

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Penelitian ini dikembangkan melalui beberapa referensi yang berhubungan dengan objek pembahasan sebagai suatu batasan studi dimana didalamnya memuat hal-hal yang harus dikerjakan dan hal-hal yang tidak perlu dikerjakan dalam penelitian, serta asumsi-asumsi yang diambil untuk mempermudah penyelesaian penelitian ini.

Perkerasan jalan adalah campuran antara agregat dan bahan ikat yang digunakan untuk melayani beban lalu lintas. Menurut Sukirman (1999) kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung pada sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar. Menurut Fahrurrozi (2008) pemberian konstruksi lapisan perkerasan dimaksudkan agar tegangan yang terjadi sebagai akibat pembebanan pada perkerasan ke tanah dasar (*subgrade*) tidak melampaui kapasitas dukung tanah dasar. Konstruksi perkerasan jalan dibedakan menjadi tiga kelompok menurut bahan pengikat yang digunakan untuk membentuk lapisan atas, yaitu perkerasan lentur (*flexible pavement*), perkerasan kaku (*rigid pavement*) dan perkerasan komposit (*composite pavement*) yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur (Sukirman, 2010).

Metode daur ulang (*recycling*) merupakan salah satu cara untuk mengatasi dan menaikkan keefektifan penggunaan biaya, waktu, dan material yang ada. Penanganan dengan teknologi daur ulang perkerasan merupakan suatu alternatif yang memiliki beberapa keuntungan seperti dapat mengembalikan kekuatan perkerasan dan mempertahankan geometrik jalan serta mengatasi ketergantungan akan material baru.

Karet ban bekas merupakan salah satu alternatif bahan tambah (*additive*) yang ramah lingkungan dan ekonomis serta memiliki fungsi yang cukup efektif dalam menaikkan nilai struktural pada campuran lapis permukaan atas.

## 2.2 Definisi Jalan

Jalan didefinisikan sebagai jalur akses penghubung antara suatu daerah dengan daerah lainnya yang dapat memajukan aspek-aspek ekonomi, sosial dan budaya. Sedangkan menurut Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006, jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel.

### a. Perkerasan Jalan

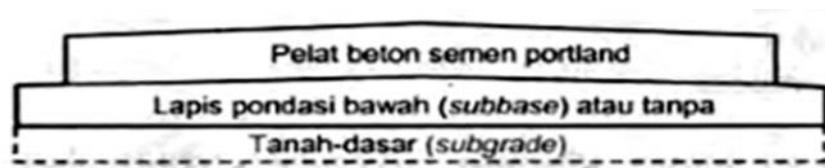
Perkerasan jalan adalah lapisan atas badan jalan yang menggunakan bahan-bahan khusus yang secara konstruktif lebih baik dari pada tanah dasar. Secara umum perkerasan jalan mempunyai persyaratan yaitu kuat, awet, kedap air, rata, tidak licin, murah dan mudah dikerjakan. Oleh karena itu bahan perkerasan jalan yang paling cocok adalah pasir, kerikil, batu dan bahan pengikat (aspal atau semen). Berdasarkan suatu bahan ikat, lapisan perkerasan jalan dibagi menjadi dua kategori, yaitu :

#### 1) Perkerasan Kaku

*Rigid pavement* atau perkerasan kaku adalah jenis perkerasan jalan yang menggunakan beton sebagai bahan utama perkerasan tersebut, Merupakan salah satu jenis perkerasan jalan yang digunakan selain dari perkerasan lentur (*aspalt*).

Perkerasan ini umumnya dipakai pada jalan yang memiliki kondisi lalu lintas yang cukup padat dan memiliki distribusi beban yang besar, seperti pada jalan-jalan lintas antar provinsi, jembatan layang (*fly over*), jalan tol, maupun pada persimpangan bersinyal. Jalan-jalan tersebut umumnya menggunakan beton sebagai bahan perkerasannya, namun untuk meningkatkan kenyamanan biasanya diatas permukaan perkerasan dilapisi *aspalt*. Keunggulan dari perkerasan kaku sendiri dibanding perkerasan

lentur (*aspalt*) adalah bagaimana distribusi beban disalurkan ke *subgrade*. Perkerasan kaku mempunyai kekakuan yang akan mendistribusikan beban pada daerah yang relatif luas pada *subgrade*, beton sendiri bagian utama yang menanggung beban struktural. Sedangkan pada perkerasan lentur karena dibuat dari material yang kurang kaku, maka persebaran beban yang dilakukan tidak sebaik pada beton. Sehingga memerlukan ketebalan yang lebih besar. Adapun komponen lapisan perkerasan kaku dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Lapisan Perkerasan Kaku

(Sumber : Yoder dan Witczak, 1975 dikutip dari buku Pemeliharaan Jalan Raya,2007)

## 2) Perkerasan Lentur

Perkerasan lentur (*Flexible Pavement*) adalah sistem perkerasan dimana konstruksinya terdiri dari beberapa lapisan. Tiap-tiap lapisan perkerasan pada umumnya menggunakan bahan maupun persyaratan yang berbeda sesuai dengan fungsinya yaitu, untuk menyebarkan beban roda kendaraan sedemikian rupa sehingga dapat ditahan oleh tanah dasar dalam batas daya dukungnya.

