

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Jalan

Definisi jalan Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 tahun 2009 Bab 1, Pasal 1 adalah seluruh bagian Jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi Lalulintas umum, yang berada pada permukaan tanah, diatas permukaan tanah, dibawah permukaan tanah dan/atau air, serta diatas permukaan air, kecuali jalan rel dan jalan kabel.

B. Jenis - Jenis Konstruksi Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah bagian dari jalur lalulintas, yang bila kita perhatikan secara struktural pada penampang struktur dalam kedudukan yang paling sentral dalam suatu badan jalan. Saat ini perkerasan jalan menjadi suatu komponen yang sangat penting untuk kepentingan dan kelancaran pergerakan lalulintas yang terdiri dari lapis permukaan (*surface course*), lapis pondasi atas (*base course*), lapis pondasi bawah (*subbase course*), lapisan tanah dasar (*subgrade*). Pada umumnya perkerasan jalan terdiri dari 3 jenis (sukirman,1999), yaitu perkerasan lentur, perkerasan kaku dan perkerasan komposit. Perbedaan antara perkerasaan lentur dan kaku dapat dilihat pada Gambar 2.1 ; 2.2 ; 2.3 dan pada Tabel 2.1 ; 2.2.

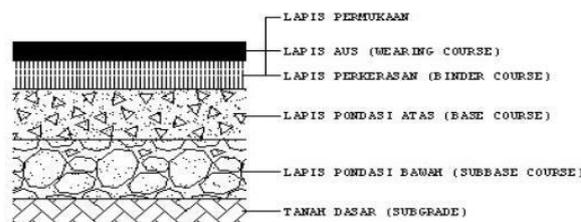
1. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Pada umumnya perkerasan lentur baik digunakan untuk jalan yang melayani beban lalulintas ringan sampai sedang, seperti jalan perkotaan, jalan dengan utilitas terletak di bawah perkerasan jalan, perkerasan bahu jalan, atau perkerasan dengan konstruksi bertahap.

Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*) adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebabkan beban lalulintas tanah dasar. Suatu struktur perkerasan lentur biasanya terdiri

atas beberapa lapisan bahan, dimana setiap lapisan akan menerima beban dari lapisan di atasnya, meneruskan dan menyebarkan beban tersebut ke lapisan dibawahnya. Sehingga, semakin ke lapisan struktur bawah, beban yang ditahan semakin kecil. Untuk mendapatkan keuntungan yang maksimum dari karakteristik diatas, lapisan bahan biasanya disusun secara menurun berdasarkan daya dukung terhadap beban diatasnya. Lapisan paling atas adalah material dengan daya dukung terhadap beban paling besar dan semakin kebawah adalah lapisan dengan daya dukung terhadap beban semakin kecil (Guntoro, 2014 dalam Danu, 2016)

Menurut pedoman Pt-t-01-2002-B, struktur perkerasan lentur, umumnya terdiri atas: tanah dasar (*subgrade*), lapis pondasi bawah (*subbase course*), lapis pondasi (*base course*), dan lapis permukaan (*surface course*). Sedangkan susunan lapis perkerasan adalah seperti diperlihatkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Lapisan Perkerasan Lentur

Sumber: *Google.com*

a. Tanah Dasar (*Subgrade*)

Merupakan lapisan dimana akan diletakkan lapis pondasi bawah (*subbase*). Lapisan tanah dasar dapat berupa tanah asli yang dipadatkan, tanah yang didatangkan dari tempat lain dan dipadatkan atau tanah yang distabilisasi dengan bahan kimia atau bahan lainnya. Pemadatan yang baik diperoleh jika dilakukan pada kadar air optimum dan diusahakan kadar air tersebut konstan selama umur rencana. Hal ini dapat dicapai dengan perlengkapan drainase yang memenuhi syarat. Ditinjau dari muka tanah asli, lapisan tanah dasar dibedakan atas:

1) Lapisan tanah galian

- 2) Lapisan tanah timbunan
- 3) Lapisan tanah asli

Sebelum diletakkan lapisan-lapisan lainnya, tanah dasar dipadatkan terlebih dahulu sehingga tercapai kestabilan yang tinggi terhadap perubahan volume. Hal ini dikarenakan kekuatan konstruksi perkerasan jalan sangat ditentukan oleh sifat-sifat daya dukung tanah dasar.

Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung pada sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar. Dalam pedoman Pt-t-01-2002-B diperkenalkan *Modulus Resilien (MR)* sebagai parameter tanah dasar yang digunakan dalam perencanaan. *Modulus resilien (MR)* tanah dasar juga dapat diperkirakan dari *CBR* standar dan hasil atau nilai *test soil index*. Korelasi *Modulus Resilien* dengan nilai *CBR (Heukelom & Klomp)* berikut ini dapat digunakan untuk tanah berbutir halus (*fine-grained soil*) dengan nilai *CBR* terendam 10 atau lebih kecil ($MR (psi) = 1.500 \times CBR$).

Persoalan tanah dasar yang sering ditemui antara lain:

- 1) Perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) dari jenis tanah tertentu sebagai akibat beban lalu lintas.
 - 2) Sifat mengembang dan menyusut dari tanah tertentu akibat perubahan kadar air.
 - 3) Daya dukung tanah tidak merata dan sukar ditentukan secara pasti pada daerah dan jenis tanah yang sangat berbeda sifat dan kedudukannya, atau akibat pelaksanaan konstruksi.
 - 4) Lendutan dan lendutan balik selama dan sesudah pembebanan lalu lintas untuk jenis tanah tertentu.
 - 5) Tambahan pemadatan akibat pembebanan lalu lintas dan penurunan yang diakibatkannya, yaitu pada tanah berbutir (*granular soil*) yang tidak dipadatkan secara baik pada saat pelaksanaan konstruksi.
- b. Lapis Pondasi Bawah (*Subbase Course*)

Lapis pondasi bawah adalah bagian dari struktur perkerasan lentur yang terletak antara tanah dasar dan lapis pondasi. Biasanya

terdiri atas lapisan dari material berbutir (*granular material*) yang dipadatkan, distabilisasi ataupun tidak, atau lapisan tanah yang distabilisasi. Fungsi lapis pondasi bawah antara lain:

- 1) Sebagai bagian dari konstruksi perkerasan untuk mendukung dan menyebarkan beban roda.
- 2) Mencapai efisiensi penggunaan material yang relatif murah agar lapisan-lapisan di atasnya dapat dikurangi ketebalannya (penghematan biaya konstruksi).
- 3) Mencegah tanah dasar masuk ke dalam lapis pondasi.
- 4) Sebagai lapis pertama agar pelaksanaan konstruksi berjalan lancar.

Lapis pondasi bawah diperlukan sehubungan dengan terlalu lemahnya daya dukung tanah dasar terhadap roda-roda alat berat (terutama pada saat pelaksanaan konstruksi) atau karena kondisi lapangan yang memaksa harus segera menutup tanah dasar dari pengaruh cuaca.

c. Lapis Pondasi (*Base Course*)

Lapis pondasi adalah bagian dari struktur perkerasan lentur yang terletak langsung di bawah lapis permukaan. Lapis pondasi dibangun di atas lapis pondasi bawah atau, jika tidak menggunakan lapis pondasi bawah, langsung di atas tanah dasar. Fungsi lapis pondasi antara lain:

- 1) Sebagai bagian konstruksi perkerasan yang menahan beban roda.
- 2) Sebagai perletakan terhadap lapis permukaan.

