

DESAIN ULANG TEBAL PERKERASAN LENTUR MENGUNAKAN MDPJ 2017 DAN AUSTROADS 2017 DISERTAI DRAINASE

M Sarmila¹⁾, E A Latifa²⁾

Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta

Jl. Prof. Dr. G.A. Siwabessy, Kampus Universitas Indonesia, Depok, Indonesia, 16425.

E-mail: mila.sarmila.ts20@mhsw.pnj.ac.id¹⁾, eva.azhralatifa@sipil.pnj.ac.id²⁾

ABSTRAK

Perkerasan lentur memberikan keunggulan terhadap rasa nyaman pengguna jalan, sehingga masih dijadikan pilihan dalam perencanaan. Penelitian ini bertujuan menentukan nilai tebal perkerasan lentur menggunakan Metode MDPJ 2017 dan AUSTROADS 2017 dengan umur rencana 20 tahun kemudian membandingkannya dengan MDPJ 2017 yang sudah diperhitungkan oleh pihak Konsultan Perencana dengan umur rencana 40 tahun serta pelaksanaan perancangan drainase perkerasan menggunakan data sama dihitung dengan metode berbeda. Data sekunder didapatkan dari Konsultan Perencana Proyek Jalan Trase I UIII tanpa ada data Primer. Hasil perhitungan lalu lintas rencana metode MDPJ 2017 sebesar 55.548.119,26 untuk CESA5, sedangkan hasil perhitungan metode AUSTROADS 2017 sebesar 21.320.039,13 untuk nilai DESA. Hasil metode MDPJ 2017 perhitungan tebal perkerasan yaitu lapis aus AC-WC (Asphalt Concrete – Wearing Course) sebesar 40 mm, lapis Antara AC-BC (Asphalt Concrete – Binder Course) sebesar 60 mm, lapis AC-Base sebesar 210 mm, dan lapis Pondasi Kelas A sebesar 300 mm. Sedangkan untuk metode AUSTROADS 2017 perhitungan tebal perkerasan yaitu lapis Surface (Asphalt) sebesar 200 mm, lapis Tebal Base sebesar 200 mm, dan lapis Tebal sub Base sebesar 150 mm. Dimensi saluran drainase tepi perkerasan ditentukan dengan ukuran $(B \times H) = 0.8m \times 1m$.

Kata kunci: Saluran drainase, MDPJ 2017, AUSTROADS 2017, Tebal Perkerasan.

1. Pendahuluan

Proyek Jalan Trase 1 Kampus Universitas Islam Internasional Indonesia dalam merencanakan akses jalan masuknya menggunakan lapisan perkerasan lentur (*flexible pavement*) dengan menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2017 dalam umur rencana perkerasan 40 tahun. Karena umumnya perkerasan lentur tidak dirancang selama itu masa layannya, penelitian ini bertujuan melakukan perhitungan ulang dengan umur rencana 20 tahun menggunakan metode yang sama untuk efisiensi kemudian hasilnya dibandingkan dengan analisis metode *Austroads* 2017. Desain ulang ini meliputi juga Perencanaan Dimensi Saluran Drainase.

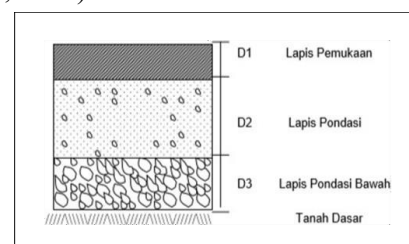
2. Tinjauan Pustaka

2.1 Jalan

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 30 Tahun 2021 Pasal 1 mengenai penyelenggaraan bidang lalu lintas dan angkutan

jalan. Jalan merupakan seluruh bagian jalan termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya diperuntukkan bagi lalu lintas umum, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan rel dan jalan kabel.

Struktur perkerasan lentur terdiri dari beberapa lapis, semakin kebawah menunjukkan lapis perkerasan lentur, yaitu Lapis Permukaan (*surface course*); Lapis Pondasi (*base course*); Lapis Pondasi Bawah (*subbase course*) dan Lapis Tanah Dasar (*subgrade*). (Pt T-01- 2002-B hal.3 dan Bina Marga, 1990)



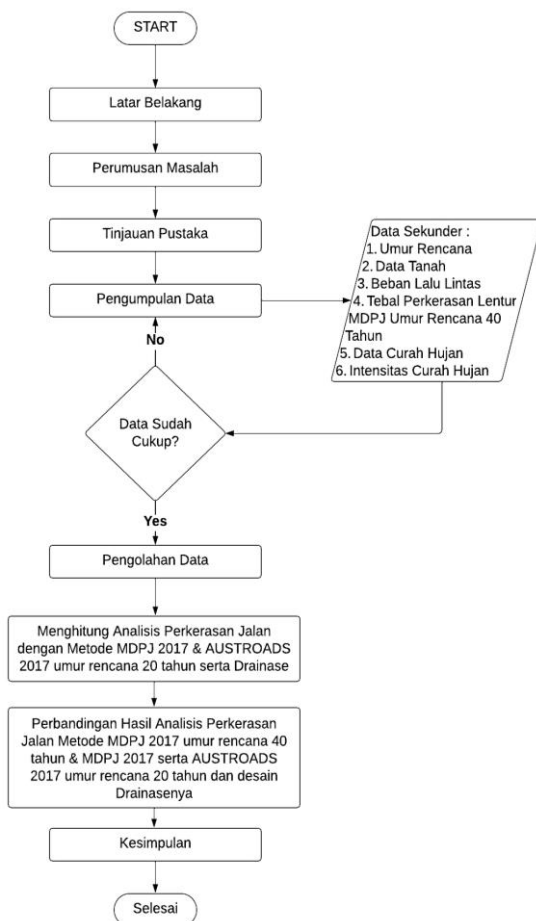
Gambar 1 Lapis Struktur Perkerasan Lentur