Umumnya bagian-bagian lapisan perkerasan tersebut terdiri dari tanah dasar (*Subgrade*), lapisan pondasi bawah (*Subbase Course*), lapisan pondasi atas (*Base Course*) dan lapisan permukaan (*Surface Course*). Adapun tiap-tiap lapisan tersebut diatas dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Lapisan Perkerasan lentur

(Sumber : Yoder dan Witczak, 1975 dikutip dari buku Pemeliharaan Jalan Raya,2007)

### 3) Perkerasan Komposit

Perkerasan komposit merupakan gabungan konstruksi perkerasan kaku dan lapisan perkerasan lentur, kedua jenis perkerasan ini bekerjasama dalam memikul beban lalu lintas. Untuk itu dibutuhkan adanya persyaratan ketebalan perkerasan aspal agar mempunyai kekakuan yang cukup serta dapat mencegah retak refleksi dari perkerasan beton. Letak perkerasan lentur tersebut dapat berada di atas perkerasan kaku ataupun perkerasan kaku berada di atas perkerasan lentur (Sukirman, 2010).

#### **b. Kerusakan Jalan**

Menurut Sukirman (1999) kerusakan-kerusakan pada konstruksi perkerasan jalan dapat disebabkan oleh:

- 1) Lalulintas, dapat berupa peningkatan dan repetisi beban.
- 2) Air, yang dapat berupa air hujan, sistem drainase yang tidak baik, naiknya air akibat kapilaritas.
- 3) Material konstruksi perkerasan, dalam hal ini disebabkan oleh sifat material itu sendiri atau dapat pula disebabkan oleh sistem pengelolaan bahan yang tidak baik.
- 4) Iklim, Indonesia beriklim tropis dimana suhu udara dan curah hujan umumnya tinggi, yang merupakan salah satu penyebab kerusakan jalan.
- 5) Kondisi tanah dasar yang tidak stabil, kemungkinan disebabkan oleh sistem pelaksanaan yang kurang baik, atau dapat juga disebabkan oleh sifat tanah yang memang jelek.
- 6) Proses pemadatan lapisan di atas tanah yang kurang baik.

Andriyanto (2010) mengatakan bahwa jenis kerusakan jalan pada perkerasan dapat dikelompokkan menjadi 2 macam yaitu kerusakan fungsional dan kerusakan struktural.

##### 1) Kerusakan Fungsional

Kerusakan fungsional adalah kerusakan pada permukaan jalan yang dapat menyebabkan terganggunya fungsi jalan tersebut. Pada kerusakan

fungsional, perkerasan jalan masih mampu menahan beban yang bekerja namun tidak memberikan tingkat kenyamanan dan keamanan seperti yang diinginkan. Untuk itu lapis permukaan perkerasan harus dirawat agar tetap dalam kondisi baik dengan menggunakan metode perbaikan standar Direktorat Jendral Bina Marga.

## 2) Kerusakan Struktural

Kerusakan struktural adalah kerusakan pada struktur jalan, sebagian atau seluruhnya yang menyebabkan perkerasan jalan tidak lagi mampu menahan beban yang bekerja di atasnya. Untuk itu perlu adanya perkuatan struktur dari perkerasan dengan cara pemberian pelapisan ulang (*overlay*), perbaikan dengan perkerasan kaku (*rigid pavement*), dan perbaikan dengan *Recycling*.

## 2.3 Definisi Aspal

Aspal adalah material hasil penyaringan minyak mentah dan merupakan hasil dari industri perminyakan. Aspal merupakan material perekat yang berwarna coklat gelap sampai hitam dengan unsur pokok yang dominan adalah bitumen. Aspal pada lapis perkerasan jalan berfungsi sebagai bahan ikat antar butiran agregat agar terbentuk material yang padat, sehingga dapat memberikan kekuatan dan ketahanan campuran dalam mendukung beban kendaraan. (Hardiyatmo, 2009)

Menurut asal terjadinya, aspal terbagi menjadi dua kelompok, yaitu :

- Aspal alam, aspal yang diperoleh dari alam yang berasal dari gunung Buton dan aspal yang diperoleh di danau Bermudez dan Trinidad, dimana aspal tersebut dapat digunakan dengan sedikit pengolahan.
- Aspal buatan, aspal yang dibuat dengan cara memproses residu aspal berbentuk padat namun dapat berbentuk cair atau emulsi apabila diolah pada temperatur ruang. Aspal dari hasil destilasi minyak bumi tersebut dapat dibedakan menjadi aspal minyak yang berasal dari penyulingan minyak bumi, dan ter yang berasal dari penyulingan batubara.

