

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perkerasan Jalan

Menurut Sukirman (2003), perkerasan jalan adalah lapisan perkerasan yang terletak diantara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan yang berfungsi memberikan pelayanan kepada transportasi dan selama masa pelayanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti.

Perkerasan jalan merupakan suatu konstruksi jalan yang tersusun sedemikian rupa, lalu akan menjadi satu kesatuan yang membentuk suatu perkerasan jalan yang nantinya akan berfungsi sebagai akses jalan dengan beban lalu lintas diatasnya. Perkerasan jalan menggunakan material utama berupa agregat dan bahan pengikat. Menurut Sukirman (1999), berdasarkan bahan pengikatnya konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan atas:

- a. Konstruksi perkerasan lentur (*Flexible Pavement*), merupakan perkerasan jalan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikatnya. Lapisan-lapisan perkerasan bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ketanah dasar.
- b. Konstruksi perkerasan kaku (*Rigid Pavement*), merupakan perkerasan jalan yang menggunakan semen (*potland cement*) sebagai bahan pengikatnya. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan diatas tanah dasar dengan atau tanpa lapisan pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton.
- c. Konstruksi perkerasan komposit (*Composite Pavement*), merupakan perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur diatas perkerasan kaku atau perkerasan kaku diatas perkerasan lentur.

Keuntungan menggunakan perkerasan lentur (Sukirman 1999) adalah sebagai berikut:

- a. Dapat digunakan pada daerah dengan perbedaan penurunan (*differential settlement*) terbatas.
- b. Mudah diperbaiki.
- c. Tambahan lapisan perkerasan dapat dilakukan kapan saja.

- d. Memiliki tahanan geser yang baik.
- e. Warna perkerasan memberikan kesan tidak silau bagi pemakai jalan.
- f. Dapat dilaksanakan bertahap, terutama pada kondisi biaya pembangunan terbatas atau kurangnya data untuk perencanaan.

Kerugian menggunakan perkerasan lentur (Sukirman 1999) adalah sebagai berikut:

- a. Tebal total struktur perkerasan lebih tebal dari pada perkerasan kaku
- b. Kelenturan dan sifat kohesi berkurang selama masa pelayanan
- c. Frekuensi pemeliharaan lebih sering daripada menggunakan perkerasan kaku
- d. Tidak baik digunakan jika sering digenangi air
- e. Membutuhkan agregat lebih banyak.

2.2 Struktur Perkerasan Lentur

Struktur dari perkerasan lentur ini terdiri dari beberapa lapisan. Lapisan itu sendiri terdiri dari yang paling atas lapisan permukaan (*surface course*) yaitu lapis aus dan lapis antara, setelah dilanjutkan dengan lapisan pondasi yaitu lapis pondasi atas (*base course*) dan lapis pondasi bawah (*subbase course*). Serta yang paling bawah yaitu tanah dasar (*subgrade*). Setiap lapisan mempunyai peran untuk memikul beban lalu lintas dimana beban lalu lintas yang terpusat disalurkan ke lapisan dibawahnya dengan menyebarkan dari beban itu sendiri.

1. Lapis permukaan (*surface course*)

Menurut Sukirman (1999), lapis permukaan merupakan lapisan yang paling atas dari struktur perkerasan lentur, yang mempunyai fungsi sebagai berikut:

- a. Lapis penahan beban vertikal dari kendaraan, oleh karena itu lapisan harus memiliki stabilitas yang tinggi.
- b. Lapis kedap air, sehingga air hujan yang jatuh di atas lapis permukaan tidak meresap ke lapis di bawahnya yang berakibat rusaknya struktur perkerasan jalan.
- c. Lapis yang menyebarkan beban ke lapis pondasi.
- d. Lapis aus (*wearing course*) lapisan yang langsung berhubungan dengan roda kendaraan sehingga menerima gesekan dan getaran roda dari kendaraan hingga mudah menjadi aus.

2. Lapis pondasi atas (*Base Course*)

Lapisan pondasi atas (*Base Course*). Lapis pondasi atas adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis pondasi bawah dan lapisan permukaan. Mempunyai fungsi sebagai:

- a. Bagian perkerasan yang menahan gaya dari beban roda dan menyebarkan ke lapisan bawahnya.
- b. Sebagai lapisan peresapan untuk pondasi bawah.
- c. Memberikan bantalan terhadap lapisan permukaan (pemikul beban horizontal dan vertikal).