2.2 Drainase

Menurut Suripin, M. (2004:7) drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Genangan air di permukaan jalan dapat memperlambat kendaraan dan bisa berakibat kepada hal yang tidak diinginkan yaitu kecelakaan yang disebabkan genangan air yang tidak terkontrol. Lebih parahnya lagi, jika rembesan atau genangan air memasuki struktur jalan, perkerasan dan tanah dasar jadi ikut terganggu dan melemah daya ikatnya yang menyebabkan konstruksi jalan jadi rusak dan memicu kecelakaan lalu lintas.

3. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini akan dilaksanakan seperti pada bagan alir berikut :



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

Desain pembangunan Jalan Trase I Kampus UIII yang sudah ada menggunakan desain Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*) dengan

ketebalan AC-WC sebesar 4 cm, AC-BC sebesar 6 cm, dan Lapisan Pondasi Atas (LPA) 20 cm dan Lapis Pondasi Atas (LPA) 20 cm dengan menggunakan Metode Analisa Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2017. Untuk meninjau perbandingan keefisienan, dilakukan Analisa Perhitungan Desain Lentur dengan menggunakan Standar *AUSTROADS* 2017 dan MDPJ 2017, yang bertujuan untuk menganalisis dua metode dengan kondisi data yang sama dihitung dengan metode yang berbeda sehingga bisa menjadi pembandingan dengan hitungan yang sudah diaplikasikan di lapangan. Dalam menganalisis Perhitungan Desain Lentur, disertai juga dengan Perencanaan Dimensi Saluran Drainase.

Selanjutnya untuk pengambilan data sekunder didapatkan dari Konsultan Perencana. Data – data yang digunakan merupakan data sekunder, dan dibutuhkan dalam perhitungan perencanaan tebal lapis perkerasan lentur adalah sebagai berikut : Umur Rencana; Data Tanah; Beban Lalu Lintas; Tebal Perkerasan Lentur Metode MDPJ Umur Rencana 40 Tahun; Data Curah Hujan; Intensitas Curah Hujan.

4. Hasil dan Pembahasan

Perencanaan tebal lapis perkerasan jalan menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2017 dan Metode *AUSTROADS* 2017. Data - data yang diperlukan untuk menghitung CESA dan DESA adalah jumlah masing-masing jenis kendaraan (LHR), Umur Rencana (P), dan Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (R).

Parameter – parameter analisis perkerasan lentur menggunakan metode MDPJ 2017 sebagai berikut :

4.1 Metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2017

Perhitungan MDPJ 2017 dengan umur rencana 20 tahun dan faktor pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana 1% per tahun .

4.1.1 Menghitung Lalu – lintas Harian Rencana

Tabel 1 Perhitungan LHR

No.	Jenis Kendaraan	LHR 2015	LHR 2023
1	Kendaraan ringan	6871	7440
2	5B	1082	1172
3	6A	2164	2343

No.	Jenis Kendaraan	LHR 2015	LHR 2023
4	6B	2776	3006
5	7A	334	362
6	7B	5	5
7	7C	14	15

Contoh perhitungan diambil dari perhitungan tabel 5 untuk jenis kendaraan 6B (Truk Sedang).

$$\begin{aligned} \text{LHR} &= \text{LHR 2015} \times (1 + i)^n \\ &= 2776 \times (1 + 0,01)^8 \\ &= 3006 \text{ mobil} \end{aligned}$$

4.1.2 Menentukan VDF5 normal daerah Jawa

Dalam desain perkerasan, beban lalu lintas dikonversi ke beban standar (ESA) dengan menggunakan Faktor Ekuivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*). Dalam menentukan nilai Faktor Ekuivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*) mengacu pada Tabel 4.4 dalam Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 04/SE/Db/2017. Dimana pada hal 44 kondisi beban faktual yang belum terkendali diasumsikan berlangsung hingga tahun 2020. Setelah tahun 2020, beban diasumsikan sudah terkendali dengan beban sumbu nominal terberat (MST) 12 ton.

Tabel 2 Nilai VDF5 normal daerah Jawa

No.	Jenis Kendaraan	Normal VDF5
1	Kendaraan Ringan	1
2	5B	1
3	6A	0.5
4	6B	5.1
5	7A	6.4
6	7B	13
7	7C	9.7

4.1.3 Perhitungan Nilai Pertumbuhan Lalu Lintas (R)

Faktor pertumbuhan lalu lintas berdasarkan data-data pertumbuhan series (*historical growth data*) atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang berlaku. Pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dihitung dengan faktor pertumbuhan kumulatif (*Cumulative Growth Factor*) dapat menggunakan Persamaan sebagai berikut :

$$R = \frac{(1+0.01i)^{UR}-1}{0.001i}$$

Tabel 3 Hasil Perhitungan Pertumbuhan Laju Kendaraan Per 20 Tahun

No.	Jenis Kendaraan	R 20
1	Kendaraan Ringan	22.02
2	5B	22.02
3	6A	22.02
4	6B	22.02
5	7A	22.02
6	7B	22.02
7	7C	22.02

Dengan persamaan dalam Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 04/SE/Db/2017 yaitu didapatkan nilai Pertumbuhan Lalu Lintas 22.02 untuk umur rencana 20 tahun dengan hitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} R(2023 - 2043) &= \frac{(1 + 0,01 i)^n - 1}{0,01 i} \\ &= \frac{(1 + 0,01 (1))^20 - 1}{0,01 (1)} \\ &= 22.02 \end{aligned}$$

