

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Perkerasan Jalan**

Menurut Sulaksono, S (2001) menjelaskan bahwa 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 tanah dibebani, maka beban akan menyebar ke dalam tanah dalam bentuk tegangan tanah. Tegangan ini akan menyebar sedemikian rupa sehingga dapat menyebabkan terjadinya lendutan dan akhirnya keruntuhan.
2. Lapis fondasi yaitu : lapis yang terdiri dari lapis fondasi bawah dan lapis fondasi atas. Lapisan ini merupakan fondasi dari suatu struktur perkerasan. Distribusi beban dan kekuatan struktur ditentukan pada lapisan ini.
3. Lapis permukaan yaitu : suatu lapisan yang langsung berhubungan dengan beban (roda kendaraan). Lapis permukaan ini sudah termasuk sebagai lapis aus, tetapi tidak jarang ada beberapa lapisan permukaan ditambah dengan lapis aus. Karena kontak langsung dengan beban kendaraan maka lapisan ini akan mengalami tekanan geser, dan memiliki daya tahan yang cukup baik.

Menurut Sukirman, S (1992) berdasarkan bahan pengikatnya suatu konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan atas seperti di bawah ini.

1. Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*) adalah : suatu perkerasan jalan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar. Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapis permukaan, lapis fondasi dan tanah dasar. Suatu lapis perkerasan dikatakan baik jika memiliki :
  - a. Stabilitas yang tinggi,
  - b. *Durabilitas* (daya tahan) yang tinggi,
  - c. Kelenturan atau *flexibilitas*,
  - d. *Workabilitas* yang baik,
  - e. *Skid resistance* (kekesatan/tahan geser) yang tinggi
2. Konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*) adalah suatu perkerasan yang menggunakan semen (*portland cement*) sebagai bahan pengikatnya, pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapis fondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton.
3. Konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*) adalah suatu konstruksi perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur, baik dapat berupa perkerasan lentur di atas perkerasan kaku, atau perkerasan kaku di atas perkerasan lentur.

## **2.2. Perkerasan Lentur**

Menurut Sukirman, S (1992) 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. Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari :

1. Lapisan permukaan (*surface course*)

Lapisan permukaan berfungsi sebagai :

- a. Lapis perkerasan penahan beban roda, lapisan yang mempunyai stabilitas tinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan,
- b. Lapis kedap air, sehingga air hujan yang jatuh di atasnya tidak meresap ke lapisan yang ada di bawahnya dan melemahkan lapisan-lapisan tersebut,
- c. Lapis aus (*wearing course*), lapisan yang langsung menderita gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus,
- d. Lapis yang menyebarkan beban ke lapisan bawah, sehingga dapat dipikul oleh lapisan lain yang mempunyai daya dukung yang lebih jelek.

2. Lapisan fondasi atas

Lapisan fondasi atas mempunyai fungsi sebagai :

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

3. Lapisan fondasi bawah (*subbase course*)

Lapisan fondasi bawah berfungsi sebagai :

- a. Bagian dari konstruksi perkerasan untuk menyebarkan beban roda ke tanah dasar,

- b. Efisiensi penggunaan material, dimana material fondasi bawah relatif murah dibandingkan dengan lapisan perkerasan yang ada di atasnya,
- c. Mengurangi tebal lapisan yang ada di atasnya yang lebih mahal,
- d. Lapis peresapan, agar air tanah tidak berkumpul di fondasi,
- e. Lapisan untuk mencegah partikel-partikel halus dari tanah dasar naik ke lapis fondasi atas.

#### 4. Lapisan tanah dasar (*subgrade*)

Lapisan tanah dasar dapat berupa tanah asli yang dipampatkan jika tanah aslinya baik, tanah yang didatangkan dari tempat lain dan dipampatkan atau tanah yang distabilisasi dengan kapur atau bahan lainnya. Pematatan yang baik diperoleh jika dilakukan pada kadar air optimum dan diusahakan kadar air tersebut konstan selama umur rencana.

