

**PERENCANAAN PERKERASAN LENTUR (FLEXIBLE PAVEMENT)  
RUAS JALAN SUGIHWARAS – NGELO KECAMATAN NGRAHO BOJONEGORO**

Mohammad Zainul Ikhwan<sup>1\*</sup>, Soegyarto<sup>2</sup>  
<sup>1\*2,3</sup>*Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Bojonegoro*  
Email : <sup>1\*</sup>[zaeny.ikhwan@gmail.com](mailto:zaeny.ikhwan@gmail.com)

**ABSTRACT**

The roads is the most important part and have a very big influence on the economic growth of the community, as well as one of the means that helps in distributing goods, people and services from one place to another. the Sugihwaras - Ngelo road section is a local road (according to the classification of road functions) that connects several villages in the Ngraho Bojonegoro area, the access to the Sugiwaras - Ngelo route is a hilly area and is also part of the Perhutani area. The results of traffic calculations show that the volume is 356 vehicles/day/2 lanes and the traffic flow in junior high school is 271 pcu/hour. Then for the calculation of the thickness of the pavement for 2-way traffic lanes, the LEP value = 15.98496, the LET value = 20.74 while the value for the 5-year design life is obtained LER = 10.37. then from manual calculations to calculate the surface layer thickness using the Component Analysis Method (MAK), for a 5 year design life with an ITP value of 4.8 a surface layer with a thickness of 5.6 cm is produced. So that from the results of existing pavements and surface layer calculations, it is obtained that the thickness of each pavement layer is Top Layer with Lapen material = 5.6 cm, Upper Foundation Layer with Crushed Stone material = 15 cm, Lower Foundation Layer with stone sand material = 10 cm, So The Total Pavement Thickness = 30.6 cm.

**Keywords** : LHR, MAK, Pavement Thickness

**ABSTRAK**

Jalan raya merupakan bagian yang sangat penting dan membawa pengaruh yang sangat besar bagi pertumbuhan ekonomi masyarakat, juga salah satu sarana yang membantu dalam mendistribusikan barang, orang, maupun jasa dari suatu tempat ke tempat lainnya. ruas jalan Sugihwaras – Ngelo merupakan jalan lokal (menurut klasifikasi fungsi jalan) yang menghubungkan beberapa desa di wilayah Ngraho Bojonegoro ,akses jalur sugiwaras – ngelo merupakan daerah berbukit dan juga masuk wilayah perhutani. hasil perhitungan lalu lintas didapat volume 356 kendaraan/hari/2 lajur dan arus lalu lintas dalam smp adalah 271 smp/jam. Kemudian untuk perhitungan tebal perkerasan jalur lalul lalu lintas 2 arah didapat nilai LEP = 15,98496, nilai LET = 20,74 sedangkan nilai untuk umur rencana 5 tahun didapat LER = 10,37. kemudian dari perhitungan manual untuk menghitung tebal lapis permukaan (*surface*) dengan menggunakan Metode Analisa Komponen (MAK), untuk Umur Rencana 5 Tahun dengan nilai ITP 4,8 dihasilkan lapis permukaan dengan tebal 5,6 cm. Sehingga dari hasil perkerasan yang ada serta perhitungan lapis permukaan, maka didapat tebal lapis masing-masing perkerasan adalah Lapisan Atas dengan bahan Lapen = 5,6 cm, Lapisan Pondasi Atas dengan bahan Batu Pecah = 15 cm, Lapisan Pondasi Bawah bahan Sirtu = 10 cm, Jadi Tebal Perkerasan Total = 30,6 cm.

**Kata Kunci** : LHR, MAK, Tebal Perkerasan

## PENDAHULUAN

Ruas jalan Sugihwaras – Ngelo merupakan jalan lokal (menurut klasifikasi fungsi jalan) yang menghubungkan beberapa desa di wilayah Ngraho, terutama Desa Sugihwaras dan Desa Ngelo, akses jalur sugiwaras – ngelo merupakan daerah berbukit dan juga masuk wilayah perhutani sehingga untuk volume kepadatan lalu lintas di wilayah tersebut masih minim.

