

PERENCANAAN PERBAIKAN PERKERASAN JALAN LENTUR DAN KAKU PADA RUAS JALAN CIJATI-CIBUNGUR KABUPATEN CIANJUR

¹ Reza Nurwari Kamil, ² Yudi Sekaryadi

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Suryakencana
rezakamil992@gmail.com, yudisekaryadi65@gmail.com

Abstrak

Cianjur Regency is an area that is currently promoting development in the infrastructure sector. This includes road infrastructure which will be rebuilt on the road linking Cijati and Cibungur Padaasih. Planning this road is expected to be able to serve traffic flow in accordance with the planned age of the plan, therefore it is necessary to have a good pavement structure planning capable of carrying the load of vehicles crossing the road without causing damage to the road construction itself, thereby providing a sense of security. and comfortable for users of the Cijati-Cibungur road.

The methodology in this study uses the calculation of the thickness of the pavement component, the analysis of the bina marga component and the calculation of the thickness of the rigid pavement using the Pd.T-14-2003 method of cement-concrete pavement planning.

The results of the analysis of flexible pavement thickness, Surface layer = 10 cm (AC-BC=6 and AC-WC=4), Upper foundation layer = 11.5 cm (CBR 100%)s, Sub-base layer = 10 cm (CBR 70 %) and for rigid pavement, Concrete Plate Layer = 16.5 cm, Foundation Layer = 10 cm.

Keywords : Road Pavement, Flexible Pavement, Rigid Pavement

Abstrak

Kabupaten Cianjur merupakan wilayah yang sedang menggalakan pembangunan di bidang infrastruktur., dalam hal ini termasuk juga insfrastruktur jalan yang akan dibangun ulang di ruas jalan yang menghubungkan antara Cijati dan Cibungur padaasih. Perencanaan jalan ini diharapkan dapat melayani arus lalu lintas sesuai dengan umur rencana yang direncanakan, oleh karena itu perlu adanya perencanaan perkerasan struktur jalan yang baik mampu memikul beban kendaraan yang melintasi jalan tersebut tanpa menyebabkan kerusakan pada konstruksi jalan itu sendiri, dengan demikian akan memberikan rasa aman dan nyaman kepada pengguna ruas jalan Cijati -Cibungur.

Metodologi dalam penelitian ini menggunakan perhitungan tebal perkerasan jalan analisa komponen bina marga dan perhitungan tebal perkerasan kaku menggunakan metode Pd.T-14-2003 Perencanaan perkerasan jalan beton semen.

Hasil analisa tebal perkerasan jalan lentur,Lapis permukaan = 10 cm (AC-BC=6 Dan AC-WC=4), Lapisan pondasi ata =11,5 cm (CBR 100%)s, Lapisan pondasi bawah = 10 cm (CBR 70%) dan untuk perkerasn kaku Lapis Plat Beton = 16,5 cm ,Lapis Pondasi=10 cm.

Kata kunci : Perkerasan Jalan, Perkerasan lentur, Perkerasan Kaku

1. PENDAHULUAN

Kabupaten Cianjur merupakan wilayah yang sedang giat-giatnya menggalakan pembangunan di bidang infrastruktur.

Dalam hal ini termasuk juga insfrastruktur jalan yang akan dibangun ulang di area yang menghubungkan antara Cijati dan Cibungur padaasih.

Bagi masyarakat Cijati hingga Cibungur, jalan memiliki peranan penting dalam kehidupan

diantaranya memperlancar arus distribusi barang dan jasa, sebagai akses penghubung antar daerah satu dengan daerah yang lainnya.

Perencanaan jalan ini diharapkan dapat melayani arus lalu lintas sesuai dengan umur rencana yang direncanakan, oleh karena itu perlu adanya perencanaan perkerasan struktur jalan yang baik mampu memikul beban kendaraan yang melintasi jalan tersebut tanpa menyebabkan kerusakan pada konstruksi jalan itu sendiri, dengan

demikian akan memberikan rasa aman dan nyaman kepada pengguna jalan baik area Cijati maupun Cibungur.

Perbaikan jalan ini sebagai dampak dari adanya kerusakan jalan yang parah dan sulit dilalui para pengendara roda dua maupun roda empat. Hal lainnya dikeluhkan masyarakat sekitar terkait perjalanan mereka sebagai pengguna jalan Cijati-Cibungur yang merasa terhambat dalam akses bepergian menggunakan alat transportasi. Karena jalan dirasa vital dalam kelangsungan hidup masyarakat sekitar, maka dirasa perlu adanya perbaikan yang dilakukan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Perencanaan tebal perkerasan lentur

Komponen perkerasan kaku terdiri dari:

1) Jumlah Jalur dan Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Jalur rencana merupakan salah satu jalur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya yang menampung lalu lintas terbesar. Jika jalan tidak memiliki tanda batas jalur, maka jumlah jalur ditentukan dari lebar perkerasan

2) Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Beban lalu lintas dihitung terhadap semua gandar kendaraan yang kemudian dikorelasikan dengan menggunakan ekuivalen (E).

3) Lalu Lintas Harian Rata-rata dan Lintas Ekuivalen

Lalu lintas harian rata-rata (LHR) setiap jenis kendaraan ditentukan pada awal umur rencana yang dihitung untuk dua arah pada jalan tanpa median atau masing-masing arah pada jalan dengan median

Lintas ekuivalen permulaan (LEP) dihitung dengan rumus berikut:

$$LEP = LHR_j \times C_j \times E_j$$

Lintas ekuivalen akhir (LEA) dihitung dengan rumus berikut:

$$LEA = LHR_j \times (1+i)^{UR} \times C_j \times E_j$$

Lintas ekuivalen tengah (LET) dihitung dengan rumus:

$$LET = 0,5 \times (LEP + LEA)$$

Lintas ekuivalen rencana (LER) dihitung dengan menggunakan rumus :

$$LER = LET \times FP$$

4) Daya Dukung Tanah Dasar (DDT) dan CBR

Daya dukung tanah dasar sangat mempengaruhi kekuatan dan ketahanan lapisan di atasnya dan mutu jalan secara keseluruhan.

