jalan, Penentuan Kelas Jalan, Pertumbuhan Lalu Lintas Tahunan, Kapasitas Jalan (C), dan Perencanaan Terdahulu semuanya tercakup dalam bab ini.

BAB 3 METODOLOGI PERENCANAAN

Konsep Perencanaan; Tahapan Persiapan; Inventarisasi Kebutuhan Data dan Identifikasi Masalah; Survei dan Pengumpulan Data; Analisis dan Pengolahan Data; Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku juga tercakup dalam bab ini.

BAB 4 DATA DAN ANALISA DATA

Bab ini mencakup hal-hal sebagai berikut: rencana anggaran biaya; perencanaan desain perkerasan; analisis data lalu lintas; analisis data jalan eksisting; data CBR.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini mencakup rekomendasi untuk peneliti selanjutnya yang ingin bekerja dengan subjek yang sebanding dalam penelitian mereka serta kesimpulan penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Infrastruktur untuk transportasi mencakup semua komponen jalan, termasuk peralatan yang terhubung dengan lalu lintas, bangunan pelengkap, dan bangunan pelengkap. Jalan terletak permukaan air, tidak termasuk jalur kabel, rel kereta, dan truk. Jalan khusus adalah jalan yang dibangun untuk penggunaan pribadi oleh pasukan militer, bisnis milik negara, bisnis lokal, organisasi masyarakat, dan lembaga pemerintah federal atau lokal. Jalan umum adalah jalan yang dimaksudkan untuk digunakan oleh semua orang. (UU Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2022 Pasal 1)

Istilah "perkerasan beton semen" mengacu pada konstruksi dari lapisan pondasi bawah, yang juga dikenal sebagai tanah dasar, dan lempengan beton semen yang terus menerus, baik dengan atau tanpa tulangan dan lapisan permukaan aspal yang dilapisi di atasnya. (Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2003)

Meningkatnya aktivitas dan kebutuhan manusia sebagai akibat dari pertumbuhan penduduk yang cepat meningkatkan kebutuhan infrastruktur transportasi, yang pada akhirnya meningkatkan arus lalu lintas menyebabkan kemacetan. Semua disebabkan oleh infrastruktur yang tidak mampu melayani arus lalu lintas. Oleh karena itu, tindakan harus diambil untuk memastikan bahwa kebutuhan transportasi terpenuhi dengan baik. (*pavement*). (Purba, 2017)

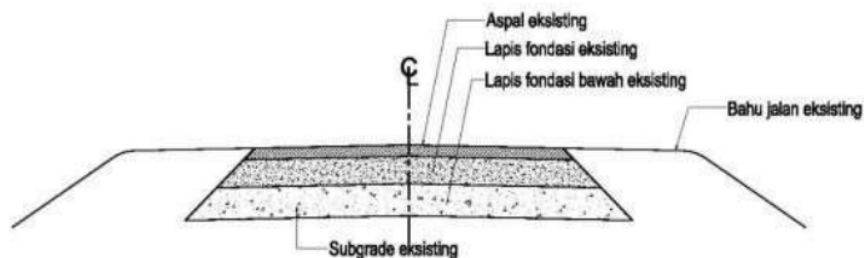
Lestari dalam Nurrahmat, 2021 menyatakan bahwa umur rencana perkerasan kaku untuk umur rencana yang panjang 40 tahun memberikan kontribusi terhadap peningkatan jalan dengan perkerasan kaku untuk rencana penggunaan perkerasan kaku dibandingkan perkerasan lentur karena volume lalu lintas. Tanah tidak mungkin dapat menahan beban roda berulang kali dengan sendirinya yang mengalami deformasi berarti. sebab itu, membutuhkan lapisan tambahan, juga dikenal sebagai lapisan atas badan jalan, untuk berada pada tanah juga roda kendaraan. Bahan-bahan khusus digunakan untuk membuat lapisan atas ini, yang juga dikenal sebagai perkerasan atau lapisan keras, untuk meningkatkan kualitas. (Sulaksono, 2000)

2.2 Perkerasan Jalan

Sukirman dalam Nurrahmat (2021) menegaskan bahwa salah satu faktor yang berkontribusi terhadap kerusakan jalan adalah perkerasan jalan. Oleh karena itu, selain dibutuhkan sistem drainase jalan yang memadai, jalan yang baik adalah jalan yang memiliki sifat kedap air. Semen portland dan agregat aspal diikat bersama dengan pengisi pori untuk menciptakan karakteristik kedap air. Perkerasan jalan dapat dikategorikan menjadi tiga jenis untuk membentuk lapisan atas berdasarkan bahan pengikat yang digunakan: perkerasan kaku, yang terbuat dari bahan semen portland, perkerasan lentur, yang terbuat dari perkerasan aspal dengan menggunakan bahan pengikat, dan perkerasan kaku digabung dengan perkerasan lentur, dikenal juga sebagai perkerasan komposit. Saat ini, perkerasan lentur dan perkerasan kaku merupakan dua kategori yang digunakan untuk menggambarkan kelompok tersebut di atas.

Berdasarkan bahan pengikatnya, ada tiga jenis konstruksi perkerasan jalan:

1. Perkerasan yang dibangun dengan bahan lentur atau aspal yang berfungsi sebagai pengikat.
2. Konstruksi perkerasan kaku
3. Kombinasi perkerasan lentur dan kaku



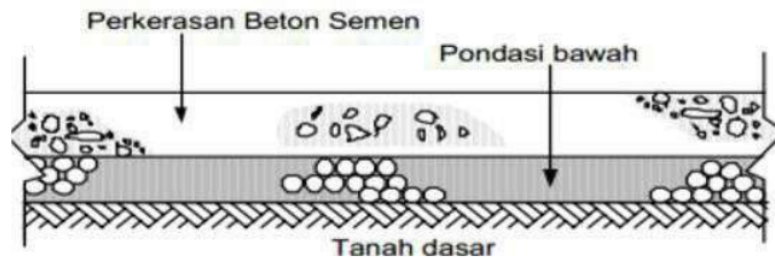
Gambar 2.1 Perkerasan Lama

Sumber : Manual *Design* Perkerasan 2014

48

2.3 Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Perkerasan kaku dibangun dengan *cement portland* sebagai dasarnya. Struktur perkerasan ditopang oleh lapisan tanah dasar, yang berfungsi sebagai lapisan bantalan homogen di bawah lapisan pondasi bawah, dan struktur perkerasan kaku yang dilapisi oleh pelat beton. (Silvia Sukirman, 2010)



1

Gambar 2. 2 Struktur Perkerasan Beton Semen

Sumber : SNI Perkerasan Beton Semen Pd T-14-2003

2.4 Perencanaan Teknis Metode *American Association of State Highway and Transportation Officials*

Penerapan perencanaan perkerasan kaku, seperti yang didefinisikan oleh AASHTO 1993, tunduk pada pedoman khusus. Berikut ini adalah daftar tindakan, protokol, dan faktor perencanaan yang dapat diterapkan.

56

2.4.1 Lapis Tanah Dasar (*Subgrade*)

Pengujian CBR sesuai SNI 03-1731-1989 atau pengujian CBR laboratorium sesuai SNI 03-1744-1989 digunakan mendesain tebal perkerasan jalan yang ada dan yang baru serta menentukan daya dukung tanah dasar. Apabila tanah dasar memiliki nilai CBR kurang 2%, direkomendasikan untuk memasang pondasi beton campuran tipis 15 cm dengan perkiraan nilai CBR tanah dasar efektif 5%. (Binamarga, 2003)

2.4.2 Lapis Pondasi Bawah (Subbase Course)

Bahan pondasi bawah:

1. Bahan berbutir
2. (*lean rolled concrete*), Stabilisasi beton kurus giling padat
3. (*lean – mix concrete*), Campuran beton kurus

Lapisan bawah yang ditutupi, tanah dasar adalah lapisan pondasi. Bahan lapis pondasi di bawah material yang lebih unggul tanah dasar yang digunakan adalah tanah dengan CBR 20% dan indeks plastisitas (PI) 10, sesuai dengan SNI -1732-1989-F dan Pt T-01-2002B. Tidak akan ada ruji-ruji pada perkerasan beton semen menerus jika tanah dasar menggunakan campuran beton tanpa ruji (*lean concrete*).

2.4.3 Analisis Lalu – Lintas (Traffic Desain)

A. Umur Rencana

Perkerasan Umur rencana, yang dihitung dengan menggunakan metode *Internal Rate of Return* dan *Benefit Cost Ratio* di antara metode-metode lainnya, adalah Sejak jalan dibuka untuk lalu lintas kendaraan jumlah tahun hingga perbaikan struktural diperlukan. Hal ini dipengaruhi oleh fungsional jalan, situasi lalu lintas, dan nilai ekonomi. Ketika direncanakan, perkerasan beton semen memiliki umur 20-40 tahun. Seperti dapat dilihat pada tabel 2.1, Bina Marga menghitung umur rencana setiap jenis perkerasan jalan.

Tabel 2. 1 Umur Rencana

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

Sumber: SNI Perkerasan Beton Semen Pd T-14-(2003)

B. Parameter Lalu Lintas

Penting untuk mendistribusikan seluruh beban gandar ekuivalen menurut lajur dan arah. Menurut AASHTO 1993, faktor distribusi arah (DD) bervariasi dari 30 hingga 70%, atau antara 0,3 hingga 0,7, tergantung pada lajur mana yang paling sering dilalui truk berat.

Salah satu bagian jalan dengan volume lalu lintas terbesar dari kendaraan bisnis adalah lajur rencana. Jumlah paling sedikit ditemukan pada kendaraan niaga dengan dua gandar, masing-masing kelompok roda memiliki setidaknya 1 roda tunggal dan berat total minim lima ton / 50 Kn. Saat menghitung ekuivalensi beban di Inggris, beban kendaraan diperhitungkan.

Tabel 2. 2 Faktor Distribusi Lajur (D_L) untuk Perancangan Perkerasan

Jumlah lajur per arah	AASHTO (1993)
	Persen ESAL dalam lajur rencana (%)
1	100
2	80 – 100
3	60 – 80
4	50 – 75

Sumber : AASHTO (1993)

Tabel 2. 3 Jumlah Lajur berdasarkan Lebar Perkerasan dan Koefesien Distribusi Kendaraan Niaga pada Lajur Rencana

Lebar Perkerasan (L_p)	Jumlah Lajur (n_l)	Koefisien Distribusi (D_D)	
		1 Arah	2 Arah
$L_p < 5,50$ m	1 Lajur	1	1
$5,50 \text{ m} \leq L_p < 8,25$ m	2 Lajur	0,70	0,5
$8,25 \text{ m} \leq L_p < 11,25$ m	3 Lajur	0,50	0,475
$11,25 \text{ m} \leq L_p < 15,00$ m	4 Lajur	-	0,45
$15,00 \text{ m} \leq L_p < 18,75$ m	5 Lajur	-	0,425
$18,75 \text{ m} \leq L_p < 22,00$ m	6 Lajur	-	0,40

Sumber : Departement Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2003

C. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Persamaan berikut digunakan menghitung faktor pertumbuhan lalu lintas, menyebabkan lalu lintas meningkat selama masa rencana sampai kapasitas jalan terpenuhi.:

$$R = \frac{(1 + i)^n - 1}{i} \dots\dots\dots(2.1)$$

dimana :

- R : Pertumbuhan lalu lintas (Faktor)
- i : Pertumbuhan lalu lintas pertahun (%)
- n : Periode analisis (Umur rancangan)

Tabel 2.4 juga digunakan untuk menghitung faktor pertumbuhan lalu lintas (R).

Tabel 2.4 Faktor Pertumbuhan Lalu-Lintas (%)

	Jawa	Sumatera	Kalimantan	Rata – rata Indonesia
Arteri Dan Perkotaan	4,80	4,83	5,14	4,75
Kolektor Rular	3,50	3,50	3,50	3,50
Jalan Desa	1,00	1,00	1,00	1,00

Sumber : manual desain perkerasan 2017

D. Perhitungan Equivalent Single Axle Load (ESAL)

Menurut pendekatan desain perkerasan jalan dari AASHTO, setiap jalur lalu lintas harus diubah menjadi beban ganda tunggal ekuivalen sebesar delapan puluh sembilan kilogram (80 kN). Pendekatan ini memerlukan faktor ekuivalensi beban gandar untuk merepresentasikan beban gandar yang berbeda ke dalam satu parameter desain. Total ESAL dihasilkan oleh track dengan 1 gandar adalah faktor ekuivalensi beban. Beban gandar tunggal sebesar 18 kip (atau 80 kN = 8,16 ton) dengan ban kembar diujungnya menyebabkan kerusakan, yang mana faktor ekuivalensi dihitung berdasarkan efek kerusakan proporsional dari berbagai jenis kendaraan.

Pada lajur beban gandar lalu lintas desain umur rencana dikenal sebagai beban gandar tunggal ekuivalen (*ESAL*), dan dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$W_{18} = \sum_{N_1}^{N_n} LHR_j \times DF_j \times D_A \times D_L \times 365 \dots\dots\dots(2.2)$$

dimana:

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

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

VDF_j = *Damage factor* untuk jenis kendaraan j .

D_A = Faktor distribusi arah.

D_L = Faktor distribusi lajur.

N_1 = Lalu-lintas pada tahun pertama jalan dibuka.

N_n = Lalu-lintas pada akhir umur rencana.

Lalu lintas total umur rencana digunakan menghitung tebal perkerasan kaku. Rumus berikut digunakan mendapatkan nilai lalu lintas kumulatif.

$$W_t = W_{18} \times \frac{(1 + i)^i - 1}{i} \dots\dots\dots(2.3)$$

dimana:

W_t = Jumlah beban gandar tunggal standar kumulatif.

W_{18} = *Traffic design* atau *Equivalent Single Axle Load (ESAL)* pada lajur lalu lintas

n = Umur rencana (tahun).

i = Pertumbuhan lalu lintas (%).

E. *California Bearing Ratio*

Perkerasan kaku menggunakan parameter modulus respons tanah dasar (k) untuk menghitung nilainya. Di Indonesia, CBR 6% paling sering digunakan untuk tanah dasar, berdasarkan standar. Studi geoteknik menunjukkan bahwa tanah dasar dengan nilai CBR 5% atau 4% juga dapat digunakan; jika CBR digunakan sebagai dasar perencanaan, nilai CBR harus kurang dari 6%.

F. ²² Lalu Lintas harian rata-rata

⁴⁵ Volume lalu lintas kendaraan bermotor rata-rata yang diamati kedua arah selama periode 24 jam disebut LHR, lalu lintas harian rata-rata. Jumlah tahun, diukur pada tahun, antara pembukaan jalan dan titik di mana perbaikan yang signifikan diperlukan atau apakah lapisan permukaan baru dianggap sesuai. Hal ini dikenal sebagai umur rencana. Rumus berikut ini digunakan untuk menghitung LHR:

$$LHR_o = (1 + i)^{UR} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana:

- LHR_o : LHR pada awal umur rencana
- I : Perkembangan lalu lintas pertahun
- UR : Umur Rencana

2.4.4 Parameter Perhitungan Tebal Plat

A. Reliability

Keandalan adalah kemungkinan perkerasan diusulkan semakin terus memuaskan masa layan. Pada AASHTO 1993, keandalan berkisar antara 50% hingga 99,99%. Hal ini berarti bahwa desain harus memperhitungkan potensi melesetnya desain. Potensi perbedaan, atau variasi, antara kondisi yang diinginkan dan kondisi aktual. Besaran desain yang sesuai untuk hal ini adalah sebagai berikut:

1. Kinerja perkerasan

Prediksi kinerja perkerasan ditemukan pada kemampuan pelayanan awal $P_o = 4,5$ (angka yang berkisar antara 0-5) dan angka desain kemampuan pelayanan akhir $P_t = 2,5$ (pada jalan utama).

2. Peramalan lalu lintas

Investigasi berbeda diperlukan untuk prakiraan lalu lintas, dibandingkan dengan hanya mengandalkan rumus empiris. Ketika dilakukan secara eksperimental, linier atau menggunakan data sekunder, ketergantungannya jauh lebih baik.

