

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Konstruksi Perkerasan Jalan

Menurut Sulaksono (2001) dijelaskan suatu konstruksi jalan terdiri atas hal berikut:

1. Tanah dasar, yaitu tanah yang dipampatkan, baik hasil dari galian maupun hasil timbunan. Tanah dasar ini merupakan badan jalan yang disiapkan sedemikian rupa sehingga cukup pampat, kedap air, stabil, serta tidak retak pada saat musim panas dan tidak licin pada saat hujan. Pada saat terbebani, maka beban akan menyebar kedalam tanah dalam bentuk tegangan tanah, Tegangan ini akan menyebar sehingga dapat menyebabkan terjadinya lendutan dan akhirnya keruntuhan.
2. Lapis fondasi, yaitu lapis yang terdiri dari lapis fondasi atas dan lapis fondasi bawah. Lapisan ini merupakan fondasi dari suatu struktur perkerasan. Distribusi beban dan kekuatan struktur ditentukan pada lapisan ini.
3. Lapis permukaan, yaitu lapisan yang langsung berhubungan beban. Karena kontak langsung dengan beban kendaraan maka lapisan ini akan mengalami tekanan geser dan memiliki daya tahan yang baik.

2.1.1. Jenis konstruksi perkerasan jalan

Menurut Sukirman (1992) berdasarkan bahan pengikatnya konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan menjadi :

- a. Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*)

Perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat dan memiliki lapisan-lapisan perkerasan yang bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.

b. Konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*)

Perkerasan yang menggunakan semen (*portland cement*) sebagai bahan pengikat. Pelat beton atau tanpa tulangan diletakkan diatas tanah dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton.

c. Konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*)

Perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan letur dapat berupa perkerasan lentur diatas perkerasan kaku maupun sebaliknya.

2.1.2. Jenis lapis permukaan konstruksi perkerasan jalan

Menurut Sukirman (1992) lapisan paling atas dari konstruksi perkerasan jalan adalah lapis permukaan (*surface course*) yang memiliki fungsi antara lain:

- 1 Lapis perkerasan penahan roda, yaitu lapisan yang memiliki stabilitas yang tinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan.
- 2 Lapis kedap air, sehingga air hujan yang jatuh diatasnya tidak meresap ke lapisan yang ada dibawahnya dan melemahkan lapisan-lapisan tersebut.
- 3 Lapis aus (*wearing course*), yaitu lapisan yang langsung menderita gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus.
- 4 Lapis yang menyebarkan beban ke lapisan bawah, sehingga dapat dipikul oleh lapisan lain yang mempunyai daya dukung yang lebih jelek.

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

1. Lapisan bersifat nonstruktural, berfungsi sebagai lapisan aus dan kedap air antara lain:
 - a. Burtu (laburan aspal satu lapis), merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal yang ditaburi dengan satu lapis agregat bergradasi seragam, dengan tebal maksimum 2 cm.
 - b. Burda (laburan aspal dua lapis), merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal ditaburi agregat dikerjakan dua kali secara berurutan dengan tebal padat maksimum 3,5 cm.
 - c. Latasir (lapis tipis aspal pasir), merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal dan pasir alam bergradasi menerus dicampur, dihampar dan dipadatkan dengan tebal padat 1-2 cm.
 - d. Buras (laburan aspal), merupakan lapis penutup dari lapisan aspal taburan pasir dengan ukuran butir maksimum 3/8 inch.
 - e. Latasbum (lapis tipis asbuton murni), merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran asbuton dan bahan pelunak dengan perbandingan tertentu yang dicampur secara dingin dengan tebal padat maksimum 1 cm.
 - f. Lataston (lapis tipis aspal beton), dikenal dengan nama *Hot Rolled Sheet* (HRS), merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi timpang, mineral pengisi (*filler*) dan aspal keras dengan perbandingan tertentu, yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas. Tebal padan antara 2,5 – 3 cm.

2. Lapisan bersifat struktural, berfungsi sebagai lapisan yang menahan dan menyebarkan beban roda.
 - a. Penetrasi makadam (lapen), merupakan lapis perkerasan yang terdiri dari agregat pokok dan agregat pengunci bergradasi terbuka dan seragam yang diikat oleh aspal dengan cara disemprotkan di atasnya dan dipadatkan lapis demi lapis. Di atas lapen ini biasanya diberi laburan aspal dengan agregat penutup. Tebal lapisan satu lapis dapat bervariasi dari 4 – 10 cm.
 - b. Lasbutag (lapisan asbuton beragregat) merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran antara agregat asbuton dan bahan pelunak yang diaduk, dihampar dan dipadatkan secara dingin. Tebal padat tiap lapisannya antara 3 – 5 cm.
 - c. Laston (lapis aspal beton), merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang mempunyai gradasi menerus, dicampur, dihampar dan dipadatkan pada suhu tertentu.