Bahan-bahan untuk lapis pondasi harus cukup kuat dan awet sehingga dapat menahan beban-beban roda. Sebelum menentukan suatu bahan untuk digunakan sebagai bahan pondasi, hendaknya dilakukan penyelidikan dan pertimbangan sebaik-baiknya sehubungan dengan persyaratan teknik.

d. Lapis Permukaan (*Surface Course*)

Lapis permukaan struktur perkerasan lentur terdiri atas campuran mineral agregat dan bahan pengikat yang ditempatkan

sebagai lapisan paling atas dan biasanya terletak diatas lapis pondasi. Fungsi lapis permukaan antara lain:

- 1) Sebagai bagian perkerasan untuk menahan beban roda, lapisan ini memiliki stabilitas tinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan.
- 2) Sebagai lapisan tidak tembus air untuk melindungi badan jalan dari kerusakan akibat cuaca.
- 3) Sebagai lapisan aus (*wearing course*), merupakan lapisan yang langsung menderita gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus

Bahan untuk lapis permukaan umumnya sama dengan bahan untuk lapis pondasi dengan persyaratan yang lebih tinggi. Penggunaan bahan aspal diperlukan agar lapisan dapat bersifat kedap air, disamping itu bahan aspal sendiri memberikan bantuan tegangan tarik, yang berarti mempertinggi daya dukung lapisan terhadap beban roda.

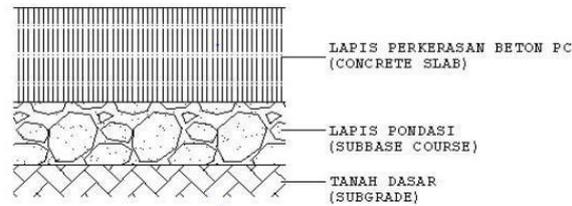
2. Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Perkerasan yang pada lapisan permukaannya menggunakan bahan pengikat semen *portland* atau *portlant cement concrete*. Plat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan diatas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh plat beton (slab beton).

Perkerasan beton yang kaku dan memiliki modulus elastisitas yang tinggi, akan mendistribusikan beban ke bidang tanah dasar yang cukup luas sehingga bagian terbesar dari kapasitas struktur perkerasan diperoleh dari plat beton sendiri. Hal ini berbeda dengan perkerasan lentur dimana kekuatan perkerasan diperoleh dari tebal lapis pondasi bawah, lapis pondasi dan lapis permukaan. Susunan lapis perkerasan kaku dapat dilihat pada Gambar 2.2.

Karena yang paling penting adalah mengetahui kapasitas struktur yang menanggung beban, maka faktor yang paling diperhatikan dalam perencanaan tebal perkerasan beton semen adalah kekuatan beton itu

sendiri. Adanya beragam kekuatan dari tanah dasar dan atau pondasi hanya berpengaruh kecil terhadap kapasitas struktural perkerasannya.



Gambar 2.2 Lapisan Perkerasan Kaku

Sumber: Google.com

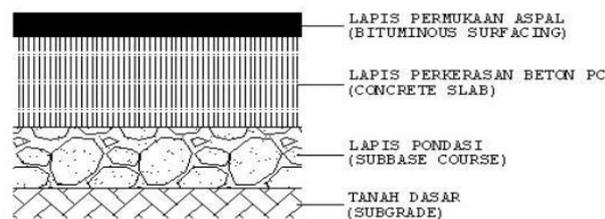
Lapis pondasi bawah jika digunakan di bawah plat beton karena beberapa pertimbangan, yaitu antara lain untuk menghindari terjadinya *pumping*, kendali terhadap sistem drainasi, kendali terhadap kembang-susut yang terjadi pada tanah dasar dan untuk menyediakan lantai kerja (*working platform*) untuk pekerjaan konstruksi. Secara lebih spesifik, fungsi dari lapis pondasi bawah adalah:

- 1) Menyediakan lapisan yang seragam, stabil dan permanen.
- 2) Menaikkan harga modulus reaksi tanah dasar (*modulus of sub-grade reaction = k*), menjadi modulus reaksi gabungan (*modulus of composite reaction*).
- 3) Mengurangi kemungkinan terjadinya retak-retak pada plat beton.
- 4) Menyediakan lantai kerja bagi alat-alat berat selama masa konstruksi.
- 5) Menghindari terjadinya *pumping*, yaitu keluarnya butir-butiran halus tanah bersama air pada daerah sambungan, retakan atau pada bagian pinggir perkerasan, akibat lendutan atau gerakan vertikal plat beton karena beban lalu lintas, setelah adanya air bebas terakumulasi di bawah plat.

3. Perkerasan Komposit (*Composite Pavement*)

Perkerasan komposit merupakan gabungan konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*) dan lapisan perkerasan lentur (*flexible pavement*) di atasnya, dimana kedua jenis perkerasan ini bekerja sama dalam memikul beban lalu lintas. Konstruksi ini umumnya mempunyai tingkat

kualitas dari segi konstruksi, keawetan dan tingkat kenyamanan yang lebih baik dari pada menggunakan salah satu perkerasan saja. Hal tersebut dikarenakan perkerasan beton yang kaku dan memiliki modulus elastisitas yang tinggi, akan mendistribusikan beban ke bidang tanah dasar yang cukup luas dan ditambah lagi dengan permukaan dengan menggunakan perkerasan lentur yang menjadi lapis permukaan memiliki sifat yang fleksibel. Namun kekurangan dari konstruksi ini adalah mahalnya biaya pembangunan awal. Susunan lapis perkerasan kaku dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Lapis Perkerasan Komposit

Sumber: Google.com

Tabel 2.1. Perbedaan Utama Perkerasan Kaku dan Perkerasan Lentur

No	Perbedaan	Perkerasan Lentur	Perkerasan Kaku
1	Bahan pengikat	Aspal	Semen
2	Repetisi beban	Timbul <i>rutting</i> (lendutan tanah dasar)	Timbul retak-retakan pada permukaan
3	Penurunan tanah dasar	Jalan bergelombang (mengikuti tanah dasar)	Bersifat sebagai balok diatas perlekatan
4	Perubahan temperature	Modulus kekakuan berubah, timbul tegangan dalam yang kecil	Modulus kekakuan tidak berubah timbul tegangan dalam yang besar

Tabel 2.2. Kelebihan dan Kekurangan Perkerasan Kaku Dan Perkerasan Lentur

No	Perkerasan Kaku	Perkerasan Lentur
1	Kebanyakan digunakan hanya pada jalan kelas tinggi, serta pada perkerasan lapangan terbang. (-)	Dapat digunakan untuk semua tingkat volume lalu lintas (+)
2	Dapat lebih bertahan terhadap kondisi drainasi yang lebih buruk (+)	Sulit bertahan pada kondisi drainasi yang buruk (-)

Tabel 2.2. (Lanjutan)