4.1.4 Menghitung Beban Gandar Untuk Lajur Rencana Pertahanan (ESA)

Kapasitas konstruksi perkerasan jalan dalam besaran sejumlah *repetisi* (lintasan) beban sumbu roda lalu-lintas dalam satuan standar axle load yang dikenal dengan satuan EAL (*Equivalent Axle Load*) atau ESAL (*Equivalent Single Axle Load*).

$$ESA = VDF \times \sum LHRT \times DD \times DL$$

Dengan persamaan dalam Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 04/SE/Db/2017 yaitu didapatkan nilai ESA5 sebesar 6.911,60 untuk umur rencana 20 tahun dengan hitungan yang dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4 Hasil Perhitungan Beban Gandar untuk Lajur Rencana Pertahanan (ESA)

No	Jenis Kendaraan	DD	DL	ESA5 ('23-'43)
1	Kendaraan Ringan	0.5	0.5	1,860.08
2	5B	0.5	0.5	292.91
3	6A	0.5	0.5	292.91
4	6B	0.5	0.5	3,832.66
5	7A	0.5	0.5	578.68

No	Jenis Kendaraan	DD	DL	ESA5
				('23-'43)
6	7B	0.5	0.5	17.60
7	7C	0.5	0.5	36.76

Contoh perhitungan diambil dari perhitungan tabel 4 untuk jenis kendaraan 6B (Truk Sedang).

$$\begin{aligned}
 ESA_5('23 - 43) &= LHR\ 2023 \times VDF5\ normal \\
 &\quad \times DL \times DD \\
 &= 7440 \times 5,1 \times 0,5 \times 0,5 \\
 &= 3.832,66
 \end{aligned}$$

4.1.5 Menghitung Beban Gandar untuk Lajur Rencana Pertahun Selama Umur Rencana (CESA)

Beban sumbu standar kumulatif atau *Comulative Equivalent Single Axle Load* (CESAL) merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama umur rencana, yang ditentukan dengan Persamaan yang mengacu pada Manual Desain Perkerasan Jalan No. 02/M/BM/2017.

$$CESAL = (\sum LHRJK \times VDFJK) \times 365 \times DD \times DL \times R$$

Dengan persamaan dalam Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 04/SE/Db/2017 yaitu didapatkan nilai CESA5 sebesar 55.548.119,26 untuk umur rencana 20 tahun dengan hitungan yang dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5 Hasil Perhitungan Beban Gandar untuk Lajur Rencana Pertahun selama Umur Rencana (CESA)

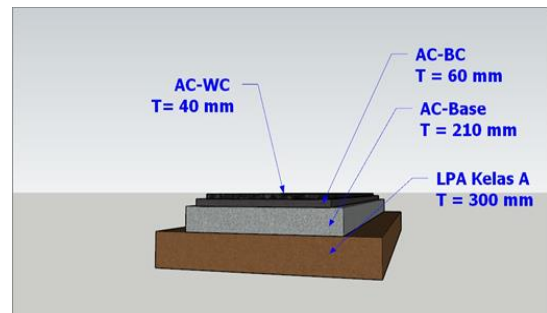
No.	Jenis Kendaraan	ESA5
		('23-'43)
1	Kendaraan ringan	1,860.08
2	5B	292.91
3	6A	292.91
4	6B	3,832.66
5	7A	578.68
6	7B	17.60
7	7C	36.76
JUMLAH ESA		6,911.60
CESA		55,548,119.26

4.1.6 Penentuan Tebal Perkerasan

Penentuan tebal perkerasan dapat dilihat berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan No. 02/M/BM/2017 pada Tabel Bagan Desain - 3B yaitu bagan desain perkerasan lentur didapat nilai kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana yaitu sebesar 55.548.119,26 (55×10^6) untuk CESA5.

Tabel 6 Hasil Struktur Ketebalan Lapis Perkerasan berdasarkan perhitungan CESA

Struktur Lapis Perkerasan	Ketebalan Lapis Perkerasan (mm)
AC WC	40
AC BC	60
AC Base	210
LFA Kelas A	300



Gambar 1 Struktur Ketebalan Lapis Perkerasan berdasarkan perhitungan CESA

4.2 Metode AUSTRROADS 2017

Parameter analisis perkerasan lentur menggunakan metode *AUSTRROADS* 2017 sebagai berikut :

Desain periode (P) = 20 tahun

Direction Factor (DF) = 0,5

Lane Distribution Factor = 0,5

(LDF)

Laju pertumbuhan = 1 %

kendaraan berat

Jenis perkerasan = *Flexible Pavement*

Contoh perhitungan diambil untuk jenis kendaraan 6B (Truk Sedang).

