

Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan *Logging* di Kabupaten Penajam, Kalimantan Timur

MOHAMMAD ALGI BRILIANTO, SILVIA SUKIRMAN, WELLY PRADIPTA

Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Bandung
E-mail: malgibrilianto@gmail.com

ABSTRAK

Perkerasan merupakan salah satu komponen prasarana pada kegiatan logging yang harus didesain agar dapat melayani lalu-lintas kendaraan berat. Metode Austroads 2006 dan Bina Marga 2017 merupakan panduan dalam perencanaan tebal perkerasan jalan logging. Studi kasus untuk penelitian ini dilakukan di Kabupaten Penajam, Kalimantan Timur. Berdasarkan data yang diperoleh dari konsultan perencana, nilai CBR pada ruas jalan rencana dibagi menjadi empat segmen dengan nilai CBR pada segmen 1 = 3%, segmen 2 = 9%, segmen 3 = 29% dan segmen 4 = 9%. Perencanaan dilakukan dengan umur rencana 10 tahun dan tingkat pertumbuhan 3%. Jenis perkerasan yang digunakan untuk kedua metode berupa batu pecah. Hasil perencanaan tebal perkerasan menggunakan metode Austroads 2006 untuk segmen 1 = 480 mm, segmen 2 = 320 mm, segmen 3 = 160 mm dan segmen 4 = 320 mm. Hasil perencanaan tebal perkerasan menggunakan metode Bina Marga 2017 untuk segmen 1 = 480 mm, segmen 2 = 260 mm, segmen 3 = 140 mm dan segmen 4 = 260 mm.

Kata kunci: perencanaan tebal perkerasan jalan logging

ABSTRACT

Pavement is one of the infrastructure components in logging activities that must be designed in order to serve heavy vehicle traffic. Austroads 2006 method and Bina Marga 2017 method is a guide to design the thickness of logging pavement. Case study for this research was conducted in Penajam District, East Kalimantan. Based on the data obtained from the planner consultant, the CBR value on the road plan is divided into four segments with CBR value in segment 1 = 3%, segment 2 = 9%, segment 3 = 29% and segment 4 = 9%. The planning is done with 10 years and 3% growth rate. Types of pavement used for both methods is granular. The results of pavement thickness planning using Austroads 2006 method for segment 1 = 480 mm, segment 2 = 320 mm, segment 3 = 160 mm and segment 4 = 320 mm. The results of pavement thickness planning using Bina Marga 2017 method for segment 1 = 480 mm, segment 2 = 260 mm, segment 3 = 140 mm and segment 4 = 260 mm.

Keywords: thickness design of pavement logging

1. PENDAHULUAN

Pembuatan jalan *logging* bertujuan untuk memudahkan kegiatan *logging* yang berguna untuk mengefisienkan waktu angkutan sumber daya hutan. Banyaknya kendaraan berat yang melintasi jalan tersebut mengakibatkan jalan tersebut cepat mengalami kerusakan. Agar jalan tersebut tidak cepat rusak dan mampu menahan beban dari kendaraan berat yang melintas maka dibuatlah perkerasan jalan *logging*. Perkerasan jalan *logging* berbeda dengan perkerasan jalan pada umumnya, perkerasan jalan *logging* tidak memerlukan lapis penutup. Susunan lapis perkerasan jalan *logging* terdiri dari lapis permukaan (*surface course*) berupa granular dan lapis tanah dasar (*subgrade*).

Salah satu referensi mengenai perencanaan tebal perkerasan jalan *logging* yang digunakan adalah *New Zealand Forest Road Engineering Manual* dan Bina Marga 2017. *New Zealand Forest Road Engineering Manual* merupakan panduan perencanaan tebal perkerasan jalan *logging* yang mengacu pada metode Austroads 2006.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merencanakan tebal lapis perkerasan jalan *logging* dengan menggunakan metode Austroads 2006 dan Bina Marga 2017 agar mendapatkan jalan *logging* yang aman dan nyaman sehingga memudahkan kegiatan *logging* pada lokasi tersebut.