**a. Jenis Aspal**

1) Aspal minyak, berbentuk padat atau semi-padat sebagai bitumen yang diperoleh dari penirisan minyak dan melalui proses destilasi yaitu pemisahan minyak bumi berdasarkan titik didihnya di pabrik.

Dimana aspal minyak dibedakan menjadi :

a) Aspal keras-panas, aspal yang berbentuk padat pada temperatur ruangan. Di Indonesia, aspal ini dibedakan dari hasil penetrasinya yang umumnya digunakan adalah aspal penetrasi 60/70 dan 80/100. AASHTO menyatakan bahwa jenis aspal keras ditandai dengan angka penetrasi aspal. Angka ini menyatakan tingkat kekerasan aspal atau tingkat konsistensi aspal. Semakin besar angka penetrasi aspal maka tingkat kekerasan aspal semakin rendah, sebaliknya semakin kecil angka penetrasi aspal maka tingkat kekerasan aspal semakin tinggi. Adapun persyaratan aspal keras penetrasi 60/70 dan 80/100 tersebut adalah sebagai berikut ini :

Tabel 2.1. Persyaratan Aspal Keras Penetrasi 60/70 dan 80/100

| No. | Jenis Pengujian                              | Penetrasi |      |        |      | Satuan  |
|-----|--|-----------|------|--------|------|---------|
|     |  | 60/70     |      | 80/100 |      |         |
|     |  | Min       | Maks | Min    | Maks |         |
| 1.  | Penetrasi (25°C 5 detik)                     | 60        | 79   | 80     | 99   | 0,1 mm  |
| 2.  | Titik Lembek                                 | 48        | 58   | 46     | 54   | °C      |
| 3.  | Titik Nyala                                  | 200       | -    | 225    | -    | °C      |
| 4.  | Kehilangan Berat (163°C, 5 jam)              | -         | 0,8  | -      | 0,1  | % berat |
| 5.  | Kelarutan (C <sub>2</sub> HCL <sub>3</sub> ) | 99        | -    | 99     | -    | % berat |
| 6.  | Daktalitas (25°C, 5 cm/menit)                | 100       | -    | 100    | -    | Cm      |
| 7.  | Penetrasi setelah kehilangan berat           | 54        | -    | 50     | -    | % awal  |
| 8.  | Daktalitas setelah kehilangan berat          | 50        | -    | 75     | -    | Cm      |
| 9.  | Berat Jenis (25°C)                           | 1         | -    | 1      | -    | gr/cc   |

(Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 1989 (SNI-03-1737-F))

- b) Aspal cair-dingin, aspal yang digunakan dalam keadaan cair dan dingin. Aspal dingin adalah campuran pabrik antara aspal panas dengan bahan pengencer dari hasil penyulingan minyak bumi.
  - c) Aspal emulsi, dapat digunakan dalam keadaan dingin. Terdiri dari tiga unsur dasar, yaitu aspal, air, dan bahan pengemulsi.
- 2) Aspal Buton, aspal ini merupakan aspal alam yang muncul karena adanya minyak bumi yang mengalir keluar melalui retak-retak kulit bumi. Setelah minyak menguap, maka tinggal aspal yang melekat pada batuan yang dilalui. Kadar aspal pada aspal Buton berkisar antara 10% - 25%. Dibanding dengan aspal minyak, aspal alam mempunyai kandungan bahan-bahan alam yang lebih kaya, karena aspal alam tidak mengalami proses destilasi seperti yang dilakukan di pabrik.

#### **b. Pengujian Sifat Karakteristik Aspal**

Terdapat beberapa pemeriksaan laboratorium untuk memeriksa sifat-sifat aspal untuk memenuhi syarat yang telah ditetapkan agar dapat dipergunakan untuk perkerasan jalan. Adapun pemeriksaan yang dilakukan adalah sebagai berikut :

##### 1) Pengujian Penetrasi Bahan Bitumen (Aspal)

Pengujian penetrasi dimaksudkan untuk mengukur kekerasan atau kelunakan aspal dengan persyaratan tertentu. Hasil tes berupa jarak 1/10 cm dari jarum standar penetrasi yang masuk secara vertikal pada suatu sampel aspal yang ditempatkan dalam wadah tepat dibawah jarum tersebut. Standar penetrasi adalah diakibatkan oleh beban 100 gr yang diberikan pada jarum selama 5 detik, pada kondisi temperatur 25°C.

Adapun peralatan yang digunakan dalam pengujian penetrasi adalah :

- a) Alat penetrasi yang dapat menggerakkan pemegang jarum naik dan turun tanpa gesekan dan dapat mengukur penetrasi sampai 0,1 mm.
- b) Pemegang jarum seberat  $(47,5 \pm 0,05)$  gram.

