

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian ini didasari oleh literatur atau referensi yang berhubungan dengan obyek pembahasan. Penggunaan referensi bertujuan untuk memberikan batasan-batasan terhadap pembahasan dari penelitian yang akan dikembangkan serta agar dapat menghasilkan hasil yang lebih baik dari referensi penelitian sebelumnya.

Syed Hasnain Haider Gardezi, Arshad Hussain (2018), melakukan penelitian tentang pengaruh *crumb rubber* terhadap sifat bitumen *grade 60/70*. Dalam penelitiannya menggunakan variasi *crumb rubber* sebesar 2%; 4%; 6%; 8%; 10%; 12%; 14% dari berat aspal. Hasil dari penelitian ini yaitu semakin tinggi *presentase crumb rubber* dalam bitumen yang digunakan maka semakin meningkat titik lembek yang artinya semakin keras aspal dengan penambahan *crumb rubber*. Hasil penetrasi menunjukkan bahwa aspal yang awalnya *grade 60/70* berubah menjadi 50/60 ketika ditambah *crumb rubber*, sehingga aspal yang awalnya dapat digunakan pada suhu sedang pada saat aspal di tambah *crumb rubber* bisa digunakan pada saat suhu tinggi.

Heru Hariyadi, Yudhi Pratama, Sigit, Lulut Fadhillah, Woro Partini Maryunani, Sudarno (2018) meneliti tentang pengaruh nilai Marshall dengan membandingkan besarnya komposisi campuran perkerasan jalan yang dihasilkan dengan penambahan campuran serbuk limbah ban karet (*crumb rubber*) *mesh #80* dan *mesh #120* yang memiliki nilai stabilitas dan kualitas yang baik dan memenuhi syarat perencanaan campuran aspal sesuai dengan spesifikasi bina marga tahun 2010. Penelitian ini menggunakan variasi limbah ban karet (*crumb rubber*) *mesh #80* dan *mesh #120* dengan variasi *presentase* 0%; 1%; 2%; 3% dan kadar aspal dengan variasi *persentase* 5%; 5,5%; 6%; 6,5%. Berdasarkan hasil penelitian tersebut bahwa dengan penambahan serbuk limbah ban karet (*crumb rubber*) sebanyak 2% *mesh #120* menunjukkan nilai stabilitas yang telah memenuhi spesifikasi dan stabilitas tertinggi pada kadar aspal 6% sedangkan nilai

flow semakin bertambah dengan banyaknya kadar aspal dan nilai hasil bagi Marshall tertinggi pada kadar aspal 5,5%.

Owen Irianto Bessoran, Alpius, Olan Jujun Sanggaria (2021) melakukan penelitian untuk mengetahui karakteristik campuran AC-WC menggunakan bahan tambah limbah ban bekas. Penelitian ini dilakukan dengan menambahkan bahan tambah limbah ban bekas dengan variasi penambahan sebesar 0%; 1%; 2%; 3%; dan 4% dengan kadar aspal 5,5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik campuran AC-WC yang memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2018 terdapat pada variasi limbah ban bekas 4% dengan perolehan nilai Stabilitas Marshall sebesar 94,64% yang berpengaruh pada rongga dalam campuran AC-WC menjadi kecil sehingga campuran bisa lebih tahan terhadap air.

Boby Setia Gunawan, Nuryasin Abdillah, Halimatusadiyah (2022) meneliti tentang pengaruh aspal campuran limbah ban karet terhadap karakteristik Marshall. Dalam penelitiannya digunakan kadar limbah ban karet sebesar 10%; 20% dan 30%. dari hasil pengujian pengaruh aspal campuran limbah ban karet sebagai bahan tambahan dalam campuran aspal AC-WC, pada kadar 10% penambahan limbah ban karet dapat berpotensi untuk digunakan perkerasan jalan, sedangkan pada kadar 20% dan 30% penambahan limbah ban karet terjadi penurunan nilai stabilitas yang melewati ketentuan yang telah disyaratkan dan menyebabkan *flow* semakin tinggi serta nilai MQ yang melebihi batas minimal yang telah ditentukan.

Cut Novi Indriani, Meilandy Purwandito, Wan Alamsyah (2022) meneliti tentang pemanfaatan ban bekas sebagai bahan tambah campuran aspal pada perkerasan jalan AC-WC terhadap nilai Marshall. Penelitian ini menggunakan variasi campuran penambahan karet ban bekas yaitu 0,8%; 0,9%; 1% dan 1,1% dari berat aspal. Serbuk ban karet yang digunakan adalah yang tertahan saringan no 30 dan lolos saringan 12. Aspal yang digunakan adalah aspal dengan pen 60/70. Dari hasil pengujian ini adalah semua benda uji dari setiap variasi tidak ada yang memenuhi standar spesifikasi yang sudah menjadi ketentuan layak digunakan, maka dari itu harus dilakukan pengujian lebih lanjut untuk mencari tau kesalahan yang terjadi.

2.2 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 pelayanan diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti.

Berdasarkan bahan pengikatnya, konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan menjadi (Sukirman,1999) :

1. Konstruksi perkerasan lentur (*Flexible Pavement*)

Perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikatnya. Lapisan Lapisan perkerasan bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ketanah dasar.

2. Konstruksi perkerasan kaku (*Rigid Pavement*)

Perkerasan yang menggunakan semen (*Portland Cement*) sebagai bahan pengikatnya. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan di atas tanah dasat dengan atau tanpa lapis pondasi bawah.Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton.

3. Konstruksi Perkerasan Komposit (*Composite Pavement*)

Perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur di atas perkerasan kaku atau perkerasan kaku di atas perkerasan lentur.

Perbedaan utama antara perkerasan kaku dan perkerasan lentur yaitu sebagai berikut :

Tabel 2.1 Perbedaan Perkerasan Kaku dan Lentur

No.	Perbedaan	Perkerasan Lentur	Perkerasan Kaku
1.	Bahan Pengikat	Aspal	Semen
2.	Repetisi Beban	Timbul <i>Rutting</i>	Timbul retak-retak pada permukaan
3.	Penurunan Tanah Dasar	Jalan Bergelombang	Bersifat sebagai balok diatas perletakan

Lanjutan Tabel 2.1

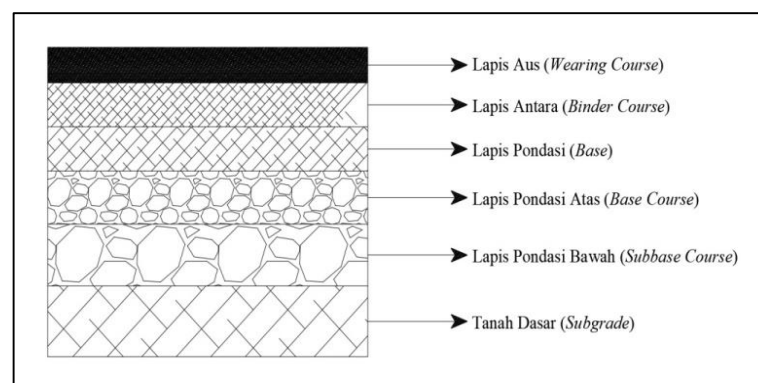
No.	Perbedaan	Perkerasan Lentur	Perkerasan Kaku
4.	Perubahan Temperatur	Modulus kekakuan berubah. Timbul tegangan dalam yang kecil	Modulus kekakuan tidak berubah. Timbul tegangan dalam yang besar