3. Lapisan pondasi bawah (*Subbase*)

Lapis pondasi bawah adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis pondasi atas dan tanah dasar. Mempunyai fungsi sebagai:

- a. Bagian dari konstruksi perkerasan menyebarkan beban roda ke tanah dasar.
- b. Mengurangi tebal lapisan di atasnya yang lebih mahal.
- c. Efisiensi penggunaan material. Material pondasi bawah lebih relatif murah dibandingkan yang berada di atas.
- d. Lapisan untuk mencegah partikel-partikel halus dari tanah dasar ke lapis atas.

4. Lapis tanah dasar (*Subgrade*)

Lapisan tanah setebal 50-100 cm yang terletak di bawah ketiga lapisan diatas merupakan lapis tanah dasar (*subgrade*). Lapisan tanah dasar dapat berupa tanah asli yang dipadatkan. Jika tanah aslinya baik, tanah yang didatangkan dari daerah lain dan dipadatkan atau tanah yang distabilisasi dengan kapur atau bahan lainnya.

2.3 Agregat

Menurut Sukirman (2003), agregat didefinisikan secara umum sebagai formasi kulit bumi yang keras dan padat. ASTM mendefinisikan agregat sebagai suatu bahan yang terdiri dari mineral padat, berupa massa berukuran besar ataupun berupa fragmen-fragmen. Agregat merupakan komponen utama dari struktur perkerasan jalan yaitu 90-95% agregat berdasarkan persentase berat, atau 75-85 & agregat berdasarkan persentase volume. Dengan demikian kualitas perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain.

2.3.1 Jenis-Jenis Agregat

Agregat dapat dibedakan berdasarkan kelompok terjadinya, pengolahan, dan ukuran butirannya.

a. Berdasarkan proses terjadinya agregat dapat dibedakan atas agregat beku (*Igneous Rock*), agregat sedimen (*Sedimentary Rock*), dan agregat metamorfik (*Metamorphic Rock*).

1. Agregat beku (*Igneous Rock*) adalah agregat yang berasal dari magma yang mendingin dan membeku. Agregat beku dibagi menjadi dua jenis, yaitu agregat beku luar dan agregat beku dalam.

2. Agregat sedimen (*Sedimentary Rock*)

Agregat sedimen (*sedimentary rock*) dapat berasal dari campuran partikel mineral, sisa-sisa hewan dan tanaman yang mengalami pengendapan dan pembekuan. Pada umumnya merupakan lapisan-lapisan pada kulit bumi, hasil endapan di danau, laut dan sebagainya.

3. Agregat metamorfik (*Metamorphic Rock*)

Agregat metamorfik (*metamorphic rock*) adalah agregat sedimen ataupun agregat beku yang mengalami proses perubahan bentuk akibat adanya perubahan tekanan dan temperature kulit bumi.

b. Berdasarkan pengolahannya

1. Agregat siap pakai

Agregat siap pakai adalah agregat yang dapat dipergunakan sebagai material perkerasan jalan dengan bentuk dan ukuran sebagaimana diperoleh di lokasi asalnya, atau dengan sedikit proses pengolahan.

2. Agregat yang perlu diolah terlebih dahulu sebelum dipakai

Agregat ini merupakan agregat yang diperoleh dibukit, gunung, ataupun di sungai yang perlu melalui proses pengolahan terlebih dahulu di mesin pemecah batu. Umumnya lebih baik sebagai material perkerasan jalan, karena mempunyai bidang pecahan, bertekstur kasar dan ukuran agregat sesuai yang diinginkan.

c. Berdasarkan ukuran butirnya *The Asphalt Institut* dan *Deskrimpraswil* dalam *Spesifikasi Baru Campuran Panas 2002* membedakan agregat menjadi:

1. Agregat kasar, adalah agregat dengan ukuran butir lebih besar dari saringan No. 8 (2,36 mm).



Gambar 2.1 Agregat Kasar

2. Agregat halus adalah agregat dengan ukuran butir lebih halus dari saringan No. 8 (2,36 mm)



Gambar 2.2 Agregat Halus (Pasir)

3. Bahan pengisi (*filler*) adalah bagian dari agregat halus yang lolos saringan No. 30 (0,6 mm).



Gambar 2.3 *Filler* (Semen)

2.3.2 Sifat agregat sebagai material perkerasan jalan

Menurut Sukirman (2003), 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 apakah suatu agregat dapat digunakan sebagai material perkerasan jalan. Sifat agregat yang menentukan kualitasnya sebagai material perkerasan jalan adalah gradasi, kebersihan, kekerasan dan ketahanan agregat, bentuk butir, tekstur permukaan, porositas, kemampuan untuk menyerap air, berat jenis, dan daya ikat aspal dengan agregat.