2.1.3. Pengaruh air pada konstruksi perkerasan jalan

Menurut Semawi (1979), air hujan sangat mempengaruhi kestabilan konstruksi jalan. Air dapat melarutkan dan menghanyutkan unsur-unsur tanah sehingga susunan konstruksi jalan berubah yang mengakibatkan berubah pula kestabilan jalan dan berbahaya bagi pengguna jalan. Permukaan tanah yang terlalu tinggi dapat merugikan kestabilan, sehingga perlu dilakukan usaha agar permukaan air tanah tetap.

2.2. Bahan Penyusun Perkerasan Jalan

2.2.1. Agregat

Menurut Sulaksono (2001), agregat adalah suatu bahan keras dan kaku yang digunakan sebagai bahan campuran, yang berupa butiran atau pecahan, yang termasuk didalamnya antara lain : pasir, kerikil, agregat pecah, abu (debu) agregat, terak dapur tinggi. Kadar agregat dalam campuran bahan perkerasan konstruksi jalan pada umumnya antara 90-95 % dari berat total, atau berkisar antara 75-95 % dari volume total. Terdapat 3 golongan umum batuan yang umumnya digunakan untuk agregat, yaitu :

- 1 Batuan beku (*igneous rock*), terjadi akibat pendinginan dan pembekuan dari bahan-bahan yang meleleh akibat panas (magma bumi). Jenis batuan ini antara lain granit, diorite dan gubro dengan sifat utama berbutir kasar, keras dan kaku.
- 2 Batuan endapan (*sedimentary rock*), terjadi dari hasil endapan halus dari hasil proses pelapukan batuan bebas, tumbuh-tumbuhan dan kulit binatang dengan mengalami proses pelekatan dan penekanan oleh alam maka menjadi batuan endapan. Jenis batuan agregat ini antara lain batuan kapur, batuan silika, batuan pasir.
- 3 Batuan methamorphik, terjadi akibat modifikasi (perubahan fisik/kimia dari batuan endapan dan beku sebagai hasil dari tekanan gesekan bumi dan panas yang berlebihan). Sebagai contoh antara lain batuan kapur yang berubah menjadi marmer dan batuan pasir yang berubah menjadi kwarsa

Menurut Departemen Pekerjaan Umum pada Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) untuk Jalan Raya, SKBI-2.4.26.1987, agregat merupakan

sekumpulan butir-butirs 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 Krebs dan Walker (1991) dalam Linggo (2008) menuliskan agregat adalah sekumpulan butiran batuan pecah, pasir atau mineral lainnya baik berupa hasil alam maupun hasil pengolahan yang digunakan sebagai bahan penyusun utama pada perkerasan jalan yaitu : mengandung 90-95 % agregat berdasarkan perbandingan volume. Pemilihan jenis agregat yang sesuai untuk digunakan pada konstruksi perkerasan dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu : bentuk butiran, kekuatan, kekerasan, tekstur permukaan, porositas, kelekatan terhadap aspal, dan kebersihan. Agregat dalam campuran aspal sekitar 80% maka akan sangat mempengaruhi karakteristik, keawetan, kekohan dan bentuk akan sangat mempengaruhi karakteristik dan hasil campuran. Ukuran agregat, gradasi, keawetan, kekokoan dan bentuk akan sangat mempengaruhi stabilitas, serta porositas dan tekstur permukaan agregat sangat mempengaruhi adhesi antar agregat dengan aspal.

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, kebersihan, kekerasan, ketahanan agregat, bentuk butir dan tekstur permukaan, porositas, kemampuan untuk 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 lapisan 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 bergradasi 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 di antara kedua jenis diatas.

Menurut The Asphalt Institute (1983) dalam Rano (2005), dijelaskan bahwa agregat yang juga disebut batuan, bahan berbutir kecil dan bahan mineral adalah sesuatu yang keras; bahan dasar yang digunakan dalam tingkat butiran atau bagian dari beton aspal campuran panas pada perkerasan jalan adalah sebagai berikut:

1. Ukuran maksimal butiran dalam gradasi
2. Kebersihan
3. Kekerasan
4. Bentuk butiran
5. Tekstur permukaan
6. Daya serap agregat
7. Kelekatan terhadap aspal

2.2.2. Aspal

Menurut Sukirman (1992), aspal didefinisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat tua, pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat. Jika dipanaskan sampai suatu temperatur tertentu aspal menjadi lunak/cair

sehingga dapat membungkus partikel agregat pada waktu pembuatan aspal beton atau dapat masuk ke dalam pori-pori. Jika temperatur mulai turun, aspal akan mengeras dan mengikat agregat pada tempatnya (sifat *thermoplastic*). Sebagai salah satu material konstruksi perkerasan lentur, aspal merupakan salah satu komponen kecil, umumnya hanya 4-10% berdasarkan berat atau 10-15% berdasarkan volume, tetapi merupakan komponen yang relative mahal.