Berdasarkan hasil study lapangan didapat kondisi struktur jalan berupa makadam. diperlukan material batu yang sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. pada saat ini menggunakan material batu pecah kelas dengan ukuran 5x7cm dengan dikombinasi batu dengan ukuran 15x20cm sehingga dihasilkan perkerasan lapis pondasi atas (*base*), juga material pasir berupa pasir grosok sebagai lapis penutup dan dilakukan pemadatan secara berulang menggunakan tandem. Sedangkan untuk lapis pondasi bawah (*subbase*) menggunakan material sirtu yang sudah dipadatkan sebelumnya.

Dalam hal ini pada ruas jalan sugihwaras - ngelo tersebut ditinjau ulang terhadap volume kendaraan yang melintas pada ruas jalan tersebut, salah satu data yang diperlukan dalam peninjauan ruas jalan adalah hasil survei lokasi yang telah dilaksanakan, serta ditunjang data lain yang terjadi pada ruas jalan tersebut adalah volume kendaraan, yang digunakan dalam pelaksanaan konstruksi pekerasan jalan tersebut, Dilakukan dengan menggunakan Metode Analisa Komponen (MAK) dan direncanakan dengan umur rencana 5 tahun, hal tersebut memperhitungkan resiko-resiko yang mungkin terjadi dalam penggunaan metode tersebut.

## TINJAUAN PUSTAKA

### 1. Volume Lalu Lintas (Sukirman 2010)

Data jumlah kendaraan kemudian dihitung dalam kendaraan/jam setiap kendaraan, dengan faktor koreksi masing-masing kendaraan yaitu : LV=1,0; HV = 1,3; MC = 0,40

Arus lalu lintas total dalam smp/jam adalah :

$$Q_{\text{smp}} = (\text{emp LV} \times \text{LV} + \text{emp HV} \times \text{HV} + \text{emp MC} \times \text{MC})$$

Keterangan:

Q : volume kendaraan bermotor ( smp/jam)

EmpLV : nilai ekivalen mobil penumpang untuk kendaraan ringan

EmpHV : nilai ekivalen mobil penumpang untuk kendaraan berat

EmpMC : nilai ekivalen mobil penumpang untuk sepeda motor

LV : notasi untuk kendaraan ringan

HV : notasi untuk kendaraan berat

MC : notasi untuk sepeda motor

Hasil faktor satuan mobil penumpang (P) dimasukkan rumus volume lalu lintas:

$$Q = P \times Q_v$$

Dengan:

Q : volume kendaraan bermotor (smp/jam),

P : Faktor satuan mobil penumpang,

Q<sub>v</sub> : Volume kendaraan bermotor (kendaraan per jam)

## 2. Lintasan Harian Rata-rata (LHR)

Setiap jenis kendaraan ditentukan pada awal umur rencana, yang dihitung untuk dua arah untuk jalan tanpa median atau masing-masing arah untuk jalan dengan median.

Lalu lintas harian rata-rata permulaan ( LHRp)

$$LHRp = LHRs \times (1 + i_1)^{n_1}$$

Lalu lintas harian akhir ( LHRa)

$$LHRa = LHRp \times (1 + i_2)^{n_2}$$

Lintas Ekivalen Permulaan (LEP), dihitung sejak jalan tersebut dibuka (awal umur rencana) dengan rumus:

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \times C_j \times E_j$$

Catatan : j = jenis kendaraan

Lintas Ekivalen Akhir (LEA), dihitung dengan rumus:

$$LEP = \sum LHR_a \times C_j \times E_j^{ur}$$

Catatan : j = jenis kendaraan

i = perkembangan lalu lintas

Lintas Ekivalen Tengah (LET), dihitung dengan menggunakan rumus:

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

Lintas Ekivalen Rencana ,dihitung dengan rumus

$$LER = LET + FP$$

Faktor Penyesuaian ( FP ) ditentukan dengan rumus

$$FP = UR / 10$$

Dimana :

- i1 : Pertumbuhan lalu lintas masa konstruksi
- i2 : Pertumbuhan lalu lintas masa pertumbuhan
- J : Jenis kendaraan
- n1 : Masa konstruksi
- n2 : Umur Rencana
- C : Koefisien distribusi kendaraan
- E : Angka ekivalen beban sumbu kendaraan
- FP : Faktor Penyesuaian.

