

**ANALISIS PERBEDAAN BIAYA  
KONSTRUKSI JALAN BETON DAN JALAN ASPAL  
DENGAN METODE BINA MARGA DAN AASHTO 1993  
SELAMA UMUR RENCANA 20 TAHUN  
(STUDI KASUS PADA PROYEK JALAN TOL MOJOKERTO KERTOSONO)  
STA. 0+000 - STA 5+000**

**Abdulloh Farid**

Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustustus 1945 Surabaya  
email: sipil@untag-sby.ac.id

**Abstraks**

Latar belakang penulisan " 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 efisiensi 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 perkerasan kaku dengan perkerasan lentur. Perencanaan tebal perkerasan menggunakan analisis komponendari metode Bina Marga untuk lapis pondasi agregat serta ketebalan perkerasan lentur dan perkerasan kaku digunakan 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 perkerasan lentur dengan menggunakan metode Bina Marga dan perkerasan kaku dengan menggunakan metode AASHTO 1993 menghasilkan tebal perkerasan untuk perkerasan lentur (ATB ) LPA tebal 20 cm dan Asphalt 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, efisiensi biaya.*

**I. 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 di gunakan 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:

- a. Berapa tebal perkerasan Jalan Kaku (*Rigid Pavement*) ?
- b. Berapa tebal perkerasan Jalan lentur (*Flexsibel Pavement*) ?
- c. Berapa beda biaya antara jalan Perkerasan kaku (*Rigid*) dengan perkerasan lentur (*Flexsibel*)

pelaksanaan proyek dan umur rencana 20 Tahun (Pemeliharaan).

Tujuan penelitian ini adalah :

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

Ruang lingkup penelitian yang akan diuraikan antara lain :

- a. Ruang lingkup pembahasan hanya dibatasi pada penggunaan tipe perkerasan jalan kaku (*rigid*) dan perkerasan jalan lentur (*fleksibel*)
- b. Pembahasan dititikberatkan pada sisi analisis efisiensi biaya ditinjau dari pelaksanaan proyek dan umur rencana penggunaannya selama 20 Tahun
- c. Teori-teori dalam pembahasan yang digunakan dalam pembahasan di anggap umum dan sudah di kaji kebenarannya.
- d. Tidak membahas sistim pengadaan, penyediaan dan pembelian material.
- e. Analisa biaya berdasarkan pada data harga satuan upah dan bahan yang berlaku di Jawa Timur (Mojokerto dan Kertosono)
- f. Data perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan rekapitulasi yang digunakan hasil dari data perubahan perhitungan saat dilakukan Mutual Check 0 % (MC 0), yang telah dilakukan oleh pihak terkait dalam pelaksanaan proyek Jalan Tol Mojokerto Kertosono

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 pemeliharannya.

## II. KAJIAN PUSTAKA

Lapisan perkerasan berfungsi untuk menerima dan menyebarkan beban lalu lintas tanpa menimbulkan kerusakan yang berarti pada konstruksi jalan itu sendiri. Dengan demikian memberikan kenyamanan kepada pengemudi selama pelayanan jalan tersebut. Untuk itu dalam perencanaan perlulah dipertimbangkan seluruh faktor-faktor yang mempengaruhi fungsi pelayanan konstruksi perkerasan jalan (Wignall, 1999).

### Konstruksi Jalan Beton

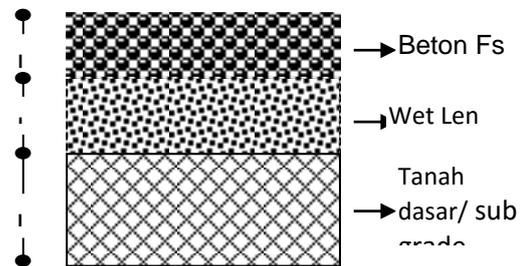
Konstruksi jalan beton atau disebut juga perkerasan beton semen merupakan perkerasan yang menggunakan semen sebagai bahan ikat sehingga tingkat kekakuan yang relatif cukup tinggi khususnya bila dibandingkan dengan perkerasan aspal (Aly, M. A., 2004).