Secara khusus, terdapat beberapa ruang lingkup dalam penelitian ini, yaitu:

1. Lokasi yang digunakan sebagai studi kasus dalam penelitian ini adalah di Kabupaten Penajam, Kalimantan Timur.
2. Jenis kendaraan *logging* yang digunakan diperoleh dari kegiatan *logging* sebelum dibangun perkerasan.
3. Berat total kendaraan dalam kondisi muatan penuh.
4. Tebal perkerasan yang didesain hanya tebal lapis permukaan.
5. Metode yang digunakan untuk menentukan tebal lapis permukaan adalah metode Austroads 2006 dan metode Bina Marga 2017.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam melakukan perencanaan tebal perkerasan jalan *logging* menggunakan metode Austroads 2006 dan metode Bina Marga 2017 terdapat beberapa hal yang perlu diketahui, yaitu:

1. Daya dukung tanah dasar

Parameter digunakan sebagai penunjuk mutu daya dukung tanah dasar dalam perencanaan perkerasan adalah nilai CBR (*California Bearing Ratio*). Nilai CBR yang didapat berdasarkan hasil pengujian tanah di laboratorium maupun di lapangan kemudian direkap dan dibagi segmentasi berdasarkan nilai CBR yang seragam dalam satu segmen Sukirman (2010). Dalam penentuan nilai CBR yang mewakili dalam satu segmen digunakan dua metode, yaitu metode analitis berdasarkan simpangan baku yang dapat dihitung menggunakan **Persamaan 1** dan metode *Japan Road Association* yang dapat dihitung menggunakan **Persamaan 2**.

$$CBR_{Segmen} = CBR_{rata-rata} - K * S \quad \dots(1)$$

dengan:

CBR_{Segmen} = CBR yang mewakili nilai CBR satu segmen (%),

$CBR_{rata-rata}$ = CBR rata-rata dalam satu segmen (%),
 S = nilai simpangan baku dalam satu segmen (%),
 K = konstanta yang ditentukan berdasarkan tingkat kepercayaan.

$$CBR_{Segmen} = CBR_{rata-rata} - \frac{CBR_{maks} - CBR_{min}}{R} \quad \dots(2)$$

dengan:

CBR_{Segmen} = CBR yang mewakili nilai CBR satu segmen (%),
 $CBR_{rata-rata}$ = CBR rata-rata dalam satu segmen (%),
 CBR_{maks} = CBR maksimum dalam satu segmen (%),
 CBR_{min} = CBR minimum dalam satu segmen (%),
 R = konstanta seperti pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Nilai R Untuk Menghitung CBR_{Segmen}

Jumlah Titik Pengamatan	Nilai R
2	1,41
3	1,91
4	2,24
5	2,48
6	2,67
7	2,89
8	2,96
9	3,08
10	3,18

(Sumber: Sukirman, 2010)

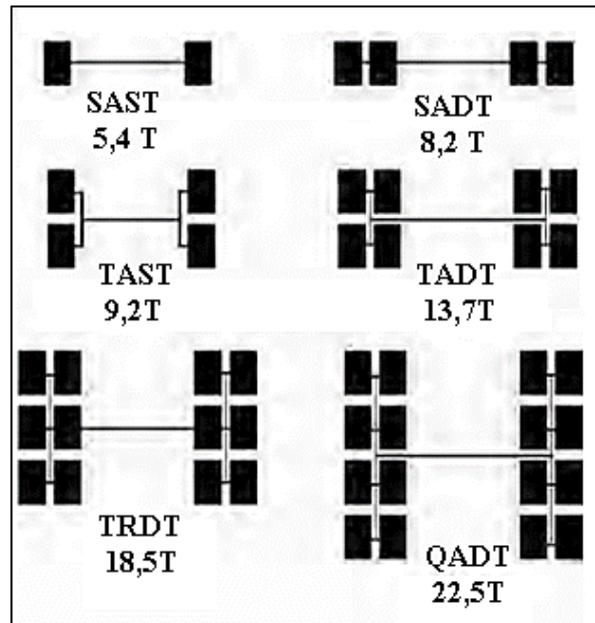
2. Beban Sumbu

Beban sumbu adalah jumlah tekanan roda dari satu sumbu kendaraan terhadap jalan. Beban tersebut selanjutnya didistribusikan ke fondasi jalan, bila daya dukung jalan tidak mampu menahan muatan sumbu maka jalan akan rusak, oleh karena itu ditetapkanlah beban sumbu terberat yang bisa melalui suatu kelas jalan tertentu. Semua jenis kendaraan dengan beban sumbu yang berbeda, diekivalenkan terhadap beban sumbu standar dengan menggunakan angka ekuivalen sumbu melalui jumlah repitisi beban lalu lintas (dalam satuan *ESA*) yang akan diperkirakan melintas dalam kurun waktu tertentu (McCallum, 2011).

Berbagai konfigurasi sumbu yang digunakan untuk kendaraan berat yang melintasi jalan hutan. Untuk melakukan desain perkerasan, konfigurasi ini perlu disederhanakan menjadi sebuah kelompok kecil berdasarkan beban sumbu standar. Berdasarkan Austroad 2006 dan Bina Marga 2017, dikelompokkan menjadi enam tipe yang ditunjukkan pada **Gambar 1**. Semua jenis sumbu kendaraan yang beroperasi selain beban standar harus dinyatakan dalam beban standar yang akan menyebabkan kerusakan yang sama. Konversi terhadap beban standar dilakukan dengan menggunakan **Persamaan 3 sampai Persamaan 8**.

3. Volume Lalu lintas

Volume lalu lintas didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang melewati satu titik pengamatan selama satu satuan waktu (hari, jam, atau menit). Lalu lintas harian rata-rata ialah volume lalu lintas rata-rata dalam satu hari Sukirman (2010). Dari lama waktu pengamatan untuk mendapatkan nilai lalu lintas harian rata-rata, dikenal dua jenis lalu lintas harian rata-rata, yaitu lalu lintas harian rata-rata tahunan (LHRT) yang dapat dihitung dengan **Persamaan 9** dan lalu lintas harian rata-rata (LHR) yang dapat dihitung dengan **Persamaan 10**.



Gambar 1. Konfigurasi beban sumbu kendaraan (Sumber: McCallum, 2011)

$$ESA_{SAST} = \left[\frac{\text{Beban Aktual Sumbu}}{5.4} \right]^4 \quad \dots(3)$$

$$ESA_{SADT} = \left[\frac{\text{Beban Aktual Sumbu}}{8.2} \right]^4 \quad \dots(4)$$

$$ESA_{TAST} = \left[\frac{\text{Beban Aktual Sumbu}}{9.2} \right]^4 \quad \dots(5)$$

$$ESA_{TADT} = \left[\frac{\text{Beban Aktual Sumbu}}{13.7} \right]^4 \quad \dots(6)$$

$$ESA_{TRDT} = \left[\frac{\text{Beban Aktual Sumbu}}{18.5} \right]^4 \quad \dots(7)$$

$$ESA_{QADT} = \left[\frac{\text{Beban Aktual Sumbu}}{22.5} \right]^4 \quad \dots(8)$$

$$LHRT = \frac{\text{Jumlah kendaraan dalam satu tahun}}{365} \quad \dots(9)$$

$$LHR = \frac{\text{Jumlah kendaraan selamat pengamatan}}{\text{jumlah hari pengamatan}} \quad \dots(10)$$

4. Faktor Umur Rencana atau *Growth Factor (GF)*

Faktor umur rencana adalah angka yang dipergunakan untuk menghitung repetisi lalu lintas selama umur rencana dari awal umur rencana Sukirman (2010). Persamaan untuk mendapatkan faktor umur rencana seperti **Persamaan 11** sebagai berikut:

$$GF = \frac{(1 + i)^n - 1}{i} \quad \dots(11)$$

dengan:

- GF = faktor umur rencana,
- i = persentase pertumbuhan lalu lintas (%),
- n = umur rencana (tahun).

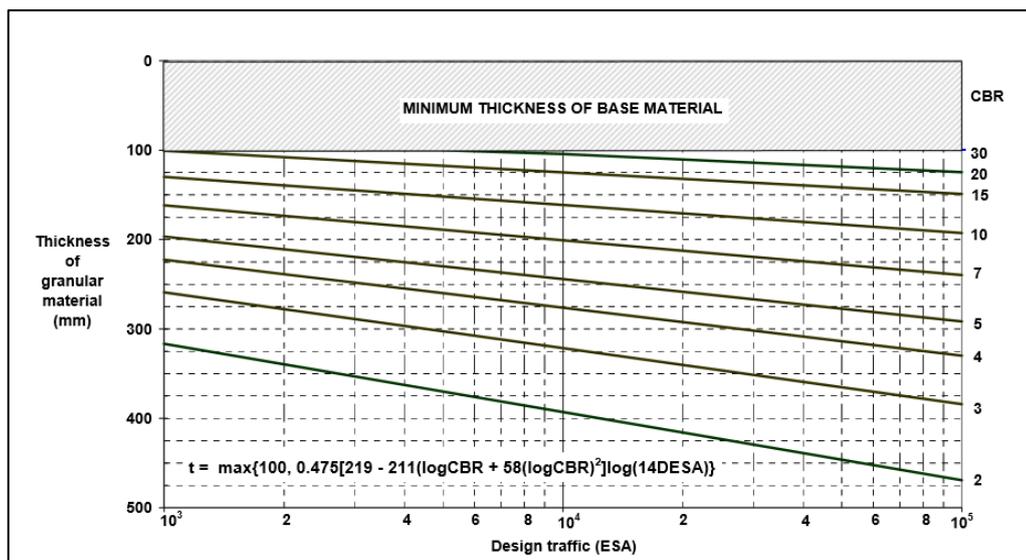
5. Perencanaan Tebal Perkerasan Metode Austroads 2006

Perencanaan tebal perkerasan jalan *logging* dengan menggunakan metode Austroads 2006 adalah dengan menggunakan grafik yang ditunjukkan pada **Gambar 2** dan **Gambar 3**, dimana parameter dari grafik tersebut adalah nilai CBR dan nilai *DESA*. Nilai *DESA* dapat dihitung dengan menggunakan **Persamaan 12** berikut.

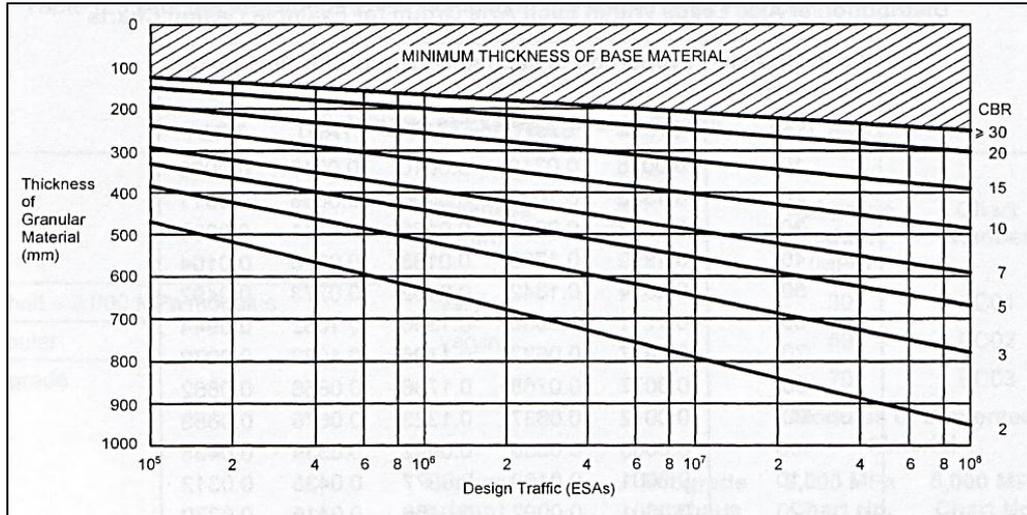
$$DESA = \sum V_i * ESA_i * 365 * GF \quad \dots(12)$$

dengan:

- V_i = LHR untuk setiap jenis kendaraan (kendaraan/hari/lajur),
- ESA_i = koreksi beban sumbu standar untuk setiap jenis kendaraan,
- GF = faktor umur rencana.



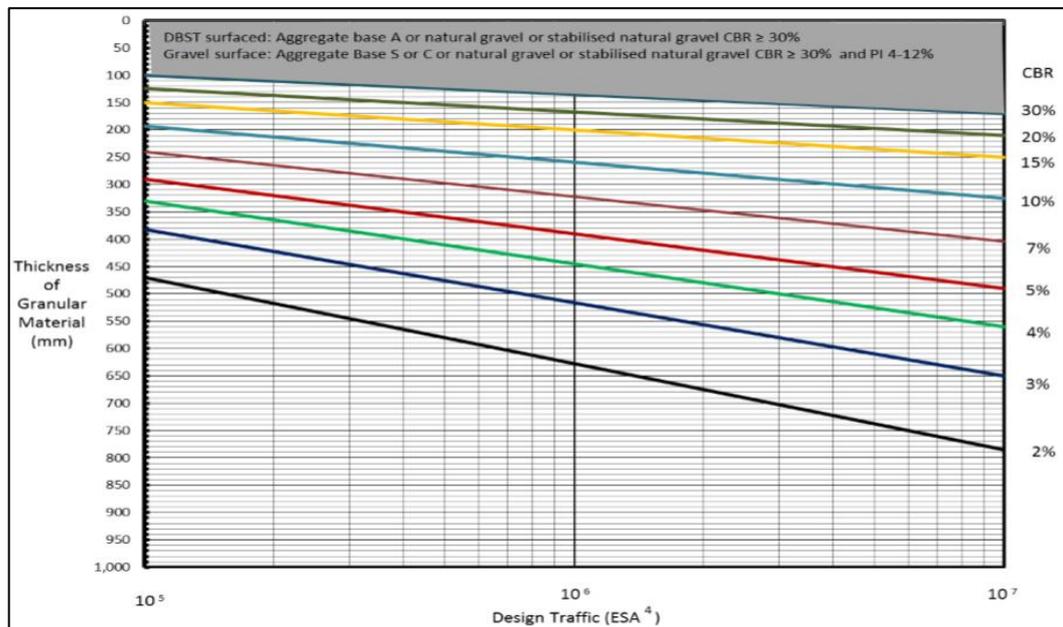
Gambar 2. Grafik untuk menentukan tebal perkerasan metode Austroads 2006 (Sumber: Austroads, 2006)



Gambar 3. Grafik untuk menentukan tebal perkerasan metode Austroads 2006 (Sumber: Austroads, 2006)

6. Perencanaan Tebal Perkerasan Metode Bina Marga 2017

Perencanaan tebal perkerasan jalan *logging* dengan menggunakan metode Bina Marga 2017 serupa dengan menggunakan metode Austroads 2006. Grafik yang digunakan pada metode ini ditunjukkan pada **Gambar 4**. Dimana parameter yang digunakan pada grafik tersebut adalah nilai CBR dan nilai *CESAL*. Nilai *CESAL* dapat dihitung dengan menggunakan **Persamaan 13** berikut.



Gambar 4. Grafik untuk menentukan tebal perkerasan metode Bina Marga 2017 (Sumber: Bina Marga, 2017)

$$CESAL = \sum LHR_i * ESA_i * 365 * DD * DL * GF$$

...(13)

dengan:

- LHR_i = volume lalu lintas untuk setiap jenis kendaraan (kendaraan/hari/lajur),
 ESA_i = koreksi beban sumbu standar untuk setiap jenis kendaraan,
 GF = faktor umur rencana,
 DD = faktor distribusi arah,
 DL = faktor distribusi lajur.

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dibagi menjadi 4 tahap, yaitu tahap persiapan, tahap pengumpulan data, tahap perencanaan dan tahap penarikan kesimpulan dan saran. Berikut ini penjelasan lebih lanjut tentang metode penelitian:

1. Tahap persiapan dimulai dari penentuan topik penelitian, pengumpulan studi pustaka, penentuan metode dan persiapan administrasi untuk pengumpulan data.
2. Tahap pengumpulan data berupa data sekunder yang didapat dari konsultan perencana yang terdiri dari data titik dan nilai CBR, data jenis dan berat kendaraan dan data volume lalu lintas.
3. Tahap perencanaan bertujuan untuk mendapatkan tebal lapis perkerasan yang dibutuhkan selama umur rencana menggunakan metode Austroads 2006 dan metode Bina Marga 2017.
4. Tahap penarikan kesimpulan dan saran berupa hasil akhir perencanaan tebal lapis perkerasan yang di dapat dari tahap perencanaan.

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Data perencanaan yang didapat berupa data sekunder yang didapatkan dari konsultan perencana untuk perencanaan tebal perkerasan jalan *logging*. Data ini terdiri dari:

1. Trase jalan rencana.
2. Nilai CBR seperti pada **Tabel 2**.
3. Lalu lintas harian rata-rata pada awal umur rencana = 35 kendaraan/hari/lajur.
4. Jenis dan berat kendaraan rencana yang digunakan adalah truk gandeng dengan kode kendaraan 1.22+22.22 seperti pada **Gambar 5**.
5. Umur rencana dan tingkat pertumbuhan berupa asumsi dengan umur rencana 10 tahun dan tingkat pertumbuhan 3%.

Tabel 2. Daya Dukung Tanah Dasar

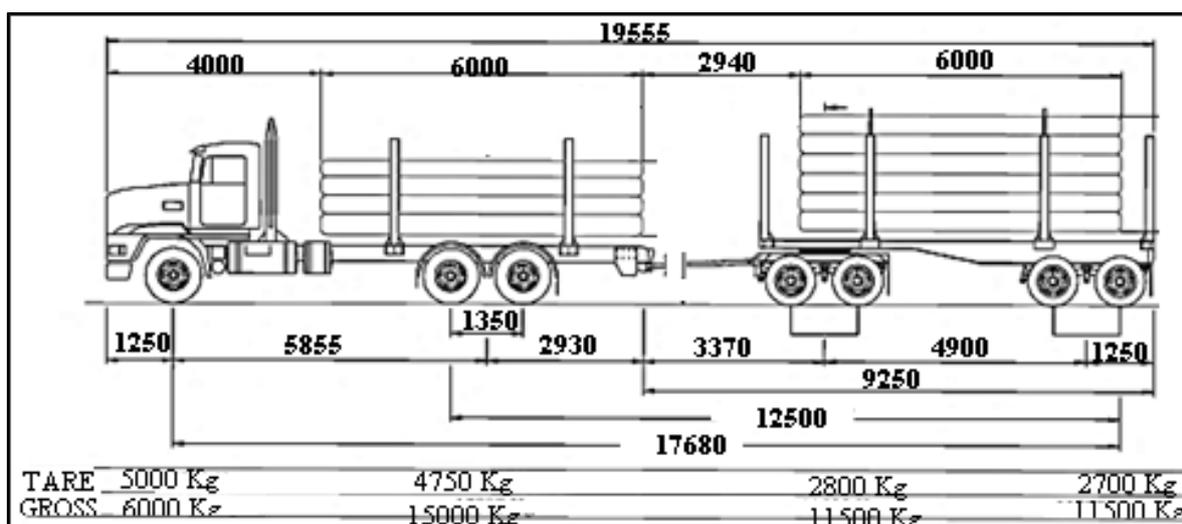
No.	CBR No.	CBR (%)
1	CBR-08	3,3
2	CBR-08A	3,3
3	CBR-09	9,3
4	CBR-09A	10,3
5	CBR-10	28,8
6	CBR-10A	28,6
7	CBR-11	8,5
8	CBR-11A	8,5
9	CBR-12	8,5
10	CBR-12A	9,0

4.1 Analisis Data

Dari data yang telah didapat dan diasumsikan agar data tersebut bisa diolah, maka data tersebut perlu diubah menjadi data yang dapat dibaca pada grafik untuk menentukan tebal lapis permukaan berdasarkan metode Austroads 2006 dan Bina Marga 2017. Berikut tahapan analisis data yang perlu dilakukan.

1. Daya Dukung Tanah Dasar

Pada **Tabel 2** terdapat 10 lokasi CBR dengan nilai yang berbeda-beda, agar tebal lapisan yang direncanakan mendapatkan hasil yang efisien maka dilakukan pembagian segmen berdasarkan kesamaan nilai CBR dalam satu segmen. Pada **Tabel 3** ditunjukkan nilai CBR hasil perbaikan dan pembagian segmentasi pada lokasi perencanaan.



Gambar 5. Berat sumbu kendaraan kegiatan logging

Setelah pembagian segmen maka dilakukan perhitungan $CBR_{segment}$ dengan menggunakan **Persamaan 1** dan **Persamaan 2**, dari kedua hasil tersebut dipilih nilai terkecil untuk dipilih sebagai nilai $CBR_{segment}$ seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 4**.

Tabel 3. Nilai CBR dan Segmentasi Ruas Jalan Rencana

No.	CBR No.	CBR (%)	Segmen	Sta	
				Awal	Akhir
1	CBR-08	3,3	1	0 + 900	1 + 200
2	CBR-08A	3,3			
3	CBR-09	9,3	2	1 + 200	1 + 500
4	CBR-09A	10,3			
5	CBR-10	28,8	3	1 + 500	1 + 900
6	CBR-10A	28,6			
7	CBR-11	8,5	4	1 + 900	2 + 600
8	CBR-11A	8,5			
9	CBR-12	8,5			
10	CBR-12A	9,0			

2. Menghitung Faktor Umur Rencana

Untuk menghitung faktor umur rencana digunakan **Persamaan 11**. Dari perhitungan menggunakan **Persamaan 11** didapat hasil $GF = 11,464$

3. Menghitung Faktor *ESA*

Untuk menghitung faktor *ESA* dipergunakan **Persamaan 3** sampai dengan **Persamaan 8** tergantung pada setiap jenis sumbu kendaraan, berikut adalah beban dan konfigurasi sumbu kendaraan yang digunakan pada jalan *logging*. Beban aktual sumbu dapat dilihat pada **Gambar 5**. Dari hasil perhitungan didapat faktor *ESA* sebagai berikut.

Sumbu 1	= 1,5242
Sumbu 2	= 1,4371
Sumbu 3	= 0,4965
Sumbu 4	= 0,4965
Total faktor <i>ESA</i>	= 3,9542

Tabel 4. Hasil Perhitungan CBR_{Segmen}

Segmen	1	2	3	4	
Banyak Data Dalam Satu Segmen	2	2	2	4	
CBR_{maks} (%)	6,0	10,3	28,8	9,0	
CBR_{min} (%)	6,0	9,3	28,6	8,5	
$CBR_{rata-rata}$ (%)	6,0	9,8	28,7	8,7	
Standar Deviasi	0,0	0,7	0,1	0,3	
<i>K</i>	1	1	1	1	
<i>R</i>	1,41	1,41	1,41	2,24	
CBR_{Segmen}	Metode Analitis (%)	6,0	9,12	28,59	8,39
	Metode Japan (%)	6,0	9,12	28,59	8,41
CBR_{Segmen} (%)	6,0	9,0	29,0	9,0	

4.2 Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan *Logging* Metode Austroads 2006

Perencanaan tebal perkerasan jalan *logging* dengan menggunakan metode Austroads 2006 diperlukan beberapa tahapan, yaitu:

1. Menghitung Repetisi Beban Lalu lintas (*DESA*)

Nilai *DESA* didapatkan dengan memperhitungan faktor umur rencana, faktor *ESA* dan volume lalu lintas yang kemudian dapat dihitung menggunakan **Persamaan 12**. Dari perhitungan menggunakan **Persamaan 12** didapatkan nilai $DESA = 579.099,81$ LSS/Umur Rencana/Lajur Rencana

2. Menentukan Tebal Lapis Perkerasan

Menentukan tebal lapis pekerasan dengan metode Austroads 2006, diperlukan data seperti nilai *DESA* dan nilai CBR_{Segmen} . Data tersebut selanjutnya dimasukkan kedalam grafik pada **Gambar 3** karena semua nilai *DESA* yang diperoleh lebih dari 10^5 . **Tabel 5** menunjukkan hasil tebal perkerasan yang dibutuhkan selama umur rencana.

Tabel 5. Hasil Tebal Perkerasan yang Dibutuhkan

Tebal Lapis Perkerasan (mm)				
Segmen	1	2	3	4
Tebal Total	480	320	160	320
Lapis Fondasi	300	140		140
Lapis Permukaan	180	180	160	180

4.3 Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan *Logging* Metode Bina Marga 2017

Perencanaan tebal perkerasan jalan *logging* dengan menggunakan metode Austroads 2006 diperlukan beberapa tahapan, yaitu:

1. Menghitung Repetisi Beban Lalu lintas (*CESAL*)

Nilai *CESAL* didapatkan dengan memperhitungan faktor umur rencana, faktor *ESA*, volume lalu lintas, faktor distribusi arah dan faktor distribusi lajur yang kemudian dapat dihitung menggunakan **Persamaan 13**. Dari perhitungan menggunakan **Persamaan 13** didapatkan nilai *CESAL* = 579.099,81 LSS/Umur Rencana/Lajur Rencana.

2. Menentukan Tebal Lapis Perkerasan

Menentukan tebal lapis perkerasan dengan metode Bina Marga 2017, diperlukan data seperti nilai *CESAL* dan nilai *CBR_{Segmen}*. Data tersebut selanjutnya dimasukkan kedalam grafik pada **Gambar 4. Tabel 6** menunjukkan hasil tebal perkerasan yang dibutuhkan selama umur rencana.

Tabel 6. Hasil Tebal Perkerasan yang Dibutuhkan

Tebal Lapis Perkerasan (mm)				
Segmen	1	2	3	4
Tebal Total	480	260	140	260
Lapis Fondasi	350	130		130
Lapis Permukaan	130	130	140	130

4.4 Pembahasan

Dari perhitungan yang telah dilakukan dapat dilihat hasil tebal perkerasan yang perkerasan yang dihasilkan metode Bina Marga 2017 lebih rendah dibandingkan dengan metode Austroads 2006. Tebal setiap lapisan yang dihasilkan untuk masing-masing metode pun berbeda karena jenis material yang digunakan sebagai lapis permukaan dan lapis fondasi untuk metode Austroads 2006 dan metode Bina Marga 2017 berbeda.

Jenis material yang digunakan pada metode Austroads 2006 adalah batu pecah dengan ukuran butir maksimum 14 mm untuk lapis permukaan yang memiliki nilai CBR 40% dan batu pecah dengan ukuran butir maksimum 10 mm untuk lapis fondasi yang memiliki nilai CBR 20%. Sedangkan jenis material yang digunakan pada metode Bina Marga 2017 adalah lapis fondasi agregat kelas A, kelas B dan kelas S dengan nilai CBR 50% untuk lapis permukaan dan sitru/pitrun dengan nilai CBR 30% sebagai lapis fondasi.

5. KESIMPULAN

Dari hasil perencanaan tebal perkerasan jalan *logging* menggunakan metode Austroads 2006 dan metode Bina Marga 2017, dapat diambil kesimpulan berupa:

1. Jenis perkerasan yang direncanakan berupa perkerasan tanpa lapis penutup beraspal dengan 2 lapis perkerasan.
2. Jenis material yang digunakan pada lapis permukaan dan lapis fondasi berbeda untuk kedua metode.
3. Segmen 3 tidak memerlukan lapis fondasi baik untuk metode Austroads 2006 maupun metode Bina Marga 2017 karena nilai CBR tanah dasar yang sudah relatif besar yaitu 29%.

4. Lapis permukaan untuk metode Austroads 2006 menggunakan batu pecah yang memiliki ukuran butir maksimum 14 mm dengan tebal untuk segmen 1,2 dan 4 adalah 180 mm dan segmen 3 adalah 160 mm.
5. Lapis permukaan untuk metode Bina Marga 2017 menggunakan lapis fondasi agregat kelas S dengan tebal untuk segmen 1,2 dan 4 adalah 130 mm dan segmen 3 adalah 140 mm.
6. Lapis fondasi untuk metode Austroads 2006 menggunakan batu pecah yang memiliki ukuran butir maksimum 10 mm dengan tebal untuk segmen 1 adalah 300 mm, segmen 2 dan segmen 4 adalah 140 mm.
7. Lapis fondasi untuk metode Bina Marga 2017 menggunakan sitru/pitrun dengan tebal untuk segmen 1 adalah 350 mm, segmen 2 dan segmen 4 adalah 130 mm.

DAFTAR RUJUKAN

- Austroads. (2006). *AP-T36/06 Pavement Design for Light Traffic: A Supplement to Austroads Pavement Design Guide*. Sydney: Austroads Inc.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2017). *Manual Perkerasan Jalan Revisi Juni 2017 Nomor 04/SE/Db/2017*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- McCallum, B. (2011). *New Zealand Forest Road Engineering Manual*. Wellington: Forest Owner Association.
- Sukirman, S. (2010). *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur*. Bandung: NOVA.