No	Perkerasan Kaku	Perkerasan Lentur
3	<i>Job mix</i> lebih mudah di kendalikan kualitasnya. Modulus elastisitas antara lapis permukaan dan pondasi sangat berbeda (+)	Kendali kualitas untuk <i>job mix</i> lebih rumit (-)
4	Umur rencana dapat mencapai 20 tahun (+)	Umur rencana relatif pendek 5-10 tahun (-)
5	Jika terjadi kerusakan maka kerusakan tersebut cepat dan dalam waktu singkat (-)	Kerusakan tidak merambat kebagian konstruksi yang lain, kecuali jika perkerasan terendam air (+)
6	Bila dibebani praktis tidak melentur (kecil) (-)	Bila dibebani praktis melentur. Beban hilang, lentur kembali (+)
7	Indeks pelayanan tetap baik hamper selama umur rencana, terutama jika <i>transverse joint</i> dikerjakan dan dipelihara dengan baik (+)	Indeks pelayanan yang terbaik hanyapada saat selesai pelaksanaan konstruksi, setelah itu berkurang seiring dengan waktu dan frekuensi beban lalu lintas (-)
8	Pada umumnya biaya awal konstruksi sangat tinggi. tetapi biaya awal hamper sama untuk jenis konstruksi jalan berkualitas tinggi dan tidak tertutup kemungkinan bias lebih rendah (-)	Pada umumnya biaya konstruksi awal rendah, terutama pada jalan lokal dengan volume lalu lintas rendah (+)
9	Biaya pemeliharaan relatif tidak ada (+)	Biaya pemeliharaan yang dikeluarkan mencapai lebih kurang dua kali lebih besar dari pada perkerasan kaku (-)
10	Agak sulit untuk menentukan saat yang tepat untuk melakukan pelapisan ulang (-)	Pelapisan ulang dapat dilakukan pada semua tingkat ketebalan perkerasan yang diperlukan dan lebih mudah menentukan perkiraan pelapisan ulang (+)
11	Kekuatan konstruksi perkerasan kaku lebih ditentukan oleh kekuatan plat beton sendiri (tanah dasar tidak begitu menentukan) (+)	Kekuatan konstruksi perkerasan lentur ditentukan oleh tebal setiap lapisan dan daya dukung tanah dasar (-)
12	Tebal konstruksi perkerasan kaku adalah tebal plat beton tidak termasuk pondasi (-)	Tebal konstruksi perkerasan lentur adalah tebal seluruh lapisan yang ada diatas tanah dasar (+)

C. Kinerja Perkerasan

Untuk menghasilkan campuran perkerasan yang baik harus diperhatikan mengenai karakteristik campuran yang dimiliki oleh aspal

sendiri. Menurut Sukirman (1992), terdapat tujuh karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh aspal beton yaitu:

1. Stabilitas (*Stability*)

Stabilitas perkerasan jalan adalah kemampuan lapisan perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk untuk tetap seperti gelombang, alur atau *bleeding*. Nilai stabilitas yang terlalu tinggi menyebabkan lapis perkerasan menjadi kaku dan cepat mengalami retak. Faktor yang mempengaruhi nilai stabilitas aspal beton adalah:

- a. Gesekan internal yang dapat berasal dari kekasaran permukaan butir-butir agregat, luas bidang kontak antar butir atau bentuk butir, gradasi agregat, kepadatan campuran dan tebal film aspal.
- b. Kohesi yang merupakan gaya ikat aspal yang berasal dari daya lekatnya, sehingga mampu memelihara tekanan kontak antar butir agregat.

2. Keawetan (*Durability*)

Kemampuan aspal beton menerima repetisi beban lalu lintas seperti berat kendaraan dan gesekan antar roda kendaraan dan permukaan jalan serta menahan keausan akibat pengaruh cuaca dan iklim, seperti udara, air atau perubahan suhu.

3. Kelenturan (*Fleksibility*)

Fleksibilitas pada lapis perkerasan adalah kemampuan aspal beton untuk menyesuaikan diri akibat penurunan (*konsolidasi/settlement*) dan pergerakan dari pondasi atau tanah dasar, tanpa terjadi retak.

4. Tahanan Geser / Kekesatan (*Skid Resistance*)

Kekesatan adalah kemampuan permukaan aspal beton terutama pada kondisi basah, memberikan gaya gesek pada roda kendaraan sehingga kendaraan tidak tergelincir ataupun selip.

5. Kedap Air (*Impermeability*)

Kedap air adalah kemampuan beton aspal untuk tidak dapat dimasuki air ataupun udara lapisan aspal beton. Air dan udara dapat mengakibatkan percepatan proses penuaan aspal dan pengelupasan selimut aspal permukaan agregat.

6. Ketahanan Terhadap kelelahan (*Fatigue Resistance*)

Ketahanan campuran beraspal terhadap leleh adalah kemampuan lapisan aspal beton menerima lendutan berulang akibat repetisi beban, tanpa terjadinya kelelahan berupa alur ataupun retak.

7. Kemudahan Dalam Pengerjaan (*Workability*)

Workability adalah kemampuan campuran aspal beton untuk mudah dicampurkan dan dipadatkan. Kemudahan pelaksanaan menentukan tingkat efisiensi pekerjaan. Faktor kemudahan dalam proses pelaksanaan adalah viskositas aspal, kepekatan aspal tercadap perubahan temperatur dan gradasi serta kondisi agregat. Namun kandungan bahan pengisi (*filler*) yang tinggi dapat menyebabkan pelaksanaan dilapangan lebih susah.

D. Material Penyusun *HRS-WC* (*Hot Rolled Sheet Wearing Course*)

HRS (*Hot Rolled Sheet*) atau yang sering juga disebut lataston (lapis tipis aspal beton) merupakan lapis permukaan yang terdiri dari campuran antara aspal dan agregat yang bergradasi senjang (*gap graded*) dengan perbandingan tertentu, dicampur, dihampar, dan dipadatkan secara panas (Bina Marga, 1983).

HRS (*Hot Rolled Sheet*) merupakan perkembangan dari *HRA* (*Hot Rolled Asphalt*) yang berasal dari Inggris dan telah disesuaikan dengan kondisi alam yang ada di Indonesia. Aspal yang digunakan dalam jenis konstruksi perkerasan ini adalah aspal keras dengan penetrasi 60/70 atau aspal keras modifikasi (spesifikasi aspal penetrasi 60/70 dan aspal keras modifikasi dapat dilihat pada Tabel 2.3). Lataston terdiri dari dua macam campuran, Lataston Lapis Pondasi (*HRS-Base*) dan Lataston Lapis Permukaan (*HRS-WC*) yang ukuran maksimum masing-masing agregat adalah 19 mm.

Penggunaan *filler* yang tepat pada *HRS* (*Hot Rolled Sheet*) yang memiliki agregat senjang dapat menutupi kekosongan butiran gradasi yang tidak dapat diisi oleh agregat, sehingga dapat memberikan lapis aus *HRS* (*Hot Rolled Sheet*) lebih kedap terhadap air (*permeability*), tahan terhadap perubahan cuaca, dapat menyerap kadar aspal yang relatif tinggi, dan

memberikan permukaan yang mampu menerima beban berat tanpa mengalami retak. Ketentuan campuran dan gradasi agregat untuk campuran *HRS-WC* dapat dilihat pada Tabel 2.4 dan 2.5.