Nilai modulus elastisitas untuk konstruksi beton sekitar 10 kali lipat dibanding dengan modulus elastisitas perkerasan aspal. Di Indonesia dikenal beberapa jenis konstruksi beton yang sudah umum dipakai, yaitu:

- a. Perkerasan beton semen “tanpa tulangan dengan sambungan” atau *jointed unreinforced concrete pavement*.
- b. Perkerasan beton semen “dengan tulangan dengan sambungan” atau *jointed reinforced concrete pavement*.
- c. Perkerasan beton semen “bertulang tanpa sambungan” atau *continuously reinforced concrete pavement*.
- d. Perkerasan beton semen “prategang” atau *prestressed concrete pavement*.
- e. Perkerasan beton semen “bertulang fiber” atau *fiber reinforced concrete pavement*.

Bentuk umum dari konstruksi beton terdiri atas 3 lapisan yaitu lapisan tanah dasar (*sub grade*), lapisan lantai kerja (*cement treated sub base*), dan lapisan

beton



Konstruksi beton memiliki karakteristik khusus yang tidak dimiliki oleh konstruksi aspal. Diantara karakteristik tersebut adalah:

- Tingkat kekakuan yang tinggi, yang digambarkan oleh nilai modulus elastisitas yang cukup tinggi yaitu sekitar 40.000 Mpa
- Konstruksi beton merupakan konstruksi satu lapis (*single layer*) yang kuat tekannya sebagian besar bertumpu pada lapisan beton paling atas
- Kuat tarik konstruksi beton sekitar FS 45 kg/cm<sup>2</sup> untuk tebal lapisan sekitar 21 cm
- Tingkat ketahanan terhadap pelapukan sangat tinggi baik yang diakibatkan oleh air maupun cuaca
- Tingkat pemeliharaan yang relatif jarang selama umur ekonomis konstruksi
- Biaya investasi lebih murah (sekitar Rp. 32.490 / m<sup>2</sup>) dibandingkan dengan biaya investasi konstruksi aspal (Rp. 42.840 / m<sup>2</sup>) (Aly, M. A., 2004)

### Konstruksi Jalan Aspal

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 aspal yang dikenal dan sudah umum digunakan sampai saat ini diantaranya adalah:

- Perkerasan lentur konvensional (*conventional flexible pavement*)

Yang terdiri dari lapisan dasar, lapisan pondasi atas dan lapisan permukaan. Perkerasan lentur konvensional ditandai dengan susunan material pada tiap lapisannya berbeda kualitasnya. Umumnya lapisan paling atas memiliki material yang berkualitas tinggi, sementara lapisan bawah memiliki kualitas material yang lebih rendah. Susunan lapisan pada konstruksi lentur konvensional umumnya terdiri dari lapisan penutup (*seal coat*), lapisan permukaan (*surface course*), lapisan pelekats (*tack coat*), lapisan pengikat (*binder course*), lapisan utam (*prime coat*), lapisan pondasi atas (*base course*), lapisan pondasi bawah (*sub base course*), lapisan tanah dipadatkan (*compacted sub grade*), dan lapisan tanah asli (*natural sub grade*).

- Perkerasan lentur non konvensional (*full-depth asphalt pavement*)

Lapisan lentur non konvensional merupakan konstruksi aspal dimana lapisan campuran aspal langsung diletakkan diatas tanah dasar atau tanah dasar yang sudah dilakukan pemadatan (*treated sub grade*). Cara ini dikenal lebih hemat dan mudah karena tidak membutuhkan lapisan yang kompleks. Umumnya lapisan campuran aspal menggunakan campuran aspal panas dan bergradasi rapat (*dense graded HMA*). Menurut the asphalt institute (1987), lapisan aspal non konvensional memiliki keuntungan-keuntungan sebagai berikut:

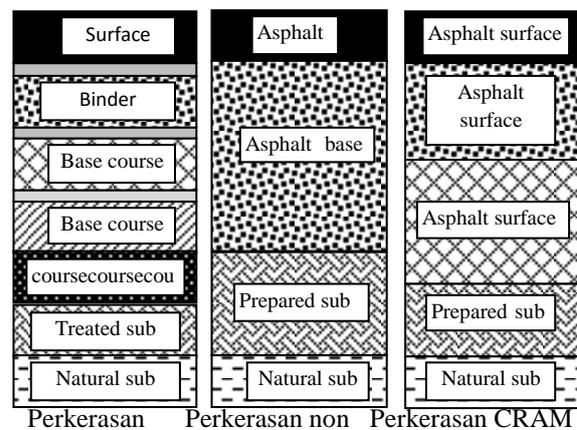
1. Tidak memiliki lapisan-lapisan granular yang dapat ditembus oleh air sehingga performansi konstruksi terjaga
2. Waktu konstruksi yang lebih singkat