Tanah dasar bisa berupa tanah asli tanpa perbaikan, tanah asli dengan perbaikan atau tanah timbunan. Sebelum menentukan nilai daya dukung

tanah ditentukan terlebih dahulu nilai CBR (California Bearing Ratio). Maka dari itu daya dukung tanah dasar ditetapkan berdasarkan grafik korelasi (Gambar 2.25) DDT dan CBR. CBR disini adalah harga CBR lapangan atau CBR laboratorium.

Jika digunakan CBR lapangan maka pengambilan contoh tanah dasar dilakukan dengan tabung (undisturb), kemudian direndam dan diperiksa nilai CBR-nya

5) Umur Rencana

Umur rencana adalah jumlah waktu dalam tahun dari dibukanya jalan tersebut sampai diperlukannya perbaikan ulang atau telah dianggap perlu untuk memberikan lapisan baru guna mempertahankan fungsinya dengan baik sebagaimana yang telah direncanakan. Umur rencana ini ditentukan berdasarkan pola perkembangan wilayah, pola lalu lintas dan klasifikasi fungsi jalan.

6) Faktor Regional (FR)

Faktor regional adalah faktor yang menunjukkan keadaan setempat yang berhubungan dengan iklim, curah hujan, presentase kendaraan berat dan kondisi lapangan secara umum

7) Indeks Permukaan (IP)

Indeks permukaan ini menyatakan nilai dari kerataan/kehalusan serta kekokohan permukaan yang berhubungan dengan tingkat pelayanan lalu lintas yang lewat. Adapun besarnya nilai IP adalah sebagai berikut :

- IP = 1,0 : menyatakan permukaan jalan dalam keadaan rusak berat sehingga sangat mengganggu lalu lintas kendaraan.
- IP = 1,5 : tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin (jalan tidak terputus).
- IP = 2,0 : tingkat pelayanan rendah bagi jalan yang masih mantap.
- IP = 2,5 : menyatakan permukaan jalan masih cukup stabil dan baik.

Dalam menentukan indeks permukaan pada awal umur rencana (IP_o) perlu diperhatikan jenis lapis permukaan jalan (kerataan/kehalusan serta kekokohan) pada awal umur rencana.

Dalam menentukan indeks permukaan (IP) pada akhir umur rencana, perlu dipertimbangkan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan dan jumlah lintas ekuivalen rencana (LER).

8) Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien kekuatan relatif (a) masing-masing bahan perkerasan dan kegunaannya sebagai lapis permukaan, pondasi, pondasi bawah ditentukan secara korelasi sesuai nilai Marshall Test (untuk bahan dengan aspal), kuat tekan (untuk bahan dengan semen atau kapur) atau CBR (untuk bahan lapis pondasi/lapis pondasi bawah). Kuat tekan stabilitas tanah dengan

semen diperiksa pada hari ke-7. Sedangkan kuat tekan stabilitas tanah dengan kapur diperiksa pada hari ke-21.

9) Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

Untuk menentukan tebal perkerasan nilai ITP harus diketahui terlebih dahulu, dengan menggunakan nomogram. cara menggunakan nomogram tersebut adalah :

- 1) Menentukan IPt dan IPo menggunakan nomogram yang sesuai, karena nomogram-nomogram tersebut berlainan untuk IP dan IPo.
- 2) Plotkan nilai DDT dan LER kedalam nomogram tersebut, kemudian tarik garis lurus dari DDT ke LER dan teruskan hingga memotong garis ITP.
- 3) Plotkan besarnya faktor regional (FR).
- 4) Tarik garis lurus dari harga ITP ke titik FR kemudian teruskan garis ini

Setelah ITP diperoleh maka ketebalan perkerasan dapat dihitung dengan rumus :

$$ITP = a_1.D_1 + a_2.D_2 + a_3.D_3$$

B. Perkerasan kaku (rigid pavement)

Komponen perkerasan kaku terdiri dari:

1) Tanah Dasar (subgrade)

Tanah Dasar adalah permukaan tanah semula atau permukaan galian atau permukaan tanah timbunan, yang dipadatkan dan merupakan permukaan dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya.

Daya dukung tanah dasar ditentukan dengan pengujian CBR insitu sesuai dengan SNI 03-1731-1989 atau CBR laboratorium sesuai dengan SNI 03-1744-1989, masing-masing untuk perencanaan tebal perkerasan lama dan perkerasan jalan baru. Apabila tanah dasar mempunyai nilai CBR lebih kecil dari 2 %, maka harus dipasang pondasi bawah yang terbuat dari beton kurus (Lean-Mix Concrete) setebal 15cm yang dianggap mempunyai nilai CBR tanah dasar efektif 5 %.

2) Lapis Pondasi Bawah (sub base course)

Lapis Pondasi Bawah adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis pondasi dan tanah dasar. Fungsi lapis pondasi bawah antara lain:

- a. Sebagai bagian dari konstruksi perkerasan untuk mendukung dan menyebarkan beban roda.
- b. Mencapai efisiensi penggunaan material yang relatif murah agar lapisan-lapisan selebihnya dapat dikurangi tebalnya (penghematan biaya konstruksi).
- c. Untuk mencegah tanah dasar masuk ke dalam lapis pondasi.
- d. Sebagai lapis pertama agar pelaksanaan dapat berjalan lancar.

Hal ini sehubungan dengan terlalu lemahnya daya dukung tanah dasar terhadap roda-roda alat-alat besar atau karena kondisi lapangan yang memaksa harus segera menutup tanah dasar dari pengaruh cuaca. Bahan pondasi bawah dapat berupa :

- a. Bahan berbutir.
 - b. Stabilisasi atau dengan beton kurus giling padat (Lean Rolled Concrete)
 - c. Campuran beton kurus (Lean-Mix Concrete).
- Lapis pondasi bawah perlu diperlebar sampai 60 cm diluar tepi perkerasan beton semen.

Tebal lapisan pondasi minimum 10 cm yang paling sedikit mempunyai mutu sesuai dengan SNI No. 03-6388-2000 dan AASHTO M-155 serta SNI 03-1743-1989.

