

BAB 3

LANDASAN TEORI

3.1 Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan merupakan lapisan perkerasan yang terletak di antara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, yang berfungsi memberikan pelayanan kepada sarana transportasi, dan selama masa pelayanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti. Agar perkerasan jalan yang sesuai dengan mutu yang diharapkan, maka pengetahuan tentang sifat, pengadaan dan pengolahan dari bahan penyusun perkerasan jalan sangat diperlukan (Silvia Sukirman, 2003).

Tanah saja biasanya tidak cukup kuat dan tahan, tanpa adanya deformasi yang berarti, terhadap beban roda berulang. Untuk itu perlu lapis tambahan ini dapat dibuat dari bahan khusus yang terpilih (yang lebih baik), yang selanjutnya disebut lapis keras/perkerasan/*pavement*. Mengingat volume pekerjaan jalan, pada umumnya diinginkan perkerasan yang murah, baik yang berkaitan dengan bahan maupun biaya pelaksanaan, namun masih dapat memenuhi tuntutan lalu-lintasnya. Pada mulanya kontruksi perkerasan dikelompokkan menjadi perkerasan lentur (*flexible*), dan perkerasan kaku (*rigid*), perkembangan selanjutnya menunjukkan bahwa adanya berbagai bentuk perkerasan lain seperti : perkerasan komposit, perkerasan beton presstress, cakar ayam dan conblok. (Ir. Suprpto, 2004).

3.2 Jenis Konstruksi Perkerasan

Berdasarkan bahan pengikat yang digunakan untuk membentuk lapisan atas perkerasan jalan dibedakan menjadi:

a) Kontruksi perkerasan lentur (*Flexible Pavement*)

Perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikatnya. Lapisan-lapisan perkerasan bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.

b) Kontruksi perkerasan kaku (*Rigit Pavement*)

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

c) Kontruksi perkerasan komposit (*Composite Pavement*)

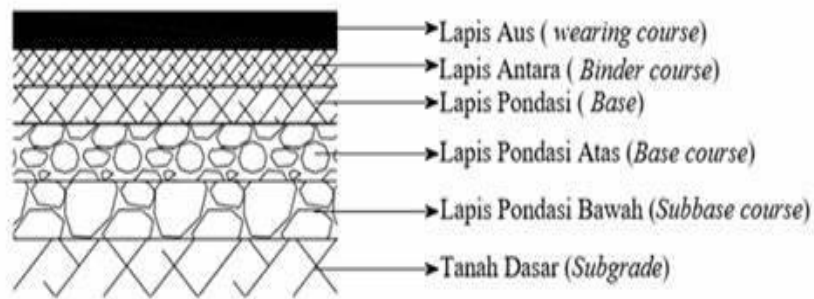
Perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur diatas perkerasan kaku atau perkerasan kaku, diatas perkerasan lentur.

3.3 Struktur Perkerasan Jalan Lentur

Menurut Sukirman (1999:4) Konstruksi perkerasan lentur (*Flexible Pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasan bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.

Struktur perkerasan jalan lentur dibuat secara berlapis dan terdiri atas lapisan permukaan (*surface course*) yaitu lapisan aus dan lapis antara. Lapisan dibawahnya ialah lapisan pondasi yang terdiri dari lapisan pondasi atas (*base course*) dan pondasi bawah (*subbase course*). Lapisan ini diletakkan di atas tanah dasar yang dipadatkan (*subgrade*). Lapisan antara (*binder course*) merupakan bagian dari lapis permukaan yang terletak di antara lapis pondasi atas (*base course*) dengan lapis aus (*wearing course*).

Gambar 3.1 Gambar Struktur Lapisan Perkerasan



Sumber: Perancangan Perkerasan Jalan, 2018

Masing-masing elemen lapisan di atas termasuk tanah dasar secara bersama-sama memikul beban lalu lintas. Tebal struktur perkerasan dibuat sedemikian rupa sampai batas kemampuan tanah dasar memikul beban lalu lintas, 6 atau dapat dikatakan tebal struktur perkerasan sangat tergantung pada kondisi atau daya dukung tanah dasar.

a) Elemen Tanah dasar (*sub grade*)

Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar. beberapa sifat yang penting untuk kepentingan struktur jalan, seperti: daya dukung dan kestabilan tanah yang cukup, komposisi dan gradasi butiran tanah, sifat kembang susut tanah, kemudahan untuk dipadatkan, kemudahan meluluskan air (drainase), plastisitas dari tanah, sifat ekspansif tanah dan lain-lain.

b) Elemen Lapis Pondasi Bawah (*subbase course*)

suatu lapisan yang terletak antara lapis tanah dasar dan lapis pondasi atas (*base*), yang berfungsi sebagai bagian perkerasan yang meneruskan beban di atasnya, dan selanjutnya menyebarkan tegangan yang terjadi ke lapis tanah dasar.