Menurut Sukirman (2016), sifat agregat yang menentukan kualitasnya sebagai material perkerasan jalan adalah sebagai berikut:

1. Gradasi agregat

Gradasi agregat merupakan sifat yang sangat luas pengaruhnya terhadap kualitas perkerasan secara keseluruhan. Gradasi adalah susunan butir agregat sesuai ukurannya. Gradasi agregat dapat diperiksa dengan melakukan pengujian analisa saringan berdasarkan SNI ASTM C 1360-06- 2012.

Tabel 2.1 Ukuran bukaan saringan

Ukuran Saringan (inci)	Bukaan (mm)	Ukuran Saringan (inci)	Bukaan (mm)
5	125	$\frac{1}{2}$	12,5
4	100	$\frac{3}{8}$	9,5
$3 \frac{1}{2}$	90	No. 4	4,75
3	75	No. 8	2,36
$2 \frac{1}{2}$	63	No. 16	1,18
2	50	No. 30	0,60
$1 \frac{1}{2}$	37,5	No. 50	0,30
1	25	No. 100	0,15
$\frac{3}{4}$	19	No. 200	0,075

(Sumber : SNI 03-1968-1990)

2. Ukuran maksimum

Agregat ukuran maksimum agregat adalah satu saringan atau ayakan yang lebih besar dari ukuran nominal maksimum, dapat dinyatakan dengan:

- a. Ukuran maksimum agregat, menunjukkan ukuran saringan terkecil bilamana agregat yang lolos saringan tersebut sebanyak 100%.
- b. Ukuran nominal maksimum agregat, menunjukkan ukuran saringan terbesar bilamana agregat tertahan tidak lebih dari 10%.

3. Kebersihan agregat (*Cleanliness*)

Kebersihan agregat ditentukan dari banyaknya butir-butir halus yang lolos saringan No. 200, seperti adanya lempung, lanau, ataupun adanya tumbuh-tumbuhan pada campuran agregat.

4. Daya tahan agregat

Daya tahan agregat merupakan ketahanan agregat terhadap adanya penurunan mutu akibat proses mekanis dan kimiawi. Agregat dapat mengalami degradasi yaitu perubahan gradasi akibat pecahnya butir-butir agregat. Ketahanan agregat terhadap degradasi diperiksa dengan pengujian abrasi menggunakan alat abrasi Los Angeles, sesuai dengan SNI- 2417-2008.

5. Bentuk dan tekstur agregat

Berdasarkan bentuknya, partikel atau butir agregat dikelompokkan menjadi berbentuk bulat, lonjong, pipih, kubus, tak beraturan, atau mempunyai bidang pecahan.

6. Berat jenis agregat dan penyerapan

Di dalam perhitungan rancangan campuran dibutuhkan parameter penunjuk berat yaitu berat jenis agregat. Berat jenis agregat adalah perbandingan antara berat volume agregat dan berat volume air. Terdapat beberapa jenis berat jenis agregat (*specific gravity*) yaitu sebagai berikut:

- a. Berat jenis curah kering (*Bulk specific gravity*)

Berat jenis yang merupakan perbandingan antara berat dari satuan volume agregat (termasuk rongga yang *impermeable* dan *permeable* di dalam butir partikel, tetapi tidak termasuk rongga antara butiran partikel) pada suatu

temperatur tertentu terhadap berat di udara dari air suling bebas gelembung dalam volume yang sama pada suatu temperatur tertentu.

b. Berat jenis curah jenuh kering permukaan (*Saturated surface dry*)

Berat jenis yang merupakan perbandingan antara berat dari satuan volume agregat (termasuk berat air yang terdapat di dalam rongga akibat perendaman selama (24 ± 4) jam, tetapi tidak termasuk rongga antara butiran partikel) pada suatu temperatur tertentu terhadap berat di udara dari air suling bebas gelembung dalam volume yang sama pada suatu temperatur tertentu.

c. Berat jenis semu apparent (*Apparent specific gravity*)

Berat jenis yang merupakan perbandingan antara berat dari satuan volume suatu bagian agregat yang *impermeabel* pada suatu temperatur tertentu terhadap berat di udara dari air suling bebas gelembung dalam volume yang sama pada suatu temperatur tertentu.

d. Penyerapan air (*Absorption*)

Penyerapan air adalah penambahan berat dari suatu agregat akibat air yang meresap ke dalam pori-pori, tetapi belum termasuk air yang tertahan pada permukaan luar partikel, dinyatakan sebagai persentase dari berat keringnya.