- c) Pemberat sebesar  $(50 \pm 0,05)$  gram atau  $(100 \pm 0,05)$  gram, masing-masing dipergunakan untuk pengukuran penetrasi dengan beban 100 gram dan 200 gram.
- d) Jarum penetrasi dari *stainless steel* tanda (*grade*) 140°C. Ujung jarum berbentuk kerucut terpancung dengan berat jarum  $2,5 \pm 0,05$  gram.
- e) Cawan contoh terbuat dari logam atau gelas berbentuk silinder dengan dasar yang rata. Dimana cawan tersebut memiliki diameter 55 mm dengan tinggi 35 mm untuk penetrasi dibawah 200, dan diameter 70 mm dengan tinggi 45 mm untuk penetrasi 200 sampai 350.

Adapun cara pengujian tersebut menurut SNI 06-2456-1991 tentang metode pengujian penetrasi bahan-bahan bitumen adalah sebagai berikut ini :

- a) Letakkan benda uji dalam tempat air yang kecil dan masukkan tempat air tersebut ke dalam bak perendam yang bersuhu 25°C; diamkan dalam bak tersebut selama 1 sampai 1,5 jam untuk benda uji kecil dan 1,5 sampai 2 jam untuk benda uji besar.
- b) Periksa pemegang jarum agar jarum dapat dipasang dengan baik dan bersihkan jarum penetrasi.
- c) Letakkan pemberat 50 gram di atas jarum untuk memperoleh beban sebesar  $(100 \pm 0,1)$  gram.
- d) Letakkan benda uji di bawah alat penetrasi, turunkan jarum perlahan-lahan sehingga jarum tersebut menyentuh permukaan benda uji, kemudian aturlah angka 0 di arloji penetrometer.
- e) Lepaskan pemegang jarum dan serentak jalankan stop watch selama  $(5 \pm 0,1)$  detik; apabila pembacaan stop watch lebih dari  $(5 \pm 1)$  detik, maka hasil tersebut tidak berlaku.
- f) Putarlah arloji penetrometer dan bacalah angka penetrasi; lepaskan jarum dan bersihkan untuk digunakan pada pekerjaan selanjutnya.
- g) Lakukan pekerjaan d) sampai f) sebanyak 3 kali untuk benda uji yang sama, dengan ketentuan setiap titik pemeriksaan berjarak satu sama lain dari tepi dinding lebih dari 1 cm.

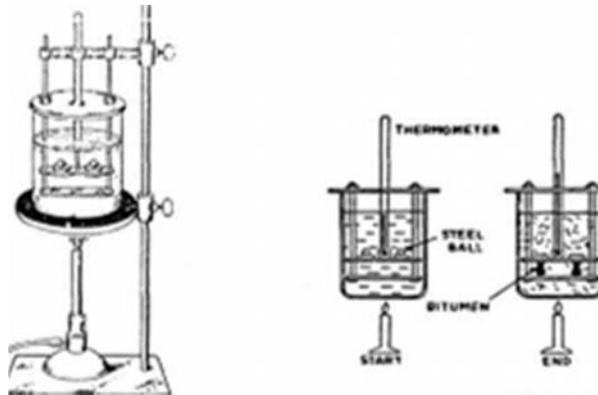
Angka penetrasi rata-rata dalam bilangan bulat sekurang-kurangnya 3 kali pembacaan dengan ketentuan dibawah ini :

Tabel 2.2 Toleransi angka penetrasi rata-rata dari 3 kali pembacaan

| Hasil Penetrasi | 0-49 | 50-149 | 150-249 | >250 |
|-----------------|------|--------|---------|------|
| Toleransi       | 2    | 4      | 6       | 8    |

Apabila perbedaan antara masing-masing pembacaan melebihi toleransi maka pemeriksaan harus diulang.

## 2) Pengujian Titik Lembek Aspal



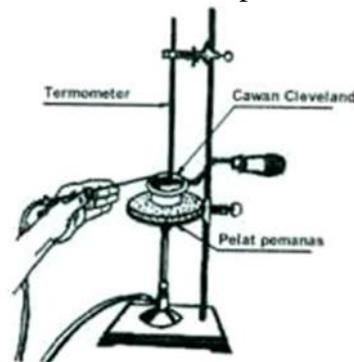
Gambar 2.3 Spesifikasi alat pengujian titik lembek

Prosedur pengujian berdasarkan SNI 06-2434-1991. Dalam pengujian ini titik lembek ditunjukkan dengan suhu pada saat bola baja berdiameter 9,53 mm seberat 3,5 gr, mendesak turun suatu lapisan aspal atau ter yang tertahan didalam cincin berukuran tertentu sehingga aspal tersebut menyentuh pelat dasar yang terletak pada tinggi tertentu sebagai akibat kecepatan pemanasan. Titik lembek aspal adalah  $30^{\circ}\text{C} - 200^{\circ}\text{C}$ , yang artinya masih ada nilai titik lembek yang hampir sama dengan suhu permukaan jalan pada umumnya. Spesifikasi Bina Marga tentang titik lembek untuk aspal penetrasi 40 adalah minimum  $51^{\circ}\text{C}$  dan maksimum  $63^{\circ}\text{C}$ , sedangkan untuk penetrasi 60 adalah minimum  $48^{\circ}\text{C}$  dan maksimum  $58^{\circ}\text{C}$ . (Buku Besar Laboratorium Rekayasa Jalan Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Bandung 2001)

Adapun peralatan yang digunakan pada pengujian ini adalah :

- a) Termometer.
- b) Cincin kuningan 2 buah.
- c) Bola baja berdiameter 9,53 mm dengan berat 3,5 gr.
- d) Alat pengarah bola.
- e) Dudukan benda uji.
- f) Penjepit.
- g) Bejana gelas tahan panas dengan diameter dalam 8,5 cm dengan tinggi sekurang-kurangnya 12 cm dan memiliki kapasitas 800 ml.