Lapis pondasi bawah dibuat di atas tanah dasar yang berfungsi di antaranya sebagai:

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

c) Elemen Lapis Pondasi Atas (*base course*)

suatu lapisan perkerasan jalan yang terletak antara lapis permukaan dan lapis pondasi bawah (*sub-base*), yang berfungsi sebagai bagian perkerasan yang mendukung lapis permukaan dan beban-beban roda yang bekerja di atasnya dan menyebarkan tegangan yang terjadi ke lapis pondasi bawah, kemudian ke lapis tanah dasar.

Lapis pondasi atas dibuat di atas lapis pondasi bawah yang berfungsi di antaranya:

- Sebagai bagian perkerasan yang menahan beban roda.
- Sebagai perletakan terhadap lapis permukaan.
- Meneruskan limpahan gaya lalu lintas ke lapis pondasi bawah.

d) Elemen Lapis Permukaan (*surface course*)

Sebagai lapisan aus (*wearing course*) yaitu lapisan yang langsung menderita gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus. Fungsi lapis permukaan adalah sebagai berikut:

- Sebagai bahan perkerasan untuk menahan beban roda.
- Sebagai lapis kedap air, yaitu lapisan yang melindungi lapisan di bawahnya dari resapan air yang jatuh di atas permukaan perkerasan

e) Elemen Lapis Antara (*Binder Course*)

Lapis antara (*binder course*) merupakan bagian dari lapis permukaan yang terletak di antara lapis pondasi atas (*base course*) dengan lapis aus (*wearing course*). Fungsi dari lapis antara adalah sebagai berikut:

- Mengurangi tegangan.
- Menahan beban paling tinggi akibat beban lalu lintas sehingga harus mempunyai kekuatan yang cukup.

3.4 Jenis Campuran Beraspal.

3.4.1 Stone Matrix Asphalt (SMA)

Menurut Soehartono (2015) *Stone Matrix Asphalt* (SMA) adalah campuran aspal bergradasi senjang di mana campuran agregat dan aspal tersebut masih ditambah dengan serbuk selulosa (serat kayu lembut) dengan adanya penambahan serat selulosa diharapkan akan meningkatkan titik lembek aspal sehingga mampu meningkatkan kinerja lapisan perkerasan jalan tersebut. Beton Aspal SMA, terdiri dari tiga jenis : SMA Tipis; SMA Halus dan SMA Kasar, dengan ukuran partikel maksimum agregat masing-masing campuran adalah 12,5 mm, 19 mm, 25 mm. Setiap campuran SMA yang menggunakan bahan Aspal Polymer disebut masing-masing sebagai SMA Tipis Modifikasi, SMA Halus Modifikasi dan SMA Kasar Modifikasi.

3.4.2 Lapis Aspal Beton (LASTON)

Menurut Sukirman (2003), Lapis Aspal Beton adalah suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal, dicampur dan dihampar dalam keadaan panas serta dipadatkan pada suhu tertentu. Beton Aspal merupakan salah satu jenis dari lapis perkerasan konstruksi perkerasan lentur.

Menurut Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum 2018 Laston terdiri dari tiga jenis campuran yaitu :

- a. Laston sebagai lapis aus, dikenal dengan nama AC-WC (*Asphalt Concrete Wearing Course*), dengan tebal nominal minimum adalah 4 cm dan ukuran maksimum agregat 19 mm.
- b. Laston sebagai lapis antara, dikenal dengan nama AC-BC (*Asphalt Concrete Bearing Course*), dengan tebal nominal minimum adalah 6 cm dan ukuran maksimum agregat 25,4 mm.
- c. Laston sebagai lapis pondasi, dikenal dengan nama AC-Base (*Asphalt Concrete Base*), dengan tebal nominal minimum adalah 7,5 cm dan ukuran maksimum agregat 37,5 mm.