3. Dengan ketebalan diatas 10 cm, umur ekonomis konstruksi dapat diperpanjang

4. Menjamin adanya keseragaman lapisan

5. Tidak mudah dipengaruhi oleh kelembaban atau embun

Selain itu baru-baru ini juga dikenal dengan konstruksi lentur aspal dengan campuran batu khusus (*contained rock asphalt mat*) atau CRAM. CRAM ini belum banyak dikenal digunakan karena masih sedang dalam tahap penelitian dan pengujian di laboratorium (Huang, Y. H, 1993). Konstruksi CRAM umumnya terdiri atas lapisan permukaan dengan material hotmix bergradasi rapat (*Dense graded HMA*), lapisan pondasi atas dari agregat bergradasi rapat (*dense graded aggregate*), lapisan pondasi bawah dari agregat bergradasi renggang (*open-graded aggregate*) dan lapisan dasar dari hotmix bergradasi rapat yang dimodifikasi (*modified dense graded HMA*).



Konstruksi aspal memiliki karakteristik-karakteristik umum sebagai berikut:

- Tingkat kekakuan rendah, yang digambarkan oleh nilai modulus elastisitas yang kecil yaitu sekitar 4.000 Mpa
- Konstruksi aspal merupakan konstruksi multi lapis (*multi layers*) yang antara satu lapis dengan lapis lainnya merupakan satu kesatuan yang kinerjanya saling mendukung
- Tingkat ketahanan terhadap pelapukan

rendah, baik yang diakibatkan oleh air maupun cuaca

- Tingkat pemeliharaan yang relatif sering selama umur ekonomis konstruksi (rata-rata kurang dari 5 tahun sekali)
- Biaya investasi lebih mahal (sekitar Rp. 42.840 / m<sup>2</sup>) (Aly, M. A., 2004)

### **Performansi Jalan**

Sesuai dengan fungsi jalan sebagai prasarana pergerakan lalu lintas, maka jalan dapat dinilai dari segi kualitas kinerjanya atau performansi. Diantara hal-hal yang berkaitan dengan performansi misalnya daya tahan, nilai ekonomis, umur rencana, kenyamanan, fleksibilitas, aplikabilitas, dsb. Setiap komponen performansi turut mempengaruhi dalam kualitas pelayanan jalan terhadap lalu lintas.

#### **a. Daya tahan**

Daya tahan suatu konstruksi jalan merupakan ukuran yang menunjukkan suatu kemampuan jalan dalam menjaga kondisinya dari kerusakan dan keausan akibat adanya pengaruh dari faktor luar seperti cuaca, air, pergerakan tanah, perubahan lalu lintas, dsb.

#### **b. Nilai ekonomis**

Nilai ekonomis menunjukkan suatu perbandingan antara biaya dan manfaat. Biaya dapat mencakup biaya pengadaan atau pembangunan, perawatan, penggantian, dsb. Sementara manfaat berkaitan dengan kapasitas pelayanan, jangka waktu pelayanan, dsb.

#### **c. Umur rencana**

Umur rencana adalah umur perkiraan dari masa hidup pelayanan suatu jalan selama masa penggunaan. Semakin kecil umur rencana menunjukkan semakin kecil kualitas pelayanan jalan dan semakin besar umur rencana menunjukkan semakin besar kualitas pelayanan jalan.

#### **d. Kenyamanan**

Kenyamanan adalah ukuran performansi yang dirasakan langsung oleh pengguna lalu lintas selama menggunakan jalan bersangkutan. Kenyamanan umumnya berkaitan dengan kualitas permukaan, karena kendaraan bersentuhan langsung

dengan permukaan jalan. Semakin baik dan halus/rata permukaan, umumnya akan memberikan tingkat kenyamanan berkendara yang tinggi.

#### **e. Fleksibilitas**

Fleksibilitas berkaitan dengan kemudahan penggantian saat terjadi kerusakan atau kemudahan melakukan perubahan konstruksi saat dibutuhkan. Konstruksi jalan dikatakan fleksibel jika mudah dalam memperbaikinya atau menggantinya tanpa melakukan perubahan secara mendasar konstruksi yang sudah ada. Sebaliknya jalan dikatakan kurang fleksibel jika sedikit perbaikan atau penggantian harus diikuti dengan perubahan mendasar terhadap konstruksi dasarnya.