## 3. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Jumlah kendaraan yang memakai jalan bertambah dari tahun ke tahun. naiknya kemampuan membeli kendaraan dls. Faktor pertumbuhan lalu lintas dinyatakan dalam persen/tahun.

$$P_n = P_o(1 + r)^n$$

Dimana :  $P_n$  :  $\sum$ LHR 2016

$P_o$  :  $\sum$ LHR 2015

r : Rata-rata % (r faktor)

$n$  : Umur rencana

#### 4. Lintasan Ekivalen

$$LEP = \sum_{i=1}^{i=n} A_i x E_i x C_i (1 + a)^n$$

dimana:

$A_i$  : Jumlah kendaraan untuk 1 jenis kendaraan, dinyatakan dalam kendaraan/hari/2 arah untuk jalan tanpa median dan kendaraan/hari/1 arah untuk jalan dengan median.

$E_i$  : Angka ekivalen beban sumbu untuk satu jenis kendaraan.

$C_i$  : Koefisien distribusi kendaraan pada lajur rencana.

$a$  : Faktor pertumbuhan lalu lintas tahunan dari survey lalu lintas dilakukan sampai saat jalan tersebut dibuka.

$n$  : Jumlah tahun dari saat dilakukan pengamatan sampai jalan tersebut dibuka.

Lintas ekivalen pada akhir umur rencana (LEA) diperoleh dari :

$$LEA = LEP (1+r)^n$$

dimana :

$LEP$  : Lintas Ekivalen permulaan, yaitu lintas ekivalen pada saat jalan tersebut baris dibuka

$r$  : Faktor pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana

$n$  : Umur rencana jalan tersebut

Lintas ekivalen selama umur rencana (AE 18 KSAL) diperoleh dari :

$$AE\ 18\ KSAL = 365 \times LEP \times N$$

Dimana :

$AE\ 18\ KSAL$  : Lintas ekivalen selama umur rencana

365 : Jumlah hari dalam setahun

$LEP$  : Lintas ekivalen awal umur rencana untuk setiap jenis kendaraan kecuali kendaraan ringan

$N$  : Faktor umur rencana yang sudah disesuaikan dengan perkembangan lalu lintas. Faktor ini merupakan faktor pengali yang diperoleh dari penjumlahan harga rata-rata setiap tahun.

Menentukan Lintas Ekivalen Rencana (LER)

$$LET = 1/2 (LEP + LEA)$$

$$LER = LET \times FP$$

dimana:

$LET$  = Lintasan Ekivalen Tengah

$LEP$  = Lintasan Ekivalen Permulaan

$LEA$  = Lintasan Ekivalen akhir

$FP$  = Faktor Penyesuaian (FP) =  $UR/10$

$UR$  = Umur Rencana

## METODE PENELITIAN

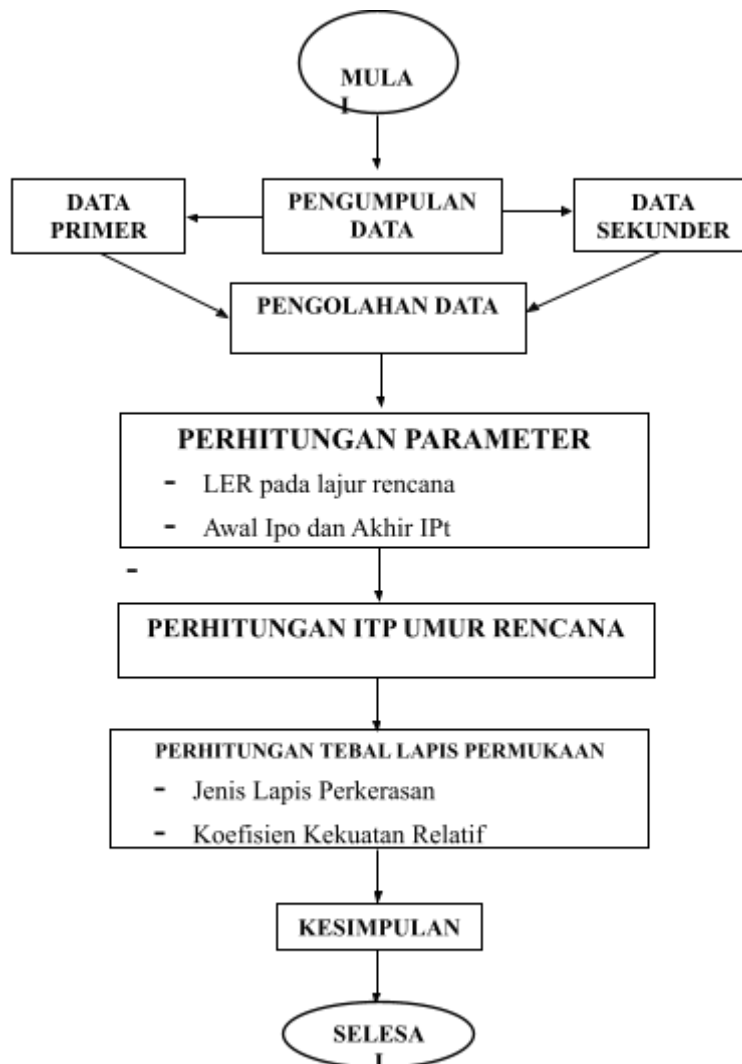
### 1. Subyek Penelitian dan Waktu Pelaksanaan Penelitian

Subyek penelitian pada kegiatan ini adalah perencanaan perkerasan lentur (Flexible Pavement) ruas jalan Sugihwaras – Ngelo Kecamatan Ngraho Bojonegoro. Penelitian ini berkonsentrasi dalam perhitungan perencanaan tebal lapis permukaan perkerasan lentur dengan Metode Analisa Komponen (MAK) untuk mendapatkan nilai dari hasil perhitungan data lapangan.

### 2. Data Penelitian

Penelitian ini menggunakan beberapa data yang meliputi data sekunder dengan melakukan studi literatur dengan mengumpulkan data-data yang terkait dengan subyek penelitian baik dari buku, jurnal dari penelitian-penelitian terdahulu dan data primer didapat dari hasil di lapangan.

### 3. Bagan Alur Penelitian



Gambar 1. Alur Penelitian

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**1. Volume Lalu Lintas**

Data volume lalu lintas pada saat survey selama 3 hari, diambil selama 8 jam. data lalu lintas dibutuhkan pada jam puncak. survei dimulai pukul 07.00 - 12.00 WIB dan sore pukul 13.00 - 16.00 WIB. Jenis kendaraan berupa :

Tabel 1. Data Lalu Lintas 2022

No	Jenis Kendaraan	Emp	Nilai smp	Volume Kendaraan	Qsmp/jam
1	Kendaraan tidak bermotor	UM	-	59 kendaraan	59 smp/jam
2	Sepeda Motor	MC	0,40	169 kendaraan	67,6 smp/jam
3	Mobil Penumpang (kendaraan ringan 2 ton)	LV	1,0	73 kendaraan	73 smp/jam
4	Truck Kecil/Truck Pengangkut (2 sumbu 6 ton)	HV	1,3	46 kendaraan	59,8 smp/jam
5	Truck Besar (2 sumbu 13 ton)	HV	1,3	9 kendaraan	11,7 smp/jam
JUMLAH				356 kendaraan/hari/2jalur	271,1 smp/jam

*Sumber : Survei 2022*

Tabel 2. Data Lalu Lintas 2021

No	Jenis Kendaraan	Emp	Nilai smp	Volume Kendaraan	Qsmp/jam
1	Kendaraan tidak bermotor	UM	-	52 kendaraan	52 smp/jam
2	Sepeda Motor	MC	0,40	161 kendaraan	64,4 smp/jam
3	Mobil Penumpang (kendaraan ringan 2 ton)	LV	1,0	69 kendaraan	69 smp/jam
4	Truck Kecil/Truck Pengangkut (2 sumbu 6 ton)	HV	1,3	43 kendaraan	55,9 smp/jam
5	Truck Besar (2 sumbu 13 ton)	HV	1,3	5 kendaraan	6,5 smp/jam
JUMLAH				330 kendaraan/hari/2jalur	247,8 smp/jam