2.3.3 Bahan pengisi (*filler*)

Bina marga (2007) menyatakan bahwa bahan pengisi (*filler*) merupakan material pengisi yang lolos saringan no.200 yang bisa berupa debu batu, abu kapur, abu terbang, semen (*portland cement*) atau bahan non plastis lainnya yang harus kering dan bebas dari gumpalan-gumpalan dan bahan-bahan lain yang mengganggu.

Bahan pengisi bertujuan untuk meningkatkan kekentalan bahan bitumen dan untuk mengurangi sifat rentan terhadap temperatur. Keuntungan lain dengan adanya bahan pengisi adalah karena banyak terserap dalam bahan bitumen maka akan menaikkan volumenya. Selain itu bahan pengisi (*filler*) dapat mengurangi volume pori-pori atau rongga sehingga dapat meningkatkan kepadatan dan dapat menurunkan permeabilitas campuran aspal. Berikut ini merupakan ketentuan mengenai bahan pengisi (*filler*):

Tabel 2.2 Syarat gradasi bahan pengisi (*Filler*)

Ukuran saringan (inci)	Bukaan (mm)	% Lolos
No. 30	0,60	100
No. 50	0,30	95-100
No. 100	0,15	90-100
No. 200	0,075	65-100

(Sumber: Bina Marga, 1995)

2.3.4 Pasir Pantai

Pasir pantai merupakan pasir laut yang terdapat di laut akibat adanya suplay dari sungai dan gelombang arus. Batuan yang ada di gunung mengalami proses pelapukan akibat gaya-gaya luar yang bekerja padanya terutama pengaruh air dan suhu sehingga terurai menjadi bagian-bagian yang kecil (*fragmen*) yang di suplay ke laut oleh aliran sungai. Ketika fragmen itu sampai di laut, selanjutnya akan dipindahkan ke sepanjang pantai yang disebabkan oleh gelombang arus membentuk tumpukan pasir di pantai. Pasir ini juga bisa berasal dari batu karang dan kerrang-karang serta endapan sedimen yang ada di perairan dalam yang terbawa gelombang arus ke pinggir pantai. Pada saat terbawa oleh gelombang arus material-material pasir akan mengalami pengikisan yang disebabkan oleh air sehingga bentuk butiran pasir laut umumnya bulat dan halus serta cenderung seragam.

Pasir pantai secara kuantitas sangat banyak persediannya, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai agregat halus dalam campuran aspal. Namun, dalam segi kualitas masih perlu diteliti sebelum digunakan.

2.4 Aspal

Aspal didefinisikan sebagai material perekat bewarna hitam atau coklat, dengan unsur utama bitumen. Aspal dapat diperoleh di alam ataupun merupakan residu dari pengilangan minyak bumi. Aspal adalah material yang pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat, dan bersifat termoplastis. Jadi aspal akan mencair jika dipanaskan pada suhu tertentu, dan kembali membeku jika temperatur turun (Sukirman, 2007).

Menurut *Shell Bitumen* tahun 1990 (Darunifah N, 2007) Aspal terbuat dari minyak mentah, melalui proses penyulingan atau dapat ditemukan dalam kandungan

alam sebagai bagian dari komponen alam yang ditemukan bersama-sama material lain. Aspal dapat pula diartikan sebagai bahan pengikat pada campuran beraspal yang terbentuk dari senyawa-senyawa kompleks seperti *asphaltenese*, *resins* dan *oils*. Aspal mempunyai sifat *visco-elastis* dan tergantung dari waktu pembebanan. Pada proses pencampuran dan proses pemadatan sifat aspal dapat ditunjukkan dari nilai *viscositas*-nya, sedangkan pada sebagian besar kondisi saat masa pelayanan, aspal mempunyai sifat *viscositas* yang terwujudkan dalam suatu nilai modulus kekakuan.

2.4.1 Jenis-jenis aspal

Menurut Sukirman (2016), berdasarkan tempat diperolehnya, aspal dibedakan atas aspal alam dan aspal minyak. Berikut merupakan penjelasannya:

1. Aspal alam

Aspal alam ada yang diperoleh di gunung-gunung seperti aspal di Pulau Buton, dan ada pula yang diperoleh di danau seperti di Trinidad. Aspal alam terbesar di dunia terdapat di Trinidad, berupa aspal danau (*Trinidad Lake Asphalt*). Indonesia memiliki aspal alam yaitu di Pulau Buton, yang berupa aspal gunung, terkenal dengan nama Asbuton (Aspal Batu Buton). Asbuton merupakan campuran antara bitumen dengan bahan mineral lainnya dalam bentuk batuan.

