

## PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN LENTUR JALAN TAMIANG BY PASS

### PLANNING OF TAMIANG ROAD FLEXIBLE PAVEMENT BY PASS

**Rajib Muammar<sup>1)</sup>, Iqbal<sup>2)</sup>, Firdasari<sup>3)</sup>**

*Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sains Cut Nyak Dhien, Jl Perumnas No. 45, Paya Bujok  
Seulemak Kecamatan Langsa Baro Kota Langsa<sup>1)2)</sup>*

*Program Studi Teknik Sipil, Universitas Samudra, Jl, Meurandeh Langsa Lama Kota Langsa<sup>3)</sup>  
email: [rajib\\_muammar@yahoo.com](mailto:rajib_muammar@yahoo.com)<sup>1)</sup>, [iqbal.sstmi@gmail.com](mailto:iqbal.sstmi@gmail.com)<sup>2)</sup>, [firdaatiby@gmail.com](mailto:firdaatiby@gmail.com)<sup>3)</sup>*

(Received : September 2021 / Revised : Oktober 2021 / Accepted : Oktober 2021)

#### Abstrak

Persyaratan suatu jalan dapat menyediakan lapisan permukaan yang selalu rata, konstruksi yang kuat sehingga dapat menjamin kenyamanan dan keamanan untuk pelayanan (umur jalan) yang cukup lama dan memerlukan pemeliharaan sekecil-kecilnya dalam berbagai keadaan. Pertumbuhan penduduk yang semakin bertambah, dan keadaan ruas jalan lama yang sudah rusak, oleh karena itu kebutuhan prasarana transportasi darat akan mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya jumlah kendaraan setiap tahun di Kabupaten Aceh Tamiang. Keadaan tersebut menjadikan alasan bahwa perlunya metode yang tepat dan efisien dalam perencanaan jalan agar diperoleh hasil yang terbaik serta memenuhi unsur keselamatan dalam penggunaan jalan, sehingga perlu untuk merencanakan tebal perkerasan lentur pada jalan Tamiang By Pass dengan panjang 5 km dengan menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2013 dan 2017 serta membandingkan kedua metode tersebut. Hasil perencanaan tebal perkerasan berdasarkan Manual Desain Perkerasan 2013 didapatkan tebal lapisan perkerasan berdasarkan Alternatif Bagan Desain 3A kolom FF9 yaitu AC-WC = 4 cm, AC-BC = 6 cm, AC-Base = 24,5 cm, LPA Kelas A = 15 cm, LPA Kelas B = 15 cm, Timbunan Pilihan = 35 cm, dan CBR tanah dasar = 2,386 %. Hasil perencanaan tebal perkerasan berdasarkan Manual Desain Perkerasan 2017 didapatkan tebal lapisan perkerasan berdasarkan Bagan Desain 3B kolom FF7 yaitu AC-WC = 4 cm, AC-BC = 6 cm, AC-Base = 18 cm, LPA Kelas A = 15 cm, LPA Kelas B = 15 cm, Timbunan Pilihan = 35 cm, dan CBR tanah dasar = 2,399 %. Dari kedua metode tersebut dibandingkan sehingga dihasilkan masing-masing manual untuk desain perkerasan lentur.

Kata kunci: ketebalan, perkerasan, desain, Manual Desain Perkerasan

#### Abstract

The requirements of a road can provide a surface layer that is always flat, strong construction so as to ensure comfort and safety for service (road life) which is quite long and requires minimal maintenance in various circumstances. The increasing population growth, and the condition of the old roads that have been damaged, therefore the need for land transportation infrastructure will increase along with the increasing number of vehicles every year in Aceh Tamiang District. This situation makes the reason that the need for an appropriate and efficient method in road planning in order to obtain the best results and meet the elements of safety in road use, so it is necessary to plan the thickness of flexible pavement on the Tamiang By Pass road with a length of 5 km using the 2013 and 2017 Road Pavement Design Manual Method and compare the two methods. The results of pavement thickness planning based on the 2013 Road Pavement Design Manual Method, obtained pavement layer thickness based on Alternative Design Chart 3A column FF9, namely AC-WC = 4 cm, AC-BC = 6 cm, AC-Base = 24.5 cm, LPA Class A = 15 cm, Class B LPA = 15 cm, Selected Embankment = 35 cm, and CBR of subgrade = 2.386%. The results of the pavement thickness planning based on the 2017 Road Pavement Design

Manual Method, obtained the thickness of the pavement layer based on the Design Chart 3B column FF7, namely AC-WC = 4 cm, AC-BC = 6 cm, AC-Base = 18 cm, LPA Class A = 15 cm, LPA Class B = 15 cm, Selected Embankment = 35 cm, and CBR of subgrade = 2,399 %. Of the two methods compared and reviewed so that each manual for flexible pavement design is produced.

Keywords: *thickness, pavement, design, Road Pavement Design Manual Method*

## 1. Latar Belakang

Jalan merupakan penghubung dari suatu titik ke titik lain atau dari suatu tempat ke tempat yang lain dan dari suatu kota ke kota lain. Dalam fungsinya sebagai penghubung sering kurang mendapatkan perawatan. Walaupun ada perawatan aspek keselamatan bagi pemakai jalan kurang diperhatikan, khususnya kasus-kasus di tikungan-tikungan dan tanjakan-tanjakan (Supiyono, 2018).