3) Pondasi Bawah Material Berbutir

Material berbutir tanpa pengikat harus memenuhi persyaratan sesuai dengan SNI-03-6388-2000. Persyaratan dan gradasi pondasi bawah harus sesuai dengan kelas B. Sebelum pekerjaan dimulai, bahan pondasi bawah harus diuji gradasinya dan harus memenuhi spesifikasi bahan untuk pondasi bawah, dengan penyimpangan ijin 3% - 5%. Ketebalan minimum lapis pondasi bawah untuk tanah dasar dengan CBR minimum 5% adalah 15 cm. Derajat kepadatan lapis pondasi bawah minimum 100 %, sesuai dengan SNI 03-1743-1989.

4) Pondasi Bawah Dengan Bahan Pengikat (Bound Sub-Base)

Pondasi bawah dengan bahan pengikat (BP) dapat digunakan salah satu dari :

- a. Stabilisasi material berbutir dengan kadar bahan pengikat yang sesuai dengan hasil perencanaan, untuk menjamin kekuatan campuran dan ketahanan terhadap erosi. Jenis bahan pengikat dapat meliputi semen, kapur, serta abu terbang dan/atau slag yang dihaluskan.
- b. Campuran beraspal bergradasi rapat (dense-graded asphalt).
- c. Campuran beton kurus giling padat yang harus mempunyai kuat tekan karakteristik pada umur 28 hari minimum 5,5 MPa (55 kg/cm²)

5) Pondasi Bawah Dengan Campuran Beton Kurus (Lean-Mix Concrete)

Campuran Beton Kurus (CBK) harus mempunyai kuat tekan beton karakteristik pada umur 28 hari minimum 5 MPa (50 kg/cm²) tanpa menggunakan abu terbang, atau 7 MPa (70 kg/cm²) bila menggunakan abu terbang, dengan tebal minimum 10 cm.

6) Lapis Pemecah Ikatan Pondasi Bawah Dan Pelat

Perencanaan ini didasarkan bahwa antara pelat dengan pondasi bawah tidak ada ikatan.

7) Kekuatan Beton Semen

Kekuatan beton harus dinyatakan dalam nilai kuat tarik lentur (flexural strength) umur 28 hari, yang didapat dari hasil pengujian balok dengan pembebanan tiga titik (ASTM C-78) yang besarnya secara tipikal sekitar 3-5 MPa (30-50 kg/cm²).

Kuat tarik lentur beton yang diperkuat dengan bahan serat penguat seperti serat baja, aramit atau serat karbon, harus mencapai kuat tarik lentur 5-5,5 MPa (50-55 kg/cm²). Kekuatan rencana harus dinyatakan dengan kuat tarik lentur karakteristik yang dibulatkan hingga 0,25 MPa (2,5 kg/cm²) terdekat.

8) Lalu-Lintas

Penentuan beban lalu-lintas rencana untuk perkerasan beton semen, dinyatakan dalam jumlah sumbu kendaraan niaga (commercial vehicle), sesuai dengan konfigurasi sumbu pada lajur rencana selama umur rencana.

Kendaraan yang ditinjau untuk perencanaan perkerasan beton semen adalah yang mempunyai berat total minimum 5 ton. Konfigurasi sumbu untuk perencanaan terdiri atas 4 jenis kelompok sumbu yaitu; Sumbu tunggal roda tunggal (STRT), Sumbu tunggal roda ganda (STRG), Sumbu tandem roda ganda (STdRG) dan Sumbu tridem roda ganda (STrRG).

9) Lajur Rencana Dan Koefisien Distribusi

Lajur rencana merupakan salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya yang menampung lalu-lintas kendaraan niaga terbesar. Jika jalan tidak memiliki tanda batas lajur, maka jumlah lajur dan koefisien distribusi (C) kendaraan niaga dapat ditentukan dari lebar perkerasan

10) Umur Rencana

Umur rencana perkerasan jalan ditentukan atas pertimbangan klasifikasi fungsional jalan, pola lalu-lintas serta nilai ekonomi jalan yang bersangkutan, yang dapat ditentukan antara lain dengan metode Benefit Cost Ratio, Internal Rate of Return, kombinasi dari metode tersebut atau cara lain yang tidak terlepas dari pola pengembangan wilayah. Umumnya perkerasan beton semen dapat direncanakan dengan umur rencana (UR) 20 tahun sampai 40 tahun.

11) Pertumbuhan Lalu-Lintas

Volume lalu-lintas akan bertambah sesuai dengan umur rencana atau sampai tahap di mana kapasitas jalan dicapai dengan faktor pertumbuhan lalu-lintas yang dapat ditentukan berdasarkan rumus sebagai berikut :

$$R = (1 + i)^{UR} - 1/i$$

12) Lalu-Lintas Rencana

Lalu-lintas rencana adalah jumlah kumulatif sumbu kendaraan niaga pada lajur rencana selama umur rencana, meliputi proporsi sumbu serta

distribusi beban pada setiap jenis sumbu kendaraan.

Beban pada suatu jenis sumbu secara tipikal dikelompokkan dalam interval 10 kN (1 ton) bila diambil dari survei beban.

Jumlah sumbu kendaraan niaga selama umur rencana dihitung dengan rumus berikut :

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

Dengan pengertian :

JSKN : Jumlah total sumbu kendaraan niaga selama umur rencana .

JSKN : Jumlah total sumbu kendaraan niaga per hari pada saat jalan dibuka.