3. Pelaksanaan konstruksi

Dalam Spesifikasi dibatasi pada tingkat/kondisi dimana perkerasan memenuhi atau melampaui persyaratan desain dalam hal pelaksanaan konstruksi. Spesifikasi minimum bahkan merupakan desain. Nilai untuk deviasi standar (R) dan deviasi normal standar (ZR). Standar

deviasi perkerasan kaku adalah antara 0,30 dan 0,40 pada tabel 2.5 dan 2.6

Tabel 2. 5 Reliability (R)

Klasifikasi jalan	Reliability R (%)	
	Dalam Kota	Luar Kota
Jalan tol	85 – 99,9	80 – 99,9
Arteri	80 – 99	75 – 95
Kolektor	80 – 95	75 – 95
Lokal	50 – 80	50 – 80

Sumber: AASHTO 1993

Tabel 2. 6 Standard Normal Deviation (ZR).

R (%)	ZR	R (%)	ZR
50	-0,000	93	-1,476
60	-0,253	94	-1,555
75	-0,674	96	-1,751
80	-0,841	97	-1,881
85	-1,037	98	-2,054
90	-1,282	99	-2,327
91	-1,340	99,9	-3,090
92	-1,405	99,99	-3,750

Sumber: AASHTO 1993

B. Serviceability

Indeks kemampuan pelayanan terminal (pt) berhubungan dengan AASHTO 1993. Awal kemampuan pelayanan perkerasan kaku: $p_o = 4,5$ (berasal dari AASHTO 1993). Kehilangan total kemampuan pelayanan:

$$\Delta \text{PSI} = P_o - P_t \dots\dots\dots(2.5)$$

- *Initial serviceability* : $P_o = 4,5$
- *Terminal serviceability index Jalur utama (major highways)* : $P_t = 2,5$
- *Serviceability loss* ($\Delta \text{PSI} = P_o - P_t$)

C. Modulus Reaksi Tanah Dasar

Modulus reaksi tanah dasar (k) dipastikan dengan menggunakan gabungan rumus dan angka untuk memastikan kebutuhan CBR tanah dasar.

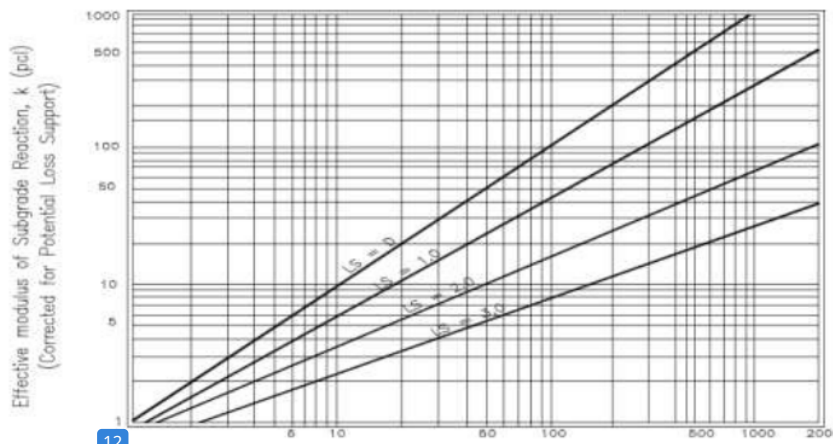
$$M_R = 1.500 \times \text{CBR}$$

$$k = \frac{M_R}{19,4} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana:

MR = Resilient Modulus.

K = Modulus Reaksi Tanah Dasar



Gambar 2.3 Effective Modulus of Subgrade Reaction, k (pci)

Sumber: AASHTO 1993

D. Modulus Elastisitas Beton (Ec) dan Flexural Strength (Sc')

$$E_c = 57.000\sqrt{fc'} \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana:

Ec = Modulus elastisitas beton (psi).

fc' = Kuat tekan beton, silinder (psi).

Jika ditentukan, spesifikasi pekerjaan digunakan untuk menetapkan kuat tekan beton (fc').
Indonesia, saat ini fc' = 350 kg/m.

Rumus ini dapat digunakan untuk menentukan nilai kuat lentur beton (Sc').

$$Sc' = 0,75\sqrt{(fc')} \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana:

Sc' = Nilai kuat lentur beton

Fc' = Kuat tekan beton, silinder (psi)

E. Koefisien *Transfer Beban (Load Transfer)*

Ketika mendesain perkerasan kaku, koefisien transfer beban (J) digunakan untuk mempertimbangkan seberapa baik struktur perkerasan beton dapat menyebarkan atau mentransfer beban melalui sambungan atau retakan. Keberadaan bahu beton, penguncian agregat, dan alat pemindah beban seperti pena, semuanya akan berdampak pada nilai koefisien transfer beban (J).

Tabel 2. 7 Koefisien Transfer Beban (J)

Bahu jalan	Aspal		Pelat Beton Semen Portland Terikat	
	Ya	Tidak	Ya	Tidak
Alat Transfer Beban				
Tipe Perkerasan :				
Perkerasan beton tak bertulang bersambungan (JPCP) dan bertulang bersambungan (JRCP)	3,2	3,8 – 4,4	2,5 – 3,1	3,6 - 4,2
Perkerasan beton bertulang bersambungan (CRCP)	2,9 – 3,2	N/A	2,3 – 2,9	N/A

Sumber: AASHTO 1993

F. Tebal Minimum Lapis Perkerasan

Tabel 2.8, yang diturunkan dari AASHTO 1993, memberikan ketebalan minimum untuk setiap lapisan perkerasan.

Tabel 2.8 Tebal Minimum Lapisan *Base*

<i>Traffic ESAL</i>	<i>Aggregate Base</i>
< 50.000	4,0 inch
50.001 – 150.000	4,0 inch
150.001 – 500.000	4,0 inch
500.001 – 2.000.000	6,0 inch
2.000.001 – 7.000.000	6,0 inch
> 7.000.000	6,0 inch

Sumber: AASHTO 1993

G. Persamaan Penentuan Tebal Plat (D) metode AASHTO 1993

Berikut ini adalah perhitungan ketebalan pelat berdasarkan data percobaan jalan AASHTO untuk beberapa jenis dan variasi perkerasan:

$$\begin{aligned}
 \log_{10} W_{18} = & Z_R S_o + 7,35 \log_{10}(D + 1) - 0,06 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4,5 - 1,5} \right]}{1 + \frac{1,624 \times 10^7}{(D + 1)^{8,46}}} + \\
 & (4,22 - 0,32p_t) \times \log_{10} \frac{S_c C_d \times [D^{0,75} - 1,132]}{215,63 \times J \times \left[D^{0,75} - \frac{18,42}{(E_c \cdot k)^{0,25}} \right]} \dots\dots\dots(2.9)
 \end{aligned}$$

Dimana :

- W18 = *Traffic design, Equivalent Single Axle Load (ESAL).*
- ZR = *Standard normal deviasi.*
- So = *Standard deviasi.*
- D = *Tebal pelat beton (in).*
- ΔPSI = *Serviceability loss selisih initial serviceability dengan serviceability = po –pt*
- Po = *Failure serviceability.*
- Pt = *Terminal serviceability index.*
- Sc’ = *Modulus of rupture sesuai spesifikasi pekerjaan (psi).*
- Cd = *Drainage coefficient.*
- J = *Load transfer coefficient.*
- Ec = *Modulus elastisitas (psi).*
- k = *Modulus reaksi tanah dasar (pci).*

2.5 ⁹ Perencanaan Penulangan

Tujuan utama dari distribusi tulangan baja bukan untuk menghentikan pelat beton dari keretakan, namun lebih sebagai pembatas lebar retakan terbentuk di area beban terpusat. Hal ini mencegah pelat beton terbelah di area retak dan menjaga kekuatan pelat. Panjang sambungan susut menentukan berapa banyak yang didistribusikan tulangan baja untuk tujuan; dalam skenario ini, pelat yang panjang dapat digunakan untuk pengurangan jumlah sambungan melintang dan kenyamanan meningkat.

¹⁰ A. Kebutuhan Penulangan Pada Perkerasan Bersambung Tanpa Tulangan

Jika tekanan yang tak terelakkan mungkin timbul, tulangan masih diperlukan pada perkerasan bersambung yang tidak diperkuat untuk mengurangi keretakan. Beberapa aplikasi umum untuk perkuatan unik ini adalah:

- Pelat tipis tambahan.
- Tidak tepatnya sambungan.

¹⁰ B. Penulangan Pada Perkerasan Bersambung Dengan Tulangan

Persamaan berikut digunakan untuk menentukan tulangan perkerasan dalam kasus ini:

$$A_s = \frac{11,76 FLh}{f_s} \dots\dots\dots(2.10)$$

dimana :

- A_s = luas tulangan yang diperlukan (mm^2/m lebar)
- F = koefisien gesekan antara pelat beton dengan lapisan di bawahnya
- L = jarak antara sambungan (m) h = tebal pelat (mm)
- F_s = tegangan tarik baja ijin (MPa)

⁹ Menurut SNI 1991 A_s min untuk segala keadaan = 0,14 % dari luas penampang beton

• Penulangan Melintang

Perkerasan beton menerus juga perlu memiliki tulangan melintang, dihitung menggunakan rumus sama pada tulangan perkerasan beton yang disambung dengan tulangan.

2.6 Sambungan

Untuk merencanakan sambungan perkerasan kaku, bagian yang direncanakan harus merupakan jenis perkerasan beton menerus dengan tulangan atau tanpa tulangan, dengan jenis perkerasan beton menerus pada tulangan dibedakan satu sama lain.

A. Jenis Sambungan

Sambungan perkerasan beton berfungsi untuk menciptakan ruang bagi tegangan yang diakibatkan oleh gesekan, variasi temperatur dan kelembaban, dan konstruksi (pelaksanaan). Terdapat 3 jenis sambungan utama yang terdapat pada perkerasan beton, dan cara kerjanya:

- **Sambungan susut**

Sambungan bidang lebih lemah yang didesain membelokkan tegangan tarik yang diakibatkan oleh perubahan suhu, kelembaban, dan gesekan untuk menghentikan keretakan. Permukaan beton akan retak secara acak jika sambungan susut tidak dipasang.

- **Sambungan muai**

Mempersiapkan celah muai perkerasan adalah tugas utamanya karena mencegah penumpukan beban tekan, yang jika tidak, menyebabkan perkerasan menjadi bengkak.

- **Sambungan Kontruksi (pelaksanaan)**

Penting sebagai persyaratan bangunan (jeda juga melanjutkan pengecoran). Ketebalan perkerasan dan luasnya alat atau mesin pengaspalan digunakan untuk memodifikasi jarak antara sambungan memanjang.

2.7 Dowel (ruji)

Pada sambungan pelat beton perkerasan jalan, dowel - sambungan batang baja polos digunakan sebagai sambungan pengikat. Untuk memberikan fleksibilitas gerakan pada sambungan dan berfungsi sebagai pendistribusi beban, pasak dimasukkan dengan separuh dari panjangnya diikat dan separuhnya lagi dilumasi atau dicat.

$$d = \frac{D}{8} \dots\dots\dots(2.11)$$

dimana :

d = Diameter dowel (inches).

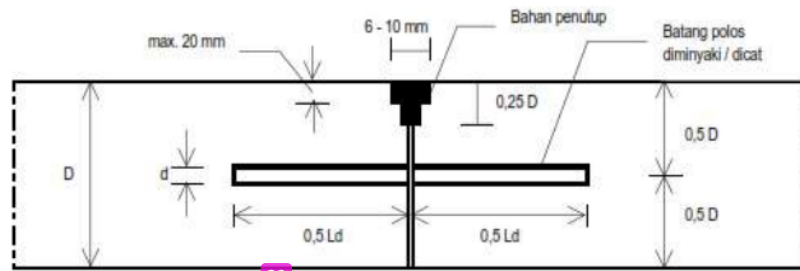
D = Tebal pelat beton (inches).

13

Tabel 2. 9 Ukuran dan Jarak Batang Dowel (ruji) yang disarankan.

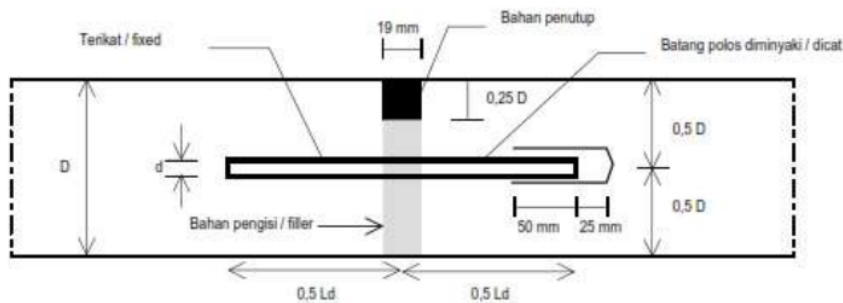
Tebal Plat		Diameter		Panjang		Jarak	
Inci	Mm	Inci	Mm	inci	Mm	inci	mm
6	150	¾	19	18	450	12	300
7	175	1	25	18	450	12	300
8	200	1	25	18	450	12	300
9	225	1 ¼	32	18	450	12	300
10	250	1 ¼	32	18	450	12	300
11	275	1 ¼	32	18	450	12	300
12	300	1 ½	38	18	450	12	300
13	325	1 ½	38	18	450	12	300
14	350	1 ½	38	18	450	12	300

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



Gambar 2. 4 Sambungan susut melintang dengan dowel.

(Sumber: AASHTO 1993)



Gambar 2. 5 Sambungan muai dengan dowel.

(Sumber: AASHTO 1993)

- d = diameter batang dowel
 Ld = panjang batang dowel
 D = tebal pelat beton perkerasan

2.8 Sambungan Memanjang Dengan Batang Pengikat (Tie Bars)

Untuk tujuan mencegah pelat bergerak secara horizontal, sambungan batang pengikat memanjang dipasang. Tabel berikut ini menunjukkan jarak maksimum untuk batang pengikat dengan diameter 1/2 inci dan 5/8 inci yang terbuat dari baja tipe dan mutu 40 dengan tegangan kerja 30.000 pon per inci persegi.

Tabel 2. 10 Ukuran dan Jarak Tie Bar

Tebal Perkerasan (Inchi)	Diameter Batang 1/2 In			
	Panjang (Inchi)	Jarak Maksimum (In)		
		Lebar Lajur 10 Ft	Lebar Lajur 11 Ft	Lebar Lajur 12 Ft
6	25	48	48	48
7	25	48	48	48
8	25	46	41	40
9	25	39	38	38
10	25	34	33	32
11	25	30	32	28
12	25	26	25	24

Sumber: AASHTO 1993

2.9 Parameter Distribusi Jalur

A. Kapasitas ruas jalan (C)

Jumlah mobil terbanyak yang melewati penampang melintang pada jalur atau jalan dalam 1 jam, dengan kondisi lalu lintas dan jalan yang hampir ideal, dikenal sebagai kapasitas dasar. Besar kapasitas jalan dapat dinyatakan sesuai Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014):

$$C = C_o \times F_{Clj} \times F_{Cpa} \times F_{Chs} \times F_{Cuk} \dots\dots\dots(2.12)$$

Dimana :

C = Kapasitas, skr/jam

C_o = Kapasitas dasar, skr/jam

F_{Clj} = Faktor penyesuaian kapasitas terkait lebar lajur atau jalur lalu lintas

F_{Cpa} = Faktor penyesuaian kapasitas terkait pemisahan arah, hanya pada jalan tak terbagi

F_{Chs} = Faktor penyesuaian kapasitas terkait KHS pada jalan berbahu atau berkereb

F_{Cuk} = Faktor penyesuaian kapasitas terkait ukuran kota

B. Menentukan Kelas Jalan

Pasal 8 UU No. 2/2022 tentang jalan raya membagi jalan umum menjadi empat jenis, terutama menurut fungsinya:

1. Jalan raya arteri: jalan umum yang melayani sistem transportasi utama dan memiliki karakteristik perjalanan jarak jauh, dengan kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan keluar yang terbatas.
2. Jalan raya umum dengan pintu masuk terbatas, kecepatan rata-rata sedang, dan jarak tempuh sedang dikenal sebagai jalan kolektor. Jalan ini digunakan untuk lalu lintas pengumpul dan pembagi.
3. Jalan Lokal
4. Jalan umum

C. Kapasitas Dasar (C_o)

Tergantung jenis jalan, berapa banyak lajur yang ada, dan apakah ada pemisah fisik atau tidak. Kapasitas dasar jalan kota digunakan sebagai acuan tercantum dalam tabel berikut

23

Tabel 2. 11 Kapasitas Dasar Tipe Jalan 4/2TT

Tipe Jalan	Tipe Alinemen	Kapasitas Dasar (smp/jam/lajur)
4/2TT	Datar	1900
	Bukit	1850
	Gunung	1800

Sumber: PKJI 2014

Tabel 2. 12 Kapasitas Dasar Tipe Jalan 2/2TT

Tipe Jalan	Tipe Alinemen	Kapasitas Dasar Total 2 Arah (smp/jam/lajur)
2/2TT	Datar	3100
	Bukit	3000
	Gunung	S2900

Sumber: PKJI 2014

D. Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FC_{pa})

Tabel 2.13 menunjukkan bagaimana arah arus pada jalan raya dua arah dibagi dan dinyatakan persentase dari keseluruhan arah arus di setiap arah:

5

Tabel 2. 13 Faktor untuk Pemisahan Arah Faktor Penyesuaian Kapasitas Terkait Pemisahan Arah, Hanya pada Jalan tak Terbagi (FC_{pa}).