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 yang terdiri dari aspal keras, air, dan bahan pengemulsi dimana pada suhu normal dan tekanan normal berbentuk cair.

Menurut Linggo dan Purnamasari (2007) dalam penelitiannya menuliskan kepekaan temperatur dari aspal ditunjukkan oleh perubahan konsistensi (penetrasi atau viskositas) dari aspal akibat perubahan temperatur. Aspal yang memiliki kepekaan terhadap temperatur tinggi akan menghasilkan lapisan perkerasan yang stabil pada temperatur tinggi. Sebaliknya kemungkinan akan terjadi retak-retak

sangat kecil dan tidak menjadi lunak pada suhu tinggi, sehingga akan menghasilkan konstruksi lapis keras dengan stabilitas rendah.

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

1. Kekakuan/kekerasan (*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 banyak digunakan untuk konstruksi jalan, khusus perkerasan lentur. Aspal merupakan material organik (*hydrocarbon*) yang kompleks yang dapat diperoleh langsung dari alam atau dengan proses tertentu (*artificial*). Aspal adalah material penting dalam perkerasan lentur karena dapat merekatkan (bersifat sebagai perekat), mengisi rongga (sebagai *filler*) dan memiliki sifat kedap air (*waterproof*). Aspal berbentuk cair, semipadat dan padat 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, yaitu:

a. 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*.

b. 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:

- 1) *Parafin base crude oil* adalah minyak bumi yang berkadar *parafin* tinggi,
- 2) *Asphaltene base crude oil* adalah minyak bumi dengan kadar *parafin* rendah,
- 3) *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.

c. Aspal cair

Aspal cair adalah aspal keras yang diencerkan dengan 10 – 20% *kerosin*, *white spirit* atau *gas oil* untuk mencapai 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.

d. 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.

e. Tar

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

2.2.3. 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 yang 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.

Menurut Hartherly (1967) dalam Sholihah (2010), dengan meningkatkan komposisi *filler* dalam campuran dapat meningkatkan stabilitas campuran tetapi menurunkan kadar air *void* (rongga udara) dalam campuran. Kadar *filler* yang terlalu tinggi dalam campuran akan mengakibatkan campuran menjadi getas (*brittle*) dan retak (*crack*) ketika menerima beban lalu lintas.

2.3. Minyak Pelumas Bekas (MPB)

Menurut Ditjen Migas, konsumsi minyak pelumas (oli) di Indonesia, baik untuk kendaraan bermotor maupun keperluan mesin industri mencapai 650 juta liter per tahun dengan peningkatan sekitar 7-10 persen per tahun. Dengan asumsi oli yang terbakar maupun terbuang dalam pemakaian sebanyak 20 persen, maka dalam satu tahun jumlah minyak pelumas bekas sebesar 520 juta liter per tahun.

Menurut Sholihah (2010) dalam penelitiannya menyebutkan minyak pelumas bekas (residu oli) berwarna hitam pekat dan memiliki kandungan C (*carbon*) seperti unsur yang terdapat dalam aspal. Minyak pelumas bekas apabila bercampur dengan aspal dengan penetrasi 60/70 akan mengisi ruang-ruang antar agregat atau sering disebut *voids in mix* (VIM) dan memiliki sifat campuran semakin encer dan viskositas rendah.

Menurut Sih Rianung (2007) dalam penelitian Sholihah (2010) berdasarkan sifat-sifat yang terjadi pada campuran minyak pelumas bekas (residu oli) dengan aspal penetrasi 60/70 memiliki sifat bahan yang *thermoplastic*, yaitu konsistensi atau viskositasnya akan berubah sesuai dengan perubahan temperatur

yang terjadi. Semakin tinggi temperatur maka viskositasnya semakin rendah atau aspal akan semakin encer dan sebaliknya.

Menurut *Federal Highway Administration* (2008) dalam Sholihah (2010) menyebutkan dengan viskositas aspal yang rendah maka aspal dapat menyelimuti agregat secara menyeluruh pada temperatur yang rendah. Pengurangan viskositas dapat meningkatkan workabilitas pada temperatur rendah yang memberi kemudahan pada saat pemadatan. Pemadatan yang mudah mengurangi permeabilitas dan pengerasan aspal termasuk penuaan, sehingga cenderung meningkatkan performa dalam hal ketahanan terhadap retak dan kerentanan terhadap kelembaban.