#### **f. Aplikabilitas**

Aplikabilitas adalah mudah tidaknya penerapan konstruksi jalan pada suatu tempat. Suatu konstruksi dikatakan memiliki tingkat aplikabilitas tinggi jika konstruksi bersangkutan dapat diterapkan dengan mudah di suatu lokasi. Kemudahan ini berkaitan dengan kemudahan pelaksanaan, ketersediaan sumber daya manusia, sumber dana, dan kecocokan terhadap lingkungan sekitarnya.

## **2. Kinerja Perkerasan jalan**

Kinerja perkerasan jalan (*Pavement performance*) meliputi tiga hal :

#### **a. Keamanan**

Dimana ditentukan oleh besarnya gesekan akibat adanya kontak antara ban dan permukaan jalan. Besarnya gaya gesek yang terjadi dipengaruhi oleh bentuk dan kondisi ban, tekstur permukaan jalan, kondisi cuaca dsb.

#### **b. Wujud Perkerasan**

Wujud perkerasan sangat dipengaruhi kondisi fisik dari jalan tersebut seperti adanya retak-retak, amblas, alur, gelombang dan lain sebagainya.

#### **c. Fungsi Pelayanan**

Sehubungan dengan perkerasan tersebut memberikan pelayanan kepada pemakai jalan. Wujud perkerasan dan fungsi

pelayanan umumnya merupakan satu kesatuan yang digambarkan dengan “kenyamanan pengemudi”

### **Umur Rencana**

Umur rencana perkerasan jalan adalah jumlah tahun dari saat jalan tersebut dibuka untuk lalu lintas kendaraan sampai diperlukan suatu perbaikan yang bersifat structural (sampai diperlukan overlay lapisan perkerasan). Selama umur rencana tersebut pemeliharaan perkerasan jalan tetap harus dilakukan, seperti pelapisan non structural yang berfungsi sebagai lapis aus. Umur rencana untuk perkerasan lentur jalan baru umumnya diambil 20 tahun dan untuk peningkatan jalan 10 tahun. Umur rencana yang lebih besar dari 20 tahun tidak lagi ekonomis karena perkembangan lalu lintas yang terlalu besar dan sukar mendapatkan ketelitian yang memadai (tambahan tebal lapisan perkerasan menyebabkan biaya awal cukup tinggi).

### **Lalu Lintas**

Menurut (Anonymus, 1998.) Tebal lapisan perkerasan jalan ditentukan dari beban yang dipikul, berarti dari arus lalu lintas yang hendak memakai jalan tersebut. Besarnya arus lalu lintas dapat diperoleh dari:

a. Analisa lalu lintas saat ini, sehingga diperoleh data:

- 1) Jumlah kendaraan yang hendak memakai jalan
- 2) Jenis kendaraan beserta jumlah tiap jenisnya
- 3) Konfigurasi sumbu dari setiap jenis kendaraan.
- 4) Beban masing-masing sumbu kendaraan.

Pada perencanaan jalan baru perkiraan volume lalu lintas ditentukan dengan menggunakan survey volume lalu lintas di dekat jalan tersebut dan analisa pola lalu lintas di sekitar lokasi jalan.

b. Perkiraan faktor pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana

Antara lain berdasarkan atas analisa ekonomi dan social daerah tersebut. Di

negara sedang berkembang termasuk Indonesia, analisa lalu lintas yang dapat menunjang data perencanaan dengan ketelitian yang memadai sukar dilakukan, karena:

- 1) Kurangnya data yang dibutuhkan
- 2) Sukar memperkirakan perkembangan yang akan datang karena belum adanya rancangan induk di sebagian besar wilayah Indonesia.

### **Sifat Tanah Dasar**

Subgrade atau lapisan tanah dasar merupakan lapisan tanah yang paling atas, diatas mana diletakkan lapisan perkerasan dengan material yang lebih baik. Sifat tanah dasar mempengaruhi ketahanan lapisan diatasnya dan mutu jalan secara keseluruhan. Banyak metode yang dipakai dalam menentukan daya dukung tanah dasar, dari cara yang sederhana sampai kepada cara yang rumit seperti CBR (*California Bearing Ratio*); *Mr* (*Resilient Modulus*); *DCP* (*Dynamic Cone Penetrometer*), (Modulus reaksi tanah dasar). Di Indonesia daya dukung tanah dasar untuk perencanaan tebal perkerasan ditentukan dengan menggunakan pemeriksaan CBR.

