

**ANALISA TEBAL PERKERASAN LENTUR PEMBANGUNAN JALAN PERTIBI LAMA-SIOSAR KECAMATAN MEREK KABUPATEN KARO STA 0+000 S/D 2 + 000**

Oleh :

Meidifa Cindy Br Brahmana <sup>1)</sup>

David Silitonga <sup>2)</sup>

Semangat Debataraja <sup>3)</sup>

Yusuf Aulia Lubis <sup>4)</sup>

Universitas Darma Agung, Medan <sup>1,2,3,4)</sup>

Email :

[semangattuadebataraja@gmail.com](mailto:semangattuadebataraja@gmail.com) <sup>1)</sup>

[Cupteh@gmail.com](mailto:Cupteh@gmail.com) <sup>2)</sup>

[difabrahmana@gmail.com](mailto:difabrahmana@gmail.com) <sup>3)</sup>

[davidsilitonga24@gmail.com](mailto:davidsilitonga24@gmail.com) <sup>4)</sup>

**History Jurnal Ilmiah Teknik Sipil:**

Received : 25 September 2022

Revised : 10 Oktober 2022

Accepted : 23 Januari 2023

Published : 24 Februari 2023

**Publisher:** LPPM Universitas Darma Agung

**Licensed:** This work is licensed under

<http://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0>



**ABSTRACT**

*The road is a transportation that makes it easier for local residents to interact with the surrounding environment, both in the social, economic and cultural fields. One of the road sections is Jalan Pertibilama - Siosar. Therefore, the purpose of this road is to improve the function of the road system such as reducing congestion as a result of which it affects the economic sector and tourism. on this road will be planned for a road width of 4.50 meters, using asphalt pavement so that this uses the Bina Marga Component Analysis Method. As a result, the planner must produce a road according to the specifications applied so that the road is safe for use by motorists and is not damaged in a short time. based on the results of analysis and calculations, this road is included in the collector road. The pavement thickness for this road is the AC-WC layer of 5 cm, the Class A Aggregate Layer of 20 centimeters, and the Class B Aggregate Layer of 15 centimeters.*

**Keywords:** *Flexible Pavement, Road Pavement Manual*

**ABSTRAK**

Jalan ialah sarana transportasi yang memudahkan warga setempat buat berinteraksi menggunakan lingkungan sekitarnya, baik dalam bidang sosial, ekonomi, juga budaya. salah satu Ruas jalan adalah Jalan Pertibilama - Siosar.oleh karena itu Tujuan dibangun jalan ini yaitu buat buat menaikkan fungsi sistem jalan mirip pengurangan kemacetan sebagai akibatnya berpengaruh kepada sektor ekonomi dan juga pariwisata. pada jalan ini akan direncanakan lebar jalan 4,50 meter, menggunakan perkerasan aspal sehingga ini menggunakan Metode Analisa Komponen bina Marga. sebagai akibatnya perencana haruslah menghasilkan jalan sinkron dengan spesifikasi yg diterapkan sehingga jalan itu aman digunakan oleh pengendara serta tidak rusak dalam waktu cepat. berdasarkan hasil analisa dan perhitungan, maka jalan ini termasuk kedalam jalan kolektor. Tebal perkerasan buat jalan ini ialah lapisan AC-WC sebesar 5 cm, Lapisan Agregat Kelas A sebesar 20 centimeter, dan Lapisan Agregat Kelas B sebesar 15 centimeter.

## Kata kunci: Perkerasan Lentur, Manual Perkerasan Jalan

### I. PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar belakang

Pembangunan jalan sangat penting untuk diperhatikan, sebab hal ini merupakan salah satu sarana untuk kemajuan suatu wilayah. Jalan ialah prasarana - prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, diatas permukaan tanah atau dibawah permukaan tanah dan /atau air, dan diatas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, serta kabel (UU RI No. 38 Tahun 2004 wacana Jalan).

