

ANALISIS BIAYA KONSTRUKSI JALAN BETON DAN JALAN ASPAL DENGAN METODE BINA MARGA DAN AASHTO 1993 SELAMA UMUR RENCANA 20 TAHUN STA. 0+000 - STA 5+000

Wuwuh Asrining Puri

Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Majapahit

Contact Person:

asriningpuriw@yahoo.co.id

ABSTRACT

The background writing Economical cost of analisis system with pavement road rigid road bending (ATB) seen from age 20 years plan, (case Study Jl. Mojokerto toll road - Kertosono), departing from a study to further minimize budget for the use of road pavement structure, which has been the use of flexible pavement road use ATB is more dominant than the rigid pavement using reinforced concrete, while the study of efficient use of the cost of the to pavement structure is still lacking.

The purpose of this study was to determine the design of each type of pavement either rigid flexible pavement pavement, as well as the costs required for this type of rigid pavement and flexible pavement and to find out the cost comparison between the construction of rigid pavement with flexible pavement. Planning pavement thickness using a analysis of the components of the method of Highways for the foundation layer of aggregate and flexible pavement thickness for pavement and KAKU 1993 AASHTO method used to determine the thickness and reinforcement of the concrete road construction.

The data required are the details of the volume of work, list the unit price, unit price analysis, heavy equipment and image analysis work. From the analysis of flexible pavement thickness of pavement either by using the method of genera and rigid pavement using AASTHO 1993 pavement to produce thick flexible pavements (ATB) LPA 20 cm and 5 cm thick asphalt Concrete, whereas for rigid pavement LPB 30 cm thick, Bo concrete 10 cm thick and rigid concrete panement 20 cm, and cost of Flexible Pavement requires a fee of **Rp. 78.739.070.829,65** and Rigid Pavements requires a fee of **Rp. 73.489.752.324,39** with cost savings of **Rp. 5.249.318.505,26** againsts the cost pavement bending under review with plans of 20-years of age.

Keywords: Pavement Bending (ATB), Pavement Kaku, Age 20-year plan, cost-efficiency.

ABSTRAK

Analisa biaya ekonomis sistem perkerasan jalan kaku dengan perkerasan jalan lentur (ATB) ditinjau dari umur rencana 20 tahun, (Study kasus pada jalan Tol Mojokerto – Kertosono). berangkat dari sebuah kajian untuk lebih meminimalisasikan anggaran biaya untuk penggunaan struktur perkerasan jalan, dimana selama ini penggunaan jalan perkerasan lentur ATB lebih dominan digunakan dibandingkan dengan perkerasan kaku yang menggunakan beton bertulang, sedangkan kajian tentang efesiensi penggunaan biaya dari kedua struktur perkerasan jalan tersebut masih kurang.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui desain dari masing - masing tipe perkerasan jalan baik perkerasan kaku maupun perkerasan lentur, serta biaya yang dibutuhkan untuk jenis perkerasan kaku maupun perkerasan lentur dan untuk mengetahui perbandingan biaya antara konstruksi perekerasan kaku dengan perkerasan lentur. Perencanaan tebal perkerasan menggunakan analisis komponendari metode Bina Marga untuk lapis pondasi agregat serta ketebalan perkerasan lentur dan perkerasan kakudigunakan metode AASHTO 1993 untuk menentukan ketebalan dan tulangan dari konstruksi jalan beton tersebut.

Data yang digunakan adalah rincian volume pekerjaan, daftar harga satuan, analisa harga satuan, analisa alat berat dan gambar pekerjaan. dari hasil analisis tebal perkerasan baik perekerasan lentur dengan menggunakan metode Bina Marga dan perkerasan kaku dengan menggunkan metode AASHTO 1993 menghasilkan tebal perkerasan untuk perkerasan lentur (ATB) LPA tebal 20 cmdan Asphal Concrete tebal 5 cm, sedangkan untuk perkerasan kaku LPB tebal 30 cm, Beton Bo 10 cm dan perkerasan beton kaku tebal 20 cm dan biaya untuk Perkerasan Lentur membutuhkan biaya sebesar Rp. 78.739.070.829,65 dan Perkerasan Kaku membutuhkan biaya sebesar Rp. 73.489.752.324,39 dengan penghematan biaya sebesar Rp. 5.249.318.505,26 terhadap biaya perkerasan lentur yang ditinjau dengan umur rencana 20 tahun.

Kata kunci : Perkerasan Lentur (ATB), Perkerasan kaku, umur rencana 20 tahun, efesiensi biaya.