(Sumber : Sukirman, 1992)

2.2.1 Struktur Perkerasan Lentur

Menurut Sukirman (1999), konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*) adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat dan lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar. Sifat aspal berubah akibat panas dan umur, aspal akan menjadi kaku dan rapuh sehingga daya adhesinya terhadap partikel agregat akan berkurang. Perubahan ini dapat diatasi/dikurangi jika sifat-sifat aspal dikuasai dan dilakukan langkah-langkah yang baik dalam proses pelaksanaan.

Konstruksi perkerasan lentur terdiri atas lapisan-lapisan yang diletakkan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkan ke lapisan yang ada dibawahnya, sehingga beban yang diterima oleh tanah dasar lebih kecil dari beban yang diterima oleh lapisan permukaan dan lebih kecil dari daya dukung tanah dasar. Pola pembebanan kendaraan dilimpahkan ke perkerasan jalan melalui bidang kontak roda berupa beban terbagi rata seperti pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Struktur Lapisan Perkerasan Lentur

(Sumber : Sukirman, 1999)

Komponen perkerasan lentur yaitu sebagai berikut :

1. Lapisan permukaan (*surface course*)

Lapis Permukaan adalah bagian perkerasan yang paling atas. Fungsi lapis permukaan antara lain :

- a. Sebagai bahan perkerasan untuk menahan beban roda.
- b. Sebagai lapisan rapat air untuk melindungi badan jalan kerusakan akibat cuaca.
- c. Sebagai lapisan aus (*wearing course*).

Bahan untuk lapis permukaan umumnya adalah sama dengan bahan untuk lapis pondasi, dengan persyaratan yang lebih tinggi.

2. Lapisan pondasi atas (*base course*)

Lapis Pondasi Bawah adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis pondasi dan tanah dasar.

Fungsi lapis pondasi bawah antara lain :

- a. Sebagai bagian dari konstruksi perkerasan untuk mendukung dan menyebarkan beban roda.
- b. Mencapai efisiensi penggunaan material yang relatif murah agar lapisan-lapisan selebihnya dapat dikurangi tebalnya (penghematan biaya konstruksi).
- c. Untuk mencegah tanah dasar masuk ke dalam lapis pondasi.
- d. Sebagai lapis pertama agar pelaksanaan dapat berjalan lancar.

Hal ini sehubungan dengan terlalu lemahnya daya dukung tanah dasar terhadap roda-roda alat-alat besar atau karena kondisi lapangan yang memaksa harus segera menutup tanah dasar dari pengaruh cuaca. Berbagai macam tipe tanah setempat ($CBR > 20\%$, $PI < 10\%$) yang relatif lebih baik dari tanah dasar dapat digunakan sebagai bahan pondasi bawah. Campuran-campuran tanah setempat dengan kapur atau semen portland dalam beberapa hal sangat dianjurkan agar mendapatkan bantuan yang efektif terhadap kestabilan konstruksi perkerasan.

3. Lapisan pondasi bawah (*subbase course*)

Lapis Pondasi adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis permukaan dengan lapis pondasi bawah (atau dengan tanah dasar bila tidak menggunakan lapis pondasi bawah).

Fungsi lapis pondasi antara lain :

- a. Sebagai bagian perkerasan yang menahan beban roda.
- b. Sebagai perletakan terhadap lapis permukaan.

4. Lapisan tanah dasar (*subgrade*)

Tanah Dasar adalah permukaan tanah semula atau permukaan galian atau permukaan tanah timbunan, yang dipadatkan dan merupakan permukaan dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya. Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar. Umumnya persoalan yang menyangkut tanah dasar adalah sebagai berikut :

- a. Perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) dari macam tanah tertentu akibat beban lalu lintas.
- b. Sifat mengembang dan menyusut dari tanah tertentu akibat perubahan kadar air.
- c. Daya dukung tanah yang tidak merata dan sukar ditentukan secara pasti pada daerah dengan macam tanah yang sangat berbeda sifat dan kedudukannya, atau akibat pelaksanaan.

2.2.2 Jenis-jenis Lapis Permukaan (*Surface Course*)

Jenis lapis permukaan terdiri dari beberapa jenis, yaitu sebagai berikut :

1. Lapis Aspal Beton (LASTON)

Lapis Aspal Beton merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, *filler* dan aspal keras, yang dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu.

2. Lapis Penetrasi Makadam (LAPEN)
Lapis Penetrasi Macadam merupakan suatu lapis perkerasan yang terdiri dari agregat pokok dengan agregat pengunci bergradasi terbuka dan seragam yang diikat oleh aspal keras dengan cara disemprotkan di atasnya dan dipadatkan lapis demi lapis dan apabila akan digunakan sebagai lapis permukaan perlu diberi laburan aspal dengan batu penutup.
3. Lapis Asbuton Campuran Dingin (LASBUTAG)
Lapis Asbuton Campuran Dingin merupakan campuran yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, asbuton, bahan peremaja dan *filler* (bila diperlukan) yang dicampur, dihampar dan dipadatkan secara dingin.
4. *Hot Rolled Asphalt* (HRA)
Hot Rolled Asphalt merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi timpang, *filler* dan aspal keras dengan perbandingan tertentu, yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu.
5. Laburan Aspal (BURAS)
Laburan Aspal merupakan lapis penutup terdiri dengan ukuran butir maksimum dari lapisan aspal taburan pasir 9,6 mm atau 3/8 inch.
6. Laburan Batu Satu Lapis (BURTU)
Laburan Batu Satu Lapis merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal yang ditaburi dengan satu lapis agregat bergradasi seragam. Tebal maksimum 20 mm.
7. Laburan Batu Dua Lapis (BURDA)
Laburan Batu Dua Lapis merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal ditaburi agregat yang dikerjakan dua kali secara berurutan. Tebal maksimum 35 mm.
8. Lapis Aspal Beton Pondasi Atas (LASTON ATAS)
Lapis Aspal Beton Pondasi Atas merupakan pondasi perkerasan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal dengan perbandingan tertentu, dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas.

9. Lapis Aspal Beton Pondasi Bawah (LASTON BAWAH)

Lapis Aspal Beton Pondasi Bawah merupakan lapis perkerasan yang terletak antara lapis pondasi dan tanah dasar jalan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal dengan perbandingan tertentu dicampur dan dipadatkan pada temperatur tertentu.