13) Faktor Keamanan Behan

Pada penentuan beban rencana, beban sumbu dikalikan dengan faktor keamanan beban (FKB)

- Jalan bebas hambatan utama (major freeway) dan jalan berlajur banyak, yang aliran lalu lintasnya tidak terhambat serta volume kendaraan niaga yang tinggi. Bila menggunakan data lalu lintas dari hasil survei beban (weight-in-motion) dan adanya kemungkinan route alternative, maka nilai factor keamanan beban dapat dikurangi menjadi 1,15 dengan nilai F=1,2
- Jalan bebas hambatan (freeway) dan jalan arteri dengan volume kendaraan niaga menengah dengan nilai F=1,1
- Jalan dengan volume kendaraan niaga rendah dengan nilai F=1,0

14) Bahu

Bahu dapat terbuat dari bahan lapisan pondasi bawah dengan atau tanpa lapisan penutup beraspal atau lapisan beton semen. Perbedaan kekuatan antara bahu dengan jalur lalu-lintas akan memberikan pengaruh pada kinerja perkerasan. Hal tersebut dapat diatasi dengan bahu beton semen, sehingga akan meningkatkan kinerja perkerasan dan mengurangi tebal pelat Yang dimaksud dengan bahu beton semen dalam pedoman ini adalah bahu yang dikunci dan diikatkan dengan lajur lalu-lintas dengan lebar minimum 1,50 m, atau bahu yang menyatu dengan lajur lalu-lintas selebar 0,60 m, yang juga dapat mencakup saluran dan kereb

3. METODOLOGI

A. Data Umum

Area Cijati dan Cibungur merupakan daerah yang dijadikan objek penelitian ini. Penelitian akan menganalisa dan membuat akses peningkatan jalan yang dapat menghubungkan tiga tempat yakni Cijati, Cibungur, dan Bojong Larang. Akses jalan yang direncanakan berkisar sepanjang 9 km dari titik STA 0+000 hingga STA 9+000.

Adapun Peta Lokasi perencanaan akses peningkatan jalan ini adalah sebagai berikut dan profil ketinggian permukaan tanah terdapat pada Gambar 3.1 berikut:

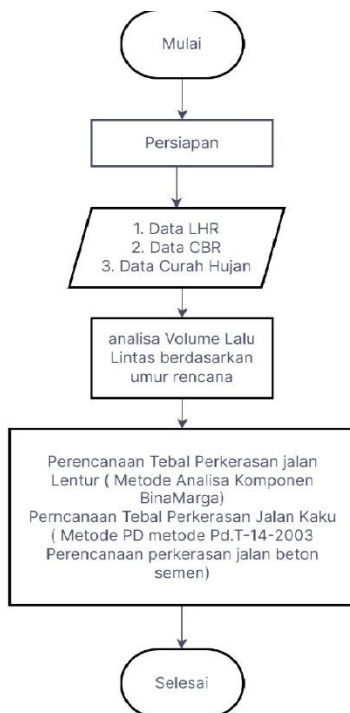


Gambar 3. 1 Trase jalan Cijati-Cibungur Padaasih, Kabupaten Cianjur

Beberapa data sekunder yang didapatkan adalah Studi literatur mempelajari kajian-kajian atau literatur yang berkaitan dengan perencanaan tebal Perkerasan jalan, di antaranya :

1. Data topografi
2. Data CBR tanah dasar
3. Data pengujian SPT
4. Data harian rata rata lalulintas

B. Bagan Alir Penelitian (Flow Chart)



Gambar 3. 2. Flow Chart Tahapan Penelitian

4. PEMBAHASAN

A. Umum

Dalam proses perhitungan perlu adanya data-data lapangan yang diambil dari Dinas PUPR yang membidangi jalan dan jembatan. Adapun data yang di dapat guna bahan pengolahan penyusunan Tugas Akhir adalah sebagai berikut :

- Data volume lalu lintas harian rata-rata tahun 2020
- Data CBR
- Data curah hujan
- Data AHSP Kabupaten Cianjur Tahun 2019

B. Perhitungan Tebal Perkerasan Lentur (Flexible Pavement)

Perhitungan tebal perkerasan lentur menggunakan metode analisa komponen perhitungan.

- Jenis Jalan : Kelas II B (Jalan kabupaten)
- Tipe Jalan : 1 lajur, 2 Arah
- Umur rencana: 10 Tahun Pertumbuhan lalu lintas pertahun : 7,5% - 20%
- Curah hujan rata-rata : 1477,53
- CBR : 5% (Data Dari Dinas PUPR)
- lapisan Perkerasan : *Surface course* (Laston MS 744)
- *Base Course* (Batu Pecah kelas A) 100%
- *Sub Base course* (Sirtu kelas A) : 70%

1. Perhitungan Volume Lalu Lintas

- LHR umur rencana = 10 Tahun

Tabel Perhitungan 4.1 Volume Lalu lintas

NO	JENIS KENDARAAN	PERHITUNGAN	JUMLAH
1	Motor	$565 (1+0,2)^{10}$	3498
2	Mobil Pribadi	$516 (1+0,15)^{10}$	2087
3	Oplet, Minibus	$128 (1+0,15)^{10}$	518
	Pick Up, Micro Truck, Mobil hantaran,		
4	Pick Up, Box	$136 (1+0,15)^{10}$	550
5	Bus Kecil	$31 (1+0,075)^{10}$	64
6	Bus Besar	$23 (1+0,075)^{10}$	47
7	Truck 2 Sumbu (4 Roda)	$34 (1+0,075)^{10}$	70
8	Truck 2 Sumbu (6 Roda)	$10 (1+0,075)^{10}$	21
JUMLAH TOTAL			3357

Tabel 4.2. Perhitungan angka ekivalen kendaraan

NO	JENIS KENDARAAN	ANGKA EKIVALEN (E)	JUMLAH
1	Motor (1+1)	0,0002 + 0,0002	0,0004
2	Mobil Pribadi (1+1)	0,0002 + 0,0002	0,0004
3	Oplet, Minibus (2+4)	0,0036 + 0,0577	0,0613
4	Pick Up, Micro Truck, Mobil hantaran, Pick Up Box (2+4)	0,0036 + 0,0577	0,0613
5	Bus Kecil (2+4)	0,0036 + 0,0577	0,0613
6	Bus Besar (3+5)	0,0183 + 0,141	0,1593
7	Truck 2 Sumbu (4 Roda) (2+4)	0,0036 + 0,0577	0,0613
8	Truck 2 Sumbu (6 Roda) (3+5)	0,0183 + 0,0121	0,0304
JUMLAH TOTAL			0,4357

Koefisien distribusi kendaraan (C) yang ditetapkan adalah: 1,00

Tabel 4.3. Perhitungan LEP,LEA dan LER

NO	JENIS KENDARAAN	LEP	LEA	LET	LER (LET)
1	Motor		1,399 2		
2	Mobil Pribadi	0,206 4	0,834 8	0,520 6	0,5
3	Oplet, Minibus	7,846 4	31,75 34	19,79 99	20
4	Pick Up, Micro Truck, Mobil hantaran, Pick Up Box	8,336 8	33,71 5	21,02 59	21
5	Bus Kecil	1,900 3	3,923 2	2,911 75	3
6	Bus Besar	3,663 9	7,487 1	5,575 5	5
7	Truck 2 Sumbu (4 Roda)	2,084 2	4,291	3,187 6	3
8	Truck 2 Sumbu	0,304			0,5