### 3) Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal



Gambar 2.4. Spesifikasi alat *Cleveland Open Cup*

Prosedur pengujian berdasarkan SNI 06-2433-1991. Titik nyala adalah batas temperatur pemanasan, dimana terlihat nyala api singkat kurang dari 5 detik pada suatu titik dipermukaan aspal bilamana didekati api. Titik bakar adalah suhu pada saat terlihat nyala sekurang-kurangnya 5 detik pada suatu titik dipermukaan aspal. Pengujian dimaksudkan untuk menentukan pada suhu berapa aspal mulai menyala dan terbakar, sehingga batas aman bilamana aspal dipanaskan dapat diketahui. Untuk pengujian titik bakar, material aspal pada cawan dipanasi langsung dengan api pada suhu dengan kenaikan yang konstan, pada interval tertentu cawan didekatkan dengan api kecil. Untuk pengujian titik nyala, temperatur terendah dimana api menyebabkan munculnya uap diatas permukaan aspal cair dan mulai menyala kurang dari 5 detik. Adapun peralatan yang digunakan pada pengujian ini adalah sebagai berikut :

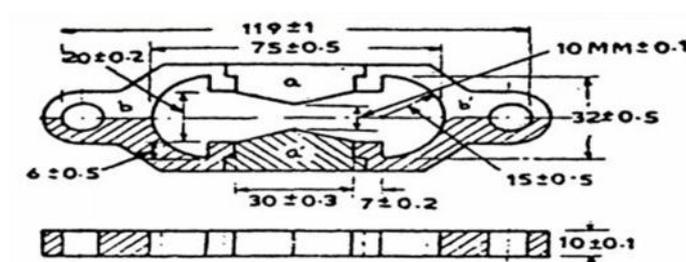
- a) Termometer.
- b) *Cleveland Open Cup* adalah cawan kuningan dengan bentuk dan ukuran tertentu.
- c) Pelat pemanas terdiri dari logam untuk meletakkan cawan *cleveland*.
- d) Sumber pemanas yang tidak menimbulkan asap atau nyala disekitar bagian atas cawan.
- e) Penahan angin, alat yang dapat menahan angin apabila digunakan nyala sebagai pemanasan.
- f) Nyala penguji yang dapat diatur dan memberikan nyala dengan diameter 3,2 mm sampai 4,8 mm dengan panjang tabung 75 mm.

Adapun toleransi suhu pada pengujian ini adalah sebagai berikut :

Tabel 2.3 Daftar toleransi suhu pada pengujian titik nyala dan titik bakar

| Titik nyala dan Titik bakar | Diulang oleh 1 orang dengan 1 alat | Diulang oleh beberapa orang dengan 1 alat |
|-----------------------------|------------------------------------|---|
| Titik nyala 175°C - 550°F   | 8°C (150°F)                        | 17°C (30°F)                               |
| Titik bakar > 550°F         | 8°C (15°F)                         | 14°C (25°F)                               |

#### 4) Pengujian Daktilitas Aspal



Gambar 2.5. Spesifikasi alat uji daktilitas

Prosedur pengujian berdasarkan SNI 06-2432-1991. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui dan mendapatkan panjang aspal (dalam cm) yang dapat ditarik sampai menjelang putus dengan kecepatan 5 cm/menit pada suhu 25°C yang merupakan indikator dari kuat adhesi dan elastisitas aspal. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengukur jarak terpanjang

yang dapat terbentuk dari bahan bitumen pada 2 cetakan kuningan akibat penarikan dengan mesin uji sebelum bahan bitumen tersebut putus. Adapun alat yang digunakan pada pengujian ini adalah sebagai berikut :

- a) Termometer.
- b) Cetakan kuningan daktilitas.
- c) Bak perendam isi 10 liter yang menjaga suhu tertentu selama pengujian dengan ketelitian 0,1°C dan benda uji dapat terendam sekurang-kurangnya 100 m di bawah permukaan air. Bak tersebut dilengkapi dengan pelat dasar berlubang yang diletakkan 50 mm dari dasar bak perendam untuk meletakkan benda uji.
- d) Mesin uji dengan ketentuan dapat menarik benda uji dengan kecepatan yang tetap dan dapat menjaga benda uji tetap terendam dan tidak menimbulkan getaran selama pengujian.