Perkerasan lentur ialah perkerasan yang memanfaatkan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul serta menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar yang telah dipadatkan. Perkerasan dengan bahan pengikat aspal yang sering dianggap campuran aspal panas atau hot mix. Pemakaian tipe perkerasan lentur tersebut semakin semakin tinggi seiring dengan meningkatnya pengembangan suatu wilayah.

Alasan pengambilan judul ini "Analisa Tebal Perkerasan Lentur Pembangunan Jalan Pertibi Lama-Siosar Kecamatan Merek Kabupaten Karo STA 0 + 000 S/D 2 + 000" hanya untuk mengetahui nilai / tebal lapis perkerasan yang sesuai dengan beban kendaraan yang akan melintasi jalan yang akan dibangun. Serta jalan agar tidak cepat rusak.

#### 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang akan ditinjau pada tugas akhir ini ialah :

1. Menghitung nilai tebal

perkerasan lentur dengan memakai metode Analisa Komponen Bina Marga untuk perkerasan jalan.

#### 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini dengan mempertimbangkan masalah pada perencanaan ini, maka dibutuhkan suatu batasan persoalan supaya penulis skripsi ini lebih terarah, maka ruang lingkup serta batasan masalah ditekankan di hal-hal berikut:

1. Perencanaan dan perhitungan untuk mencari tebal perkerasan lentur jalan dengan cara Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987.
2. Pembangunan Jalan Pertibi Lama-Siosar, Kecamatan Merek, Kabupaten Karo akan dibangun sepanjang 6 km, dengan demikian penulis membatasi penulisan skripsi ini tentang pembangunan terletak di STA 0 + 000 s/d 2 + 000.
3. Perhitungan Pembangunan Jalan di Pertibilama - Siosar, Kecamatan Merek, Kabupaten Karo dalam hal ini penulis membatasi sampai perkerasan lentur dan tidak mencantumkan Rancangan Anggaran Biaya dan Geometrik Jalan.

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian dari skripsi ini ialah:

1. mencari nilai dari tebal lapis perkerasan lentur (*flexible Pavement*) dengan menggunakan

Analisa Komponen Bina Marga.

2. Membandingkan hasil perencanaan sebelumnya dengan yang dilakukan dengan data data yang ada di proyek ataupun lapangan.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tinjauan Umum

Jalan artinya prasarana transportasi darat yang mencakup segala bagian jalan, merupaka bangunan bangunan pelengkap yang dimana perlengkapannya yang diperuntukan bagi lalu lintas, yang berada di permukaan tanah, di atas permukaan tanah, pada bawah permukaan tanah, di bawah permukaan tanah serta/atau air, dan pada atas permukaan air, kecuali jalan kereta barah, jalan lori dan juga jalan kabel (Undang-undang No. 38 Tahun 2004).

### 2.2 Jenis Konstruksi Perkerasan Jalan

Lapisan perkerasan jalan bertujuan untuk menerima beban beban lalu lintas yang mana menyebarkannya ke lapisan di bawahnya yaitu ke tanah dasar. Perkerasan terbagi pada 3 jenis, diantaranya:

#### 1. Perkerasan Lentur

yang diartikan menggunakan perkerasan lentur (*flexiblepavement*) ialah sebagai perkerasan yg umumnya memakai bahan campuran beraspal sebagai lapis bagian atas serta bahan berbutir sebagai lapisan dibawahnya. sebagai akibatnya lapisan perkerasan tersebut mempunyai fleksibilitas/ kelenturang yang dapat membangun kenyamanan kendaraan dalam melintas diatasnya.