(6 Roda)	0,638 4	0,471 2
JUMLAH TOTAL	24,34 2	82,64 53

2. Perhitungan daya dukung tanah DDT

DDT = 4,3 Log (CBR) + 1,7

$$= 4,3 \text{ Log } (5\%) + 1,7 = 4,7$$

3. Penentuan Nilai Faktor Regional (FR)

- % kendaraan berat = (Jumlah Kendaraan berat/LHR) x 100% = $234/878 \times 100\% = 26,65\%$

- Kelandaian = (Elevasi titik A –Elevasi Titik B) / Jarak A-B X 100% = $146 - 113 / 9000 \times 100\% = 0,4\%$

kendaraan berat 26,65% dan kelandaian kelas I yaitu < 6%, maka nilai FR nya adalah 1,5.

4. Menentukan Indeks Permukaan (IP)

- Indeks Permukaan pada Awal Umur Rencana (IPo)

Direncanakan lapis permukaan adalah Laston MS 744 dengan roughness >1000 mmlkm.diperoleh nilai IPo ialah 3,9-3,5, kemudian diambil nilai diantaranya yaitu 3,7.

5. Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana (IPt)

Hasil perhitungan LER = 100, dengan klasifikasi jalan local maka diperoleh

IPt dari tabel sebesar 1,5.

6. Menghitung Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

Nilai ITP ini dapat diperoleh dengan menggunakan nomogram sesuai data-data dibawah ini:

- DDT = 4,7%
- LER = 53
- FR = 1,5
- Ipo = 3,7
- IPt = 1,5

dari nomogram diatas dapat diketahui bahwa ITP = 6,4

7. Menentukan Koefisien Kekuatan Relatif (a) untuk Masing-masing Lapisan Perkerasan Jalan

1) Lapisan permukaan

- D1 = 5 cm
- a1 = 0,35

2) Lapisan pondasi atas

- D2 = diperhitungkan
- a2 = 0,14

3) Lapisan pondasi bawah

- D3 = 10 cm
- a3 = 0,13

Menentukan D2 menggnakan rumus berikut ini:

$$\begin{aligned}
 ITP &= (a_1 \times D_1) + (a_2 \times D_2) + (a_3 \times D_3) \\
 6,4 &= (0,35 \times 5) + (0,14 \times D_2) + (0,13 \times 10) \\
 6,4 &= 1,75 + 0,14D_2 + 1,3 \\
 6,4 &= 3,05 + (0,14 \times D_2) \\
 6,4 - 3,05 &= 0,14 \times D_2 \\
 3,35 &= 0,14 \times D_2 \\
 3,35/0,14 &= D_2 \\
 D_2 &= 23,9 \text{ Cm}
 \end{aligned}$$

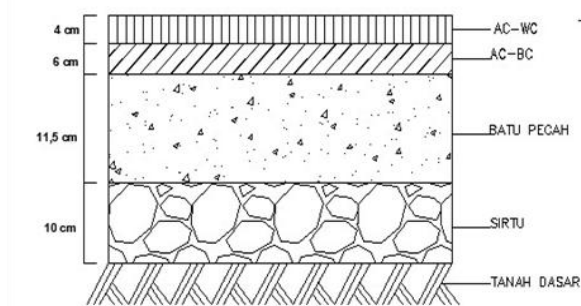
Dikarenakan nilai D2 yang terlalu besar, maka nilai D2 diperkecil sedangkan nilai D1 diperbesar menjadi 10 cm (sesuai ketentuan tebal minimal untuk AC-WC 4 cm dan AC-BC 6 cm). Kemudian digunakanlah rumus berikut ini:

$$\begin{aligned}
 ITP &= (a_1 \times D_1) + (a_2 \times D_2) + (a_3 \times D_3) \\
 6,4 &= (0,35 \times 10) + (0,14 \times D_2) + (0,13 \times 10) \\
 6,4 &= 3,5 + (0,14 \times D_2) + 1,3 \\
 6,4 &= 4,8 + (0,14 \times D_2) \\
 6,4 - 4,8 &= 0,14 \times D_2 \\
 1,6/0,14 &= D_2 \\
 D_2 &= 11,42 \text{ cm dibulatkan } 11,5 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, maka nilai D1 = 10 cm, D2 = 11,5 cm dan D3 = 10 cm

Susunan Perkerasan

- LASTON (MS 744 kg) = 10 cm (AC-BC=6 Dan AC-WC=4)
- Batu Pecah Kelas A (CBR 100%) = 11,5 cm
- Sirtu Kelas A (CBR 70%) = 10 cm



Gambar 4.1. Susunan Lapis Perkerasan Lentur Rencana

Tabel 4.4. Perhitungan jumlah sumbu berdasarkan jenis dan bebannya

Jenis Kendaraan	Konfigurasi Beban				Jml Kend.	Jml. Sumbu	Jml Sumb	STRT		STRG		STdRG	
	Sumbu				(bh)	Per kend.	u (bh)	BS		JS		BS	
	RD	RB	RGD	RGB				BS	JS	BS	JS	BS	JS
1	2				3	4	5 (3X4)	6	7	8	9	10	11
MP (2 ton)	1	1	-	-	780	-	-	-	-	-	-	-	-
Bus Kecil (4 ton)	2	2			31	2	62	2	31	2	31	-	-
Bus Besar (8 ton)	3	5	-	-	23	2	46	3	23	5	23	-	-
Truk 2 as (8 ton)	3	5	-	-	34	2	68	3	34	5	34	-	-

C. Perhitungan Tebal Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)

Perhitungan tebal perkerasan kaku menggunakan metode Pd.T-14-2003 dengan Data parameter perencanaan sebagai berikut :