Pemisah arah PA %-%	50-50	55-45	60-40	65-45	70-30
<i>F_{sp} 2/2 TT</i>	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88

Sumber: PKJI 2019

E. **Faktor Kapasitas Akibat Jalur Lalu Lintas (FCLJ)**

Tabel 2.14 menunjukkan modifikasi lebar lajur yang dilewati oleh mobil yang bergerak, bukan bahu jalan:

Tabel 2. 14 Faktor Penyesuaian Kapasitas Terkait Lebar Lajur atau Jalur Lalu-Lintas (FCLJ)

Tipe Jalan	Lebar Jalur Lalu Lintas Efektif (<i>wc</i>) (m)	(<i>FCu</i>)
4/2TT atau jalan satu arah	Lebar per lajur; 3,00	0,92
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,04
	4,00	1,08
2/2TT	Lebar Jalur 2 arah; 5,00	0,56
	6,00	0,87
	7,00	1,00
	8,00	1,14
	9,00	1,25
	10,00	1,29
	11,00	1,34

Sumber : PKJI 2014

F. **Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FCHS)**

Hambatan samping adalah sisi segmen jalan yang berdampak pada kinerja lalu lintas. Tabel di bawah ini menunjukkan cara menghitung faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping:

Tabel 2. 15 Kelas Hambatan Samping

Kelas Hambatan	Kode	Frekuensi Berbobot dan Kejadian (kedua sisi)	Kondisi Khas
Sangat Rendah	VL	< 50	Pedesaan : Pertanian atau belum berkembang
Rendah	L	50 – 50	Pedesaan : Beberapa bangunan dan kegiatan samping jalan
Sedang	M	120 – 250	Kampung : Kegiatan Pemukiman
Tinggi	H	250 – 250	Kampung : Kegiatan pasar
Sangat Tinggi	VH	> 350	Hampir perkotaan banyak pasar / kendaraan niaga

Sumber: PKJI 2014

Tabel 2. 16 Faktor Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas Akibat Hambatan Samping, FVBHS untuk Jalan Berbahu dengan Lebar Efektif LBE

Tipe Jalan	KHS	<i>(FCHs)</i>			
		Lebar Efektif Bahu Jalan W_s (m)			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$2,0 \leq$
4/2 TT	SR	0,96	0,98	1,01	1,03
	R	0,94	0,97	1,00	1,02
	S	0,92	0,95	0,98	1,00
	T	0,88	0,92	0,95	0,98
	ST	0,84	0,88	0,92	0,96
2/2 TT atau jalan satu arah	SR	0,94	0,96	0,99	1,01
	R	0,92	0,94	0,97	1,00
	S	0,89	0,92	0,95	0,98
	T	0,82	0,86	0,9	0,95
	ST	0,73	0,79	0,85	0,91

Sumber: PKJI 2014

Tabel 2. 17 Faktor Penyesuaian Arus Bebas Akibat Hambatan Samping untuk Jalan Berkereb dengan Jarak Kereb ke Penghalang Terkedekat Lk-p

Tipe Jalan	KHS	Faktor Penyesuaian untuk Hambatan Samping dan Lebar Bahu FsF			
		Lebar efektif bahu jalan W_s (m)			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$2,0 \leq$
4/2 TT	SR	1,00	1,01	1,01	1,02
	R	0,97	0,98	0,99	1,00
	S	0,93	0,95	0,97	0,99
	T	0,87	0,9	0,93	0,96
	ST	0,81	0,85	0,88	0,92
2/2 TT atau jalan satu	SR	0,98	0,99	0,99	1,00
	R	0,93	0,95	0,96	0,98
	S	0,87	0,89	0,92	0,95
	T	0,78	0,81	0,84	0,88
	ST	0,68	0,72	0,77	0,82

Sumber: PKJI 2014

2.10 Derajat Kejenuhan

Metrik utama yang digunakan untuk menentukan tingkat kinerja segmen jalan adalah Derajat Kejenuhan (*Degree of Saturation/DJ*). Selain itu, nilai DJ variasi kualitas kinerja arus lalu lintas antara nol dan satu. Rumus derajat kejenuhan:

$$DJ < 0.85$$

$$DJ = Q:C$$

$$Q = LHR \times k \times emp \dots\dots\dots(2.13)$$

Dimana :

- DJ : *Degree of saturation* / Derajat kejenuhan
- Q : Arus total lalu lintas (smp/jam)
- C : Kapasitas (smp/jam)
- k : Faktor volume lalu lintas jam sibuk (*peak hour*).
- Emp : Ekuivalen mobil penumpang

Tabel 2. 18 EMP (Ekivalen Mobil Penumpang)

Tipe Alinemen	Arus Total (kend/jam)	EMP					
		KBM	BB	TB	SM Lebar Jalur		
					Lalu Lintas (m)		
< 6 m	6 – 8m	> 8 m					
Datar	0	1,2	1,2	1,8	0,8	0,6	0,4
	800	1,8	1,8	2,7	1,2	0,9	0,6
	1350	1,5	1,6	2,5	0,9	0,7	0,5
	> 1900	1,3	1,5	2,5	0,6	0,5	0,4
Bukit	0	1,8	1,6	5,2	0,7	0,5	0,3
	650	2,4	2,5	5,0	1,0	0,8	0,5
	1100	2,0	2,0	4,0	0,8	0,6	0,4
	> 1600	1,7	1,7	3,2	0,5	0,4	0,3
Gunung	0	3,5	2,5	6,0	0,6	0,4	0,2
	450	3,0	3,2	5,5	0,9	0,7	0,4
	900	2,5	2,5	5,0	0,7	0,5	0,3
	< 1350	1,9	2,2	4,0	0,5	0,4	0,3

Sumber: PKJI 2014

2.11 Tingkat Pelayanan Jalan

Cara untuk menilai kesesuaian segmen jalan dalam menangani arus lalu lintas yang melaluinya adalah dengan melihat tingkat kinerja jalan, yang sering disebut sebagai pelayanan jalan. Perasaan pengemudi terhadap kecepatan, durasi perjalanan, dan keselamatan digambarkan oleh (LOS), *Level of Service*, yang merupakan ukuran kondisi arus lalu lintas. Tabel 2.19 menunjukkan bahwa huruf A sampai F, yang mewakili pelayanan terbaik sampai terburuk, menunjukkan jumlah LOS dalam suatu skema.

Tabel 2. 19 Tingkat Pelayanan Jalan (LOS)

No	Tingkat Layanan (LoS)	V/C Ratio	Kecep, (KpH)
1	A	< 0.24	> 67.2
2	B	0.24 – 0.54	> 54 to 67.2
3	C	0.55 – 0.75	> 43.2 to 54.4
4	D	0.76 – 0.90	> 33.6 to 43.2
5	E	0.91 – 1.0	> 25.6 to 33.6
6	F	> 1.0	< 25.6

Sumber : *U.S. Highway Capacity Manual and (DPWH) Highway Planning Manual*

Keterangan :

- A = Arus tidak dibatasi, tingkat kebisingan minimal, kecepatan maksimum; pengemudi bebas memilih kecepatan yang mereka inginkan
- B: Arus yang konsisten; lalu lintas agak membatasi kecepatan, tetapi kendaraan memiliki kebebasan untuk memilih kecepatannya sendiri; - C: Arus yang konsisten; lalu lintas mengontrol kecepatan;
- D: Berfluktuasi kecepatan rendah; volume mendekati kapasitas
- E: Kecepatan tidak menentu dan rendah, serta volume mendekati kapasitas.
- F = Arus yang terganggu, kelambatan, volume melebihi kapasitas, dan kemacetan yang berkepanjangan dan berulang

2.11 Penelitian Terdahulu

Tabel 2. 20 Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Judul	Hasil Penelitian
1	Riki Rivaldo, Fakhrul Rozi Yamali. (ISSN : 2615-1634) tahun 2022	Perencanaan Perkerasan Kaku (<i>Rigid Pavement</i>) Ruas Jalan Hitam Ulu-Mentawak Di Kabupaten Merangin (Menggunakan Metode AASHTO 1993)	Digambar dari hasil perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan pendakatan AASHTO 1993 untuk ruas jalan Black Ulu-mentawak: 1. Tanah dasar yang digunakan memiliki CBR 2,6%, dan karena ketebalan yang tepat dapat dicapai, maka tidak perlu dilakukan peningkatan lebih lanjut. 2. Dengan umur rencana 20 tahun, nilai Esal yang diperoleh adalah $\log_{10} 3.684.022 = 6.566$. Karena nilainya lebih besar dari 1.000, maka nilai tersebut dapat digunakan. dapat digunakan karena nilainya lebih dari 1.500 per tahun. 3. Tebal pelat beton adalah 20 cm, dan tebal lean concrete adalah 10 cm, berdasarkan teknik AASHTO 1993 untuk menghitung tebal perkerasan kaku. Ketebalan beton ramping 10 cm.
2	Ean Fadhilah Nurrahmat. (ISSN : 2615-0824) tahun 2021	Perencanaan Jalan Perkerasan Kaku (<i>Rigid Pavement</i>) Menggunakan Metode AASHTO 1993 Di Jl. Bangkungan - Jl.Kebraon Kota Surabaya	Ketika metode AASHTO 1993 digunakan untuk menghitung tebal perkerasan kaku, hasil temuan menunjukkan bahwa dengan lapis pondasi bawah 15 cm, maka tebal perkerasan adalah 32 cm. Perkiraan RAB perencanaan perkerasan kaku menunjukkan bahwa pembangunan ruas Jl. Kebraon - Jl. Bangkungan Kota Surabaya STA 0+00 - 8+10, yang memiliki lebar 10 m dan panjang 8100 meter, akan menelan biaya sebesar Rp. 73.215.609.000,- (Tujuh Puluh Tiga Milyar Dua Ratus Lima Belas Juta Enam Ratus Sembilan Ratus Sembilan Ribu Rupiah).

No	Nama Peneliti	Judul	Hasil Penelitian
3	Sumina, Kusdirman Joko Priyanto. (ISSN : 2598-2257) tahun 2020	Perbandingan Perencanaan Perkerasan Jalan <i>Rigid Pavement</i> Dengan Menggunakan Metode SNI PD T-14-2003 dan NAASRA	Hasil yang diperoleh adalah sebagai berikut ketika metode SNI Pd T-14-2003 digunakan untuk menghitung tebal pelat beton: lapisan pelat beton setebal 180 mm f_c -34,31 MPa dicapai, dengan pengikat setebal 150 mm yang digunakan untuk lapisan pondasi. Ketebalan perkerasan kaku dibandingkan berdasarkan perhitungan masing-masing metode; metode SNI Pd T-14-2003 menghasilkan ketebalan 180 mm, sedangkan metode NAASRA (Asosiasi Nasional Otoritas Jalan Negara Bagian Australia) menghasilkan 210 mm. Tiga puluh milimeter memisahkan teknik NAASRA (Asosiasi Nasional Otoritas Jalan Negara Australia) dari perbandingan SNI Pd T-14-2003. Perkerasan beton yang disambung menggunakan tulangan dengan diameter 10 mm dan spasi 250 mm, yang sesuai dengan metode SNI Pd T-14-2003. Selain itu, diameter tulangan yang digunakan dalam metode NAASRA (National Association of Australian State Road Authorities) telah diukur dengan ukuran 250 mm x 12 mm.
4	Almufid, Saiful Haq, Silwanus. (ISSN : 2302-8734) tahun 2020	Perbandingan Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku dengan Menggunakan Metode Bina Marga 04/Se/Db/2017 dan Metode AASHTO 1993	Dengan CBR desain 5% dan ketebalan perkerasan kaku 10 cm untuk lapis pondasi LMC, 12 cm untuk lapis pondasi agregat kelas A, dan 22 cm untuk ketebalan beton, umur rencana 40 tahun dihasilkan dengan menggunakan teknik Bina Marga 2017. Dengan membandingkan metode perencanaan Bina Marga dan AASHTO 1993, ketebalan perkerasan kaku yang pertama menghasilkan umur rencana 20 tahun dengan keandalan 90%, CBR desain 5%, dan modulus tanah dasar 700 pci dengan menggunakan lapis pondasi bawah LMC = 10 cm, lapis pondasi atas agregat kelas A = 15 cm, dan tebal beton = 26 cm.