10. Lapis Tipis Aspal Beton

Lapis Tipis Aspal Beton merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi timpang, *filler* dan aspal keras dengan perbandingan tertentu yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Tebal padat antara 25 sampai 30 mm.

11. Lapis Tipis Aspal Pasir (LATASIR)

Lapis Tipis Aspal Pasir merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran pasir dan aspal keras yang dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu.

12. Aspal Makadam

Aspal Makadam merupakan lapis perkerasan yang terdiri dari agregat pokok dan/atau agregat pengunci bergradasi terbuka atau seragam yang dicampur dengan aspal cair, diperam dan dipadatkan secara dingin. Bagian perkerasan jalan umumnya meliputi : lapis pondasi bawah (*sub base course*), lapis pondasi (*base course*), dan lapis permukaan (*surface course*).

2.3 Agregat

Agregat didefinisikan secara umum sebagai formasi kulit bumi yang keras dan padat. *American Society for Testing and Materials* (ASTM) mendefinisikan agregat sebagai suatu bahan yang terdiri dari mineral padat berupa masa berukuran besar ataupun berupa fragmen-fragmen (Djanasudirja,S). Agregat merupakan komponen utama dari struktur perkerasan jalan yaitu 90 - 95% agregat berdasarkan persentase berat atau 75 - 85% agregat berdasarkan persentase volume sehingga kualitas perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran dengan material lain.

2.3.1 Jenis-jenis Agregat

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

1. Agregat Berdasarkan Proses Terjadinya

a. Agregat Beku

Agregat beku adalah agregat yang berasal dari magma yang mendingin dan membeku. Agregat beku dibagi menjadi dua jenis, yaitu:

- Agregat beku luar dibentuk dari magma yang keluar ke permukaan bumi di saat gunung berapi meletus dan akibat pengaruh cuaca mengalami pendinginan dan membeku.
- Agregat beku dalam dibentuk dari magma yang tak dapat keluar ke permukaan bumi mengalami pendinginan dan membeku secara perlahan-lahan di dalam bumi yang dapat ditemui di permukaan bumi karena proses erosi dan atau gerakan bumi. Agregat beku dalam umumnya bertekstur kasar seperti *gabbro*, *diorite*, *syenit*.

b. Agregat Sedimen

Agregat sedimen 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. ses mekanik, organis, dan kimiawi.

c. Agregat Metamorfik

Agregat metamorfik adalah agregat sedimen ataupun agregat beku yang mengalami proses perubahan bentuk akibat adanya perubahan tekanan dan temperature kulit bumi. Berdasarkan strukturnya dapat dibedakan atas agregat metamorf yang masif seperti marmer, kwarsit dan agregat metamorf yang berfoliasi, berlapis seperti batu sabak, filit, sekis.

2. Agregat Berdasarkan Pengolahannya

Berdasarkan pengolahannya agregat dibagi menjadi dua jenis, yaitu sebagai berikut :

a. 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. Agregat ini terbentuk melalui proses erosi dan degradasi. Agregat ini juga sering disebut sebagai agregat alam. Dua bentuk dan ukuran agregat alam yang sering dipergunakan sebagai material perkerasan jalan yaitu kerikil dan pasir.

b. Agregat yang Perlu Diolah Terlebih Dahulu Sebelum Dipakai

Agregat ini merupakan agregat yang diperoleh di bukit-bukit, di gunung-gunung, ataupun di sungai-sungai. Agregat yang berasal dari gunung, bukit, sungai yang perlu melalui proses pengolahan terlebih dahulu di mesin pemecah batu. Umumnya lebih baik sebagai material perkerasan jalan karena mempunyai bidang pecahan yang bertekstur kasar dan ukuran agregat sesuai yang diinginkan. Di samping itu terdapat pula agregat yang merupakan hasil olahan pabrik seperti semen dan kapur, atau limbah seperti abu terbang.

3. Agregat Berdasarkan Ukuran Butirannya

The Asphalt Institut dan *Deskrimpraswil* dalam *Spesifikasi Baru Campuran Panas*, 2002 membedakan agregat menjadi :

- a. Agregat Kasar, agregat dengan ukuran butir lebih besar dari saringan No. 8 (2,36 mm) dan agregat harus dalam keadaan bersih, keras, awet dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya dan memenuhi persyaratan. Fraksi agregat kasar untuk keperluan pengujian harus terdiri atas batu pecah atau kerikil pecah dan harus disediakan dalam ukuran-ukuran normal. Agregat kasar ini menjadikan perkerasan lebih stabil dan

mempunyai ketahanan terhadap slip yang tinggi sehingga menjamin keamanan lalu lintas. Agregat kasar yang mempunyai bentuk butiran yang bulat memudahkan proses pemadatan tetapi rendah stabilitasnya, sedangkan yang berbentuk menyudut (*angular*) sulit dipadatkan tetapi mempunyai stabilitas yang tinggi. Agregat kasar harus mempunyai ketahanan terhadap abrasi bila digunakan sebagai campuran *wearing course* untuk itu nilai *los angeles abration test* harus dipenuhi.

- b. Agregat Halus, agregat dengan ukuran butir lebih halus dari saringan No. 8 (2,36 mm). Fungsi utama agregat halus yaitu untuk menyediakan stabilitas dan mengurangi deformasi permanen dari perkerasan melalui keadaan saling mengunci dan gesekan antar butiran. Untuk hal ini maka sifat eksternal yang diperlukan adalah bentuk menyudut (*angularity*) dan kekasaran permukaan butiran (*particle surface roughness*). Agregat halus harus merupakan bahan yang bersih, keras, bebas dari lempung, atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya dan agregat halus harus memenuhi spesifikasi.
- c. Bahan Pengisi (*filler*), bagian dari agregat halus yang lolos saringan No. 30 (0,60 mm).

Bina Marga membedakan agregat menjadi :

- a. Agregat kasar adalah agregat dengan ukuran butir lebih besar dari saringan No. 4 (4,75 mm).
- b. Agregat halus adalah agregat dengan ukuran butir lebih halus dari saringan No. 4 (4,75 mm).

2.3.2 Sifat Agregat sebagai Material Perkerasan Jalan

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 sebagai berikut :

1. Gradasi agregat

Gradasi adalah susunan butiran agregat sesuai ukurannya merupakan sifat yang sangat luas pengaruhnya terhadap kualitas perkerasan secara keseluruhan. Ukuran butir agregat dapat diperoleh melalui pengujian analisa saringan dengan menggunakan 1 set saringan. Saringan berukuran bukaan paling besar diletakkan paling atas dan yang paling halus diletakkan paling bawah sebelum pan. Ukuran bukaan saringan seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.2 berikut ini.