Estimasi keseluruhan biaya konstruksi jalan biasanya meliputi analisa perhitungan terhadap lima unsur kegiatan (Istimawan Dipohusodo, 1995), yaitu :

a. Biaya Material

Analisa meliputi perhitungan seluruh kebutuhan volume dan biaya material yang digunakan untuk setiap komponen konstruksi jalan, baik material pekerjaan pokok maupun penunjang. Dalam menghitung volume material akan dijumpai beberapa kondisi yang sekaligus membatasi pemahamannya.

b. Biaya Tenaga Kerja

Estimasi komponen tenaga kerja merupakan aspek paling sulit dari keseluruhan analisa biaya konstruksi. Banyak faktor berpengaruh yang harus diperhitungkan antara lain: kondisi tempat kerja, keterampilan, lama waktu kerja, kepadatan penduduk dan persaingan produktifitas.

c. Biaya Peralatan

Estimasi biaya peralatan termasuk pembelian atau sewa, mobilisasi, memindahkan, transportasi, memasang, membongkar dan pengoperasian selama konstruksi jalan berlangsung.

d. Biaya Tak Langsung

Biaya tidak langsung dibagi dua golongan yaitu biaya umum (*overhead cost*) dan biaya proyek. Pembukuan biaya umum biasanya tidak segera dimasukkan dalam pembelanjaan suatu pekerjaan dalam proyek. Sedangkan yang dapat dikelompokkan sebagai biaya proyek adalah pengeluaran yang dapat dibebankan dalam proyek, tapi tidak dimasukkan pada biaya material, upah kerja, atau peralatan.

e. Keuntungan Perusahaan

Nilai perusahaan pada umumnya dinyatakan sebagai prosentase dari seluruh jumlah pembiayaan. Nilainya dapat berkisar antara 8% - 12% yang mana sangat tergantung pada seberapa besar kehendak kontraktor untuk meraih pekerjaan sekaligus motivasi pemikiran pantas tidaknya untuk mendapatkannya (Keppres Nomor 80, 2003).

**Penjadwalan Proyek**

Penjadwalan proyek berguna untuk menentukan waktu dan urutan-urutan kegiatan proyek dan dibuat berdasarkan perincian kegiatan. Perangkat manajemen yang berupa jadwal ini menunjukkan kapan suatu kegiatan harus dimulai dan diselesaikan, serta memberikan landasan dalam penyusunan sistem monitoring dan pelaporan secara terus-menerus. Ada beberapa macam cara penjadwalan proyek yang dikenal, tetapi yang sering digunakan yaitu jaringan kerja dan bagan balok (*Istimatiwan Dipohusodo, 1996*).

**Metode Desain**

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.

**Bina Marga**

**Pengolahan dan analisis**

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 ekuivalen pada akhir umur rencana ( $LHR_n$ )

$$\text{Rumus : } LHR_n = LHR_p (1+r)^n$$

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)

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

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 ekuivalen permulaan (LEP)

$$\text{Rumus : } LEP = LHR_n \cdot c \cdot E$$

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 :  $LER = LET \cdot Fp$  Dimana :

LET = Lintas equivalen tengah

Fp = 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  $CBR_{\text{segmen}}$

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.

**Tebal Perkerasan**

Perkiraan besarnya ketebalan masing-masing jenis lapis perkerasan, tergantung dari nilai DDT dan LER serta FR dari volume lalu lintas jalan Tol Mojokerto - Kertpsono, 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,)

\* 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,).

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<sub>1</sub>)

- \* Menentukan nilai D<sub>3</sub> (tebal minimum lapisan Sub Base) yang diperoleh dari hubungan nilai ITP, a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>, a<sub>3</sub>, D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>

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

(Sumber : PLJR, Silvia Sukirman ; 135)

Sehingga diperoleh :

Tebal lapisan permukaan (D<sub>1</sub>)

Tebal lapisan base (D<sub>2</sub>)

Tebal lapisan sub base (D<sub>3</sub>)

a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>, a<sub>3</sub>

### 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:

- Lalu lintas
- Reliability
- Parameter Kuat Tekan Untuk Modulus Elastis Beton
- Flexure Strength (Sc)
- Drainage Coefficient
- Load Transfer
- Modulus Reaksi Tanah Dasar (k)
- Perencanaan Penulangan/Perkerasan Beton
- Faktor lingkungan
- Serviceability