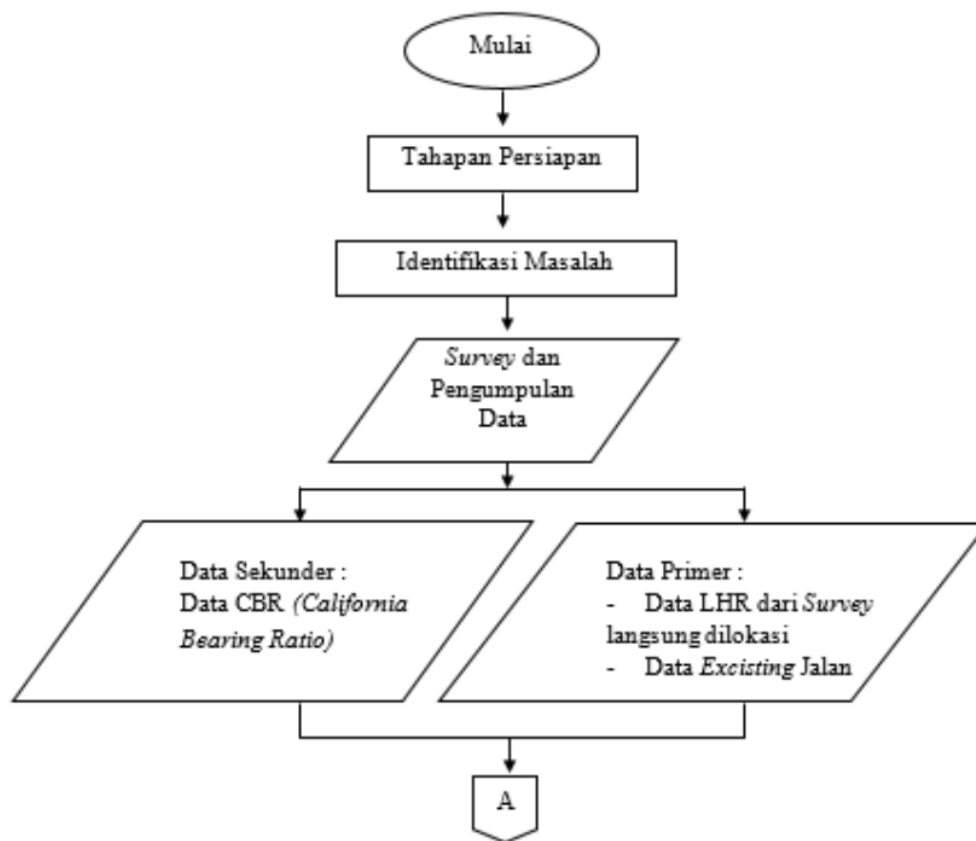
No	Nama Peneliti	Judul	Hasil Penelitian
5	Rigi Muharom (ISSN : 2302-4240) tahun 2019	Perencanaan Tebal Lapis Perkerasan Kaku Pada Ruas Jalan Kapten Dasuki Bakri	Ketebalan minimal lapisan pelat permukaan beton, dengan asumsi ketebalan pelat yang digunakan dalam pelaksanaan 24 cm, adalah 15 cm, sesuai dengan perhitungan teknis perkerasan kaku. Tulangan longitudinal diterapkan. Terdapat jarak 300 mm antara tulangan D12 dan tulangan melintang. Tulangan D31 pada jarak 840 mm. Digunakan paku payung atau tulangan dengan diameter 12 mm, panjang 500 mm, dan jarak 300 mm. berdasarkan hasil perhitungan dan pengamatan kondisi jalan di sepanjang Jalan Kapten Dasuki Bakri dari STA +0.000 sampai STA +0.500 meter.
6	Sigit Kurniawan, M. Asmuni Jatoeb, Susiana. (ISSN : 2615-1634) tahun 2021	Perencanaan Perkerasan Kaku dengan Metode AASHTO 1993 Studi Kasus Jalan Batanghari II Kabupaten Muaro Jambi	Angka ESAL umur rencana 30 tahun = 30.273.794,429 juta ESAL didasarkan pada perhitungan yang dilakukan pada ruas jalan Batanghari II dengan menggunakan standar AASHTO 1993 untuk desain perkerasan kaku. diperoleh tebal pelat beton 280 mm. Pelat tulangan dengan lebar 3,5 m dan panjang 10 m dengan kebutuhan tulangan wiremesh M10 - 150 mm digunakan dalam proses perencanaan perkerasan menerus. Baja ulir enam belas milimeter dengan panjang tujuh ratus milimeter dan jarak tulangan tujuh ratus milimeter digunakan untuk sambungan memanjang dengan tulangan pengikat. Tulangan polos 36 mm (panjang 450 mm dan jarak tulangan 300 mm) digunakan untuk sambungan melintang dengan ruji/pena.

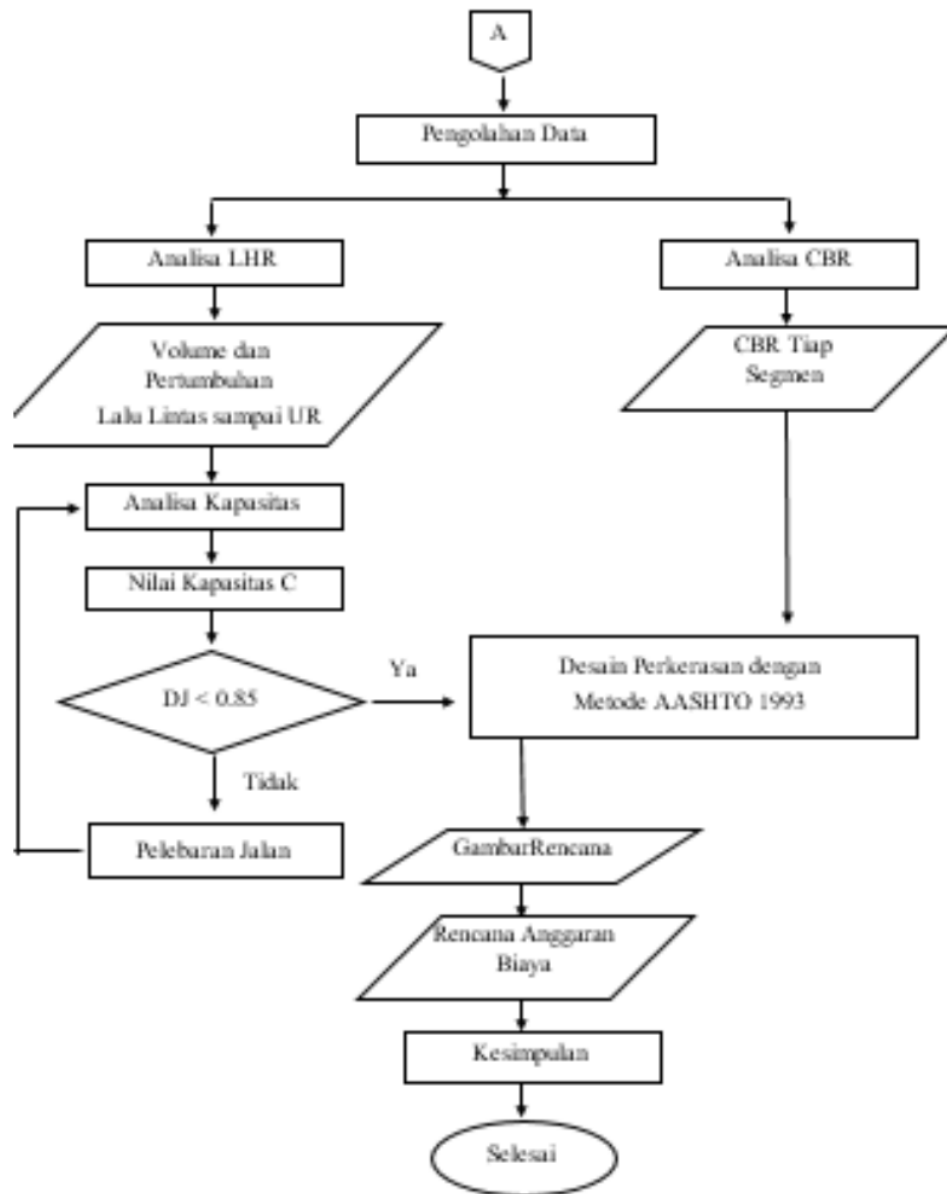
BAB III

METODOLOGI PERENCANAAN

3.1 Konsep Perencanaan

Serangkaian tugas harus diselesaikan sebelum membangun jalan untuk merampingkan proses perencanaan. Oleh karena itu, diperlukan teknik perencanaan untuk memandu alur proses perencanaan jalan. Langkah-langkah dalam proses perencanaan dijelaskan pada bagian metodologi perencanaan. Penelitian ini meliputi beberapa tahap, yaitu persiapan, identifikasi masalah, inventarisasi data yang diperlukan, survei dan pengumpulan data, pengolahan data, analisis data, desain perencanaan perkerasan kaku dengan menggunakan teknik AASHTO 1993, gambar rencana dan RAB. Gambar 3.1 menunjukkan proses perencanaan yang dilakukan.





Gambar 3. 1 Bagan Alir Metodologi Perencanaan

3.2 Tahap Persiapan

Saat ini, untuk mempermudah pelaksanaan pekerjaan di masa mendatang, data perencanaan harus diperoleh:

1. Mencari sumber-sumber teori berkaitan dengan contoh atau masalah yang telah diidentifikasi. Jurnal, Buku, makalah, laporan penelitian, dan situs web adalah tempat yang baik untuk mencari referensi ini.
2. Melakukan pencarian untuk mengumpulkan informasi yang berkaitan dengan fakta-fakta terkait.
3. Mencari informasi dari organisasi dan lembaga terkait, kemudian meminta izin dari organisasi tersebut untuk menggunakan data proyek.
4. Sebagai prasyarat untuk menerima data dari instansi/perusahaan, buat dan simpan surat pengantar dari instansi tersebut di samping menyiapkan dan menyerahkan berkas-berkas terkait.
5. Memeriksa semua informasi dan topik-topik relevan yang mendukung isi laporan.

3.3 Survey

Perencanaan data untuk perhitungan membutuhkan pengetahuan tentang kondisi sekitar di lokasi proyek. Data mengenai kondisi perkerasan jalan di lokasi proyek diperoleh dari hasil survei..

3.4 Pengumpulan Data

Jawaban ilmiah terhadap suatu masalah merupakan Pengumpulan data. Bantuan dari lembaga terkait diperlukan dalam proses pengumpulan data mendapatkan data yang penting. Berikut adalah strategi yang digunakan untuk mengumpulkan data:

A. Data Primer

Pengamatan langsung atau survei lapangan adalah cara pengumpulan data primer. Informasi LHR dikumpulkan melalui pengamatan yang dilakukan di Jalan Raya Lontar Kota Surabaya, termasuk jumlah mobil yang berpindah dari golongan I ke golongan VI. Informasi ini digunakan untuk menghitung kapasitas jalan dan tingkat pertumbuhan lalu lintas, mengetahui kualitas perkerasan dan akses jalan.

B. Data Sekunder

Sejumlah instansi menyediakan data sekunder. Data CBR bersumber dari laboratorium teknik sipil surabaya. Dengan bantuan informasi ini, lapisan perkerasan dan daya dukung tanah dapat diketahui.

3.5 Pengolahan Data

Pemeriksaan dan pemrosesan data yang terkumpul untuk memastikan bahwa ¹ hasil perhitungan sesuai dengan teori dan peraturan yang ada.

3.6 Identifikasi Masalah

Tinjauan literatur diperlukan untuk mengidentifikasi masalah dan menginventarisasi kebutuhan data. analisis yang mengambil dukungan dari kutipan-kutipan untuk memperkuat topik yang sedang dibahas dan memberikan bukti-bukti untuk penerapan rumus-rumus tertentu dalam desain struktur merupakan Tinjauan pustaka.

Segala sesuatu yang menjadi dasar perencanaan Jalan Raya Lontar Kota Surabaya termasuk dalam proses identifikasi masalah itu sendiri. Diantara identifikasi kesulitan yang terjadi adalah: Masalah-masalah berikut ini telah diidentifikasi terjadi: Jumlah kendaraan dan Kerusakan jalan

3.7 Pengolahan ¹ Lalu Lintas yang berupa LHR

¹ Analisis (LHR), menghasilkan tingkat pertumbuhan untuk setiap jenis kendaraan hingga akhir umur rencana. Perencanaan pelebaran jalan menggunakan data kapasitas kendaraan yang berasal dari tingkat pertumbuhan kendaraan. Selain itu, ketebalan perkerasan jalan ditentukan dengan menggunakan data konfigurasi roda, volume lalu lintas, beban gandar kendaraan, dan pertumbuhan lalu lintas.

3.8 Pengolahan CBR

Kualitas dan umur panjang bahan ⁵⁵ bangunan yang diperluas tidak dapat dipisahkan dari karakteristik tanah dasar yang melekat, oleh karena itu CBR ¹ tanah dasar diperiksa untuk memastikan daya dukung tanah dasar. Untuk menghitung daya dukung tanah dasar, yang diwakili oleh modulus reaksi tanah dasar, data CBR dari beberapa lokasi diperlukan untuk investigasi ini.

3.9 Analisa Kapasitas Jalan

Memastikan jumlah ruang di jalan pada arah tertentu yang diperlukan untuk mempertahankan pola lalu lintas yang diinginkan baik sekarang maupun di masa mendatang fungsi analisis kapasitas jalan. Setiap jalur jalan yang direncanakan menjalani analisis kapasitas jalan sesuai dengan PKJI 2014.

3.10 Derajat Kejenuhan

Kelayakan ruas jalan untuk digunakan ditunjukkan dengan nilai derajat kejenuhan. Tingkat kejenuhan dapat dihitung dengan membagi volume lalu lintas dengan jumlah total kendaraan di jalan tersebut. Tingkat kejenuhan maksimum 0,85 yang dapat dimiliki oleh suatu jalan jika lebih maka jalan tersebut dianggap tidak layak untuk dilalui oleh arus lalu lintas.

3.11 Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku Metode AASHTO 1993

Metode AASHTO dari tahun 1993. Ketika menentukan ketebalan perkerasan kaku

3.12 Gambar Rencana

Selama tahap pelaksanaan dan proses selanjutnya, gambar rencana yang dihasilkan oleh perhitungan perencanaan jalan akan digunakan sebagai alat komunikasi.

3.13 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Khususnya proses perhitungan rencana anggaran biaya:

1. Menentukan volume tenaga kerja dan volume beton bertulang yang diperoleh untuk menghitung tebal perkerasan beton kaku.
2. Menggunakantahun (HSPK 2023) sebagai acuan untuk menghitung rencana anggaran biaya (RAB).

¹ BAB IV

DATA DAN ANALISA DATA

4.1 Data

Sumber data primer dan sekunder yang digunakan dalam perhitungan ini adalah pengamatan langsung di lapangan dan laboratorium teknik sipil Surabaya.

1. Data Primer :
 - a) Data survei LHR yang dikumpulkan selama satu minggu, pada tanggal 20 Februari 2023 - 26 Februari 2023 di ruas Jalan Raya Lontar, Surabaya.
 - b) Data *Excisting* Jalan :
 - Panjang jalan : 2,5 km
 - Lebar jalan : 7 m
 - Jumlah jalur : 2 arah sisi utara dan sisi selatan
 - Jumlah lajur : 1 lajur
 - Lebar lajur : 3,5 m
2. Data Sekunder : Data *California Bearing Ratio* (CBR) tanah di ruas Jalan Raya Lontar, Kota Surabaya diperoleh dari jasa laboratorium swasta.

² 4.1.1 Data Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)

Informasi lalu lintas diperoleh dari data asli yang dikumpulkan dari survei lalu lintas yang dilakukan di lokasi studi dan di sepanjang Jalan Raya Lontar Kota Surabaya. Tabel 4.1 sampai 4.7 menyajikan hasil survei.