4.2.1 Penentuan Nilai Persentase Kendaraan Berat (%HV)

Tabel 7 Hasil Perhitungan Nilai Persentase Kendaraan Berat (HV)

No.	Jenis Kendaraan	LHR 2015	LHR 2023	%HV
1	Kendaraan ringan	6871	7440	51.87226
2	5B	1082	1172	8.168504
3	6A	2164	2343	16.33701
4	6B	2776	3006	20.95727
5	7A	334	362	2.521516
6	7B	5	5	0.037747
7	7C	14	15	0.105692
AADT		13246	14344	

$$\begin{aligned}
 \% \text{ HV} &= \frac{\text{LHR Jenis kendaraan}}{\text{Jumlah total kendaraan}} \times 100\% \\
 &= \frac{3006}{14344} \times 100\% \\
 &= 20,957 \%
 \end{aligned}$$

4.2.2 Perhitungan Pertumbuhan Lalu Lintas (CGF)

Tabel 8 Hasil Perhitungan Pertumbuhan Lalu Lintas (CGF)

No.	Jenis Kendaraan	%HV	CGF	Ni
1	Kendaraan ringan	51.87226	22.02	964.86
2	5B	8.168504	22.02	23.93
3	6A	16.33701	22.02	95.71
4	6B	20.95727	22.02	157.49
5	7A	2.521516	22.02	2.28
6	7B	0.037747	22.02	0.00
7	7C	0.105692	22.02	0.00

$$\begin{aligned}
 \text{CGF} &= \frac{(1 + 0,01 R)^P - 1}{0,01 R} \\
 &= \frac{(1 + 0,01 (1))^20 - 1}{0,01 (1)} \\
 &= 22,02
 \end{aligned}$$

4.2.3 Perhitungan Nilai Ni

Tabel 9 Hasil Perhitungan Ni Kendaraan

No.	Jenis Kendaraan	DF	LDF	%HV	Ni
1	Kendaraan ringan	0.5	0.5	51.87	964.86
2	5B	0.5	0.5	8.16	23.93
3	6A	0.5	0.5	16.33	95.71
4	6B	0.5	0.5	20.97	157.49
5	7A	0.5	0.5	2.52	2.28
6	7B	0.5	0.5	0.04	0.00
7	7C	0.5	0.5	0.105692	0.00

4.2.4 Perhitungan nilai NHV

Tabel 10 Hasil Perhitungan NHV

No.	Jenis Kendaraan	Ni	NHV
1	Kendaraan ringan	964.86	7,754,551
2	5B	23.93	192,296
3	6A	95.71	769,185
4	6B	157.49	1,265,772
5	7A	2.28	18,323
6	7B	0.00	4.11
7	7C	0.00	32.19

$$\begin{aligned}
 \text{NHV} &= 365 \times \text{CGF} \times \text{Ni} \\
 &= 365 \times 22,02 \times \\
 &\quad 157,49 \\
 &= 1.265.772,65
 \end{aligned}$$

4.2.5 Penentuan nilai NHVAG

Tabel 11 Hasil Perhitungan nilai NHVAG

No.	Jenis Kendaraan	Ni	NHV	NHV AG
1	Kendaraan ringan	964.86	7,754,551	2.5
2	5B	23.93	192,296	2.5
3	6A	95.71	769,185	2.5
4	6B	157.49	1,265,772	2.5
5	7A	2.28	18,323	2.5
6	7B	0.00	4.11	2.5
7	7C	0.00	32.19	2.5

1	kendaraan ringan	0.002344428
2	5B	0.383899054
3	6A	0.277689445
4	6B	6.419963452
5	7A	5.230414422
6	7B	8.164212773
7	7C	10.28138814

4.2.6 Perhitungan Kumulatif Kendaraan Gandar (NDT)

Tabel 12 Hasil Perhitungan Kumulatif Kendaraan Gandar (NDT)

No.	Jenis Kendaraan	NHV	NHVA G	NDT
1	Kendaraan ringan	7,754,551	2.5	19,386,378
2	5B	192,296	2.5	480,741
3	6A	769,185	2.5	1,922,964
4	6B	1,265,772	2.5	3,164,431
5	7A	18,323	2.5	45,808
6	7B	4.11	2.5	10.27
7	7C	32.19	2.5	80.48

$$\begin{aligned}
 \text{NDT} &= \text{NHV} \times \text{NHVAG} \\
 &= 1.265.772,65 \times 2,5 \\
 &= 3.164.431,62
 \end{aligned}$$

4.2.7 Perhitungan Nilai ESA

Pembebanan lalu lintas desain biasanya dijelaskan dalam bentuk jumlah Gandar Standar Ekuivalen (ESA). Untuk perhitungan nilai ESA menggunakan persamaan berikut mengacu pada

$$\text{ESA} = \left(\frac{\% \text{konfigurasi} \times \text{Beban Max}}{\text{Beban gandar Standar sesuai Jenis Sumbu}} \right)^4$$

Tabel 13 Hasil Perhitungan nilai ESA

No.	Jenis Kendaraan	ESA
		$\left(\frac{\% \text{konfig} \times \text{Beban Max}}{\text{Beban gandar Standar sesuai Jenis Sumbu}} \right)^4$
1	Kendaraan ringan	0.002344428
2	5B	0.383899054
3	6A	0.277689445
4	6B	6.419963452
5	7A	5.230414422
6	7B	8.164212773
7	7C	10.28138814
AADT		TOTAL
		21,320,039.13

$$\begin{aligned}
 \text{ESA} &= \left(\frac{\% \text{konfig} \times \text{Beban Max}}{\text{Beban gandar standar jenis sumbu}} \right)^4 \\
 &= \left(\frac{34\% \times 18200}{53 \times 101,97} \right)^4 + \left(\frac{66\% \times 18200}{80 \times 101,97} \right)^4 \\
 &= 6,41996
 \end{aligned}$$