Tabel 2.3. Spesifikasi Teknis Aspal Penetrasi 60/70 dan Aspal Keras Modifikasi

No	Jenis Pengujian	Metode	Tipe I Aspal Pen. 60/70	Tipe II Aspal Yang Modifikasi	
				Asbuton yang diproses	Elastomer sintetis
1	Penetrasi, 25 ⁰ C (0,1 mm)	SNI 06-2456-1991	60-70	Min. 50	Min. 40
2	Viskositas Dinamis 60 ⁰ c (Pa)	SNI 06-6441-2000	160-240	240-360	320-480
3	Viskositas Kinematis (cSt)	SNI 06-6441-2000	≥ 300	385-2000	≤ 3000
4	Titik Lembek, (⁰ C)	SNI 2434:2011	≥ 48	≥ 53	≥ 54
5	Daktilitas, 25 ⁰ C, (cm)	SNI 2432:2011	≥ 100	≥ 100	≥ 100
6	Titik Nyala, (⁰ C)	SNI 2433:2011	≥ 232	≥ 232	≥ 232
7	Kelarutan dalam <i>Trichlor Ethylen</i> , (%)	AASHTO T44-03	≥ 99	≥ 90	≥ 99
8	Berat Jenis	SNI 2441:2011	≥ 1,0	≥ 1,0	≥ 1,0
9	Stabilitas Penyimpanan Perbedaan Titik Lembek (⁰ C)	ASTM D 5976 part. 6.1	-	≤ 2,2	≤ 2,2
10	Partikel yang lebih halus dari 150 <i>micron</i> (μm) (%)	-	-	Min 95	-
Pengujian Residu hasil TFOT (SNI-06-2440-1991) atau RTFOT (SNI-03-6835-2002)					
11	Berat yang Hilang, (%)	SNI 06-2440-1991	≤ 0,8	≤ 0,8	≤ 0,8
12	Viskositas Dinamis 60 ⁰ C (Pa)	SNI 03-6441-2000	≤ 800	≤ 1200	≤ 1600
13	Penetrasi pada 25 ⁰ C (cm)	SNI 06-2456-1991	≥ 54	≥ 54	≥ 54
14	Daktilitas pada 25 ⁰ C (cm)	SNI 2432:2011	≥ 100	≥ 50	≥ 25
15	Keelastisan setelah pengembalian (%)	AASHTO T 301-98	-	-	≥ 60

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga Edisi 2010 (revisi 3)

Tabel 2.4. Ketentuan Sifat-Sifat Campuran *HRS-WC*

Sifat - Sifat Campuran		Lataston			
		Lapis Aus		Lapis Pondasi	
		Senjang	Semi Senjang	Senjang	Semi Senjang
kadar aspal optimum (%)	Min	5,9	5,9	5,5	5,5
Penyerapan aspal (%)	Maks	1,7			
Jumlah tumbukan per bidang		75			
Rongga dalam campuran	Min	4			
Ronggan dalam agregat	Maks	6			
	Min	18			17

Tabel 2.4. (Lanjutan)

Sifat - Sifat Campuran		Lataston			
		Lapis Aus		Lapis Pondasi	
		Senjang	Semi Senjang	Senjang	Semi Senjang
Rongga terisi aspal (%)	Min	68			
Stabilitas Marshall (kg)	Min	800			
Pelelehan (mm)	Min	3			
Marshall Quotient (kg/mm)	Min	250			
Stabilitas Marshall sisa (%) setelah perendam selama 24 jam, 60°C	Min	90			
Rongga dalam campuran (%) pada kepadatan membal (<i>refusal</i>)	Min	3			

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga Edisi 2010 (revisi 3)

Tabel 2.5. Gradasi Agregat Campuran HRS (*Hot Rolled Sheet*)

Ukuran Ayakan (mm)	% Berat Yang Lolos Terhadap Total Agregat Dalam Campuran			
	Lataston (HRS)			
	Gradasi Senjang		Gradasi Semi Senjang	
	WC	Base	WC	Base
37,5	-	-	-	-
25	-	-	-	-
19	100	100	100	100
12,5	90-100	90-100	87-100	90-100
9,5	75-85	65-90	55-88	55-70
4,75	-	-	-	-
2,36	50-72	35-55	50-62	32-44
1,18	-	-	-	-
0,600	35-60	15-35	20-45	15-35
0,300	-	-	15-35	5-35
0,150	-	-	-	-
0,075	6-10	2-9	6-10	4-8

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga Edisi 2010 (revisi 3)

1. Aspal

Aspal merupakan senyawa hidrokarbon berwarna coklat gelap atau hitam pekat yang dibentuk dari unsur-unsur *asphalthenes*, *resins*, dan *oils*. Aspal pada lapisan perkerasan yang berfungsi sebagai bahan ikat antara agregat untuk membentuk suatu campuran kompak, sehingga akan memberikan kekuatan masing-masing agregat (Kerb and Walker, 1971).

Berikut macam-macam jenis aspal berdasarkan cara mendapatkannya:

a. Aspal Alam

Aspal alam adalah aspal yang diperoleh di gunung-gunung (*rock Asphalt*) seperti aspal di pulau buton, dan ada pula yang diperoleh di Pulau Trinidad dan Bermuda berupa aspal danau (*Lake Asphalt*). Aspal alam terbesar di dunia terdapat di Trinidad, berupa aspal danau. Indonesia memiliki aspal alam yaitu di Pulau Buton, yang terkenal dengan nama Asbuton (Aspal Pulau Buton). Penggunaan asbuton sebagai salah satu material perkerasan jalan telah dimulai sejak tahun 1920, walaupun masih bersifat konvensional.

Asbuton merupakan batu yang mengandung aspal. Asbuton merupakan material yang ditemukan begitu saja di alam, maka kadar bitumen yang dikandungnya sangat bervariasi dari rendah sampai tinggi.

b. Aspal Buatan

Aspal buatan merupakan aspal hasil dari proses penyulingan atau destilasi minyak bumi. Berdasarkan jenis bahan dasarnya:

- *Asphaltic base crude oil*, berbahan dasar *dominan asphaltic*
- *Parafin base crude oil*, Berbahan dasar *dominan parafin*
- *Mixed base crude oil*, Berbahan dasar campuran *asphaltic dan parafin*.

Berikut macam-macam jenis aspal berdasarkan bentuknya:

a. Aspal Keras/Panas (*Asphalt Cement*)

Aspal keras/panas (*Asphalt Cement*) adalah aspal yang digunakan dalam keadaan cair dan panas, aspal ini berbentuk padat pada keadaan penyimpanan temperatur ruang ($25^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$). Aspal semen terdiri dari beberapa jenis tergantung dari proses pembuatannya dan jenis minyak bumi asalnya. Pengelompokan aspal semen dapat dilakukan berdasarkan nilai penetrasi (tingkat kekerasan pada temperatur 25°C ataupun berdasarkan nilai *Visiositasnya*.

Aspal semen dengan penetrasi rendah digunakan di daerah bercuaca panas (lalulintas dengan volume tinggi) sedangkan aspal

semen dengan penetrasi tinggi digunakan untuk daerah bercuaca dengan lalulintas bervolume rendah. Di Indonesia pada umumnya dipergunakan aspal semen dengan penetrasi (60/70 dan 80/100). Jenis aspal keras serta spesifikasi aspal keras dapat dilihat pada Tabel 2.6.

b. Aspal Cair/Dingin (*Cut Back Asphalt*)

Aspal cair adalah campuran antara aspal semen dengan bahan pencair dari hasil penyulingan minyak bumi. Dengan demikian *cut back asphalt* berbentuk cair dalam temperatur ruang. Aspal cair biasa digunakan untuk lapis resep pengikat (*prime coat*) dan lapis pengikat (*take coat*). Berdasarkan bahan cairnya dan kemudahan menguap bahan pelarutnya, aspal cair dibedakan atas :

- *RC (Rapid Curing Cut Back)* Merupakan aspal semen yang dilarutkan dengan bensin atau premium. *RC* merupakan *cut back* aspal yang paling cepat menguap dengan spesifikasi yang sesuai dengan SNI 03-4800-1998.
- *MC (Medium Curing Cut Back)* Merupakan aspal semen yang dilarutkan dengan bahan pencair yang lebih kental seperti minyak tanah *MC* merupakan *cut back* aspal yang penguapan sedang dengan spesifikasi yang sesuai dengan SNI 03-4799-1998.
- *SC (Slow Curing Cut Back)* Merupakan aspal semen yang dilarutkan dengan bahan yang lebih kental seperti solar. Aspal jenis ini merupakan *cut back* aspal yang paling lama menguap.