3.4.3 Lapis aspal beton (*Asphalt Concrete, AC*)

Aspal beton adalah suatu lapisan pada konstruksi perkerasan jalan raya yang terdiri dari campuran aspal dan agregat yang mempunyai gradasi menerus yang dicampur, dihampar lalu dihamparkan dan dipadatkan dalam kondisi panas pada suhu tertentu (Sukirman, 1993).

3.5 Karakteristik Campuran Aspal Beton

3.5.1 Stabilitas

Stabilitas lapisan pekerjaan jalan adalah kemampuan lapisan perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur ataupun bleeding. Kebutuhan akan stabilitas setingkat dengan jumlah lalu lintas dan beban kendaraan yang akan memakai jalan tersebut. Jalan dengan volume lalu lintas tinggi dan sebagian besar merupakan kendaraan berat menuntut stabilitas yang lebih besar dibandingkan dengan jalan dengan volume lalu lintas yang hanya terdiri dari kendaraan penumpang saja. Kestabilan yang terlalu tinggi menyebabkan lapisan itu menjadi kaku dan cepat mengalami retak, disamping itu karena volume antar agregat kurang, mengakibatkan kadar aspal yang dibutuhkan rendah. Hal ini menghasilkan film aspal tipis dan mengakibatkan ikatan aspal mudah lepas sehingga durabilitasnya rendah.

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 :

- agregat dengan gradasi yang rapat (*dense graded*)
- agregat dengan permukaan yang kasar
- agregat berbentuk kubus
- aspal dengan penetrasi rendah
- aspal dengan jumlah yang mencukupi untuk ikatan antar butir

Agregat bergradasi baik, bergradasi rapat memberikan rongga antar butiran agregat (*voids in mineral agregat* = VMA) yang kecil. Keadaan ini menghasilkan stabilitas yang tinggi, tetapi membutuhkan kadar aspal yang rendah untuk mengikat agregat. VMA yang kecil mengakibatkan aspal yang dapat menyelimuti agregat terbatas dan menghasilkan film aspal yang tipis. Film aspal yang tipis mudah lepas yang mengakibatkan lapis tidak lagi kedap air, oksidasi mudah terjadi, dan lapis perkerasan menjadi rusak. Pemakaian aspal yang banyak mengakibatkan aspal tidak lagi dapat menyelimuti agregat dengan baik (karena VMA kecil) dan juga menghasilkan rongga antar campuran (*voids in mix* = VIM) yang kecil. Adanya beban lalu lintas yang menambah pemadatan lapisan mengakibatkan lapisan lapisan aspal meleleh keluar yang dinamakan bleeding.

3.5.2 Durabilitas (keawetan / daya tahan)

Durabilitas diperlukan pada lapisan permukaan sehingga lapisan dapat mampu menahan keausan akibat pengaruh cuaca, air dan perubahan suhu ataupun keausan akibat gesekan kendaraan.

Faktor yang mempengaruhi durabilitas lapis aspal beton adalah :

- Film aspal atau selimut aspal, film aspal yang tebal dapat menghasilkan lapis aspal beton yang berdurabilitas yang tinggi, tetapi kemungkinan terjadinya bleeding menjadi tinggi.
- VIM kecil sehingga lapis kedap air dan udara tidak masuk kedalam campuran yang menyebabkan terjadinya oksidasi dan aspal menjadi rapuh / getas.

➤ VMA besar, sehingga film aspal dapat dibuat tebal. Jika VMA dan VIM kecil serta kadar aspal tinggi kemungkinan terjadinya bleeding besar. Untuk mencapai VMA yang besar ini dipergunakan agregat bergradasi senjang.

3.5.3 Fleksibilitas (kelenturan)

Fleksibilitas pada lapisan perkerasan adalah kemampuan lapisan untuk dapat mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas berulang tanpa timbulnya retak dan perubahan volume. Fleksibilitas yang tinggi dapat diperoleh dengan :

- Penggunaan agregat bergradasi senjang sehingga diperoleh VMA yang besar.
- Penggunaan aspal lunak (aspal dengan penetrsi yang tinggi)
- Penggunaan aspal yang cukup banyak sehingga diperoleh VIM yang kecil.

3.5.4 Skid resistance (tahanan geser / kekesatan)

Tahanan geser adalah kekesatan yang diberikan oleh perkerasan sehingga kendaraan tidak mengalami slip baik di waktu hujan atau basah maupun diwaktu kering. Kekesatan dinyatakan dengan koefisien geser antar permukaan jalan dan ban kendaraan.