4.2.8 Perhitungan Design Number ESA of Traffic Loading (DESA)

Setelah mendapatkan hasil ESA maka dilakukan perhitungan nilai DESA dengan menggunakan Persamaan berikut :

$$\text{DESA} = \text{ESA} / \text{HVAG} \times \text{NDT}$$

Tabel 14 Hasil Perhitungan DESA

No.	Jenis Kendaraan	ESA	DESA
1	Kendaraan ringan	0.002344428	45,449.96
2	5B	0.383899054	184,556.08
3	6A	0.277689445	533,986.99
4	6B	6.419963452	20,315,535.33
5	7A	5.230414422	239,599.46
6	7B	8.164212773	83.81
7	7C	10.28138814	827.49
AADT		TOTAL	21,320,039.13

$$\begin{aligned}
 \text{DESA} &= \text{ESA} / \text{HVAG} \times \text{NDT} \\
 &= 6,41996 \times 3.164.431,62 \\
 &= 20.315.535,33 \\
 &= 20 \times 10^6
 \end{aligned}$$

4.2.9 Penentuan Tebal Perkerasan

a. Menentukan Ketebalan Aspal

Modulus elastisitas aspal ditentukan berdasarkan grafik berikut :

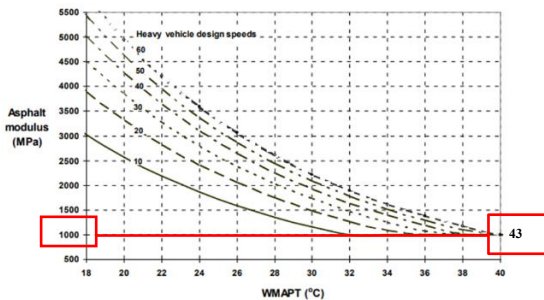
T air (assumption) = 30
 Celcius

WF (Weighting Factor) = 3,9619

WMAAT (Weighted Mean Annual Air Temperature) = 29,3
 Celcius

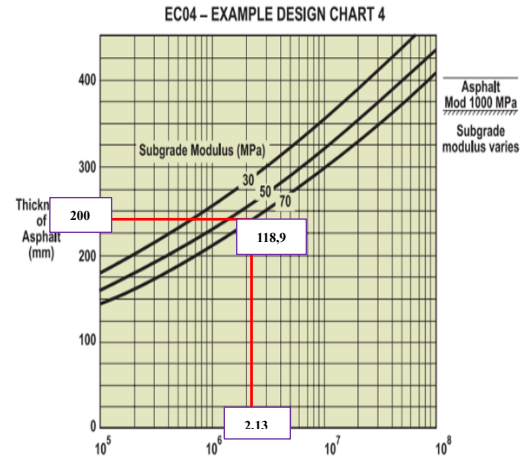
WMAPT (Weighted Mean Annual Pavement Temperatur) = 43,2
 Celcius

Perhitungan untuk menentukan nilai WMPAT (*Weighted Mean Annual Pavement Temperatur*) adalah sebagai berikut. Kecepatan rata-rata kendaraan berat 30 km/jam dan temperatur tahunan rata-rata 43,2 Celcius didapatkan modulus elastisitas aspalnya sebesar 1000 Mpa. Modulus elastisitas aspal ditentukan berdasarkan grafik berikut :



Gambar 2 Grafik menentukan modulus Aspal berdasarkan Suhu

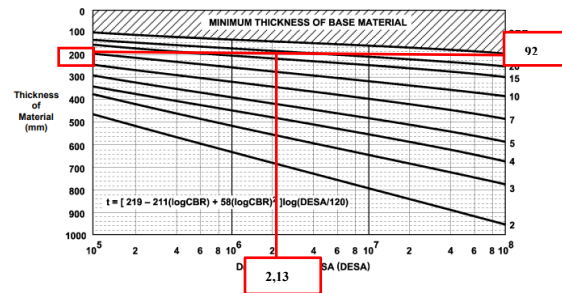
Dengan modulus aspal sebesar 1000 Mpa, subgrade modulus = 118,9 Mpa dan DESA = $2,13 \times 10^7$ maka untuk mencari tebal aspal menggunakan grafik *EC04 - EXAMPLE DESIGN CHART 4* sehingga didapat tebal aspalnya 200 mm atau 20 cm.



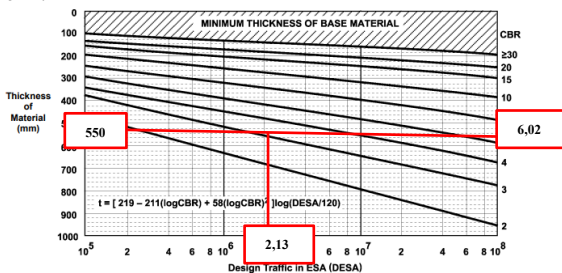
Gambar 3 Grafik penentuan ketebalan aspal berdasarkan nilai DESA dan Subgrade Modulus

b. Menentukan Ketebalan Granular (LPA)

Dengan diketahui CBR base A = 92 % sesuai dengan gambar diatas, serta nilai Design Traffic in ESA (DESA) = $2,13 \times 10^7$ maka untuk nilai ketebalan base A sebesar 200 mm atau 20 cm bisa dilihat pada design chart berikut :



Dengan nilai CBR tanah dasar 6,02% dan nilai DESA $2,13 \times 10^7$ maka didapat untuk tebal material keseluruhan perkerasan lentur ini 550 mm atau 55 cm.