1. PENDAHULUAN

Jalan, dalam konteks jaringan, dapat diartikan sebagai suatu ruas yang menghubungkan antara simpul yang satu dengan simpul yang lain. Dalam konteks sistem transportasi, jalan adalah prasarana yang difungsikan sebagai wadah dimana lalu lintas orang, barang atau kendaraan dapat bergerak dari titik asal menuju titik tujuan. Jika demikian, fungsi nyata dari jalan adalah tempat pergerakan lalu lintas. Jalan bebas hambatan (Tol) Kertosono-Mojokerto dibangun dengan tujuan sebagai jalan alternatif untuk mengatasi volume lalu lintas yang semakin meningkat setiap tahunnya. Selain itu kegiatan lalu lintas didominasi oleh kendaraan besar mengingat merupakan jalan utama arteri penghubung antar kota. Jalan TOL Mojokerto - Kertosono ini merupakan jalan alternatif dimana fungsinya sangat penting sebagai jalan penghubung antara Mojokerto sampai Kertosono yang merupakan jalur padat bagi kendaraan angkutan, industri, maupun pribadi maka kapasitas dan pelayanan jalannya perlu ditingkatkan. Untuk itu dalam pembangunannya menggunakan perkerasan kaku (*rigid pavement*) untuk mendukung semua itu. Dalam Tugas Akhir ini direncanakan Perencanaan perkerasan kaku dan lentur pada ruas jalan TOL Mojokerto Kertosono, untuk memberikan alternatif struktur yang pada awalnya menggunakan perkerasan kaku direncanakan ulang dengan menggunakan perkerasan lentur (*flexible pavement*).

Konstruksi Jalan Aspal atau disebut juga perkerasan fleksibel (*flexible pavement*) merupakan perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan ikat pada lapisan permukaan dan atau lapisan pondasi atas atau ATB (*asphalt treated base*). Nilai modulus elastisitas untuk konstruksi aspal umumnya sekitar 4.000 Mpa, suatu angka yang cukup kecil yang menyebabkan konstruksi aspal bersifat cukup lentur.

Konstruksi Jalan Beton atau disebut juga perkerasan beton semen merupakan perkerasan

yang menggunakan semen sebagai bahan ikat sehingga tingkat kekakuan yang relatif cukup tinggi khususnya bila dibandingkan dengan perkerasan aspal (Aly, M. A., 2004). Nilai modulus elastisitas untuk konstruksi beton sekitar 10 kali lipat dibanding dengan modulus elastisitas perkerasan aspal.

Dalam berbagai proyek konstruksi jalan raya, kedua metode tersebut telah banyak digunakan dan telah diaplikasikan. Bina Marga merupakan metode yang khusus digunakan di Indonesia, yang mana metode tersebut merupakan pengembangan metode AASHTO dengan menyesuaikan kondisi geografis yang ada di Indonesia. Setiap metode yang dipakai dalam mendisain konstruksi mempunyai kelebihan dan kekurangan masing-masing dalam setiap penentuan struktur dari tiap konstruksi, maka dalam mendisain suatu konstruksi jalan raya terkadang dibutuhkan dua metode. Dari latar belakang di atas, maka rumusan masalah dari perencanaan perkerasan ini adalah:

- Berapa tebal perkerasan Jalan Kaku (*Rigid Pavement*)
- Berapa tebal perkerasan Jalan lentur (*Flexsibel Pavement*)
- Berapa beda biaya antara jalan Perkerasan kaku (*Rigid*) dengan perkerasan lentur (*Flexsibel*) pelaksanaan proyek dan umur rencana 20 Tahun (Pemeliharaan).

Tujuan penelitian ini adalah :

- Untuk mengetahui tebal perkerasan jalan Kaku (*Rigid Pavement*)
- Menghasilkan tebal perkerasan jalan lentur (*Flexsibel Pavement*)
- Untuk mengetahui beda biaya antara jalan perkerasan kaku (*Rigid*) dan perkerasan lentur (*Fleksibel*) pada masa pelaksanaan proyek dan umur rencana 20 tahun (pemeliharaan).

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberi informasi atau gambaran bagi para praktisi di dunia konstruksi jalan, baik pihak pemerintah, pihak kontraktor, pihak konsultan dan pengguna jalan tentang penggunaan teknologi perkerasan jalan kaku (*Rigid*) dengan jalan lentur (*Fleksibel*) dalam pelaksanaan proyek, terutama untuk lebih optimalisasi penggunaan konstruksi yang lebih

baik dari segi pelaksanaan dan umur rencana jalan tersebut, termasuk pemeliharaanya.

2. METODE PEMBAHASAN

Metode desain dalam perancangan perkerasan ini adalah metode AASHTO dan Bina Marga. Dalam perancangan perkerasan ini ada dua tipe desain yang akan diolah yaitu tipe perkerasan lentur dan kaku. Untuk perkerasan lentur dipakai metode Bina Marga dan untuk perkerasan kaku dipakai metode AASHTO.

Disain perkerasan lentur meliputi perhitungan berikut:

a. Menentukan Kelas Jalan

Mengumpulkan data dengan melakukan survey untuk mendapatkan jumlah dari tiap kendaraan berdasarkan pembagian jenis tiap kendaraan.