*Sumber : Survei 2021*

Beban Laju Perkerasan Jalan yang digunakan repetisi beban hidup. untuk kendaraan tidak bermotor dan sepeda motor dianggap hambatan samping, maka dikategorikan dalam beban mati atau beban relative kecil diabaikan. beban rencana lalu

lintas digunakan dalam perhitungan merupakan jumlah repetisi beban sumbu standart yang diuraikan dibawah ini :

- a. Kendaraan ringan 2 ton (1+1) = 73 kendaraan
- b. truk Pengangkut/Truk kecil 2 sumbu 6 ton (2+4) = 60 Kendaraan
- c. Truk Besar 2 sumbu 13 ton (5+8) = 12 kendaraan

Jumlah LHR 2022 = 145 kendaraan/hari/2 jalur

## 2. Perencanaan Tebal Perkerasan

a. Perkembangan lalu lintas

- Jumlah lalu lintas per tahun adalah jumlah LHR tahun 2021 dan 2022.

$$\sum \text{LHR 2021} \qquad \qquad \qquad \sum \text{LHR 2022}$$

$$330 \text{ Kendaraan/hari/2 jalur} \qquad 356 \text{ kendaraan/hari/2 jalur}$$

Untuk mengetahui jumlah perkembangan lalu lintas adalah :

$$= \frac{356 - 330}{330} \times 100 = 7\%$$

Perkembangan lalu lintas per tahun adalah 7%

- Sedangkan perkembangan lalu lintas masa konstruksi adalah 2%, hasil tersebut didapat dari pertumbuhan lalu lintas yang relative kecil. Perhitungan untuk perkembangan lalu lintas untuk masa konstruksi dengan menggunakan rumus r rata-rata ukur, yaitu :

$$P_n = P_o(1 + r)^n$$

Dimana :  $P_n = \sum \text{LHR 2022}$

$P_o = \sum \text{LHR 2021}$

$r = \text{Rata-rata } \%$

$n = \text{Umur rencana}$

Maka dapat dihitung sebagai berikut :

$$P_n = P_o(1 + r)^n$$

$$356 = 330 (1+r)^5$$

$$\begin{aligned} r &= \sqrt[5]{\frac{356}{330} - 1} = \sqrt[5]{\frac{356}{330} - 1} \\ &= \sqrt[5]{\frac{356}{330} - 1} = \sqrt[5]{\frac{356}{330} - 1} \\ &= \sqrt[5]{1,07879 - 1} \\ &= \sqrt{(1,07879)} \sqrt{(1,07879)}^{1/5} - 1 \end{aligned}$$

$$\text{Misalkan } p = \sqrt{(1,07879)} \sqrt{(1,07879)}^{1/5}$$

$$\begin{aligned} \text{Log } p &= \frac{1}{5} \frac{1}{5} \log 1,07879 \\ &= \frac{1}{5} \frac{1}{5} (\log 1,07879) \\ &= \frac{1}{5} \frac{1}{5} (0,003294) \\ &= 0,006588 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= \text{antilog } 0,006588 \\ &= 1,015 \end{aligned}$$

$$\text{Maka, } r = 1,015 - 1$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,015 \\
 &= 0,02 \\
 &= 0,02 \times 100 \\
 &= 2\%
 \end{aligned}$$

Jadi, pertumbuhan lalu lintas untuk masa konstruksi ( $i_2$ ) adalah 2%

b. Perhitungan LHR Awal umur rencana.

LHR awal umur rencana :

- Kendaraan ringan 2 ton = 73 Kendaraan  
 $= \text{LHR } 2022 \times (I + i)^n$   
 $= 73 \times \times (1 + 0,07)^5$   
 $= 102,2$  kendaraan.
- Truck kecil 6 ton = 60 Kendaraan  
 $= \text{LHR } 2022 \times (I + i)^n$   
 $= 60 \times \times (1 + 0,07)^5$   
 $= 84$  kendaraan
- Truck besar 13 ton = 12 Kendaraan  
 $= \text{LHR } 2022 \times (I + i)^n$   
 $= 12 \times \times (1 + 0,07)^5$   
 $= 16,8$  kendaraan.

c. Perhitungan LHR Akhir umur rencana.