Mengingat pertumbuhan penduduk dan bertambahnya jumlah kendaraan tiap tahun akan mengakibatkan jalan yang sudah ada menjadi rusak, hal ini dikarenakan banyaknya lalu lintas yang melewati jalan tersebut sehingga jalan tersebut tidak mampu menahan beban kendaraan yang semakin bertambah.

Salah satu upaya pemerintah Kabupaten Aceh Tamiang untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan membangun ruas jalan baru yaitu jalan Tamiang *By Pass* dengan panjang kurang lebih 5 km, sehingga dapat memberikan pelayanan yang optimal kepada para masyarakat pengguna jalan. Dengan adanya ruas jalan baru maka diperlukan sebuah perencanaan untuk dapat merencanakan sebuah tebal perkerasan yang sesuai dengan peraturan yang ada sehingga dapat menahan beban lalu lintas yang ada di ruas jalan Tamiang *By Pass*.

Dari permasalahan tersebut diperlukan metode yang tepat dan efisien dalam perencanaan jalan agar diperoleh hasil yang terbaik serta memenuhi unsur keselamatan dalam penggunaan jalan, sehingga didapat tebal perkerasan lentur pada jalan Tamiang *By Pass* yang sesuai dengan Manual Desain Perkerasan Jalan. Pada penulisan ini akan membandingkan dengan menggunakan dua metode yaitu, Metode Manual Desain Perkerasan 2013 dan Manual Desain Perkerasan 2017. Berdasarkan latar belakang di atas maka penulis tertarik mengangkat masalah dengan judul: Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Tamiang *By Pass*.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan hasil perhitungan Tebal Perkerasan Lentur Lentur Jalan Tamiang *By Pass* dengan menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2013 dan 2017 serta membandingkan kedua metode tersebut.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2013

#### A. Umur Rencana

Umur rencana perkerasan baru dinyatakan pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru (UR).

| Jenis Perkerasan    | Elemen Perkerasan  | Umur Rencana (Tahun) |
|---------------------|--|----------------------|
| Perkerasan Lentur   | Lapisan Aspal dan Lapisan Berbutir   | 20                   |
|                     | Fondasi Jalan  | 40                   |
|                     | Semua perkerasan untuk daerah yang tidak mungkin pelapis ulang ( <i>overlay</i> ), seperti jalan <i>underpass</i> , jembatan, terowongan |                      |
|                     | <i>Cement Treated Base (CTB)</i>   |                      |
| Jalan tanpa penutup | Semua elemen (termasuk fondasi jalan)  | Minimum 10 Tahun     |

Sumber: (PUPR, 2013)

## B. Lalu Lintas

### 1. Analisis Volume Lalu Lintas

Beban yang dihitung dari volume lalu lintas pada tahun survei yang selanjutnya diproyeksikan kedepan sepanjang umur rencana. Volume tahun pertama adalah volume lalu lintas sepanjang tahun pertama setelah perkerasan diperkirakan selesai dibangun.

### 2. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Faktor pertumbuhan lalu lintas didasarkan pada data – data pertumbuhan historis atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang valid, bila tidak ada maka dapat menggunakan Tabel 2.

Tabel 2. Perkiraan Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (i)

|                          | 2011– 2020 | > 2021 – 2030 |
|--------------------------|------------|---------------|
| Arteri dan Perkotaan (%) | 5          | 4             |
| Kolektor Rural (%)       | 3,5        | 2,5           |
| Jalan Desa (%)           | 1          | 1             |

Sumber: (PUPR, 2013)

Pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dihitung dengan faktor pertumbuhan kumulatif (*Cumulative Growth Factor*)

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

Dengan

- R = faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif
- I = laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (%)
- UR = umur rencana (tahun)

3. Lalu Lintas pada Lajur Rencana

Faktor distribusi lajur digunakan untuk menyesuaikan beban kumulatif (ESA) pada jalan dengan dua lajur atau lebih dalam satu arah.. 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: (PUPR, 2013)

4. Perkiraan Faktor Ekuivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*)

Perhitungan beban lalu lintas yang akurat sangatlah penting. Beban lalu lintas tersebut diperoleh dari:

- Studi jembatan timbang atau timbang statis lainnya khusus untuk ruas jalan yang didesain,
- Studi jembatan timbang yang telah pernah dilakukan sebelumnya dan dianggap cukup representatif untuk ruas jalan yang didesain.

Beban sumbu standar kumulatif atau *Cumulatif Equivalent Single Axle Load* (CESA) merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama umur rencana yang ditentukan sebagai :

$$ESA = \sum_{jeniskendaraan} LHRT \times VDF \times \text{Faktor Distribusi} \dots\dots\dots(2)$$

$$CESA_4 = ESA \times 365 \times R \dots\dots\dots(3)$$

C. *Traffic Multiplier* (TM) – Lapisan Aspal

Nilai TM kelelahan lapisan aspal ( $TM_{Lapisan Aspal}$ ) untuk kondisi pembebanan yang berlebih di Indonesia adalah berkisar 1,8 – 2. Nilai ini berbeda-beda tergantung dari beban berlebih (*overloaded*) pada kendaraan niaga di dalam kelompok truk. Nilai CESA tertentu (pangkat 4) untuk perencanaan perkerasan lentur harus dikalikan dengan nilai *Traffic Multiplier* (TM) untuk mendapatkan nilai CESA<sub>5</sub>.

$$CESA_5 = TM \times CESA_4 \dots\dots\dots(4)$$

Dimana

$CESA_5 = \text{Cumulative Equivalent Standard Axle}$

$TM = \text{Traffic Multiplier}$

D. CBR dan Daya Dukung Tanah Dasar

Panjang rencana jalan harus dibagi dalam segmen-segmen yang seragam (homogen) yang mewakili pondasi jalan yang sama:

- Apabila data yang cukup valid tersedia (minimal 16 data pengujian per segmen yang dianggap seragam), rumus berikut dapat digunakan :

$$\text{CBR karakteristik} = \text{CBR rerata} - 1,3 \times \text{Standar Deviasi} \dots \dots \dots (5)$$

- Perbaikan tanah dasar dengan stabilisasi  
Termasuk dalam perbaikan tanah dasar adalah penggunaan material timbunan pilihan, stabilisasi kapur, atau stabilisasi semen

$$\text{CBR}_{\text{stabilisasi/150}}^{\text{lapis atas tanah dasar distabilisasi}} = \text{CBR}_{\text{tanah asli}} \times 2^{\wedge(\text{tebal tanah dasar})} \dots \dots \dots (6)$$

E. Desain Perkerasan

Desain dalam manual ini didasarkan pada nilai CESA pangkat 4 dan 5 yang sesuai. Karena itu sangat penting untuk menggunakan nilai CESA yang benar sebagai masukan dalam penggunaan desain.

- Pangkat 4 digunakan untuk bagan desain pelaburan tipis (Burda) dan perkerasan tanpa penutup,
- Pangkat 5 digunakan untuk perkerasan lentur,
- Desain perkerasan kaku membutuhkan jumlah kelompok sumbu kendaraan berat dan bukan nilai CESA,
- Nilai TM dibutuhkan untuk desain dengan CIRCLY.

2.2 Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017

Parameter – parameter untuk perencanaan tebal perkerasan lentur dengan menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan 2017 yang berbeda dan yang tidak terdapat dalam Metode Desain Perkerasan 2013 antara lain sebagai berikut:

A. Lalu Lintas

1. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Faktor pertumbuhan lalu lintas berdasarkan data–data pertumbuhan series (*historical growth data*) atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang berlaku. Jika tidak tersedia data maka Tabel 4 dapat digunakan (2015 – 2035).

Tabel 4. Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (i) (%)

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

Sumber: (PUPR, 2017)

## 2. Beban Sumbu Standar Kumulatif

Beban sumbu standar kumulatif atau *Cumulatif Equivalent Singel Axle Load* (CESAL) merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama umur rencana, yang ditentukan sebagai berikut:

Menggunakan VDF masing-masing kendaraan niaga

$$ESA_{TH-1} = (\sum LHR_{JK} \times VDF_{JK}) \times 365 \times DD \times DL \times R \dots\dots\dots(7)$$

Dimana

- $ESA_{TH-1}$  = Kumulatif lintasan sumbu standar ekivalen (*equivalent 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 (Tabel 4.4. dan Tabel 4.5. Manual Desain Perkerasan 2017)
- $DD$  = Faktor Distribusi Arah
- $DL$  = Faktor Distribusi Lajur
- $CESAL$  = Kumulatif beban sumbu standar ekivalen selama umur rencana
- $R$  = Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

## B. CBR Desain Tanah Dasar

Metode distribusi normal standar merupakan salah satu perhitungan CBR karakteristik, jika tersedia cukup data yang valid (minimum 10 titik data uji per segmen yang seragam) rumus berikut ini dapat digunakan:

$$CBR \text{ karakteristik} = CBR \text{ rata-rata} - f \times \text{Deviasi Standar} \dots\dots\dots(8)$$

- $f = 1,645$  (probabilitas 95%), untuk jalantol atau jalan bebas hambatan.
- $f = 1,282$  (probabilitas 90%), untuk jalan kolektor dan arteri.
- $f = 0,842$  (probabilitas 80%), untuk jalan lokal dan arteri.
- Koefisien Variasi (CV) maksimum dari data CBR adalah 25% - 30% .

## C. Desain Perkerasan

Desain tebal perkerasan didasarkan pada nilai ESA pangkat 4 dan pangkat 5 tergantung pada model kerusakan (*deteriotion model*) dan pendekatan desain yang digunakan. Gunakan nilai ESA yang sesuai sebagai input dalam proses perencanaan.

- Pangkat 4 digunakan pada desain perkerasan lentur berdasarkan Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Pt T-01-2002-B.
- Pangkat 5 digunakan untuk desain perkerasan lentur (kaitannya dengan faktor kelelahan aspal beton dalam desain pendekatan Mekanistik Empiris) termasuk perencanaan tebal overlay berdasarkan grafik lengkung lendutan (*curvature curve*) untuk kriteria retak lelah (*fatigue*).

## 2.3 Lokasi Penelitian

Penelitian ini di lakukan pada ruas jalan *Tamiang By Pass*, Kabupaten Aceh Tamiang secara astronomi berada pada  $4^{\circ}16'8.39''N$ ,  $98^{\circ} 1'46.83''E$ , dengan

panjang 5 km. Kondisi eksisting pada ruas jalan ini adalah pembukaan ruas jalan baru yang belum ada perkerasan dan merupakan jalan arteri yang nantinya menjadi jalan lingkaran sehingga dibutuhkan perencanaan tebal perkerasan lentur pada ruas jalan tersebut. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini



Gambar 1. Lokasi penelitian ruas jalan tamiang by pass

## 2.4 Metodologi Penelitian

Langkah awal dalam penelitian yaitu identifikasi masalah untuk mengetahui gambaran permasalahan yang ada di lokasi penelitian. Permasalahan yang dapat dirumuskan dalam penelitian ini adalah bagaimana merencanakan perkerasan lentur jalan Tamiang By Pass dengan menggunakan Manual Desain Perkerasan 2013 dan 2017. Selanjutnya dilakukan pengumpulan data, metode pengambilan data sangat penting dilakukan dalam perencanaan perkerasan jalan. Selain data sekunder, data primer juga sangat dibutuhkan dalam melakukan perhitungan perkerasan.

### 1. Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh dengan cara melakukan survei langsung di lapangan. Pengambilan data volume lalu lintas adalah dengan melakukan survei kendaraan yang melewati Jalan Medan – Banda Aceh selama 3 hari. Pengambilan data CBR dilakukan dengan alat DCP (Dynamic Cone Penetrometer) langsung di lapangan.

### 2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data pendukung data primer yang sudah ada yang diambil dari suatu instansi terkait, yaitu peta lokasi penelitian dan gambar jaringan jalan, dan lain – lain.

Data tersebut dianalisis dengan menggunakan metode Manual Desain Perkerasan 2013 dan 2017. Analisis data merupakan proses dimana mengolah data yang sudah dikumpulkan agar menjadi informasi yang dapat dipahami. Langkah akhir dari penelitian ini adalah menarik kesimpulan berdasarkan hasil pengolahan dan analisis data serta memberikan saran-saran yang menjadikan acuan pemerintah maupun pihak lain yang membutuhkan.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Hasil Penelitian

Setelah dilakukan pengumpulan data, baik itu survei langsung di lapangan (data primer) maupun pengambilan data-data pada instansi terkait (data sekunder) maka didapatkan hasil sebagai berikut:

#### A. Data Lalu Lintas harian Rata-rata

Data lalu lintas harian yang digunakan untuk perencanaan diperoleh dari survei lalu lintas pada jalan Medan – Aceh tahun 2020 adalah sebagai berikut:

Tabel 5. LHR tahun 2020

| Jenis Kendaraan                                  | Lintas Harian Rata-rata (2 arah) |
|--|----------------------------------|
| <b>Mobil penumpang dan kendaraan ringan lain</b> | 621                              |
| <b>5A (Bus Kecil)</b>                            | 177                              |
| <b>5B (Bus Besar)</b>                            | 105                              |
| <b>6B (Truk 2 sumbu)</b>                         | 296                              |
| <b>7A</b>  | 215                              |
| <b>7B</b>  | 51                               |

Digunakannya data lalu lintas pada jalan Medan – Banda Aceh dikarenakan jalan tersebut merupakan jalan arteri yang saat merupakan jalur utama yang menghubungkan antar kabupaten, dan ruas jalan Tamiang *By Pass* yang merupakan jalan arteri yang baru akan dibangun dan direncanakan akan dilintasi oleh seluruh kendaraan baik itu kendaraan ringan maupun kendaraan berat, karena jalan tersebut akan dijadikan jalur utama yang menghubungkan antar kabupaten sehingga diprediksi memiliki volume lalu lintas yang padat.

#### B. Data CBR

Data CBR ruas jalan Tamiang *By Pass* dapat dilihat dalam Tabel 6 di bawah ini.

Tabel 6. Data CBR jalan Tamiang *By Pass*

| No | STA   | CBR (%) |
|----|-------|---------|
| 1  | 0+000 | 2,91    |
| 2  | 0+500 | 4,14    |
| 3  | 1+000 | 4,98    |
| 4  | 1+500 | 3,37    |
| 5  | 2+000 | 4,12    |
| 6  | 2+500 | 5,21    |
| 7  | 3+000 | 3,15    |
| 8  | 3+500 | 5,98    |
| 9  | 4+000 | 3,61    |
| 10 | 4+500 | 4,34    |
| 11 | 5+000 | 4,28    |

Data CBR diperoleh dari hasil pengujian tanah dasar dengan menggunakan alat DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*) pada jarak setiap 500 m pada ruas jalan Tamiang *By Pass*, analisis data lapangan dilakukan dengan menggunakan nilai kumulatif tumbukan untuk mencapai kedalaman penetrasi tertentu.

### 3.2 Pembahasan Menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2013

#### A. CBR Tanah Dasar

Data CBR tanah dasar pada ruas jalan Tamiang *By Pass* terdapat dalam Tabel 6. tidak memenuhi persyaratan dengan CBR rata-rata yaitu sebesar 4,19% dan nilai koefisien variasi sebesar 22% dari standar deviasi/nilai CBR rerata.

$$\begin{aligned} \text{CBR karakteristik} &= \text{CBR rerata} - 1,3 \times \text{Standar Deviasi} \\ &= 4,19 - 1,3 \times 0,929 \\ &= 2,982 \% \end{aligned}$$

Untuk mendapatkan nilai CBR desain yaitu dengan mengalikan hasil dari bacaan atau CBR karakteristik dengan faktor penyesuaian musim

$$\begin{aligned} \text{CBR desain} &= \text{CBR karakteristik} \times \text{Faktor Penyesuaian Musim} \\ &= 2,982 \times 0,8 \\ &= 2,386 \% \end{aligned}$$

Nilai CBR yang digunakan untuk mendesain perkerasan sesuai Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2013 yaitu sebesar 2,386 %. Dikarenakan nilai CBR tidak memenuhi syarat, perlu dilakukan stabilisasi tanah dasar menggunakan timbunan pilihan dengan tebal 35 cm (Bagan Desain 2, Solusi Desain Pondasi Jalan Minimum).

#### B. Lalu Lintas

Pada ruas jalan Tamiang *By Pass* merupakan jalan baru yang masih direncanakan pembangunannya, yang nantinya merupakan jalan arteri yang menghubungkan antar kabupaten/kota dan akan dilintasi kendaraan berat. Sehingga survei LHR dilakukan di jalan Medan – B. Aceh yang merupakan jalan utama penghubung provinsi Aceh dengan Sumatra Utara.

Berikut hasil perhitungan ESA dan CESA untuk umur rencana 20 tahun pada Tabel 7:

Tabel 7. Perhitungan  $CESA_4$  Untuk Lapis Perkerasan UR 20 Tahun (2023-2043)

| Jenis Kendaraan                           | Umur Rencana (UR) | Pertumbuhan Lalu Lintas ( <i>i</i> ) | Volume      | VDF  | DL  | ESA             | Jumlah Hari Dalam Setahun | R                           | $CESA_4$              |
|---|-------------------|--------------------------------------|-------------|------|-----|-----------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 1   | 2                 | 3                                    | 4           | 5    | 6   | 7=4*5           | 8                         | 9=((1+3) <sup>2-1</sup> )/3 | 10=7*8*9              |
| Mobil penumpang dan kendaraan ringan lain | 20                | 0,04                                 | 621         |      | 0,8 | 0               | 365                       | 52,67                       | 0                     |
| 5A (Bus Kecil)                            | 20                | 0,04                                 | 177         | 0,2  | 0,8 | 35,2            | 365                       | 52,67                       | 676.719,96            |
| 5B (Bus Besar)                            | 20                | 0,04                                 | 105         | 1,0  | 0,8 | 106,0           | 365                       | 52,67                       | 2.037.849,87          |
| 6B (Truk 2 sumbu)                         | 20                | 0,04                                 | 296         | 1,7  | 0,8 | 503,2           | 365                       | 52,67                       | 9.674.019,36          |
| 7A  | 20                | 0,04                                 | 215         | 64,4 | 0,8 | 13.846,0        | 365                       | 52,67                       | 266.189.332,43        |
| 7B  | 20                | 0,04                                 | 51          | 90,4 | 0,8 | 4.610,4         | 365                       | 52,67                       | 88.634.934,15         |
| <b>Total</b>                              |                   |                                      | <b>1465</b> |      |     | <b>19.100,8</b> |                           |                             | <b>367.212.855,76</b> |

$CESA_4$  20 tahun = 367.212.855,76 (Desain Perkerasan)

Hasil Analisa data dengan menggunakan MDP 2013, dimana untuk mendapatkan nilai  $CESA_4$  pada umur rencana jalan 20 tahun dengan laju pertumbuhan lalu lintas (i) 0,04 % (tabel 2) dan volume lalu lintas, ditentukan parameter-parameternya yaitu, *Vehicle Damage Factor*, dan Distribusi Lajur berdasarkan nilai masing-masing yang terdapat tabel. Kemudian hitung nilai *Equivalent Standard Axle* dengan menggunakan persamaan 2. Nilai  $CESA_4$  dihitung dengan menggunakan persamaan 3, yang terlebih dahulu ditentukan nilai faktor pengali pertumbuhan lalu lintas (R).

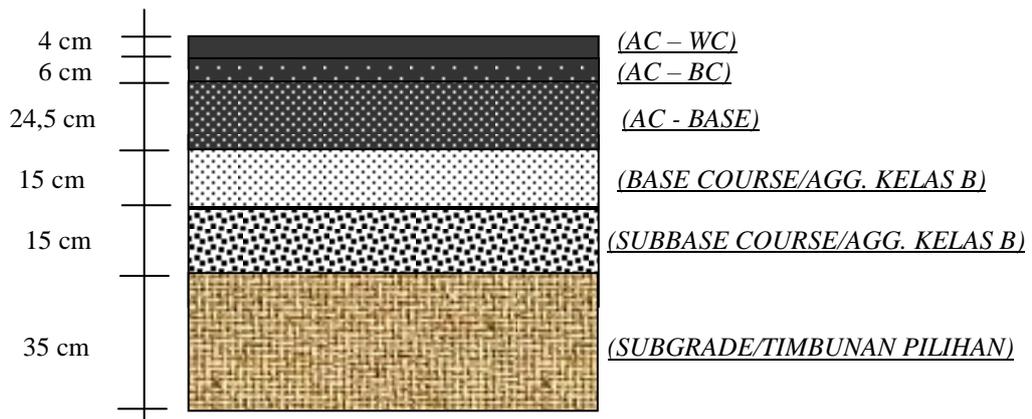
Nilai  $CESA_4$  kemudian dimasukkan kedalam persamaan (4) dengan nilai TM lapisan aspal = 1,9 agar mendapat nilai  $CESA_5$  yang akan digunakan untuk mendesain struktur perkerasan . Umur Rencana 20 Tahun Untuk Desain Lapis Perkerasan ;

$$CESA_5 = 367.212.855,76 \times 1,9 = 697.704.425,94$$

### C. Desain Perkerasan Jalan

Untuk desain tebal lapis perkerasan pada ruas jalan Tamiang *By Pass* digunakan Tabel 7 dengan lalu lintas sebesar 697.704.425,94 ( $CESA_5$ ) dan hasil desain terdapat pada Alternatif Bagan Desain 3A (Desain Perkerasan Lentur – Aspal dengan Lapis Pondasi Berbutir), kolom FF9.

Didapatkan susunan tebal lapis perkerasan seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Susunan tebal lapis perkerasan (bagan desain 3A)

## 3.3 Pembahasan Menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017

### A. CBR Tanah Dasar

Data CBR tanah dasar pada ruas jalan Tamiang *By Pass* yang terdapat dalam Tabel 6 tidak memenuhi syarat dengan mempunyai CBR rata-rata yaitu sebesar 4,19% dan nilai koefisien variasi sebesar 22% dari standar deviasi/nilai CBR rata-rata.

Selanjutnya digunakan persamaan (8) untuk menentukan CBR karakteristik agar di dapat nilai CBR keseragaman tanah dasar.

$$\begin{aligned} \text{CBR karakteristik} &= \text{CBR rata-rata} - f \times \text{Deviasi Standar} \\ &= 4,19 - 1,282 \times 0,929 \\ &= 2,999 \% \\ \text{CBR desain} &= \text{CBR karakteristik} \times \text{Faktor Penyesuaian Musim} \\ &= 2,999 \times 0,8 \\ &= 2,399 \% \end{aligned}$$

Nilai CBR yang digunakan untuk mendesain perkerasan sesuai Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 yaitu sebesar 2,399 %. Dikarenakan nilai CBR tidak memenuhi syarat, perlu dilakukan stabilisasi tanah dasar menggunakan timbunan pilihan dengan tebal 35 cm (Bagan Desain 2, Desain Pondasi Jalan Minimum).

## B. Lalu Lintas

Pada ruas jalan Tamiang *By Pass* merupakan jalan baru yang masih direncanakan pembangunannya, yang nantinya merupakan jalan arteri yang menghubungkan antar kabupaten/kota dan akan dilintasi kendaraan berat. Sehingga survei LHR dilakukan di jalan Medan – B. Aceh yang merupakan jalan utama penghubung provinsi Aceh dengan Sumatra Utara.

Tabel 8. Perhitungan  $CESA_5$  untuk lapis perkerasan UR 20 tahun (2023-2043)

| Jenis Kendaraan                           | Lintas Harian Rata-rata (2 arah) 2020 | LHR 2023 | LHR 2025 | VDF 5 Faktual | VDF 5 Normal | $ESA_5$ ('23-'25)    | $ESA_5$ ('25-'43)    |
|---|---------------------------------------|----------|----------|---------------|--------------|----------------------|----------------------|
| 1   | 2                                     | 3        | 4        | 5             | 6            | 7                    | 8                    |
| Mobil penumpang dan kendaraan ringan lain | 621                                   | 715,40   | 786,18   | -             | -            | -                    | -                    |
| 5A (Bus Kecil)                            | 177                                   | 204,91   | 224,08   | -             | -            | -                    | -                    |
| 5B (Bus Besar)                            | 105                                   | 120,96   | 132,93   | 1,0           | 1,0          | 90.434,16            | 1.343.499,15         |
| 6B (Truk 2 sumbu)                         | 296                                   | 341,00   | 374,73   | 7,4           | 4,6          | 1.886.542,61         | 17.421.985,19        |
| 7A  | 215                                   | 247,68   | 272,19   | 20,0          | 5,6          | 3.703.493,97         | 15.405.456,94        |
| 7B  | 51                                    | 58,75    | 64,57    | -             | -            | -                    | -                    |
| <b>Total</b>                              | <b>1465</b>                           |          |          |               |              | <b>5.680.470,74</b>  | <b>34.170.941,28</b> |
| <b><math>CESA_5</math> ('23-'43)</b>      |                                       |          |          |               |              | <b>39.851.412,01</b> |                      |

Laju pertumbuhan lalu lintas per tahun (i) 4,83 % (tabel 4). Data awal 2020; tahun pertama setelah pembukaan untuk lalu lintas di tahun 2023 (3 tahun setelah 2020); permulaan periode beban normal MST 12 ton tahun 2025 (5 tahun setelah 2020). Penentuan nilai parameter-parameter untuk mendapatkan nilai  $CESA_5$ ,  
 $LHR_{2023} = LHR \times (1+i)^3$   
 $LHR_{2025} = LHR \times (1+i)^5$

Nilai VDF5 faktual dan normal masing-masing didapatkan dari tabel 4.4 MDP 2017

Nilai  $ESA_5$  tahun 2023-2025 dan 2025-2043 dihitung dengan menggunakan persamaan 7, dimana untuk faktor pengali pertumbuhan lalu lintas (R) tahun 2023-2025 dan 2025-2043 dihitung dari formula

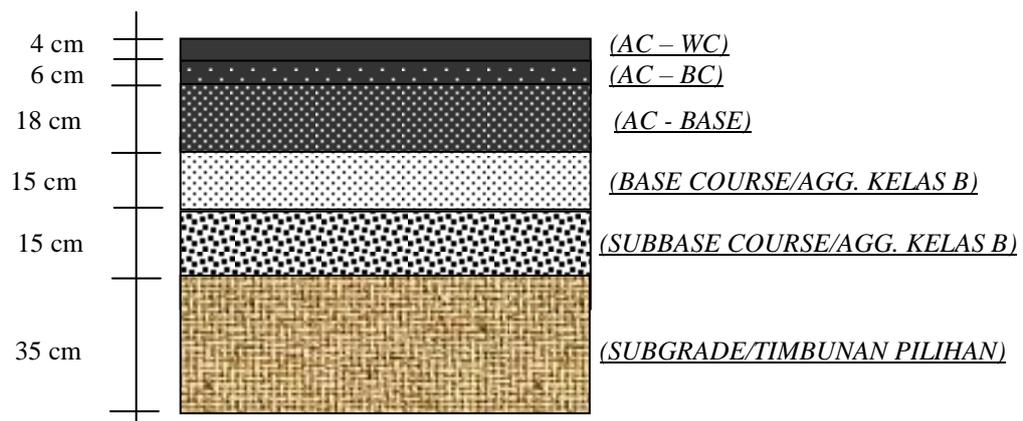
$$\begin{aligned} R (2023-2025) &= \frac{(1 + 0,01i)^{UR} - 1}{0,01i} \\ &= \frac{(1 + 0,01(4,83))^2 - 1}{0,01(4,83)} \\ &= 2,048 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R (2023-2043) &= \frac{(1 + 0,01i)^{UR} - 1}{0,01i} \\ &= \frac{(1 + 0,01(4,83))^{18} - 1}{0,01(4,83)} \\ &= 27,690 \end{aligned}$$

### C. Desain Perkerasan Jalan

Pemilihan struktur perkerasan dilakukan untuk menentukan jenis perkerasan yang tepat sesuai dengan kondisi umur rencana dan kondisi lalu lintas. Untuk desain tebal lapis perkerasan pada ruas jalan Tamiang *By Pass* dengan lalu lintas sebesar 39.851.412,01 CESA<sub>5</sub>.

Berdasarkan hasil desain Bagan 3B kolom FFF7 maka didapatkan susunan tebal lapis perkerasan seperti pada Gambar 4



Gambar 4. Susunan tebal lapis perkerasan (bagan desain 3B)

Perkerasan lentur jalan raya pada dasarnya adalah penentuan ketebalan bahan berlapis yang akan memberikan kekuatan dan perlindungan untuk tanah dasar, perkerasan yang dirancang untuk menghindari kerusakan langsung pada tanah dasar. Untuk memprediksi LHR pada perencanaan 20 tahun didapatkan hasil yang berbeda, hal ini dikarenakan dari kedua metode MDP 2013 dan MDP 2017 beberapa rumus dan langkah-langkah perhitungan yang digunakan ada yang berbeda. Berikut ini adalah perbandingan analisis perancangan perkerasan berdasarkan metode MDP 2013 dan MDP 2017 terdapat pada tabel 9.

Tabel 9. Perbandingan analisis perencanaan tebal perkerasan lentur berdasarkan metode MDP 2013 dan MDP 2017

| NO       | Metode MDP 2013   | Metode MDP 2017   |
|----------|---|---|
| <b>1</b> | <b>Penentuan CBR</b>  |   |
|          | CBR Karakteristik didapat dari CBR rerata - 1.3 x standar deviasi                                       | CBR karakteristik didapat dari CBR rerata - f x standar deviasi nilai f = 1,282 (probabilitas 90%) tergantung jenis jalan.  |
| <b>2</b> | <b>Perhitungan LHR</b>  |   |
|          | Data Survei LHR pada tahun 2020, analisis volume lalu lintas didasarkan hanya pada survei tahun pertama | Data awal survei tahun pertama 2020; tahun pertama setelah pembukaan untuk lalu lintas 2023 (3tahun setelah 2020) dihitung dengan cara LHR 2020 x $(1+0.0483)^3$ ; permulaan periode beban normal MST 12 ton tahun 2025 (5 tahun setelah 2020) dihitung dengan cara sama tetapi pangkatnya diubah menjadi pangkat 5 |
| <b>3</b> | <b>Perhitungan Beban Sumbu Standar Kumulatif</b>  |   |
|          | Rumus:  | Rumus:  |
|          | $ESA = (\sum LHR_{Jenis\ Kendaran} \times LHR \times VDF \times Faktor\ Distribusi)$                    | $ESA_{TH-1} = (\sum LHR_{JK} \times VDF_{JK}) \times 365 \times DD \times DL \times R$  |
| <b>4</b> | <b>Perhitungan CESA UR 20 tahun</b>   |   |
|          | $CESA_4 = ESA \times 365 \times R$  | $CESA_5 = ESA_5(2023-2025) + ESA_5(2025-2043)$  |
|          | Dalam tabel perhitungan $CESA_4$ (tabel 8), nilai VDF yang dimasukan hanya 1 yaitu nilai VDF pangkat 5  | Tabel perhitungan $CESA_5$ (tabel 7), nilai VDF yang dimasukan ada 2 nilai yaitu nilai $VDF_5$ beban faktual dan nilai $VDF_5$ normal   |
| <b>5</b> | <b>Traffic Multiplier (TM)</b>  |   |
|          | $CESA_5 = (TM \times CESA_4)$   | Untuk metode MDP 2017, Traffic  |

Multitier (TM) dihilangkan

Tabel 10. Tebal perkerasan lentur MDP 2013 dan MDP 2017

| Metode                                     | Umur Rencana | LHR CESA        | Tebal Perencanaan Lapisan Perkerasan |         |
|--|--------------|-----------------|--------------------------------------|---------|
| <b>Manual Desain Perkerasan Jalan 2013</b> | 20           | 697.704.425,944 | AC-WC                                | 4,0 cm  |
|  |              |                 | AC-BC                                | 6,0 cm  |
|  |              |                 | AC-BASE                              | 24,5 cm |
|  |              |                 | LPA Klas A                           | 15,0 cm |
|  |              |                 | LPA Klas B                           | 15,0 cm |
|  |              |                 | Timunan Pilihan                      | 35,0 cm |
| <b>Manual Desain Perkerasan Jalan 2017</b> | 20           | 39.851.412,01   | AC-WC                                | 4,0 cm  |
|  |              |                 | AC-BC                                | 6,0 cm  |
|  |              |                 | AC-BASE                              | 18,0 cm |
|  |              |                 | LPA Klas A                           | 15,0 cm |
|  |              |                 | LPA Klas B                           | 15,0 cm |
|  |              |                 | Timunan Pilihan                      | 35,0 cm |

#### 4. Kesimpulan dan Saran

##### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian untuk perencanaan tebal perkerasan lentur pada ruas jalan Tamiang *By Pass*, maka perbandingan dalam menggunakan dua metode, yaitu metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2013 dan Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 antara lain, hasil perencanaan tebal perkerasan berdasarkan Manual Desain Perkerasan 2013 didapatkan tebal lapisan perkerasan berdasarkan Alternatif Bagan Desain 3A (Desain Perkerasan Lentur – Aspal dengan Lapis Pondasi Berbutir), kolom FF9 yaitu AC-WC = 4 cm, AC-BC = 6 cm, AC-Base = 24,5 cm, LPA Kelas A = 15 cm, LPA Kelas B = 15 cm, Timbunan Pilihan = 35 cm, dan CBR tanah dasar = 2,386 %.

Hasil perencanaan tebal perkerasan berdasarkan Manual Desain Perkerasan 2017 didapatkan tebal lapisan perkerasan berdasarkan Bagan Desain 3B (Desain Perkerasan Lentur – Aspal dengan Lapis Pondasi Berbutir), kolom FF7 yaitu AC-WC = 4 cm, AC-BC = 6 cm, AC-Base = 18 cm, LPA Kelas A = 15 cm, LPA Kelas B = 15 cm, Timbunan Pilihan = 35 cm, dan CBR tanah dasar = 2,399 %.

Terdapat perbedaan cara perhitungan volume lalu lintas, pada MDP 2013 membandingkan volume lalu lintas didasarkan pada survei faktual, sedangkan

pada MDP 2017 volume lalu lintas selain didasarkan dari survei awal yang faktual selanjutnya diproyeksikan ke depan sepanjang umur rencana. Pada metode Manual Desain Perkerasan 2017 mengenai *Traffic Multiplier* dihilangkan karena penjelasan mengenai hal ini telah menjadi bagian dari uraian mengenai konsep desain mekanistik.

#### 4.2 Saran

Perencanaan perkerasan jalan baru sangat perlu mempertimbangkan hasil tebal perkerasan yang di dapat dengan faktor-faktor yang ada seperti pertumbuhan lalu lintas dan CBR tanah dasar harus dilakukan dengan sebaik mungkin sehingga hasil yang diperoleh dapat dipertanggung jawabkan, dan juga akan lebih baik apabila perencanaan tebal lapisan perkerasan jalan di kombinasikan dengan spesifikasi teknis yang dikeluarkan Direktorat Jendral Bina Marga.

#### Daftar Kepustakaan

- PUPR, M. (2013) 'SE No. 02/M/BM/2013 Tentang Penyampaian Manual Desain Perkerasan Jalan Revisi 2013 Di Lingkungan Direktorat Jenderal Bina Marga', *Journal of Visual Languages & Computing*, p. 187.
- PUPR, M. (2017) 'SE No. 04/SE/Db/2017 Tentang Penyampaian Manual Desain Perkerasan Jalan Revisi 2017 Di Lingkungan Direktorat Jenderal Bina Marga', *Journal of Visual Languages & Computing*, 11(1), pp. 1–234.
- Supiyono (2018) *Keselamatan Lalu Lintas Jalan Raya*. Malang: UPT Percetakan dan Penerbitan Polinema.