Jenis kendaraan 1 (Buah) = Jml. Kend. 1 x koef. Smp

Jenis kendaraan 2 (Buah) = Jml. Kend. 2 x koef. Smp

Jenis kendaraan 3 (Buah) = Jml. Kend. 3 x koef. Smp

Jenis kendaraan 4 (Buah) = Jml. Kend. 4 x koef. Smp

Jumlah lalu lintas harian rata-rata =

Penentuan koefisien smp (satuan mobil penumpang)

b. Analisis Desain Tebal Perkerasan

1. Perhitungan lintas equivalen pada akhir umur rencana (LHR_n)

Rumus : $LHR_n = LHR_p (1+r)^n$

Dimana :

LHR_p = Lintas ekuivalen pada saat jalan baru dibuka

R = Faktor pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana

N = Umur rencana jalan

(Sumber: "Perkerasan Lentur Jalan Raya, Silvia Sukirman: 112")

2. Perhitungan Angka Ekuivalen beban sumbu (E)

Rumus : $E = \left(\frac{L_b}{8160} \right)^4 \cdot k$ Dimana :

L_b = Beban sumbu kendaraan (kg)

K = 1 (untuk sumbu tunggal)

= 0.086 (untuk sumbu tandem)

= 0.021 (untuk sumbu triple)

(Sumber: "Perkerasan Lentur Jalan Raya, Silvia Sukirman: 99")

3. Perhitungan lintas equivalen permulaan (LEP)

Rumus : $LEP = LHR_n \cdot c \cdot E$

Dimana :

C = koef. distribusi lajur yang diperoleh dari hubungan lebar perkerasan (L), jumlah lajur (j) dan berat kendaraan (w), terbagi 2 yaitu c_1 = koef. Distribusi lajur untuk kendaraan ringan;

c_2 = koef. Distribusi lajur untuk kendaraan berat

E = Angka equivalent beban sumbu

LHR = Lintas equivalen pada akhir umur Rencana

4. Perhitungan lintas equivalen akhir (LEA)

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

Dimana :

LEP = lintas equivalen permulaan

r = faktor pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana

n = umur rencana jalan

(Sumber: PLJR, Silvia Sukirman: 112)

5. Perhitungan lintas equivalen tengah (LET)

Rumus : $LET = \frac{1}{2} (S LEP + S LEA)$

(Sumber: PLJR, Silvia Sukirman)

6. Perhitungan lintas equivalen rencana (LER)

Rumus : $LER = LET \cdot F_p$ Dimana :

LET = Lintas equivalen tengah

F_p = Faktor penyesuaian

(n/10...n) = umur rencana jalan

(Sumber: PLJR, Silvia Sukirman)

7. Perhitungan nilai CBR segmen jalan

Rumus : $CBR_{\text{segmen jalan}} = CBR_{\text{rata-rata}}$

$$\left[\frac{(CBR_{\text{maks}} - CBR_{\text{min}})}{R} \right]$$

Dimana :

$CBR_{\text{rata-rata}} =$

$$\left(\frac{\sum CBR \text{ tanah dasar}}{\text{Jumlah data}} \right)$$

R = Nilai yang diperoleh dari hubungan antara jumlah data yang terdapat dalam satu segmen. Nilai R tergantung dari jumlah data yang terdapat dalam 1 segmen. Besarnya nilai R dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

8. Mencari ITP (Indeks Tebal Perkerasan)

- a. DDT (Daya Dukung Tanah) yang diperoleh dari korelasi antara nilai CBR_{segmen}
1. Tentukan nilai daya dukung tanah dasar dengan mempergunakan pemeriksaan CBR
 2. Dengan memperhatikan nilai CBR yang diperoleh, keadaan lingkungan, jenis dan kondisi tanah dasar disepanjang jalan, tentukanlah CBR segmen
 3. Tentukan nilai daya dukung tanah dasar (DDT) dari setiap nilai CBR segmen yang diperoleh dengan mempergunakan gambar disamping. Grafik CBR mempergunakan skala logaritma, sedangkan grafik DDT mempergunakan skala linear.
 4. Tentukan umur rencana dari jalan yang hendak direncanakan. Umumnya jalan baru mempergunakan umur rencana 20 tahun, dapat dengan konstruksi bertahap (stage construction) atau tidak (baca juga 4.4). Jika dilakukan konstruksi bertahap, tentukan tahap pelaksanaannya.
- b. FR (Faktor Regional) yang diperoleh dari hubungan curah hujan, kelandaian dan % berat kendaraan.

Perkiraan besarnya ketebalan masing-masing jenis lapis perkerasan, tergantung dari nilai DDT dan LER serta FR dari volume lalu lintas jalan Tol Mojokerto - Kertopono, adapun penentuan nilai ITP dapat ditentukan dari beberapa nomogram berikut ini:

- a. Lapisan permukaan
- * Menentukan nilai a_1 (koef. relatif bahan u/ lap. permukaan) yang didasari atas jenis bahan yang direncanakan
- b. Lapisan base
- Menentukan nilai a_2 (koef. relatif bahan untuk lapisan base yang didasari atas jenis bahan yang direncanakan (Lihat Tabel lapisan permukaan untuk a_1))
- * Dari hubungan nilai ITP yang diperoleh dan jenis bahan Yang direncanakan,

diperoleh tebal minimum untuk lapisan base (D_2) (Lihat Tabel lapisan permukaan untuk D_1).