#### a. Lalu Lintas

Prosedur perencanaan untuk parameter lalu lintas didasarkan pada kumulatif beban gandar standar ekuivalen (*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 umum rencana,

volume lalu lintas, faktor distribusi lajur, serta faktor bangkitan lalu lintas (*grawfactor*)

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<sub>D</sub> dan umumnya diambil 0.5 (AASHTO 1993 hal. 11.16a)

Faktor distribusi lajur (D<sub>L</sub>) mengacu pada tabel 2.15 (AASHTO 1993)

Rumus umum desain traffic (*ESAIL = Equivalent Single Axle Load*) = N<sub>n</sub>

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

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

Dimana

W<sub>18</sub> = Traffic design pada lajur lalu lintas, *Equivalent Single Axle Load*

LHR<sub>j</sub> = Jumlah lalu lintas harian rata-rata 2 arah untuk jenis kendaraan

VDF<sub>j</sub> = *Vehicle Damage Factor* untuk jenis kendaraan j

DD = Faktor distribusi arah

DL = Faktor distribusi lajur

N<sub>1</sub> = lalu lintas pada tahun pertama jalan dibuka

N<sub>n</sub> = Lalu lintas pada akhir umur rencana

#### b. Reliability

Konsep *reliability* untuk perencanaan perkerasan didasarkan pada beberapa ketidaktentuan (*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 parapengguna 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

- Berdasarkan parameter klasifikasi fungsi jalan
- Berdasarkan status lokasi jalan urban/rural
- Penetapan tingkat Reliability (R)
- Penetapan standar deviasi ( $S_o$ )
- 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 dipakaitidak selalumenggunakan "angka tengah" sebagai kompromi besaran yang diterapkan.

### c. Parameter Kuat Tekan Untuk Modulus Elastis Beton

Di Indonesia yang menjadi ketentuan parameter utama adalah *flexural strength (modulus of rupture)* yaitu sebesar  $S_c = 45 \text{ kg/cm}^2$ , 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 :

$$E_c = 57000 \sqrt{f_c'} \dots \dots \dots (2.13)$$

Dimana

$E_c$  = Modulus Elastisitas Beton (Psi)

$F_c'$  = Kuat Tekan Beton (Psi)

### d. Flexurel Strength ( $S_c$ )

*Flexural strength (modulus of rupture)* ditetapkan sesuai pada spesifikasi pekerjaan.

Adapun rumus umum *Flexural Strength*

$$S_c : F_r = 0.70 \sqrt{f_c'} \dots \dots \dots (2.14)$$

Dimana

$F_r : S_c$  = *Flexural strength (modulus of rupture)* (Mpa)

$F_c'$  = Kuat tekan beton (Mpa)

### e. Drainage Coefficient

1. Variabel Faktor Drainase

AASHTO memberikan 2 variabel untuk menentukan nilai koefisien drainase

- Variabel utama : mutu drainase, dengan variasi *excellent, good, fair, poor, very poor*. Mutu ini ditentukan oleh berapa lama air dapat dibebaskan dari pondasi perkerasan.
- Variabel kedua : persentasi struktur perkerasan dalam satu tahun terkena 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 yaitu berkisar 70 - 95 % air yang jatuh di atas jalan aspal/beton akan masuk ke system drainase
- 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.
- 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 pendekatan-pendekatan, pengamatan dan perkiraan

berikut ini, nilai dari faktor 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 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*

#### **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 (ruji 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. Metoda dan tata caraperhitungan penurunan serviceability ini dimuat pada Appendix G dari metoda AASHTO'93.

#### Persamaan AASHTO'93

Dari hasil percobaan jalan AASI-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

#### 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 ekuivalen (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* (Pt). 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 bias 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.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### Rancangan Penelitian

Dalam menyusun rancangan penelitian, dalam hal ini merupakan kerangka berfikir dalam menyelesaikan dan menentukan hasil dari penelitian analisa efisiensi biaya pelaksanaan dan pemeliharaan dari umur rencana perkerasan jalan kaku (rigid) dibandingkan dengan perkerasan jalan lentur (flesibel) pada pelaksanaan proyek Jalan Tol Mojokerto Kertosono. Kajian literatur untuk mendapat latar belakang dari persoalan penelitian yang ada serta mendapat gambaran penelitian yang sesuai dengan tajuk persoalan. Selain itu kajian literatur juga bertujuan untuk memperoleh fakta yang dapat menyokong penelitian yang dilakukan.

