Studi Analisa Perbandingan Perkerasan Lentur dengan Perkerasan Kaku pada Ruas Jalan Ajung Kabupaten Jember

Rizdika Agung Satria[1], Irawati, ST., MT[2], Rofi Budi Hamduwibawa, ST., MT[3]
Mahasiswa Universitas Muhammadiyah Jember[1], Dosen Pembimbing I[2], Dosen Pembimbing II[3]
Email : dekcoagsya@gmail.com

ABSTRAK

Ruas jalan Ajung Kabupaten Jember merupakan jalan yang penting karena merupakan akses utama bagi kendaraan berat dan warga setempat serta menjadi jalan utama untuk menuju Kabupaten Banyuwangi. Tetapi pada saat ini mengalami kondisi yang rusak cukup parah sehingga mengurangi kenyamanan pengguna jalan. Untuk itu dari pihak peneliti atau kami berinisiatif untuk melakukan perbaikan, dimana panjang total ruas jalan yang kami teliti ini adalah 3230 m dan lebar 7 m.

Dalam tugas akhir ini akan dibandingkan antara konstruksi perkerasan lentur dan konstruksi perkerasan kaku dari segi kekuatan dan ekonomi serta yang cocok digunakan dijalan Ajung. Perhitungan yang dilakukan yaitu tebal perkerasan lentur dan kaku, mencari total biaya konstruksi perkerasan lentur dan kaku, biaya perawatan, dan menganalisa kelayakan secara kekuatan serta ekonomi.

Berdasarkan hasil akhir perhitungan didapatkan tebal perkerasan lentur bagian surface sebesar 10,125 cm, base course sebesar 25 cm, dan sub base course sebesar 25 cm. Untuk perkerasan kaku bagian beton semen setebal 23,5 cm dan base course setebal 10 cm. Setelah melakukan analisa kekuatan dan ekonomi serta perkerasan yang cocok digunakan dijalan Ajung didapatkan konstruksi perkerasan kaku lebih aman dan menguntungkan dibandingkan denagan konstruksi perkerasan lentur.

Kata kunci : Perkerasan Lentur, Perkerasan Kaku, Kekuatan, Ekonomi, Jalan Ajung Kabupaten Jember.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan merupakan salah satu prasarana perhubungan darat yang mempunyai peranan penting bagi pertumbuhan perekonomian, sosial budaya, pengembangan wilayah pariwisata, dan pertahanan keamanan untuk menunjang pembangunan nasional sebagaimana tercantum dalam undang - undang no. 13 tahun 1980 dan didalam peraturan pemerintah no. 26 tahun 1985. Pada sepanjang ruas jalan ajung kabupaten jember banyak terjadi kerusakan seperti aspal mengelupas bahkan sampai ada yang bolong, padahal jalan tersebut merupakan jalan yang selalu dilewati oleh bus dan truk-truk besar sehingga sangat bahaya apabila jalan tersebut dibiarkan tetap rusak.

Pemerintah sebenarnya sudah sering memperbaiki jalan tersebut, namun dalam rentan waktu yang relatif singkat jalan tersebut akan rusak lagi. Apalagi sekarang di Ajung sudah dibangun stadion bertaraf internasional sehingga kepadatan kendaraan dihari tertentu akan meningkat tajam, akan sangat berbahaya apabila kondisi tersebut tidak segera diperbaiki dengan kontruksi yang kuat. Apakah terjadi kesalahan pada tanahnya ataukah jenis perkerasan yang diterapkan dijalan Ajung kurang tepat?,perkerasan jalan yang sering dipakai di Indonesia adalah perkerasan lentur dan juga perkerasan kaku.

Oleh karena maka peneliti mencoba untuk membuat suatu perbandingan perhitungan tebal lapisan perkerasan pada ruas jalan Ajung dengan menggunakan perkerasan lentur dan menggunakan perkerasan kaku.

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapakah volume Kendaraan jalan Ajung Kabupaten Jember ?
2. Bagaimana kondisi tanah/CBR pada ruas Jalan Ajung ?
3. Berapakah tebal perkerasan lentur ditinjau dari beban operasional dijalan Ajung ?
4. Berapa tebal perkerasan kaku ditinjau dari beban operasional dijalan Ajung ?
5. Bagaimana perbandingan perkerasan kaku dan lentur ditinjau dari sisi ekonomi dan

kekuatannya serta yang cocok digunakan dijalan Ajung ?

1.3. Maksud dan Tujuan

Secara umum maksud dan tujuan yang dicapai dalam tugas akhir ini adalah :

1. Mengetahui volume kendaraan pada ruas jalan Ajung Kabupaten Jember
2. Mengetahui kondisi tanah/CBR pada ruas jalan Ajung
3. Menentukan tebal perkerasan lentur ditinjau dari beban operasional dijalan Ajung
4. Menentukan tebal perkerasan kaku ditinjau dari beban operasional dijalan Ajung
5. Mengetahui perbandingan perkerasan kaku dan lentur ditinjau dari sisi ekonomi dan kekuatannya serta cocok digunakan dijalan Ajung.

1.4. Batasan Masalah

Untuk mencapai tujuan dan manfaat penulisan ini, penulis membatasi permasalahan pada perencanakan lapisan perkerasan dan menghitung perencanaan tebal perkerasan lentur dan perkerasan kaku dan disusun berdasarkan data-data persyaratan teknis yang telah ada, berdasarkan data-data yang diperoleh dari bagian proyek peningkatan jalan Ajung.