- c. Lapisan sub base
- * Menentukan nilai a_3 (koef. relatif bahan untuk lapisan Sub base) berdasarkan jenis bahan yang direncanakan. (Lihat Tabel lapisan permukaan untuk a_1)
 - * Menentukan nilai D_3 (tebal minimum lapisan Sub Base) yang diperoleh dari hubungan nilai ITP, a_1 , a_2 , a_3 , D_1 , D_2
$$ITP = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 + a_3 \cdot D_3$$

(Sumber : PLJR, Silvia Sukirman ; 135)
- Sehingga diperoleh :
- | | |
|-------------------------|-----------|
| Tebal lapisan permukaan | (D_1) |
| Tebal lapisan base | (D_2) |
| Tebal lapisan sub base | (D_3) |
- a_1, a_2, a_3

Metoda AASHTO'93

Salah satu metoda perencanaan untuk tebal perkerasan jalan yang sering digunakan adalah metoda AASHTO'93. Metoda ini sudah dipakai secara umum di seluruh dunia untuk perencanaan serta di adopsi sebagai standar perencanaan di berbagai negara. Metoda AASHTO'93 ini pada dasarnya adalah metoda perencanaan yang didasarkan pada metoda empiris. Parameter yang dibutuhkan pada perencanaan menggunakan metoda AASHTO'93 ini antara lain adalah:

- a. Lalu lintas
- b. *Reliability*
- c. Parameter Kuat Tekan Untuk Modulus Elastis Beton
- d. *Flexure Strength* (Sc)
- e. *Drainage Coefficient*
- f. Load Transfer
- g. Modulus Reaksi Tanah Dasar (k)
- h. Perencanaan Penulangan Perkerasan Beton
- i. Faktor lingkungan
- j. *Serviceability*

a. Lalu Lintas

Prosedur perencanaan untuk parameter lalu lintas didasarkan pada kumulatif beban gandar standar ekivale (*Cumulative Equivalent Standard Axle*, ESAL). Perhitungan untuk ESAL ini didasarkan pada konversi lalu lintas yang lewat terhadap beban gandar standar 8.16 kN dan mempertimbangkan umur rencana, volume lalu lintas, faktor distribusi lajur, serta

faktor bangkitan lalu lintas (*growth factor*).
Data dan parameter lalu lintas yang digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan meliputi:

- Jenis Kendaraan
- Volume lalu lintas harian rata-rata
- Pertumbuhan lalu lintas
- Damage rencana
- Faktor Distribusi arah
- Faktor distribusi lajur
- Equivalent Single Axle Load, ESAL selama umur rencana (Traffic design)

Faktor distribusi arah : D_D dan umumnya diambil 0.5 (AASHTO 1993 hal. 11.16a).

Faktor distribusi lajur (D_L) mengacu pada tabel 2.15 (AASHTO 1993).

Rumus umum desain traffic ($ESAL = Equivalent Single Axle Load$) = N_n

$$W_{18} = Y, LHR_j \times VDF \times DD \times DL \times \frac{N_1}{365 (2.11)}$$

(Sumber : Perkerasan Jalan Beton Semen Portland, Ari Suwarno ; H. 17) Dimana

W_{18} = Traffic design pada lajur lalu lintas, Equivalent Single Axle Load

LHR_j = Jumlah lalu lintas harian rata-rata 2 arah untuk jenis kendaraan

VDF_j = Vehicle Damage Factor untuk jenis kendaraan j

DD = Faktor distribusi arah

DL = Faktor distribusi lajur

N_1 = lalu lintas pada tahun pertama Jalan dibuka

N_n = lalu lintas pada akhir umur rencana

b. Reliability

Konsep *reliability* untuk perencanaan perkerasan didasarkan pada beberapa ketidakpastian (uncertainties) dalam proses perencanaan untuk meyakinkan alternatif-alternatif berbagai perencanaan. Tingkatan *reliability* ini yang digunakan tergantung pada volume lalu lintas, klasifikasi jalan yang akan direncanakan maupun ekspektasi dari pengguna jalan. *Reliability* didefinisikan sebagai kemungkinan bahwa tingkat pelayanan dapat tercapai pada tingkatan tertentu dari sisi pandangan para pengguna jalan sepanjang umur yang direncanakan. Pengaplikasian dari konsep *reliability* ini diberikan juga dalam parameter standar

deviasi yang mempresentasikan kondisi-kondisi lokal dari ruas jalan yang direncanakan serta tipe perkerasan antara lain perkerasan lentur ataupun perkerasan kaku. Secara garis besar pengaplikasian dari konsep *reliability* adalah sebagai berikut