Berdasarkan nilai viskositas pada temperatur 60⁰C, *cutback* aspal dapat dibedakan atas :

- *RC 30 - 60 ; MC 30 - 60 ; SC 30 - 60*
- *RC 70 - 40 ; MC 70 - 140 ; SC 70 - 140*
- *RC 250 - 500 ; MC 250 - 500 ; SC 250 - 500*
- *RC 800 - 1600 ; MC 800 - 1600 ; SC 800 - 1600*
- *RC 3000 - 6000 ; MC 3000 - 6000 ; SC 3000 - 6000*

Tabel 2.6. Jenis-Jenis dan Spesifikasi Aspal Keras Berdasarkan Kelas Penetrasi

No	Uraian	Satuan	Metoda	Kelas Penetrasi									
				40/50		60/70		85/100		120/150		100/300	
				Min	Maks	Min	Maks	Min	Maks	Min	Maks	Min	Maks
1	Penetrasi pada 25 ⁰ C, 100 g, 5 det.	0,1 mm	SNI 2456:2011	40	50	60	70	85	100	120	150	200	300
2	Titik nyala, <i>Cleveland open cup</i>	⁰ C	SNI 2433:2011	232	-	232	-	232	-	218	-	177	-
3	Daktilitas pada 25 ⁰ C, 5 cm/menit	Cm	SNI 2432:2011	100	-	100	-	100	-	100	-	-	-
4	Kelarutan dalam TCE	%	SNI 06-2438-1991	99,0	-	99,0	-	99,0	-	99,0	-	99,0	-
5	Thin film oven tes, 3,2 mm, 163 ⁰ C, 5 jam												
	Penurunan berat	%	SNI 06-2440-1991	-	0,8	-	0,8	-	1,0	-	1,3	-	1,5
	Penetrasi	% asli	SNI 2456:2011	58	-	54	-	50	-	46	-	40	-
	Daktilitas residu pada 25 ⁰ C, 5 cm/menit	Cm	SNI 2432:2011	-	-	50	-	75	-	100	-	100	-
6	Titik lembek	⁰ C	SNI 2434:2011	50	-	48	-	46	-	-	-	-	-
7	Berat jenis	Kg/m ³	SNI 2441:2011	1,0	-	1,0	-	1,0	-	-	-	-	-

Sumber: SNI 8135-2015

c. Aspal Emulsi (*Emulsion Asphalt*)

Aspal emulsi adalah suatu campuran aspal dengan air dalam bahan pengemulsi. Berdasarkan muatan listrik yang dikandungnya, aspal emulsi dapat dibedakan atas:

- Kationik, disebut juga aspal emulsi asam, merupakan aspal emulsi yang bermuatan arus listrik positif dengan spesifikasi yang sesuai dengan SNI 03-4798-1998 dan SNI 4798:2011.
- Anionik, disebut juga aspal emulsi alkali, merupakan aspal emulsi yang bermuatan negatif dengan spesifikasi yang sesuai dengan SNI 03-6832-1998 dan SNI 6832:2011.
- Nonionik, merupakan aspal emulsi yang tidak mengalami ionisasi, berarti tidak mengantarkan listrik.

Aspal emulsi dan aspal cair sering digunakan pada konstruksi perkerasan jalan berfungsi sebagai berikut:

- a. Bahan pengikat, memberikan ikatan yang kuat antara aspal dan agregat dan antara aspal itu sendiri.
- b. Bahan Pengisi, mengisi rongga antar butir-butir agregat dan pori yang ada dari agregat itu sendiri.
- c. Menutupi permukaan jalan hingga tidak berdebu.
- d. Menambah stabilitas atau memberikan bantalan antar batuan.
- e. Membuat permukaan jalan kedap air.

Aspal yang digunakan sebagai bahan pengikat campuran *HRS* (*Hot Rolled Sheet*) adalah aspal hasil residu dari destilasi minyak bumi, atau aspal yang dimodifikasi dengan bahan lain yang dapat bereaksi secara kimia terhadap aspal dengan memberikan daya ikat yang cukup tinggi. Dalam suhu kamar berbentuk padat atau semi padat, sedangkan pada suhu yang telah ditentukan akan berbentuk cair, sehingga mampu mengikat agregat. Fungsi aspal dalam campuran adalah sebagai pengikat yang bersifat *visco-elastis* dengan tingkat *viscositas* yang tinggi selama masa layan. Fungsi yang lain adalah sebagai pelumas pada saat penghamparan campuran di lapangan sehingga akan memudahkan untuk pemadatan. (Hery dkk, 2014)

2. Agregat

Agregat atau sering disebut batuan didefinisikan secara umum sebagai kulit bumi yang keras dan solid. ASTM (1974) mendefinisikan batuan sebagai suatu bahan yang terdiri dari mineral padat, berupa masa berukuran besar ataupun berupa fragmen-fragmen. Agregat merupakan komponen utama dari lapisan perkerasan jalan yaitu 90-95% pada tiap campurannya.

Agregat mempunyai peranan yang sangat penting dalam prasarana transportasi, khususnya pada konstruksi perkerasan jalan. Daya dukung perkerasan jalan ditentukan sebagian besar oleh karakteristik agregat yang digunakan. Dengan pemilihan agregat yang tepat dan sesuai spesifikasi sangat menentukan keberhasilan dalam pembangunan jalan.

Secara umum, agregat yang digunakan dalam campuran beraspal dibagi atas dua fraksi yaitu:

a. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah material yang tertahan pada saringan no.8 (2,36 mm). Dengan kata lain agregat kasar adalah agregat yang mempunyai ukuran butir 2.36 mm sampai 19 mm. Agregat untuk campuran aspal harus terdiri dari batu pecah yang bersih, kuat, kering, awet, bersudut, bebas dari kotoran lempung dan material asing lainnya serta mempunyai tekstur permukaan yang kasar dan tidak bulat agar dapat memberikan sifat *interlocking* yang baik dengan material yang lain. Tingginya kandungan agregat kasar membuat lapis perkerasan lebih *permeable*. Hal ini menyebabkan rongga udara meningkatkan dan menurunkan daya lekat bitumen, maka terjadi pengelupasan aspal dan batuan. Agregat kasar pada umumnya harus memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan sesuai dengan ketentuan yang ada. (Tabel 2.7.)

b. Agregat Halus

Agregat halus merupakan hasil desintergrasi alami batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu. Agregat halus adalah material yang lolos saringan no.8 (2,36 mm). Agregat halus

dapat meningkatkan stabilitas campuran dengan penguncian (*interlocking*) antar butiran, bahan ini dapat terdiri dari butir-butir batu pecah atau pasir alam ataupun dari keduanya. Agregat halus umumnya harus memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan sesuai dengan ketentuan yang ada, seperti tertera pada Tabel 2.8

Tabel 2.7. Ketentuan Agregat Kasar

Pengujian			Standar	Nilai
Kekakuan bentuk agregat terhadap larutan	Natrium Sulfat		SNI 3407:2008	Maks. 12%
	Magnesium Sulfat			Maks. 18%
Abrasi dengan mesin <i>Los Angeles</i>	Campuran AC Modifikasi	100 putaran	SNI 2417:2008	Maks. 6 %
		500 putaran		Maks. 30%
	Semua jenis campuran aspal bergradasi lainnya	100 putaran		Maks. 8%
		500 putaran		Maks. 40%
Kelekatan Agregat terhadap Aspal			SNI 2439:2011	Min. 95 %
Butir Pecah pada Agregat Kasar			SNI 7619:2012	95/90
Partikel Pipih dan Lonjong			ASTM D4791 Perbandingan 1:5	Maks. 10%
Material Lolos Ayakan No. 200			SNI 03-4142-1996	Maks. 2%