Tahanan geser tinggi jika :

- penggunaan kadar aspal yang tepat sehingga tak terjadi bleeding.
- penggunaan agregat dengan permukaan kasar
- penggunaan agregat berbentuk kubus
- penggunaan agregat kasar yang cukup

3.5.5 Ketahanan kelelahan (*fatigue resistance*)

Ketahanan kelelahan adalah ketahanan dari lapis aspal beton dalam menerima beban berulang tanpa terjadinya kelelahan yang berupa alur (ruting) dan retak.

- VIM yang tinggi dan kadar aspal yang rendah akan mengakibatkan kelelahan yang lebih cepat.
- VMA yang tinggi dan kadar aspal yang tinggi dapat mengakibatkan lapis perkerasan menjadi fleksibel.

3.5.6 Kemudahan pelaksanaan (*workability*)

Yang dimaksud dengan kemudahan pelaksanaan adalah mudahnya suatu campuran untuk dihampar dan dipadatkan sehingga diperoleh hasil yang memenuhi kepadatan yang diharapkan.

- Gradasi agregat, agregat bergradasi baik lebih mudah dilaksanakan dari pada agregat bergradasi lain.
- Temperatur campuran, yang ikut mempengaruhi kekerasan bahan pengikat yang bersifat termoplastis.
- Kandungan bahan pengisi (*filler*) yang tinggi menyebabkan pelaksanaan lebih sukar.

3.6 Bahan Penyusun Perkerasan Jalan

3.6.1 Aspal

Aspal adalah suatu bahan bentuk padat atau setengah padat berwarna hitam sampai coklat gelap, bersifat perekat (*cementious*) yang akan menjadi lembek dan meleleh bila dipanasi. Bahan itu sebagian besar tersusun oleh bitumen yang kesemuanya terdapat dalam bentuk padat atau setengah padat dari alam atau hasil pemurnian minyak bumi, atau merupakan campuran dari bahan bitumen dengan minyak bumi atau derivatnya (ASTM, 1994). Aspal terbuat dari bahan minyak menta, melalui proses penyulingan, atau dapat ditemukan dalam kandungan alam bersama – sama material lain. Aspal dapat pula diartikan sebagai bahan pengikat pada campuran beraspal yang terbentuk dari senyawa-senyawa kompleks seperti *Asphaltenese*, *Resins*, dan *Oils*. Bitumen mempunyai sifat *viscoelastic* dan tergantung dari waktu pembebanan (The Blue Book – Building & Construction, 2009)

Gambar 3.2 Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Lapis Aspal Beton (LASTON)

Sifat-sifat Campuran		LASTON					
		AC-WC		AC-BC		AC-Base	
		Halus	Kasar	Halus	Kasar	Halus	Kasar
Kadar Aspal Efektif (%)	Min.	5,1	4,3	4,3	4,0	4,0	3,5
Penyerapan Aspal (%)	Maks.	1,2					
Jumlah Tumbukan per Bidang		75				112	
Rongga dalam Campuran (%)	Min.	3,5					
	Maks.	5,0					
Rongga dalam Agregat (%)	Min.	15		14		13	
Rongga Terisi Aspal (%)	Min.	65		63		60	
Stabilitas Marshall (kg)	Min.	800				1800	
Pelelehan (mm)	Min.	3,0				4,5	
Marshall Quotient (kg/mm)	Min.	250				300	
Stabilitas Marshall Sisa setelah Perendaman 24 jam . 60 C (%)	Min.			90			
Rongga dalam Campuran pada Kepadatan Membal (%)	Min.			2,5			

Sumber : Lapisan Aspal Beton, 2020

3.6.2 Agregat

Agregat adalah sekumpulan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir, atau mineral lainnya baik berupa hasil alam maupun buatan (SNI No: 1737-1989-F). Agregat adalah material granular, misalnya pasir, kerikil, batu pecah yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk suatu beton semen hidraulik atau adukan. Agregat merupakan komponen utama dari struktur perkerasan perkerasan jalan, yaitu 90% – 95% agregat berdasarkan persentase 4 berat, atau 75 – 85% agregat berdasarkan persentase volume. Dengan demikian kualitas perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain.