Untuk mendapatkan penelihan sesuai dengan target yang ingin dicapai, agar dalam pengambilan data perlu tahap tahap rencana penelitian.

1. Latar Belakang Masalah
2. Pembentukan Obyektif dan Batasan Masalah  
. Penelusuran Pustaka dan Studi
3. Pengumpulan Data
4. Perumusan Motodologi survey dan analisis
5. Data Primer dan Data Sekunder
6. Pengambilan data Lapangan dan Buku Rujukan
7. Penyusunan Data
8. Analisis data
9. Kesimpulan Dan Saran

Setelah melakukan penelitian secara visual dan pengambilan data lapangan, selanjutnya dilakukan analisis data atas semua data input yang telah di dapat, yang kemudian menghasilkan output hasil penelitian dengan metode-metode yang telah direncanakan yang diharapkan memberikan umpan balik (*feedback*) terhadap apa yang diinginkan dari awal penemuan judul penelitian.

## Populasi dan Sample

Populasi dalam penelitian ini adalah umur rencana perkerasan jalan kaku dan jalan lentur pada proyek Jalan Tol Mojokerto Kertosono Jawa Timur. Sample adalah bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi (Sugiyono 2004:73). Populasi dalam penelitian ini adalah umur perkerasan jalan kaku dan jalan lentur pada proyek Jalan Tol Mojokerto Kertosono Jawa Timur.

## Instrumen Penelitian

Instrumen dalam penelitian ini adalah efisiensi biaya pada pelaksanaan perkerasan jalan kaku (rigid) dan perkerasan jalan lentur (fleksibel) ditinjau dari umur rencana pada proyek Jalan Tol Mojokerto Kertosono Jawa Timur.

- a. Menentukan kelas jalan  
Mengumpulkan data dengan melakukan survey untuk mendapatkan data dari tiap kendaraan berdasarkan jenisnya.
- b. Analisis tebal perkerasan
  1. Perhitungan lintas ekuivalen pada akhir umur rencana (LHR)
  2. Perhitungan angka ekuivalen beban sumbu (E)
  3. Perhitungan lintas ekuivalen permulaan (LEP)
  4. Perhitungan lintas ekuivalen akhir (LEA)
  5. Perhitungan lintas ekuivalen tengah (LEP)
  6. Perhitungan lintas ekuivalen rencana (LER)
  7. Perhitungan CBR segmen jalan
  8. Perhitungan tebal perkerasan jalan lentur dan jalan kaku
- c. Menentukan Biaya
  1. Biaya material
  2. Biaya Tenaga Kerja
  3. Biaya Peralatan
  4. Biaya tidak langsung
  5. Keuntungan perusahaan

## Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data, yaitu menguraikan tentang prosedur pengumpulan data yang akan ditempuh

atau digunakan dalam rangka memperoleh data yang diperlukan untuk menjawab permasalahan penelitian atau membuktikan dan menguji hipotesis, serta untuk merealisasikan tujuan dan manfaat penelitian.

Adapun metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- a. Liberali Study
- b. Yaitu metode pengumpulan data yang dilakukan dengan cara membaca literatur atau membaca berbagai buku terutama tentang teori teori yang berhubungan dengan permasalahan dan sebagai pembandingan teori dan praktek
- c. Field Research  
Yaitu metode pengumpulan data yang dilakukan dengan mendatangi tempat penelitian secara langsung kelapangan, dalam hal ini teknik yang digunakan adalah sebagai berikut :
  1. Teknik Dokumentasi  
Yaitu teknik pengumpulan data dengan cara melihat dan mencatat dokumen yang telah ada sebagai sumber informasi yang ada pada lokasi penelitian yang berkaitan dengan masalah yang diteliti.
  2. Teknik Observasi  
Yaitu teknik pengumpulan data dengan pengamatan langsung mengenai keadaan yang sebenarnya dilapangan.

## Analisis Data

Analisis data atau bukti, didahului dengan mengemukakan bukti atau data yang terdiri atas pengujian, pengkategorian, penabulasikan ataupun pengkombinasikan bukti bukti untuk menunjuk populasi awal atau suatu penelitian. Juga mengungkapkan bahwa suatu desain penelitian diharapkan dapat mengelengahkan serangkaian pertanyaan logis, maka dibutuhkan uji logika tertentu untuk dapat menentukan kualitas desain

penelitian.

