

KAJIAN STRUKTURAL PERKERASAN LENTUR DENGAN METODE MANUAL DESAIN PERKERASAN JALAN 2017 DAN PROGRAM CIRCLY 5.1.

Muhammad Farras Adinul Islami

Prodi Teknik Sipil, Institut
Teknologi Nasional Bandung
Jl. Khp Hasan Mustopa No.23,
Neglasari, Cibeunying Kaler,
Kota Bandung, Jawa Barat 40124

Sofyan Triana¹

Prodi Teknik Sipil, Institut
Teknologi Nasional Bandung
Jl. Khp Hasan Mustopa No.23,
Neglasari, Cibeunying Kaler,
Kota Bandung, Jawa Barat 40124

Ligar Fitriyaningsih

Prodi Teknik Sipil, Institut
Teknologi Nasional Bandung
Jl. Khp Hasan Mustopa No.23,
Neglasari, Cibeunying Kaler,
Kota Bandung, Jawa Barat 40124

Abstract

Roads have an important role in human life. Roads using flexible pavements can have structural failure, namely fatigue cracking and permanent deformation. It also analyzes permit repetition values based on fatigue cracking and permanent deformation. The flexible pavement layer design analysis using the MDPJ 2017 method obtained an AC-WC thickness of 40 mm, AC-BC of 60 mm, AC-Base thickness of 155 mm, and a layer foundation with class A aggregate of 300 mm. The thickness of the flexible pavement is processed with the CIRCLY 5.1 program, and a tensile strain value of 0,8926 microstrains and a compressive strain value of 0,5553 microstrains were obtained. Based on the CIRCLY 5.1 program, repetition obtained a value fatigue cracking and permanent deformation of 3.81×10^9 lss/UR/Planned Lane and 3.695×10^{15} lss/UR/Planned Lane. Both of these values are greater than the CESAL value.

Keywords: flexible pavement, MDPJ 2017, CIRCLY 5.1, fatigue cracking, permanent deformation

Abstrak

Jalan mempunyai peranan penting bagi keberlangsungan hidup manusia, jalan dengan perkerasan lentur dapat mengalami kegagalan struktur yaitu retak leleh dan deformasi permanen. Pada penelitian ini dilakukan analisis desain tebal lapisan perkerasan menggunakan Metode MDPJ 2017 dan mengidentifikasi nilai regangan lapisan perkerasan dengan program CIRCLY 5.1 serta menganalisis nilai repetisi izin berdasarkan retak leleh dan deformasi permanen. Hasil analisis desain lapisan perkerasan lentur dengan menggunakan Metode MDPJ 2017 diperoleh tebal AC-WC sebesar 40 mm, tebal AC-BC sebesar 60 mm, tebal AC-Base sebesar 155 mm, dengan lapis fondasi dengan agregat kelas A sebesar 300 mm. Hasil tebal perkerasan lentur tersebut kemudian diolah dengan program CIRCLY 5.1 dan mendapatkan nilai regangan tarik sebesar 0,8926 *Microstrain* dan nilai regangan tekan sebesar 0,5553 *Microstrain*. Repetisi izin berdasarkan program CIRCLY 5.1 diperoleh nilai retak leleh dan deformasi permanen sebesar $3,81 \times 10^9$ lss/UR/Lajur Rencana dan $3,695 \times 10^{15}$ lss/UR/Lajur Rencana, sudah lebih besar dibandingkan nilai CESAL.