Tabel 2.2 Ukuran Bukaan Saringan

Ukuran Saringan	Bukaan (mm)	Ukuran Saringan	Bukaan (mm)
4 inch	100	3/8 inch	9,5
3 ½ inch	90	No. 4	4,75
3 inch	75	No. 8	2,36
2 ½ inch	63	No. 16	1,18
2 inch	50	No. 30	0,6
1 ½ inch	37,5	No. 50	0,3
1 inch	25	No. 100	0,15
¾ inch	19	No. 200	0,075

(Sumber: SNI 03-1968-1990)

Gradasi agregat dapat diperiksa dengan melakukan pengujian analisa saringan berdasarkan SNI ASTM C 136-2012.

2. Ukuran maksimum agregat

Ukuran maksimum butir agregat dinyatakan dengan menggunakan :

- 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

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. Kehancuran agregat dapat disebabkan oleh proses mekanis seperti gaya-gaya yang terjadi selama proses pelaksanaan jalan, pelayanan terhadap beban lalu lintas, dan proses kimiawi seperti pengaruh kelembaban, kepanasan dan perubahan suhu sepanjang hari. Ketahanan agregat terhadap degradasi diperiksa dengan pengujian abrasi menggunakan alat abrasi Los Angeles, sesuai dengan SNI 24117-2008.

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. Agregat dengan berat jenis kecil mempunyai volume yang besar atau berat yang ringan. Terdapat beberapa jenis berat jenis agregat (*specific gravity*) yaitu sebagai berikut :

a. Berat jenis curah kering (S_d)

Berat jenis yang merupakan perbandingan antara berat dari satuan volume agregat (termasuk rongga yang *permeable* dan 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 (S_s)

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* (S_a)

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

d. Penyerapan air (S_w)

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. Agregat dikatakan kering ketika telah dijaga pada suatu temperatur $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ dalam rentang waktu yang cukup untuk menghilangkan seluruh kandungan air yang ada (sampai beratnya tetap).

2.4 Abu Batu

Abu batu adalah suatu bahan pengisi mineral (partikel dengan ukuran lebih besar dari 0,075 mm) yang diperoleh dari produk samping pabrik semen atau penghancur batu. Material ini sangat dibutuhkan untuk proses perkerasan jalan dan juga bisa digunakan sebagai pengganti pasir. Abu batu saat ini merupakan produk samping dalam industri pemecah batuan yang jumlahnya tidak sedikit. Abu batu saat ini tidak terlalu laku untuk dijual di kota-kota besar karena

tidak banyak digunakan dalam industri konstruksi karena konstruksi perkerasan jalan dengan Lapen telah banyak bergeser ke lapisan beton aspal. Namun di beberapa daerah material ini masih digunakan dan merupakan kebutuhan penting dalam pekerjaan perkerasan aspal. *Paving* lapen yang biasanya dilapisi abu batu dapat diganti dengan pasir sehingga abu batu pada *stone crusher* menjadi bahan limbah yang harus segera dibenahi.

Tabel 2.3 Syarat gradasi Abu Batu

Ukuran Saringan	% Lolos
No. 30 (0,59 mm)	100
No. 50 (0,279 mm)	95 – 100
No. 100 (0,149 mm)	90 – 100

(Sumber: Bina Marga, 1995)

2.5 Aspal

Bitumen adalah zat perekat material berwarna hitam atau gelap, berbentuk padat atau semi padat yang dapat diperoleh di alam ataupun sebagai hasil produksi. Bitumen dapat berupa aspal, tar, atau *pitch*. Aspal dapat diperoleh di alam ataupun merupakan residu dari pengilangan minyak bumi, tar adalah hasil kondensat dalam destilasi destruktif dari batubara, minyak bumi, kayu, atau material organik lainnya, sedangkan *pitch* diperoleh sebagai residu dari destilasi fraksional tar. Tar dan *pitch* tidak diperoleh di alam namun merupakan produk kimiawi. Dari ketiga jenis bitumen tersebut di atas hanya aspal yang umum digunakan untuk sebagai bahan pembentuk perkerasan jalan sehingga seringkali bitumen disebut sebagai aspal. Aspal bersifat termoplastis yaitu mencair jika dipanaskan dan kembali membeku jika temperatur turun. Sifat ini digunakan dalam proses konstruksi perkerasan jalan. Banyaknya aspal dalam campuran perkerasan berkisar antara 4 – 10% berdasarkan berat campuran atau 10 – 15% berdasarkan volume campuran.

2.5.1 Jenis Aspal

Berdasarkan sumbernya aspal dibedakan menjadi beberapa jenis, yaitu :

1. Aspal Alam

Aspal alam terbentuk bilamana minyak mentah bumi naik ke permukaan bumi melalui celah-celah kulit bumi. Akibat sinar matahari dan angin maka minyak ringan dan gas menguap dan meninggalkan residu yang plastis dan hitam disebut aspal. Kebanyakan aspal alam bercampur dengan mineral seperti lempung tanah, pasir sampai kerikil yang terbawa saat minyak bumi mengalir ke cekungan permukaan bumi.

2. Aspal Minyak

Dari hasil destilasi minyak mentah bumi akan diperoleh berbagai jenis minyak seperti: bensin, solar, minyak tanah, dsb. Residu dari hasil destilasi ini adalah aspal, namun aspal ini masih lunak yaitu mempunyai Penetrasi sekitar 300. Setelah melalui proses semi *blown* baru diperoleh aspal Penetrasi 60/70 dan aspal keras (*asphalt cement*) jenis lainnya.

a. Aspal Keras

Aspal Aspal keras adalah aspal yang dalam temperatur kamar berbentuk padat dan keras. Aspal jenis ini dirancang dengan memilih penetrasi, kekerasan yang sesuai untuk pelaksanaan, iklim dan jenis lalu lintas, dari suatu perkerasan. Penetrasi adalah masuknya jarum standar dengan beban 100 gram (termasuk berat jarum), dalam temperatur 25 °C selama 5 detik. Contoh : Pen.40/50; Pen.60/70. Semakin rendah nilai penetrasinya semakin keras aspalnya. Aspal minyak diperoleh dari penyulingan minyak mentah bumi dengan penguapan dan destilasi dalam berbagai tahap kondensasi. Aspal keras berbeda dengan aspal cair di mana aspal keras harus dipanaskan untuk mencapai kondisi mencair sedangkan aspal cair sudah dalam kondisi cair pada temperatur kamar sehingga diperlukan bahan pelarut untuk aspal cair.

b. Aspal Cair

Terdapat 3 jenis aspal cair yaitu :