Tabel 4. 1 LHR Jalan Raya Lontar 2 arah Senin, 20 Februari 2023

Waktu	MC	MP	Bus Kecil	Bus Besar	Truk Ringan 2 Sumbu	Truk Sedang 2 Sumbu	Truk 3 Sumbu
06.00 - 07.00	2222	627	2	0	4	0	0
07.00 - 08.00	3669	872	2	0	4	3	0
08.00 - 09.00	1668	577	1	0	12	4	0
09.00 - 10.00	1075	513	2	0	14	11	4
10.00 - 11.00	1246	509	3	0	28	22	2

Tabel 4.1 : Lanjutan

Waktu	MC	MP	Bus Kecil	Bus Besar	Truk Ringan 2 Sumbu	Truk Sedang 2 Sumbu	Truk 3 Sumbu
11.00 - 12.00	1226	615	1	0	21	25	1
12.00 - 13.00	1182	745	2	0	25	24	8
13.00 - 14.00	1455	663	0	0	13	15	7
14.00 - 15.00	1319	640	5	0	23	17	0
15.00 - 16.00	1621	671	1	0	21	33	0
16.00 - 17.00	2518	515	1	0	12	14	0
17.00 - 18.00	2572	551	6	0	6	2	0
18.00 - 19.00	1728	512	2	2	5	4	0
19.00 - 20.00	1645	426	0	0	8	3	0
20.00 - 21.00	1398	383	2	0	11	1	1
Jumlah	26544	8819	30	2	207	178	23

Sumber : Hasil *Survey* dilapangan

Tabel 4. 2 LHR Jalan Raya Lontar 2 arah Selasa, 21 Februari 2023

Waktu	MC	MP	Bus Kecil	Bus Besar	Truk Ringan 2 Sumbu	Truk Sedang 2 Sumbu	Truk 3 Sumbu
06.00 - 07.00	1876	477	4	0	3	1	0
07.00 - 08.00	2387	720	2	0	2	2	0
08.00 - 09.00	2475	619	6	0	12	19	1
09.00 - 10.00	1752	550	0	0	16	16	0
10.00 - 11.00	1387	508	2	0	23	18	1
11.00 - 12.00	1338	547	2	0	26	16	1
12.00 - 13.00	1057	507	0	0	37	11	1
13.00 - 14.00	1269	540	1	2	26	25	2
14.00 - 15.00	1093	353	0	1	17	9	5
15.00 - 16.00	1393	516	2	0	12	13	1
16.00 - 17.00	2545	597	4	0	20	12	4
17.00 - 18.00	2737	538	3	0	15	3	2
18.00 - 19.00	1389	434	1	1	6	1	1
19.00 - 20.00	1556	431	3	0	5	3	1
20.00 - 21.00	1344	424	0	0	1	0	0
Jumlah	25598	7761	30	4	221	149	20

Sumber : Hasil *Survey* dilapangan

Tabel 4. 3 LHR Jalan Raya Lontar 2 arah Rabu, 22 Februari 2023

Waktu	MC	MP	Bus Kecil	Bus Besar	Truk Ringan 2 Sumbu	Truk Sedang 2 Sumbu	Truk 3 Sumbu
06.00 - 07.00	2322	527	2	0	3	1	1
07.00 - 08.00	2769	772	2	0	2	1	2
08.00 - 09.00	1868	477	1	0	11	9	2
09.00 - 10.00	1175	413	1	1	12	16	3
10.00 - 11.00	1236	409	2	0	23	19	16
11.00 - 12.00	1312	494	0	0	28	17	1
12.00 - 13.00	1182	545	0	0	25	19	1
13.00 - 14.00	1355	563	2	1	23	22	2
14.00 - 15.00	1219	540	4	0	25	22	1
15.00 - 16.00	1521	571	2	0	22	31	0
16.00 - 17.00	2518	515	1	0	13	13	1
17.00 - 18.00	2572	551	3	0	6	2	0
18.00 - 19.00	1628	465	1	0	7	2	1
19.00 - 20.00	1645	426	2	1	3	3	0
20.00 - 21.00	1398	383	0	0	2	0	1
Jumlah	25720	7651	23	3	205	177	32

Sumber : Hasil *Survey* lapangan

Tabel 4. 4 LHR Jalan Raya Lontar 2 arah Kamis, 23 Februari 2023

Waktu	MC	MP	Bus Kecil	Bus Besar	Truk Ringan 2 Sumbu	Truk Sedang 2 Sumbu	Truk 3 Sumbu
06.00 - 07.00	2333	519	1	0	3	2	1
07.00 - 08.00	2855	780	2	0	2	0	2
08.00 - 09.00	1868	472	1	0	13	8	3
09.00 - 10.00	1166	437	1	1	13	17	2
10.00 - 11.00	1212	381	2	0	21	19	16
11.00 - 12.00	1464	424	0	0	22	17	1
12.00 - 13.00	1196	563	1	0	24	19	1
13.00 - 14.00	1114	551	1	0	25	24	0
14.00 - 15.00	1252	552	0	0	20	12	3
15.00 - 16.00	1607	540	0	0	14	14	1
16.00 - 17.00	2658	571	1	0	11	4	0
17.00 - 18.00	2021	561	3	0	7	2	0
18.00 - 19.00	1632	483	1	0	8	1	1
19.00 - 20.00	1437	435	2	0	5	1	1
20.00 - 21.00	1493	358	0	0	1	0	1
Jumlah	25308	7627	16	1	189	140	33

Sumber : Hasil *Survey* lapangan

Tabel 4. 5 LHR Jalan Raya Lontar 2 arah Jumat, 24 Februari 2023

Waktu	MC	MP	Bus Kecil	Bus Besar	Truk Ringan 2 Sumbu	Truk Sedang 2 Sumbu	Truk 3 Sumbu
06.00 - 07.00	1931	474	3	0	4	0	0
07.00 - 08.00	2412	431	1	0	2	1	0
08.00 - 09.00	2443	599	4	0	14	12	1
09.00 - 10.00	1821	575	1	0	17	15	0
10.00 - 11.00	1344	598	1	0	25	15	1
11.00 - 12.00	1432	459	3	0	31	11	2
12.00 - 13.00	1047	556	2	0	29	16	4
13.00 - 14.00	1272	634	2	0	16	15	7
14.00 - 15.00	1308	585	1	0	18	11	1
15.00 - 16.00	1404	609	3	0	12	14	0
16.00 - 17.00	2549	652	2	0	9	6	6
17.00 - 18.00	1775	457	2	0	4	2	3
18.00 - 19.00	1753	496	2	0	3	3	2
19.00 - 20.00	1720	543	0	0	5	4	0
20.00 - 21.00	1413	360	2	0	6	0	1
Jumlah	25624	8028	29	0	195	125	28

Sumber : Hasil *Survey* dilapangan

Tabel 4. 6 LHR Jalan Raya Lontar 2 arah Sabtu, 25 Februari 2023

Waktu	MC	MP	Bus Kecil	Bus Besar	Truk Ringan 2 Sumbu	Truk Sedang 2 Sumbu	Truk 3 Sumbu
06.00 - 07.00	1942	448	3	0	3	0	0
07.00 - 08.00	1467	417	2	0	2	3	0
08.00 - 09.00	1484	583	4	2	16	11	0
09.00 - 10.00	1826	527	0	0	11	13	1
10.00 - 11.00	1365	573	2	0	20	12	1
11.00 - 12.00	1401	605	2	0	21	9	0
12.00 - 13.00	1364	622	0	0	22	7	3
13.00 - 14.00	1574	545	0	0	11	8	2
14.00 - 15.00	1383	627	3	0	20	13	0
15.00 - 16.00	1426	582	1	1	18	20	0
16.00 - 17.00	2873	882	0	1	13	14	0
17.00 - 18.00	2771	774	2	2	5	3	0
18.00 - 19.00	1682	683	1	0	3	2	0
19.00 - 20.00	1429	551	1	0	6	4	0
20.00 - 21.00	1455	592	4	0	2	0	0
Jumlah	25442	9011	25	6	173	119	7

Sumber : Hasil *Survey* dilapangan

Tabel 4. 7 LHR Jalan Raya Lontar 2 arah Minggu, 26 Februari 2023

Waktu	MC	MP	Bus Kecil	Bus Besar	Truk Ringan 2 Sumbu	Truk Sedang 2 Sumbu	Truk 3 Sumbu
06.00 - 07.00	1534	252	2	0	2	0	0
07.00 - 08.00	985	241	2	0	4	2	0
08.00 - 09.00	1024	356	0	1	4	3	0
09.00 - 10.00	2384	532	3	2	16	11	0
10.00 - 11.00	2026	411	0	0	11	14	0
11.00 - 12.00	1316	522	2	0	14	11	0
12.00 - 13.00	1487	674	1	0	23	10	3
13.00 - 14.00	1434	632	2	0	21	8	1
14.00 - 15.00	1651	587	0	0	13	7	0
15.00 - 16.00	1576	691	8	1	16	14	0
16.00 - 17.00	1511	624	2	0	13	19	0
17.00 - 18.00	2785	566	0	1	12	12	0
18.00 - 19.00	2423	617	4	3	4	3	0
19.00 - 20.00	1774	684	3	0	4	2	0
20.00 - 21.00	1477	432	2	0	6	3	0
Jumlah	25387	7821	31	8	163	119	4

Sumber : Hasil *Survey* lapangan

Data LHR diperoleh dari data lalu lintas selama periode satu minggu. Data terpadat lalu lintas adalah pada hari Senin, 20 Februari 2023, pada tabel 4.8.

Tabel 4. 8 LHR Jalan Raya Lontar Jam Paling Padat

Jenis Kendaraan	MC	MP	Bus Kecil	Bus Besar	Truk Ringan 2 Sumbu	Truk Sedang 2 Sumbu	Truk 3 Sumbu
Jumlah Kendaraan	26544	8819	30	2	207	178	23

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4. 9 LHR Jalan Raya Lontar

Jenis Kendaraan	MC	MP	Bus Kecil	Bus Besar	Truk Ringan 2 Sumbu	Truk Sedang 2 Sumbu	Truk 3 Sumbu
Jumlah Kendaraan	25660	8103	26	3	193	144	21

Sumber : Hasil Perhitungan

2 4.1.2 Data CBR

Data CBR diperoleh dengan menggunakan data CBR sekunder yang diperoleh dari Laboratorium Teknik Sipil Surabaya. Data DCPT (*Dynamic Cone Penetrometer Test*) terlampir. Nilai CBR untuk lingkungan Jalan Raya Lontar di Kota Surabaya ditunjukkan pada tabel 4.10 di bawah ini.

Tabel 4. 10 Data CBR

NO	TITIK	CBR (%)
1	TITIK 1	53,36
2	TITIK 2	21,25
3	TITIK 3	15,07
4	TITIK 4	47,83
5	TITIK 5	95,36

Sumber : Laboratorium Teknik Sipil Surabaya

21 4.2 Analisa Data

Analisis data yang dilakukan bertujuan untuk memenuhi persyaratan perencanaan perkerasan jalan yang sesuai dengan pendekatan yang digunakan dengan menganalisis data primer dan sekunder berupa data tanah dan data lalu lintas.

4.2.1 Analisa Data Lalu Lintas

2 Untuk mendapatkan analisis penentuan kapasitas pada kondisi lapangan, analisis data lalu lintas melibatkan perhitungan C_0 , FCLJ, FCPA, Untuk mendapatkan nilai derajat kejenuhan (DJ) pada kondisi jalan saat ini,

A. Menentukan Kapasitas Dasar (C_0)

sejumlah data analisa, menggunakan 2/2 TT dan mengamati tipe alinyemen datar pada lokasi ini, maka dapat ditentukan kapasitas dasar jalan. Tabel 2.12 memberikan C_0 yang diperoleh, yaitu 3100 smp/jam

2 B. Menentukan Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FCPA)

Data lalu lintas yang diterima dari ruas Jalan Raya Lontar Kota Surabaya menunjukkan bahwa nilai FCPA yang diperoleh dari tabel tersebut adalah = 1,00, dan faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisah arah adalah 50% - 50%. seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.13.

C. Menentukan Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FCLJ)

Tabel 2.14 menghasilkan nilai FCLJ 1,00 berdasarkan tabel faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas untuk tipe jalan 2/2 TT yang memiliki lebar efektif 7 m pada tabel tersebut.

D. Menentukan Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FCHS)

Kelas hambatan samping pada daerah tersebut dapat dikategorikan sebagai kelas sangat tinggi (ST) karena adanya pertokoan dan permukiman di sepanjang Jl Raya Lontar Kota Surabaya, yang disimpulkan dari hasil survei lapangan dan data jalan. Dengan lebar bahu jalan kurang dari 0,5 meter dan kelas hambatan samping yang sangat tinggi, maka pada tabel faktor penyesuaian tipe jalan 2 lajur 2 arah (2/2 TT) akibat hambatan samping (FCHS) didapatkan nilai FCHS sebesar 0,73, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.16.

E. Menentukan Nilai Kapasitas (C)

$$C = C_o \times FCLJ \times FCPA \times FCHS$$

- Data :
1. Sesuai nilai C_o = 3100
 2. Sesuai nilai FCLJ = 1,00
 3. Sesuai nilai FCPA = 1,00
 4. Sesuai nilai FCHS = 0,73

$$\begin{aligned}\text{Nilai } C &= 3100 \text{ smp/jam} \times 1,00 \times 1,00 \times 0,73 \\ &= 2263 \text{ smp/jam}\end{aligned}$$

F. Menentukan Derajat Kejunahan (DJ)

$$DJ = Q:C$$

$$Q = LHR \times k \times emp$$

Data :

1. LHR sesuai data primer lalu lintas 2023
2. = 0,11 (faktor lalu lintas jam sibuk)
3. EMP

2

Berikut ini adalah contoh tabel perhitungan DJ pada kondisi jalan.

1. Derajat Kejenuhan pada tahun 2023

1. MC	= 26544 x 0,11 x 0,5	= 1460	smp/jam
2. MP	= 8819 x 0,11 x 1,3	= 1261	smp/jam
3. Bus Kecil	= 30 x 0,11 x 1,3	= 4,29	smp/jam
4. Bus Besar	= 2 x 0,11 x 1,5	= 0,33	smp/jam
5. Truk Ringan 2 sumbu	= 207 x 0,11 x 2,5	= 57	smp/jam
6. Truk Sedang 2 Sumbu	= 178 x 0,11 x 2,5	= 49	smp/jam
7. Truk 3 sumbu	= 23 x 0,11 x 2,5	= 6,33	smp/jam
	$\sum Q$	= 2838	smp/jam

$$\begin{aligned} \text{DJ tahun 2023} &= Q / C \\ &= 2838 / 2263 = 1,25 \end{aligned}$$

2. Derajat Kejenuhan pada tahun 2043

1. MC	= 26544 x (1 + 0,035) ²⁰ x 0,11 x 0,5	= 2905	smp/jam
2. MP	= 8819 x (1 + 0,035) ²⁰ x 0,11 x 1,3	= 2509	smp/jam
3. Bus Kecil	= 30 x (1 + 0,035) ²⁰ x 0,11 x 1,3	= 8,54	smp/jam
4. Bus Besar	= 2 x (1 + 0,035) ²⁰ x 0,11 x 1,5	= 0,66	smp/jam
5. Truk Ringan 2 sumbu	= 207 x (1 + 0,035) ²⁰ x 0,11 x 2,5	= 113	smp/jam
6. Truk Sedang 2 Sumbu	= 178 x (1 + 0,035) ²⁰ x 0,11 x 2,5	= 98	smp/jam
7. Truk 3 sumbu	= 23 x (1 + 0,035) ²⁰ x 0,11 x 2,5	= 13	smp/jam
	$\sum Q$	= 5647	smp/jam

$$\begin{aligned} \text{DJ tahun 2043} &= Q / C \\ &= 5647 / 2263 = 2,50 \end{aligned}$$

3. Derajat Kejenuhan pada tahun 2063

1. MC	= 26544 x (1 + 0,035) ⁴⁰ x 0,11 x 0,5	= 5780	smp/jam
2. MP	= 8819 x (1 + 0,035) ⁴⁰ x 0,11 x 1,3	= 4993	smp/jam
3. Bus Kecil	= 30 x (1 + 0,035) ⁴⁰ x 0,11 x 1,3	= 17	smp/jam
4. Bus Besar	= 2 x (1 + 0,035) ⁴⁰ x 0,11 x 1,5	= 1,31	smp/jam
5. Truk Ringan 2 sumbu	= 207 x (1 + 0,035) ⁴⁰ x 0,11 x 2,5	= 225	smp/jam

$$\begin{aligned}
 6. \text{ Truk Sedang 2 Sumbu} &= 178 \times (1 + 0,035)^{40} \times 0,11 \times 2,5 = 194 \text{ smp/jam} \\
 7. \text{ Truk 3 sumbu} &= 23 \times (1 + 0,035)^{40} \times 0,11 \times 2,5 = 25 \text{ smp/jam} \\
 \Sigma Q &= 11235 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{DJ tahun 2063} &= Q / C \\
 &= 11235 / 2263 = 4,97
 \end{aligned}$$

3
Tabel 4. 11 Hasil Perhitungan Derajat Kejenuhan (DJ) Pada Tahun 2023

No	Jenis Kendaraan	LHR 2 Arah	EMP	K	Q (Smp/Jam)	C	DJ	Keterangan
1	MC	26544	0,5	0,11	1460	2263	1,25	DJ > 0,85 Membutuhkan Pelebaran Jalan
2	MP	8819	1,3		1261			
3	Bus Kecil	30	1,3		4,29			
4	Bus Besar	2	1,5		0,33			
5	Truk Ringan 2 Sumbu	207	2,5		57			
6	Truk Sedang 2 Sumbu	178	2,5		49			
7	Truk 3 Sumbu	23	2,5		6,33			
Jumlah					2838			

Sumber : Analisa dan Perhitungan

Tabel 4. 12 Hasil Perhitungan Derajat Kejenuhan (DJ) Pada Tahun 2043

No	Jenis Kendaraan	LHR 2 Arah	EMP	K	Q (Smp/Jam)	C	DJ	Keterangan
1	MC	26544	0,5	0,11	2905	2263	2,50	DJ > 0,85 Membutuhkan Pelebaran Jalan
2	MP	8819	1,3		2509			
3	Bus Kecil	30	1,3		8,54			
4	Bus Besar	2	1,5		0,66			
5	Truk Ringan 2 Sumbu	207	2,5		113			
6	Truk Sedang 2 Sumbu	178	2,5		98			
7	Truk 3 Sumbu	23	2,5		13			
Jumlah					5647			

Sumber : Analisa dan Perhitungan

Tabel 4. 13 Hasil Perhitungan Derajat Kejenuhan (DJ) Pada Tahun 2063

No	Jenis Kendaraan	LHR 2 Arah	EMP	K	Q (Smp/Jam)	C	DJ	Keterangan
1	MC	26544	0,5	0,11	5780	2263	4,97	DJ > 0,85 Membutuhkan Pelebaran Jalan
2	MP	8819	1,3		4993			
3	Bus Kecil	30	1,3		17			
4	Bus Besar	2	1,5		1,31			
5	Truk Ringan 2 Sumbu	207	2,5		225			
6	Truk Sedang 2 Sumbu	178	2,5		194			
7	Truk 3 Sumbu	23	2,5		25			
Jumlah					11235			

Sumber : Analisa dan Perhitungan

Pelebaran jalan Jalan Raya Lontar Kota Surabaya diperlukan karena tidak memenuhi kapasitas jalan dan dianggap tidak layak untuk menangani arus lalu lintas hingga umur rencana, sebagaimana hasil perhitungan di atas yang menunjukkan bahwa jalan tersebut menggunakan tipe jalan 2/2 TT dari nilai derajat kejenuhan (DJ) dari tahun 2023 - 2063 (40 tahun) berada pada nilai > 0,85.]