Yang terdiri dari :

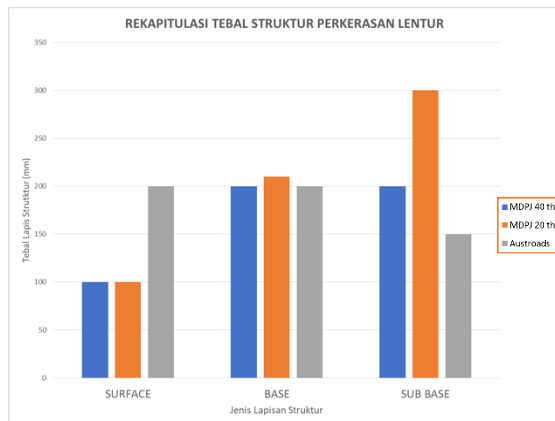
- Tebal lapis surface (Aspal) 200 mm atau 20 cm
- Tebal granular untuk pondasi atas dan pondasi bawah = 550 - 200 = 350, Jadi tebal pondasi atas diambil 20 cm dan tebal pondasi bawah 15 cm.

4.3 Rekapitulasi Tebal Perkerasan Berdasarkan Metode MDPJ 2017 dan AUSTRROADS 2017

Tebal perkerasan dari hasil perhitungan dapat dilihat dari tabel 17 dibawah ini

Tabel 15 Rekapitulasi Tebal Perkerasan

Struktur Lapis Perkerasan	Perhitungan Konsultan UR 40 Tahun	Perhitungan Ulang UR 20 Tahun	
	MDPJ 2017 (mm)	MDPJ 2017 (mm)	AUSTRO ADS 2017 (mm)
(AC – WC)	40	40	200
(AC – BC)	60	60	
AC Base	-	210	-
LPA	400 (untuk 2 layer)	300	200
LPB	-	-	150



Gambar 4 Diagram Batang Rekapitulasi Tebal Perkerasan

Berdasarkan parameter diatas dapat ditarik kesimpulan yang menjadikan adanya perbedaan terhadap hasil perhitungan konsultan menggunakan metode MDPJ 2017 umur rencana 40 tahun dan juga hasil desain ulang menggunakan MDPJ 2017 dan AUSTRROADS 2017 umur rencana 20 tahun diantaranya :

Dapat dilihat bahwa pada AUSTRROADS 2017 terdapat nilai %HV, NHVAG, sedangkan untuk MDPJ 2017 tidak ada. Pada AUSTRROADS 2017 untuk nilai akhir perhitungan adanya nilai DESA

yang nantinya digunakan untuk mencari tebal perkerasan sedangkan di MDPJ 2017 nilai CESA. Dalam AUSTRROADS untuk mendapatkan nilai Modulus Aspal sangat dipengaruhi oleh nilai perhitungan suhu daerah yang diteliti.

4.4 Rencana Penanganan Drainase

1. Data Hujan

Pos Curah Hujan Halim Perdana Kusuma Jakarta

Lokasi :Kecamatan Makasar, Jakarta DKI Jakarta

Koordinat :6°16'13.30"S-106°53'21.34"

Ketersediaan Data : tahun 2009 - 2018

Sumber Data :BMKG

Jarak PCH ke :12,4 km

Lokasi



Gambar 5 Jarak PCH Halim Perdana Kusumah ke Lokasi Pekerjaan

Tabel 16 Data Curah Hujan

Tahun	R24 (mm)
2009	140.4
2010	96.8
2011	89.6
2012	94.4
2013	161
2014	120.8
2015	124.6
2016	111.6
2017	136.3
2018	101.2

2. Hujan Rencana

Metode dipilih berdasarkan penyimpangan absolut ($|\Delta\text{maks}|$ yang terkecil) yaitu metode Gumbel.

Tabel 17 Hujan Rencana PCH Halim Perdana Kusuma Jakarta

Kala Ulang T (Tahun)	t	Gumbel I
2	0.00	114.5
5	0.84	142.3
10	1.28	160.7
20	1.64	178.3
25	1.75	183.9
50	2.05	201.1
100	2.33	218.2
500	2.88	257.8
1000	3.09	274.8
Penyimpangan Maksimum		6.05
Delta Kritis (Sig. Level 5%)		40.9

Tabel 18 Periode Ulang Debit Rencana Jalan

Kelas / Fungsi Jalan	Periode Ulang (Tahun)
Jalan Tol	100
Jalan Arteri	50
Jalan Kolektor	50
Jalan Lokal	25

3. Pola Distribusi Hujan

Distribusi hujan dihitung dengan menggunakan Persamaan *Mononobe* sebagai berikut:

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

Dimana:

R_t = Intensitas hujan rerata dalam T jam

R_{24} = Curah hujan efektif dalam 1 (satu) hari

t = Waktu konsentrasi hujan (jam)

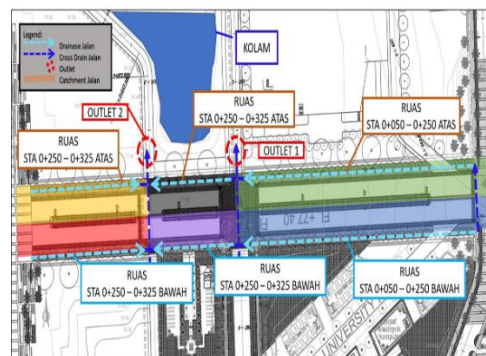
Lamanya Hujan	Intensitas Hujan	Curah Hujan Netto (Rn,mm) dengan Kala Ulang (Tahun)
		25
t	Rt	183.9
(Jam)	(%)	
1	55.03	101.2
2	14.3	26.31
3	10.03	18.45
4	7.99	14.69
5	6.75	12.41
6	5.9	10.84

4. Analisis Debit Banjir Rencana

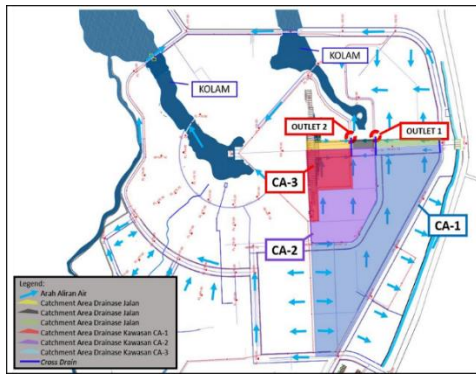
Data-data yang harus dibutuhkan dalam proses analisis ini diantaranya data topografi, layout desain jalan, serta data hujan kala ulang 2 dan 25 tahun. Data hujan kala ulang 2 dan 25 tahun diketahui masing-masing sebesar 114,5 mm dan 183,9 mm.