- Aspal Cair Penguapan Lambat (*Slow Curing Liquid Asphalt*)
Aspal cair jenis ini dapat berupa residu yang mengandung sedikit minyak berat atau campuran antara aspal keras dengan minyak residu. Untuk mencapai kelecakan (*workability*) yang lebih baik maka aspal jenis ini harus dipanaskan dan umumnya digunakan untuk campuran dingin. Contoh : SC-800.
- Aspal Cair Penguapan Sedang (*Medium Curing Liquid Asphalt*)
Aspal cair jenis ini diperoleh dengan mencairkan aspal keras dengan minyak tanah. Aspal jenis ini sudah berbentuk cair dalam temperatur kamar dan umumnya digunakan untuk *prime coat*. Contoh : MC-250.
- Aspal Cair Penguapan Cepat (*Rapid Curing Liquid Asphalt*)
Aspal cair jenis ini diperoleh dengan mencairkan aspal keras dengan bensin. Karena penguapan bensin jauh lebih cepat dari minyak tanah maka aspal cair ini dikenal dengan nama aspal cair penguapan cepat. Umumnya digunakan untuk *tack coat*. Contoh: RC-70. Angka yang lebih tinggi menunjukkan aspal cair yang lebih kental, misalnya RC-250 lebih kental dari RC-70, angka ini menunjukkan syarat viskositas kenematik minimum dari aspal cair tersebut.

c. Aspal Emulsi

Jika air dicampur dengan minyak maka keduanya akan memisah, agar ter-campur dalam suspensi maka diperlukan bahan ketiga seperti sabun yang ditambahkan untuk memperlambat pemisahan. Dalam hal yang sama, aspal keras dan air dicampur dengan menggunakan bahan pengemulsi untuk memperlambat pemisahan. Terdapat banyak bahan pengemulsi baik organik maupun

anorganik seperti lempung koloidal, silika yang dapat maupun yang tidak dapat dilarutkan, sabun, minyak sayur sulfonat. Jika aspal emulsi *breaks up* atau *sets up*, maka air mengalir atau menguap meninggalkan aspal. Penanganan aspal emulsi harus diperhatikan khusus agar reaksi dini akibat tekanan, panas atau dingin yang berlebihan, tidak terjadi. Kecepatan reaksi sangat ditentukan oleh jumlah dan jenis bahan pengemulsi yang digunakan. Jika aspal emulsi *breaks up* maka warna aspal yang semula coklat berubah menjadi hitam. Aspal emulsi menurut muatan listrik bahan pengemulsinya terdiri dari:

- Aspal Emulsi Kationik
Aspal emulsi jenis kationik (ion positif) cocok untuk jenis batuan yang mengandung ion negatif. Meskipun demikian, aspal kationik dapat digunakan untuk semua jenis batu.
- Aspal Emulsi Anionik
Aspal emulsi jenis anionik (ion negatif) cocok untuk jenis batu yang mengandung ion positif.

Aspal emulsi menurut kecepatan reaksinya terdiri dari :

- Reaksi Cepat (*Rapid Setting*) memerlukan beberapa menit untuk *breaks up*. Contoh : RS.
- Reaksi Sedang (*Medium Setting*) memerlukan puluhan menit untuk *breaks up*. Contoh : MS.
- Reaksi Lambat (*Slow Setting*) memerlukan waktu berjam-jam untuk *breaks up*. Contoh : SS.

Secara umum aspal emulsi lebih menguntungkan dari aspal cair karena aspal emulsi dapat beradaptasi untuk agregat basah dan mengurangi bahaya kebakaran dan bahaya keracunan.

2.5.2 Sifat Aspal

Aspal yang digunakan dalam konstruksi perkerasan jalan pada umumnya berfungsi sebagai pengikat dan pengisi rongga udara antara agregat, oleh karena itu, aspal yang digunakan harus bersifat (Sukirman, 1993) sebagai berikut :

1. Mempunyai Daya tahan (*durability*)

Daya tahan aspal adalah kemampuan aspal mempertahankan sifat asalnya akibat pengaruh cuaca selama masa pelayanan jalan. Sifat ini merupakan sifat dari campuran aspal jadi tergantung dari sifat agregat, campuran dengan aspal, faktor pelaksanaan dan sebagainya.

2. Kohesi dan Adhesi

Kohesi merupakan kemampuan aspal untuk mengikat unsur-unsur penyusun dari dirinya sendiri sehingga terbentuknya aspal dengan daktilitas yang tinggi. Sedangkan adhesi menyatakan kemampuan aspal untuk berikatan dengan agregat dan tetap mempertahankan agregat pada tempatnya setelah berikatan.

3. Kepekaan terhadap temperatur

Kepekaan aspal terhadap temperatur adalah sensitifitas perubahan sifat viskoelastis aspal akibat perubahan temperatur, sifat ini dinyatakan sebagai indeks penetrasi aspal (IP). Aspal dengan nilai IP yang tinggi akan memiliki kepekaan yang rendah terhadap perubahan temperatur, oleh sebab itu campuran yang dibuat dari aspal dengan nilai IP yang tinggi akan memiliki rentang temperatur pencampuran dan pemadatan yang lebih lebar dari campuran yang dibuat dari aspal dengan nilai IP yang rendah. Aspal dengan tingkat kekerasan atau nilai penetrasi yang sama belum tentu memiliki nilai IP yang sama sebaliknya aspal dengan nilai IP yang sama belum tentu memiliki tingkat kekerasan yang sama. Pada aspal dengan IP yang sama, semakin tinggi tingkat kekerasan aspal semakin tinggi ketahanan campuran beraspal yang dihasilkannya (Brennen, 1999).

4. Kekerasan aspal

Aspal pada proses pencampuran dipanaskan dan dicampur dengan agregat sehingga agregat dilapisi aspal atau aspal panas disiramkan ke permukaan agregat yang telah disiapkan pada proses peleburan. Pada waktu proses pelaksanaan, terjadi oksidasi yang menyebabkan aspal menjadi getas (viskositas bertambah tinggi).

5. Viskoelastisitas Aspal

Viskoelastisitas aspal adalah suatu material yang bersifat viskoelastis yang sifatnya akan berubah tergantung pada temperatur atau waktu pembebanan. Kegunaan mengetahui sifat viskoelastis aspal adalah untuk menentukan pada temperatur beberapa pencampuran aspal dengan agregat harus dilakukan agar mendapatkan campuran yang homogen dimana semua permukaan agregat dapat terselimuti oleh aspal secara merata dan aspal mampu masuk ke dalam pori-pori agregat untuk membentuk ikatan kohesi yang kuat dan untuk mengetahui pada temperatur berapa pemadatan dapat dilakukan dan kapan harus dihentikan (Brennen, 1999). Bila pemadatan dilakukan pada temperatur dimana kondisi aspal masih sangat kental maka pada saat pemadatan akan terjadi pergeseran campuran beraspal karena campuran tersebut belum cukup kaku untuk memikul beban dari alat pemadat. Sebaliknya, bila pemadatan dilakukan pada temperatur yang sangat rendah dimana campuran sudah bersifat kurang elastis maka pemadatan yang diberikan tidak lagi menaikkan kepadatan campuran tetapi justru akan merusak atau mungkin menghancurkan campuran tersebut. Hal ini disebabkan karena pada campuran beraspal yang sudah cukup kaku, agregat pembentuknya sudah terikat kuat oleh aspal dan aspal tidak lagi berfungsi sebagai pelumas untuk relokasi agregat, sehingga energi pemadatan yang diberikan sudah tidak mampu lagi memaksa partikel agregat untuk bergerak mendekat satu dengan yang lainnya tetapi energi ini justru akan menghancurkan ikatan antara agregat dengan aspal yang sudah terbentuk sebelumnya (Brennen, 1999).