- 1) Status Jalan= Kelas II B (Jalan kabupaten)
- 2) CBR Tanah dasar = 5%
- 3) Kuat tarik lentur = 4 Mpa (= 350 kg/m²)
- 4) Lapisan pondasi bawah = LMC (Lean -MiX Concrete), tebal 15 cm
- 5) Mutu baja tulangan. = BJTU 39 (tegangna leleh = 3900 kgl) Untuk BMDT dan BJTU 24 tegangan leleh = 2400 kgl) untuk BBDT.
- 6) Koefisien gesek antara pelat beton dengan pondasi (μ) adalah 1
- 7) Bahu jalan = Agregat kelas B
- 8) Ruji (dowel) = Ya
- 9) Data lalu lintas harian rata-rata :
 - a. Kendaraan Ringan 2 ton (1+1) : 780
 - b. Bus Kecil 4 ton (2+2) : 31
 - c. Bus Besar 8 ton (3+5) : 23
 - d. Truk 2 as 8 ton (3+5) : 34
 - e. Truk 2 as 13 ton (5+8) : 10
- 10) Pertumbuhan lalu-lintas (i) adalah 7 % Tahun
- 11) Umur Rencana = 10 Tahun

Langkah langkah menghitung tebal plat sebagai berikut :

1. Analisis Lalu Lintas

Truk 2 as (13 ton)	5	8	-	-	1 0	2	20	5	10	8	10	-	-
Jumlah					878		196		9 8		98	-	-

Faktor pertumbuhan lalu lintas (R) dihitung dengan rumus :

$$R = (1 + i)^{UR} / i - 1$$

$$R = (1 + 0,07)^{10} / 0,07 - 1$$

$$R = 27,1$$

Jumlah sumbu kendaraan niaga (JSKN) selama umur rencana (10 tahun).

$$\begin{aligned} JSKN &= 365 \times JSKNH \times R \times C \\ &= 365 \times 196 \times 27,1 \times 0,7 \\ &= 2,357113 \times 10^6 \end{aligned}$$

Koefisien distribusi kendaraan niaga (C) : untuk jalan 2 lajur 1 arah dari Tabel 2 diperoleh nilai C = 0,7

Jumlah sumbu kendaraan niaga (JSKN) selama umur rencana 10 tahun.

$$\begin{aligned} JSKN &= 365 \times JSKNH \times R \quad (R = 27,1) \\ &= 365 \times 196 \times 27,1 \\ &= 1,938734 \times 10^6 \end{aligned}$$

$$JSKN \text{ Rencana} = C \times JSKN$$

$$C = 0,7$$

$$= 0,7 \times 1,938734 \times 10^6$$

$$= 2,357113 \times 10^6$$

2. Perhitungan Repetisi Sumbu Yang Terjadi

Repetisi beban sumbu dengan mempertimbangkan kemungkinan terjadinya kelebihan beban (overload) pada ruas jalan yang ditinjau. Kelebihan beban diperkirakan sebesar 10% dari beban rencana, berdasarkan Faktor Kelebihan Beban (FKB) untuk jalan bebas hambatan adalah 1,1

Jumlah sumbu untuk tiap jenis sumbu adalah dengan menjumlah sumbu pada satu jenis sumbu, vvseperti dicontohkan untuk jenis sumbu STRT yaitu :

1. Jumlah sumbu STRT1 = 31 buah
 2. Jumlah sumbu STRT2 = 23 buah
 3. Jumlah sumbu STRT3 = 34 buah
 4. Jumlah sumbu STRT4 = 10 buah
- Jumlah = 98 buah

Dengan cara yang sama, didapat jumlah sumbu untuk tiap jenis sumbu yaitu:

1. STRT = 98 buah

$$2. \text{ STRG} = 98 \text{ buah}$$

$$3. \text{ STdRG} = 0 \text{ buah}$$

$$\text{Jumlah} = 196 \text{ buah}$$

Proporsi sumbu dihitung dengan membagi jumlah sumbu jenis kendaraan dalam satu jenis sumbu dengan jumlah sumbu dalam sumbu, dengan contoh pada sumbu STRT yaitu :

1. Jumlah sumbu STRT1 = 0,63
2. Jumlah sumbu STRT2 = 0,47
3. Jumlah sumbu STRT3 = 0,69
4. Jumlah sumbu STRT4 = 0,20

Untuk jumlah sumbu Sumbu Tunggal Roda Ganda (STRG) sebagai berikut :

1. Jumlah sumbu STRG1 = 31 buah
 2. Jumlah sumbu STRG2 = 23 buah
 3. Jumlah sumbu STRG3 = 34 buah
 4. Jumlah sumbu STRG4 = 10 buah
- Jumlah = 98 buah

Dengan cara yang sama, didapat jumlah sumbu untuk tiap jenis sumbu yaitu:

1. STRT = 98 buah
 2. STRG = 98 buah
 3. STdRG = 0 buah
- Jumlah = 196 buah

Proporsi sumbu dihitung dengan membagi jumlah sumbu jenis kendaraan dalam satu jenis sumbu dengan jumlah sumbu dalam sumbu, dengan contoh pada sumbu STRG yaitu :

1. Jumlah sumbu STRG1 = 0,63
2. Jumlah sumbu STRG2 = 0,47
3. Jumlah sumbu STRG3 = 0,69
4. Jumlah sumbu STRG4 = 0,20

Proporsi sumbu dihitung dengan membagi jumlah sumbu pada satu jenis sumbu dengan jumlah total sumbu, yaitu :

1. Proporsi sumbu STRT = 0,5
2. Proporsi sumbu STRG = 0,5
3. Proporsi sumbu STdRG = 0

Repetisi yang terjadi dengan rumus = proporsi beban dikali proporsi sumbu dikali lalu lintas rencana. Hasil repetisi sumbu yang terjadi seperti pada tabel berikut:

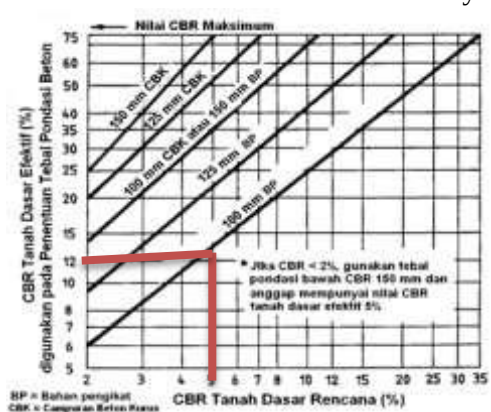
Tabel 4. 5 perhitungan repetisi sumbu rencana