Menurut Sukirman, S (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 yang dikerjakan dua kali secara berturutan 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 terdiri 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 Roll 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 padat 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 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.

### 2.3. 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, S (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, tekstur permukaan, porositas, kemampuan untuk menyerap air, berat jenis dan daya kelekatan dengan aspal.

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

3. Gradasi buruk/jelek (*poorly graded*)

Gradasi buruk /jelek (*poorly graded*) merupakan campuran agregat yang tidak memenuhi dua kategori di atas. 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 di atas.

The Asphalt Institute (1983) menjelaskan 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. Sifat-sifat yang harus diperhatikan dalam penggunaan agregat pada perkerasan jalan adalah sebagai berikut :

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

#### **2.4. Aspal**

Menurut Sukirman, S (1992) aspal didefinisikan sebagai material perekat yang berwarna hitam pekat atau coklat tua, dengan unsur utama bitumen. Bitumen terutama mengandung senyawa hidrokarbon. Aspal adalah material yang pada



temperatur ruang berbentuk pampat sampai agak pampat, dan akan bersifat *termoplastis*. Jadi aspal akan mencair jika dilakukan pemanasan sampai pada temperatur tertentu, dan akan kembali membeku jika temperaturnya turun, bersama dengan agregat, aspal merupakan material pembentuk campuran perkerasan jalan. Banyaknya aspal dalam campuran perkerasan berkisar antara 4-10 % berdasarkan berat campuran, atau 10-15 % berdasarkan volume campuran. Aspal minyak yang digunakan untuk konstruksi perkerasan jalan merupakan proses dari destilasi minyak bumi, sering disebut aspal semen. Aspal semen bersifat mengikat agregat pada campuran aspal beton dan memberikan lapisan kedap air, serta tahan terhadap pengaruh asam, basa, dan garam.

Menurut Totomihardjo, S (2004) ada beberapa persyaratan aspal sebagai bahan jalan adalah sebagai berikut.

1. Kekakuan/kekerasan atau *stiffness*.
2. Sifat mudah dikerjakan/*workability*.
3. Kuat tarik/*tensile strength* dan adhesi.

Aspal yang digunakan harus memiliki kuat tarik dan adhesi yang cukup, sifat ini sangat diperlukan agar suatu lapis perkerasan yang dibuat akan tahan terhadap :

- a. Retak/*cracking*,
  - b. Pengulitan/*stripping*,
  - c. Goyah/*ravelling*.
4. Tahan terhadap cuaca

Sifat ini diperlukan agar aspal tetap memiliki tahanan terhadap perubahan cuaca, misalnya konsistensi tidak banyak berubah akibat cuaca, dapat memenuhi kebutuhan lalu lintas serta tahan lama/*durable*.

Menurut Sulaksono, S (2001) aspal adalah sejenis mineral yang umumnya digunakan untuk konstruksi jalan, khususnya perkerasan lentur. Aspal merupakan material organik (*hydrocarbon*) yang kompleks, yang dapat diperoleh langsung dari alam atau dengan prose tertentu. Umumnya aspal terbagi atas bentuk 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 seperti di bawah ini.

1. Aspal alam

Aspal alam ditemukan di pulau Buton (Sulawesi Tenggara-Indonesia), Perancis, Swiss, dan Amerika Latin. Menurut sifat kekerasannya aspal alam dapat dibagi menjadi dua kelompok 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 dahulu sebelum digunakan sehingga sering juga disebut sebagai aspal panas. Bahan baku minyak bumi yang baik untuk pembuatan aspal adalah minyak bumi yang banyak 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 *parafin base crude oil*, *asphaltene* atau *naphteen base crude oil* dan *mixed-base crude oil*. *Parafin base crude oil* adalah minyak bumi yang berkadar *parafin* tinggi, *naphteen base crude oil* adalah minyak bumi dengan kadar *parafin* rendah dan *mixed-base crude oil* merupakan campuran dari keduanya. *Asphaltene base crude oil* mengandung banyak gugusan aromatik dan siklik sehingga kadar aspalnya tinggi sedangkan kadar *parafinnya* rendah. Minyak bumi tersebut kemudian disuling untuk memisahkan bagian-bagian yang mudah menguap dari bagian-bagian yang sukar menguap. Residu atau sisa dari destilasi ini disuling sekali lagi pada suhu yang sama akan tetapi pada tekanan rendah (hampa udara) dan akan menghasilkan fraksi-fraksi seperti gas, minyak, minyak pelumas, sebagai sisa akan dihasilkan *straight run* aspal.