Dalam study kasus ini ada dua strategi umum dan tiga teknis analisis bukti bukti study kasus yang disarankan. Strategi analisis umum terdiri dari analisis bukti kasus dengan mendasarkan pada proporsi teoritik dan mengembangkan suatu kerangka kerja deskriptif guna mengorganisasi study kasus. Strategi kedua ini akan sangat bermanfaat jika alternatif teori untuk mengembangkan kasus belum cukup tersedia. Oleh karenanya pengembangan strategi diskriptif menjadi menarik untuk di kerjakan.

Selanjutnya dalam kerangka besar strategi umum di atas, peneliti kasus dapat mengembangkan strategis analisis spesifik. Strategi analisis spesifik yang dominan dengan melakukan explanasi dan analisis deret waktu. Hasil hasilnya berkesesuaian, maka akan menguatkan validasi data yang diperoleh.

Strategis analisi khusus kedua adalah pembuatan explanasi. Dibandingkan dengan yang pertama. Strategi analisis kedua ini lebih sulit dengan memerlukan lebih banyak konsentrasi. Namun, perlu diingat bahwa menjelaskan suatu fenomena berarti menetapkan serangkaian keterkaitan timbal balik mengenai fenomena tersebut.

#### **IV. HASIL PERHITUNGAN DAN ANALISA**

##### **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

#### **V. KESIMPULAN DAN SARAN**

##### **5.1. Kesimpulan**

Dari analisis dan perhitungan yang dilakukan tentang Perbandingan kelayakan Jalan dengan Konstruksi Beton dan Konstruksi Aspal. pada jalan Tol Mojokerto-Kertosono kota Mojokerto STA. 0+000  $\blacklozenge$  STA 5+000 sepanjang 5 km dan 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 (Flexibel 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 perhitungan 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  $\varnothing$ 25 - 300 mm panjang 45 cm, tulangan dowel  $\varnothing$ 12-1219 cm dengan panjang 63.5 cm,
3. Total anggaran biaya untuk tebal beserta pemeliharaan dan peningkatan jalan dalam kurun waktu 20 tahun
  - Perkerasan lentur (Flexibel 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.

## 5.2. Saran

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.
4. Segala saran dan kritik yang dapat membantu dalam penyempurnaan isi Proposal Tesis ini sangat kami harapkan. Proposal Tesis ini

- Cisarua Bogor, 1998.
- Anthoni J Catasene, *Pengantar Sistem Transportasi Kota*. Erlangga, Jakarta, 1986.
- Arthur Wignall, *Proyek Jalan Teori &Praktek*, Edisi Keempat, Erlangga, Jakarta, 1999.
- ArdiantoCarto, *Pemilihan Tehnik Perbaikan Perkerasan Jalan Dan Mayan Penanganannya*, Wonogiri, 2010.
- Fahrurrozi, *Pengaruh Nilai CBR Tanah Dasar Terhadap Tebal PerkerasanLentur Jalan Kaliurang Dengan Metode Bina Marga dan AASHTO 1986*, Kaliurang, 2008.
- Kota Balikpapan, DPU, *Laporan Proyek Man RSS Damai III Gn. Bahagia*, Balikpapan, 2009.
- Morlok, EK, *Pengantar Teknik Dan Perencanaan Transportasi*. Erlangga, Jakarta, 1991.
- Tamin, Ofyar Z, *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*, Edisi Kedua, ITB, Bandung, 2000.
- Sugiyono, *Karakteristik Sampel dan Populasi*, Pascal, Jakarta, 2004.
- Sukirman Silvia. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Nova, Bandung, 1999.
- Sukirman Silvia, *Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Man*, Nova, Bandung, 1999.
- Suryawan Ari, *Perkerasan Jalan Beton Semen Portland (Rigid Pavement)*, Beta Offset, Yogyakarta, 2005.
- Perpres RI No.95, *Perubahan Keppres No.80 Tahun 2003*, Permata Press, Jakarta, 2007.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonymus, *Penataran Perencanaan Geometrik Man Raya*, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta, 1970.
- Anonymus, *Rekayasa Lalu Lintas. Angkatan I*, Penataran Dosen Perguruan Tinggi Swasta. ITB,