5. Catchment Area

Adapun berikut ini adalah pembagian sub-catchment area drainase jalan dan drainase kawasan. Untuk drainase jalan, catchment area dibagi menjadi beberapa bagian seperti pada gambar di bawah ini. Untuk area yang diberi warna merah, ungu, dan biru, alirannya menyatu dengan catchment drainase kawasan karena saluran pembawa airnya sama.



Gambar 6 Sub-Catchment Area Drainase Jalan Trase 1 Kawasan Kampus UII



Gambar 7 Sub-Catchment Area Drainase Kawasan Jalan Trase 1 Kawasan Kampus UIII

Serta berikut ini adalah tabel karakteristik pada masing-masing *sub-catchment* area baik itu pada drainase jalan maupun kawasan.

Tabel 19 Karakteristik Catchment Area Drainase Jalan dan Kawasan

SALURAN	CA AREA	LUAS LAHAN	C
		(Ha)	
RUAS STA 0+050 - 0+250 ATAS	- Trotoar	0.15	0.6
	- Jalan	0.26	0.9
	- Median Jalan	0.15	0.2
	Total	0.56	0.63
RUAS STA 0+050 - 0+250 BAWAH	- Trotoar	0.35	0.6
	- Jalan	0.61	0.9
	- Median Jalan	0.17	0.2
	Lahan CA-1	9.38	0.4
	TotalZ	10.52	0.43
RUAS STA 0+250 - 0+325 ATAS	- Trotoar	0.35	0.6
	- Jalan	0.61	0.9
	- Median Jalan	0.17	0.2
	Total	0.29	0.7
RUAS STA 0+250 - 0+325 BAWAH	- Trotoar	0.09	0.6
	- Jalan	0.16	0.9
	- Median Jalan	0.05	0.2
	Lahan CA-2	3.18	0.4
	Total	3.48	0.43
RUAS STA 0+325 - 0+405 ATAS	- Trotoar	0.1	0.6
	- Jalan	0.17	0.9
	- Median Jalan	0.05	0.2
	Total	0.31	0.7
RUAS STA 0+325 - 0+405 BAWAH	- Trotoar	0.1	0.6
	- Jalan	0.17	0.9
	- Median Jalan	0.05	0.2
	Lahan CA-2	1.74	0.4
	Total	1.74	0.4

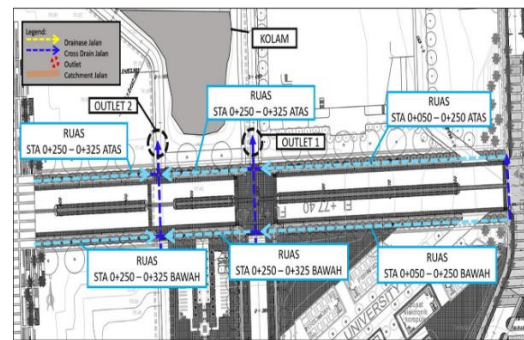
SALURAN	CA AREA	LUAS LAHAN	C
		(Ha)	
	Total	2.06	0.45

Ket : CA Total = Luas catchment Area (Ha)

CA = Koefisien run-off lahan

6. Kapasitas Saluran Rencana

Saluran direncanakan akan dipasang pada masing-masing sisi jalan seperti pada gambar di bawah.



Gambar 8 Arah Aliran pada Saluran Drainase Jalan

Adapun berikut ini adalah tabel hasil perhitungan analisis drainase jalan yang disesuaikan dengan pembagian sub-catchment area. Oleh karena dilakukan dalam dua skenario, yakni untuk kala ulang 2 tahun dan 25 tahun, maka berikut ini hasil masing-masing perhitungannya.

Tabel 20 Analisis Perhitungan Ulang Desain Drainase Jalan Trase I Kawasan Kampus UII Hujan Kala Ulang 2 Tahun

Saluran STA	Q data	b	h	m	A	n	R
0+050 - 0+250 atas	0.34	0.8	0.4	1	0.32	0.013	0.285
0+050 - 0+250 bawah	1.08	0.8	0.7	1	0.56	0.013	0.359
0+250 - 0+325	0.32	0.8	0.4	1	0.32	0.013	0.282

Saluran STA	Q data	b	h	m	A	n	R
0+325 atas							
0+250 - 0+325 bawah	0.71	0.8	0.6	1	0.48	0.013	0.342
0+325-0+405 atas	0.26	0.8	0.3	1	0.24	0.013	0.236
0+325 - 0+405 bawah	0.36	0.8	0.4	1	0.32	0.013	0.285

Tabel 21 Dimensi yang telah didapat untuk Hujan Kala Ulang 2 Tahun

S	Q paka i	KET	W	Dimensi	Tipe Trapesium
0.071	0.497	Aman	0.632	0.8 x 0.4	0.8 x 0.7
0.071	1.094	Aman	0.632	0.8 x 0.7	0.8 x 0.7
0.071	0.497	Aman	0.632	0.8 x 0.4	0.8 x 0.7
0.071	0.893	Aman	0.632	0.8 x 0.6	0.8 x 0.7
0.071	0.307	Aman	0.632	0.8 x 0.3	0.8 x 0.7
0.071	0.497	Aman	0.632	0.8 x 0.4	0.8 x 0.7