Sedangkan permasalahan drainase dan aliyement tidak dibahas dipeneletian ini mengingat besarnya alokasi waktu dan biaya yang dihabiskan untuk mengumpulkan data dilapangan, permasalahan yang lain bisa dilanjutkan dipeneletian selanjutnya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Dalam perkembangan teknologi yang begitu pesat di indonesia dewasa ini banyak di bangun proyek yang berhubungan dengan teknologi tinggi. Pada dasarnya hal ini dapat dicapai apabila pelaksanaan proyek tersebut didasari dengan perencanaan yang matang dan dapat dipertanggungjawabkan. Pada perencanaan jalan raya, tebal perkerasan harus ditentukan sedemikian rupa sehingga jalan tersebut dapat memberikan pelayanan seoptimal mungkin terhadap lalu lintas sesuai dengan umur rencananya.

2.2. Hal yang Berpengaruh dalam Perkerasan Lentur

2.2.1 Angka Ekivalen (E)

Beban Sumbu Kendaraan Angka ekivalen (E) dari suatu kendaraan adalah angka yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban sumbu tunggal kendaraan terhadap tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh lintasan beban standar sumbu tunggal sebesar 8,16 ton (Standar Bina Marga, 1987). Dari ketentuan pembedaan pembebanan didapat angka ekivalen (E) atau Damage Faktor.

2.2.2 Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR)

Menurut Homburger W.S. James H Kell and David D. Perkins, Fundamental of Traffic Engineering, 13 Th edition, Institute of Transportation Studies, University of California at Berkeley, 1992:

Lalu lintas harian rata-rata disingkat LHR adalah volume lalu lintas yang dua arah yang melalui suatu titik rata-rata dalam satu hari, biasanya dihitung sepanjang tahun. LHR adalah istilah yang baku digunakan dalam menghitung beban lalu lintas pada suatu ruas jalan dan merupakan dasar dalam proses perencanaan transportasi ataupun dalam pengukuran polusi yang diakibatkan oleh arus lalu lintas pada suatu ruas jalan. Dari cara memperoleh data tersebut dikenal 2 jenis, yaitu Lalu lintas Harian Rata-rata Tahunan (LHRT) dan Lalu lintas Harian Rata-rata (LHR).

2.2.3 Lintas Ekivalen Permulaan (LEP)

Lintas ekivalen permulaan ditentukan dari jumlah lalu lintas harian rata-rata dari sumbu tunggal pada jalur rencana yang diperkirakan terjadi pada awal umur rencana. Rumus yang digunakan :

$$LEP = \sum LHR_{awal} \times C \times E$$

2.2.4 Lintas Ekivalen Akhir (LEA)

Lintas ekivalen ditentukan dari jumlah lalu lintas harian rata- rata dari sumbu tunggal yang diperkirakan terjadi pada akhir umur rencana. Rumus yang digunakan :

$$LEA = \sum LHRi\ (1 + i)UR \times Cj \times E$$

2.2.5 Lintas Ekivalen Tengah (LET)

Lintas ekivalen tengah di cari dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

LET = (LEP+LEA) / 2

2.2.6 Lintas Ekivalen Rencana (LER)

Lintas ekivalen rencana dihitung dengan menggunakan rumus :

LER = LET x FP

2.2.7 DDT dan CBR

Menurut Sukirman, S (1999) daya dukung tanah adalah kekuatan dari tanah dasar untuk menahan beban yang biasannya dinyatakan sebagai perbandingan dari kekuatan standar (CBR). Daya dukung tanah dasar (DDT) ditetapkan berdasarkan nilai korelasi dengan nilai CBR dengan menggunakan grafik korelasi. DDT bisa juga dicari dengan menggunakan rumus DDT = 4,3 x Log (CBR)+ 1,7

2.2.8 Faktor Regional (FR)

Faktor regional berguna untuk memperhatikan kondisi jalan yang berbeda. Bina Marga memberikan angka yang bervariasi antara 0,5-4. Faktor-faktor yang di cakup adalah :Keadaan medan Prosentase kendaraan berat Kondisi geometrik jalan (kelandaian maksimum, tikungan tajam). Data curah hujan tahunan Pertimbaagan teknis lainnya seperti keinggian muka air tanah, kondisi drainase yang ada dan lainnya.

2.2.9 Indeks Permukaan (IP)

Indeks permukaan digunakan untuk menyatakan kerataan dan kekokohan permukaan jalan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat. Salah satu ciri khas dari metode perencanaan perkerasan lentur jalan raya adalah dipergunakannya indeks permukaan atau serviceability Index sebagai ukuran dasar dalam menentukan nilai perkerasan ditinjau dari kepentingan lalu lintas. Indeks permukaan ini menyatakan nilai permukaan yang bertalian dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat (Standar Bina Marga, 1987).

Dalam menentukan Indeks Permukaan pada akhir umur rencana (Ipt), perlu dipertimbangkan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan dan jumlah Lintas Ekivalen Rencana (LER). Dalam menentukan Indeks Permukaan pada awal umur rencana (Ipo) perlu diperhatikan jenis lapisan permukaan jalan (kerataan, kehalusan serta kekokohan).

2.2.10 Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien kekuatan relative ditentukan secara korelasi sesuai dengan nilai marshal test (untuk bahan dengan aspal), kuat tekan (untuk bahan yang distabilisasi) atau CBR (untuk bahan lapis pondasi bawah).

2.3. Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)

Perkerasan jalan beton semen atau secara umum disebut perkerasan kaku terdiri atas plat beton semen sebagai lapis pondasi dan lapis pondasi bawah (bisa juga tidak ada) di atas tanah dasar. Dalam kontruksi perkerasan kaku, plat beton sering disebut sebagai lapis pondasi karena dimungkinkan masih adanya lapisan aspal beton diatasnya yang berfungsi sebagai lapis permukaan.

Plat beton yang kaku dan memiliki modulus elastisitas yang tinggi, akan mendistribusikan beban lalu lintas ke tanah dasar yang melingkupi daerah yang cukup luas. Dengan demikian, bagian terbesar dari kapasitas struktur perkerasan diperoleh dari plat beton itu sendiri. Hal ini berbeda dengan perkerasan lentur dimana kekuatan perkerasan diperoleh dari tebal lapis pondasi bawah, lapis pondasi dan lapis permukaan; dimana masing-masing lapisan memberikan kontribusinya.