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga Edisi 2010 (revisi 3)

Tabel 2.8. Ketentuan Agregat Halus

Pengujian	Standar	Nilai
Nilai setara pasir	SNI 03-4428-1997	Min 60%
Angularitas dengan uji kadar rongga	SNI 03-6877-2002	Min. 45
Pengujian	Standar	Nilai
Gumpalan lempung dan butir-butir mudah pecah dalam agregat	SNI 03-4141-1996	Maks 1%
Agregat lolos ayakan no. 200	SNI ASTM C117:2012	Maks 10%

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga Edisi 2010 (revisi 3)

3. Bahan Pengisi (*filler*)

Bahan pengisi dapat terdiri atas debu batu kapur, debu *dolomite*, semen *Portland*, abu terbang, debu tanur tinggi pembuat semen atau bahan mineral tidakplastis lainnya sesuai dengan AASHTO M303-89 (2006). Bahan pengisi yang merupakan mikro agregat ini harus lolos saringan No. 200 (0,075 mm), harus kering dan tidak ada gumpalan

sesuai dengan SNI ASTM C136:2012. Fungsi dari bahan pengisi (*filler*) ini adalah:

- a. Sebagai pengisi rongga antara partikel yang lebih kasar, sehingga rongga udara menjadi lebih kecil dan menghasilkan tahanan gesek serta penguncian antar butiran yang tinggi, dengan meningkatkan stabilitas campuran.
- b. Jika ditambahkan kedalam aspal, bahan pengisi akan menjadi suspensi, sehingga terbentuk mastik yang bersama-sama dengan aspal mengikat partikel agregat. Dengan penambahan bahan pengisi, aspal menjadi lebih kental dan campuran agregat menjadi bertambah kekuatannya.

4. Bahan Tambah Aditif

Menurut Departemen Pekerjaan Umum (1999), pada umumnya bahan tambah atau aditif diperlukan apabila diinginkan suatu kekuatan atau keawetan yang lebih tinggi terutama untuk mendukung lalu lintas yang berat dan padat.

E. Aspal Modifikasi

Aspal modifikasi adalah modifikasi aspal polimer yang telah dikembangkan selama beberapa dekade terakhir oleh para peneliti sebelumnya. Umumnya dengan sedikit penambahan (2-6%) bahan polimer sudah dapat meningkatkan hasil ketahanan yang lebih baik terhadap deformasi pada temperatur tinggi, mengatasi keretakan (*fatigue cracking*) pada temperatur rendah, repetisi beban dan meningkatkan ketahanan yang tinggi dari kerusakan akibat umur. Sehingga dihasilkan pembangunan jalan lebih tahan lama serta dapat mengurangi biaya perawatan atau perbaikan jalan (Polacco, 2005). Modifikasi polimer aspal, diperoleh dari interaksi antara komponen aspal dengan bahan aditif polimer yang dapat meningkatkan sifat-sifat dari aspal tersebut. Dalam hal ini, terlihat keterpaduan aditif polimer yang sesuai dengan campuran aspal.

Aspal keras yang dimodifikasi dengan polimer terdiri atas aspal elastomer dan plastomer. *Elastomer* yaitu polimer yang memiliki sifat elastis,

yaitu berupa benda yang mempunyai sifat karet yang dapat meregang saat menerima tegangan dan dapat mengerut atau pulih kedimensi semula secara penuh. Contoh dari *polymer elastomer* adalah karet alam, getah asli, silikon, *polyuretan* dan karet adalah jenis-jenis *polymer elastomer* yang biasa digunakan sebagai bahan pencampur aspal keras. *Plastomer* yaitu polimer yang memiliki sifat plastis, yaitu berupa benda yang mempunyai sifat lentur namun lebih kaku dan tahan terhadap deformasi, jenis ini akan memberikan kekuatan jika diberi beban, tetapi bisa patah jika diberi regangan yang berlebihan. Contoh sederhana dari *polymer plastomer* adalah plastik yaitu: *Etylenene Vinyl Acetate (EVA)*, *Polysterene (PS)*, *Polypropilene (PP)*, *Polyvinyl Chloride (PVC)*, *Polyethilene (PE)* dan *Polyethilene Terephtalete (PET)*. Persentase penambahan polimer kedalam aspal keras dapat memperbaiki sifat-sifat *rheologi* aspal (Brown dkk,1997). Spesifikasi aspal keras modifikasi dapat dilihat pada Tabel 2.3.

F. Limbah Domestik Gelas Plastik

1. Pengertian Limbah

Berdasarkan PP No. 18/1999 Jo. PP 85/1999 Limbah didefinisikan sebagai sisa/buangan dari suatu usaha dan atau kegiatan manusia. Hampir semua kegiatan manusia akan menghasilkan limbah. Limbah tersebut sering kali dibuang ke lingkungan, sementara jumlah limbah yang dihasilkan terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk dan kemajuan teknologi serta perekonomian. Ketika mencapai jumlah atau konsentrasi tertentu, limbah yang dibuang ke lingkungan dapat menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan. Limbah sendiri dikelompokkan dalam beberapa jenis berdasarkan jenis senyawa, berdasarkan wujud dan berdasarkan karakteristiknya. Berikut adalah pengelompokan limbah:

a. Pengelompokan Berdasarkan Jenis Senyawa

- Limbah Organik

Limbah organik merupakan limbah yang memiliki unsur *hidrokarbon (hidrogen dan karbon)* yang mudah diuraikan oleh

mikroorganisme. Contoh: jasad makhluk hidup, sisa makanan, kertas, kotoran hewan dan sebagainya.

- **Limbah Anorganik**

Limbah anorganik merupakan limbah yang tidak memiliki unsur *hidrokarbon (hidrogen dan karbon)* dan sulit diuraikan oleh *mikroorganisme*. Contoh: plastik, karet, besi, kaleng, pecahan kaca dan sebagainya.

b. Pengelompokan Berdasarkan Wujud

- **Limbah Cair**

Limbah cair adalah segala jenis limbah yang berwujud cairan, berupa air beserta bahan-bahan buangan lain yang tercampur (tersuspensi) maupun terlarut dalam air.

- **Limbah Padat**

Limbah padat merupakan salah satu limbah yang paling banyak terdapat dilingkungan. Biasanya limbah padat disebut sampah

- **Limbah Gas**

Limbah gas biasanya dibuang ke udara. Di udara sendiri terkandung unsur-unsur kimia seperti O_2 , N_2 , NO_2 , CO_2 , H_2 , dan lain-lain. Pembuangan gas keudara yang melampaui kandungan udara alami akan menurunkan kualitas udara. Limbah gas yang dibuang ke udara biasanya mengandung partikel-partikel bahan padatan atau cairan yang berukuran sangat kecil dan ringan sehingga tersuspensi dengan gas-gas tersebut. Bahan padatan dan cairan tersebut disebut sebagai materi partikulat.