- 1). Hal pertama yang harus dilakukan adalah menentukan klasifikasi dari ruas jalan yang akan direncanakan. Klasifikasi ini mencakup apakah jalan tersebut adalah jalan dalam kota (*urban*) atau jalan antar kota (*rural*).
- 2). Tentukan tingkat *reliability* yang dibutuhkan dengan menggunakan tabel yang ada pada metoda perencanaan AASHTO'93. Semakin tinggi tingkat *reliability* yang dipilih, maka akan semakin tebal lapisan perkerasan yang dibutuhkan.
- 3). Satu nilai standar deviasi (S_o) harus dipilih. Nilai ini mewakili dari kondisi-kondisi lokal yang ada. Berdasarkan data dari jalan percobaan AASHTO ditentukan nilai S_o sebesar 0.25 untuk rigid dan 0.35 untuk flexible pavement. Hal ini berhubungan dengan total standar deviasi sebesar 0.35 dan 0.45 untuk lalu lintas untuk jenis perkerasan rigid dan flexible.

Parameter *Reliability* dapat ditentukan sebagai berikut (i) berdasarkan parameter klasifikasi fungsi jalan, (ii). status lokasi jalan urban/rural, (iii). Penetapan tingkat *Reliability* (R), (iv). Penetapan standar deviasi (S_o), (v). Kehandalan data lalu lintas dan beban kendaraan.

Untuk menggunakan besaran-besaran dalam standar AASTHC) ini beserta biaya konstruksi dan pemeliharaan dalam kurun waktu yang cukup. sebenarnya dibutuhkan suatu rekanan data, evaluasi desain/kenyataan. Dengan demikian besaran parameter yang dipakai tidak selalu menggunakan "angka tengah" sebagai kompromi besaran yang diterapkan.

Parameter Kuat Tekan Untuk Modulus Elastis Beton

Di Indonesia yang menjadi ketentuan parameter utama adalah *flexural strength* (*modulus of rupture*) yaitu sebesar $S_c = 45$

kg/cm², maka perlu dicari nilai kuat tekan beton yang akan digunakan agar persamaan tersebut dibawah ini dapat diselesaikan. Nilai parameter kuat tekan beton diperlukan untuk dapat nilai elastisitas beton.

Rumus umum elastisitas beton :

$$E_c = 57000 \sqrt{f_c'} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana

E_c = Modulus Elastisitas Beton (Psi)

f_c' = Kuat Tekan Beton (Psi)

Flexurel Strength (S_c)

Flexural strenght (modulus of rufture) ditetapkan sesuai pada spesifikasi pekerjaan.

Adapun rumus umum *Flexural Strenght*

$$S_c:Fr=0.7 \sqrt{f_c'} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana

$Fr:S_c$ = *Flexural strenght (modulus of rufture)* (Mpa)

f_c' = Kuat tekan beton (Mpa)

e. Drainage Coefficient

1. Variabel Faktor Drainase

AASHTO memberikan 2 variabel untuk menentukan nilai koetisien drainase

- Variabel utama : mutu drainase, dengan variasi *excellent, good, fair, poor, very poor*. Mutu ini ditentukan oleh berapa lama air dapatdibebaskan dari pondasi perkerasan.
- Varibel kedua : persentasi struktur perkerasan dalam satu tahunterkena air sampai tingkat mendekati jenuh air (*saturated*), dengan variasi < 1%, 1-5 %,5-25%, >25%

2. Penetapan Variabel Mutu Drainase

Penetapan variable pertama diambil dengan pendekatan sebagai berikut

- Air hujan atau air dari atas permukaan jalan yang akan masuk kedalam pondasi jalan, relative kecil berdasar hidrologi yaituberkisar 70 - 95 % air yang jatuh di atas jalan aspal/beton akan masuk ke system drainase, yaitu (i) Air dari samping jalan yang kemungkinan akan masuk ke pondasi jalan, ini pun relative kecil terjadi, karena adanya *road side ditch, croos drain*,

juga muka air tertinggi di desain terletak di bawah subgrade dan (ii). Pendekatan dengan lama dan frekuensi hujan, yang rata-rata terjadi hujan selama 3 jam per hari dan jarang sekali terjadi hujan terus menerus selama 1 minggu.

Maka waktu pemutusan 3 jam (bahkan kurang bila memperhatikan butir ke-2) dapat diambil sebagai pendekatan dalam penentuan kualitas drainase, sehingga pemilihan mutu drainase adalah berkisar *Good*, dengan mempertimbangkan air yang mungkin masih akan masuk, *quality of drainage* diambil kategori *Fair*.

Untuk kondisi khusus, misalnya system drainase sangat buruk, muka air tanah terletak cukup tinggi mencapai lapisan tanah dasar, dan sebagainya, dapat dilakukan kajian tersendiri. Penetapan variable kedua yaitu persentase struktur perkerasan dalam I tahun terkena air sampai tingkat *saturated*, relative sulit, belum ada data rekaman perbandingan dari jalan lain, namun dengan pendekaatanpendekatan, pengamatan dan perkiraan berikut ini, nilai dari factor variable kedua tersebut dapat didekati.