Sifat aspal yang lainnya adalah :

1. Aspal mempunyai sifat mekanis (*Rheologic*), yaitu hubungan antara tegangan (*stress*) dan regangan (*strain*) dipengaruhi oleh waktu. Apabila mengalami pembebanan dengan jangka waktu pembebanan yang sangat cepat, maka aspal akan bersifat elastis, tetapi jika pembebanannya terjadi dalam jangka waktu yang lambat maka sifat aspal menjadi plastis (*viscous*).
2. Aspal adalah bahan yang *Thermoplastis*, yaitu konsistensinya atau viskositasnya akan berubah sesuai dengan perubahan temperatur yang terjadi. Semakin tinggi temperatur aspal, maka viskositasnya akan semakin rendah atau semakin encer demikian pula. Sebaliknya dari segi pelaksanaan lapis keras, aspal dengan viskositas yang rendah akan menguntungkan karena aspal akan menyelimuti batuan dengan lebih baik dan merata. Akan tetapi dengan pemanasan yang berlebihan maka akan merusak molekul-molekul dari aspal, aspal menjadi getas dan rapuh.
3. Aspal mempunyai sifat *Thixotropy*, yaitu jika dibiarkan tanpa mengalami tegangan regangan akan berakibat aspal menjadi mengeras sesuai dengan jalannya waktu.

Semakin besar angka penetrasi aspal (semakin kecil tingkat konsistensi aspal) akan memberikan nilai modulus elastis aspal yang semakin kecil dalam tinjauan temperatur dan pembebanan yang sama (Brown and Bitumen, 1984). Terdapat bermacam-macam tingkat penetrasi aspal yang dapat digunakan dalam campuran agregat aspal, antara lain 40/50; 60/70; 80/100. Umumnya aspal yang digunakan di Indonesia adalah aspal dengan penetrasi 80/100 dan penetrasi 60/70.

Fungsi aspal dalam konstruksi jalan adalah :

1. Bahan pengikat agregat, memberikan daya lekat yang baik. Syaratnya mempunyai daya adhesi dan daya kohesi yang besar.
2. Pengisi dan penutup rongga-rongga (*void*) dari pengaruh, mengisi volume yang tersedia. Syaratnya sifat plastis yang besar dan sifat cairan yang cukup.

2.5.3 Pemeriksaan Karakteristik Aspal

Pemeriksaan aspal perlu dilakukan untuk menentukan sifat fisik dan kimiawi aspal. Secara garis besar sesuai tujuannya pemeriksaan aspal dapat dikelompokkan menjadi 6 bagian pengujian, antara lain:

1. Pengujian untuk menentukan komposisi aspal.
2. Pengujian untuk mendapatkan data yang berguna bagi keselamatan bekerja.
3. Pengujian konsistensi aspal.
4. Pengujian durabilitas aspal.
5. Pengujian kemampuan aspal untuk mengikat agregat.
6. Pengujian berat jenis aspal yang dibutuhkan untuk merencanakan campuran aspal dengan agregat.

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

1. 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.

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

3. Penetrasi Aspal

Pengujian penetrasi aspal 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.

4. 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.

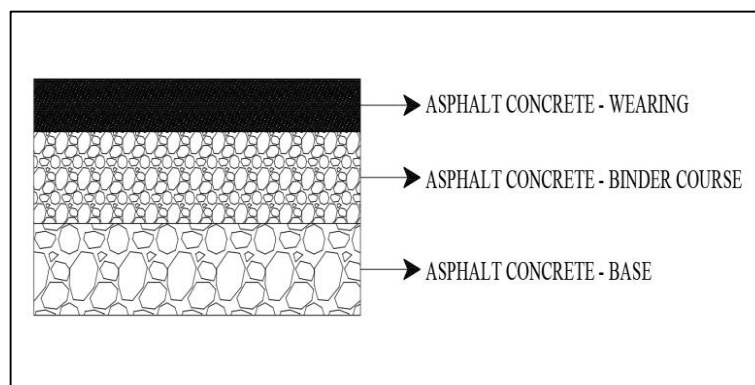
2.6 Lapisan Asphalt Concrete - Wearing Course (AC-WC)

Menurut Silvia Sukirman (2012), 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. Ada beberapa jenis beton aspal campuran panas, namun dalam penelitian ini jenis beton aspal campuran panas yang akan ditinjau adalah AC - WC. Laston sebagai lapis aus (*Wearing Course*) adalah lapisan perkerasan yang berhubungan langsung dengan ban kendaraan, merupakan lapisan yang kedap air, tahan terhadap cuaca, dan mempunyai kekesatan yang disyaratkan dengan tebal nominal minimum 4 cm. Lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya kelapisan dibawahnya berupa muatan kendaraan (gaya vertikal), gaya rem (horizontal) dan pukulan roda kendaraan (getaran), karena sifat penyebaran beban maka beban yang diterima oleh masing-masing lapisan berbeda dan semakin kebawah semakin besar. Lapisan yang paling atas disebut lapisan permukaan dimana lapisan permukaan ini harus mampu menerima seluruh jenis beban yang bekerja, oleh karena itu lapisan permukaan mempunyai fungsi sebagai berikut :

1. Lapis perkerasan penahan beban roda, harus mempunyai stabilitas tinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan.

2. Lapis kedap air, sehingga air hujan yang jatuh di atasnya tidak meresap ke lapisan dibawahnya dan melemahkan lapisan–lapisan tersebut.
3. Lapis aus, lapisan yang langsung menerima gesekan akibat gaya rem dari kendaraan sehingga mudah menjadi aus.
4. Lapisan yang menyebarkan beban kelapisan bawah, sehingga dapat dipikul oleh lapisan lain yang ada di bawahnya.

Untuk dapat memenuhi fungsi tersebut diatas, 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. (Silvia Sukirman, 2012)



Gambar 2.2 Lapisan Aspal Beton

(Sumber : Supardi, 2017)

2.7 Rubber Sheet

Rubber sheet merupakan karet lembaran yang terbuat dari karet murni berkualitas tanpa ada lapisan pelat baja, dan mempunyai berbagai macam fungsi yang dapat diaplikasikan sesuai dengan kebutuhan. Fungsi *rubber sheet* yaitu sebagai berikut :

1. Untuk penggunaan koreksi permukaan beton pada struktur beton pada struktur *slab on pile*. *Slab on pile* merupakan struktur pondasi yang ditumpu oleh *system* kelompok tiang pancang dan diikat oleh *pile cap* yang digunakan untuk menahan dan meneruskan beban dari struktur atas ke dalam tanah yang mempunyai daya dukung untuk menahannya. Penggunaan pondasi *pile slab* merupakan perkuatan pada tanah yang mempunyai daya dukung rendah seperti pada tanah gambut.

