

Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Pada Ruas Jalan Ki Ageng Gribig Kelurahan Kedungkandang Kecamatan Kedungkandang Kota Malang

Antonio Dos Santos De Jesus ¹, Andy Kristafy Arifianto ², Pamela Dinar Rahma ³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tribhuwana Tunggadewi Malang.
e-mail : Atoy.santos72@yahoo.com

ABSTRAK

Perkerasan lentur (*flexible pavement*) terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakkan pada tanah dasar. lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan di bawahnya. Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*) terdiri dari empat lapisan yaitu Lapisan permukaan (*surface course*), Lapisan pondasi atas (*base course*), Lapisan pondasi bawah (*subbase course*), Lapisan tanah dasar (*subgrade*). Berdasarkan kondisi yang ada dilokasi studi, Perencanaan Lapisan Tebal Perkerasan Lentur pada Ruas jalan Ki Ageng Gribig Kecamatan Kedungkandang Kota Malang dengan panjang 1.600 meter. ini untuk di maksudkan yang pertama untuk pintu keluar jalan tol Malang-Pandaan. ke dua untuk menghubungkan Kota Malang dengan Bululawang dan yang ketiga untuk mengurangi kemacetan yang sering terjadi di jalan ki Ageng Gribig tersebut. Penelitian dilaksanakan di jalan Ki Ageng Gribig Kecamatan kedungkandang kota Malang pada bulan Maret 2017. Metode yang di gunakan dalam studi ini adalah metode Bina Marga dapat di peroleh susunan tebal perkerasan terdiri dari dari pondasi bawah (*Sub Base*) tebal 7 cm dengan agregat kelas B, pondasi atas (*Base Course*) tebal 15 cm dengan agregat kelas A, lapisan permukaan (*Surface*) 5 cm Laston.

Kata Kunci : analisa tebal; analisa perkerasan lentur; analisa lalu lintas.

ABSTRACT

Flexible pavement consists of layers placed on the ground. the layers serve to receive the traffic load and pass it to the layer below it. Flexible pavement construction consists of four layers: Surface course, base course, Subbase course, Subgrade layer. Based on existing condition of study location, Planning of Thickness Mixing Flexibility on Ki Ageng Gribig Street of Kedungkandang Sub-district of Malang City with length 1,600 meter. ini for the first purpose for exit of Malang-Pandaan. ke2 toll road to connect Malang City with Bululawang and the third to reduce the congestion that often occurs in the road ki Ageng Gribig tersebut. Penelitian executed in the street Ki Ageng Gribig Malang Kedungkandang districts in March 2017. Metode in use in this study is the method of DGH can be obtained in the composition of thick pavement consists of from the bottom base (Sub Base) 7 cm thick with Class B aggregate, Base Course 15 cm thick with A class aggregate, Surface layer 5 cm Laston.

Keywords : thick analysis; pavement analysis; traffic analysis.

1. PENDAHULUAN

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang diperuntukkan bagi lalu lintas. langsung diatas tanah dasar badan jalan pada jalur lalu lintas yang bertujuan untuk

menerima dan menahan beban langsung dari lalu lintas (Hamirhan Saodang, 2005). Jika perkerasan jalan dalam kondisi baik maka arus lalu lintas akan berjalan dengan

lancar, demikian sebaliknya kalau perkerasan jalan rusak, lalu lintas akan sangat terganggu.