Menurut Silvia, Sukirman, (2003), agregat merupakan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lain, baik yang berasal dari alam maupun buatan yang berbentuk mineral padat berupa ukuran besar maupun kecil atau fragmen- fragmen.

a) Agregat kasar

1. Fraksi agregat kasar untuk rancangan campuran adalah yang tertahan ayakan no.4 (4,75 mm) yang dilakukan secara basah dan harus bersih, keras, awet, dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya dan memenuhi ketentuan yang diberikan dalam **table 3.1**.
2. Fraksi agregat kasar harus dari batu pecah mesin dan disiapkan dalam ukuran nominal sesuai dengan jenis, campuran yang direncanakan seperti ditunjukkan pada **table 3.1**.

3. Agregat kasar harus mempunyai angularitas seperti yang disyaratkan dalam **table 3.1**. Angularitas agregat kasar didefinisikan sebagai persen terhadap berat agregat yang lebih besar dari 4,75 mm dengan muka bidang pecah satu atau lebih berdasarkan uji menurut SNI 7619:2012.
4. Fraksi agregat kasar harus ditumpuk terpisah dan harus dipasok ke instalasi pencampur aspal dengan menggunakan pemasok penampung dingin (*cold bin feeds*) sedemikian rupa sehingga gradasi gabungan agregat dapat dikendalikan dengan baik.

Tabel 3.1 Ketentuan Agregat Kasar

pengujian			metofe pengujian	nilai
kekekalan bentuk agregat terhadap larutan		natrium sulfat	SNI 3407:2008	Maks.12%
		magnesium sulfat		Maks.18%
abrasi dengan mesin Los Angeles	campuran AC Modifikasi dan SMA	100 putaran	SNI 2417:2008	Maks.6%
		500 putaran		Maks.30%
	Semua jenis campuran beraspal bergradasi lainnya	100 putaran	SNI 2439:2011	Maks.8%
		500 putaran		Maks.40%
	Butir Pecah pada Agregat Kasar		SMA	SNI 7619:2012
Lainnya			95/90**)	
partikel Pipih dan Lonjong		SMA	SNI 8287:2016	Maks.5%
		Lainnya	Perbandingan 1:5	Maks.10%
Material lolos Ayakan No.200			SNI ASTM C117: 2012	Maks.1%

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 (Revisi 2)

b) Agregat halus

1. Agregat halus dari sumber bahan manapun, harus terdiri dari pasir atau hasil pengayakan batu pecah dan terdiri dari bahan yang lolos ayakan No.4 (4,75 mm).
2. Fraksi agregat halus pecah mesin dan pasir harus ditempatkan terpisah dari agregat kasar.
3. Agregat pecah halus dan pasir harus ditumpukan terpisah dan harus dipasok ke instalasi pencampur aspal dengan menggunakan pemasok penampung dingin (*cold bin feeds*) yang terpisah sehingga gradasi gabungan dan presentase pasir di dalam campuran dapat dikendalikan dengan baik.

4. Pasir alam dapat digunakan dalam campuran AC (*Asphalt Concrete*) sampai suatu batas yang tidak melampaui 15% terhadap berat total campuran.
5. Agregat halus memenuhi ketentuan sebagaimana ditunjukkan pada **table 3.1**

Tabel 3.2 Ketentuan Agregat Halus

Pengujian	Metode Pengujian	Nilai
Nilai Setara pasir	SNI 03-4428-1997	Min.50%
Uji Kadar Rongga Tanpa Permadatan	SNI 03-6877-2002	Min. 45%
Gumpalan Lempung dan Butir-butir Mudah Pecah dalam Agregat	SNI 03-4141-1996	Maks 1%
Agregat Lolos Ayakan No.200	SNI ASTM C117:2021	Maks.10%

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 (Revisi 2)

3.6.3 Bahan Pengisi /*Filler*

Menurut Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 revisi 2, bahan pengisi/*filler* dapat berupa semen atau kapur terhidrasi dan harus bebas dari gumpalan serta diterima setelah pemeriksaan secara visual. Bahan pengisi yang digunakan harus diperhitungkan sebagai bagian dari gradasi agregat campuran.

Bahan pengisi *filler* harus memenuhi persyaratan SNI 06-6723:2002. Bila diuji dengan pengayakn sesuai SNI ASTM C136:2012, bahan pengisi harus mengandung berbutir halus yang lolos ayakan No.16 dan lolos ayakan 0,075 mm (No.200) masing-masing tidak kurang dari 100% dan 75% terhadap beratnya.