#### 2. Perkerasan Kaku

Konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*) adalah perkerasan yang

menggunakan semen portland (*portland cement*) sebagai bahan pengikat,sehingga Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan diatas tanah dasar dengan atau tanpa lapisan pondasi bawah. Sehingga Beban beban yang berada di lapisan lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton (silvia,Sukirman,1999,hal:4)

#### 3. Campuran

Konstruksi perkerasan komposit (*compositepavement*),yaitu: perkerasan kaku (beton)yang mana yaitu menggabungkan ataupun mencampur dengan perkerasan lentur(aspal) sehingga didapat perkerasan lentur diatas perkerasan kaku, atau perkerasan kaku diatas perkerasan lentur. (silvia,Sukirman,1999,hal:4)

### 2.3 Bagian-bagian Jalan

Menurut Undang-Undang Tahun 2004 tentang jalan, bagian-bagian jalan meliputi:

#### a. Ruang Manfaat Jalan (Rumaja)

Ruang manfaat jalan (Rumaja) merupakan ruang sepanjang ruas jalan yang dibatasi oleh lebar, tinggi, dan kedalaman tertentu yang ditetapkan oleh penyelenggara jalan yang bersangkutan berdasarkan pedoman yang ditetapkan oleh Menteri. Rumaja meliputi badan jalan, saluran tepi, dan ambang pengamatan.

#### b. Ruang Milik Jalan (Rumija)

Ruang milik jalan (RUMIJA) merupakan ruangsepanjang jalan yang dibatasi oleh lebar, tinggi, serta kedalaman eksklusif. Rumijadiperuntukkan buat ruang manfaat untuk jalan, pelebaran

jalan, serta penambahan jalur kemudian lintas dimasa akan tiba serta kebutuhan ruangan yang buat pengamatan jalan. Rumija terdiri berasal ruang manfaat manfaat jalan dan sejalur tanah tertentu di luar ruang manfaat jalan.

c. Ruang Pengawasan Jalan (Ruwasja)

Ruang pengawasan jalan ialah ruang ruang tertentu di luar ruang milik jalan yang pemakaiannya terdapat dibawah pengawasan penyelenggara jalan. Ruwasja sehingga diperuntukkan bagi pandangan pengendara jalan dan pengamanan fungsi jalan .

**2.7 Kajian Lalu Lintas**

Dalam perencanaan jalan, lalu lintas harus di analisa berdasarkan atas:

- a. Nilai Hasil perhitungan volume volume lalu lintas dengan komposisi beban sumbu berdasarkan data dataterakhir dari pos-pos resmi setempat.
- b. Kemungkinan pengembangan lalu lintas dengan syarat dan potensi-potensi sosial ekonomi wilayah , serta wilayah-wilayah lainnya yang berpengaruh terhadap jalan yang direncanakan, atas pendugaan tingkat pertumbuhan lalu lintas dan sifat-sifat khususnya bisa dipertanggung jawabkan.

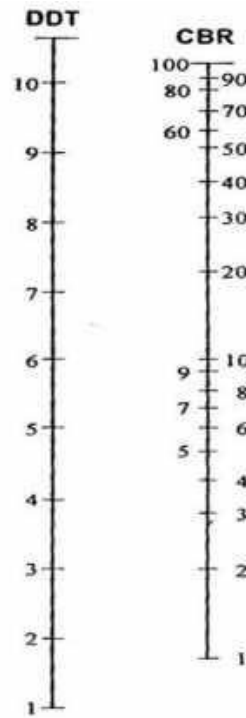
**2.6 Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan dengan Metode Bina Marga**

Adanya faktor yang mempengaruhi dalam perhitungan tebal lapis perkerasan lentur (*flexible pavement*) baik untuk jalan baru maupun jalan lama menggunakan metode analisa komponen No. 01/PD/B/1987. Dirjen bina Marga sehingga menetapkan ialah

koefisien distribusi arah kendaraan(c),angka ekivalen sumbu kendaraaan (E), Lintas Ekivalen, Daya Dukung (DDT), Faktor regional (FR), Indeks permukaan (IP), Indeks tebal perkerasan (ITp), dan koefisien kekuatan relative..

**2.8 Daya Dukung Tanah**

Daya dukung tanah dasar atau(DDT) ditetapkan berdasarkan nilai nilai grafik korelasi. Yang manad dengan harga CBR disini ialah harga CBR lapangan (proyek) atau CBR laboratorium.