Jenis	Beban	Jumlah	Proporsi	Proporsi	Lalu-lintas	Repetisi
Sumbu	Sumbu	Sumbu	Beban	Sumbu	Rencana	yang terjadi
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)=(4)X(5)

					X(6)	
STRT	5	10	0,63	0,5	$2,357113 \times 10^6$	$7,4 \times 10^5$
	3	23	0,47	0,5	$2,357113 \times 10^6$	$5,5 \times 10^5$
	3	31	0,69	0,5	$2,357113 \times 10^6$	$8,1 \times 10^5$
	2	34	0,20	0,5	$2,357113 \times 10^6$	$2,3 \times 10^5$
Total		98	2,00			
STRG	2	31	0,63	0,5	$2,357113 \times 10^6$	$7,4 \times 10^5$
	5	23	0,47	0,5	$2,357113 \times 10^6$	$5,5 \times 10^5$
	5	34	0,69	0,5	$2,357113 \times 10^6$	$8,1 \times 10^5$
	8	10	0,20	0,5	$2,357113 \times 10^6$	$2,3 \times 10^5$
Total		98	2,00			
STdRG	0	0	0	0	0	0
Total		0	0			
Kumulatif						$4,66 \times 10^6$

3. Menentukan CBR tanah dasar efektif

Setelah didapat repetisi beban sumbu yang terjadi, kemudian dicari nilai CBR tanah dasar efektif dengan menggunakan Gambar 4.2. Nilai CBR tanah dasar untuk ruas jalan Cijati-Cibunghur diambil nilai CBR 5 % berdasarkan data yang ada.



Gambar 4. 2 Grafik Penentuan CBR Tanah Dasar Efektif

Dari Gambar diatas, didapat nilai CBR tanah dasar efektif adalah sebesar 14 % Penentuan tebal dengan menghitung tegangan ekuivalen dan faktor erosi.

4. Perhitungan Beban Rencana Perroda Kendaraan

1. Beban Per roda STRT = berat sumbu STRT I jumlah roda X FKB

- STRT 5 T (50 kN) = $50 \text{ kN} \times 2 \times 1,1 = 27,50 \text{ kN/roda}$
- STRT 4 T (40 kN) = $40 \text{ kN} \times 2 \times 1,1 = 22,00 \text{ kN/roda}$

- STRT 3 T (30 kN) = $30 \text{ kN} \times 2 \times 1,1 = 16,50 \text{ kN/roda}$

- STRT 2 T (20 kN) = $20 \text{ kN} \times 2 \times 1,1 = 11,00 \text{ kN/roda}$

2. Beban Per roda STRG = berat sumbu STRTGI jumlah roda X FKB

- STRG 8 T (80 kN) = $80 \text{ kN} \times 4 \times 1,1 = 22,00 \text{ kN/roda}$

- STRG 5 T (50 kN) = $50 \text{ kN} \times 4 \times 1,1 = 13,75 \text{ kN/roda}$

- STRG 2 T (20 kN) = $20 \text{ kN} \times 4 \times 1,1 = 5,50 \text{ kN/roda}$

3. Tegangan Ekuivalen setara (TE) dan Faktor Erosi (FE) tiap Jenis Sumbu

- Karena bahu jalan terbuat dari beton, maka untuk menentukan TE dan FE digunakan Tabel 9 (Dinas permukiman dan prasarana wilayah 2003)

- Berhubung pada Tabel 9 dengan tebal slab beton 150 mm dan CBR efektif 14%, maka Tabel 9 perlu dilakukan interpolasi untuk mendapatkan nilai TE dan FE tersebut.

- Dari hasil interpolasi diperoleh :

Untuk jenis sumbu STRT

TESTRT = 1,33

FESTRT dengan ruji = 2,12

Untuk jenis sumbu STRG

TESTRG = 1,98

FESTRG dengan ruji = 2,72

- Menghitung FRT :

$$FRT_{STRT} = \frac{TE}{fcf} = \frac{1,33}{4,0} = 0,33$$

$$FRT_{STRG} = \frac{TE}{fcf} = \frac{1,98}{4,0} = 0,49$$

Tabel 4. 6 Tegangan Ekvivalen Dan Faktor Erosi Untuk Perkerasan Dengan Bahu Beton

CBR Efek tif (%)	Tegangan setara			Faktor Erosi		
	STR T	STR G	STr RG	STR T	STR G	STr RG
14	1,33	1,98	1,3	2,12	2,72	2,72

4. Analisa Fatik Repetisi beban STRT :

- Untuk STRT 5 T dengan beban per roda 27,50 kN dan FRT = 0,33 diperoleh repetisi ijin = tidak terbatas (TT)
- % Kerusakan akibat fatik = (repetisi yang terjadi 1 repetisi ijin) X 100 % = (7,4 X 105 1 TT) X 100% = 0%
- Selanjutnya untuk STRT 4 T, 3 T, 2 T dan 1 T dengan FRT 0,33 diperoleh repetisi ijin = tidak terbatas (TT), sehingga kerusakan akibat fatik untuk masing-masing sumbu tersebut = 0%.

5. Repetisi beban STRG

- Untuk STRG 8 T dengan beban per roda 22,00 kN dan FRT = 0,49 diperoleh repetisi ijin = 2 X 104
- Kerusakan akibat fatik = (repetisi yang terjadi 1 repetisi ijin) X 100 % = (7,4 X 105 1 2 X 104) X 100% = 37%
- Dengan cara yang sama untuk STRG 5 T diperoleh repetisi ijin = tidak terbatas (TT), sehingga kerusakan akibat fatik = 0%. Total kerusakan akibat fatik = (0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 105 + 0 + 0)% = 37% > 100%

6. Analisa Erosi

- Repetisi beban STRT : Untuk STRT 6 T dengan beban per roda 27,0 kN dan FE = 2,12 diperoleh repetisi ijin = tidak terbatas (TT).
- Kerusakan akibat erosi = (repetisi yang terjadi 1 repetisi ijin) X 100 % = (2,5 X 106 1 TT) X 100% = 0%
- Selanjutnya untuk STRT 5 T, 4 T, 3 T dan 2 T dengan FE = 2,12 diperoleh repetisi ijin = tidak terbatas (TT), sehingga kerusakan akibat erosi untuk masing-masing sumbu tersebut = 0%.