2.4. Air Laut

Menurut Nautika (2009), kadar garam yang terkandung dalam air laut tidak merata pada setiap tempat. Kadar garam air laut rata-rata 35/1000, dalam 1m^3 air laut dikeringkan akan mendapat 35 kg garam, sekian banyaknya garam yang terkandung dalam air laut tidak seluruhnya terdiri dari garam dapur (NaCl). Lyman dan Feeling menyebutkan dalam penelitiannya garam yang terkandung dalam air laut terdiri dari : NaCl (68,1%), HgCl_2 (14,4%), NaSO_4 (11,4%), KCl (3,9%), CaCl_2 (3,2%), NaHCO_3 (0,3%), KBr (0,3%), lain-lain (0,1%).

2.5. Kerusakan (*Disintegrasi*) Pada Beton Aspal

Menurut Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik (1976) *disintegrasi* terjadi akibat kekurangan aspal dalam campuran, apabila terlalu banyak mengakibatkan aspal rapuh dan mudah lepas.

Menurut The Asphalt Institute (1983) dalam Rano (2005), *disintegrasi* adalah terpecahnya atau terpisahnya suatu struktur perkerasan menjadi fragmen-fragmen kecil dan terpisah-pisah.

Menurut Wood dan Adcox Jr (2002) dalam Rano (2005), *disintegrasi* adalah hilangnya bagian-bagian individual atau terpisahnya komponen-komponen *hot mix asphalt* (HMA) satu sama lain. Ketidaktepatan proporsi campuran beton aspal adalah salah satu faktor yang juga dapat menyebabkan terjadinya *disintegrasi*.

Menurut Roberts (1991) dalam Rechie (2010), salah satu bentuk *disintegrasi* pada beton aspal adalah *stripping*. *Stripping* adalah kerusakan akibat pengaruh kelembaban. Beberapa hal yang dapat dilakukan untuk meminimalkan terjadinya *stripping* yaitu dengan mengeringkan agregat sehingga kandungan airnya dapat diterima terutama saat pencampuran dengan semen, melakukan pemadatan yang cukup untuk meminimalkan penetrasi air kedalam struktur perkerasan, karena *stripping* tidak akan terjadi tanpa adanya air.

2.6. Sifat-Sifat Marshall

2.6.1. *Density*

Menurut Roberts (1991) dalam Rechie (2010), kadar aspal naik, *density* ikut naik mencapai puncaknya lalu turun. Puncak kepadatan biasanya bersamaan dengan kadar aspal optimum dan stabilitas puncak. Kepadatan yang tinggi akan menghasilkan kemampuan untuk menahan beban yang tinggi serta kedekatan terhadap air dan udara yang tinggi.

2.6.2. *Void Filled With Asphalt* (VFWA)

Menurut Roberts (1991) dalam Rechie (2010), 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.

2.6.3. *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* jika temperatur meningkat.

Menurut Roberts (1991) dalam Linggo (2008) VITM adalah persentase volume rongga udara terhadap volume total setelah campuran dipampatkan. Kadar aspal akan naik apabila nilai VITM campuran turun.

Menurut Departemen Pekerjaan Umum pada Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) untuk Jalan Raya, SKBI-2.4.26.1987 dalam Linggo (2008) *Void In The Mix* (VITM) persen rongga terhadap campuran adalah perbandingan volume total campuran pampat, yang dinyatakan dalam persen.

2.6.4. Stabilitas

Menurut Sukirman.S (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.

Menurut Roberts (1991) dalam Linggo (2008) stabilitas Marshall didefinisikan sebagai suatu beban maksimum yang dibawa oleh satu specimen terkompaksi yang dites pada temperatur 140⁰F pada angka pembebanan 2 inchi/menit. Sehingga stabilitas Marshall tidak sama dengan stabilitas lapangan, karena stabilitas lapangan dipengaruhi oleh banyak sekali faktor, antara lain temperatur lingkungan, tipe pembebanan, kecepatan pembebanan dan lain-lain.

2.6.5. *Flow*

Menurut Roberts (1991) dalam Rechie (2010), *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 terjadi keretakan.

2.6.6. *Marshall Quotient*

Menurut Roberts (1991) dalam Linggo (2008), *Marshall Quotient* merupakan hasil bagi antara nilai *stability* dan nilai kelelahan/*flow*. Nilai *Marshall Quotient* akan memberikan nilai *fleksibilitas* campuran. Semakin besar nilai *Marshall Quotient* berarti lapis keras semakin kaku, sebaliknya semakin kecil nilai *Marshall Quotient* maka semakin lentur campuran perkerasan tersebut.