Gambar 2.1 Grafik Kolerasi dan DDT dan CBR

**2.9 Koefisien Kekuatan Relatif (a)**

Koefisien kekuatan cukup (a) masing- bahan serta fungsinya merupakan ssebagai lapis permukaan, lapisan pondasi bawah,atau pondasi atas, dipengaruhi secara hubungan

sesuai nilai Marshall Test (buat bahan menggunakan aspal), kuat tekan (buat bahan yang distabilisasi dengan semen atau kapur), atau CBR

### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Lokasi Penelitian



Pembangunan Jalan Pertibi Lama-Siosar, Kecamatan Merek, Kabupaten Karo dengan (Sta 0 + 000 s/d Sta 2 + 000) panjangnya 2 km. Tujuan Metode penelitian pada Skripsi adalah untuk menganalisa perhitungan nilai tebal lapis perkerasan lentur (aspal) yang berada di proyek Pembangunan Jalan Pertibi Lama-Siosar, Kecamatan Merek, Kabupaten Karo.

#### 3.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang lengkap dan teori yang baik, akan mendapatkan hasil perencanaan yang baik. Cara mengumpulkan dan menyusun tugas akhir dapat dilakukan dengan menggunakan metode berikut:

- **Data Primer**  
Data primer ini ialah data data yg didapatkan atau diperoleh pribadi berasal survei lapangan. Data primer dipergunakan buat mengetahui situasi aktual di lapangan atau pada lapangan untuk proyek yan

g akan dilaksanakan.

Data primer mencakup kondisi lapangan serta bangunan pelengkap pelengkap yg diperoleh dari melalui lokasi penelitian.

- **Data Sekunder**  
Data sekunder ialah data yang bisa didapat dari berbagai instansi (lembaga) terkait, dan data sekunder terdapat :
  - **Data Lalu Lintas Harian Rata-rata**  
Data LHR merupakan data lalu lintas harian rata-rata yang mana akan digunakan penulis ataupun perencana untuk merencanakan tebal lapis perkerasan lentur.
  - **Data California Bearing Ratio (CBR)**  
Data ini diperlukan supaya mendapatkan nilai daya dukung tanah (DDT) yang akan digunakan akan dalam desain permukaan jalan.

### 4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

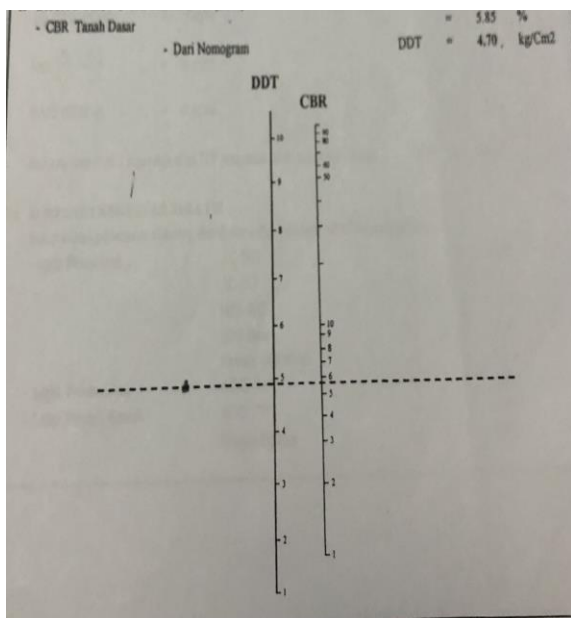
#### 4.1 Perencanaan Tebal Perkerasan Berdasarkan Metode Komponen Bina Marga

Desain perkerasan dibagi menjadi 2 ialah perkerasan lentur (perkerasan aspal) dan perkerasan kaku (perkerasan beton). Pada laporan tugas akhir ini seperti yang sudah disebutkan pada batasan masalah jenis perkerasan yang akan didesain yaitu perkerasan aspal dengan metode Bina Marga 1987. Berikut tahapan dalam perencanaan nilai tebal perkerasan dengan metode Analisa komponen.