### 3. 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 yang singkat dan akan meningkat terus sampai pekerjaan pemadatan dapat 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 pemijaran atau 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 yang terdiri dari aspal keras, air, dan bahan pengemulsi, dimana pada suhu normal dan tekanan atmosfer berbentuk cair.


### **2.5. Botol Plastik (Polyethylene Terephthalate)**

Menurut Syarieff, et al., bahan pembuat plastik dari minyak dan gas sebagai sumber alami, dalam perkembangannya digantikan oleh bahan-bahan sintetis sehingga dapat diperoleh sifat-sifat plastik yang diinginkan dengan cara kopolimerisasi, laminasi, dan ekstrusi (Nurminah, M, 2002). Plastik merupakan polimer yang mempunyai keunggulan yaitu sifatnya kuat tapi ringan, tidak karatan dan bersifat termoplastis serta dapat diberi warna.

Menurut Erliza dan Sutedja, plastik dapat dikelompokkan atas dua tipe, yaitu thermoplastik dan termoset. Thermoplastik adalah plastik yang dapat dilunakkan berulang kali dengan menggunakan panas, antara lain *polyethylene*, *polypropylene*, *polystyrene*, dan *polyvinil chloride*. Sedangkan termoset adalah plastik yang tidak dapat dilunakkan oleh pemanasan, antara lain *phenol formaldehid* dan *urea formaldehid* (Nurminah, M., 2002).

Menurut Suparma, secara umum dikenal beberapa jenis plastik yang sering digunakan antara lain adalah (Nazir, C., 2002) :

1. *HDPE (High Density Polyethylene)*
2. *LDPE (Low Density Polyethylene)*
3. *PP (Polypropylene)*
4. *PS (Polystyrene)*
5. *Vinyl (Polyvinyl Chloride)*
6. *PET (Polyethylene Terephthalate)*

Botol minuman plastik yang beredar di Indonesia terbuat dari *PET (Polyethylen Terephthalate)*, dapat dikenali dengan simbol angka 1 () pada bagian dasar botol.

Mujiarto, I (2005) menerangkan *PET* terbentuk dari *ethylene glycol* (EG) dan *terephthalic acid* (TPA) atau *dimethyl ester* atau asam terephthalat (DMT)

### **2.5.1. Sifat-sifat *PET (Polyethylene Terephthalate)***

Nurminah, M (2002) menjelaskan *Polyethylene* merupakan film yang lunak, transparan dan fleksibel, mempunyai kekuatan benturan serta kekuatan

sobek yang baik. Dengan pemanasan akan menjadi lunak dan mencair pada suhu 110°C.

*PET* mempunyai kombinasi sifat-sifat: kekuatan (*strength*) yang tinggi, kaku (*stiffness*), dimensinya stabil, tahan bahan kimia dan panas, serta mempunyai sifat elektrik yang baik. *PET* memiliki daya serap uap air yang rendah, demikian juga daya serap terhadap air. *PET* dapat diproses dengan proses ekstrusi pada suhu tinggi 518- 608°F, selain itu juga dapat diproses dengan teknik cetak injeksi maupun cetak tiup. Sebelum dicetak sebaiknya resin *PET* dikeringkan lebih dahulu (maksimum kandungan uap air 0,02 %) untuk mencegah terjadinya proses hidrolisa selama pencetakan. Penggunaan *PET* sangat luas antara lain : botol-botol untuk air mineral, soft drink, kemasan sirup, saus, selai, minyak makan (Mujiarto,I.,2005).

Menurut Surdia,T dan Saito,S (2005) sifat khas polimer sangat berubah oleh perubahan temperatur. Hal ini disebabkan apabila temperatur berubah, pergerakan molekul karena termal akan mengubah molekul atau merubah struktur (terutama struktur yang berdimensi besar). Berikut adalah tabel suhu titik cair ( $T_m$ ) beberapa jenis polimer.

Tabel 2.1. Titik Cair beberapa Jenis Polimer

Polimer	$T_m$ (°C)
Polietilen	105-115
Polimetilen	132
Polivinil klorida	100
Poliviniliden klorida	190
Politetrafluoroetilen	327
Silikon	-58
Karet alam	30
Nilon 66	256
Nilon 6	223
Poliuretan	185
Polietilen tereftalate	264

Sumber: Surdia,T dan Saito,S (2005)

### 2.5.2. Plastik dan perkerasan

Menurut Suroso,T.W (2004) menjelaskan bahwa suatu cara meningkatkan titik leleh aspal adalah dengan menambahkan plastik. Dari hasil penelitiannya, penambahan plastik ke dalam aspal meningkatkan titik leleh aspal yang juga otomatis menurunkan nilai penetrasi aspal sehingga tidak mudah terpengaruh oleh

perbedaan temperatur, menaikkan nilai stabilitas dan *Marshall Quotient*. Ada dua teknik pencampuran plastik dalam campuran beraspal, yaitu :

1. cara basah, (*wet process*), yaitu suatu cara pencampuran dimana plastik dimasukkan ke dalam aspal panas dan diaduk dengan kecepatan tinggi sampai homogen. Cara ini membutuhkan tambahan dana cukup besar antara lain bahan bakar, mixer kecepatan tinggi sehingga aspal modifikasi yang dihasilkan harganya cukup besar bedanya dibandingkan dengan aspal konvensional.
2. cara kering (*dry process*), yaitu suatu cara dimana plastik dimasukkan ke dalam agregat yang dipanaskan pada temperatur campuran, kemudian aspal panas ditambahkan. Cara ini bisa lebih murah ketimbang cara basah, lebih mudah hanya dengan memasukkan plastik ke dalam agregat panas, tanpa membutuhkan peralatan lain untuk mencampur (mixer).

Menurut Nugrohojati, E.S (2002), menjelaskan bahwa adanya plastik (*PET*) diyakini dapat meningkatkan kekakuan campuran. Dalam penelitiannya, dengan kadar *additive* 0,3 % pada kadar aspal 6,8% dan 7,3% campuran mempunyai nilai stabilitas yang lebih tinggi daripada campuran dengan kadar *additive* 0,2 % pada kadar aspal yang sama.

## 2.6. Sifat-sifat Marshall

### 1. *Density*

Menurut Roberts, F.L., et al (1991) kadar aspal naik, *density* ikut naik sampai mencapai puncaknya lalu turun. Puncak kepampatan biasanya



bersamaan dengan kadar aspal optimum dan stabilitas puncak. Sebenarnya kepampatan yang diperoleh selama pemadatan di laboratorium tidak begitu penting. Hal yang terpenting adalah kedekatan antara kepampatan yang diperoleh di laboratorium dengan kepampatan yang diperoleh di lapangan setelah beberapa tahun dibebani oleh lalu lintas. Kepampatan yang tinggi akan menghasilkan kemampuan untuk menahan beban yang tinggi serta kedekatan terhadap air dan udara yang tinggi.

### 2. *Void Filled With Asphalt* (VFWA)

Menurut Roberts, F.L. et al (1991) *Void Filled With Asphalt* (VFWA) adalah persentase rongga dalam agregat padat yang tersisi aspal. Nilai VFWA yang terlalu tinggi dapat menyebabkan naiknya aspal ke permukaan saat suhu perkerasan tinggi. Sedangkan VFWA yang terlalu rendah berarti campuran bersifat porous dan mudah teroksidasi.