2. Aspal minyak

Setiap minyak bumi yang menghasilkan residu jenis *asphaltic base crude oil* yang banyak mengandung aspal, *parafin base crude oil* yang banyak mengandung parafin atau *mix base crude* yang banyak mengandung campuran antara parafin dan aspal. Untuk perkerasan jalan umumnya digunakan aspal minyak jenis *asphaltic base crude oil*. Jika di lihat bentuknya pada temperatur ruang, aspal minyak di bedakan atas:

i. Aspal padat

Aspal padat adalah aspal yang berbentuk padat atau semi padat pada suhu ruang dan menjadi cair jika dipanaskan. Aspal padat dikenal dengan nama semen aspal (*asphalt cement*).

ii. Aspal cair

Aspal cair (*cutback asphalt*) yaitu aspal yang berbentuk cair pada suhu ruang. Aspal cair merupakan semen aspal yang dicairkan dengan bahan pencair hasil penyulingan minyak bumi seperti minyak tanah, bensin, atau solar. Bahan pencair membedakan aspal cair menjadi tiga bagian, yaitu:

- a. *Slow Curing Cut Back Asphalt* (SC) yaitu aspal cair dengan bahan pencair solar (minyak disel). SC merupakan aspal cair yang paling lambat menguap.
- b. *Medium Curing Cut Back Asphalt* (MC) yaitu aspal cair dengan bahan pencair minyak tanah (*kerosene*).
- c. *Rapid Curing Cut Back Asphalt* (RC) yaitu aspal cair dengan bahan pencair bensin. RC merupakan aspal cair yang paling cepat menguap.

iii. Aspal emulsi

Aspal emulsi (*emulsified asphalt*) adalah suatu campuran aspal (55%-65%) dengan air (35%-45%) atau bahan pengemulsi 1% sampai 2%, yang dilakukan di pabrik pencampur. Aspal emulsi ini lebih cair daripada aspal cair. Di dalam aspal emulsi, butir-butir aspal larut dalam air.

2.4.2 Sifat-sifat aspal

Karakteristik lapisan perkerasan adalah sifat-sifat yang harus dimiliki oleh suatu lapis perkerasan jalan, sifat tersebut yaitu stabil dalam menahan beban, awet atau mempunyai masa pakai yang lama, mudah di kerjakan dan sebagainya. Menurut Sukirman (2003) bahwa karakteristik lapis perkerasan sebagai berikut:

1. Stabilitas (*Stability*).

Stabilitas lapisan perkerasan jalan adalah kemampuan lapisan perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur atau *bleeding*.

2. Keawetan (*Durability*).

Durabilitas adalah kemampuan lapisan untuk dapat menahan keausan akibat pengaruh cuaca, air dan perubahan suhu ataupun keausan akibat gesekan kendaraan.

3. Fleksibilitas.

Fleksibilitas adalah suatu kemampuan lapisan untuk dapat mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas berulang tanpa timbulnya retak dan perubahan volume

4. Ketahanan terhadap kelelahan (*Fatigue resistance*).

Ketahanan kelelahan adalah ketahanan dan lapis aspal beton dalam menerima beban berulang tanpa terjadinya kelelahan.

5. Kedap air (*Impermiability*)

Kedap air (*impermeability*) adalah kemampuan beton aspal untuk tidak dapat dimasuki air ataupun udara ke dalam lapisan perkerasan beraspal. Air dan udara dapat mengakibatkan percepatan proses penuaan aspal, dan pengelupasan *film* (selimut aspal) dari permukaan agregat.

6. Ketahanan terhadap geser (*Skid resistance*)

Tahanan geser adalah kekesatan yang diberikan oleh perkerasan sehingga kendaraan tidak mengalami slip baik diwaktu hujan atau basah maupun diwaktu kering.

7. Mudah dikerjakan (*Workability*)

Kemudahan pelaksanaan adalah mudahnya suatu campuran untuk dihampar dan dipadatkan sehingga diperoleh hasil yang memenuhi kepadatan yang diharapkan.

2.4.3 Fungsi aspal sebagai bahan perkerasan jalan

Aspal yang digunakan sebagai material perkerasan jalan berfungsi sebagai:

- a. Bahan pengikat, memberikan ikatan yang kuat antara aspal dengan agregat dan antar sesama aspal.
- b. Bahan pengisi, mengisi rongga antara butir agregat dan pori-pori yang ada di dalam butir agregat itu sendiri. Penggunaan aspal pada perkerasan jalan dicampurkan pada agregat sebelum dihamparkan (pra hampar), seperti lapisan beton aspal atau disiramkan pada lapisan agregat yang telah dipadatkan dan ditutupi oleh agregat-agregat yang lebih halus (pasca hampar), seperti perkerasan penetrasi makadam atau peleburan. Fungsi utama aspal untuk jenis proses pembentukan perkerasan yaitu proses pencampuran pra hampar, dan

pasca hampar itu berbeda. Pada proses pra hampar aspal yang dicampurkan dengan agregat akan membungkus atau menyelimuti butir-butir agregat, mengisi pori antar butir dan meresap kedalam pori masing-masing butir.