#### 4.2 Data Lalu Lintas

1. Lebar Jalan Raya = 4,5 meter
2. Jumlah Lajur = 2
3. Umur Rencana Jalan = 10 Tahun
4. Laju Pertumbuhan Lalu Lintas = 6%
5. Koefisien Distribusi Kendaraan
  - Kendaraan Ringan = 0,50
  - Kendaraan Berat = 0,50
6. Perkerasan
  - Hotmix 0 cm Kondisi rata-rata = 60%
  - Agregat 0 cm Kondisi rata-rata = 90%
  - Lebar Permukaan = 3 m

### 4.3 Menentukan Tanah Dasar yang dimana didapatkan Nilai CBR Desain Segmen yaitu sebesar 5,85%



Gambar 4.1 Nilai Korelasi antara CBR Dan DDT

Kekuatan serta ketahanan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung di sifat sifat serta kekuatan daya dukung tanah dasar.terdapat beberapa cara dalam buat memilih tanah dasar,salah satu nya merupakan CBR yaitu mengukur nilai CBR Tanah yang bersangkutan,sehingga didapat korelasi antara DDT dan CBR.

### 4.4 Data Lalu Lintas Harian (LHR) tahun 2019

Tabel 4.1 merupakan salah satu Survei Data Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR) di Tahun 2019

No	Jenis Kendaraan	LHR
1.	Sepeda Motor	32
2.	Mikro truck, pick up, mobil hantaran	16
3.	Truck sedang 2 as	4
	<b>TOTAL LHR 2019</b>	<b>52</b>

1. Pertumbuhan lalu lintas yang di rencanakan oleh pihak perencanaan adalah 6% sesuai dengan direncanakan oleh pihak perencana yaitu dinas PU Bina Marga dan masih memenuhi persyaratan normal lalu lintas tahunan yaitu 5% - 10%.
2. Berdasarkan data yang diperoleh dari perencanaan, jalan di golongan dalam jalan kolektor.
3. Umur rencana adalah 10 tahun
4. Data CBR yang dipakai oleh penulis adalah data CBR yang di peroleh dari pelaksana proyek.

#### 4.5 Angka Ekuivalen (E) beban sumbu kendaraan

Angka ekuivalen (E) masing-masing terdapat di golongan beban sumbu (setiap kendaraan) dan dipengaruhi berdasarkan rumus daftar di bawah ini :

- $E_{Sumbu\ Tunggal} = \left( \frac{\text{beban 1 sumbu tunggal (kg)}}{8,160} \right)^4$

- $E_{Sumbu\ Ganda} = 0,086 \left( \frac{\text{beban 1 sumbu tunggal (kg)}}{8,160} \right)^4$

a) Micro Truck, Pick Up, (1.5+3)

$$E1 = \left( \frac{1,5}{8,16} \right)^4$$

$$= 0,001141$$

$$E2 = \left( \frac{3}{8,16} \right)^4$$

$$= 0,018269$$

$$E = E1+E2$$

$$= 0,001141+ 0,018269$$

$$= 0,01941$$

b) Truk Sedang 2 As ( 3+5 )

$$E1 = \left( \frac{3}{8,16} \right)^4$$

$$= 0,01827$$

$$E2 = \left( \frac{5}{8,16} \right)^4$$

$$= 0,14097$$

$$E = E1+E2$$

$$= 0,01827 + 0,14097$$

$$= 0,1592$$

#### 4.6 LHR Umur Rencana Jalan

No	Kendaraan	LHR awal tahun pelaksanaan $\times (1 + 1)^n$	Hasil
1.	Sepeda Motor	$32 \times (1 + 0,06)^1$	33,92
2.	Pick Up, micro truck, mobil hantaran	$16 \times (1 + 0,06)^1$	16,96
3.	Truck Sedang 2 as	$4 \times (1 + 0,06)^1$	4,24