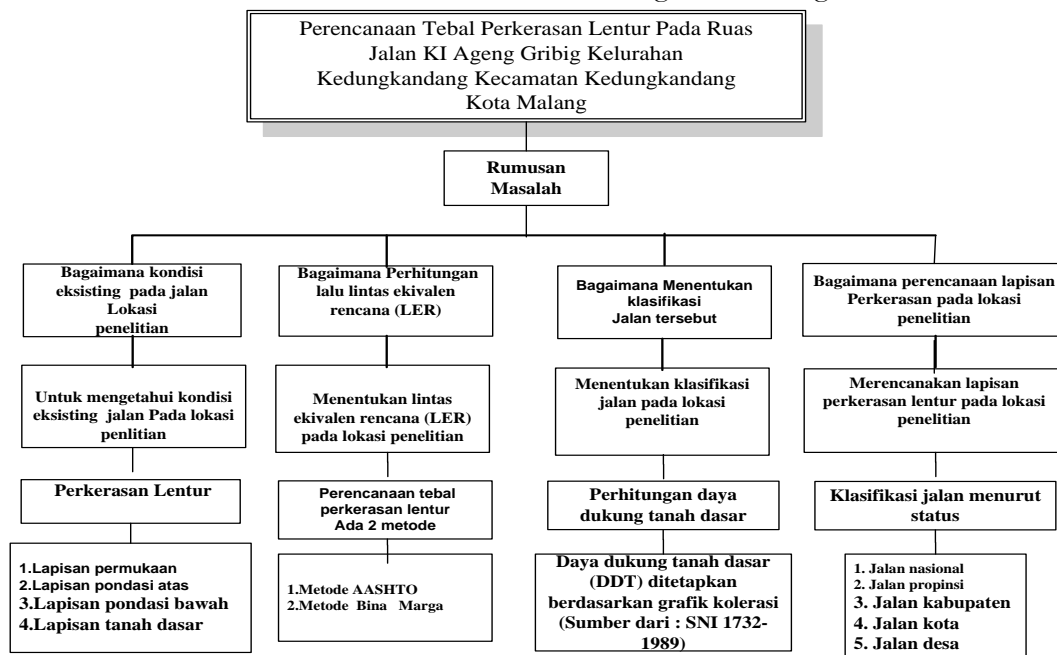
Secara umum ada dua jenis konstruksi perkerasan jalan yaitu : perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan perkerasan kaku (*rigid pavement*). Perkerasan kaku (*rigid pavement*) terdiri dari pelat beton, lapis pondasi dan tanah dasar. Pada proyek peningkatan jalan, sasaran penting yang harus diperhatikan adalah lalu lintas. Lalu lintas akan terkonsentrasi langsung terhadap penampang struktur pada suatu badan jalan yang disebut perkerasan.

Pada dasarnya perencanaan perkerasan konstruksi jalan didasarkan atas perkiraan beban lalu lintas yang melewatinya, yaitu beban per-roda kendaraan dan jumlah roda kendaraan. Beban kumulatif lalu lintas tersebut menjadi masukan untuk memperhitungkan kekuatan pada tiap lapis konstruksi jalan, sehingga secara teoritis masa layanan jalan dapat diperhitungkan. Keberadaan jalan raya sangat di perlukan untuk menunjang mobilitas kutan barang dan manusia yang

melintasi pada jalan tersebut sering meningkatnya kebutuhan sarana transportasi yang dapat melancarkan transportasi di jalan kiageng

Gribig kelurahan kedungkandang, Kecamatan Kedungkandang, Kabupaten Malang. Perkembangan kapasitas maupun kuantitas kendaraan yang menghubungkan kelurahan Kedungkandang terbatasnya sumber dana untuk pembangunan jalan raya, serta belum optimalnya pengoperasian prasarana lalu lintas yang ada, merupakan persoalan yang utama di kelurahan Kedungkandang Kecamatan Kedungkandang Kota Malang. Maka Pemkot dan Pemkab sepakat melakukan pelebaran jalan yang menghubungkan wilayah kedungkandang (Kota Malang) dengan Bululawang (Kabupaten Malang),

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian berjudul Perencanaan tebal perkerasan lentur pada ruas jalan Ki Ageng Gribig kelurahan kedungkandang Kecamatan Kedungkandang kota Malang



Gambar 1. Kerangka Teori

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini sifatnya deskriptif untuk mengetahui gambaran faktor-faktor yang mempengaruhi kerusakan jalan. Penelitian ini hanya dilakukan untuk status jalan dikelurahan kedungkandang, kecamatan kedungkandang, kota Malang. Penelitian ini hanya mengkaji faktor utama yang mempengaruhi kondisi jalan yang terutama disebabkan oleh kerusakan jalan yang ada dikelurahan Kedungkandang tersebut.

Setelah itu dilakukan pengumpulan data baik sekunder maupun primer.

2.1 Metode Pengumpulan Data

- Data Primer

- Data Sekunder

2.2 Metode Analisis

Dalam perhitungan pertumbuhan lalu lintas dengan metode Regresi linear yaitu dengan menggunakan Rumus :

$$Y = a + b (X)$$

$$b = \frac{\{ n \cdot \sum XY \} - \{ \sum X \cdot \sum Y \}}{\{ n \cdot (\sum X^2) - (\sum X)^2 \}}$$

$$a = \frac{\{ \sum Y \} - (b \cdot \sum X)}{n}$$

Kemiringan regresi

$$(i) = b / a \times 100 \%$$

Dimana :

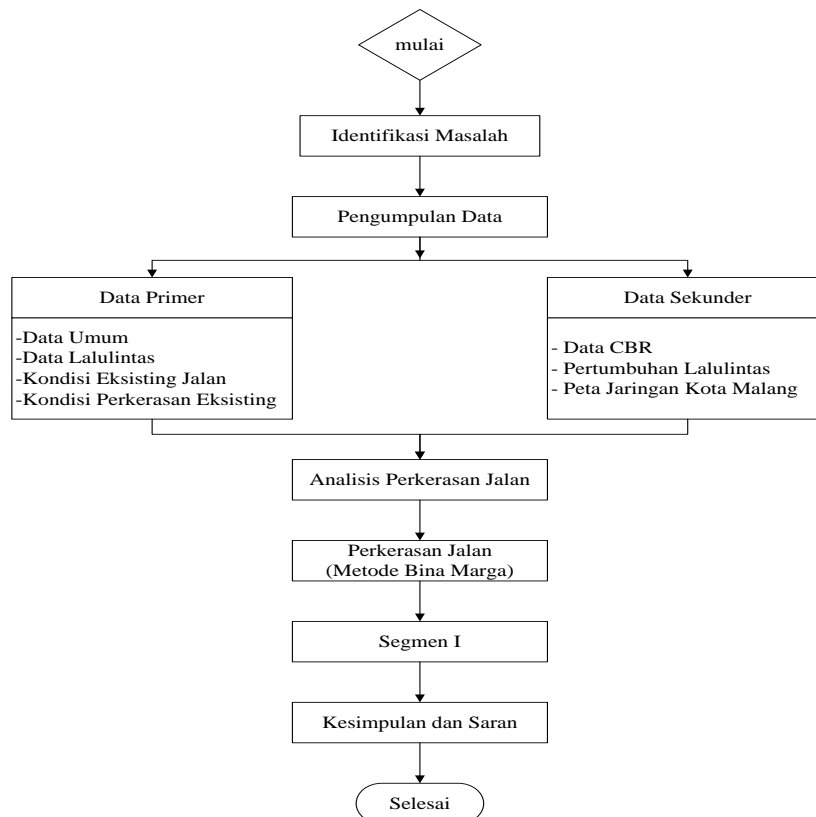
Y = Data berkala (time series data)

a dan b = Konstanta awal regresi

X = Waktu (tahun)

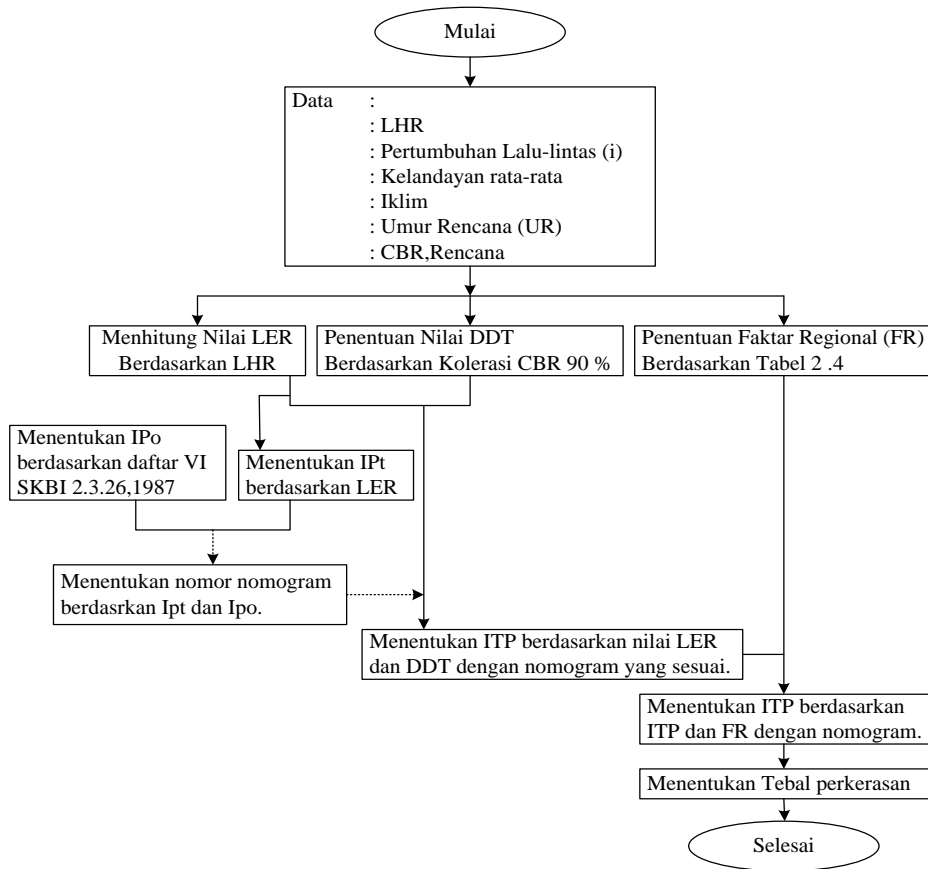
n = Jumlah data

Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Bagan Alir Pembahasan

Perencanaan Tebal Perkerasan



Gambar 3. Diagram Alir Perencanaan Tebal Perkerasan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi fisik di Jalan Ki Agen Gribig. Dari hasil pengamatan langsung di lapangan maupun dari data proyek dapat diketahui kondisi eksisting yang ada padaruas jalanKi Ageng Gribig adalah sebagai berikut :

- Panjang jalan : 1.600 m
- Lebar Total Jalan : 15,00 m
- Jenis Jalan : Arteri (Jalan Nasional)
- Curah hujan 533 mm/tahun

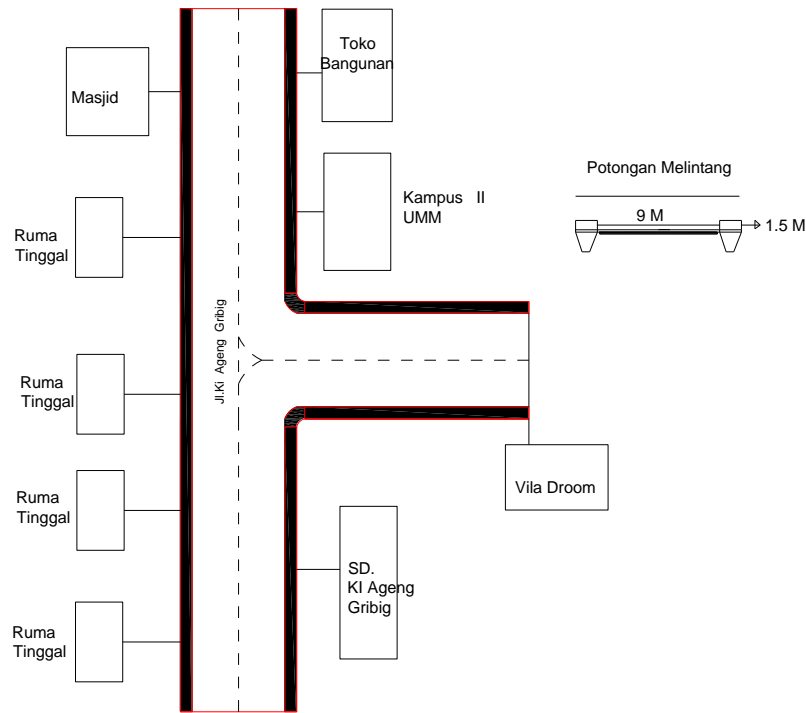
- Geometrik :

Lapen / Aspal Marcadam, Hra, Lasbutag, Laston.

Batu Pecah, Stabilitas Tanah Dengan Semendan Kapur.

Sirtu/Pitrun (Kelas B)Lapis Pada Lapisan Pondasi Bawah

- Waktu Pelaksana : 2016
- Jalan dibuka : 2017
- LHR Tahun : 2017



Gambar 4. kondisi jalan Ki Ageng Gribig

3.1 Analisis Perhitungan Lalu Lintas

Tabel 1. Pertumbuhan Lalu lintas kota Malang Tahun 2011-2015

No	Jenis Kendaraan	2011	2012	2013	2014	2015
1	Penumpang					
a	Umum	3.028	3.111	2.659	2.659	2.606
		71.61				
b	Non umum	3	80.096	72.503	72.503	77.682
c	Dinas	624	671	656	656	700
2	Bus					
a	Umum	537	583	511	511	543
b	Non umum	287	334	310	310	327
c	Dinas	34	39	40	40	48
3	Truck					
a	Umum	2.612	2.953	3.170	3.170	3.378
		14.41				
b	Non umum	1	15.556	14.613	14.613	15.042
c	Dinas	161	162	166	166	178
4	Sepeda Motor					
a	Non umum	332.5	366.504	391.282	391.282	410.177
		50				
b	Dinas	1.2	1.263	1.277	1.277	1.391
		22				
		427.0				
	Total	79	471.272	487.187	487.187	512.072
	Jumlah Kendaraan 5 Tahun =					2.384.797

Sumber dari : pusat statistik kota malang

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui nilai pertumbuhan lalu-lintas yang di survey

selama 2 x 24 jam menggunakan metode “Regresi Linier“

Tabel 2. Perhitungan Regresi Linier

Tahun	Tahun ke (X)	LHR (Y)	X.Y	X^2	Y^2
2011	1	427.079	427079	1	182.396.472.241
2012	2	471.272	942544	4	222.097.297.984
2013	3	487.187	1461561	9	237.351.172.969
2014	4	487.187	1948748	16	237.351.172.969
2015	5	512.072	2560360	25	262.217.733.184
Jumlah	15	2.384.797	7340292	55	1.141.413.849.347

Sumber dari : Hasil perhitungan

Keterangan :

Y = Data berkala (time series data)

a dan b = Konstanta awal regresi

X = Waktu (tahun)

n = Jumlah data

Y = a + b (X)

$$b = \frac{\{ (n \cdot \sum XY) - (\sum X \cdot \sum Y) \}}{\{ n \cdot (\sum X^2) - (\sum X)^2 \}}$$

$$= \{(5 \cdot 7.340.292) - (15 \cdot 2.384.797) / (5 \cdot (55) - (15))\}$$

$$= 46447,525 \text{ dibulatkan } 4648$$

$$a = \{\Sigma Y - (b \cdot \Sigma X)\} / n$$

$$= 466234,3423 \text{ dibulatkan } 466$$

Kemiringan regresi (i) = $b / a \times 100 \%$

$$= \frac{4648}{466234} \times 100 \%$$

$$= 42,9\%$$

Data dari bagan pusat statistik dari Kota Malang menyatakan bahwa selama waktu 5 tahun, lalu lintas di kota Malang mengalami pertumbuhan yaitu, 42,9 %

Lalu lintas JL. Ki Ageng Gribig.

Tabel 3. Data LHR Tahun 2017 Pada Ruas Jalan, Ki Ageng Gribig

N Hari	Tanggal	MC	LV	HV	UM	
1	Senin	27-03-17	50980	12601	928	214
2	Selasa	28-03-17	35256	10542	867	506
3	Rabu	29-03-17	35056	6513	501	185
4	Kamis	30-03-17	32010	5497	301	102
5	Jumat	31-03-17	38784	5332	315	235
6	Sabtu	1-04-17	41594	11317	274	251
7	Minggu	2-04-17	33384	6559	316	233
8	Total		267064	58361	3502	1726

Sumber Dari : Hasil Survey

Tabel 4. Data LHR Tahun 2017 Pada Ruas Jalan, Ki Ageng Gribig Kota Malang

N Hari	Tanggal	MC	LV	HV	UM	
1	Senin	3-03-17	48093	9667	565	217
2	Selasa	4-03-17	44589	8861	522	317
3	Rabu	5-03-17	22296	3741	228	121
4	Kamis	6-03-17	42786	7890	662	192
5	Jumat	7-03-17	21343	5333	480	78
6	Sabtu	8-04-17	38823	1083	309	197
7	Minggu	9-04-17	28243	4386	295	123
8	Total		492346	40961	3061	1245

Sumber Dari : Hasil Survey

3.2 Perencanaan Tebal Lapisan Perkerasan Lentur Dengan Metode Bina Marga.

Lapisan tersebut berfungsi untuk menentukan beban lalu lintas dan beban kendaraan seperti di bawah ini :

Data lalu lintas harian rata-rata

Untuk menghitung lalu lintas harian rata-rata dapat diperoleh dengan cara :

$$LHR = \frac{\text{Jumlah lalu lintas selama pengamatan}}{\text{lamanya pengamatan}}$$

$$= \frac{142207}{14} = 76461 \text{ kend/hari/2arah}$$

3.3 Lintas Harian Rata-Rata Awal

Menggunakan rumus yang di bawah ini untuk menghitung lintas harian rata-rata awal sebagai berikut :

$$LHR \text{ awal umur rencana} = (1+i)^n \times \text{Volume kendaraan}$$

Dimana :

- i = Angka pertumbuhan lalu lintas pada masa pelaksanaan
- n = Masa pelaksanaan (2017-2019 = 2 Tahun)

Jumlah kendaraan yang dilewati jalan Ki Ageng Gribig dengan masa pelaksanaan 2 tahun dengan jumlah kendaraan 145045

$$\frac{137070 + 3468 + 2311 + 2217 +}{LHR = 145045 \text{ Kendaraan}}$$

3.3 Lintas Harian Rata-Rata Akhir

Dengan rumus berikut ini menggunakan untuk menghitung lintas harian rata-rata akhir.

$$LHR \text{ akhir umur rencana} = (1+i)^n \times \text{Volume kendaraan}$$

Dimana :

- i = Angka pertumbuhan lalu lintas pada masa operasional
- n = Masa operasional jalan. (2017 – 2027 = 10 Tahun)

2017 (akhir umur rencana) dengan rumus $(1+i)^n$ i = 42,9 %, n = 10 tahun

Jumlah kendaraan yang dilewati jalan Ki Ageng Gribig dengan masa pelaksanaan 10 tahun dengan jumlah 157082 kendaraan

$$\underline{148426+3755+2501+2400+}$$

$$\text{LHR} = 157082 \text{ Kendaraan}$$

3.4 Perhitungan angka ekivalen (E) beban sumbu kendaraan

$$E = \frac{(\text{beban satu sumbu tunggal dalam kg})^4}{8160}$$

✓ Angka ekivalen untuk sumbu ganda

$$E = 0,086 \frac{(\text{beban satu sumbu ganda dalam kg})^4}{8160}$$

Tabel 5. Kontrol Perhitungan Ekivalen (E)

Jenis kendaraan	Komposisi Beban (ton)	Angka e ST	Angka e SA	Total (E)
Mobil penumpang	1+1	0,0002 + 0,0002	-	0,0004
Truk ringan	3+6	-	0,0183 + 0,0251	0,0434
Truk berat	4+8	-	0,0577 + 0,0794	0,1371
Bus	3+7	-	0,0183 + 0,0466	0,0649

Angka Ekivalen Beban Sumbu Kendaraan (E) dapat di lihat pada tabel 4.4.2

Untuk 2 jalur 2 arah tanpa median maka C = 0,50

- Kendaraan ringan < 5 ton = 0,50
- Kendaraan berat ≥ 5 ton = 0,50

3.5 Lintas ekivalen permulaan (LEP)

Rumus :

$$\text{LEP} = \sum_{j=1}^n \text{LHR}_j \times C_j \times E_j$$

Dimana :

C = Koefisien distribusi kendaraan

E = Angka ekivalen

J = Jenis kendaraan

LHR = Lalu lintas harian rata-rata

Nilai LEP untuk masing – masing kendaraan

$$\underline{37,62332+103,292+217,3721+98,719397,1292 +}$$

$$\text{LEP} = 493,0068 \text{ Kendaraan}$$

Lintas Ekivalen Akhir (LEA)

$$\text{Rumus : } \text{LEA} = \sum_{j=1}^n \text{LHR}_j \cdot (1 + i)^{\text{UR}} \times C_j \times E_j$$

$$\text{LEA} = \text{LEP} (1 + i)^{\text{UR}}$$

Dimana:

C = Koefisien distribusi

E = Angka ekivalen

J = Jenis kendaraan

i = Perkembangan lalu lintas

LHR = Lalu lintas harian rata-rata

UR = Umur rencana

LEP = Lintas ekivalen permulaan

$$41,55955+114,0986+240,114+109,047+$$

$$\text{LEA} = 504,8198 \text{ Kendaraan}$$

3.6 Lintas Ekivalen Tengah (LET)

$$\text{Rumus : } \text{LET} = \frac{\text{LEP} + \text{LEA}}{2}$$

Dimana:

LET = Lintas ekivalen tengah

LEP = Lintas ekivalen permulaan

LEA = Lintas ekivalen akhir

$$\text{LET} = \frac{493,0068 + 504,8198}{2}$$

$$= 745,4167$$

3.7 Lintas Ekivalen Rencana (LER)

Rumus: LER = LET x FP

$$\text{FP} = \frac{\text{UR}}{10}$$

LET = Lintas ekivalen tengah

FP = Faktor pengesuaian

$$\frac{\text{UR}}{10} = \text{Umur rencana}$$

$$\text{LER} = 745,4167 \frac{10}{10} = 745,4167$$

3.8 Perhitungan Tebal Perkerasan Mencari Nilai Daya Dukung Tanah Dasar (DDT)

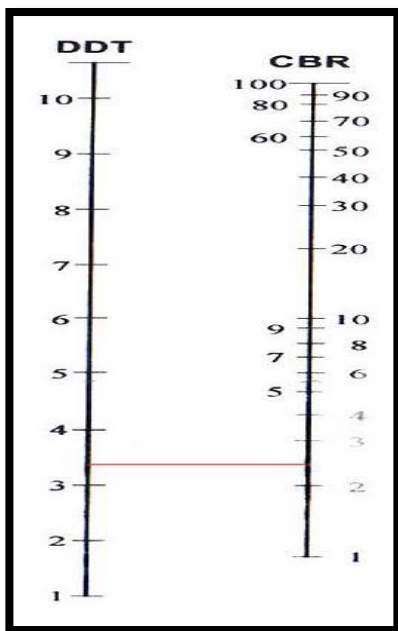
Daya dukung tanah adalah kekuatan dari tanah dasar untuk menahan beban yang biasanya dinyatakan sebagai perbandingan dari kekuatan standar (CBR) dengan menggunakan rumus :

$$DDT = 4,3 \log (CBR) + 1,7$$

$$DDT = 4,3 \log (36) + 1,7 = 8.39$$

Nilai CBR = 2,4 %

Lihat pada Gambar 2.4 (Korelasi antara DDT dan CBR) maka diperoleh nilai daya dukung tanah dasar (DDT) = 2,4



Gambar 5. Korelasi DDT dan CBR hal 19 Dari : SKBI 2.3.26.1987/SNI 03-1732-1989

3.9 Analisa Tebal Perkerasan Lentur

$$\text{Rumus : Presentase kendaraan berat} = \frac{\text{Jumlah Kendaraan Berat}}{\text{Jumlah Kendaraan}} \times 100 \%$$

Data : Jumlah Kendaraan Ringan
 = Mobil penumpang + Truck ringan
 = (134369+3400) Kendaraan
 = 137769 kendaraan

Jumlah kendaraan Berat = 4438 kendaraan
 Jumlah total kendaraan
 = $\sum \text{kendaraan ringan} + \sum \text{kendaraan berat} = 137769+4438$
 = 142207 kendaraan

Maka : % Kendaraan Berat

$$= \frac{4438}{142207} \times 100 \% = 3,2 \%$$

- Curah hujan = 739,3 mm/tahun < 9000 mm/tahun
- Presentase kelandaian = 1,7 % < 6 %

Maka : Dari tabel 2.4 Faktor Regional (Petunjuk perencanaan tebal perkerasan lentur dengan metode lendutan) didapat nilai FR = 0,5

3.10 Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (IPt)

Indeks permukaan ditentukan berdasarkan

- LER = 343,509
- Klasifikasi jalan = Arteri (Jalan Nasional)

Maka :

Dari tabel 2.5 hal 22 Indeks permukaan pada akhir usia rencana IPt (Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur dengan Metode Analisa Komponen didapat nilai IPt = (1,5 – 2,0) maka nilai IPt = 2

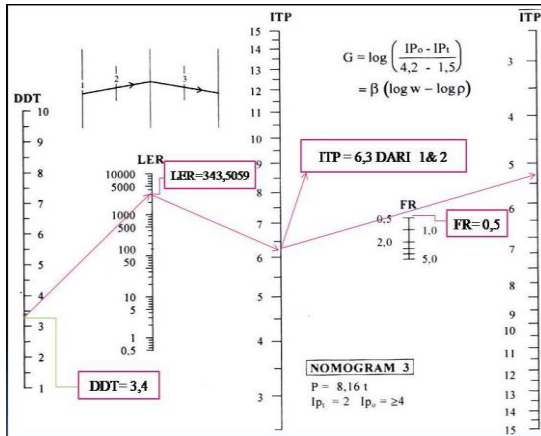
3.11 Mencari Indeks Permukaan Awal Umur Rencana (Ipo)

Berdasarkan lapisan yang di gunakan dari tabel 2.7 hal 29 Indeks permukaan pada awal umur rencana Ipo (petunjuk perencanaan tebal perkerasan lentur) didapatkan nilai Ipo untuk lapisan permukaan LASTON adalah 3,9-3,5

3.12 Mencari Harga Indeks Perkerasan (ITP)

Menentukan nilai ITP menggunakan data – data sebagai berikut :

- $IP_t = 2$
- $DDT = 3,4$
- $FR = 0,5$
- $LER = 343,5095$
- Nomogram 3
- $IP_1 = 2$
- $IP_0 \geq 4$
- $P = 8.16 t$



Gambar 6 Penggunaan Nomogram 3 Untuk Mencari Nilai ITP

Dengan demikian dalam penentuan menggunakan nomogram 3 (petunjuk perencanaan perkerasan lentur) di dapatkan nilai $ITP = 5,3$

Direncanakan Susunan Lapisan Perkerasan

Dari tabel 2.10 hal 35 Indeks tebal perkerasan (\overline{ITP}) adalah suatu indeks yang menentukan tebal perkerasan dan ditulis dengan rumus umum sebagai berikut :

$$ITP = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3$$

- ITP = Indeks tebal perkerasan
- a = Koefisien lapisan
- D_1 = Tebal lapis permukaan
- D_2 = Tebal lapis pondasi atas
- D_3 = Tebal lapis pondasi

Bawah :

- Lapis Permukaan : Laston (a_1) = 0,30
- Lapis Pondasi Atas : Stabilitas tanah dengan kapur (a_2) = 0,15
- Lapis Pondasi Bawah : Batu Peca Kelas B (a_3) = 0,10

maka $\overline{ITP} = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3$ dari (Tabel 2.8) diperoleh :

- D_1 minimum = 15 Cm
- D_2 minimum = 15 Cm

Tebal lapisan minimum dilihat dari $ITP = 6,6$

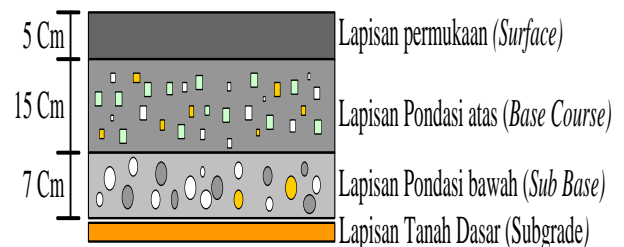
- Lapis Permukaan : Laston (D_1) = 5 Cm
- Lapis Pondasi Atas : Stabilitas tanah dengan kapur (D_2) = 15 Cm
- Lapis Pondasi Bawah : Batu Peca Kelas B (D_3) = 7 Cm

Rumus :

$$\overline{ITP} = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3$$

$$5,3 = 0,30 \times 5 + 0,15 \times 15 + 0,10 \times 7$$

maka $D_3 = 6,7 \text{ Cm} \approx 7 \text{ Cm}$



Gambar 7 Susunan Tebal Perkerasan

4. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang diperoleh dari hasil analisa perhitungan pada setiap

segmen yang telah penulis lakukan, dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

Kondisi Trotoar dan Lingkungan, Keterangan, Lintas ekivalen rencana adalah 343,509, Indeks permukaan pada akhir umur rencana dapat ditentukan berdasarkan LER 745,4167 maka itu termasuk klasifikasi jalan Arteri yang menghubungkan Malang dengan Pandaan, Pada jalan Ki Ageng Gribig dengan panjang jalan 1.6 km untuk perencanaan tebal perkerasan lentur (*flexible pavement*) dengan menggunakan Metode Bina Marga dapat diperoleh susunan tebal perkerasan terdiri dari pondasi bawah (*SubBase*) tebal 7 cm dengan agregat kelas B, pondasi atas (*Base Course*) tebal 15 cm dengan agregat kelas A, lapisan permukaan (*Surface*) 5 cm Laston dan mampu melayani beban selama umur rencana 10 tahun, Agar konstruksi dapat bertahan dan mencapai umur rencana yang di harapkan, hendaknya dilakukan kegiatan perawatan secara rutin sehingga dapat meminimalkan terjadinya kerusakan ada konstruksi, Biaya perawatan (*maintenance*) selama Tiga bulan pada badan jalan Ki Agen Gribig adalah suatu sistem perkerasan yang terpilih untuk digunakan sebaiknya diperhatikan mengingat tingginya pertumbuhan lalu lintas dan sifat tanah dasar yang sangat mempengaruhi perilaku suatu perkerasan untuk selama masa pelayanan, Disarankan menggunakan geotextile antara permukaan tanah asli dengan tanah timbunan agar butiran tanah tidak bercampur, Tanah timbunan harus *well graded* sesuai usulan laboratorium.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum SKBI 2.3.26.1987, UDC.625.73(02), SNI 1732-1989-F, Yayasan Badan Penerbitan P. U, "Petunjuk perencanaan tebal perkerasan lentur jalan raya dengan metode analisa komponen" Jakarta, Oktober, 1987.
- Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga, "Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan antar kota", Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Direktorat Jendral Bina Marga, "Petunjuk Drainase Permukaan", Direktorat pembinaan Jalan Kota.
- Silva Sukirman. "Perkerasan Lentur Jalan Raya", Penerbit Nova.
- RSNI geometri Jalan perkotaan, Badan Standarisasi Nasional BSN
- Hardiyatmo, H. Christady. 2015. Buku Pemeliharaan Jalan Raya, Penerbit Gajah Mada Universitas Press
- Sri Nuryati, "Analisis tebal perkerasan dengan Metode Bina Marga 1987 dan AASHTO 1986", Jurnal Universitas Islam "45" Bekasi.
- Edi Suprpto, 2005, "Analisis kapasitas dan ruas jalan sragen palur", Jurnal Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Rully Diah S, 2003. "Peningkatan Perkerasan Ruas Jalan Turirejo", Politeknik