#### 5) Pengujian Berat Jenis Aspal

Prosedur pengujian berdasarkan pada SNI 06-2441-1991. Berat jenis aspal merupakan perbandingan antara berat aspal terhadap berat air suling dengan isi yang sama pada suhu tertentu, 25°C atau 15,6°C. (Buku Besar Laboratorium Rekayasa Jalan Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Bandung 2001) Adapun perhitungan dari berat jenis aspal tersebut adalah sebagai berikut :

$$BJ = \frac{(C - A)}{(B - A) - (D - C)} \times 100 \%$$

Keterangan :

- A = Berat piknometer dengan penutup
- B = Berat piknometer berisi air
- C = Berat piknometer berisi aspal
- D = Berat piknometer berisi aspal dan air
- BJ = Berat jenis aspal

Adapun alat yang digunakan pada pengujian ini adalah sebagai berikut :

- a) Termometer.

- b) Bak perendam yang dilengkapi pengatur suhu dengan ketelitian ( $25^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$ ).
- c) Piknometer 30 ml.
- d) Air suling sebanyak 1000 ml.
- e) Bejana gelas dengan kapasitas 1000 ml.

#### 6) Pengujian Kehilangan Berat Akibat Pemanasan

Prosedur pengujian ini mengacu pada SNI 06-2440-1991. Pada pengujian ini, suatu sampel dipanaskan dalam oven selama periode tertentu, dan karakteristik sampel yang telah dipanaskan akan diuji indikasinya apakah ada proses pngerasan atau pelapukan dari material aspal tersebut. Kepekaan aspal terhadap cuaca ditunjukkan dari selisih besarnya penurunan berat sebelum dan sesudah pemanasan. Aspal setebal 3 mm dipanaskan sampai  $163^{\circ}\text{C}$  selama 5 jam di dalam oven yang dilengkapi dengan priring berdiameter 25 cm tergantung melalui poros vertikal dan dapat berputar dengan kecepatan 5-6 putaran/menit. (Buku Besar Laboratorium Rekayasa Jalan Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Bandung 2001)

#### 7) Pengujian Kelarutan Aspal

Prosedur pengujian ini mengacu pada SNI 06-2438-1991. Pengujian ini dimaksudkan untuk melihat aspal yang dipasok banyak mengandung bahan lain selain aspal atau tidak. Bahan selain aspal tidak akan larut terhadap *Karbon Tetra Klorida*, sehingga akan terlihat sebagai endapan. Apabila endapan melebihi batas yang diberikan (maksimum 1%), maka dikhawatirkan secara akumulatif akan menutup nozel pompa aspal atau timbul pengendapan atau akan berfungsi sebagai filler dan mengacaukan gradasi batuan dalam campuran aspal.

## 2.4 Metode Pengujian Aspal Dengan Marshall Tes

Prosedur pengujian ini mengacu pada RSNI M-01-2003. Pengujian Marshall bertujuan untuk memeriksa dan menentukan stabilitas campuran agregat dan aspal terhadap kelelahan plastis (*flow*). *Flow* didefinisikan sebagai perubahan deformasi atau regangan suatu campuran mulai dari tanpa beban sampai beban maksimum yang dinyatakan dalam milimeter atau 0,01". Campuran agregat dan aspal dibentuk dengan cara menumbuk campuran didalam cetakan berbentuk silinder dengan diameter 10 cm dan tinggi 7,5 cm. Penumbuk yang digunakan mempunyai berat 4,536 kg (10 pound) dan tinggi jatuh 45,7 cm (18"). Jumlah pukulan tergantung pada beban rencana lalu lintas misalnya untuk lalu lintas ringan 35x, sedang 50x, dan berat 75x. Setelah dibiarkan 24 jam dalam suhu ruang, rendam benda uji dalam bak atau dipanaskan dalam oven selama 2 jam dengan suhu tetap 60°C, dan letakkan pada segmen bawah kepala penekan dari alat Marshall. Sebelum pembebanan diberikan kepala penekan beserta benda uji dinaikkan hingga menyentuh alas cincin penguji. Berikan pembebanan dengan kecepatan 50 mm/menit sampai pembebanan maksimum tercapai. Dari proses persiapan benda uji sampai pemeriksaan dengan alat Marshall akan diperoleh data sebagai berikut ini :

1. Kadar aspal
2. Berat volume
3. Stabilitas, menunjukkan kekuatan dan ketahanan terhadap alur.
4. Kelelahan plastis (*flow*)
5. VIM, persen rongga dalam campuran. VIM merupakan indikator dari durabilitas dan kemungkinan *bleeding*.
6. VMA, persen rongga terhadap agregat. Merupakan indikator durabilitas.
7. Hasil bagi Marshall (hasil bagi dari stabilitas dan *flow*), merupakan indikator kelenturan terhadap keretakan.
8. Penyerapan aspal, memberikan gambaran berapa kadar aspal optimum.
9. ebal aspal, merupakan petunjuk durabilitas campuran.