#### 4.7 LHR pada Akhir Umur Rencana Jalan

No	Kendaraan	LHR awal tahun pelaksanaan $\times (1 + 1)^n$	Hasil
1.	Sepeda Motor	$32 \times (1 + 0,06)^{10}$	57,30
3.	Pick Up, micro truck, mobil hantaran	$16 \times (1 + 0,06)^{10}$	28,65
7.	Truck Sedang 2 as	$4 \times (1 + 0,06)^{10}$	7,16

#### 4.8 Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP)

No	Kendaraan	LHR awal tahun pelaksanaan $x (1 + 1)^n$	Hasil
1.	Sepeda Motor	33,92 x 0,5 x 0,000	0
2.	Pick Up, micro truck, mobil hantaran	16,96 x 0,5 x 0,01941	0,16459
3.	Truck Sedang 2 as	4,24 x 0,5 x 1,0648	0,33750
<b>TOTAL</b>			0,50209

#### 4.9 Lintas Ekuivalen Akhir (LEA)

No	Kendaraan	LHR awal tahun pelaksanaan $x (1 + 1)^n$	Hasil
1.	Sepeda Motor	57,30 x 0,5 x 0,000	0
2.	Pick Up, micro truck, mobil hantaran	28,65 x 0,5 x 0,0194	0,277
3.	Truck Sedang 2 as	7,16 x 0,5 x 0,1592	0,5699
<b>TOTAL</b>			0,8469

#### 4.10 Lintas Ekuivalen Tengah (LET)

Yaitu besarnya lintas ekuivalen rata-rata selama umur perencanaan.

$$LET = \frac{LEP + LEA}{2}$$

$$LET = \frac{0,50209 + 0,8469}{2}$$

$$LET = 0,6744$$

#### 4.11 Lintas Ekuivalen (LER)

Merupakan besarnya lintas ekuivalen rencana yang digunakan dalam perencanaan, sehingga menggunakan rumus :

$$LER = LET \times \frac{UR}{10}$$

$$LER = 0,6744 \times \frac{10}{10}$$

$$LER = 0,6744 \text{ kendaraan}$$

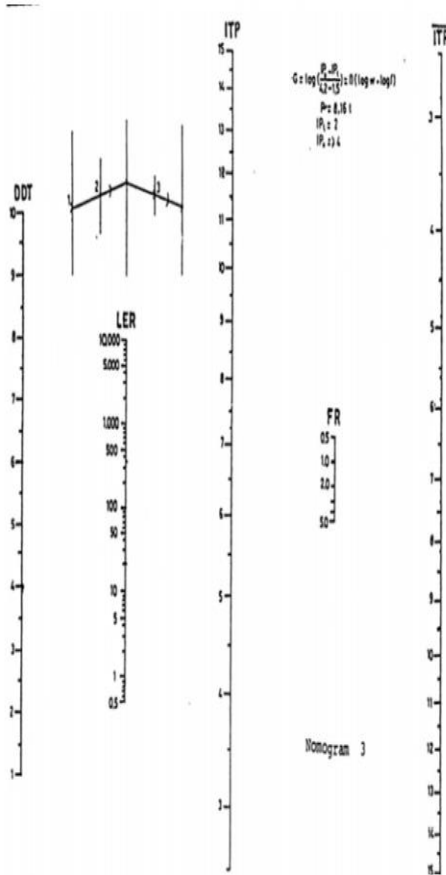
#### 4.12 Perhitungan Indeks Tebal Perkerasan

ITP sangat penting dalam mencari nilai tebal perkerasan sehingga Untuk mendapatkan hasil ITP dapat dilihat dari grafik nomogram ,sehingga data data yang mendukung relevan dapat dilihat sebagai berikut, IP, IPo, DDT, LER, dan FR.