2. Sebagai alas pelat injak pada abutment.
3. Untuk penyalur beban dan pergerakan dari lantai pada struktur *slab on pile*.
4. Sebagai bahan pengisi sekat antar bidang cor lantai beton.

Rubber Sheet memiliki bahan baku dari karet berupa *polycholoprene* asli tanah kristalisasi sebagai polimer mentah yang digabung dalam bentuk kompon, sehingga memiliki karakteristik yang tanggunng dan fleksibel sehingga memberikan penggunaan yang lebih awet dan dapat bertahan untuk waktu yang lebih lama. *Rubber sheet* biasanya digunakan pada :

1. Bantalan peredam dari benturan
2. Alas tangga
3. Lapisan pada dinding
4. Peredam Suara

Tabel 2.4 Kandungan yang sama yang terdapat pada karet ban dan *rubber sheet*

Karet Ban	<i>Rubber Sheet</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Karet alam • Pengisi (Karbon hitam, Silica, Karbon Kapur) • Plasticizer (Minyak dan Resin) • Bahan kimia untuk vukanisasi (Sulfur) • Kimia sebagai antioksidan untuk melawan kelelahan ban 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Polymers</i> (karet alam) • <i>Filler system</i> (<i>Carbon black, Silicas, Calcium carbonate</i>) • <i>stabilizer system</i> (<i>Antioxidants</i>) • <i>vulcanizing system component</i> (<i>Sulfure</i>) • <i>special material</i> (<i>Oil, Resins</i>)

(Sumber : Julian, 2008)



Gambar 2.3 *Rubber Sheet*
(Sumber : Dokumentasi Skripsi, 2023)

2.8 Beton Aspal Campuran Panas (*Hot Mix*)

Aspal beton campuran panas merupakan salah satu jenis dari lapis perkerasan konstruksi perkerasan lentur. Jenis perkerasan ini merupakan campuran homogen antara agregat dan aspal sebagai bahan pengikat pada temperatur tertentu. Untuk mengeringkan agregat dan mendapatkan tingkat kecairan yang cukup dari aspal sehingga diperoleh kemudahan untuk mencampurnya maka kedua material harus dipanaskan terlebih dahulu sebelum dicampur yang dikenal sebagai "*hot mix*". Pekerjaan pencampuran dilakukan di pabrik pencampur kemudian dibawa ke lokasi dan dihampar dengan menggunakan alat penghampar (*paving machine*) sehingga diperoleh lapisan lepas yang seragam dan merata untuk selanjutnya dipadatkan dengan mesin pemadat dan akhirnya diperoleh lapisan padat aspal beton.

Temperatur pencampuran ditentukan pada jenis aspal yang akan digunakan. Dalam pencampuran aspal harus dipanaskan untuk memperoleh tingkat kecairan (viskositas) yang tinggi agar dapat mendapatkan mutu campuran yang baik dan kemudahan dalam pelaksanaan. Pemilihan jenis aspal yang akan digunakan ditentukan atas dasar iklim, kepadatan lalu lintas dan jenis konstruksi yang akan digunakan.

Campuran beton aspal adalah kombinasi material bitumen dengan agregat yang merupakan permukaan perkerasan yang biasa dipergunakan akhir-

akhir ini. Karakteristik campuran diperoleh melalui analisis hasil rancangan dan pengujian yang dilakukan selama pencampuran material dan pemadatan. Material aspal dipergunakan untuk semua jenis jalan raya dan merupakan salah satu bagian dari lapisan beton aspal jalan raya kelas satu hingga di bawahnya. Material bitumen adalah hidrokarbon yang dapat larut dalam karbon disulfat. Material tersebut biasanya dalam keadaan baik pada suhu normal dan apabila kepanasan akan melunak atau berkurang kepadatannya. Ketika terjadi pencampuran antara agregat dengan bitumen yang kemudian dalam keadaan dingin, campuran tersebut akan mengeras dan akan mengikat agregat secara bersamaan dan membentuk suatu lapis permukaan perkerasan (Rian Putrowijoyo, 2006).

2.8.1 Karakteristik Beton Aspal

Terdapat tujuh karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh beton aspal adalah sebagai berikut :

1. Stabilitas

Stabilitas adalah kekuatan dari campuran aspal untuk menahan deformasi akibat beban tetap dan berulang tanpa mengalami keruntuhan. Jalan dengan volume lalu lintas tinggi dan sebagian besar merupakan kendaraan berat menuntut stabilitas yang lebih besar dibandingkan dengan jalan yang volume lalu lintasnya hanya terdiri dari kendaraan penumpang saja. Stabilitas terjadi dari hasil geseran antar butir, penguncian antar partikel dan daya ikat yang baik dari lapisan aspal. Dengan demikian stabilitas yang tinggi dapat diperoleh dengan mengusahakan penggunaan antara lain: agregat bergradasi baik, rapat, dan mempunyai rongga antar butiran agregat (VMA) yang kecil. VMA yang kecil maka pemakaian aspal yang banyak akan menyebabkan terjadinya *bleeding* karena aspal tidak dapat menyelimuti agregat dengan baik.

2. Keawetan

Keawetan adalah ketahanan campuran aspal terhadap pengaruh cuaca, air, perubahan temperatur, maupun keausan akibat gesekan roda kendaraan. Keawetan beton aspal dipengaruhi oleh tebalnya film atau

selimut aspal, banyaknya pori dalam campuran, kepadatan dan kedap airnya campuran. Besarnya pori yang tersisa dalam campuran setelah pemadatan, mengakibatkan durabilitas beton aspal menurun. Semakin besar pori yang tersisa semakin tidak kedap air dan semakin banyak udara didalam beton aspal, yang menyebabkan semakin mudahnya selimut aspal beroksidasi dengan udara dan menjadi getas, dan keawetan menurun. Untuk mencapai ketahanan yang tinggi diperlukan rongga dalam campuran (VIM) yang kecil, sebab dengan demikian udara tidak (atau sedikit) masuk ke dalam campuran yang dapat menyebabkan menjadi rapuh. Selain itu diperlukan juga VMA yang besar, sehingga aspal dapat menyelimuti agregat lebih baik.

3. Kelenturan

Kelenturan adalah kemampuan lapisan untuk dapat mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas berulang tanpa mengalami retak ataupun penurunan akibat berat sendiri tanah timbunan yang dibuat di atas tanah asli. Untuk mencapai kelenturan yang tinggi diperlukan VMA yang besar VIM yang kecil, dan pemakaian aspal dengan penetrasi tinggi ataupun dengan mempergunakan agregat bergradasi terbuka.

