

PERBANDINGAN PERKERASAN KAKU DAN PERKERASAN LENTUR

I GUSTI AGUNG AYU ISTRI LESTARI

Fak. Teknik Univ. Islam Al-Azhar Mataram

ABSTRAKSI

Perkerasan jalan merupakan suatu konstruksi jalan yang terdiri dari berbagai material dan tebal lapisan tertentu agar dapat menahan beban lalu lintas. Perkerasan jalan ada tiga jenis yaitu Perkerasan Lentur, Perkerasan Kaku dan Perkerasan komposit yaitu kombinasi dari perkerasan lentur dengan perkerasan kaku. Perkerasan kaku merupakan struktur perkerasan dengan menggunakan semen sebagai bahan pengikat, perkerasan kaku merupakan struktur perkerasan dengan menggunakan aspal sebagai bahan pengikat.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan sifat, pengerjaan dan penggunaan dari perkerasan kaku dengan perkerasan lentur.

Perkerasan lentur bisa digunakan pada semua tingkat volume lalu lintas dan klasifikasi semua jalan sedangkan perkerasan kaku khusus pada volume lalu lintas tinggi. Dari segi biaya dan umur rencana perkerasan lentur di desain untuk umur rencana rendah (5-20 tahun) dengan biaya konstruksi awal yang rendah sedangkan perkerasan kaku di desain untuk umur rencana tinggi (15-40 tahun) dengan biaya konstruksi tinggi. Dari segi pelaksanaan perkerasan lentur cukup rumit dengan biaya pemeliharaan yang lebih tinggi dari perkerasan kaku. Kekuatan perkerasan lentur ditentukan oleh kemampuan penyebaran tegangan lapisan dan ketebalan setiap lapisan serta kekuatan tanah dasar sedangkan perkerasan kaku kekuatannya ditentukan oleh kekuatan beton sendiri.

Kata kunci: Jalan, Perkerasan, Kaku, Lentur

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Perkerasan jalan merupakan suatu konstruksi jalan yang terdiri dari berbagai material dan tebal lapisan tertentu agar dapat menahan beban lalu lintas. Lapisan perkerasan umumnya terdiri dari lapisan perkerasan yang tersusun dari bawah keatas yaitu: Lapisan tanah dasar (*subgrade*), Lapisan pondasi bawah (*sub base course*), Lapisan pondasi atas (*base course*), dan Lapisan permukaan atau penutup (*surface course*).

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

Perkerasan lentur merupakan konstruksi perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapis permukaan dari struktur perkerasan lentur ini merupakan campuran agregat yang bergradasi rapat.

Kedua jenis perkerasan yaitu perkerasan kaku maupun perkerasan lentur mempunyai perbedaan sifat dan cara pengerjaannya. Di samping itu kedua struktur perkerasan ini mempunyai perbedaan dalam penggunaannya.

Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam tulisan ini adalah bagaimana perbandingan sifat, pengerjaan dan penggunaan antara perkerasan lentur dengan perkerasan kaku.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana perbandingan sifat, pengerjaan dan penggunaan antara perkerasan lentur dengan perkerasan kaku.

TINJAUAN PUSTAKA

Perkerasan Lentur

Perkerasan lentur adalah perkerasan yang sangat banyak digunakan dibandingkan dengan perkerasan kaku. Struktur perkerasan lentur dikonstruksi baik untuk konstruksi jalan maupun untuk konstruksi landasan pacu. Adapun tujuan dari perkerasan adalah sebagai berikut:

1. Agar di atas struktur perkerasan itu bisa dilalui setiap saat. Oleh karena itu perkerasan harus kedap air melindungi lapis tanah dasar sehingga kadar air lapis tanah dasar tidak mudah berubah
2. Mendistribusikan beban terpusat, sehingga tekanan yang terjadi pada lapis tanah dasar menjadi lebih kecil. Oleh karena itu lapis struktur perkerasan harus dibuat dengan sifat modulus kekakuan (modulus elastisitas) lapis di atas lebih besar dari lapis di bawahnya.
3. Menyediakan kekesatan agar aman. Oleh karena itu permukaan perkerasan harus kasar, sehingga mempunyai koefisien gesek yang besar antara roda dan permukaan perkerasan
4. Menyediakan kerataan agar nyaman. Oleh karena itu permukaan harus rata, sehingga pengguna tidak terguncang pada saat lewat pada perkerasan.

Jenis-jenis lapisan pada perkerasan Lentur

1. Lapis tanah dasar (subgrade)

Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar.

Umumnya persoalan yang menyangkut tanah dasar adalah sebagai berikut:

- a. Perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) dari macam tanah tertentu akibat beban
- b. Sifat mengembang dan menyusut dari tanah tertentu akibat perubahan kadar air
- c. Daya dukung tanah yang tidak merata dan sukar ditentukan secara pasti.
- d. Lendutan dan lendutan balik selama dan sesudah pembebanan lalu lintas dari macam tanah tertentu
- e. Tambahan pemadatan akibat pembebanan lalu lintas dan penurunan yang diakibatkannya.

Tidak semua jenis tanah dapat digunakan sebagai tanah dasar pendukung badan jalan secara baik, karena harus dipertimbangkan beberapa sifat yang penting untuk kepentingan struktur jalan seperti: daya dukung dan kestabilan tanah yang cukup, komposisi dan gradasi butiran tanah, sifat kembang susut (swelling) tanah, kemudahan untuk dipadatkan, kemudahan meluluskan air (drainase), plastisitas dari tanah, sifat ekspansive tanah dan lain-lain.

2. Lapis pondasi bawah (sub base course)

Merupakan lapisan perkerasan jalan yang terletak antara lapis tanah dasar dan lapis pondasi atas (base), yang berfungsi sebagai bagian perkerasan yang meneruskan beban di atasnya, dan selanjutnya menyebarkan tegangan yang terjadi ke lapis tanah dasar. Lapis pondasi bawah dibuat diatas tanah dasar yang berfungsi di antaranya sebagai:

- a. Sebagai bagian dari konstruksi perkerasan untuk mendukung dan menyebarkan beban roda.
- b. Menjaga efisiensi penggunaan material yang relatif murah agar lapisan-lapisan selebihnya dapat dikurangi tebalnya
- c. Untuk mencegah tanah dasar masuk ke dalam lapis pondasi
- d. Sebagai lapis pertama agar pelaksanaan dapat berjalan lancar.

3. Lapis pondasi atas (Base course)

Merupakan suatu lapisan perkerasan jalan yang terletak antara lapis permukaan dan lapis pondasi bawah (subbase), yang berfungsi sebagai bagian perkerasan yang mendukung lapis permukaan dan beban-beban roda yang bekerja di atasnya dan menyebarkan tegangan yang terjadi ke lapis pondasi bawah, kemudian ke lapis tanah dasar.

Fungsi dari lapis pondasi atas adalah sebagai berikut:

- a. Sebagai perletakan terhadap lapis permukaan
- b. Meneruskan limpahan gaya lalu lintas ke lapis pondasi bawah

Bahan-bahan untuk lapis pondasi atas, umumnya harus cukup kuat dan awet sehingga dapat menahan beban roda.

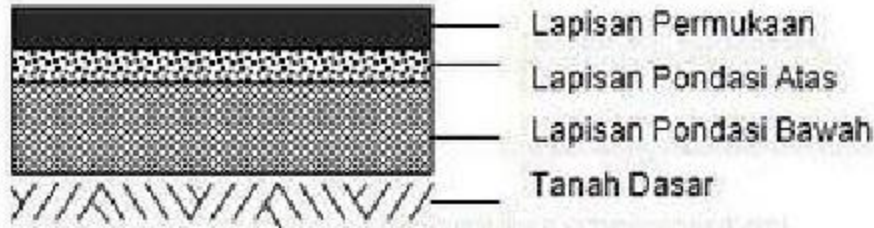
4. Lapis permukaan

Fungsi lapis permukaan antara lain:

1. Sebagai bahan perkerasan untuk menahan beban roda

2. Sebagai lapisan rapat air untuk melindungi badan jalan dari kerusakan akibat cuaca.
3. Sebagai lapisan aus (wearing course)

Lapis permukaan dari struktur perkerasan lentur ini merupakan campuran dari agregat yang bergradasi rapat dan aspal atau disebut juga campuran aspal. Kedua bahan ini dicampur dalam keadaan panas (sehingga dikenal dengan nama hot mix), dihamparkan dan dipadatkan dalam keadaan panas pula. Lapis permukaan ini harus kedap air, permukaannya rata namun kasar.



Gambar 1 Lapisan Perkerasan Lentur

Perkerasan Kaku

Perkerasan jalan beton semen atau secara umum disebut perkerasan kaku, terdiri atas plat(slab) beton semen sebagai lapis pondasi dan lapis pondasi bawah (bisa juga tidak ada) diatas tanah dasar. Dalam konstruksi perkerasan kaku, plat beton sering disebut sebagai lapis pondasi karena dimungkinkan masih adanya lapisan aspal beton di atasnya yang berfungsi sebagai lapis permukaan. Perkerasan beton yang kaku dan memiliki modulus elastisitas yang tinggi, akan mendistribusikan beban ke bidang tanah dasar yang cukup luas sehingga bagian terbesar dari kapasitas struktur perkerasan diperoleh dari plat beton sendiri. Hal ini berbeda dengan perkerasan lentur dimana kekuatan perkerasan diperoleh dari tebal lapis pondasi bawah, lapis pondasi dan lapis permukaan. Karena yang paling penting adalah mengetahui kapasitas struktur yang menanggung beban, maka faktor yang paling diperhatikan dalam perencanaan tebal perkerasan beton semen adalah kekuatan beton itu sendiri. Adanya beragam kekuatan dari tanah dasar dan atau pondasi hanya berpengaruh kecil terhadap kapasitas struktural perkerasannya.

Jenis Perkerasan kaku

Adapun jenis perkerasan kaku adalah sebagai berikut:

1. Perkerasan Beton Semen

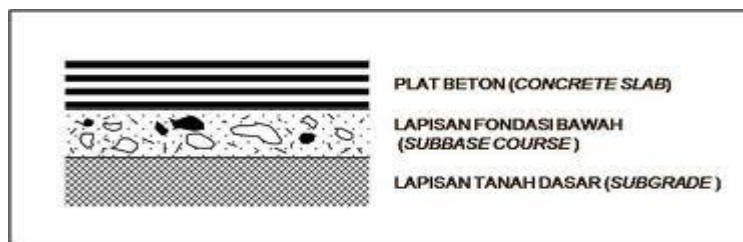
Perkerasan beton semen didefinisikan sebagai perkerasan yang mempunyai lapisan dasar beton dari portland Cement (PC). Menurut NAASRA ada lima jenis perkerasan kaku, yaitu:

- a. Perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan
- b. Perkerasan beton semen bersambung dengan tulangan
- c. Perkerasan beton semen menerus dengan tulangan
- d. Perkerasan beton semen dengan tulangan serat baja (fiber)
- e. Perkerasan beton semen pratekan

2. Perkerasan kaku dengan permukaan aspal

Jenis perkerasan kaku dengan permukaan aspal dari jenis komposit. Ketebalan rencana perkerasan dihitung dengan:

- a. Menentukan ketebalan dari jenis perkerasan beton semen yang tidak lazim.
- b. Mengurangi ketebalan beton semen 10 mm untuk setiap 25 mm permukaan aspal yang digunakan



Gambar 2 Lapisan Perkerasan Kaku

Aspal

Aspal adalah bahan alam dengan komponen kimia utama hidrokarbon, hasil explorasi dengan warna hitam bersifat plastis hingga cair, tidak larut dalam larutan asam encer dan alkali atau air, tapi larut sebagian besar dalam aether, CS₂, dan chloroform.

Aspal yang digunakan untuk bahan perkerasan jalan, terdiri dari beberapa jenis, yaitu:

1. Aspal Alam : Aspal gunung (Rock Asphalt), Aspal Danau, (Lake Asphalt), yang terjadi karena adanya minyak bumi yang mengalir keluar melalui retak-retak kulit bumi. Setelah minyak menguap, maka tinggal aspal yang melekat pada batuan yang dilalui.
2. Aspal Buatan
 - a. Aspal Minyak (Petroleum Asphalt)

Berbentuk padat atau semi padat sebagai cikal bakal bitumen, yang diperoleh dari penirisan minyak

 1. Aspal Keras Panas (Asphaltic Cement, AC)

Aspal ini berbentuk padat pada temperatur ruangan. Di Indonesia aspal semen, dibedakan dari nilai penetrasinya, misal AC dengan penetrasi 40/50, 60/70, 85/100. Aspal dengan penetrasi rendah digunakan di daerah cuaca panas atau lalu lintas dengan volume tinggi, sedangkan aspal dengan penetrasi tinggi digunakan di tempat bercuaca dingin atau lalu lintas dengan volume rendah.
 2. Aspal-Dingin-Cair (Cut-Back-Asphalt)

Aspal ini digunakan dalam cair dan dingin. Aspal dingin adalah campuran pabrik antara aspal panas dengan bahan pengencer dari hasil penyulingan minyak bumi.
 3. Aspal Emulsi (Emulsion Asphalt)

Disediakan dalam bentuk emulsi, dapat digunakan dalam keadaan dingin.

Beton

Beton atau beton semen, baik beton bertulang maupun beton tak bertulang, banyak digunakan untuk konstruksi jalan raya sebagai bangunan pelengkap jalan, bangunan drainase jalan dan jembatan serta untuk lapisan perkerasan kaku. Beton dihasilkan oleh campuran material yang terdiri dari agregat (halus dan kasar), air dan semen portland (PC)

1. Semen

Semen atau Portland Cement adalah material yang akan bereaksi secara kimiawi jika dicampur dalam suatu proses yang disebut hidrasi untuk membentuk benda seperti batu. Jika dicampur air, pasir dan kerikil, maka PC akan menghasilkan beton. Standar kandungan komposisi kimia dalam PC, dapat dilihat pada AASHTO M85-80, yang mana tiga klasifikasi diantaranya (IA, IIA, IIIA) adalah yang cocok digunakan pada campuran beton untuk lapisan perkerasan jalan.
2. Agregat
 - a. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan untuk campuran beton adalah pasir dengan mutu yang berikut: baik yaitu yang berbutir kasar dan tidak mudah hancur. Material halus yang lolos ayakan No 200 misalnya lanau, tidak boleh melebihi 2-5% dari total material yang digunakan (pasir), untuk hal ini dapat dilihat pada standar AASHTO M6-81 yang gradasinya sebagai berikut:

Tabel 1 Gradasi Agregat Halus

Ayakan	% Lolos dalam berat
3/8 (9,5 mm)	100
No. 4 (4,75 mm)	95-100
No. 16 (1,18 mm)	45-80
No. 50 (0,3 mm)	10-30
No. 100 (0,15 mm)	2-10

- b. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan untuk campuran beton adalah kerikil atau batu pecah. Gradasi material yang digunakan, menurut standar AASHTO M80-77 (1982) untuk penggunaan pada campuran beton lapisan perkerasan jalan.

3. Air

Air yang digunakan untuk pencampuran beton hampir tidak ada pembatasan khusus, semua air dari sumber manapun secara normal dapat digunakan sebagaimana yang layak untuk air minum. Walaupun demikian ada ketentuan, air yang digunakan harus terbebas dari unsur-unsur, alkali atau oksid (alkalinity atau acidity), minyak dan bahan organik yang akan merusak beton sebagaimana yang ditetapkan AASHTO T26-79 (82)

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Kajian Pustaka, baik dari buku-buku, jurnal penelitian lain serta sumber dari internet

PEMBAHASAN

Hal mendasar yang membedakan antara perkerasan lentur dan perkerasan kaku adalah terletak pada lapisan permukaan dimana pada perkerasan lentur menggunakan aspal sebagai bahan pengikat sedangkan pada perkerasan kaku menggunakan semen sebagai bahan pengikat, selain hal diatas ada beberapa hal yang membedakan antara perkerasan lentur dengan perkerasan kaku

Prosedur Perencanaan Tebal Perkerasan

Perencanaan tebal perkerasan lentur jalan baru umumnya dibedakan atas 2 metode yaitu:

1. Metode empiris yang dikembangkan berdasarkan pengalaman dan penelitian dari jalan-jalan yang dibuat khusus untuk penelitian dari jalan yang sudah ada
2. Metode Teoritis

Metode ini dikembangkan berdasarkan teori matematis dari sifat tegangan dan regangan pada lapisan perkerasan akibat beban berulang dari lalu lintas.

- a. Metode Empiris seperti: Metode AASHTO, Metode Bina Marga, Metode NAASRA, Metode Road Note 99, Metode Road Note 31 dan Metode Asohal Institute
- b. Metode Teoritis

Metode teoritis yang umum dipergunakan saat ini berdasarkan teori elastis (*Elastic Layered Theory*)

Prosedur Perencanaan Tebal perkerasan lentur dengan Metode Bina marga adalah sebagai berikut:

1. Tentukan nilai daya dukung tanah dasar, dengan mempergunakan pemeriksaan CBR
2. Menentukan CBR Segmen
3. Menentukan nilai Daya Dukung Tanah Dasar (DDT)
4. Menentukan umur rencana dari jalan yang hendak direncanakan
5. Menentukan faktor pertumbuhan lalu lintas selama masa pelaksanaan dan selama umur rencana, i%
6. Menentukan Faktor Regional (FR), Bina Marga memberikan angka yang bervariasi antara 0,5 dan 4
7. Menentukan Lintas Ekuivalen Rencana (LER)
8. Menentukan Indeks Permukaan Awal (Ipo)
9. Menentukan Indeks Permukaan Akhir (IPT)
10. Menentukan Indeks Tebal Perkerasan (ITP)
11. Tentukan jenis lapisan perkerasan yang akan digunakan
12. Tentukan koefisien kekuatan relatif dari setiap jenis lapisan perkerasan yang dipilih
13. Dengan mempergunakan rumus:

$$ITP = a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3$$
 Dapat diperoleh masing-masing lapisan dimana:
 1. a_1, a_2, a_3 adalah kekuatan relatif untuk lapis permukaan (a_1), lapis pondasi atas (a_2), dan lapis pondasi bawah (a_3)
 2. D_1, D_2, D_3 adalah tebal masing-masing lapisan dalam cm untuk lapis permukaan (D_1), Lapis pondasi atas (D_2), dan lapis pondasi bawah (D_3)
14. Kontrol apakah tebal dari masing-masing lapis perkerasan telah memenuhi ITP yang bersangkutan.

Untuk perencanaan tebal perkerasan kaku, daya dukung tanah dasar diperoleh dengan nilai CBR, meskipun pada umumnya dilakukan dengan menggunakan nilai k yaitu modulus reaksi tanah dasar. Nilai (k), dapat diperoleh dengan pengujian plat bearing. Kebutuhan tebal perkerasan ditentukan

dari jumlah kendaraan niaga selama usia rencana. Perencanaan tebal pelat didasarkan pada total fatigue mendekati atau sama dengan 100%. Tahapan perencanaan adalah sebagai berikut:

1. Tebal Pelat

Prosedur perencanaan

- a. Pilih suatu tebal pelat tertentu
- b. Untuk setiap kombinasi konfigurasi dan beban sumbu serta harga k tertentu maka:
 - Tegangan lentur yang terjadi pada pelat beton ditentukan dari grafik
 - Perbandingan tegangan dihitung dengan membagi tegangan lentur yang terjadi pada pelat dengan modulus keruntuhan lentur beton (f_r)
 - Jumlah pengulangan beban yang diijinkan ditentukan berdasarkan harga perbandingan tegangan
- c. Persentase fatigue untuk tiap kombinasi ditentukan dengan membagi jumlah pengulangan beban rencana dengan jumlah pengulangan beban ijin
- d. Cari total fatigue dengan menjumlahkan persentase fatigue dari seluruh kombinasi konfigurasi/beban sumbu
- e. Langkah a-d diulangi hingga didapatkan tebal pelat terkecil dengan total fatigue lebih kecil atau sama dengan 100%

2. Lapisan Pondasi bawah

Lapis pondasi bawah bisa terbuat dari agregat lepas, pondasi bawah terikat dimana bahan pengikat yang digunakan adalah semen, kapur atau aspal yang digunakan pada jalan dengan beban lalu lintas tinggi, dan lapisan pondasi bawah beton untuk daya dukung lapisan tanah dasar yang lunak dan beban lalu lintas yang tinggi.

Secara umum perbedaan antara perkerasan kaku dengan perkerasan lentur adalah sebagai berikut:

No	Perkerasan Kaku	Perkerasan Lentur
1	2	3
1	Desain sederhana namun pada sambungannya perlu perhitungan lebih teliti, kebanyakan digunakan hanya pada jalan-jalan dengan volume lalu lintas tinggi serta pada perkerasan lapangan terbang	Perancangan sederhana dan dapat digunakan untuk semua tingkat volume lalu lintas dan semua jenis jalan berdasarkan klasifikasi fungsi jalan raya
2	Rancangan Job Mix lebih mudah untuk dikendalikan kualitasnya. Modulus elastisitas antara lapis permukaan dan pondasi sangat berbeda.	Kendali kualitas untuk Job Mix agak rumit karena harus diteliti baik di laboratorium sebelum dihampar maupun setelah dihampar di lapangan
3	Rongga udara di dalam beton tidak mengurangi tegangan yang timbul akibat perubahan volume beton. Pada umumnya diperlukan sambungan untuk mengurangi tegangan akibat perubahan temperatur. Dapat bertahan untuk kondisi yang lebih buruk	Rongga udara dapat mengurangi tegangan yang timbul akibat perubahan volume campuran aspal oleh karena itu tidak diperlukan sambungan. Sulit untuk bertahan terhadap kondisi drainase yang buruk.
4	Umur rencana dapat mencapai 15-40 tahun. Jika terjadi kerusakan maka kerusakan tersebut cepat dan dalam waktu singkat dapat meluas	Umur rencana relatif pendek 5-10 tahun kerusakan tidak merambat ke bagian konstruksi yang lain, kecuali jika perkerasan terendam air
5	Indek pelayanan tetap baik hampir selama umur rencana terutama jika sambungan melintang (transversal joint) dikerjakan dan dipelihara dengan baik	Indeks pelayanan yang terbaik hanya pada saat selesai pelaksanaan konstruksi, setelah itu berkurang seiring dengan waktu dan frekuensi beban lalu lintasnya.
6	Pada umumnya biaya awal konstruksi tinggi	Pada umumnya biaya awal konstruksi rendah, terutama untuk jalan lokal dengan volume lalu lintas rendah. Tetapi biaya awal hampir sama untuk jenis konstruksi jalan berkualitas tinggi yaitu jalan dengan tingkat volume lalu lintas tinggi
7	Pelaksanaan relatif sederhana kecuali pada sambungan	Pelaksanaan cukup rumit disebabkan kendali kualitas harus diperhatikan pada sejumlah parameter, termasuk kendali terhadap temperatur
8	Sangat penting untuk melaksanakan pemeliharaan terhadap sambungan-sambungan secara rutin	Biaya pemeliharaan yang dikeluarkan, mencapai lebih kurang dua kali lebih besar daripada perkerasan kaku

1	2	3
9	Agak sulit untuk menetapkan saat tepat untuk melakukan pelapisan ulang apabila lapisan permukaan akan dilapis ulang, maka untuk mencegah terjadinya retak refleksi biasanya dibuat tebal perkerasan > 10 cm	Pelapisan ulang dapat dilaksanakan pada semua tingkat ketebalan perkerasan yang diperlukan lebih mudah menentukan perkiraan saat pelapisan ulang harus dilakukan
10	Kekuatan konstruksi perkerasan kaku ditentukan oleh kekuatan lapisan beton sendiri (tanah dasar tidak begitu menentukan)	Kekuatan konstruksi perkerasan lentur ditentukan oleh kemampuan penyebaran tegangan setiap lapisan dan ditentukan oleh tebal setiap lapisan dan kekuatan tanah dasar yang dipadatkan
11	Yang dimaksud tebal konstruksi perkerasan kaku adalah tebal lapisan beton tidak termasuk pondasi	Yang dimaksud tebal konstruksi adalah tebal seluruh lapisan yang ada diatas tanah dasar dipadatkan termasuk pondasi.

SIMPULAN

Berdasarkan uraian diatas dapat disimpulkan bahwa:

1. Perkerasan Lentur merupakan perkerasan dengan menggunakan aspal sebagai bahan pengikat sedangkan perkerasan kaku adalah perkerasan dengan menggunakan semen sebagai bahan pengikat
2. Perkerasan lentur bisa digunakan pada semua tingkat volume lalu lintas dan klasifikasi semua jalan sedangkan perkerasan kaku khusus pada volume lalu lintas tinggi
3. Dari segi biaya dan umur rencana perkerasan lentur di desain untuk umur rencana rendah (5-10 tahun) dengan biaya konstruksi awal yang rendah sedangkan perkerasan kaku di desain untuk umur rencana tinggi (15-40 tahun) dengan biaya konstruksi tinggi.
4. Dari segi pelaksanaan perkerasan lentur cukup rumit dalam kontrol kualitas dalam Job Mix dengan biaya pemeliharaan yang lebih tinggi dari perkerasan kaku.
5. Kekuatan perkerasan lentur ditentukan oleh kemampuan penyebaran tegangan lapisan dan ketebalan setiap lapisan serta kekuatan tanah dasar sedangkan perkerasan kaku kekuatannya ditentukan oleh kekuatan beton sendiri.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum, 2012, *Perkerasan kaku*
<http://www.google.com/search?q=perkerasan+kaku&ie=utf-8&aq=t&rls=org.mozilla:id:official8>
- Departemen Pekerjaan Umum, 2012, *Perkerasan Lentur*
<http://www.google.com/search?q=perkerasan+kaku&ie=utf-8&aq=t&rls=org.mozilla:id:official8>
- Alamsyah Alik Ansyori, 2006. *Rekayasa Jalan Raya*, UMM Press, Malang
- Saodang Hamrhan, 2004, *Konstruksi Jalan Raya*, Nova, Bandung