Data yang di dapat:

IP <sub>t</sub>	: 2
FR	: 2,5
IPo	: 4
LER	: 0,6744
CBR	: 5.85 % (data proyek)
DDT	: 4.85 kg/Cm <sup>2</sup>





Maka diperoleh  $ITP_{rata-rata} = 3,1$

#### 4.13 Merencanakan Tebal Perkerasan

Material Yang digunakan:

- Lapis Permukaan (Surface Course)
  - MMS = 744
  - Laston d1 = 5 cm
  - A1 = 0,40
- Lapis Pondasi (Base Course)
  - CBR = 100%
  - Batu Pecah kelas A d2 = 20 cm
  - A2 = 0,14
- Lapisan Pondasi Bawah (Sub Base Course)
  - CBR = 50%
  - Sirtu Kelas B d3 = 15 cm
  - A3 = 0,12

$$ITP = (a1 \times d1) + (a2 \times d2) + (a3 \times d3)$$

$$3,1 = (0,40 \times 5) + (0,14 \times 20) + (0,12 \times d3)$$

$$3,1 = 4,8 + 0,12 \times d3$$

$$d3 = \frac{4,8 - 3,1}{0,12}$$

$$d3 = 15 \text{ cm}$$

- Batasan batasan Minimum untuk Lapisan Permukaan AC-WC = 5 cm
- Lapisan Pondasi 20 cm = Batu Pecah Stabilitas tanah dengan semen stabilitas tanah dengan Kapur
- Lapisan Pondasi Bawah Minimum = 15 cm

## 1. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 KESIMPULAN

Sehingga dari hasil analisa dan perhitungan, sebagai berikut:

1. Nilai untuk hasil perbandingan perhitungan tebal lapis perkerasan yaitu:
  - a. Perhitungan penulis dengan menggunakan metode Analisa Komponen Bina Marga 1987 adalah sebagai berikut:
    - Lapisan AC-WC : 5 cm
    - Lapisan AC-BC : 6 cm
    - Lapisan Agregat Kelas A : 20 cm
    - Lapisan Agregat Kelas B : 15 cm
  - b. Perhitungan dari data proyek yaitu:
    - Lapisan AC-WC : 4 cm
    - Lapisan AC-BC : 6 cm
    - Lapisan Pondasi kelas A : 20 cm
    - Lapisan Pondasi kelas B : 20 cm

Jadi, setelah melaksanakan tugas akhir

ataupun mengamati pelaksanaan pekerjaan pada proyek Pertibilama – Siosar di STA 0+000 sampai dengan STA 2+000, maka penyusun mengambil hasil bahwasannya antara penulis dengan perencana didapat perbedaan dan perencanaan tebal lapis dilaksanakan dengan prosedur pembuatan flexible pavement pada proyek Pertibilama – Siosar terkontrol dengan baik yang sesuai spesifikasi dan sesuai dengan prosedur prosedur yang sudah ditetapkan.

ual Kapasitas Jalan Indonesia 1997. In Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI).

## 5.2 SARAN

1. Untuk menentukan nilai CBR jika nilai CBR tanah dasar diperoleh kurang dari 6% maka tanah dasar tersebut tidak mampu menahan dipermukaan lapisanperkerasan, untuk itu sangatlah perlu diperlukan penggalian ulang tanah dasar atau perbaikan tanah dasar secara rutin.
2. Untuk pembuatan Tugas Akhir seharusnya memperhatikan kelengkapan data data yang dimana akan sesuai dengan Judul Tugas Akhir tersebut.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

Debataraja, T.M.S; 2012; Uji Triaksial Tidak Terkonsolidasi-Tidak Terdrainase dan Uji Tekan Bebas pada Tanah di Lokasi PDAM Tirtanadi Medan Marelan dan Prediksi Balik dengan Metode Elemen Hingga; Tesis Magister Teknik Sipil, Universitas Sumatera Utara.

Sukirman, Silvia. 1999. Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan. Bandung: Nova

Petunjuk Perkerasan Tebal Perkerasan Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen 1987.

Direktorat Jenderal Bina Marga. (1997). Man