2 4.2.2 Analisa Rencana Pelebaran Jalan

Agar Jalan Raya Lontar Kota Surabaya memiliki rencana pelebaran jalan 3,50 meter 4/2 TT yang memenuhi persyaratan dan dianggap layak untuk menangani arus lalu lintas, maka usulan pelebaran jalan tersebut harus memenuhi persyaratan umur rencana.

- Kapasitas dasar jalan Nilai kapasitas dasar untuk tipe alinyemen Datar pada lokasi ini menggunakan 4/2 TT dengan kapasitas pada jalan dasar datar (CO) = $1900 \times 4 = 7600$ smp/jam dapat diketahui jika jalan tersebut memiliki empat lajur. Hal ini juga dapat digunakan untuk menentukan kapasitas per lajur dan arus yang dipisahkan berdasarkan arah. (Tabel. 2.12)
- Menurut Tabel 2.13, faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisahan arah (FCPA) adalah $50\% - 50\% = 1,00$.
- Tipe jalan 4/2 TT, dengan FCLJ = 1,00 dan lebar efektif 3,50 meter per lajur (Tabel 2.14)
- Berdasarkan Tabel 2.16, faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping (FCHS) adalah 0,88.

.Menentukan Nilai Kapasitas (C)

$$C = C_0 \times F_{CPA} \times F_{CIJ} \times F_{CHS}$$

Data :

1. Sesuai nilai $C_0 = 1900$ smp/jam
2. Sesuai nilai $F_{CPA} = 1,00$
3. Sesuai nilai $F_{CIJ} = 1,00$
4. Sesuai nilai $F_{CHS} = 0,88$

$$C = 1900 \text{ smp/jam} \times 1,00 \times 1,00 \times 0,88$$

$$C = 1672 \text{ smp/jam}$$

Tabel berikut ini memberikan informasi mengenai derajat kejenuhan (DJ) pada kondisi jalan setelah dilakukan perencanaan pelebaran jalan berdasarkan data-data tersebut di atas:

3 **Tabel 4. 14** Hasil Perhitungan Derajat Kejenuhan (DJ) pada tahun 2023

No	Jenis Kendaraan	LHR 2 Arah	EMP	K	Q (Smp/Jam)	C	DJ	Keterangan
1	MC	26544	0,5	0,11	1460	6688	0,42	DJ < 0,85 Tidak Membutuhkan Pelebaran Jalan
2	MP	8819	1,3		1261			
3	Bus Kecil	30	1,3		4,29			
4	Bus Besar	2	1,5		0,33			
5	Truk Ringan 2 Sumbu	207	2,5		57			
6	Truk Sedang 2 Sumbu	178	2,5		49			
7	Truk 3 Sumbu	23	2,5		6,33			
Jumlah					2838			

Sumber : Analisa dan Perhitungan

Tabel 4. 15 Hasil Perhitungan Derajat Kejenuhan (DJ) pada tahun 2043

No	Jenis Kendaraan	LHR 2 Arah	EMP	K	Q (Smp/Jam)	C	DJ	Keterangan
1	MC	26544	0,5	0,11	2905	6688	0,84	DJ < 0,85 Tidak Membutuhkan Pelebaran Jalan
2	MP	8819	1,3		2509			
3	Bus Kecil	30	1,3		8,54			
4	Bus Besar	2	1,5		0,66			
5	Truk Ringan 2 Sumbu	207	2,5		113			

Tabel 4.15 : Lanjutan

No	Jenis Kendaraan	LHR 2 Arah	EMP	K	Q (Smp/Jam)	C	DJ	Keterangan
6	Truk Sedang 2 Sumbu	178	2,5		98			
7	Truk 3 Sumbu	23	2,5		13			
Jumlah					5647			

Sumber : Analisa dan Perhitungan

Tabel 4. 16 Hasil Perhitungan Derajat Kejenuhan (DJ) pada tahun 2063

No	Jenis Kendaraan	LHR 2 Arah	EMP	K	Q (Smp/Jam)	C	DJ	Keterangan
1	MC	26544	0,5	0,11	5780	6688	1,68	DJ > 0,85 Membutuhkan Pelebaran Jalan
2	MP	8819	1,3		4993			
3	Bus Kecil	30	1,3		17			
4	Bus Besar	2	1,5		1,31			
5	Truk Ringan 2 Sumbu	207	2,5		226			
6	Truk Sedang 2 Sumbu	178	2,5		194			
7	Truk 3 Sumbu	23	2,5		25			
Jumlah					11235			

Sumber : Analisa dan Perhitungan

Tabel 4.17 sampai 4.22 memberikan nilai rekapitulasi derajat kejenuhan (DJ) setiap tahunnya:

Tabel 4. 17 Hasil Perhitungan Derajat Kejenuhan (DJ) Pada Tahun 2023 - 2029

Jenis Kendaraan	Tahun						
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
MC	1460	1511	1564	1619	1675	1734	1795
MP	1261	1305	1351	1398	1447	1498	1550
Bus Kecil	4,29	4,44	4,60	4,76	4,92	5,10	5,27
Bus Besar	0,33	0,34	0,35	0,37	0,38	0,39	0,41
Truk Ringan 2 Sumbu	57	59	61	63	65	68	70
Truk Sedang 2 Sumbu	49	51	53	54	56	58	60
Truk 3 Sumbu	6,33	6,55	6,78	7,02	7,26	7,52	7,78
Σ Q	2838	2926	3029	3134	3243	3358	3475
DJ	0,42	0,44	0,45	0,47	0,49	0,50	0,52

Sumber : Analisa dan Perhitungan

Tabel 4.18 Hasil Perhitungan Derajat Kejenuhan (DJ) Pada Tahun 2030 – 2036

Jenis Kendaraan	Tahun						
	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
MC	1858	1923	1990	2060	2132	2206	2283
MP	1604	1661	1719	1779	1841	1906	1972
Bus Kecil	5,46	5,65	5,85	6,05	6,26	6,48	6,71
Bus Besar	0,42	0,44	0,45	0,47	0,48	0,50	0,52
Truk Ringan 2 Sumbu	73	75	78	80	83	86	89
Truk Sedang 2 Sumbu	62	65	67	69	72	74	77
Truk 3 Sumbu	8,05	8,33	8,63	8,93	9,24	9,57	9,90
ΣQ	3597	3724	3854	3988	4128	4272	4421
DJ	0,53	0,56	0,58	0,60	0,62	0,64	0,66

Sumber : Analisa dan Perhitungan

Tabel 4.19 Hasil Perhitungan Derajat Kejenuhan (DJ) Pada Tahun 2037 – 2043

Jenis Kendaraan	Tahun						
	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043
MC	2363	2446	2532	2620	2712	2807	2905
MP	2041	2113	2187	2263	2342	2424	2509
Bus Kecil	6,94	7,19	7,44	7,70	7,97	8,25	8,54
Bus Besar	0,53	0,55	0,57	0,59	0,61	0,63	0,66
Truk Ringan 2 Sumbu	92	96	99	102	106	110	113
Truk Sedang 2 Sumbu	79	82	85	88	91	94	98
Truk 3 Sumbu	10,25	10,61	10,98	11,36	11,76	12,17	12,60
ΣQ	4575	4737	4903	5073	5251	5435	5625
DJ	0,68	0,71	0,73	0,76	0,79	0,81	0,84

Sumber : Analisa dan Perhitungan

Tabel 4.20 Hasil Perhitungan Derajat Kejenuhan (DJ) Pada Tahun 2044 – 2050

Jenis Kendaraan	Tahun						
	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050
MC	3007	3112	3221	3334	3450	3571	3696
MP	2597	2688	2782	2879	2980	3084	3192
Bus Kecil	8,84	9,14	9,46	9,80	10,14	10,49	10,86
Bus Besar	0,68	0,70	0,73	0,75	0,78	0,81	0,84
Truk Ringan 2 Sumbu	117	122	126	130	135	139	144
Truk Sedang 2 Sumbu	101	104	108	112	116	120	124
Truk 3 Sumbu	13,04	13,49	13,97	14,45	14,96	15,48	14,03
ΣQ	5822	6026	6237	6455	6681	6914	7156
DJ	0,87	0,90	0,93	0,97	1,00	1,03	1,07

Sumber : Analisa dan Perhitungan

Tabel 4. 21 Hasil Perhitungan Derajat Kejenuhan (DJ) Pada Tahun 2051 - 2057

Jenis Kendaraan	Tahun						
	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057
MC	3826	3959	4098	4241	4390	4543	4703
9MP	3304	3420	3539	3663	3792	3924	4062
Bus Kecil	11,24	11,63	12,04	12,46	12,90	13,35	13,82
Bus Besar	0,87	0,90	0,93	0,96	0,99	1,03	1,06
Truk Ringan 2 Sumbu	149	155	160	166	171	177	184
Truk Sedang 2 Sumbu	128	133	138	142	147	153	158
Truk 3 Sumbu	16,59	17,17	17,77	18,39	19,03	19,70	20,39
Σ Q	7407	7667	7935	8212	8513	8831	9142
DJ	1,12	1,15	1,19	1,23	1,27	1,32	1,36

Sumber : Analisa dan Perhitungan

Tabel 4. 22 Hasil Perhitungan Derajat Kejenuhan (DJ) Pada Tahun 2058 – 2063

Jenis Kendaraan	Tahun					
	2058	2059	2060	2061	2062	2063
MC	4867	5037	5214	5396	5585	5780
MP	4204	4351	4503	4661	4824	4993
Bus Kecil	14,30	14,80	15,32	15,86	16,41	16,99
Bus Besar	1,10	1,14	1,18	1,22	1,26	1,31
Truk Ringan 2 Sumbu	190	197	204	211	218	226
Truk Sedang 2 Sumbu	163	169	175	181	187	194
Truk 3 Sumbu	21,10	21,84	22,61	23,40	24,22	25,06
Σ Q	9460	9792	10135	10489	10855	11235
DJ	1,41	1,46	1,51	1,56	1,62	1,68

Sumber : Analisa dan Perhitungan

Tabel 4. 23 Analisa kinerja Jalan

No	Umur Rencana	Tahun Rencana	Q (smp/hari)	Nilai Parameter		LOS	Keterangan
				C	DJ		
				(smp/hari)	(Q/C)		
1	0	2023	2838	6688	0,42	B	Arus stabil, kecepatan sedikit terbatas
2	10	2033	3988	6688	0,60	C	Arus stabil, kecepatan makin terbatas
3	20	2043	5625	6688	0,84	D	Kecepatan rendah dan berbeda-beda volume mendekati kapasitas

Tabel 4.23 : Lanjutan

No	Umur Rencana	Tahun Rencana	Q (smp/hari)	Nilai Parameter		LOS	Keterangan
				C (smp/hari)	DJ (Q/C)		
4	30	2053	7935	6688	1,19	F	Arus terhambat, kecepatan rendah, sering berhenti
5	40	2063	11193	6688	1,67	F	Arus terhambat, kecepatan rendah, sering berhenti

Sumber : Analisa dan Perhitungan

Diperoleh hasil bahwa Jalan Raya Lontar Kota Surabaya memenuhi kapasitas jalan dan dianggap layak untuk menampung arus lalu lintas hingga 20 tahun mendatang berdasarkan perencanaan pelebaran jalan dari hasil perhitungan pada tabel 4.23. Diketahui nilai derajat kejenuhan (DJ) dari tahun 2023-2043 (20 tahun) berada pada nilai $< 0,85$ dan dalam kategori 5Level Of Service berada pada kelas B - D dan dari tahun 2044-2063 berada pada nilai $> 0,85$ dan berada pada kelas F.

4.2.3 Analisa Data CBR

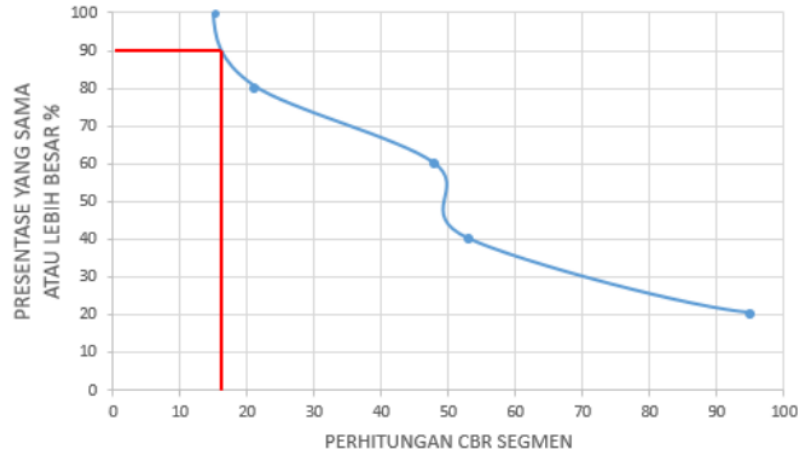
Karena kualitas dan daya tahan konstruksi perkerasan jalan sangat erat kaitannya dengan karakteristik tanah dasar, maka diperlukan analisis data CBR untuk memastikan daya dukung tanah dasar. 90% dari teknik dalam desain ini bersifat grafis dan analitis.

a. Perhitungan CBR segmen dengan cara grafis

Tabel 4. 24 Perhitungan CBR Dengan Cara Grafis

No	CBR	Nilai CBR Setelah Diurutkan	Jumlah yang sama atau lebih besar	Persentase yang sama atau lebih besar %
	(1)	(2)	(3)	(4)=(3)/n x 100%
1	53,36	95,36	5	100
2	21,25	53,36	4	80
3	15,07	47,83	3	60
4	47,83	21,25	2	40
5	95,36	15,36	1	20

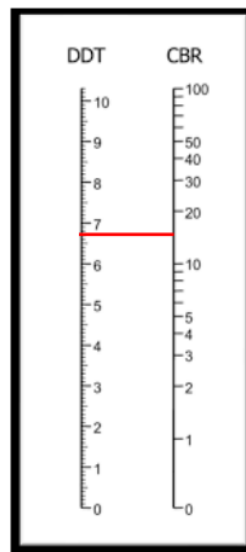
Sumber : Analisa dan Perhitungan



Gambar 4.1 CBR Desain Tanah Dasar

16% adalah nilai CBR 90% menurut data grafis.

Selanjutnya, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.2, adalah nilai daya dukung tanah.