Kata Kunci : perkerasan lentur, MDPJ 2017, CIRCLY 5.1, retak leleh, deformasi permanen

PENDAHULUAN

Jalan merupakan salah satu prasarana perhubungan darat yang mempunyai peranan penting bagi keberlangsungan berbagai macam bidang. Di Indonesia metode perhitungan tebal lapis perkerasan jalan yang berlaku mengacu pada metode perencanaan perkerasan lentur menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan Tahun 2017. Kondisi permukaan jalan sangat penting dalam menilai tingkat pelayanan jalan, baik dari segi struktur maupun kondisi fungsionalnya. Kondisi struktur dapat ditentukan berdasarkan kekuatan struktur. Ada dua jenis kegagalan struktur jalan berdasarkan Manual Desain

¹ Corresponding author: sofyantriana@gmail.com

Perkerasan Jalan Tahun 2017. yaitu *fatigue cracking* dan *permanent deformation*. Oleh karena itu, diperlukan studi lebih lanjut tentang keadaan analisis kekuatan secara *structural* pada perkerasan lentur menggunakan program CIRCLY 5.1 diperoleh nilai ketebalan jalan, nilai regangan lapisan perkerasan dan nilai repitisi izin berdasarkan *fatigue cracking* dan *permanent deformation*.

TINJAUAN PUSTAKA

Perkerasan lentur

Perkerasan lentur merupakan campuran agregat batu pecah, pasir, material pengisi (*filler*), dan aspal yang kemudian dihamparkan lalu dipadatkan (Christiady, 2011). Perkerasan lentur dirancang untuk melendut dan kembali lagi ke posisi semula bersama-sama dengan tanah dasar pada saat menerima beban. Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari beberapa lapis yaitu lapis permukaan, lapis fondasi atas, lapis fondasi bawah, dan tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan bawah perkerasan

Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017

Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 ini akan digunakan dalam analisis perhitungan ini sudah ditentukan pada tabel yang terdapat pada MDPJ 2017 serta bisa didapatkan dengan bantuan menggunakan program dan ketentuan nilai tabel yang disediakan pada buku MDPJ 2017.

a. Umur Rencana

Umur rencana perkerasan jalan adalah jumlah tahun sejak jalan tersebut dibuka untuk lalu lintas kendaraan sampai diperlukannya suatu perbaikan yang bersifat struktural. Untuk menentukan umur rencana perkerasan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Umur rencana perkerasan jalan

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (Tahun)
	Lapisan Aspal dan Lapisan Berbutir	20
	Fondasi Jalan	
Perkerasan Lentur	Semua Perkerasan untuk Daerah yang Tidak Dimungkinkan Pelapisan Ulang (<i>Overlay</i>). Seperti: Jalan Perkotaan, <i>Underpass</i> , Jembatan, Terowongan	40
	<i>Cement Treated Based (CTB)</i>	
Perkerasan Kaku	Lapis Fondasi Atas, Lapis Fondasi Bawah, Lapis Beton Semen dan Fondasi Jalan	
Jalan Tanpa Penutup	Semua Elemen (termasuk fondasi jalan)	Minimum 10

Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 2017

b. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Faktor pertumbuhan lalu lintas ini didapat berdasarkan data–data pertumbuhan atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang berlaku. Jika tidak tersedia,

maka dalam metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017, terdapat nilai tabel faktor pertumbuhan lalu lintas dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Faktor pertumbuhan laju lalu lintas (i) (%).

	Jawa	Sumatera	Kalimantan	Rata-Rata Indonesia
Arteri dan Perkotaan	4,80	4,83	5,14	4,75
Kolektor Rural	3,50	3,50	3,50	3,50
Jalan Desa	1,00	1,00	1,00	1,00

Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 2017

Pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dihitung dengan faktor pertumbuhan kumulatif (*Cummulative Growth Factor*), dapat dilihat pada Persamaan 1.

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

Dimana,

R = Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif .

I = Laju pertumbuhan lalu lintas (%).

UR = Umur rencana (tahun).

c. Laju Lintas pada Lajur Rencana

Lajur rencana adalah salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan yang menampung lalu lintas kendaraan niaga (truk dan bus) paling besar. Beban lalu lintas pada lajur rencana itu dinyatakan dalam kumulatif beban gandar standar (ESAL) dengan memperhitungkan faktor distribusi arah (DD) dan faktor distribusi lajur kendaraan niaga (DL). Faktor distribusi jalan yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Faktor Distribusi Lajur (DL).