- **Limbah Suara**

Limbah yang berupa gelombang bunyi yang merambat di udara. Limbah suara dapat dihasilkan dari mesin kendaraan, mesin-mesin pabrik, peralatan elektronik dan sumber-sumber yang lainnya.

c. Pengelompokan Berdasarkan Sumber

- **Limbah Domestik**

Limbah yang berasal dari kegiatan pemukiman penduduk dan kegiatan usaha seperti pasar, restoran dan perkantoran. Contoh: sisa

makanan, kertas, kaleng, plastik, air sabun, detergen, tinja dan sebagainya.

- Limbah Industri

Limbah buangan hasil industri, jenis limbah yang dihasilkan tergantung pada jenis industri. Contoh: limbah organik cair atau padat akan banyak dihasilkan oleh industri pengolahan makanan, sedangkan limbah anorganik seperti logam berat dihasilkan oleh industri tekstil, Industri yang melakukan proses pembakaran menghasilkan limbah berupa gas.

d. Pengelompokan Berdasarkan Karakteristik

- Limbah Cair
- Limbah Padat
- Limbah Gas dan Partikel
- Limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun)

2. Pengertian Plastik

Plastik adalah salah satu bahan yang dapat kita temui di hampir setiap barang. Mulai dari botol minum, alat makanan (gelas, sendok, garpu, wadah), kantong pembungkus, pipa pralon dan lain lain. Nama plastik mewakili ribuan bahan yang berbeda sifat fisis, mekanis, dan kimia. Secara garis besar plastik dapat digolongkan menjadi dua golongan besar, yakni plastik yang bersifat *thermoplastik* dan yang bersifat *thermoset*. *Thermoplastik* dapat dibentuk kembali dengan mudah dan diproses menjadi bentuk lain, sedangkan jenis *thermoset* bila telah mengeras tidak dapat dilunakkan kembali. Plastik yang paling umum digunakan dalam kehidupan sehari-hari adalah dalam bentuk *thermoplastik*.

Jenis jenis utama plastik berdasarkan *Resin Code* berurutan adalah sebagai berikut: (Krisnadwi, 2013)

a. *PETE/PET - Polyethylene Terephthalate*

Mayoritas bahan plastik *PET* di dunia untuk serat sintetis (sekitar 60 %), dalam pertekstilan *PET* biasa disebut dengan *polyester* (bahan dasar botol kemasan 30 %). *PET* biasa digunakan sebagai

pembungkus minuman berkarbonasi (soda), botol jus buah, peralatan tidur dan *fiber tekstil*. *PET* memiliki sifat tidak tahan panas, keras, tembus cahaya (transparan), memiliki titik leleh 85°C , rumus molekulnya adalah $(-\text{CO}-\text{C}_6\text{H}_5-\text{CO}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-)_n$.

b. *HDPE - High Density Polyethylene*

HDPE merupakan salah satu bahan plastik yang aman untuk digunakan karena kemampuan untuk mencegah reaksi kimia antara kemasan plastik berbahan *HDPE* dengan makanan/minuman yang dikemasnya. *HDPE* memiliki sifat bahan yang lebih kuat, keras, buram dan lebih tahan terhadap suhu tinggi jika dibandingkan dengan plastik dengan kode *PET*, memiliki titik leleh 120°C - 135°C , rumus molekulnya adalah $(-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_n$.

c. *PVC/V - Polyvinyl Chloride*

PVC adalah *Polyvinyl Chloride* - Rumus molekulnya adalah $(-\text{CH}_2 - \text{CHCl} -)_n$. Ini merupakan *resin* yang liat dan keras yang tidak terpengaruh oleh zat kimia lain. Sifat dari *PVC* ini sendiri adalah keras, kaku, dapat bersatu dengan pelarut, memiliki titik leleh 70°C - 140°C . Kegunaan dalam kehidupan adalah sebagai pipa plastik (paralon), peralatan kelistrikan, *dashboard* mobil, atap bangunan dan lain-lain.

d. *LDPE - Low Density Polyethylene*

Sama halnya seperti *HDPE*, namun yang membedakan adalah densitinya lebih rendah, berwarna transparan, dan memiliki titik leleh yang lebih rendah yaitu berkisar antara 105°C - 115°C .

e. *PP - Polypropylene*

Polypropylene merupakan plastik *polymer* yang mudah dibentuk ketika panas, rumus molekulnya adalah $(-\text{CHCH}_3-\text{CH}_2-)_n$. *PP* sendiri memiliki sifat yang tahan terhadap bahan kimia atau *Chemical Resistance* namun ketahanan pukul atau *Impact Strength* rendah, transparan dan memiliki titik leleh 165°C . *PP* banyak digunakan pada kantong plastik, film, mainan, ember dan komponen-komponen otomotif.

f. *PS — Polystyrene*

Mengandung bahan *Styrine* yang berbahaya untuk kesehatan otak, mengganggu hormon *estrogen* pada wanita yang berakibat pada masalah reproduksi dan sistem saraf. Sifat-sifat yang dimiliki oleh *PS* adalah kaku, mudah patah, tidak buram dan memiliki titik leleh 95°C . *PS* banyak digunakan sebagai penggaris plastik, *cardridge printer*, rambu-rambu lalulintas dan gantungan baju.

g. *Other Plastik*

Adalah jenis plastik yang memiliki dua atau lebih jenis plastik dan juga bahan kimia lain, hal ini mengindikasikan bahwa bahan baku resinnya tidak diketahui.



Gambar 2.4. Urutan Jenis Plastik Berdasarkan *Resin Code*

Sumber: Google.com

Dari dua pengertian diatas dapat diambil kesimpulan limbah domestik gelas plastik adalah limbah gelas plastik yang berasal dari kegiatan pemukiman penduduk (rumah tangga) dan kegiatan usaha seperti pasar, restoran, dan gedung perkantoran.

G. Penelitian Sebelumnya

Berikut adalah penelitian-penelitian tentang aspal modifikasi polimer yang telah dilakukan dan teori-teori tersebut menjadi tambahan referensi yang dapat mendukung dalam penelitian ini.

1. Studi Karakteristik *Marshall* Pada Campuran Aspal Dengan Penambahan Limbah Botol Plastik

Penelitian ini dilakukan oleh Suhardi, dkk dan diseminarkan pada tahun 2016. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh dari penambahan bahan limbah botol plastik atau sering disebut *PET* (*Polyethylene Terephthalate*) terhadap parameter *marshall* pada campuran aspal (*AC-BC*) dengan gradasi halus pada batas tengah dan batas atas.

dan membandingkan campuran beraspal yang telah ditambahkan bahan *PET* dengan aspal konvensional pada gradasi batas tengah dan batas atas.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Inti Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Lampung. Setelah penelitian selesai dilakukan perhitungan hasil dari percobaan pada masing-masing karakteristik *marshall* yaitu; stabilitas, *Flow*, *MQ*, *VIM* (rongga dalam campuran), *VFA* (rongga terisi oleh aspal) dan *VMA* (rongga yang terisi oleh agregat). Setelah perhitungan selesai dilakukan perbandingan antara campuran aspal konvensional dengan campuran aspal dengan penambahan limbah botol plastik atau *PET*. Kemudian menarik kesimpulan apa yang telah dilakukan perhitungan dengan metode yang memenuhi spesifikasi Bina Marga 2010 (revisi 3).