LHR akhir umur rencana :

- Kendaraan ringan 2 ton = 102,2 Kendaraan  
 $= \text{LHR } 2022 \times (I + i)^n$   
 $= 102,2 \times \times (1 + 0,02)^5$   
 $= 112,42$  kendaraan
- Truck kecil 6 ton = 84 Kendaraan  
 $= \text{LHR } 2022 \times (I + i)^n$   
 $= 84 \times \times (1 + 0,02)^5$   
 $= 92,4$  kendaraan
- Truck besar 13 ton = 16,8 Kendaraan  
 $= \text{LHR } 2022 \times (I + i)^n$   
 $= 16,8 \times \times (1 + 0,02)^5$   
 $= 18,48$  kendaraan.

d. Angka Ekvivalen Kendaraan

Angka ekivalen kendaraan (E) masing-masing kendaraan sebagai berikut:

- Kendaraan Ringan 2 ton (1+1) =  $0,0002 + 0,0002 = 0,0004$
- Truk kecil 6 ton (2+4) =  $0,0036 + 0,0577 = 0,0613$
- Truck besar 13 ton (5+8) =  $0,1410 + 0,9238 = 1,0648$

e. Menghitung LEP

LEP untuk masing-masing kendaraan sebagai berikut :

- a. Kendaraan Ringan 2 ton =  $73 \times 1 \times \times 1 \times 0,0004 = 0,0292$
- b. Truk kecil 6 ton =  $60 \times 1 \times \times 1 \times 0,0613 = 3,678$
- c. ~~Truck besar 13 ton =  $12 \times \times 1 \times 1,0648 \times 1,0648 = 12,7776$~~

$$\text{LEP} = 15,98496$$

f. Menghitung LEA 5 tahun

LEA 5 tahun sebagai berikut :

$$\text{a. Kendaraan Ringan 2 ton} = 112,42 \times 1 \times 1 \times 0,0004 = 0,044968$$

$$\text{b. Truk kecil 6 Ton} = 92,4 \times 1 \times 1 \times 0,0613 = 5,66412$$

$$\text{c. Truk besar 13 ton} = 18,48 \times 1 \times 1 \times 1,0648 = 19,77504$$

$$\text{LEA} = 25,483858$$

g. LET ( Lintas Ekivalen Tengah)

Dihitung sebagai berikut :

$$\text{LET 5} = \frac{1}{2} (\text{LEP} + \text{LEA 5}) = \frac{1}{2} (15,98496 + 25,483858) = 20,74$$

h. LER ( Lintas Ekivalen Rencana ) 5 tahun

Dihitung sebagai berikut :

$$\text{LER} = \text{LET 5} \times \text{UR}/10 = 20,74 \times 5/10 = 10,37$$

### 3. Menghitung Tebal Perkerasan

a. Faktor Regional (FR)

- Jumlah kendaraan = 145 kendaraan
- % Kelandaian berat = (Jumlah berat/LHRawal)  $\times 100\%$   
 $= (12/145) \times 100\% \times 100\%$   
 $= 8\%$   
 % Kelandaian berat =  $8\% < 30\% < 30\%$
- Curah hujan berkisar 96,59 mm/thn dikategorikan <900 mm/thn,
- Kelandaian memanjang rata-rata = 6% didapat nilai FR adalah 0,5

b. CBR Tanah Dasar

Nilai CBR sesuai sumber informasi dari Dinas PU Bojonegoro, tanah dasar wilayah Bojonegoro dipakai nilai CBR 3 dan DDT 3,8 sesuai dengan kondisi eksisting yaitu jenis tanah berupa tanah lempung.

c. Mencari ITP

Diketahui data – data sebagai berikut :