Tabel 22 Analisis Perhitungan Ulang Desain Drainase Jalan Trase I Kawasan Kampus UII Hujan Kala Ulang 25 Tahun

Saluran STA	Q data	b	h	m	A	n	R
0+050 - 0+250 atas	0.59	0.8	0.5	1	0.4	0.013	0.321
0+050 - 0+250 bawah	1.74	0.8	1	1	0.8	0.013	0.434
0+250 - 0+325 atas	0.53	0.8	0.6	1	0.48	0.013	0.374
0+250 - 0+325 bawah	1.15	0.8	0.8	1	0.64	0.013	0.393

Saluran STA	Q data	b	h	m	A	n	R
0+325-0+405 atas	0.45	0.8	0.4	1	0.32	0.013	0.285
0+325 - 0+405 bawah	0.58	0.8	0.5	1	0.4	0.013	0.321

Tabel 23 Dimensi yang telah didapat untuk Hujan Kala Ulang 25 Tahun

S	Q paka i	KET	W	Dimensi	Tipe Trapesium
0.071	0.698	Aman	0.632	0.8 x 0.5	0.8 x 1
0.071	1.888	Aman	0.632	0.8 x 1	0.8 x 1
0.071	0.976	Aman	0.632	0.8 x 0.6	0.8 x 1
0.071	1.367	Aman	0.632	0.8 x 0.8	0.8 x 1
0.071	0.497	Aman	0.632	0.8 x 0.4	0.8 x 1
0.071	0.698	Aman	0.632	0.8 x 0.5	0.8 x 1

Contoh perhitungan :

Ruas saluran STA

0+050 - 0+250 atas

$$\begin{aligned}
 \text{Tr 2 tahun} \quad Q (\text{ data }) &= 0.34 \text{ m}^3/\text{s} \\
 b &= 0.8 \text{ m} \\
 h &= 0.4 \text{ m} \\
 m &= 1 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A &= b \times h \\
 &= 0.8 \times 0.4 \\
 &= 0.32 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 n &= 0.013 \\
 R^{2/3} &= \left(\frac{A}{(b+2h)} \right)^{2/3} \\
 &= \left(\frac{0.32}{(0.8 + 0.4)} \right)^{2/3} \\
 &= 0.285 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$S = 1 : 5000$$

Sehingga,

$$Q = A \times \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

$$Q = 0.32 \times \frac{1}{0.013} \times 0.285 \times \left(\frac{1}{5000}\right)^{1/2}$$

$$Q = 0.497 \text{ m}^2/\text{s}$$

Dimana, $Q > Q$ data
(Aman!)

7. Rekapitulasi Desain Drainase

Berikut ini adalah tabel rekapitulasi desain drainase jalan masing-masing untuk hujan rencana kala ulang 2 dan 25 tahun.

HUJAN RENCANA KALA ULANG 2 TAHUN (Tr = 2 tahun)

Dari hasil Perhitungan analisa ulang untuk debitnya beda beda dan didapat dimensi yang bereda pula namun untuk ukuran tipe dimensi yang dipakai diambil yang terbesar dengan ukuran (B x H) = 0.8 x 0.7, untuk Tr 2 tahun.

HUJAN RENCANA KALA ULANG 25 TAHUN (Tr = 25 tahun)

Dari hasil Perhitungan analisa ulang untuk debitnya berbeda dan didapat dimensi yang berbeda pula namun untuk ukuran tipe dimensi trapesium yang dipakai diambil yang terbesar dengan ukuran (B x H) = 0.8 x 1, untuk Tr 25 tahun.

KESIMPULAN

Perhitungan tebal perkerasan dengan dua metoda ini masing-masing meninjau dengan parameter yang tidak sepenuhnya sama. Memberikan pilihan lebih kaya dan dapat disesuaikan dengan kondisi teknis proyek Untuk memilih cara mana yang paling efisien, belum langsung didapatkan karena harus dihitung biayanya terlebih dahulu baru bisa di bandingkan

Rancangan drainase dipilih dimensi yang terbesar dari kala ulang curah hujan 25 tahun sehingga dapat menampung debit air hujan terbesar pada wilayah rancangan perkerasan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Austroads Ltd. 2017. *Guide to Pavement Technology*. Australia: Austroads Ltd.
- [2] Austroads Ltd. 2012. *A Guide to the Structural Design of Road Pavements*. Australia: Austroads Ltd.
- [3] Austroads Ltd. 2004. *A Guide to the Structural Design of Road Pavements*. Australia: Austroads Ltd.
- [4] UU RI No 38 Tahun 2004 tentang Jalan
- [5] Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan. Jakarta : Pemerintah Republik Indonesia.
- [6] Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor:20/PRT/M/2010 Tentang Pedoman Pemanfaatan dan Penggunaan Bagian-Bagian Jalan
- [7] Undang-undang Nomor 2 Tahun 2022 Tentang Perubahan Kedua Atas Undang-undang Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan
- [8] Peraturan Pemerintah Nomor 30 Tahun 2021 Tentang Peraturan Penyelenggaraan Bidang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan. Jakarta : Pemerintah Republik Indonesia.
- [9] Kementerian Pekerjaan Umum. 2017. *Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2017*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- [10] Bina Marga. 2002. *Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Pt. T-01 2002-B*. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga. Jakarta.