Adapun peralatan yang digunakan pada pengujian ini adalah sebagai berikut :

- a) Tiga buah cetakan benda uji diameter 101,6 mm (4 inch), tinggi 76,2 mm (3 inch) lengkap dengan pelat atas dan leher sambung.
- b) Mesin penumbuk manual atau otomatis yang dilengkapi dengan permukaan tumbuk yang rata yang berbentuk silinder dengan berat 4,536 gr ( $\pm 9$  gr) dan tinggi jatuh bebas 457,2 mm  $\pm 15,24$  mm (18 inch  $\pm 0,6$  inch), landasan pemadat dan pemegang cetakan uji.
- c) Alat pengeluar benda uji, untuk mengeluarkan benda uji yang sudah dipadatkan dari dalam cetakan. Digunakan alat pengeluar benda uji (*extruder*) dengan diameter 100 mm (3,95 inch).
- d) Alat marshall lengkap dengan kepala penekan berbentuk lengkung dengan jari-jari bagian dalam 50,8 mm (2 inch), dongkrak pembebanan yang digerakkan secara elektrik dengan kecepatan pergerakan vertikal 50,8 mm/menit (2 inch/menit), cincin penguji dengan kapasitas 2500 kg dan atau 5000 kg dilengkapi dengan arloji tekan dengan ketelitian 0,0025 mm (0,001 inch), dan arloji pengukur pelelehan dengan ketelitian 0,25 mm (0,1 inch) beserta perlengkapannya.
- e) Pemanas air dengan kedalaman 152,4 mm (6 inch) yang dilengkapi dengan pengatur temperatur yang dapat memelihara temperatur pemanas air pada  $60^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ .
- f) Timbangan yang dilengkapi dengan penggantung benda uji berkapasitas 2 kg dengan ketelitian 0,1 gr dan timbangan berkapasitas 5 kg dengan ketelitian 1 gr.

Adapun persyaratan ketentuan dari sifat sifat karakteristik *Marshall Test* dapat dilihat dalam tabel 2.4 sampai 2.5 berikut.

Tabel 2.4 Ketentuan Sifat-Sifat Laston

| Sifat-Sifat Campuran  |       | Laston    |       |              |       |         |       |
|---|-------|-----------|-------|--------------|-------|---------|-------|
|   |       | Lapis Aus |       | Lapis Antara |       | Pondasi |       |
|   |       | Halus     | Kasar | Halus        | Kasar | Halus   | Kasar |
| Kadar aspal efektif (%)   |       | 5,1       | 4,3   | 4,3          | 4,0   | 4,0     | 3,5   |
| Penyerapan aspal (%)  | Maks. | 1,2       |       |              |       |         |       |
| Jumlah tumbukan per bidang  |       | 75        |       |              |       | 112     |       |
| Rongga dalam campuran (%)   | Min   | 3,5       |       |              |       |         |       |
|   | Maks. | 5,0       |       |              |       |         |       |
| Rongga dalam Agregat (VMA)(%)                                       | Min   | 15        |       | 14           |       | 13      |       |
| Rongga terisi aspal (%)   | Min   | 65        |       | 63           |       | 60      |       |
| Stabilitas Marshall (kg)  | Min   | 800       |       |              |       | 1800    |       |
|   |       |           |       |              |       |         |       |
| Pelelehan (mm)  | Min   | 3         |       |              |       | 4,5     |       |
| Marshall Quotient (kg/mm)   | Min   | 250       |       |              |       | 300     |       |
| Stabilitas marshall sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 C | Min   | 90        |       |              |       |         |       |
| Rongga dalam campuran (%) pada kepadatan membal (refusal)           | Min   | 2,5       |       |              |       |         |       |

(sumber : Spesifikasi Umum Divisi VI, Bina Marga, 2010)

Tabel 2.5 Ketentuan Sifat-Sifat Lataston

| Sifat-Sifat Campuran  |       | Lataston  |              |               |              |
|---|-------|-----------|--------------|---------------|--------------|
|   |       | Lapis Aus |              | Lapis Pondasi |              |
|   |       | Senjang   | Semi Senjang | Senjang       | Semi Senjang |
| Kadar aspal efektif (%)   | Min   | 5,9       | 5,9          | 5,5           | 5,5          |
| Penyerapan aspal (%)  | Maks. | 17        |              |               |              |
| Jumlah tumbukan per bidang  |       | 75        |              |               |              |
| Rongga dalam campuran (%)   | Min   | 4,0       |              |               |              |
|   | Maks. | 6,0       |              |               |              |
| Rongga dalam Agregat (VMA)(%)                                       | Min   | 18        |              |               | 17           |
| Rongga terisi aspal (%)   | Min   | 68        |              |               |              |
| Stabilitas Marshall (kg)  | Min   | 800       |              |               |              |
| Pelelehan (mm)  | Min   | 3         |              |               |              |
| Marshall Quotient (kg/mm)   | Min   | 250       |              |               |              |
| Stabilitas marshall sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 C | Min   | 90        |              |               |              |
| Rongga dalam campuran (%) pada kepadatan membal (refusal)           | Min   | 3         |              |               |              |