Gambar 4.2 Mencari Nilai DDT dari Nilai CBR 90%

Didapatkan nilai DDT = 6,7

b. Perhitungan CBR dengan cara analitis

Tabel 4.10 menyajikan data CBR yang diketahui.

$$\begin{aligned} \text{CBR Rata-Rata} &= \frac{53,36+21,25+15,07+47,83+95,36}{5} \\ &= 46,57 \\ \text{CBR Max} &= 95,36 \\ \text{CBR Min} &= 15,07 \end{aligned}$$

Seberapa banyak data yang masuk ke dalam satu segmen menentukan nilai R. Berikut ini adalah nilai R seperti yang ditampilkan pada Tabel 4.25:

Tabel 4.25 Nilai R untuk Perhitungan CBR Segmen

Jumlah Titik Pengujian CBR	Nilai R
2	1,41
3	1,91
4	2,24
5	2,48
6	2,67
7	2,83
8	2,96
9	3,08
>10	3,18

Sumber : Silvia Sukirman

$$\begin{aligned} \text{CBR segmen} &= \text{CBR rata-rata} - \frac{\text{CBR Max} - \text{CBR Min}}{R} \\ &= 46,57 - \frac{95,36 - 15,07}{2,48} \\ &= 14,20 \\ \text{DDT} &= 4,3 \log \text{CBR} + 1,7 \\ &= 4,3 \log 14,20 + 1,7 \\ &= 6,7 \end{aligned}$$

4.3 Perencanaan Desain Perkerasan Menggunakan AASHTO 1993

Pendekatan AASHTO 1993 digunakan dalam pengembangan desain perkerasan Jalan Raya Lontar Kota Surabaya, yang membutuhkan perkerasan kaku. Perkembangan lalu lintas

1. per tahun dipulau Jawa = 3,5% (Pulau Jawa)
2. Lebar jalan sekarang = 7 m
3. Lebar jalan direncanakan = 3,5 m / jalur
4. Lebar bahu efektif = 50 cm
5. Tipe jalan sekarang = Jalan 2 jalur 2 arah tak terbagi (2/2 TT)
6. Tipe jalan rencana = Jalan 4 jalur 2 arah tak terbagi (4/2 TT)
7. Umur rencana = 40 tahun
8. Fungsi jalan = Kolektor
9. Tipe medan = Datar
10. Nilai CBR = 16 %

4.4 Faktor Distribusi Jalur

Dalam beberapa peraturan perencanaan, faktor distribusi arah DD biasanya diambil sebesar 0,5, namun dapat berkisar antara 0,3 sampai 0,7 (atau 30 sampai 70%). Menurut tabel (AASHTO 1993), perkerasan kaku memiliki faktor distribusi lajur (DL) sebagai berikut:

Tabel 4. 26 Faktor Distribusi Lajur (DL) untuk Perancangan Perkerasan

Jumlah lajur per arah	AASHTO (1993) Persen ESAL dalam lajur rencana (%)
1	100
2	80 – 100
3	60 – 80
4	50 – 75

Sumber : AASHTO (1993)

Nilai distribusi lajur (DL) dengan dua lajur pada masing-masing arah adalah 90%; tabel 4.26 memberikan nilai ini.

4.5 Menghitung Nilai ESAL (*Equivalent Single Axle Load*)

Persamaan berikut ini menunjukkan beban sumbu standar kumulatif, yang juga dikenal sebagai beban sumbu tunggal ekuivalen /ESAL:

$$W_{18} = \sum_{N1}^{Nn} LHR_j \times DF_j \times D_D \times D_L \times 365$$

4.5.1 Menghitung Beban Sumbu Kendaraan

a. LV 1.1 (Berat 2 ton)

Roda Depan (STRG) $2 \times \frac{50}{100} = 1 \quad \left(\frac{1}{8,4}\right) 4 = 0,001176$ Total Esal = 0,002352	Roda Belakang (STRG) $2 \times \frac{50}{100} = 1 \quad \left(\frac{1}{8,4}\right) 4 = 0,001176$
--	---

b. Pickup 1.1 (Berat 7 ton)

Roda Depan (STRT) $7 \times \frac{34}{100} = 2,38 \quad \left(\frac{2,38}{8,4}\right) 4 = 0,0377$ Total Esal = 0,5735	Roda Belakang (STRT) $2 \times \frac{66}{100} = 4,62 \quad \left(\frac{4,62}{8,4}\right) 4 = 0,5358$
--	---

c. Bus 1.1 (Berat 9 ton)

Roda Depan (STRT) $9 \times \frac{34}{100} = 3,06 \quad \left(\frac{3,06}{5,4}\right) 4 = 0,1031$ Total Esal = 0,3839	Roda Belakang (STRG) $9 \times \frac{66}{100} = 5,94 \quad \left(\frac{5,94}{8,16}\right) 4 = 0,2808$
--	--

d. Truk 1.2 H (Berat 18,2 ton)

Roda Depan (STRT) $18,2 \times \frac{34}{100} = 6,188 \quad \left(\frac{6,188}{5,4}\right) 4 = 1,7244$ Total Esal = 6,4021	Roda Belakang (STRG) $18,2 \times \frac{66}{100} = 12,0120 \quad \left(\frac{1}{8,4}\right) 4 = 4,6957$
---	--

e. Truk 1.22 (Berat 25 ton)

Roda Depan (STRT)	Roda Belakang (SDRG)
$25 \times \frac{25}{100} = 6,25$ $\left(\frac{6,25}{5,4}\right)^4 = 1,7945$	$25 \times \frac{75}{100} = 18,75$ $\left(\frac{18,75}{13,76}\right)^4 = 3,4477$
Total Esal = 5,2422	

Tabel 4. 27 Perhitungan ESAL

No	Jenis Kendaraan	LHR	Berat Kendaraan (ton)	VDF	DD	DL	W18 (ESAL)
		A		B	C	D	$a \times b \times c \times d$ 365
1	Mobil	8819	2	0,5735	0,5	1	923029,61
2	Bus	32	9	0,3839	0,5	1	2241,98
3	Truk 2 Sumbu	385	18,2	6,4201	0,5	1	451092,28
4	Truk 3 Sumbu	23	25	5,2422	0,5	1	22004,14
Total 18 ESAL							1398367,71

Sumber : Analisa Perhitungan

$$\begin{aligned}
 W_t &= W_{18} \times \frac{(1+i)^n - 1}{i} \\
 &= 1398367,71 \times \frac{(1+\frac{3,5}{100})^{40} - 1}{\frac{3,5}{100}} \\
 &= 118232378,27 \text{ ESAL}
 \end{aligned}$$

4.6 Tebal Minimum Lapis Perkerasan

Tabel 4.28 memberikan ketebalan minimum untuk setiap lapisan perkerasan dengan cara berikut:

Tabel 4. 28 Minimum Lapis Base Perkerasan

<i>Trafic ESAL</i>	<i>Aggregate Base</i>
< 50.000	4,0 inch
50.001 – 150.000	4,0 inch
150.001- 500.000	4,0 inch
500.001 – 2.000.000	6,0 inch
2.000.001 – 7.000.000	6,0 inch
> 7.000.000	6,0 inch

Sumber : AASHTO 1993

4.7 Parameter Desain Perhitungan Tebal Perkerasan

Perhitungan ESAL di atas menghasilkan kesimpulan mengenai tebal perkerasan kaku seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.29:

Tabel 4.29 Tebal Perkerasan berdasarkan Parameter Desain

No	Traffic Desain (ESAL)	Tebal Plat Beton (cm)
1	30.000.000	25
2	40.000.000	26
3	50.000.000	27
4	60.000.000	28
5	70.000.000	29
6	80.000.000	29
7	90.000.000	30
8	100.000.000	30
9	110.000.000	31
10	120.000.000	31
11	130.000.000	32
12	140.000.000	32
13	150.000.000	32
14	160.000.000	32

Sumber : Perkerasan Jalan Beton Semen Portland Ari suryawan(2009)

4.8 Reliability

Angka 85% dipilih karena nilai ketergantungan (R) antara 80% dan 95%, yang sesuai dengan klasifikasi jalan kolektor di persimpangan Seturan pada Tabel 2.5.

Tabel 4.30 Standard Normal Deviation (Z_R)

R (%)	ZR	R (%)	ZR
50	0	93	-1,476
60	-0,253	94	-1,555
75	-0,674	95	-1,751
80	-0,841	96	-1,881
85	-1,037	97	-2,054
90	-1,282	98	-2,327
91	-1,34	99,9	-3,09
92	-1,405	99,99	-3,75

Sumber : AASHTO 1993

Untuk nilai *standard normal deviation* (Z_R) didapatkan Nilai -1,037 yang tertera pada tabel 4.30 dan *Standard Deviation* untuk *Rigid Pavement* $S_o = 0,30$ diasumsikan (AASHTO1993)

4.9 Serviceability

AASHTO 1993 disebut dalam indeks kemampuan pelayanan terminal (pt). Menurut AASHTO (1993), kemampuan pelayanan awal perkerasan kaku adalah $p_o = 4,5$. Tidak ada kesesuaian sama sekali:

$$\Delta \text{PSI} = P_o - P_t$$

- *Initial serviceability* : (P_o) = 4,5
- *Terminal serviceability index* jalur utama (*major highways*) (P_t) = 2,5
- *Serviceability loss* (ΔPSI) = $\Delta \text{PSI} = P_o - P_t$ = 2,0

4.10 Modulus Reaksi Tanah Dasar

Modulus reaksi tanah dasar dipastikan dengan perpaduan rumus dan grafik untuk memastikan modulus reaksi tanah dasar sesuai dengan spesifikasi CBR Nilai

$$\begin{aligned} M_R &= 1500 \times \text{CBR} \\ &= 1500 \times 16 \\ &= 24000 \\ K &= M_R / 19,4 \\ &= 24000 / 19,4 \\ &= 1237 \text{ psi} \end{aligned}$$

4.11 Modulus Elastisitas Beton (E_c) Dan *Flextural Strength* (Sc')

350 kg/cm adalah kualitas beton yang sesuai dengan K-350. hasilnya perlu dikalikan dengan 0,83.

$$1 \text{ kg/cm}^2 = 14,22 \text{ psi}$$

$$F_c' = 350 \text{ kg/cm}^2 \times 14,22 = 4977 \text{ psi}$$

Dengan menggunakan rumus berikut, kita dapat menentukan modulus elastisitas beton:

$$\begin{aligned} E_c &= 57000 \sqrt{f_c'} \\ &= 57000 \sqrt{4977} \\ &= 4021227,80 \text{ psi} = 4021228 \text{ psi} \end{aligned}$$

Rumus ini dapat digunakan untuk menentukan nilai kuat lentur beton (Sc').

$$\begin{aligned} Sc' &= 7,55 \sqrt{f_c'} \\ &= 7,55 \sqrt{4977} = 529,91 \text{ psi} = 530 \text{ psi} \end{aligned}$$

4.12 Koefisien Pelimpahan Beban (J)

Mengacu pada tabel 4.31, dengan beban 2,5 - 3,1 diperoleh koefisien luapan beban 2,55, yang digunakan untuk menentukan koefisien transfer beban (J).

Tabel 4. 31 Koefisen Pelimpahan Beban (J)

Tipe Perkerasan	Nilai J	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1
Plain Jointed & Jointed Reinforced	2,5 - 3,1										
Overlay Design	2,2 - 2,6										
Nilai J terpilih	2,5 - 2,6										
J yang mewakili	2,55				2,55						

Sumber : (AASHTO 1993)

4.13 Persamaan Penentuan Tebal Plat (D)

$$\begin{aligned} \log_{10} W_{18} &= Z_R S_o + 7,35 \log_{10}(D + 1) - 0,06 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4,5 - 1,5} \right]}{1 + \frac{1,624 \times 10^7}{(D + 1)^{8,46}}} + \\ &(4,22 - 0,32p_t) \times \log_{10} \frac{S'_c C_d \times [D^{0,75} - 1,132]}{215,63 \times J \times \left[D^{0,75} - \frac{18,42}{(E_c \cdot k)^{0,25}} \right]} \\ \log_{118232378,27} &= -1,037 \times 0,3 + 7,35 \log_{10} (11,95 + 1) - 0,06 + \frac{\log \left\{ \frac{2}{4,5 - 1,5} \right\}}{1 + \frac{1,624 \times 10^7}{(11,95 + 1)^{8,46}}} + \\ &(4,22 - 0,32 \times 0,25) \log_{10} \frac{530 \times \{11,95^{0,75} - 1,132\}}{215,63 \times 2,55 \times \left\{ 11,95^{0,75} - \frac{18,42}{(4021228 \cdot 1237)^{0,25}} \right\}} \end{aligned}$$

$$8,07 = 8,07 \text{ (Sesuai)}$$

Dengan menggunakan perhitungan tersebut di atas untuk mendapatkan tebal pelat perkerasan (D), tebal pelat perkerasan adalah 11,95 in (30,35 cm = 31 cm).

AASHTO (1993) menetapkan lapisan perkerasan minimum 6 inci, atau 15,24 cm dibulatkan menjadi 16 cm, untuk lapisan pondasi bawah.

4.14 ¹ Perkerasan Beton Bersambung Dengan Tulangan

Data perencanaan berikut ini:

- Tebal plat beton = 310 mm
- Koefisien gesekan (f) = 1,8
- Baja yang digunakan (BJ 37) f_y = 240 Mpa

1. Tulangan Memanjang

$$A_s = \frac{11,76 \cdot f \cdot L \cdot D}{f_s}$$

Sebagai min. Menurut SNI 1991 untuk semua kondisi = 0,14% dari luas penampang

$$A_s = \frac{11,76 \times 1,8 \times 15 \times 310}{240} = 410,13 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_s \text{ min} = 0,14 \% \times 310 \times 1000 = 434 \text{ mm}^2/\text{m} \text{ (} A_s \text{ min} > A_s \text{ Perlu)}$$

Dipergunakan Tulangan Diameter \emptyset 12 – 250 mm ($A_s = 452 \text{ mm}^2$)

2. Tulangan Melintang

$$A_s = \frac{11,76 \cdot f \cdot L \cdot D}{f_s}$$

Sebagai min. Menurut SNI 1991 untuk semua kondisi = 0,14% dari luas penampang

$$A_s = \frac{11,76 \times 1,8 \times 10 \times 310}{240} = 273,42 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_s \text{ min} = 0,14 \% \times 310 \times 1000 = 434 \text{ mm}^2/\text{m} \text{ (} A_s \text{ min} > A_s \text{ Perlu)}$$

Dipergunakan Tulangan Diameter \emptyset 12 – 250 mm ($A_s = 452 \text{ mm}^2$)

4.15 Dowel

Dowel adalah batang baja bertulang Tabel 4.32 memberikan informasi berikut mengenai ketebalan plat 31 cm:

²⁰ **Tabel 4. 32** Ukuran dan Jarak Batang Dowel (Ruji) yang disarankan

Tebal Plat		Diameter		Panjang		Jarak	
Inci	Mm	Inci	Mm	Inci	Mm	Inci	Mm
6	150	$\frac{3}{4}$	19	18	450	12	300
7	175	1	25	18	450	12	300
8	200	1	25	18	450	12	300
9	225	1 $\frac{1}{4}$	32	18	450	12	300

Tabel 4.32 : Lanjutan

Tebal Plat		Diameter		Panjang		Jarak	
10	250	1 ¹ / ₄	32	18	450	12	300
11	275	1 ¹ / ₄	32	18	450	12	300
12	300	1 ¹ / ₂	38	18	450	12	300
13	325	1¹/₂	38	18	450	12	300
14	350	1 ¹ / ₂	38	18	450	12	300

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

Berdasarkan hal ini, ukuran batang baja yang digunakan untuk mengukur kekerasan:

Diameter = Ø 38 mm

Panjang = 450 mm

Jarak = 300 mm

4.16 Perhitungan Batang Pengikat (*Tie Bars*)

Untuk mengamankan pelat dan mencegah pelat bergerak secara horizontal, batang pengikat dimasukkan ke dalam sambungan memanjang. Diameter dan jarak batang pengikat maksimum adalah 5/8 inci dan 1/2 inci.