Load Transfer

Pendekatan penetapan parameter load transfer:

- Join dengan *dowel* : $J = 2.5-3.1$
- Untuk *overlay design* : $J = 2.2-2.6$

Modulus Reaksi Tanah Dasar (k)

Modulus of subgrade reaction (k) menggunakan gabungan formula dan grafik penentuan modules reaksi tanah tanah dasar berdasar ketentuan CBR tanah dasar.

$$k = \frac{M_R}{19.4}$$

Dimana

K = Modulus reaksi tanah dasar (Pci)

M_R = *Resilient modulus*

f. Load Transfer

Pendekatan penetapan parameter load transfer:

Join dengan dowel : $J = 2.5-3.1$

Untuk *overlay design* : $J = 2.2-2.6$
g. Modulus Reaksi Tanah Dasar (k)
Modulus of subgrade reaction (k) menggunakan gabungan formula dan grafik penentuan modulus reaksi tanah tanah dasar berdasar ketentuan CBR tanah dasar.

$$k = \frac{M_R}{19.4}$$

Dimana

k = Modulus reaksi tanah dasar (Pci)

M_R = *Resilient modulus*

h. Perencanaan Pemulangan Perkerasan Beton

Tujuan dasar distribusi penulangan baja adalah bukan untuk mencegah terjadinya retak pada plat beton, tetapi untuk membatasi lebar retakan yang timbul pada daerah dimana beban terkonsentrasi agar tidak terjadi pembelahan pelat beton pada daerah retak tersebut. Sehingga kekuatan pelat tetap dapat dipertahankan. Banyaknya talangan baja yang didistribusikan sesuai dengan kebutuhan untuk keperluan yang ditentukan oleh jarak sambungan susut, dalam hal ini dimungkinkan penggunaan pelat yang lebih panjang agar dapat mengurangi jumlah sambungan melintang sehingga dapat meningkatkan kenyamanan. Dalam metode penulangan dalam struktur perkerasan jalan beton, ada dua komponen penulangan yaitu *Dowel* (ruj i)

Dowel berupa batang baja tulangan polos (maupun profil), yang digunakan sebagai sarana penyambung/pengikat pada beberapa jenis sambungan pelat beton perkerasan jalan. *Dowel* berfungsi sebagai penyalur beban pada sambungan, yang dipasang dengan separuh panjang terikat dan separuh panjang dilumasi atau dicat untuk memberikan kebebasan bergeser

Batang Pengikat (*Tie bar*)

Tie bar adalah potongan baja yang diprofilkan yang dipasang pada sambungan lidah - alur dengan maksud untuk mengikat pelat agar tidak bergerak horizontal. Batang pengikat dipasang pada sambungan *Tie bar* dirancang untuk memegang plat sehingga teguh, dan dirancang untuk menahan gaya-

gaya tarik maksimum. *Tie bar* tidak dirancang untuk memindah beban.

i. Faktor Lingkungan

Persamaan-persamaan yang digunakan untuk perencanaan AASHTO didasarkan atas hasil pengujian dan pengamatan pada jalan percobaan selama lebih kurang 2 tahun. Pengaruh jangka panjang dari temperatur dan kelembaban pada penurunan *serviceability* belum dipertimbangkan. Satu hal yang menarik dari faktor lingkungan ini adalah pengaruh dari kondisi swell dan frost heave dipertimbangkan, maka penurunan *serviceability* diperhitungkan selama masa analisis yang kemudian berpengaruh pada umur rencana perkerasan.

Penurunan *serviceability* akibat *roadbed swelling* tergantung juga pada konstanta *swell*, *probabilitas swell*, dll.

Persamaan AASHTO'93

Dari hasil percobaan jalan AASHTO'10 untuk berbagai macam variasi kondisi dan jenis perkerasan, maka disusunlah metoda perencanaan AASHTO yang kemudian berubah menjadi AASHTO. Dasar perencanaan dari metoda AASHTO baik AASHTO'72, AASHTO'86, maupun metoda terbaru saat sekarang yaitu AASHTO'93 adalah persamaan seperti yang diberikan dibawah ini:

$$\log_{10} W_{18} = Z_R S_o + 7.35 \log_{10} (D + 1) - 0.06 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} + \frac{S_e C_{dr} \left(D^{0.75} - 1.132 \right)}{215.63 \times \left(\frac{18.42}{E_c k} \right)^{0.25}}$$

Gambar 1. Persamaan AASHTO'93

Dimana:

W_{18} = Kumulatif beban gandar standar selama umur perencanaan (ESAL).

Z_R = *Standard Normal Deviate*.

S_o = *Combined standard error* dari prediksi lalu lintas dan kinerja.

D = Tebal Plat beton (inches).