2.4.4 Pengujian karakteristik aspal

Pengujian aspal perlu dilakukan untuk menentukan sifat fisik dan kimiawi aspal. Sesuai tujuannya pengujian aspal dapat dikelompokkan menjadi 6 bagian pengujian, antara lain:

- a. Pengujian untuk menentukan komposisi aspal.
- b. Pengujian untuk mendapatkan data yang berguna bagi keselamatan bekerja.
- c. Pengujian konsistensi aspal
- d. Pengujian durabilitas aspal
- e. Pengujian kemampuan aspal untuk mengikat agregat
- f. Pengujian berat jenis aspal yang dibutuhkan untuk merencanakan campuran aspal dengan agregat.

Dari pengelompokan tersebut maka dapat dilakukan beberapa pemeriksaan karakteristik aspal antara lain adalah sebagai berikut:

a. Berat Jenis Aspal

Salah satu jenis pengujian yang terdapat dalam persyaratan mutu aspal adalah berat jenis. Selain untuk memenuhi persyaratan aspal, berat jenis juga diperlukan pada saat pelaksanaan untuk konversi dari berat ke volume atau sebaliknya. Pengujian berat jenis aspal dilakukan dengan cara membandingkan massa suatu bahan dengan massa air pada isi dan temperatur yang sama.

b. Penetrasi aspal

Pengujian penetrasi bertujuan untuk mengetahui kekerasan pada aspal yang mengacu dari kedalaman masuknya jarum penetrasi secara vertikal yang dinyatakan dalam satuan 0,1 mm pada kondisi beban, waktu dan temperatur yang diketahui.

c. Daktilitas aspal

Daktilitas aspal adalah sifat pemuluran aspal yang diukur pada saat putus. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sifat kohesi dan plastisitas aspal dengan cara memasukkan benda uji ke dalam bak perendam selama 85 menit sampai dengan 95 menit, lepaskan benda uji dari pelat dasar dan langsung pasangkan ke

mesin uji dengan cara memasukkan lubang cetakan ke pemegang di mesin lalu jalankan mesin dan ukur pemuluran benda uji pada saat putus.

d. Titik Lembek Aspal

Pengujian titik lembek dengan alat cincin dan bola bertujuan untuk menentukan angka titik lembek yang berkisar dari 30°C sampai dengan 157°C.

e. Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal

Pengujian titik nyala dan titik bakar aspal ini bertujuan untuk mengetahui temperatur dimana aspal mulai menyala dan temperatur dimana aspal mulai terbakar. Informasi ini sangat penting diperlukan serta dibutuhkan untuk proses pencampuran demi keselamatan dalam bekerja.

2.5 Lapisan Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC)

Lapisan *Asphalt Concrete-Wearing Course* (AC-WC) adalah lapisan penutup konstruksi perkerasan jalan yang mempunyai nilai struktural. Campuran ini terdiri atas agregat bergradasi menerus dengan aspal keras, dicampur, dihamparkan dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Laston adalah suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang mempunyai gradasi menerus, dicampur, dihampar dan dipadatkan pada suhu tertentu. (Sukirman, 2003).



Gambar 2.6 Lapisan Aspal Beton AC-WC, AC-BC, dan AC-Base

(Sumber: Saodang, 2005)

Ada beberapa jenis beton aspal campuran panas, namun dalam penelitian ini jenis beton aspal campuran panas yang akan ditinjau adalah AC-WC. Lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan dibawahnya berupa muatan kendaraan (gaya vertikal), gaya rem (horizontal) dan pukulan roda kendaraan (getaran). Lapisan yang paling atas disebut lapisan permukaan dimana lapisan permukaan ini harus mampu menerima seluruh jenis beban yang bekerja dan mempunyai fungsi sebagai berikut:

- a. Lapis perkerasan penahan beban roda, harus mempunyai stabilitas tinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan.
- b. Lapis kedap air, sehingga air hujan yang jatuh diatasnya tidak meresap ke lapisan dibawahnya dan melemahkan lapisan–lapisan tersebut.
- c. Lapis aus, lapisan yang langsung menerima gesekan akibat gaya rem dari kendaraan sehingga mudah menjadi aus.
- d. Lapisan yang menyebarkan beban kelapisan bawah, sehingga dapat dipikul oleh lapisan lain yang ada di bawahnya. Pada umumnya lapisan permukaan dibuat dengan menggunakan bahan pengikat aspal sehingga menghasilkan lapisan yang kedap air dengan stabilitas yang tinggi dan daya tahan yang lama. (Sukirman, 2003).