(sumber : Spesifikasi Umum Divisi VI, Bina Marga, 2010)

## 2.5 Karet Ban Bekas

Penggunaan ban bekas sebagai bahan tambah (additive) aspal telah diteliti oleh US *Department of Transportation Federal Highway Administration* di Amerika sejak tahun 1986. Hasilnya penggunaan parutan ban bekas mampu mereduksi kerusakan pada perkerasan lentur yang diakibatkan oleh faktor cuaca dan lalulintas (Sugiyanto, 2008 dikutip dari AASHTO, 1982). Penggunaan parutan ban bekas sangat cocok digunakan pada daerah beriklim panas (Sugiyanto, 2008 dikutip dari Kennedy, 2000). *Road Research Centre, Ministry of Public Work* di Kuwait menyatakan penambahan 2% latek dan 5% parutan ban bekas terhadap aspal dapat mencegah terjadinya retak-retak, *bleeding* dan memperkecil terjadinya pelepasan butir pada permukaan perkerasan lentur.

Kurniati (2004) dan Sugianto, G, (2008), penggunaan ban dalam bekas pada campuran aspal beton mampu meningkatkan ketahanan terhadap deformasi permanen akibat jejak roda kendaraan. Penambahan bahan tambah seperti serbuk ban dalam bekas ke dalam campuran aspal dapat memberikan daya tahan yang lebih baik terhadap suhu tinggi maupun beban lalu lintas, dibandingkan dengan aspal tanpa bahan tambahan. Ban bekas merupakan bahan padat dengan kekenyalan dan bersifat lentur. Susunan dari serbuk ban bekas terdiri dari bahan non organik yang mempunyai sifat sebagian besar bahannya tidak mudah membusuk hal ini disebabkan karena memiliki rantai kimia yang panjang dan kompleks. Serbuk ban bekas dapat mencair bila dipanaskan pada suhu tertentu dan mempunyai nilai rekat pada keadaan tersebut.

## 2.6 *Recycling* dengan campuran bahan tambah karet ban bekas sebagai alternatif perbaikan pada lapis permukaan atas jalan

Teknologi daur ulang merupakan metode pengolahan dan penggunaan kembali konstruksi perkerasan lama baik dengan atau tanpa tambahan agregat baru untuk keperluan pemeliharaan, perbaikan, maupun peningkatan konstruksi perkerasan jalan. Keuntungan teknologi daur ulang tersebut

antara lain mengembalikan kekuatan perkerasan lama tanpa meninggikan atau menambah elevasi permukaan jalan, memanfaatkan kembali bahan perkerasan lama, mempertahankan geometrik jalan, mengatasi ketergantungan akan material baru, penghematan material, perbaikan kualitas lapis permukaan atas. Dalam pemilihan jenis daur ulang tersebut biasanya mempertimbangkan kondisi permukaan, lalu lintas, ketersediaan alat konstruksi yang dipilih. Daur ulang *in place* biasanya hanya bisa dilakukan apabila tingkat ketebalan daur ulang (penggarukan dan 16 penggelaran kembali) yang dilakukan dan dibutuhkan tidak terlalu tebal sekitar 2,5 cm. Sementara daur ulang *in plant* biasanya dilakukan apabila bahan yang didaur ulang dan digelar kembali dalam jumlah cukup banyak (Junius dkk, 2011).

Menurut Wirtgen dalam Andriyanto (2010) pada umumnya ada tiga jenis bahan yang dapat digunakan pada daur ulang yaitu bahan lama (*reclaimed*), bahan baru (agregat dan aspal keras) dan bahan stabilisasi (semen, aspal emulsi dan *foam bitumen*).

Karet ban bekas merupakan limbah padat yang sulit dan lama terurai, seiring perkembangan jaman karet ban bekas mulai dikenal dalam dunia sipil karena memiliki fungsi yang cukup efektif dalam menaikkan nilai struktural pada campuran lapis permukaan atas dan merupakan salah satu alternatif bahan tambah (*additive*) yang lebih ekonomis.

Aspal garukan yang digunakan dalam pekerjaan daur ulang terdiri dari agregat dan aspal. Lapisan perkerasan yang telah mengalami kerusakan digaruk dengan *hot milling*, *cold milling* dan *grader*. Lapisan perkerasan yang akan digaruk tergantung dari penyebaran kerusakan yang terjadi. Jika kerusakan terjadi pada lapisan permukaan hingga lapisan *base* dan *subbase* maka penggarukan dapat dilakukan hingga ke lapisan bawah tersebut.

Penelitian ini akan *merecycling* atau mendaur ulang aspal garukan tersebut dengan menambahkan aspal baru dan bahan tambah (*additive*) berupa karet ban bekas dengan persen tertentu untuk menghasilkan nilai struktural yang efektif.