4. Kedap Air

Kedap air yaitu kemampuan beton aspal untuk tidak dimasuki air ataupun udara kedalam lapisan beton aspal. Air dan udara dapat mengakibatkan percepatan proses penuaan aspal, dan pengelupasan film/selimut aspal dari permukaan agregat. Jumlah pori yang tersisa setelah beton aspal dipadatkan dapat menjadi indikator kedap air campuran. Tingkat impermeabilitas beton aspal berbanding terbalik dengan tingkat keawetan.

5. Kekesatan Permukaan atau Ketahanan Geser

Kekesatan permukaan adalah kemampuan perkerasan aspal memberikan permukaan yang cukup kesat sehingga kendaraan yang melaluinya tidak mengalami *slip*, baik diwaktu jalan basah maupun kering. Faktor-faktor untuk mendapatkan kekesatan jalan sama dengan untuk mendapatkan

stabilitas yang tinggi, yaitu kekasaran permukaan dari butir-butir agregat, luas bidang kontak antar butir atau bentuk butir, gradasi agregat, kepadatan campuran, dan tebal film aspal. Ukuran maksimum butir agregat ikut menentukan kekesatan permukaan. Kekesatan yang tinggi memerlukan kadar aspal yang tepat sehingga tidak terjadi *bleeding* dan penggunaan agregat kasar yang cukup.

6. Ketahanan terhadap Kelelahan

Ketahanan terhadap kelelahan adalah kemampuan aspal beton untuk mengalami beban berulang tanpa terjadi kelelahan berupa retak atau kerusakan alur (*rutting*).

7. *Workability*

Workability adalah kemudahan campuran aspal untuk diolah. Faktor yang mempengaruhi *workability* antara lain gradasi agregat, dimana agregat yang bergradasi baik lebih mudah dikerjakan, dan kandungan *filler*, dimana *filler* yang banyak akan mempersulit pelaksanaan.

2.8.2 Persyaratan Campuran Beton Aspal

Aspal yang digunakan untuk campuran beton aspal haruslah memenuhi persyaratan seperti yang diberikan dalam Spesifikasi Umum 2018 untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan (Revisi 2) Tabel 2.5 berikut adalah spesifikasi persyaratan campuran beton aspal.

Tabel 2.5 Ketentuan Sifat-sifat Campuran Laston (AC)

Sifat-Sifat Campuran		Laston		
		Lapis Aus	Lapis Antara	Fondasi
Jumlah tumbukan per bidang	-	75	112	
Rasio partikel lolos ayakan 0,075 mm dengan kadar aspal efektif	Min	0,6		
	Max	1,6		
Rongga dalam campuran (%)	Min	3		
	Max	5		
Rongga dalam agregat (VMA)(%)	Min	15	14	13

Lanjutan Tabel 2.5

Sifat-Sifat Campuran		Laston		
		Lapis Aus	Lapis Antara	Fondasi
Rongga terisi aspal (%)	Min	65	65	65
Stabilitas Marshall (kg)	Min	800		1800
Pelelehan (mm)	Min	2		3
	Max	4		6
Stabilitas Marshall sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam 60°C	Min	90		
Rongga dalam campuran (%) pada kepadatan membal (<i>refusal</i>)	Min	2		

(Sumber : Kementerian PUPR Direktorat Jenderal Bina Marga, 2020)

2.9 Aspal Modifikasi

Bahan aspal atau aspal ini biasanya disebut sebagai *Polymer Modified Asphalt* (PMA), atau juga *Polymer Modified Bitumen* (PMB). Kedua hal tersebut adalah bahan aspal atau aspal minyak yang ditambahkan dengan bahan-bahan tertentu untuk meningkatkan kinerjanya, dengan tujuan lain dari penggunaan bahan aspal atau aspal modifikasi adalah menghasilkan bahan aspal atau aspal yang tahan lama dan tahan beban.

Aspal modifikasi memiliki titik leleh pada suhu yang tinggi sehingga sangat cocok untuk perkerasan jalan dengan trafik yang padat dan tinggi seperti jalan tol, jalan provinsi maupun jalan nasional. Keuntungan dalam penggunaan aspal modifikasi yaitu sebagai berikut:

1. Diperoleh sifat karakteristik terutama titik leleh yang tinggi akan diperoleh campuran aspal stabilitas tinggi atau ketahanan yang tinggi terhadap deformasi plastik.
2. Dengan menambah daya lekat aspal terhadap agregat akan mengurangi stripping.
3. Campuran lebih homogen sehingga mengurangi permasalahan pelaksanaan di *Asphalt Mixing Plant* (AMP).

4. Kemasan yang dibuat akan mempermudah distribusi dengan harga bersaing.
5. Adanya pengawasan mulai *job mix*, pelaksanaan di lapangan akan mempermudah pelaksanaan yang efisien.

Kelebihan dalam penggunaan aspal modifikasi yaitu sebagai berikut:

1. Dengan meningkatnya titik leleh dari aspal modifikasi maka akan menambah stabilitas campuran aspal dalam rangka mengantisipasi lalu lintas berat dan repetisi yang besar.
2. Akan meningkatkan daya rekat aspal dalam rangka mencegah anti *stripping*.
3. Mengurangi retak, *fatigue*, deformasi permukaan serta *bleeding*.
4. Dengan meningkatnya daya tahan perkerasan jalan, akan mengurangi biaya perawatan perkerasan.
5. Dengan kelarutan Aspal Modifikasi yang masih diatas 99% akan mengurangi timbulnya endapan pada AMP (*Asphalt Mixing Plant*) sehingga memperkecil permasalahan di AMP.
6. Tingkat keberhasilan yang tinggi untuk aplikasi *Chip Seal* pada pemeliharaan jalan.
7. Mutu Aspal Modifikasi Elastomer dengan bahan SBS sudah teruji secara internasional sejak tahun 1960.

Campuran aspal modifikasi haruslah memenuhi persyaratan seperti yang diberikan dalam Spesifikasi Umum 2018 untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan (Revisi 2). Tabel 2.6 berikut adalah spesifikasi persyaratan campuran beton aspal modifikasi.

Tabel 2.6 Ketentuan Sifat-sifat Campuran Laston Modifikasi (AC-Mod)

Sifat-Sifat Campuran		Laston		
		Lapis Aus	Lapis Antara	Fondasi
Jumlah tumbukan per bidang	-	75		112
Rasio partikel lolos ayakan 0,075 mm dengan kadar aspal efektif	Min	0,6		
	Max	1,6		
Rongga dalam campuran (%)	Min	3		
	Max	5		
Rongga dalam agregat (VMA)(%)	Min	15	14	15
Rongga terisi aspal (%)	Min	65	65	65
Stabilitas Marshall (kg)	Min	1000		2250
Pelelehan (mm)	Min	2		3
	Max	4		6
Stabilitas Marshall sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam 60°C	Min	90		
Rongga dalam campuran (%) pada kepadatan membal (<i>refusal</i>)	Min	2		
Stabilitas dinamis, linatasan/mm	Min	2500		

(Sumber : Kementerian PUPR Direktorat Jenderal Bina Marga, 2020)