- CBR = 3
  - DDT = 3,8
  - FR = 0,5
  - LER 5 = 10,37
- Klasifikasi jalan termasuk jalan lokal
- Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana (IP) = 1,5
  - Indeks Permukaan pada Awal Umur Rencana (IPo) = 2,9 - 2,5
  - ITP<sub>5</sub> = 4,8

d. Menetapkan Tebal Perkerasan

Untuk menentukan tebal perkerasan adalah sebagai berikut :

- Bahan perkerasan yang digunakan serta koefisien kekuatan relatif masing – masing bahan :  
Lapen Mekanis = 0,25 =  $a_1$   
Batu pecah (CBR) 100 = 0,14 =  $a_2$   
Sirtu Kelas A (CBR) 70 = 0,13 =  $a_3$
- Untuk Tebal masing – masing lapis (D)  
D1 = ?  
D2 = 15 cm.  
D3 = 10 cm.
- Umur Rencana (UR) = 5 tahun  
 $ITP_5 = a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 + a_3 \times D_3$   
 $4,8 = 0,25 \times D_1 + 0,14 \times 15 + 0,13 \times 10$   
 $4,8 = 0,25D_1 + 2,1 + 1,3$   
 $4,8 = 0,25D_1 + 3,4$   
 $0,25D_1 = 4,8 - 3,4$   
 $0,25D_1 = 1,4$   
 $D_1 = 1,4 / 0,25$   
 $D_1 = 5,6 \text{ cm}$
- Jadi tebal lapis permukaan yang akan digunakan memakai bahan Lapen mekanis dengan tebal 5,6 cm. Atau dapat digunakan tebal 6 cm pada saat pelaksanaan.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### 1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan disimpulkan sebagai berikut :

Untuk hasil perhitungan lalu lintas didapat volume 356 kendaraan/hari/2lajur dan arus lalu lintas dalam smp adalah 271 smp/jam. Kemudian untuk perhitungan tebal perkerasan jalur lalur lalu lintas 2 arah didapat nilai LEP = 15,98496, nilai LET = 20,74 sedangkan nilai untuk umur rencana 5 tahun didapat LER (Lintas Ekvivalen Rencana) adalah 10,37. kemudian dari perhitungan manual untuk menghitung tebal lapis permukaan (*surface*) dengan menggunakan Metode Analisa Komponen (MAK), untuk Umur Rencana 5 Tahun dengan nilai ITP 4,8 dihasilkan lapis permukaan dengan tebal 5,6 cm. Sehingga dari hasil perkerasan yang ada serta perhitungan lapis permukaan, maka didapat tebal lapis masing-masing perkerasan adalah Lapisan Atas dengan bahan Lapen = 5,6 cm, Lapisan Pondasi Atas dengan bahan Batu Pecah = 15 cm, Lapisan Pondasi Bawah bahan Sirtu = 10 cm, Jadi, Tebal Perkerasan Total = 30,6 cm

### 2. Saran

- a. Dari hasil penelitian yang dilakukan menyebutkan bahwa layak untuk dilakukan perencanaan surface dengan material bahan yang baik.
- b. Hendaknya penelitian selanjutnya menggunakan data uji CBR dan DDT lapangan terbaru.

## Daftar Pustaka

- 1) Hardiyatmo, Hary Christady, 2015, *Perencanaan Perkerasan Jalan & Penyelidikan Tanah*, Yogyakarta: UGM Press.
- 2) Departemen Pekerjaan Umum, 1987, *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) Untuk Jalan Raya*, SKBI-2.4.26, 1987, 1 – 11, Jakarta: Yayasan Badan Penerbit PU.
- 3) Sukirman, S., 1999, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Bandung: Nova.

- 4) Sukirman, S., 2010, *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur*, Bandung; Nova.
- 5) Suryadharna, H., Susanto, B., 1999, *Rekayasa Jalan Raya*, Yogyakarta: Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- 6) Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Bina Marga. 2002. *Pedoman Teknis Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur*, Jakarta.
- 7) Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Bina Marga. 2017. *Manual Desain Perkerasan Jalan*, Jakarta
- 8) Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga. 1997. *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan antar Kota*. Jakarta.
- 9) SNI 03-1732-1989, *Tata Cara Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Analisa Metode Kompone*, Jakarta