2.6 Karakteristik Marshall

Pengujian *Marshall* dilakukan pada campuran *Asphalt Concrete-Wearing Course* (AC-WC) untuk mencari data dari persyaratan campuran dan memperoleh hasil perhitungan akhir dari sifat-sifat *marshall*, seperti:

- a. Volume Pori Beton Aspal Padat (*Void In Mix* = VIM)

VIM adalah volume pori yang masih tersisa setelah campuran beton aspal dipadatkan. VIM juga mempunyai arti banyak pori di antara butir-butir agregat yang diselimuti aspal. Menurut spesifikasi Bina marga 2018 Revisi 2, nilai VIM yang memenuhi standar adalah 3-5 %. Berikut merupakan persamaan untuk mengetahui volume rongga udara:

$$VIM = 100 - (100 \times \frac{g}{h}) \dots \dots \dots (2.1)$$

$$h = \frac{100}{(\frac{\% Agregat}{b.j Agregat} + \frac{\% Aspal}{b.j Aspal})} \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan :

g = Berat volume benda uji / nilai density (gr/cc)

h = Berat jenis maksimum teoritis (gr/cc)

- b. Volume Pori Di Antara Butir Agregat Campuran (*Void In The Mineral Aggregate* = VMA)

VMA merupakan volume pori di dalam beton aspal padat jika seluruh selimut aspal ditiadakan. Tidak termasuk di dalam VMA volume pori di dalam pori masing-

masing butir agregat. Menurut spesifikasi Bina marga 2018 Revisi 2, nilai VMA yang memenuhi standar adalah >15%. Perhitungan VMA terhadap campuran total dapat diperoleh dari Persamaan 2.3 dan Persamaan 2.4 berikut.

1. Terhadap berat campuran total

$$VMA = 100 \times \frac{Gmb \times Ps}{Gsb} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

VMA = rongga diantara mineral agregat, persen volume bulk

Gsb = berat jenis bulk agregat

Gmb = berat jenis bulk campuran padat

Ps = kadar agregat, persen terhadap berat total campuran

2. Terhadap berat agregat total

$$VMA = 100 - \frac{Gmb}{Gsb} \times \frac{100}{(100 - Pb)} \times 100 \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

VMA = rongga di antara mineral agregat, persen volume bulk

Gsb = berat jenis bulk agregat

Gmb = berat jenis bulk campuran padat

Pb = kadar aspal persen terhadap berat total campuran

- c. Volume pori beton aspal padat yang terisi oleh aspal (*Volume Of Voids Filled With Asphalt* = VFA)

VFA adalah bagian dari VMA yang terisi oleh aspal, tidak termasuk di dalamnya aspal yang terabsorbsi oleh masing-masing butir agregat. Dengan demikian, aspal yang mengisi VFA adalah aspal yang berfungsi untuk menyelimuti butir-butir agregat di dalam beton aspal padat. Menurut spesifikasi Binamarga 2018 Revisi 2, nilai VIM yang memenuhi standar adalah >65%. Untuk mendapatkan rongga terisi dapat diperoleh dari persamaan 2.5.

$$VFA = \frac{100 (VMA - VIM)}{VMA} \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan :

VFA = rongga terisi aspal, persen VIM

VMA = rongga diantara mineral agregat, persen volume bulk

VIM = volume pori dalam beton aspal padat

d. Stabilitas

Pengujian nilai stabilitas adalah kemampuan maksimum beton aspal padat menerima beban sampai terjadi kelelahan plastis. Nilai stabilitas merupakan nilai arloji pengukuran yang dikalikan dengan nilai kalibrasi *proving ring* dan dikoreksi dengan angka koreksi akibat variasi ketinggian benda uji. Menurut spesifikasi Bina marga 2018 Revisi 2, nilai stabilitas yang memenuhi standar adalah >800 kg.

e. Kelelahan (*Flow*)

Pengujian kelelahan adalah besarnya perubahan bentuk plastis dari beton aspal padat akibat adanya beban sampai batas keruntuhan. *Flow* meter mengukur besarnya deformasi yang terjadi akibat beban. Menurut spesifikasi Bina marga 2018 Revisi 2, nilai *flow* yang memenuhi standar adalah 2-4 mm.