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

Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 2017

d. Faktor Ekuivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*)

Dalam desain perkerasan, beban lalu lintas dikonversi ke beban standar (ESA) dengan menggunakan faktor ekuivalen beban (*Vehicle Damage Factor*). Pada analisis struktur perkerasan, dilakukan berdasarkan jumlah kumulatif ESA pada lajur rencana sepanjang umur rencana.

e. Desain Fondasi Jalan

Dalam mendesain suatu fondasi jalan akan sangat bergantung pada daya dukung tanah dasar di jalan tersebut. Penentuan daya dukung tanah dasar merupakan syarat penting untuk menghasilkan fondasi jalan yang baik, sehingga mendukung kinerja perkerasan secara optimal. Jika daya dukung tanah dasar kurang, maka akan diperlukan perbaikan tanah, penambahan lapis penopang, dan berbagai penanganan lain.

f. Beban Sumbu Standar Kumulatif

Beban sumbu standar kumulatif atau *Cummulative Equivalent Single Axle Load* (CESAL) merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur selama umur rencana yang ditentukan sebagai berikut, dapat dilihat pada Persamaan 2.

$$ESA_{TH-1} = (\sum LHR_{JK} \times VDF_{JK}) \times 365 \times DD \times DL \times R \tag{2}$$

Di mana,

ESA_{TH-1} : Kumulatif lintasan sumbu standar ekuivalen (*equivalen standard axle*) pada tahun pertama.

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

VDF_{JK} : Faktor Ekivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*) tiap jenis kendaraan niaga.

DD : Faktor distribusi arah.

DL : Faktor distribusi lajur (Tabel 3).

$CESAL$: Kumulatif beban sumbu standar ekivalen selama umur rencana.

R : Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif.

g. Tebal Minimum Perkerasan

Dengan adanya penambahan varian ketebalan LFA dan perubahan rentang beban rencana minimum dari < 2.000.000 ESA^5 menjadi 1.000.000 ESA^5 maka tebal minimum perkerasan jalan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Tebal minimum perkerasan

	STRUKTUR PERKERASAN								
	FFF(1) 1 ²	FFF(1) 2 ²	FFF(1) 3	FFF(1) 4	FFF(1) 5	FFF(1) 6	FFF(1) 7	FFF(1) 8	FFF(1) 9
	Untuk beban rencana < 1 juta ESA^5 Gunakan Struktur FFF(2) 1 dari Bagan Desain 3B (2) 2020				Opsi perkerasan dengan CTB atau perkerasan kaku mungkin lebih tepat biaya tetapi mungkin tidak praktis jika sumber daya yang diperlukan tidak tersedia				
Beban rencana 20 tahun (10^6 ESA^5)	≥ 1 - 2	> 2 - 5	> 5 - 7	> 7 - 10	> 10 - 20	> 20 - 30	> 30 - 50	> 50-100	> 100 - 200
	Tebal Perkerasan (mm)								
AC WC	40	40	40	40	40	40	40	40	40
AC BC	80	125	60	60	60	60	80	60	60
AC Base	-	-	80	95	145	155	175	200	235
Lapis Fondasi Agregat Kelas A ⁴	300	300	300	300	300	300	300	300	300

Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 2017

h. Repetisi Izin Berdasarkan Retak Lelah Lapis Beraspal

Untuk aspal pada perkerasan dengan beban sedang hingga berat, fungsi yang menunjukkan hubungan antara regangan tarik maksimum akibat beban tertentu dan jumlah repetisi izin beban tersebut untuk kinerja retak lelah dapat dilihat pada Persamaan 3.

$$N = RF \left[\frac{6918 \times (0,856V_b + 1,08)}{S_{mix}^{0,36} \mu_\epsilon} \right]^5 \tag{3}$$

Di mana,

N = Jumlah repetisi izin beban.

μ_ϵ = Regangan tarik akibat beban (*microstrain*).

V_b = Volume aspal dalam campuran (%).

S_{mix} = Modulus campuran aspal (Mpa).

RF = Faktor reliabilitas (Tabel 5).

Tabel 5. Faktor Reliabilitas (RF) retak leleh campuran beraspal

Reliabilitas				
80%	85%	90%	95%	97,5%
2,5	2,0	1,5	1,0	0,67

Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 2017

i. Repetisi Izin Berdasarkan Deformasi Permanen

Besaran regangan plastik berbanding langsung dengan regangan elastik. Pada tanah dasar akumulasi dari regangan yang tidak kembali tersebut membentuk deformasi permanen. Semakin dekat dengan permukaan perkerasan lentur regangan elastik semakin besar. Rumus regangan pada tanah dasar sebagai pengendali kinerja berdasarkan kriteria deformasi permanen dapat dilihat pada Persamaan 4.

$$N = \left[\frac{9300}{\mu_{\epsilon}} \right]^7 \tag{4}$$

Di mana,

N = Jumlah repetisi izin beban.

μ_{ϵ} = Regangan tekan pada permukaan tanah dasar (*microstrain*).

j. Material Berpengikat

Dalam karakteristik Modulus bahan berpengikat (*bounded materials*) dan tanah dasar yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Material berpengikat

Jenis Bahan	Modulus Tipikal	Poisson's Ratio	Koefisien Relatif (a)
HRS WC	800 MPa		
HRS BC	900 MPa		
AC WC	1100 MPa	0,40	
AC BC (lapis atas)	1200 MPa		
AC Base atau AC BC (sebagai base)	1600 Mpa		Sesuai
Bahan bersemen (CTB)	500 MPa retak (post cracking)	0,2 (mulus) 0,35 (retak) 0,45	PdT-01-2002-B
Tanah dasar (d disesuaikan musim)	10 x CBR (MPa)	(tanah kohesif) 0,35 (tanah non kohesif)	

Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 2017

k. Parameter kelelahan lapisan beraspal

Tabel 7. Parameter kelelahan lapisan beraspal

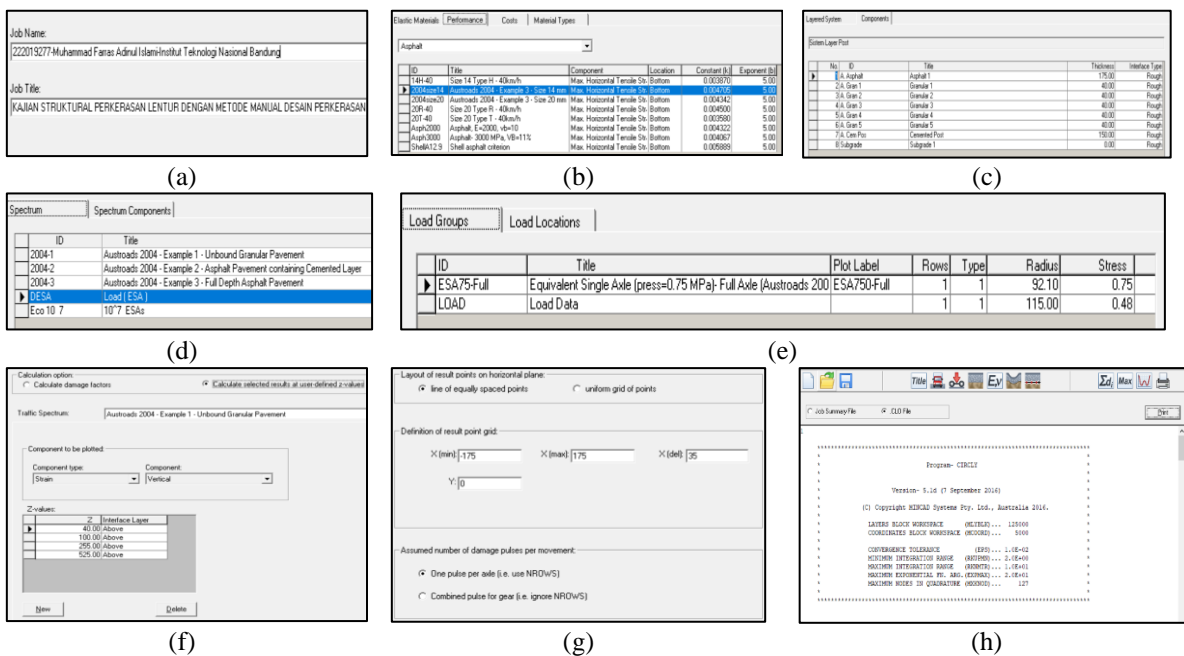
Bahan Lapisan Aspal	Volume aspal (Vb) (%)	Parameter K untuk kondisi iklim Indonesia
HRS WC	16,4	0,009427
HRS BC	14,8	0,008217
AC WC	12,2	0,006370
AC BC	11,5	0,005880
AC Base atau AC BC sebagai lapis fondasi	11,5	0,005355

Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 2017

Tipikal volume bitumen dalam campuran beraspal dan parameter kelelahan yang digunakan dalam fungsi transfer untuk kriteria retak lelah lapis beraspal dapat dilihat pada Tabel 7.

Program CIRCLY 5.1

CIRCLY 5.1 merupakan program yang dikembangkan oleh perusahaan Mincad Systems asal Melbourne, Australia. CIRCLY 5.1 adalah perangkat lunak desain jalan terkemuka untuk jalan raya. CIRCLY 5.1 menerapkan metodologi desain perkerasan mekanistik fleksibel yang menggabungkan properti material perkerasan dan model kinerja yang canggih. CIRCLY adalah komponen integral dari Panduan Desain Perkerasan Australia *Austrroads*. Versi pertama dari CIRCLY dirilis pada tahun 1977 dan untuk versi Windows saat ini yang digunakan adalah versi 5.1 yang dirilis pada tanggal 10 Juni 2019. CIRCLY merupakan singkatan dari *CIR*cular *La*Yered *Sistem* yang berfungsi untuk menghitung regangan vertikal yang terjadi pada perkerasan. Program ini merupakan komponen integral dari *Austrroads Pavement Design Guide* yang banyak digunakan di Australia dan Selandia Baru. CIRCLY 5.1 menggunakan pendekatan desain perkerasan fleksibel yang ketat. Ini menggunakan sifat bahan perkerasan yang canggih dan model kinerja. Ini menghitung kerusakan kumulatif yang disebabkan oleh spektrum lalu lintas.



Gambar 1. Langkah-langkah untuk penginputan penggunaan Program CIRCLY 5.1.

Gambar 1(a) Pemberian Judul; 1(b) Memasukkan properti dari setiap material yang akan digunakan baik aspal, *cemented material*, granular dan *subgrade*; 1(c) Tentukan susunan dan tebal dari masing-masing layer; 1(d) Masukkan beban yang sudah dihitung sebelumnya selama umur rencana; 1(e) Tentukan lokasi beban atau lokasi roda pada sumbu dan tekanan roda; 1(f) Tentukan lokasi *critical* yang akan dibaca sebagai *output* serta *traffic spectrum* yang digunakan; 1(g) Tentukan pembagian segmen arah horizontal; 1(h) *Run* hasil kemudian pilih menu *analysis CLO file*, *Print CLO file* untuk mengeluarkan nilai regangan.

METODE PENELITIAN

Persiapan Penelitian

Hal yang pertama dilakukan saat melaksanakan penelitian yaitu persiapan, langkah-langkah dalam mempersiapkan penelitian yaitu menentukan topik penelitian, objek penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, dan batasan masalah.

Pengumpulan Data

Data sekunder untuk penelitian ini merupakan data yang diperoleh dari pekerjaan perkerasan yang sudah ada, untuk menunjang penyusunan penelitian ini dan bukan dari pengamatan langsung dari lapangan. Data–data sekunder yang dipakai dalam penyusunan penelitian ini yaitu:

- Data LHR, merupakan data volume lalu lintas dua arah yang melalui suatu titik rata-rata dalam satu hari dan diperoleh dari data selama satu tahun penuh.
- Data Berat Kendaraan, merupakan sebagai proses mengukur gaya ban dinamis dari kendaraan jalan yang bergerak dan perkiraan berat kotor kendaraan dan bagian dari berat yang dibawa oleh setiap roda, gandar, atau grup gandar dari kendaraan statis yang sesuai.
- Data tanah yang diperlukan adalah *California bearing ratio* (CBR), merupakan perbandingan antara beban yang dapat dipikul tanah terhadap beban standar pada tingkat penurunan tertentu.

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan data

Data yang digunakan pada jurnal ini menggunakan data sekunder, di mana diperoleh dari jurnal oleh Ligar Fitrianiingsih tahun 2022 dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Data LHR perkerasan lentur tahun 2019 dan 2023.

No.	Jenis Kendaraan	Konfigurasi Sumbu	Berat (ton)	LHR Tahun 2019 (Kendaraan/Hari)	LHR Tahun 2023 (Kendaraan/Hari)
1	Penumpang	1.1	2	3.956	4.763
2	Pick-up Combi	1.1	4	942	1.134
3	Truk 2 as (L)	1.2	8,3	50	60
4	Bus Kecil	1.2	9	10	12
5	Bus Besar	1.2	13,2	10	12
6	Truk 2 as (H)	1.2	18,2	493	594
7	Truk 3 as	1.22	25	58	70
8	Truk 4 as (Gandeng)	1.2+2.2	31,4	36	43
Lalu Lintas Harian Rata-rata				5.555	6.688

Sumber: Fitrianiingsih, L, 2022

Perhitungan Tebal Perkerasan dengan Metode MDPJ 2017

Dalam hal ini merupakan metode mekanistik empiris, di mana nilai-nilai yang akan digunakan dalam analisis perhitungan ini sudah ditentukan pada tabel yang terdapat pada MDPJ 2017.

Umur Rencana

Umur rencana untuk perkerasan lentur untuk ruas jalan Nasional Tanah Runtuh-Tawaeli Palu, Sulawesi Tengah diambil yaitu adalah 20 tahun. seperti pada Tabel 1.

Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Faktor pertumbuhan lalu lintas (i) juga harus ditentukan, nilai i dapat ditentukan dari Tabel 2. Dari tabel tersebut diperoleh nilai pertumbuhan lalu lintas (i) dengan jalan arteri dan perkotaan menggunakan rata-rata Indonesia sebesar 4,75 %.

Laju Lintas pada Lajur Rencana

Berdasarkan Tabel 3 diperoleh nilai faktor distribusi lajur kendaraan niaga (DL) diambil adalah 0,50 diasumsikan jalan tersebut memiliki volume lalu lintas yang sama dan faktor distribusi arah (DD) umumnya diambil 0,8 karena diasumsikan jalan memiliki 2 lajur disetiap arahnya.

Faktor Ekuivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*)

Dalam mendesain perkerasan, beban lalu lintas dikonversi ke beban standar (ESA) dengan menggunakan faktor ekuivalen beban (*Vehicle Damage Factor*). Menghitung ESA pada masing-masing kendaraan niaga, dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Faktor ekuivalen beban

No	Jenis Kendaraan	Konfigurasi Sumbu	Berat (ton)	LHR Tahun 2019 (Kendaraan/Hari)	LHR Tahun 2023 (Kendaraan/Hari)	VDF
1	Penumpang	1.1	2	3.956	4.763	0,0024
2	Pick-up Combi	1.1	4	942	1.134	0,0376
3	Truk 2 as (L)	1.2	8,3	50	60	0,2777
4	Bus Kecil	1.2	9	10	12	0,3839
5	Bus Besar	1.2	13,2	10	12	1,7764
6	Truk 2 as (H)	1.2	18,2	493	594	6,4201
7	Truk 3 as	1.22	25	58	70	5,2422
8	Truk 4 as (Gandeng)	1.2+2.2	31,4	36	43	4,8783
Lalu Lintas Harian Rata-rata				5.555	6.688	

Beban Sumbu Standar Kumulatif

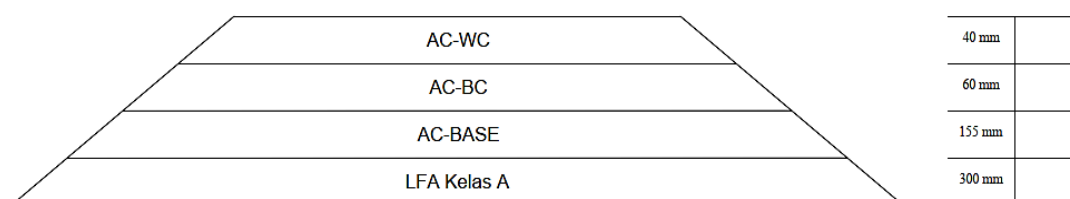
Beban sumbu standar kumulatif atau *Cummulative Equivalent Single Axle Load* (CESAL) merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur selama umur rencana yang ditentukan, dapat dilihat pada Tabel 10.

Tebal Minimum Perkerasan

Berdasarkan Tabel 4 dengan metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 diperoleh tebal perkerasan dapat dilihat pada Gambar 2.

Tabel 10. Beban sumbu standar kumulatif

No.	Jenis Kendaraan	Konfigurasi Sumbu	Berat (ton)	LHR Tahun 2023 (Kendaraan/Hari)	VDF	DD	DL	R	W18
1	Penumpang	1.1	2	4.763	0,0024	0,5	0,8	32,205	65.845
2	Pick-up Combi	1.1	4	1.134	0,0376	0,5	0,8	32,205	250.863
3	Truk 2 as (L)	1.2	8,3	60	0,2777	0,5	0,8	32,205	98.253
4	Bus Kecil	1.2	9	12	0,3839	0,5	0,8	32,205	27.167
5	Bus Besar	1.2	13,2	12	1,7764	0,5	0,8	32,205	125.707
6	Truk 2 as (H)	1.2	18,2	594	6,4201	0,5	0,8	32,205	22.397.346
7	Truk 3 as	1.22	25	70	5,2422	0,5	0,8	32,205	2.151.563
8	Truk 4 as (Gandeng)	1.2+2.2	31,4	43	4,8783	0,5	0,8	32,205	1.242.745
Lalu Lintas Harian Rata-rata				6.688				CESAL 2043	26.359.489



Gambar 2. Desain tebal minimum perkerasan

Hasil Permodelan CIRCLY 5.1

Berdasarkan analisis menggunakan program CIRCLY 5.1 diperoleh nilai regangan tarik sebesar 0,8926 *microstrain* dan nilai regangan tekan sebesar 0,4114 *microstrain*.

Repetisi Izin Berdasarkan Retak Lelah Lapis Beraspal

Untuk aspal pada perkerasan dengan beban sedang hingga berat, berdasarkan Tabel 6 diperoleh nilai S_{mix} yaitu 1100 MPa dan Tabel 7 diperoleh nilai V_b yaitu 12,2%, dan berdasarkan perhitungan dengan program CIRCLY 5.1 diperoleh nilai regangan tarik sebesar 0,8926 *microstrain* fungsi yang menunjukkan hubungan antara regangan tarik maksimum akibat beban tertentu dan jumlah repetisi izin beban tersebut untuk kinerja retak lelah dapat diperoleh nilai sebesar 3.810.719.977,048 lss/UR/Lajur Rencana nilai ini berdasarkan hasil dari Persamaan 3.

Repetisi Izin Berdasarkan Deformasi Permanen

Besaran regangan plastik berbanding langsung dengan regangan elastik. Berdasarkan Tabel 6 diperoleh nilai S_{mix} yaitu 1100 MPa dan Tabel 7 diperoleh nilai V_b yaitu 12,2% dan berdasarkan perhitungan dengan program CIRCLY 5.1 diperoleh nilai regangan tekan yaitu 0,5553 *microstrain*. Pada tanah dasar akumulasi dari regangan yang tidak kembali tersebut membentuk deformasi permanen. Semakin dekat dengan permukaan perkerasan lentur regangan elastik semakin besar diperoleh nilai regangan sebesar 3.695.616.739.219.980 lss/UR/Lajur Rencana nilai ini berdasarkan hasil dari Persamaan 4.

KESIMPULAN

Pada penelitian ini, pengkajian struktural perkerasan lentur dengan menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan Tahun 2017 dan Program CIRCLY 5.1 dalam memperoleh nilai mulai dari tebal minimum perkerasan, nilai regangan *fatigue cracking* serta *deformasi permanen*, seluruh proses meliputi kegiatan perhitungan yang kompleks dan pertimbangan terhadap suatu keputusan di optimalisasi secara digital menggunakan program tersebut. Maka dari itu, terdapat beberapa kesimpulan yang diuraikan sebagai berikut:

- a. Diperoleh tebal desain lapisan perkerasan sebesar 555 mm yang dihitung menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 sudah sesuai dan memenuhi.
- b. Mengidentifikasi regangan lapisan perkerasan dengan program CIRCLY 5.1 diperoleh nilai regangan tarik sebesar 0,8926 *microstrain* dan nilai regangan tekan sebesar 0,5553 *microstrain*.
- c. Menganalisis nilai repetisi izin berdasarkan *fatigue cracking* dan *permanent deformation* diperoleh sebesar $3,81 \times 10^9$ lss/UR/Lajur Rencana dan $3,695 \times 10^{15}$ lss/UR/Lajur Rencana dimana kedua nilai tersebut lebih besar jika dibandingkan dengan nilai CESAL yaitu $2,635 \times 10^7$ lss/UR/Lajur Rencana maka nilai repetisi izin tersebut dapat diketahui bahwa desain lapis perkerasan tersebut sudah memenuhi standar dan aman untuk digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bangunan, P. K. (2004). *Survai Pencacahan Lalu Lintas dengan cara Manual*. Surabaya: Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah .
- Cristady, H. (2011). *Perancangan Perkerasan Jalan dan Penyelidikan Tanah*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Dediansyah. (2022). Perbandingan Perencanaan Tabel Perkerasan Lentur Dengan Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987 Dan Metode MDPJ 2017.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2017). *Manual Desain Perkerasan Jalan*. Jakarta:Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Fitrianingsih, L. (2022). Structural Evaluation of Flexible Pavement with 2017 Road Pavement Design Manual (MDP) and 2017 Austroads Method (Case Study: Tanah Runtuh - Tawaeli National Road Section). *JURNAL TEKNIK SIPIL*.
- Nur Khaerat Nur., d. (2021). *Perancangan Perkerasan Jalan*. Medan: Yayasan Kita Menulis.
- Pratami, P. F. (2018). Evaluasi Struktural Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 dan Metode Asphalt Institute. *Jurnal Teknik Sipil*.
- Pratiwi, P. D. (2021). *Alternatif Penggunaan Limbah Karbit Sebagai Pengganti Filler Pada Campuran Aspal Hot Rolled Sheet – Base Course*. Lamongan: Universitas Islam Lamongan.
- Sukirman, S. (2010). *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur* . Bandung : NOVA