Yang sangat menentukan kekuatan struktur perkerasan dalam memikul beban lalu lintas adalah kekuatan beton itu sendiri. Sedangkan kekuatan dari tanah dasar hanya berpengaruh kecil terhadap kekuatan daya dukung struktural perkerasan kaku.

Lapis pondasi bawah, jika digunakan di bawah plat beton, dimaksudkan untuk sebagai lantai kerja, dan untuk drainase dalam menghindari terjadinya "pumping".

Pumping adalah peristiwa keluarnya air disertai butiran-butiran tanah dasar melalui sambungan dan retakan atau pada bagian pinggir perkerasan, akibat gerakan lendutan atau gerakan vertikal plat beton karena beban lalu lintas, setelah adanya air bebas yang terakumulasi di bawah plat beton. Pumping dapat mengakibatkan terjadinya rongga di bawah plat beton sehingga menyebabkan rusak/retaknya plat beton.

2.4 Parameter Perencanaan

Parameter perencanaan untuk perkerasan kaku yaitu meliputi kekuatan tanah dasar,

kekuatan beton semen serta beban lalu lintas kendaraan.

4.2.1. Beban Lalu Lintas Kendaraan

a. Kondisi lalu lintas yang akan menentukanpelayanan adalah ;
   - Jumlah sumbu yang lewat
   - Beban sumbu
   - Konfigurasi Sumbu
   - konfigurasi roda per sumbu
     Pelayanan perkerasan dipengaruhi terutama oleh kendraan berat

b. Selain beban sumbu juga harus diperhitungkan jumlah lajur rencana, Usia Rencana, AngkaPertumbuhan Kendaraan.

Cara Perhitungan Lalu Lintas Rencana

- Hitung volume lalu lintas rencana (LHR) yang diperkirakan akan dilayaniberdasarkan jenis kendaraan, konfigurasi sumbu dan konfigurasi roda
- Ubah beban sumbu triple ke beban sumbu double didasarkan bahwa

sumbu triple setara dengan dua sumbu Double

- Hitung jumlah sumbu kendaraan niaga (JSKN) selama umur rencana
  JSKN = 365 x JSKNH x R
  .....(1)
  dengan JSKN = Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga
  JSKNH = Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga Harian, pada tahun ke 0
  R = Faktor pertumbuhan lalu lintas yangbesarnya berdasarkan faktor pertumbuhan lalulintas tahunan (i)selama umur rencanan (n)
- Hitung jumlah repetisi komulatif tiap kombinasi konfigurasi beban sumbupada lajur rencana dengan persamaan ;

Repetisi beban = JSKN x % Kombinasi terhadap JSKNH x Cd

2.5. Perencanaan Tulangan

Tujuan utama penulangan untuk :

- Membatasi lebar retakan, agar kekuatan pelat tetap dapat dipertahankan
- Memungkinkan penggunaan pelat yang lebih panjang agar dapat mengurangi jumlah sambungan melintang sehingga dapat meningkatkan kenyamanan
- Mengurangi biaya pemeliharaan

Jumlah tulangan yang diperlukan dipengaruhi oleh jarak sambungan susut, sedangkan dalam hal beton bertulang menerus, diperlukan jumlah tulangan yang cukup untuk mengurangi sambungan susut.

2.5.1. Perkerasan Beton Semen Bersambung Tanpa Tulangan

Pada perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan, ada kemungkinan penulangan perlu dipasang guna mengendalikan retak. Bagian-bagian pelat yang diperkirakan akan mengalami retak akibat konsentrasi tegangan yang tidak dapat dihindari dengan pengaturan pola sambungan, maka pelat harus diberi tulangan.

Penerapan tulangan umumnya dilaksanakan pada :

a. Pelat dengan bentuk tak lazim (*odd-shaped slabs*),

Pelat disebut tidak lazim bila perbadingan antara panjang dengan lebar lebih besar dari 1,25, atau bila pola sambungan pada pelat tidak benar-benar berbentuk bujur sangkar atau empat persegi panjang.

b. Pelat dengan sambungan tidak sejalur (*mismatched joints*).

c. Pelat berlubang (*pits or structures*).

2.5.2. Perkerasan Beton Semen Bersambung dengan Tulangan

Luas penampang tulangan dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$A_s = \frac{«.L.M.g.h}{2.f_s}$$

Dengan pengertian:

As : luas penampang tulangan baja (mm2lm lebar pelat)

fs : kuat-tarik ijin tulangan (MPa). Biasanya 0,6 kali tegangan leleh.

g : gravitasi (mldetik2).

h : tebal pelat beton (m)

l : jarak antara sambungan yang tidak diikat danlatau tepi bebas pelat (m)

M : berat per satuan volume pelat (kglm3)

µ : koefisien gesek antara pelat beton dan pondasi bawah

2.6. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Untuk perhitungan RAB pada jalan diperlukan data harga satuan dari dinas Bina

Marga Kabupaten Jember. Pada perhitungan RAB menggunakan rumus sederhana dengan membagi susunan lapisan (D1, D2, D3) atau volume D1 = VD1, volume D2 = VD2, volume D3 = VD3.

Volume D1 = Luasan penampang D1 (LD-1) x panjang jalan

Volume D2 = Luasan penampang D2 (LD-2) x panjang jalan

Volume D3 = Luasan penampang D3 (LD-3) x panjang jalan

Dimana

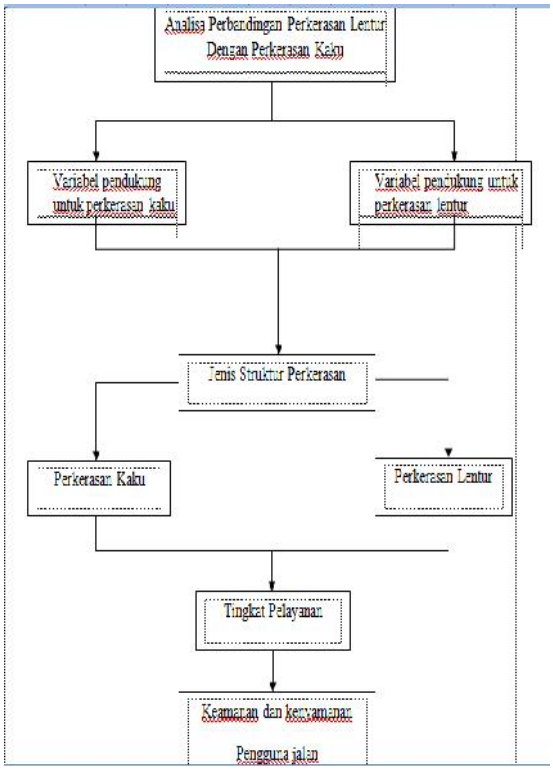
LD = Lebar x Tinggi (M^2)

VD = LD x Panjang jalan (M^3)

Cara perhitungan RAB untuk perkerasan lentur dengan perkerasan kaku hampir sama, yang membedakan hanya susunan lapisan serta bahannya.

3. Kerangka Konsep Penelitian dan Hipotesis

3.1. Kerangka Konsep Penelitian



3.2. Hipotesis

Berdasarkankerangkakonsepdiatas, makadapat diambilhipotesissebagaiberikut:

1. Ruas jalan Ajung Kabupaten Jember merupakan jalan dengan tingkat pergerakan lalulintas yang cukup tinggi.
2. Nilai variabel pendukung untuk perkerasan lentur dan kaku sangat beragam.
3. Diduga ketebalan kontruksi untuk perkerasan lentur akan lebih tebal daripada kontruksi perkerasan kaku.
4. Nilai variabel pendukung untuk biaya perkerasan lentur dan kaku sangat bervariatif.
5. Diduga biaya kontruksi perkerasan kaku lebih mahal daripada kontruksi perkerasan lentur.
6. Diduga perkerasan kaku lebih kuat namun perkerasan kaku lebih mahal daripada perkerasan lentur.

4. Metodologi Penelitian

4.1. Jenis Penelitian

Metodologi penelitian adalah tuntutan kerja penelitian agar penelitian tersebut memenuhi tujuan penelitian yang telah ditentukan. Metodologi bisa diartikan juga sebagai studi sistematis secara kualitatif atau kuantitatif dengan berbagai metode dan teknik. Metode ini dapat berupa analisis ilmiah, yaitu analisis deskriptif kualitatif dan analisis kuantitatif

Penelitian ini bersifat studi kasus, yaitu menghitung analisa menggunakan metode perkerasan lentur dan perkerasan kaku.

4.2. Proses Pelaksanaan Penelitian

Proses pelaksanaan penelitian "Studi Analisa Perbandingan Perkerasan Lentur dengan Perkerasan Kaku pada Ruas Jalan Ajung Kabupaten Jember *2015* " ini adalah :

Tahap Persiapan

Meliputi kegiatan penentuan tema dan materi studi, alasan pemilihan studi, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat studi serta kajian teori yang berkaitan dengan tema penelitian.

4.2.1. Tahap Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan berupa :

- Data primer yang meliputi :

1. Data LHR dari Bina Marga.
2. Data jalan dari Bina Marga.
3. Data CBR dari Bina Marga.

- Data sekunder yang meliputi :

1. Survey data LHR langsung dilapangan.
2. Survey data jalan langsung dilapangan.
3. Survey data CBR langsung dilapangan.

4.2.2. Observasi / Survey Lapangan

Peneliti melakukan observasi pada pekerjaan yang dijadikan sampel penelitian untuk mendapatkan data yang selanjutnya akan dijadikan perbandingan dengan data yang telah diperoleh dari Bina Marga.

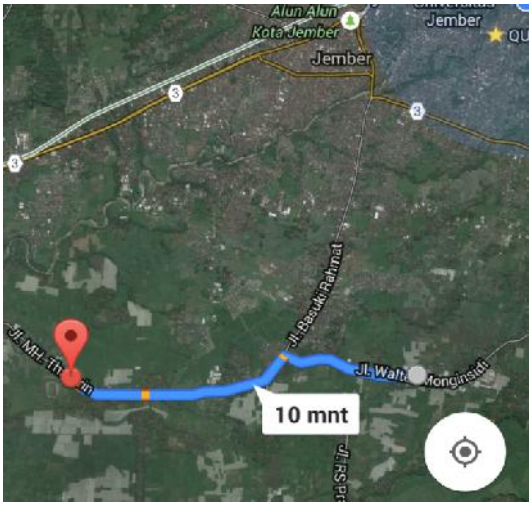
4.2.3. Tahap Pengolahan Data

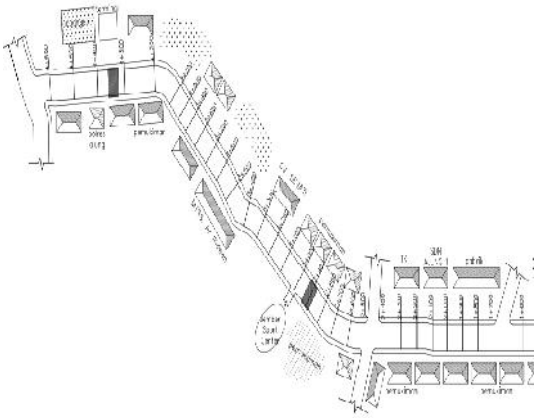
Perhitungan perbandingan perkerasan lentur dengan perkerasan kaku pada ruas jalan Ajung Kabubaten Jember. Didalam perhitungan perkerasan lentur dengan perkerasan kaku haruslah mempunyai data – data primer dan sekunder yang nantinya akan dibandingkan sehingga akan menemukan perbedaan, dari perbedaan data – data tersebut akan diambil kesimpulan lebih ekonomis dan kuat mana diantara kedua metode tersebut.

4.2.4. Tahap Analisis Data

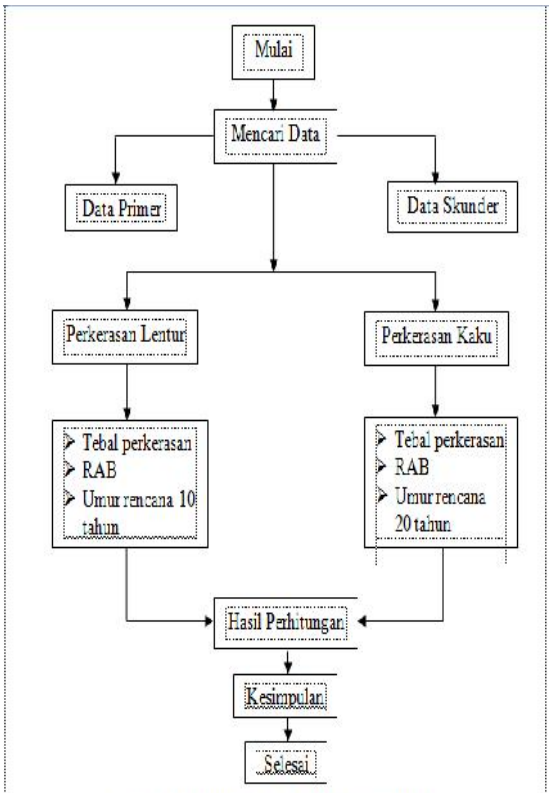
Dari hasil perhitungan perkerasan lentur dengan perkerasan kaku pada ruas jalan Ajung Kabubaten Jember, akan menghasilkan perbedaan dari kedua metode tersebut.

4.2.5. Peta Lokasi Penelitian





4.3. Diagram Proses Pelaksanaan Study



Gambar 4.3 Diagram Proses Pelaksanaan Study

5. Data Lapangan dan Pembahasan

5.1. Volume

Data volume lalu lintas ini menggunakan data-data yang berdasarkan hasil survey perhitungan lalu lintas, yang dilakukan oleh Balai Pemeliharaan Jalan Jember Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Propinsi Jawa Timur. Data yang digunakan berlokasi di jalan Ajung. Data dicatat berdasarkan interval waktu per 1 jam untuk memudahkan mencari volume terbesar pada jam puncak. Untuk mencari nilai volume per jam didapat dengan mengalikan jumlah kendaraan dengan nilai ekivalen mobil penumpang (emp) pada masing-masing jenis kendaraan. Dari data jumlah kendaraan berasal dari bina marga yaitu sebesar 11332 kendaraan sedangkan dari hasil pengamatan didapatkan 12504, maka perkembangan lalu lintas adalah :

$$i = (Pn / Po)^{1/n} – 1$$

$$i = (12504 / 11332)^{1/1} -1$$

$$i = 0.1014 = 0.10 = 10 \%$$

5.2. Analisa Kapasitas dan Derajat Kejenuhan

5.2.1 Analisa Kapasitas dan DS Jalan Saat Ini dan 10 Tahun

Perhitungan kapasitas menggunakan persamaan dan langkah-langkah sesuai dengan petunjuk buku manual MKJI. Dan jalan Ajung setelah diteleti total 2 arah Ajung-Pakem dan Pakem-Ajung kapasitasnya adalah 2914 smp/jam dengan DS saat ini 0,11 dan 10 tahun mendatang 0,28.

5.3. Perencanaan Tebal Perkerasan lentur (Metode Bina Marga 1987)

5.3.1. **CBR yang Mewakili**

Dari hasil peneitian Maka CBR dijalan Ajung berdasarkan dari hasil survey dengan menggunakan alat DCPT adalah 11,50 %.

Lalu CBR tersebut akan dikorelasikan dengan grafik DDT dan didapatkan nilai sebesar 6,4

5.3.2. Angka Ekivalen (E), dari masing-masing kendaraan

Jenis Kendaraan	Angka Ekivalen (E)
Mobil Penumpang	0,0004
Bus	0,1876
Truck 2 Sumbu Ringan	1,3084
Truck 3 Sumbu	1,2290
Truck gandeng	1,4186
Semi trailer/traler	13,859

Sumber : analisa data, 2015

5.3.3. Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

C = 0,50

5.3.4. Lintas Ekivalen permulaan (LEP) ; Σ LHR_0 x C x E

Diambil dari pengamatan tanggal 20 agustus 2015, sebagai berikut

- Mobil penumpang = 1912 Kend./hari x 0,5 x 0,0004 = 0,38
- Bus = 157 Kend./hari x 0,5 x 0,1876 =14,73
- Truck 2 sumbu ringan = 778 Kend./hari x 0,5 x 1,3084 =508,97
- Truck 3 sumbu = 395 Kend./hari x 0,5 x 1,2290 =242,73
- Truck gandeng = 501Kend./hari x 0,5 x 1,4186 =355,36
- Semi trailer/trailer = 470 Kend./hari x 0,5 x 13,859 =3256,87

5.3.5. Lintas Ekivalen Akhir (LEA) ; Σ LHR $(1 + i)^{10}$ x C x E

- Mobil penumpang = 4959 Kend./hari x 0,5 x 0,0004 = 0,99
- Bus = 407 Kend./hari x 0,5 x 0,1876 = 38,18
- Truck 2 sumbu ringan = 2018 Kend./hari x 0,5 x 1,3084 = 1320,18
- Truck 3 sumbu = 1025 Kend./hari x 0,5 x 1,2290 = 629,86
- Truck gandeng = 1299 Kend./hari x 0,5 x 1,4186 = 921,38
- Semi trailer/trailer = 1219 Kend./hari x 0,5 x 13,859 = 8447,06

5.3.6. Lintas Ekivalen Tengah (LET) untuk 10 tahun

LET_{10} = ½ (LEP + LEA)
= ½ (4379,04 + 11357,65) = 7868,345

5.3.7. Lintas Ekivalen Rencana (LER)

LER = LET x UR/10
= 7868,345x 10/10
=7868,345

5.3.8. Faktor Regional (FR)

Karena di Ajung curah hujannya kurang dari 900 mm/th yaitu 872 mm dan masuk dalam kelandaian I serta kendaraan berat lebih dari 30 % maka digunakan FR sebesar 1,0.

5.3.9. Mencari Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

Dengan grafik korelasi DDT dan CBR, dimana CBR tanah dasar rata-rata 11,50 % diperoleh DDT = 6.4. Dengan tabel 2.8 didapat faktor regional (FR) = 1,0, Untuk lapisan perkerasan direncanakan memakai jenis permukaan Laston, berdasarkan tabel 2.10 didapatkan $IP_0 \geq 4$ diperoleh IP_t = 2,5 dari tabel 2.9, dan Nomogram diperoleh ITP (Indek Tebal Perkerasan)= 10,8.

Dalam perencanaan ini kami menggunakan LASTON sebagai surfes, Base pondasi macadam (kering) base dan Sirtu/ptrun kelas A sebagai subbase, dari Tabel 2.11, didapat bahwa:

- Lapisan surface menggunakan material LASTON memiliki kekuatan relatif (a1) 0,40 dan tebal minimum(D1) =7,5 cm
- Lapisan base menggunakan materialbatu pecah(kelas A), memiliki kekuatan relatif (a2) 0,14 dan tebal minimum(D2)= 15 cm
- Lapisan subbase menggunakan material Sirtu/pitrun kelas A kekuatan relative (a3) 0,13 dengan tebal minimum (D3)= 10 cm.

5.3.10. Menentukan Tebal Perkerasan UR 10 Tahun

ITP = a1.D1 + a2.D2 + a3.D3
10,8 = 0,40.D1 + 0,14.20 + 0,13.20
10,8 = (0,40xD1) +(0,14x25) + (0,13 x25)
10,8 = (0,40xD1) +(3,5)+(2,25)
10,8 – 6,75 = 4,05
D1 = 4,05 / 0,40 = 10,125 cm

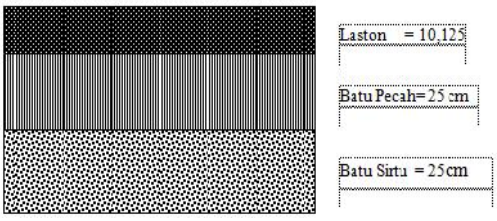
Karena tebal minimum lapisan permukaan LASTON adalah 7,5 cm dalam perhitungan D1 sudah memenuhi syarat dari D1 minimum, maka digunakan tebal D1 yaitu 10,125 cm, sehingga didapat lapisan-lapisan untuk tebal perkerasan sebagai berikut:

- Lapisan permukaan (surface) menggunkan material LASTON setebal = 10,125 cm
- Lapisan pondasi atas (base) menggunakan batu pecah (kelas A) setebal = 25cm
- Lapisan pondasi bawah (subbase) menngunakan Sirtu/pitrun (kelas A) setebal =25 cm (dari buku Pedoman Perkerasan Lentur Jalan Raya, Bina Marga 1987).

Lapisan Perkerasan untuk ITP adalah :

- LASTON = 10,125 cm
- Batu Pecah (kelas A) = 25 cm
- Sirtu (kelas A) = 25 cm

Lapisan Perkerasan untuk ITP 10,8 adalah :



5.4. Perhitungan Perkerasan Kaku

5.4.1. Kondisi Tanah

CBR dijalan Ajung yaitu 11,50 %

5.4.2. Lalu Lintas

No	Jenis kendaraan	Total kendaraan 1 hari	Jumlah kend./jam	Emp	Jumlah(smp/jam)
1	Sepeda motor	8007	334	0.25	84
2	Mobil penumpang	1912	80	1	80
3	Bus	157	7	1.2	8
4	Truk 2as kecil	431	32	1.2	38
5	Truk 2as besar	347			
6	Truk 3as	395	16	1.5	24
7	Truk gandeng	539	21	1.8	38
8	Kendaraan tidak bermotor	284	12	0.8	10

Sumber : Analisa data, 2015

5.5. Perhitungan Tebal Pelat Beton Semen

- Sumber data beban = Hasil survey
- Jenis perkerasan = BBDT dengan ruji
- Umur rencana = 20 tahun
- JSK = 5×10^7
- Faktor keamanan beban = 1,1
- Kuat tarik lentur beton (f'_{cf}) umur 28 hari = 4 Mpa
- Jenis dan tebal lapis pondasi = Bahan pengikat 100 mm (Agregat kelas A)
- CBR tanah dasar = 11,5 %
- CBR efektif = 27 %
- Tebal taksiran pelat beton = 235 mm

5.6. Perhitungan Tulangan

- Tebal pelat (h) : 23,5 cm
- Lebar pelat (L) :3,5 m (untuk 1 lajur)
- Panjang pelat (P) : 6 m
- Koefisien gesek antar pelat beton dengan pondasi bawah (μ) : 1,5
- Kuat tarik ijin baja (f_s) : 240 MPa
- Berat isi beton (M) : 2400 kg/m^3
- Gravitasi (g) : 9,81 m/s^2

5.6.1. Tulangan Memanjang

$$As = \frac{«.P.M.g.h}{2.fs}$$

$$As = \frac{1{,}5.6.2400.9{,}81.0{,}235}{2.240}$$

As = 103,7408 mm^2/m'
As min = 0,1 % x 235 x 1000 = 235mm^2/m'
Dipergunakan tulangan diameter 8 mm, jarak 200 mm

5.6.2. Tulangan Melintang

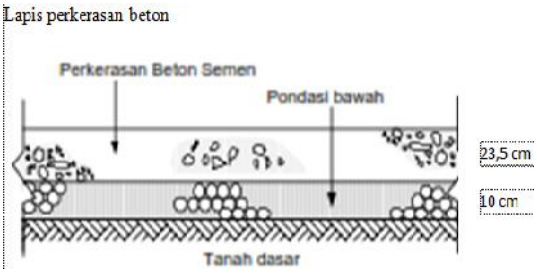
$$As = \frac{«.L.M.g.h}{2.f_s}$$

$$As = \frac{1{,}5.3{,}5.2400.9{,}81.0{,}235}{2.240}$$

As = 60,51544 mm^2/m'

As min = 0,1 % x 235 x 1000 = 235 mm^2/m'

Dipergunakan tulangan diameter 8 mm, jarak 200 mm



5.7. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk Perkerasan Lentur

Tabel 5.20. Perhitungan RAB Perkerasan Lentur

NO	Jenis Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah
1	Perlapisan permukaan (D1)	M3	2289.2625	1.364 692,60	3.124 139.570
2	Pemasangan batu pecah (D2)	M3	5652.5	224.870	1.271 077.675
3	Pemasangan sirtu (D3)	M3	5652.5	213.022	1.204 106.855
Jumlah					5.599 324.100
Dibulatkan					5.599 324.100
Terbilang : Lima milyar lima ratus sembilan puluh sembilan juta tiga ratus dua puluh empat ribu seratus rupiah					

5.8. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk Perkerasan Kaku

Tabel 5.26. Perhitungan RAB Perkerasan Kaku

NO	Jenis Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah
1	Perlapisan permukaan (D1)	M3	5513.35	1 291.400	6.861 660.130
2	Pemasangan Agregat kelas A (D2)	M3	2261	284.100	642 350.100
3	Penulangan Beton Memanjang Ø 8 – 200 mm	Kg	1275.85	13.200	16.841 220
4	Penulangan Beton Melintang Ø 8 – 200 mm	Kg	2.765	13.200	36.498
Jumlah					7.520 888.008
Dibulatkan					7.520 888.000
Terbilang : Tujuh milyar lima ratus dua puluh juta delapan ratus delapan puluh delapan ribu rupiah					

Pemeliharan Rutin Dari Perkerasan Lentur

Nilai proyek dari perkerasan lentur adalah sebeasar Rp 5.599.324.100, biaya pemeliharaan diasumsikan 10 % pertahun dan tiap tahunnya bertambah sebesar 0,2 % (nilai ini didapat dari peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomer : 15/PRT/M/2010 atau bisa diasumsikan sendiri menurut kondisi jalan) dan setiap tahunnya akan terjadi peningkatan, sedangkan untuk biaya perbaikan/overlay dilakukan 3 kali dalam 10 tahun dengan nilai sebesar 20%. Perhitungannya adalah sebagai berikut.

- Tahun 2016 : Nilai proyek x 10 % = 5.599.324.100 x 10 % = 559.932.410
- Tahun 2017 : 5.599.324.100 x 10,2 % = 571.131.058
- Tahun 2018 : 5.599.324.100 x 10,4 % = 582.329.706
- Tahun 2019 : 5.599.324.100 x 20 %(overlay) = 1.119.864.820
- Tahun 2020 : 5.599.324.100 x 10,6 % = 593.528.355
- Tahun 2021 : 5.599.324.100 x 10,8 % = 604.727.003
- Tahun 2022 : 5.599.324.100 x 11 % =615.925.651
- Tahun 2023 : 5.599.324.100 x 20 %(overlay) = 1.119.864.820
- Tahun 2024 : 5.599.324.100 x 11,2 % =627.124.299
- Tahun 2025 : 5.599.324.100 x 11,4 % =638.322.947
- Tahun 2026 : 5.599.324.100 x 20 %(overlay) = 1.119.864.820

Jadi total biaya untuk perkerasan lentur adalah sebesar Rp 13.751.939.989

Pemeliharaan Rutin Dari Perkerasan Kaku

Nilai proyek dari perkerasan lentur adalah sebeasar Rp 7.520.888.000, biaya pemeliharaan diasumsikan 6 % per dua tahun dan tiap dua tahunnya bertambah sebesar 0,2 % (nilai ini didapat dari peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomer : 15/PRT/M/2010 atau bisa diasumsikan sendiri menurut kondisi jalan) dan setiap tahunnya akan terjadi peningkatan, sedangkan untuk biaya perbaikan/overlay dilakukan 2 kali dalam 20 tahun dengan nilai sebesar 10%. Perhitungannya adalah sebagai berikut.

- Tahun 2016 : Nilai proyek x 6 % = 7.520.888.000x 6 % = 451.253.280
- Tahun 2018 : 7.520.888.000 x 6,2 % = 466.295.056
- Tahun 2020 : 7.520.888.000 x 6,4 % = 481.336.832
- Tahun 2022 : 7.520.888.000 x 6,6 % = 496.378.608

- Tahun 2024 : 7.520.888.000 x 6,8 % = 511.420.384
- Tahun 2026 : 7.520.888.000 x 10 %(perbaikan) = 752.088.800
- Tahun 2028 : 7.520.888.000 x 7 % = 526.462.160
- Tahun 2030 : 7.520.888.000 x 7,2 % = 541.503.936
- Tahun 2032 : 7.520.888.000 x 7,4 % = 556.545.712
- Tahun 2034 : 7.520.888.000 x 7,6 % = 571.587.488
- Tahun 2036 : 7.520.888.000 x 10 %(perbaikan) = 752.088.800

Jadi total biaya untuk perkerasan lentur adalah sebesar Rp 13.627.849.056

Tabel keuntungan dan kerugian perkerasan lentur dan kaku

No	Perkerasan Kaku	Perkerasan Lentur
1	Biaya awal kontruksi tinggi (-)	Biaya kontruksi awal lebih rendah (+)
2	Biaya pemeliharaan relatife kecil (−)	Biaya pemeliharaan yang dikeluarkan mencapai kurang lebih 2 kali lebih besar daripada perkerasan kaku (-)
3	Dapat lebih bertahan terhadap air (+)	Sulit bertahan terhadap air (-)
4	Bila dibebani praktis tidak melentur/kecil ( )	Bila dibebani melentur (−)
5	Kekuatan kontruksi perkerasan kaku lebih ditentukan oleh kekuatan pelat beton, tanah dasar tidak begitu menentukan (+)	Kekuatan kontruksi perkerasan lentur ditentukan oleh tebal setiap lapisan dan daya dukung tanah dasar (-)

Keterangan : (+) = Keuntungan

: ( ) = Kerugian

6. Penutup

6.1. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan antara perkerasan lentur dengan perkerasaan kaku pada ruas jalan Ajung Kabupaten Jember maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1 Jumlah volume kendaraan pada jalan M.H Thamrin ruas jalan Ajung kabupaten Jember adalah 12504 kendaraan/hari

2 Nilai variabel pendukung untuk perkerasan lentur dan kaku adalah :
   a) CBR = 11,50 %
   b) LHR = 318 Smp/Jam
   c) Dowel = Diameter : 32 mm ; Panjang : 450 mm ; Jarak : 300 mm
   d) Tie bar/batang pengikat = Diameter : 16 mm ; Panjang : 760 mm ; Jarak : 1220 mm

3 Hasil ketebalan untuk kontruksi perkerasaan lentur dan perkerasan kaku adalah :
   a) Untuk perkerasan lentur :
      - Tebal lapisan atas = 18,5 cm
      - Tebal pondasi atas = 15 cm
      - Tebal pondasi bawah = 10 cm
   b) Untuk perkerasan kaku :
      - Tebal lapisan atas = 23,5 cm
      - Tebal pondasi = 10 cm

4 Nilai variabel pendukung untuk biaya perkerasan lentur dan kaku adalah :
   a) Perhitungan luasan perkerasan lentur = 4,20875 m^2
   b) Perhitungan volume perkerasan lentur = 13594,263 m^3
   c) Perhitungan luasan perkerasan kaku = 2,345 m^2
   d) Perhitungan volume perkerasan kaku = 7574,35 m^3

5 Hasil perhitungan biaya kontruksi perkerasan lentur dan kaku adalah sebagai sebagai berikut :
   a) Biaya kontruksi awal perkerasan lentur dan kaku adalah :
      - Anggaran biaya perkerasan lentur = 5,9 milyar
      - Anggaran biaya perkerasan kaku = 7,5 milyar
   b) Untuk biaya kontruksi dan biaya pemeliharaan kontruksi perkerasan lentur dan kaku adalah :
      - Untuk perkerasan lentur = Rp 13.751.939.989
      - Untuk perkerasan kaku = Rp 13.627.849.056

6 Perbandingan perkerasan lentur dan kaku adalah :
   a) Biaya kontruksi perkerasan kaku lebih mahal daripada perkerasan lentur, namun total biaya kontruksi dengan biaya pemeliharaan untuk perkerasan kaku lebih murah.
   b) Ditinjau dari segi kontruksi :
      - Dari segi ketebalan lapisan perkerasan lentur lebih tebal daripada perkerasan kaku.
      - Dari segi kenyamanan perkerasan lentur akan lebih nyaman.
      - Dari segi keawetan perkerasan kaku lebih tahan terhadap cuaca daripada perkerasan lentur.

Dari perbandingan secara umum maka dapat disimpulkan bahwa perkerasan kaku lebih menguntungkan daripada perkerasan lentur.

6.2. Saran

Dari hasil kesimpulan diatas maka saran kami adalah :

1. Lebih baik menggunakan jenis perkerasan kaku daripada perkerasan lentur pada ruas jalan Ajung, karena walaupun perkerasan kaku lebih mahal tetapi dalam umur rencananya akan lebih murah dalam pemeliharan dibandingkan dengan perkerasan lentur. Apalagi sekarang pada ruas jalan Ajung akan segera ada stadion bertaraf Internasional yang berarti akan menyedot lebih banyak kendaraan pada hari-hari tertentu.
2. Faktor keamanan dan kenyamanan sangat penting dalam sebuah pembangunan, tidak terkecuali dalam pembangunan jalan raya. Sehingga menurut kami dengan dibangunannya struktur dengan perkerasan kaku maka kedua faktor tersebut akan terpenuhi.
3. Pemerintah segera menyelesaikan masalah yang ada pada ruas jalan Ajung yang setiap tahunnya selalu muncul kerusakan jalan yang tergolong parah. Dengan DS yang hanya 0,11 harusnya pada ruas jalan tersebut lalulintasnya lancar, tetapi kenyataannya laju kendaraan dijalan tersebut tetap terhambat karena banyak kondisi jalan yang rusak parah. Dan seharusnya dalam perencanaan perkerasan lentur minimal 5 tahun tetapi dijalan Ajung setiap tahunnya terjadi kerusakan yang amat parah dan sangat mengganggu faktor keamanan dan kenyamanan pengguna jalan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

Departemen Pekerjaan Umum. 1987. Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen. Jakarta. Yayasan Badan Penerbit PU.

Dr Ir. Noor Salim, M.Eng. 2013. Buku Diktat Rekayasa Jalan Raya 2. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember.

Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah. 2003. Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen. Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah.

Suryawan, Ari. 2009. Perkerasan Jalan Beton Semen Portland (Rigid Pavement) Perencanaan Metode AASHTO. Yogyakarta. Beta offset.

Nikmah, Ainun. 2013. Tugas Akhir Perencanaan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) Jalan Purwodadi – Kudus Ruas 198.