7. Repetisi beban STRG

- Untuk STRG 8 T dengan beban per roda 22,00 kN dan FE = 2,72 diperoleh repetisi ijin = 10 X 106
- Kerusakan akibat erosi = (repetisi yang terjadi 1 repetisi ijin) X 100 % = (7,4X 105 1 10 X 106) X 100% = 74%
- Dengan cara yang sama untuk STRG 5 T diperoleh repetisi ijin = tidak terbatas (TT) , sehingga kerusakan akibat erosi = 0%
- Total kerusakan akibat erosi = (0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 74 + 0 + 0)% = 74% < 100%.

8. Perhitungan tebal plat beton

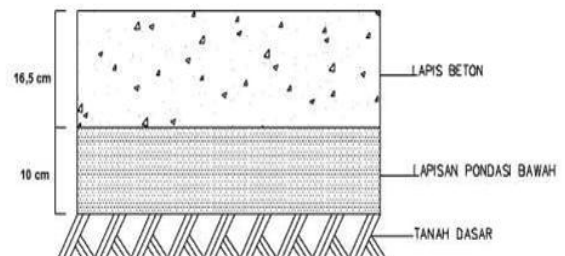
- Sumber data beban : Hasil survai
- Jenis perkerasan : BBTB dengan Ruji
- Jenis bahu : beton
- Umur rencana : 10 th
- JSKN Rencana Faktor keamanan beban : 2,357113 X 106 : 1,1
- Kuat tarik lentur beton (f'cf)
- umur 28 hari : 4,0 Mpa
- Jenis dan tebal lapis pondasi : stabilisasi semen 15 cm
- CBR tanah dasar : 5%

Karena % rusak fatik (lelah) lebih kecil (mendekati) 100% dan Kerusakan erosi < 100 % maka tebal plat diambil 16,5 cm.

Susunan Perkerasan

Lapisan Beton = 16,5 cm

Lapisan Pondasi Bawah = 10 cm



Gambar 4.3. Susunan Lapis Perkerasan Kaku Rencana

5. KESIMPULAN

Hasil dari analisis perbandingan perkerasan lentur dan perkerasan kaku pada ruas jalan cijati - cibungur , maka di dapat kesimpulan:

1. Tebal perkerasan lentur (Flexible Pavment), Hasil perhitungan strukurPerkerasan lentur adalah sebagai berikut :
 - a. Lapis permukaan = 10 cm (AC-BC=6 Dan AC-WC=4)
 - b. Lapisan pondasi atas = 11,5 cm (CBR 100%)
 - c. Lapisan pondasi bawah = 10 cm (CBR 70%)

2. Tebal Lapisan Perkerasan Kaku (*Rigid Pavment*)
Hasil perhitungan perkerasan kaku adalah sebagai berikut
 - a. Lapis Plat Beton = 16,5 cm
 - b. Lapis Pondasi = 10 cm

6. Saran

Saran dari analisis perbandingan perkerasan kaku dan perkerasan lentur ini sebagai berikut:

1. Dalam segi ekonomis memang perkerasan lentur lebih ekonomis tapi dari segi kekuatan perkerasan kaku lebih unggul dari perkerasan lentur.
2. Dalam mengambil data-data di lapangan harus lebih detail. Sejatinya analisis ini dilakukan untuk bahan studi dan pembelajaran sebagaimana analisis yang dilakukan.

7. DAFTAR PUSTAKA

- Darmawan, M. A. (2020). *Analisa Perbandingan Biaya Perkerasan Kaku dan Perkerasan Lentur Pada Proyek Jalan Middle Ring Road Kota Makassar*. Teknik Sipil.
- Departemen Pemukiman Dan Prasarana Wilayah. 2003. *Perencanaan perkerasan jalan beton semen Metode SNI 2003 Pd T-14-2003*. Departemen Pemukiman Dan Prasarana Wilayah. Jakarta. Direktorat Jendral Bina Marga. 1987.
- Petunjuk *Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisis Komponen*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta
- Ilham. (2017). *Diklat Kuliah Perencanaan Perkerasan Jalan*. Universitas Suryakencana Cianjur: Tidak diterbitkan.
- Ilham. (2017). *Diklat Kuliah Rekayasa Transfortasi I*. Universitas Suryakencana Cianjur: Tidak diterbitkan.
- Klasifikasi jalan menurut wewenang pembinaan sesuai PP. No. 26/1985 PP. No. 26/1985 adalah jalan Nasional, Jalan Kabupaten/Kotamadya, Jalan Desa, dan Jalan Khusus.
- Ramadhan, H. M. (2021). *Perencanaan Peningkatan Jalan Cisereh-Arca Perbatasan Bogor Kabupaten Cianjur*. Universitas Suryakencana.
- Salamah, N. (2020). *Perencanaan Akses Jalan Antara Jalan Nasional Cidaun Naringgul Dengan Desa Mekarsari Menggunakan Perkerasan Lentur*. Universitas Suryakencana.

Teknik Sipil, Dunia, 2020. "Perkerasan Jalan", diakses pada 22 nove 2021 pukul 22.18. https://1.bp.blogspot.com/wgNyUZld4/X1vfUvuaSgI/AAAAAAAAHX0/JO_gd8ScvqwrBMNfkeQCddfUiHea58vZgCLcBGAsYHQ/s960/Tabel%2BKlasifikasi%2BJalan.png

Undang-Undang tentang jalan, No.13 tahun 1980 dan peraturan Pemerintah No. 26 tahun 1985.

Wardani, I. K. (2016). *Perbandingan Kontruksi Perkerasan Lentur Dan Perkerasan Kaku Serta Analisis Ekonominya pada proyek Frontage Roda Sisi Barat Surabaya*. Universitas ITS N Surabaya.