Tabel 4. 33 Ukuran Tie-bar

No	Traffic Desain ESAL	Tebal Pelat Beton (cm)	Diameter (in)	Panjang min (cm)	Jarak max (cm)
1	30.000,00	25	0,5	65	80
2	40.000,00	26	0,5	65	80
3	50.000,00	27	0,5	65	70
4	60.000,00	28	0,5	65	70
5	70.000,00	29	0,5	65	70
6	80.000,00	29	0,5	65	70
7	90.000,00	30	0,5	65	60
8	100.000,00	30	0,5	65	60
9	110.000,00	31	0,5	65	60
10	120.000,00	31	0,5	65	60
11	130.000,00	32	0,5	65	60
12	140.000,00	32	0,5	65	60
13	150.000,00	32	0,5	65	60
14	160.000,00	32	0,5	65	60

Sumber : Perkerasan Jalan Beton Sement Portland Ari suryawan (2009)

Tulangan tie-bar pada Tabel 4.33 dengan ketebalan perkerasan 31 cm, atau 11,95 inci, terbuat dari baja tulangan ulir ½ inci. Ini berarti tulangan tersebut memiliki diameter 13 mm, panjang 650 mm, dan jarak 600 mm.

Rencana Anggaran Biaya

4.17.1 Volume Pekerjaan

a. Pekerjaan persiapan

1. Pembersihan dan pembongkaran

$$\text{Lebar jalan} = 14 \text{ m}$$

$$\text{Panjang jalan} = 2,5 \text{ km} = 2500 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas} &= 14 \text{ m} \times 2500 \text{ m} \\ &= 35000 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

b. Pekerjaan Tanah

1. Penggalian tanah dengan alat berat

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times (\text{tebal perkerasan} + \text{lapis agregat}) \\ &= 2500 \times 14 \times (0,31 + 0,16) \\ &= 16765 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

2. Timbunan tanah dengan alat berat

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{lebar} / 2 \times 1 \times \text{panjang jalan} \\ &= 14 / 2 \times 1 \times 2500 \text{ m} \\ &= 17500 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

c. Pekerjaan lapis perkerasan

1. Pekerjaan tebal plat beton K – 350

$$\text{Lebar Perkerasan} = 14 \text{ m}$$

$$\text{Tebal Perkerasan} = 0,31 \text{ m}$$

$$\text{Panjang Perkerasan} = 2500 \text{ m}$$

$$\text{Volume} = 10850 \text{ m}^3$$

2. Pekerja lapis base

$$\text{Lebar Perkerasan} = 14 \text{ m}$$

$$\text{Tebal Perkerasan} = 0,16 \text{ m}$$

$$\text{Panjang Perkerasan} = 2500 \text{ m}$$

$$\text{Volume} = 5600 \text{ m}^3$$

d. Pekerjaan Tulangan

1. Pekerjaan Tulangan Memanjang

Diameter = \varnothing 12 mm

Panjang = 2500 m = 2500000 mm

Volume 1 tulangan = $\frac{1}{4} \times \pi \times 12^2 \times 2500000$ mm
= 282743000 mm

Jarak antar tulangan = 250 mm

Kebutuhan tulangan = 15000 mm / 250 mm = 60

Volume total = Vol 1 Tulangan x Kebutuhan Tulangan
= 282743000 x 60

= 16964580000 mm³ = 16,97 m³

Berat jenis = 7850 kg/m³

Berat = 7850 x 16,97 = 133215 kg

2. Pekerjaan Tulangan Melintang

Diameter = \varnothing 12 mm

Panjang = 14 m = 14000 mm

Volume 1 tulangan = $\frac{1}{4} \times \pi \times 12^2 \times 14000$ mm
= 1583000 mm

Jarak antar tulangan = 250 mm

Kebutuhan tulangan = 2500000 mm / 250 mm = 10000

Volume total = Vol 1 Tulangan x Kebutuhan Tulangan
= 1583000 x 10000

= 15830000000 mm³ = 15,83 m³

Berat jenis = 7850 kg/m³

Berat = 7850 x 15,83 = 124266 kg

3. Pekerjaan Pembesian Dowel

Diameter = \varnothing 38 mm

Panjang = 450 mm

Volume 1 dowel = $\frac{1}{4} \times \pi \times 38^2 \times 450$ mm
= 510093 mm

Jarak = 300 mm

$$\begin{aligned}
 &= 86276 \text{ mm} \\
 \text{Jarak} &= 600 \text{ mm} \\
 \text{Kebutuhan tie bars} &= 2500000 \text{ mm} / 600 \text{ mm} \\
 &= 4167 \times 5,5 = 22919 \text{ buah} \\
 \text{Volume total} &= \text{Vol 1 Tiebars} \times \text{Kebutuhan Tiebars} \\
 &= 86276 \times 22919 \\
 &= 1977359000 \text{ mm}^3 = 1,98 \text{ m}^3 \\
 \text{Berat jenis} &= 7850 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{Berat} &= 7850 \times 1,98 = 15543 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

2. Pekerjaan bekisting

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= ((2 \times L) + (2 \times P)) \times h \\
 &= ((2 \times 14) + (2 \times 2500)) \times 0,31 \\
 &= 1559 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

6. Pekerjaan pelengkap jalan

Pekerjaan Marka Jalan

1. Garis utuh

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 2500 \text{ m} \\
 \text{Lebar} &= 0,12 \text{ m} \\
 \text{Jumlah garis} &= 2 \text{ buah} \\
 \text{Luas} &= 2 \times 2500 \times 0,12 = 600 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

2. Garis putus-putus (tengah)

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 0,5 \times 2500 \text{ m} = 1250 \text{ m} \\
 \text{Lebar} &= 1250 \times 0,12 \text{ m} = 150 \text{ m}^2 \\
 \text{Luas total} &= 600 \text{ m}^2 + 150 \text{ m}^2 = 750 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

3 Tabel 4.34 Rencana Anggaran Biaya Sta 00.000 – 2.500 Meter

No	Uraian Pekerjaan	Volume	SAT	Harga Satuan	Jumlah Harga
I Pekerjaan PeSrsonian					
1	Direksi Keet	32	m ²	Rp 1.046.955	Rp 33.502.560
2	Mobilisasi Peralatan	1	Is	Rp 2.000.000	Rp 2.000.000
3	Pengukuran Lapangan	1	Is	Rp 1.000.000	Rp 1.000.000
4	Pembersihan dan Pembongkaran	35000	m ²	Rp 4.232	Rp 148.120.000
II Pekerjaan Tanah					
1	Penggalian Tanah dengan Alat Berat	16765	m ³	Rp 6.564	Rp 110.045.460
2	Timbunan Tanah dengan Alat Berat	17500	m ³	Rp 155.069	Rp 2.713.707.500
III Pekerjaan Lapis Perkerasan					
1	Pekerjaan Beton K-350	10850	m ³	Rp 840.248	Rp 9.116.690.800
2	Pekerjaan Base	5600	m ³	Rp 356.805	Rp 1.998.108.000
IV Pekerjaan Tulangan					
1	Pekerjaan Pembesian Tulangan Memanjang	133215	Kg	Rp 8.721	Rp 1.161.768.015
2	Pekerjaan Pembesian Tulangan Melintang	124266	Kg	Rp 8.721	Rp 1.083.723.786
3	Pekerjaan Pembesian Dowel	668349	Kg	Rp 8.721	Rp 5.828.671.629
4	Pekerjaan Pembesian Tiebars	15543	Kg	Rp 8.721	Rp 135.550.503
V Pekerjaan Belasting					
1	Pemasangan Bekisting	1559	Kg	Rp 433.910	Rp 676.465.690
VI Pekerjaan Pelengkap Jalan					
1	Marka Jalan	750	m ²	Rp 203.483	Rp 152.612.250
	Jumlah				Rp 23.161.966.193
	PPn 11%				Rp 2.547.816.281
	Total Biaya				Rp 25.709.782.474
				Dibulatkan	Rp 25.709.782.000

Sumber : Hasil Perhitungan

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Hasil survei LHR dilakukan selama satu minggu, dari tanggal 20 Februari 2023 sampai dengan 26 Februari 2023, dimulai pada pukul 06.00 WIB dan berakhir pada pukul 21.00 WIB. Survei ini mencakup jenis kendaraan sebagai berikut: MC, sebanyak 25.660 kendaraan; MP, sebanyak 8.103 kendaraan; Bus Kecil, sebanyak 26 kendaraan; Bus Besar, sebanyak 3 kendaraan; Truk Ringan 2 Sumbu, sebanyak 193 kendaraan; Truk Sedang 2 Sumbu, sebanyak 144 kendaraan; dan Truk 3 Sumbu, sebanyak 21 kendaraan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai derajat kejenuhan setelah pelebaran jalan pada tahun 2023-2043 berada pada nilai $> 0,85$ (tidak memerlukan pelebaran jalan), dan nilai derajat kejenuhan pada tahun 2044-2063 yang memerlukan pelebaran jalan atau alternatif lain.
2. Berdasarkan tebal lapis pondasi bawah sebesar 16 cm, didapatkan tebal perkerasan kaku yang diukur dengan metode AASHTO 1993 adalah 31 cm.
3. Berdasarkan perhitungan RAB Perencanaan Perkerasan Kaku, Jalan Raya Lontar Kota Surabaya dengan panjang 2500 meter dan lebar 14 meter membutuhkan biaya sebesar Rp 25.709.782.000,-. Artinya, (Dua Puluh Lima Milyar Tujuh Ratus Sembilan Juta Tujuh Ratus Delapan Puluh Dua Ribu Rupiah).

5.2 Saran

1. Untuk meningkatkan akurasi hasil, Anda dapat menggunakan data primer dan sekunder untuk mengumpulkan informasi tentang perkembangan tahunan volume arus lalu lintas. Pelebaran jalan atau alternatif lain, seperti jalan layang, diperlukan untuk mencapai nilai derajat kejenuhan kurang dari 0,85 pada tahun 2044-2063.
2. Jika teknik lain selain pendekatan AASHTO 1993 digunakan untuk menentukan ketebalan perkerasan kaku, perbandingan ini dapat digunakan.
3. Tindakan pemeliharaan rutin penting untuk memastikan bahwa umur jalan sesuai dengan desain untuk mencapai umur panjang struktur yang diinginkan.

DAFTAR PUSTAKA

- American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), 1993. Interim Guide for design of pavement structure, USA.*
- Badan Standardisasi Nasional. 2003. *Pedoman Perencanaan Perkerasan Jalan Beton semen. SNI Pd T-14-2003.* Jakarta
- Bina Marga, 2017, *Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 04/SE/Db/2017.* Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta
- Collins, H.J and Hart C.A. 1992. *Principle of Road Engineering* : Edward Arnold Publishes Ltd London (3rd Edition)
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Bina Marga "*Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia*", 2014.
- Egi Firgiansyah, Prihantoro, Daryati (2022). "*Comparative Study Of Rigid Pavement Planning Using Bina Marga 2017 And AASHTO 1993 Method*".
- Fadillah, E. (2021). "*Perencanaan Jalan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) Menggunakan Metode AASHTO 1993 Di Jl. Bangkingan - Jl. Kebraon Kota Surabaya*".
- Paus, Made., 2016, "*Evaluasi Kondisi Struktural dan Umur Layanan Perkerasan Kaku (Studi Kasus : Jalan Nasional Ruas Batang-Batas Kendal)*", Program Studi Sistem dan Teknik Jalan Raya, Institut Teknologi Bandung.
- Pemerintah Indonesia. 2004. *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 tentang jalan.* Lembaran Negara RI Tahun 2004 Nomor 132, Tambahan Lembaran RI Nomor 4444. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Sukirman, 1999, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Nova, Bandung
- Suryawan, Ari, 2009, *Perkerasan Jalan Beton Semen Portland (Rigid Pavement)*, Penerbit Beta Offset Yogyakarta.
- Sumina, Kusdiman Joko Priyanto, Suryo Handoyo. (2022). "*Perencanaan Struktur Perkerasan Kaku Metode AASHTO 1993 Dan NAASRA (Studi Kasus Jalan Tangen - Ngrombo Kabupaten Sragen)*"

PERENCANAAN PERKERASAN KAKU DI JALAN RAYA LONTAR KOTA SURABAYA DENGAN METODE AASHTO 1993

ORIGINALITY REPORT

21 %
SIMILARITY INDEX

21 %
INTERNET SOURCES

6 %
PUBLICATIONS

5 %
STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	repository.its.ac.id Internet Source	5 %
2	journal.uwks.ac.id Internet Source	3 %
3	erepository.uwks.ac.id Internet Source	1 %
4	eprints.umm.ac.id Internet Source	1 %
5	Submitted to Sultan Agung Islamic University Student Paper	1 %
6	dspace.uii.ac.id Internet Source	1 %
7	www.scribd.com Internet Source	<1 %
8	repository.trisakti.ac.id Internet Source	<1 %
9	eprints.ubhara.ac.id Internet Source	<1 %

10	eprints.polsri.ac.id Internet Source	<1 %
11	jurnal.untan.ac.id Internet Source	<1 %
12	repository.uhn.ac.id Internet Source	<1 %
13	repository.undar.ac.id Internet Source	<1 %
14	ejournal.utp.ac.id Internet Source	<1 %
15	digilib.uns.ac.id Internet Source	<1 %
16	jurnal.umus.ac.id Internet Source	<1 %
17	123dok.com Internet Source	<1 %
18	ejournal.uika-bogor.ac.id Internet Source	<1 %
19	ojs.ummetro.ac.id Internet Source	<1 %
20	www.slideshare.net Internet Source	<1 %
21	es.scribd.com Internet Source	<1 %

22	pdfcoffee.com Internet Source	<1 %
23	Submitted to Universitas Negeri Surabaya The State University of Surabaya Student Paper	<1 %
24	jurnal.umj.ac.id Internet Source	<1 %
25	alat-ukur-indonesia.com Internet Source	<1 %
26	Submitted to Universitas Bung Hatta Student Paper	<1 %
27	repositori.unsil.ac.id Internet Source	<1 %
28	repository.ub.ac.id Internet Source	<1 %
29	www.coursehero.com Internet Source	<1 %
30	ejournal.itn.ac.id Internet Source	<1 %
31	etheses.uin-malang.ac.id Internet Source	<1 %
32	qdoc.tips Internet Source	<1 %

33	Submitted to State Islamic University of Alauddin Makassar Student Paper	<1 %
34	ejournal.unsrat.ac.id Internet Source	<1 %
35	new.jurnal.untad.ac.id Internet Source	<1 %
36	skripsistie.files.wordpress.com Internet Source	<1 %
37	e-journal.uajy.ac.id Internet Source	<1 %
38	sibima.pu.go.id Internet Source	<1 %
39	ejournal.unesa.ac.id Internet Source	<1 %
40	pdfs.semanticscholar.org Internet Source	<1 %
41	siakad.unja.ac.id Internet Source	<1 %
42	materimu.files.wordpress.com Internet Source	<1 %
43	repository.univ-tridinanti.ac.id Internet Source	<1 %
44	docplayer.info	

Internet Source

<1 %

45

e-journal.upr.ac.id

Internet Source

<1 %

46

eprints.uniska-bjm.ac.id

Internet Source

<1 %

47

id.123dok.com

Internet Source

<1 %

48

jurnal.ucy.ac.id

Internet Source

<1 %

49

klinlaundrykiloan.blogspot.com

Internet Source

<1 %

50

media.neliti.com

Internet Source

<1 %

51

repositori.utu.ac.id

Internet Source

<1 %

52

repository.unbari.ac.id

Internet Source

<1 %

53

core.ac.uk

Internet Source

<1 %

54

ejurnal.untag-smd.ac.id

Internet Source

<1 %

55

atpw.files.wordpress.com

Internet Source

<1 %

56

ebook.itenas.ac.id

Internet Source

<1 %

57

jurnal.untagsmg.ac.id

Internet Source

<1 %

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography On