

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Konstruksi Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah campuran antara agregat dan bahan ikat yang digunakan untuk melayani beban lalu lintas. Agregat yang digunakan adalah batu pecah, batu belah, batu kali. Bahan ikat yang dipakai yaitu aspal, semen, dan tanah liat. Fungsi perkerasan adalah untuk menahan atau memikul beban lalu lintas agar aman dan nyaman. Menurut Sukirman (2003), supaya perkerasan mempunyai daya dukung dan keawetan yang memadai tetapi juga ekonomis, maka perkerasan jalan dibuat berlapis – lapis.

Menurut Sukirman (1992), berdasarkan bahan pengikatnya, lapisan perkerasan jalan dibagi atas dua kategori yaitu:

1. Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*)

Konstruksi perkerasan lentur yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikatnya. Lapisan – lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar yang telah dipadatkan.

2. Konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*)

Konstruksi perkerasan kaku adalah perkerasan yang menggunakan semen (*portland cement*) sebagai bahan pengikatnya, pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan di atas tanah dasar dengan atau tanpa fondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton.

3. Konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*)

Konstruksi perkerasan komposit adalah perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur di atas perkerasan kaku, atau perkerasan kaku di atas permukaan lentur.

2.2. Perkerasan Lentur

Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan – lapisan yang diletakkan di atas tanah dasar yang telah dipampatkan. Lapisan – lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan di bawahnya (Sukirman, 1992). Lapisan – lapisan dalam perkerasan lentur adalah sebagai berikut:

1. Lapisan permukaan (*surface course*)

Lapisan permukaan adalah bagian perkerasan yang paling atas. Lapisan tersebut berfungsi sebagai berikut:

- a. Lapis perkerasan penahan beban roda, yang mempunyai stabilitas tinggi untuk menahan roda selama masa pelayanan.
- b. Lapisan kedap air, untuk menahan air hujan yang jatuh di atasnya agar tidak meresap ke lapisan di bawahnya dan melemahkan lapisan – lapisan tersebut.
- c. Lapis aus (*wearing course*), yaitu lapisan ulang yang langsung menderita gesekan akibat roda kendaraan.
- d. Lapis – lapis yang menyebabkan beban ke lapisan di bawahnya sehingga dapat dipikul oleh lapisan lain dengan daya dukung yang lebih jelek.

2. Lapisan fondasi atas (*base course*)

Lapisan fondasi atas adalah bagian lapis perkerasan yang terletak antara lapis permukaan dengan lapis fondasi bawah (atau dengan tanah dasar bila tidak menggunakan lapis fondasi bawah). Fungsi lapis pondai atas adalah:

- a. Bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban ke lapis di bawahnya.
- b. Lapisan peresapan untuk lapisan fondasi bawah.
- c. Bantalan terhadap lapisan permukaan.

3. Lapisan fondasi bawah (*sub-base course*)

Lapisan fondasi bawah yaitu lapis perkerasan yang terletak antara lapis fondasi atas dengan tanah dasar. Fungsi lapis fondasi bawah adalah:

- a. Menyebarkan beban roda ke tanah dasar.
- b. Efisiensi penggunaan material, dimana material fondasi bawah lebih murah daripada lapisan di atasnya.
- c. Lapisan peresapan, agar air tanah tidak berkumpul di fondasi.
- d. Lapisan untu mencegah agar partikel – partikel halus dari tanah dasar naik ke lapis fondasi atas.

4. Lapisan tanah dasar (*subgrade*)

Lapisan tanah dasar adalah permukaan tanah asli atau permukaan tanah galian atau permukaan tanah timbunan yang dipadatkan dan merupakan permukaan dasar untuk peletakan bagian – bagian perkerasan lainnya. Keawetan dan kekuatan konstruksi perkerasan jalan tergantung dari sifat – sifat daya dukung tanah dasar.

Menurut Sukirman (1992), jenis lapis perkerasan lentur yang umum digunakan di Indonesia antara lain sebagai berikut:

1. Lapisan bersifat nonstruktural, berfungsi sebagai lapis aus dan kedap air.

Lapisan bersifat nonstruktural antara lain:

- a. Burtu (taburan aspal satu lapis), yaitu lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal yang ditaburi dengan satu lapis agregat bergradasi seragam dengan tebal maksimum 2 cm.
- b. Burda (taburan aspal dua lapis), yaitu lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal yang ditaburi dengan agregat yang dikerjakan dua lapis secara berurutan dengan tebal padat maksimum 3,5 cm.
- c. Latasir (lapis tipis aspal pasir), yaitu lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal dan pasir alam bergradasi menerus dicampur, dihampar, dan dipadatkan pada suhu tertentu dengan tebal padat 1 – 2 cm.
- d. Buras (taburan aspal), yaitu lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal dan taburan pasir dengan ukuran butir maksimumn $\frac{3}{8}$ inch.
- e. Latasbum (lapisan tipis asbuton murni), yaitu lapisn penutup yang terdiri dari campuran asbuton dan bahan pelunak dengan perbandingan tertentu yang dicampur secara dingin. Tebal padat maksimum 1 cm.
- f. Lataston (lapis tipis aspal beton) atau *Hot rolled sheets* (HRS), yaitu lapis penutup yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi menerus, material pengisi (*filler*), dan aspal keras dengan perbandingan tertentu yang dicampurkan dan dipadatkan dalam keadaan panas. Tebal padat antara 2,5 – 3 cm.

2. Lapisan bersifat struktural, berfungsi sebagai lapis yang menahan dan menyebarkan beban roda. Lapisan bersifat struktural antara lain sebagai berikut:

- a. Lapen (lapis penetrasi makadam), yaitu lapis perkerasan yang terdiri dari agregat pokok dan agregat pengunci bergradasi terbuka dan seragam dan diikat oleh aspal dengan cara disemprotkan lapisan di atasnya dan dipadatkan lapis demi lapis. Di atas lapen ini diberi laburan aspal dengan agregat penutup. Tebal lapisan satu lapis 4 – 10 cm.
- b. Lasbutag (lapisan asbuton agregat), yaitu lapisan yang terdiri dari campuran antara agregat asbuton dan bahan pelunak yang diaduk, dihampar, dan dipadatkan secara dingin. Tebal padat tiap lapisan 3 – 5 cm.
- c. Laston (lapis aspal beton), yaitu lapis yang terdiri dari campuran aspal keras (AC) dan agregat yang mempunyai gradasi menerus dicampur, dihampar, dan dipadatkan pada suhu tertentu.

2.3. Aspal

Aspal adalah suatu cairan kental yang merupakan senyawa hidrokarbon dengan sedikit mengandung sulfur, oksigen, dan klor. Aspal bersifat melekat, berwarna hitam kecoklatan. Aspal sebagai bahan pengikat dalam perkerasan lentur mempunyai sifat viskoelastis yakni aspal akan bersifat padat pada suhu ruang dan bersifat cair apabila dipanaskan. Bersama dengan agregat, aspal merupakan pembentuk campuran perkerasan jalan. Banyaknya aspal dalam

campuran perkerasan berkisar antara 4 % - 10% berdasarkan volume campuran (Sukirman, 2003).

Menurut Sukirman (2003), aspal yang digunakan sebagai material perkerasan jalan memiliki fungsi sebagai berikut:

1. Bahan pengikat, yaitu untuk memberikan ikatan yang kuat antara aspal dan agregat dan antar sesama aspal.
2. Bahan pengisi, yaitu untuk mengisi rongga antar butir agregat dan pori – pori yang ada di dalam butir itu sendiri.

Menurut Totomihardjo (2004), beberapa persyaratan aspal sebagai bahan perkerasan jalan adalah:

1. Kekakuan atau perkerasan (*stiffness*).
2. Sifat mudah dikerjakan (*workability*).
3. Kuat tarik (*tensile strength*) dan adhesi.
4. Tahan terhadap cuaca.

Menurut Sulaksono (2001), aspal adalah sejenis mineral yang umumnya digunakan untuk konstruksi jalan, khususnya perkerasan lentur. Aspal merupakan material organik (*hydrocarbon*) yang kompleks, yang diperoleh dari alam atau dengan proses tertentu. Aspal berbentuk cair semi pampat dan pampat pada suhu ruang (25° C). penggunaan aspal sebagai material perkerasan cukup luas, mulai dari lapis permukaan, lapis fondasi, lapis aus, maupun lapis penutup. Aspal dibedakan menjadi lima.

1. Aspal alam

Aspal alam ditemukan di pulau Buton, Perancis, Swiss, dan Amerika selatan. Menurut sifat kekerasannya, aspal alam dapat dibagi menjadi dua, yaitu *rock asphalt* dan *lake asphalt*.

2. Aspal buatan

Jenis aspal ini dibuat dari minyak bumi sehingga dikenal sebagai aspal minyak, selain itu aspal ini harus dipanaskan terlebih dulu sebelum digunakan, sehingga juga sering disebut sebagai aspal panas. Bahan baku minyak bumi yang baik untuk pembuatan aspal adalah minyak bumi yang mengandung *parafin*. Untuk bahan aspal *parafin* kurang disukai karena akan mengakibatkan aspal bersifat getas, mudah terbakar dan memiliki daya lekat yang buruk dengan agregat. Minyak bumi dapat digolongkan ke dalam 3 kelompok, yaitu:

- a. *Parafin base crude oil* adalah minyak bumi yang berkadar *parafin* tinggi.
- b. *Asphaltene base crude oil* adalah minyak bumi dengan kadar *parafin* rendah.
- c. *Mixed-base crude oil* adalah campuran dari keduanya.

Asphaltene base crude oil mengandung banyak gugusan aromatik dan siklik sehingga kadar aspalnya tinggi sedangkan kadar *parafin*-nya rendah. Minyak bumi tersebut lalu disuling untuk memisahkan bagian – bagian yang sukar menguap. Sisa dari destilasi ini disuling kembali pada suhu yang sama namun pada tekanan rendah (hampa udara) dan akan menghasilkan fraksi – fraksi seperti gas, minyak pelumas dan sebagai sisa akan dihasilkan aspal semen.

3. Aspal cair

Aspal cair adalah aspal keras yang diencerkan dengan 10 – 20% *kerosin*, *white spirit* atau *gas oil* untuk mrncapai viskositas tertentu dan memenuhi fraksi destilasi tertentu. Viskositas ini dibutuhkan agar aspal tersebut dapat menutupi agregat dalam waktu singkat dan akan meningkat terus sampai pekerjaan pemadatan dilaksanakan.

4. Aspal emulsi

Aspal emulsi adalah aspal yang lebih cair daripada aspal cair dan mempunyai sifat dapat menembus pori – pori halus dalam batuan yang tidak dapat dilalui oleh aspal cair biasa karena sifat pelarut yang membawa aspal dalam emulsi mempunyai daya tarik terhadap batuan yang lebih baik daripada pelarut dalam aspal cair, terutama apabila batuan tersebut agak lembab.

5. Tar

Tar adalah sejenis cairan yang diperoleh dari material organik seperti kayu atau batubara melalui proses destilasi dengan suhu tinggi tanpa zat asam.

Menurut Departemen Pekerjaan Umum pada Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) Untuk Jalan Raya, SKBI-2.4.26.1987, aspal dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu:

1. Aspal keras adalah suatu jenis aspal minyak yang merupakan residu hasil destilasi minyak bumi pada keadaan hampa udara, yang pada suhu normal dan tekanan atmosfer berbentuk pampat.
2. Aspal cair, adalah aspal minyak yang pada suhu normal dan tekanan atmosfer berbentuk cair, terdiri dari aspal keras yang diencerkan dengan bahan pelarut.

3. Aspal emulsi, adalah suatu jenis aspal keras, air, dan bahan pengemulsi dimana pada suhu normal dan tekanan normal berbentuk cair.

2.4. Agregat

Menurut Departemen Pekerjaan Umum pada Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) untuk Jalan Raya, SKBI-2.4.26.1987, agregat merupakan sekumpulan butir – butir batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lainnya, baik berupa hasil alam maupun hasil buatan. Berdasarkan besar ukuran ayakan agregat dibedakan menjadi tiga macam, yaitu:

1. Agregat halus adalah agregat yang lolos ayakan No.8 atau 2,38 mm.
2. Agregat kasar adalah agregat yang tertahan pada ayakan No.8 atau 2,38 mm.
3. Bahan pengisi (*filler*) adalah bahan berbutir halus yang lolos ayakan No.30 dimana persentase berat butir yang lolos ayakan No.200 minimum 65%.

Menurut Sukirman (2003), agregat merupakan komponen utama dari suatu struktur perkerasan, yaitu 90 – 95% berdasarkan persentase berat, atau berkisar antara 75 – 95% berdasarkan persentase volume. Sifat agregat merupakan salah satu faktor penentu kemampuan perkerasan jalan memikul beban lalu lintas dan daya tahan terhadap cuaca. Oleh karena itu perlu pemeriksaan yang teliti sebelum diputuskan suatu agregat dapat dipergunakan sebagai material perkerasan jalan. Sifat agregat yang menentukan kualitasnya sebagai material perkerasan jalan adalah gradasi butir, kebersihan, kekerasan, ketahanan agregat, bentuk butiran, tekstur permukaan, porositas, kemampuan menyerap air, berat jenis dan daya kelekatan dengan aspal.

Menurut Sukirman (1992), gradasi agregat diperoleh dari hasil analisa ayakan dengan menggunakan satu set ayakan dimana ayakan yang paling kasar diletakkan di atas dan yang paling halus diletakkan paling bawah. Gradasi agregat dapat dibedakan sebagai berikut:

1. Gradasi seragam (*uniform graded*)

Gradasi seragam adalah agregat dengan ukuran hampir sama / sejenis atau mengandung agregat halus yang sedikit jumlahnya sehingga tidak dapat mengisi rongga antar agregat. Gradasi seragam disebut juga gradasi terbuka. Agregat dengan gradasi seragam akan menghasilkan perkerasan jalan dengan sifat permeabilitas tinggi, stabilitas kurang, berat volume kecil.

2. Gradasi rapat (*Dense graded*)

Gradasi rapat merupakan campuran agregat kasar dan halus dalam porsi yang berimbang, sehingga dinamakan juga agregat gradasi baik (*well graded*). Campuran agregat yang bergradasi rapat atau baik mempunyai pori sedikit, mudah dipampatkan, dan mempunyai stabilitas yang tinggi. Tingkat stabilitas ditentukan dari ukuran butir agregat terbesar yang ada.

3. Gradasi buruk (*poorly graded*)

Gradasi buruk / jelek merupakan campuran agregat yang tidak memenuhi dua kriteria diatas. Agregat yang bergradasi buruk yang umum digunakan untuk lapisan perkerasan lentur yaitu gradasi celah, yang merupakan campuran agregat dengan satu fraksi hilang. Agregat dengan gradasi senjang akan menghasilkan lapisan perkerasan yang mutunya terletak diantara kedua jenis diatas.

2.5. Bahan Pengisi (Filler)

Menurut Departemen Pekerjaan Umum pada Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) Untuk Jalan Raya, SKBI-2.4.26.1987, bahan pengisi (*filler*) adalah bahan berbutir halus yang lolos ayakan No.30 dimana persentase berat butir yang lolos ayakan No.200 minimal 65%.

Menurut Totomihardjo (1994), bahan pengisi dapat berupa abu batu, kapur, semen *portland*, atau bahan lainnya. Campuran agregat – agregat akan membentuk gradasi tertentu sesuai dengan ketentuannya. Penggunaan *filler* dalam campuran beton aspal akan sangat mempengaruhi karakteristik beton aspal tersebut. Pengaruh penggunaan *filler* terhadap campuran beton aspal antara lain meningkatkan kekuatan dan kepadatan campuran.

2.6. Styrofoam (Polystyrene)

Menurut Erliza dan Sutedja dalam Sitanggang (2010), plastik dapat dikelompokkan atas dua tipe, yaitu *thermoplastic* dan *thermoset*. *Thermoplastic* adalah plastik yang dapat dilunakkan berulang kali dengan menggunakan panas, antara lain *polyethylene*, *polyproylene*, *polystyrene*, dan *polyvinil chloride*. Sedangkan *thermoset* adalah plastik yang tidak dapat dilunakkan dengan pemanasan, antara lain *phenol formaldehid* dan *urea formaldehid*.

Menurut Nurminah (2002), secara umum dikenal beberapa jenis plastik yang sering digunakan antara lain:

1. *HPDE (High Density Polyethylene)*,
2. *LDPE (Low Density Polyethylene)*,

3. *PP (Polypropylene)*,
4. *PS (Polystyrene)*,
5. *Vinyl (Polyvinyl Chloride)*,
6. *PET (Polyethylene Terephthalate)*

Menurut Sinaga (2010), *polystyrene* dibentuk dari molekul – molekul *styrene*. Ikatan rangkap antara bagian CH_2 dan CH dari molekul disusun kembali hingga membentuk ikatan dengan molekul *styrene* berikutnya dan pada akhirnya membentuk *polystyrene*. Bilamana *polystyrene* dipanaskan dan udara ditiupkan maka melalui pencampuran tersebut akan terbentuk *styrofoam*.

Menurut Mujiarto (2005), *styrofoam* memiliki sifat sangat ringan, *thermoplastic*, yaitu menjadi lunak jika dipanaskan dan mengeras kembali setelah dingin. Dengan pemanasan, *styrofoam* akan menjadi lunak pada suhu 90°C , namun jika dibakar secara langsung *styrofoam* akan mudah terbakar dan akan mengeluarkan api berwarna kuning dan akan meninggalkan jelaga. Selain itu juga memiliki sifat tahan terhadap asam, basa dan sifat korosif lainnya. *Styrofoam* dapat larut dalam *hydrocarbon aromatic* dan dapat menjadi perekat yang baik. *Styrofoam* juga sangat stabil dan tidak mudah terurai dalam waktu yang lama.

Menurut Crawford (1998) dalam Dharma (2008), *styrofoam* merupakan bahan yang baik ditinjau dari segi mekanis maupun suhu, memiliki berat jenis sampai 1050 kg/m^3 . *Styrofoam* banyak digunakan dalam kehidupan sehari – hari seperti pembungkus makanan, dan pembungkus barang elektronik.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Sitanggang (2010), penambahan *styrofoam* pada beton aspal, nilai karakteristik *Marshall*

seperti nilai VFWA, VITM, dan *Flow* lebih rendah dibandingkan beton aspal normal; sedangkan nilai *density*, stabilitas dan *QM*, cenderung meningkat.

2.7. Plastik dan Perkerasan

Menurut Suroso (2004), dijelaskan bahwa suatu cara meningkatkan titik leleh aspal adalah dengan menambahkan plastik. Dari hasil penelitiannya, penambahan plastik kedalam aspal meningkatkan titik leleh aspal yang juga otomatis menurunkan nilai penetrasi aspal, sehingga tidak mudah terpengaruh oleh perbedaan temperatur, menaikkan stabilitas dan *Marshall Quotient*. Ada dua teknik pencampuran plastik dalam campuran beraspal.

1. Cara basah (*wet process*), yaitu suatu cara pencampuran dimana plastik dimasukkan ke dalam aspal panas dan diaduk sebagai homogen.
2. Cara kering (*dry process*), yaitu suatu cara dimana plastik dimasukkan ke dalam agregat yang dipanaskan pada temperatur campuran, kemudian ditambahkan aspal panas.

2.8. Minyak Pelumas Bekas

Menurut Badan Pengendalian Dampak Lingkungan (1996), oli bekas atau minyak pelumas bekas selanjutnya disebut minyak pelumas bekas adalah sisa pada suatu kegiatan atau proses produksi.

Menurut Wikanta M (2009), pola hubungan antara stabilitas dengan kadar aspal serta analisa *Optimum Bitumen Content* terhadap variasi residu oli 0%; 10%; 20%, dimana semakin banyak residu oli yang digunakan yang mana akan lebih

sedikit kadar aspalnya, maka semakin rendah suhu yang dibutuhkan untuk mengencerkan aspal sehingga viskositas juga cenderung berkurang. Dengan demikian kadar aspal yang sedikit pun sudah mencukupi. Akan tetapi nilai stabilitas semakin turun dikarenakan residu oli menyebabkan aspal tidak bisa menyelimuti agregat dengan sempurna.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Wijaya (2011), penggunaan minyak pelumas bekas pada beton aspal, nilai karakteristik *Marshall* seperti nilai *density*, *VFWA*, stabilitas, dan *QM* lebih rendah dibandingkan beton aspal normal; sedangkan nilai *VITM* dan *flow* cenderung meningkat.

2.9. Sifat – Sifat Marshall

1. *Density*

Menurut Roberts (1991), kadar aspal naik, *density* ikut naik mencapai puncaknya lalu turun. Puncak kepampatan biasanya bersamaan dengan kadar aspal optimum dan stabilitas puncak. Kepampatan yang tinggi akan menghasilkan kemampuan untuk menahan beban yang tinggi serta kedekatan terhadap air dan udara yang tinggi.

2. *Void Filled Asphalt (VFWA)*

Menurut Roberts (1991), *VFWA* adalah persentase rongga dalam agregat padat yang terisi aspal. Nilai *VFWA* yang terlalu tinggi dapat menyebabkan naiknya aspal ke permukaan saat suhu perkerasan tinggi, jika terlalu rendah berarti campuran bersifat porous dan mudah teroksidasi.

3. *Void In The Mix (VITM)*

Menurut Sukirman (2003), *VITM* adalah volume pori yang masih tersisa setelah campuran beton dipadatkan. *VITM* dibutuhkan untuk tempat bergesernya butir – butir agregat, akibat pemadatan tambahan yang terjadi oleh repetisi beban lalu lintas. *VITM* yang terlalu besar akan menyebabkan beton aspal berkurang kedekatan airnya, sehingga proses oksidasi menjadi meningkat dan mempercepat penuaan aspal dan akan menurunkan sifat durabilitas beton aspal. Jika *VITM* terlalu kecil akan mengakibatkan terjadinya *bleeding* pada saat temperatur meningkat.

4. Stabilitas

Menurut Sukirman (2003), stabilitas adalah kemampuan perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur, dan *bleeding*. Kebutuhan stabilitas sebanding dengan fungsi jalan dan beban lalu lintas yang akan dilayani. Semakin tinggi volume lalu lintas dan dominan dilalui kendaraan berat, maka dibutuhkan stabilitas yang tinggi. Sebaliknya, jika jalan hanya untuk lalu lintas ringan, tidak diperlukan stabilitas yang sangat tinggi.

5. *Flow*

Menurut Roberts (1991), *flow* dalam terminologi *Marshall Test* adalah besarnya deformasi vertikal sampel yang terjadi saat mulai awal pembebanan sampai pada kondisi kestabilan mulai menurun. Nilai *flow* dipengaruhi banyak faktor antara lain kadar dan viskositas aspal, suhu, gradasi, dan jumlah pemadatan. Nilai *flow* yang terlalu tinggi menunjukkan campuran bersifat

plastis dan lebih mampu mengikuti deformasi akibat beban, sedangkan *flow* yang terlalu rendah menunjukkan campuran tersebut memiliki rongga yang tidak terisi aspal lebih tinggi dari kondisi normal, atau kandungan aspal terlalu rendah sehingga berpotensi untuk terjadi keretakan.

6. *Marshall Quotient*

Menurut Bustaman (2000), *Marshall Quotient* adalah hasil bagi dari stabilitas terhadap kelelahan (*flow*) yang digunakan untuk pendekatan terhadap tingkat kekakuan atau fleksibilitas campuran. Nilai *Marshall Quotient* yang tinggi menunjukkan nilai kekakuan lapis keras yang tinggi. Jika nilai *Marshall Quotient* terlalu tinggi akan mudah terjadi keretakan akibat beban lalu lintas yang berulang – ulang. Sebaliknya, jika terlalu rendah menunjukkan campuran terlalu plastis atau fleksibel yang mengakibatkan lapis keras akan mudah berubah bentuk bila menahan beban lalu lintas.