f. *Marshall quotient*

Marshall quotient merupakan hasil bagi *marshall* dengan *flow*. Nilai *flow* menggambarkan nilai fleksibilitas dari campuran. Semakin besar nilai MQ berarti campuran semakin kaku dan sebaliknya semakin kecil nilai MQ, maka campuran semakin lentur. Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil bagi *marshall* yaitu nilai stabilitas dan *flow*, penetrasi, *viscositas* aspal, kadar aspal campuran, bentuk dan tekstur permukaan agregat, gradasi agregat. Nilai MQ dapat diperoleh dari persamaan 2.6.

$$MQ = \frac{S}{F} \dots \dots \dots (2.6)$$

Keterangan :

MQ = *Marshall quotient* (kg/mm)

S = nilai stabilitas toleransi (kg)

F = nilai *flow* (mm)

2.7 Pengujian *marshall*

Pengujian *marshall* yang dikembangkan pertama kali oleh *Burce Marshall* dan dilanjutkan oleh *U.S. Corps Engineer*. Alat *marshall* merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan cincin penguji (*proving ring*) berkapasitas 22,2 KN (= 5000 lbf) dan *flowmeter*. *Proving ring* digunakan untuk mengukur nilai stabilitas, sedangkan *flowmeter* digunakan untuk mengukur kelelahan plastis atau *flow*. Benda uji untuk pengujian *marshall* berbentuk silinder berdiameter 4 inci (=10,2 cm) dan

tinggi 2,5 inci (=6,35 cm). Secara garis besar pengujian *marshall* meliputi persiapan benda uji, penentuan berat jenis bulk dari benda uji, pemeriksaan nilai stabilitas dan *flow*, dan perhitungan sifat volumetrik benda uji.

2.8 Penelitian Terdahulu

Penelitian ini didasari berdasarkan penelitian terdahulu dan literatur yang berhubungan dengan objek pembahasan. Hal ini bertujuan untuk memberikan batasan-batasan mengenai pembahasan dari penelitian yang akan dilakukan serta agar dapat memberikan hasil maupun manfaat yang lebih baik dari referensi penelitian terdahulu. Adapun referensi mengenai penelitian terdahulu dapat dilihat pada uraian berikut:

1. Hasil Penelitian Imam Afriadi, Winoto Hadi, Adhi Purnomo (2016)

Penelitian Imam Afriadi, Winoto Hadi, Adhi Purnomo (2016) berjudul “Pengaruh Penggunaan Pasir Pantai Carita Sebagai Campuran Agregat Halus Pada Lapis Permukaan Aspal Beton Terhadap Persyaratan Parameter *Marshall*”. Penelitian menggunakan 5 variasi kadar aspal yaitu 2%; 3%; 4%; 5%; dan 6%. Dengan perlakuan yang sama menghasilkan kadar aspal optimum sebesar 3 %. Penggunaan 50% pasir pantai dan 50% non pasir pantai memenuhi persyaratan parameter *marshall*.

2. Hasil Penelitian Abgul Gaus (2017)

Penelitian Abdul Gaus (2017), berjudul “Penggunaan Pasir Laut Sanana Untuk Campuran Aspal *Concrate*” Hasil yang didapat dari penelitian ini adalah semakin banyak pasir laut semakin rendah nilai stabilitas dan semakin menurun nilai *flow*, namun kadar aspal yang berlebihan juga dapat mengakibatkan penurunan nilai stabilitas. Dari hasil pengujian *marshall* dengan menggunakan pasir laut didapat nilai stabilitas tertinggi 3136,91 kg pada campuran pasir laut 5% dikadar aspal 6%. Hal ini menunjukkan bahwa nilai stabilitas memenuhi dan berdasarkan spesifikasi sifat- sifat campuran aspal beton yang terdapat dalam spesifikasi Bina Marga 2010.

3. Hasil penelitian Prasetyo, Edy dkk (2021)

Penelitian Prasetyo, Edy dkk, berjudul “Analisis Perbandingan Pasir Laut dan Pasir Sungai Sebagai Agregat Halus Pada Campuran Aspal Panas (AC-BC) Dengan

Pengujian *Marshall*”. Hasil dari keseluruhan perhitungan bahwa penggantian pasir laut sebagai agregat halus pada kadar aspal optimum 4,80 % dan pasir laut 32 % adalah komposisi yang paling efisien dengan nilai stability 1.023,994 Kg, VMA 14,929 %, VIM 3,056 %, VFB 79,741 %, *Flow* 2,859 mm, VIM refusal 3,847 %, *Marshall* 365,918 Kg/mm. Hasil dari karakteristik *marshall* pada kondisi KAO, kadar pasir laut 32 % dengan kadar aspal optimum 4,80 % pada campuran AC-BC memenuhi spesifikasi umum bina marga (2010)