ΔPSI = *Serviceability loss* = $P_o - P_t$

P_o = *Initial serviceability*.

P_t = *Terminal serviceability*.

Sc' = Modules of rupture sesuai spesifikasi pekerjaan (psi). Cd = Darinage coefficient
J = Load transfer coefficient.
Ec = Modules elastisitas (psi)
k = Modules reaksi tanah dasar (psi)

Langkah-Langkah Perencanaan Dengan Metoda AASHTO'9

Langkah-langkah perencanaan dengan metoda AASHTO'93 adalah sebagai berikut:

- a. Tentukan lalu lintas rencana yang akan diakomodasi di dalam perencanaan. Tebal perkerasan. Lalu lintas rencana ini jumlahnya tergantung dari komposisi lalu lintas, volume lalu lintas yang lewat, beban aktual yang lewat, serta faktor bangkitan lalu lintas serta jumlah lajur yang direncanakan. Parameter tersebut akan dikonversikan menjadi kumulatif beban gandar standar ekivalen (CESA).
- b. Hitung CBR dari tanah dasar yang mewakili untuk ruas jalan ini. CBR representatif dari suatu ruas jalan yang direncanakan ini tergantung dari klasifikasi jalan yang direncanakan. Pengambilan dari data CBR untuk perencanaan jalan biasanya diambil pada jarak 100 meter. Untuk satu ruas jalan yang panjang biasanya dibagi atas segmen-segmen yang mempunyai nilai CBR yang relatif sama. Dari nilai CBR representatif ini kemudian diprediksi modulus elastisitas tanah dasar dengan mengambil persamaan sebagai berikut:

$$MR = 1500 \text{ CBR (psi)}$$

Dimana :

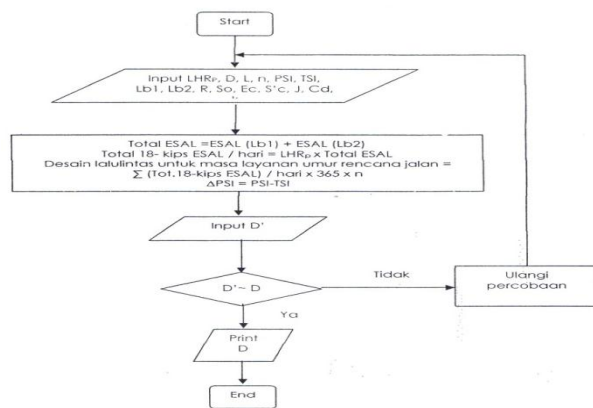
CBR = nilai CBR representatif (%).

MR = Resilien modulus (psi).

- c. Kemudian tentukan besaran-besaran fungsional dari sistem perkerasan jalan yang ada seperti Initial Present Serviceability Index (Po), Terminal Serviceability Index (Pt), dan Failure Serviceability Index (Pf). Masing-masing besaran ini nilainya tergantung dari klasifikasi jalan yang akan

direncanakan antara lain *urban road*, *country road*, dll.

- d. Setelah itu tentukan *reliability* dan *standard normal deviate*. Kedua besaran ini ditentukan berdasarkan beberapa asumsi antara lain tipe perkerasan dan juga klasifikasi jalan.
- e. Menggunakan data lalu lintas, modulus elastisitas tanah dasar serta besaran-besaran fungsional Po, Pt, dan Pf serta *reliability* dan *standard normal deviate* kemudian bisa dihitung *Structural Number* yang dibutuhkan untuk mengakomodasi lalu lintas rencana. Perhitungan ini bisa menggunakan grafik-grafik yang tersedia atau juga bisa menggunakan rumus AASHTO'93.
- f. Langkah selanjutnya' adalah menentukan bahan pembentuk lapisan perkerasan. Masing-masing tipe bahan perkerasan mempunyai koefisien layer yang berbeda. Penentuan koefisien layer ini didasarkan pada beberapa hubungan yang telah diberikan oleh AASHTO'93.
- g. Menggunakan koefisien layer yang ada kemudian dihitung tebal lapisan masing-masing dengan menggunakan hubungan yang diberikan pada Persamaan 1 diatas dengan mengambil koefisien drainase tertentu yang didasarkan pada tipe pengaliran yang ada.
- h. Kemudian didapat tebal masing-masing lapisan. Metoda AASHTO'93 memberikan rekomendasi untuk memeriksa kemampuan masing-masing lapisan untuk menahan beban yang lewat menggunakan prosedur seperti yang pada langkah berikut ini:



Sumber : Rekayasa Penelitian

Gambar 2. Perkerasan kaku metode AASHTO

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perbandingan Nilai Efisiensi Biaya Antara Jalan Perkerasan Lentur dan Jalan Perkerasan Kaku. Dari hasil Penelitian dan perhitungan biaya antara jalan perkerasan lentur dengan jalan perkerasan kaku, dapat diperoleh perbandingan nilai estimasi dari masing-masing jenis jalan, sesuai dengan umur rencana jalan selama 20 tahun. Adapun perbandingannya dapat dilihat pada tabel berikut sesuai hasil hitungan masing perkerasan, dimana pekerjaan konstruksi perkerasan jalan kaku lebih efisien biaya yang dibutuhkan sebesar Rp. 73.489.752.324,39 dibandingkan menggunakan konstruksi perkerasan jalan lentur sebesar Rp. 78.739.070.829,65 dengan umur rencana dari masing-masing konstruksi tersebut selama 20 tahun. Dengan demikian penggunaan jalan perkerasan kaku lebih efisien biaya sebesar Rp. 5.249.318.505,26.

4. PENUTUP

Dari analisis dan perhitungan yang dilakukan tentang Perbandingan kelakyakan Jalan dengan Konstruksi Beton dan Konstruksi Aspal. pada jalan Tol Mojokerto-Kertosono kota Mojokerto STA. 0+000 $\blacklozenge$ STA 5+000 sepanjang 5 kmdan lebar jalan 15 m . Di tinjau dari daya tahan terhadap cuaca, daya tahan terhadap pergerakan tanah dan daya tahan terhadap perubahan lalu lintas dengan kriteria Kenyamanan Permukaan, Jangka Waktu Perawatan, Kemudahan Pelaksanaan dan Ketersediaan Sumber dana dapat ditarik

beberapa poin kesimpulan pada setiap segmen yang telah ditentukan adalah sebagai berikut :

1. Untuk perhitungan tebal perkerasan lentur (Flexsibel Pavement) dengan menggunakan metode Bina Marga diperoleh tebal lapis permukaan Asphalt Concrete ATB adalah 5 cm, tebal LPA kelas B adalah 20 cm, sedangkan
2. Untuk perhitiungan tebal perkerasan kaku (Rigid Pavement) dengan menggunakan metode AASHTO 1993 diperoleh tebal lapis permukaan beton 20 cm, tebal LPB adalah 30 cm dan beton Bo 10 cm, tulangan TieBar Ø25 - 300 mm panjang 45 cm, tulangan dowel Ø12-1219 cm dengan panjang 63.5 cm,
3. Total anggaran biaya untuk tebal beserta pemeliharaan dan peningkatan jalan dalam kurun waktu 20 tahun
 - Perkerasan lentur (Flexsibel Pavement) sebesar Rp. 78.739.070.829,65
 - Perkerasan kaku (Rigid Pavement) sebesar Rp. 73.489.752.324,39
 - Perbandingan biaya dari kedua perkerasan adalah Sebesar Rp. 5.249.318.505,26
4. Dari seluruh total perhitungan perencanaan tebal perkerasan lentur maupun kaku pada jalan Tol Mojokerto- Kertosono kota Mojokerto telah mencapai standart yang ditentukan karena telah mencapai Perhitungan tebal minimum yang diisyaratkan oleh masing-masing metode perkerasan lentur dan perkerasan kaku.

Berdasarkan kesimpulan tersebut di atas, maka hal-hal yang perlu dilakukan untuk memaksimalkan hasil kajian ini adalah sebagai berikut :

1. Disarankan agar Dinas terkait dalam melakukan baik pembangunan maupun peningkatan jalan memilih Perkerasan kaku hal itu dikarenakan dari hasil analisis dapat meminimalkan biaya yang harus dikeluarkan pemerintah, dan dapat

- menghasilkan konstruksi yang efektif, efisien dan ekonomis.
2. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut untuk melanjutkan tesis ini mengenai analisa dampak sosial dengan digunakannya Jalan Perkerasan Kaku pada jalur jalan Tol Mojokerto- Kertosono kota Mojokerto terhadap pengguna kendaraan lain.
 3. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan konstruksi perkerasan jalan kaku terhadap kenyamanan pengguna jalan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Anonymus, (1970). Penataran Perencanaan Geometrik Man Raya, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.
- [2] Anonymus, (1998). Rekayasa Lalu Lintas. Angkatan I, Penataran Dosen Perguruan Tinggi Swasta. ITB, Cisarua Bogor.
- [3] Anthoni J Catasene, (1986). Pengantar Sistem Transportasi Kota. Erlangga, Jakarta
- [4] Arthur Wignall, (1999). Proyek Jalan Teori & Praktek, Edisi Keempat, Erlangga, Jakarta.
- [5] Ardianto Carto, (2010). Pemilihan Teknik Perbaikan Perkerasan Jalan Dan Mayan Penanganannya, Wonogiri.
- [7] Fahrurrozi, (2008). Pengaruh Nilai CBR Tanah Dasar Terhadap Tebal Perkerasan Lentur Jalan Kaliurang Dengan Metode Bina Marga dan AASHTO 1986, Kaliurang
- [8] Kota Balikpapan, (2009). DPU, Laporan Proyek Man RSS Damai III Gn. Bahagia, Balikpapan
- [9] Morlok, EK, Pengantar Teknik Dan Perencanaan