Dalam jurnalnya memaparkan nilai parameter-parameter *marshall* untuk campuran laston *AC-BC* bergradasi halus rata-rata yang memenuhi spesifikasi Bina Marga 2010 (revisi 3). Hasil dari penelitian yang telah dilakukan, seiring bertambah nilai kadar *PET* pada campuran aspal maka nilai kekuatan Stabilitas dan *MQ* semakin bertambah sedangkan untuk nilai derajat kepadatan rongganya semakin rendah dikarenakan *PET* tidak bisa mengisi rongga agregat. Untuk nilai optimum penambahan kadar *PET* pada campuran aspal yaitu berkisar 3% yaitu dengan hasil Stabilitas 1738,929 kg/mm, *MQ* 412,626 Kg/mm, *VMA* 17,722%, sedangkan untuk nilai *VIM* dan *VFA* tidak memenuhi standar Bina Marga 2010. Untuk nilai kadar *PET* 0% pada parameter *marshall* memenuhi standar Bina Marga 2010. Sedangkan untuk penambahan nilai kadar *PET* selanjutnya ada beberapa yang memenuhi standar dan ada yang tidak memenuhi standar Bina Marga 2010. Pada penelitian ini dengan penambahan bahan *PET* pada parameter *marshall* untuk segi kekuatan mengalami peningkatan tetapi dari segi derajat rongga mengalami penurunan.

2. Pengaruh Tambahan Serat *Polypropylene* Terhadap Campuran Aspal Beton *AC-WC*

Penelitian ini dilakukan oleh Ida, dkk dan diseminarkan pada tahun 2016. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui Pengaruh

Tambahan Serat *Polypropylene* Terhadap Campuran Aspal Beton AC-WC sehingga masalah kerusakan jalan diharapkan dapat diatasi oleh campuran aspal yang mengandung aspal polimer. Bahan yang digunakan adalah aspal penetrasi 60/70 dan aspal modifikasi dengan Serat *Polypropylene*.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Inti Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Metro. Setelah penelitian selesai dilakukan perhitungan hasil dari percobaan pada masing-masing karakteristik *marshall* yaitu: stabilitas, *Flow*, *MQ*, *VIM*, *VFA* dan *VMA*. Setelah perhitungan selesai dilakukan perbandingan antara campuran aspal konvensional dengan campuran aspal dengan penambahan Serat *Polypropylene*. Kemudian menarik kesimpulan apa yang telah dilakukan perhitungan dengan metode yang memenuhi spesifikasi Bina Marga 2010 (revisi 3).

Jenis penelitian ini adalah penambahan campuran serat *polypropylene* ke dalam aspal *Shell Pen 60/70 (As-Pp)* dengan komposisi penambahan campuran sebesar 0 % (tanpa bahan tambahan), 1 %, 2 % dan 3 % dari kadar aspal. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa karakteristik *Marshall* seperti nilai *Density*, *VIM*, *VFA*, Stabilitas, *Flow* dan *MQ* cenderung meningkat atau naik karena pengaruh penggunaan plastik. Sedangkan pada *VFA* mengalami penurunan. Di dapat KAO sebesar 5,6 %, 5,8 %, 5,8 % dan 6,2 %. Berdasarkan spesifikasi Bina Marga 2010 (revisi 3) didapat penambahan serat *polypropylene* yang sesuai pada campuran *As-Pp* 1 % dengan KAO 5,8 %.

3. Pengaruh Penggunaan Aspal Modifikasi *EVA (EVA-MA)* Pada Perancangan Campuran Beton Aspal.

Penelitian ini dilakukan oleh Latif Budi Suparma, dkk dan diseminarkan pada *International Symposium* ke-18 tanggal 28 Agustus 2015. Tujuan dari penelitian tersebut adalah (1) untuk mengetahui sifat aspal modifikasi *ethylene vinyl acetate (EVA modified asphalt – EVA-MA)* dengan berbagai kadar, (2) mengetahui pengaruh penggunaan *EVA-MA* pada perancangan campuran beton aspal, khususnya pada jenis

campuran *Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)* dan *Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC)* dan (3) mengetahui proporsi *EVA* dalam *EVA-MA* yang memberikan tunjukkan kinerja terbaik untuk campuran *Asphalt Concrete*.

Penelitian ini menggunakan metode yang digunakan untuk standar pembuatan *Job Mix* Aspal dengan agregat pengganti mengacu pada Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga 2010 (revisi 3) sedangkan pengujian terhadap benda uji mengacu pada standar yang dikeluarkan oleh *The Asphalt Institute (1997) Superpave Series No.1 (SP-1)* dan mengadopsi metode-metode yang disahkan atau distandarkan oleh Bina Marga yang berupa SK SNI.

Hasil dari penelitian tersebut adalah sebagai berikut:

- Kehadiran polimer *EVA* pada aspal Pen 60/70 mempengaruhi perubahan sifat pada aspal Pen 60/70. Perubahan sifat yang muncul adalah semakin besar kadar *EVA* dalam aspal akan menurunkan nilai penetrasi dan menaikkan titik lembek. Hal ini menunjukkan adanya perbaikan sifat aspal Pen 60/70 yang mengarah kepada penurunan kepekaan terhadap perubahan suhu (*temperature susceptibility*).
 - Pengaruh *EVA-MA* pada campuran *AC-WC*, semakin tinggi kadar *EVA* dalam aspal maka kadar aspal optimum campuran akan semakin tinggi, sementara pada campuran *AC-BC* semakin tinggi kadar *EVA* dalam aspal menyebabkan peningkatan kadar aspal namun masih dibawah campuran tanpa aspal modifikasi *EVA*. Campuran *AC-WC* dan *AC-BC* dengan menggunakan *EVA-MA* menunjukkan ketahanan yang baik terhadap pengaruh air (nilai RMS lebih besar dari 90%)
 - Campuran *AC-WC* dengan *EVA-MA* yang paling optimum diperoleh pada *AC-WC* dengan *EVA-MA-3*, artinya dengan kadar *EVA* 3% dalam aspal modifikasi. Sementara pada campuran *AC-BC* kondisi optimum dicapai pada campuran dengan *EVA-MA-2* dengan 2% *EVA* dalam aspal
4. Pengaruh Bitumen Modifikasi Polimer *Ethylene Vinyl Acetate (EVA)* pada *Asphalt Concrete* Terhadap Karakteristik *Marshall*

Penelitian ini dilakukan oleh Muhammad Ardian pada tahun 2015. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memanfaatkan aspal modifikasi *EVA* dalam campuran *Asphalt Concrete - Wearing Course (AC-WC)* sehingga masalah kerusakan jalan diharapkan dapat diatasi oleh campuran aspal yang mengandung aspal polimer. Bahan yang digunakan adalah aspal penetrasi 60/70 dan aspal modifikasi *EVA*.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta. Metode yang digunakan untuk standar pembuatan *Job Mix* Aspal dengan agregat pengganti mengacu pada Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga 2010 (revisi 3), sedangkan pengujian terhadap benda uji mengacu pada standar yang dikeluarkan oleh *The Asphalt Institute (1997) Superpave Series No.1 (SP-1)* dan mengadopsi metode-metode yang disahkan atau distandarkan oleh Bina Marga yang berupa SK SNI.

Hasil dari pengujian tersebut adalah sebagai berikut:

- Hasil analisis *marshall* menunjukkan bahwa nilai kadar aspal optimum penetasi 60/70 adalah 5,79% sedangkan nilai kadar aspal optimum modifikasi *EVA* adalah 6,04%
- Nilai stabilitas aspal penetrasi 60/70 yaitu 1335,75 kg, sedangkan nilai stabilitas aspal modifikasi *EVA* yaitu 2455,63 kg.
- Aspal modifikasi *EVA* optimum menghasilkan nilai *flow* yang tinggi, nilai stabilitas yang tinggi dan fungsi kelenturan yang tinggi sehingga tahan deformasi beban lalulintas dan tahan terhadap temperatur tinggi.