Menurut Sukirman, S (2003) VFWA adalah aspal yang berfungsi menyelimuti butir-butir agregat di dalam beton aspal padat, atau dengan kata lain VFWA inilah yang merupakan persentase volume beton aspal yang menjadi *film* atau selimut aspal.

### 3. *Void In The Mix* (VITM)

Menurut Sukirman, S (2003) *Void In The Mix* (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, atau tempat jika aspal menjadi lunak akibat meningkatnya temperatur. *VITM* yang terlalu besar akan

menyebabkan beton aspal padat berkurang kedapannya, sehingga berakibat meningkatnya proses oksidasi aspal yang akan mempercepat penuaan aspal dan akan menurunkan sifat *durabilitas* beton aspal. Namun, jika *VITM* terlalu kecil akan mengakibatkan terjadinya *bleeding* jika temperatur meningkat.

Menurut Departemen Pekerjaan Umum pada Petunjuk Pelaksanaan lapis Aspal Beton (Laston) untuk Jalan Raya, SKBI-2.4.26.1987 rongga di dalam campuran adalah perbandingan volume rongga terhadap volume total campuran padat, yang dinyatakan dalam persen.

#### 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 akan stabilitas sebanding dengan fungsi jalan dan beban lalu lintas yang akan dilayani. Jalan yang melayani volume lalu lintas tinggi dan dominan terdiri dari kendaraan berat, kebutuhan akan perkerasan jalan dengan stabilitas tinggi. Sebaliknya, perkerasan jalan yang diperuntukkan untuk melayani lalu lintas ringan tentu tidak perlu mempunyai nilai stabilitas yang tinggi.

Menurut Sulaksono, Sony (2001) stabilitas adalah kekuatan campuran menahan deformasi akibat beban lalu lintas. Stabilitas dapat diperoleh melalui tahanan friksi antar agregat, agregat yang saling mengunci (*interlocking*), dan daya kohesi dari aspal. Untuk meningkatkan stabilitas dapat diperoleh dengan cara menggunakan :

- a. Agregat bergradasi rapat (*dense graded*)
- b. Agregat yang bersudut (*angular*)
- c. Agregat yang memiliki tekstur permukaan yang kasar
- d. Aspal dalam jumlah yang mencukupi untuk menyelimuti partikel agregat
- e. Aspal berpenetrasi rendah

Yang perlu diperhatikan adalah bahwa memaksimalkan nilai stabilitas akan menyebabkan penurunan kinerja campuran lainnya.

#### 5. *Flow*

Menurut Departemen Pekerjaan Umum pada Petunjuk Pelaksanaan lapis Aspal beton (Laston) untuk Jalan raya, SKBI-2.4.26.1987 *flow* adalah besarnya perubahan bentuk plastis suatu benda uji campuran beraspal yang terjadi akibat suatu beban sampai batas keruntuhan, dinyatakan dalam satuan panjang.

Menurut Roberts, F.L et al (1991) *flow* dalam terminologi *Marshall Test* adalah besarnya deformasi vertikal sampel yang terjadi mulai saat awal pembebanan sampai pada kondisi kestabilan mulai menurun. Nilai *flow* dipengaruhi oleh banyak faktor antara lain kadar dan viskositas aspal, suhu, gradasi, dan jumlah pemadatan. Nilai *flow* yang terlalu tinggi mengindikasikan campuran yang bersifat plastis dan lebih mampu mengikuti deformasi akibat beban, sedangkan *flow* yang terlalu rendah mengisyaratkan campuran tersebut memiliki rongga tak terisi aspal yang lebih tinggi dari kondisi normal, atau kandungan aspal yang terlalu rendah sehingga berpotensi retak dini dan durabilitas rendah.

## 6. *Marshall Quotient*

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