3.7 Perencanaan Campuran Lapisan Aspal Beton

3.7.1 Gradasi Agregat Gabungan

Sukirman (2003) berpendapat bahwa gradasi atau distribusi partikel-partikel berdasarkan ukuran agregat merupakan hal yang penting dalam menentukan stabilitas perkerasan. Gradasi agregat mempengaruhi besarnya rongga antar butir yang dapat menentukan stabilitas dan kemudahan dalam proses pelaksanaan.

Gradasi agregat gabungan untuk campuran Beraspal, ditunjukkan dalam persen terhadap berat agregat dan bahan pengisi, harus memenuhi batas-batas yang diberikan dalam **table 3.3**. Rancangan dan perbandingan campuran untuk gradasi agregat

gabungan harus mempunyai jarak terhadap batas-batas yang diberikan dalam **table 3.3**.

Tabel 3.3 Persyaratan Gradasi Agregat Gabungan untuk Campuran Beraspal

Ukuran Ayakan		% Berat Yang Lolos terhadap Total Agregat							
		Stone Matrix Asphalt (SMA)			Lastoston (HRS)		Laston (AC)		
ASTM	(mm)	Tipis	Halus	Kasar	WC	Base	WC	BC	Base
1½"	37,5								100
1"	25			100				100	90 - 100
¾"	19		100	90 - 100	100	100	100	90 - 100	76 - 90
½"	12,5	100	90 - 100	50 - 88	90 - 100	90 - 100	90 - 100	75 - 90	60 - 78
⅜"	9,5	70 - 95	50 - 80	25 - 60	75 - 85	65 - 90	77 - 90	66 - 82	52 - 71
No.4	4,75	30 - 50	20 - 35	20 - 28			53 - 69	46 - 64	35 - 54
No.8	2,36	20 - 30	16 - 24	16 - 24	50 - 72	35 - 55	33 - 53	30 - 49	23 - 41
No.16	1,18	14 - 21					21 - 40	18 - 38	13 - 30
No.30	0,600	12 - 18			35 - 60	15 - 35	14 - 30	12 - 28	10 - 22
No.50	0,300	10 - 15					9 - 22	7 - 20	6 - 15
No.100	0,150						6 - 15	5 - 13	4 - 10
No.200	0,075	8 - 12	8 - 11	8 - 11	6 - 10	2 - 9	4 - 9	4 - 8	3 - 7

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 (Revisi 2)

3.7.2 Kadar Aspal Rencana (Pb)

Kadar aspal awal atau kadar aspal perkiraan, ini merupakan kadar aspal tengah/ideal. Kadar aspal tengah dapat ditentukan dengan menggunakan rumus atau persamaan dari Spesifikasi Depkimpraswil (2004), yaitu dikenal dengan kadar aspal rencana (Pb) dari persamaan berikut :

$$Pb = 0,035\%CA + 0,045\%FA + 0,18\%Filler + K \quad (3.1)$$

Keterangan:

Pb = kadar aspal tengah, persen terhadap berat campuran

%CA = Persen agregat tertahan saringan No.8.

%FA = Agregat halus lolos saringan No.8 dan tertahan saringan No.200.

%Filler = persen agregat minimal 75% lolos saringan No.200.

K = Konstanta 0,5-1 untuk lapis AC.

3.8 Marshall Test

Pengujian dengan alat marshall dilakukan sesuai dengan prosedur Bina Marga. Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui karakteristik campuran, menentukan ketahanan atau stabilitas terhadap kelelahan plastis (*flow*) dari campuran aspal.

Hubungan antara ketahanan (stabilitas) dan kelelahan plastis (*flow*) adalah berbanding lurus, semakin besar stabilitas, semakin besar pula *flow*-nya, dan begitu juga sebaliknya, jadi semakin besar stabilitas nya maka aspal akan semakin mampu menahan beban, demikian juga sebaliknya. Dan jika *flow* semakin tinggi maka aspal semakin mampu menahan beban.

3.8.1 Parameter *Marshall Test*

a) Stabilitas

Kemampuan lapisan perkerasan menahan deformasi permanen pada saat menerima beban lalu lintas (baik beban statis maupun beban dinamis). Tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur ataupun bleeding.

b) Kelelahan (*flow*)

Deformasi vertikal yang terjadi mulai awal pembebanan sampai kondisi stabilitas menurun, yang menunjukkan besarnya deformasi yang terjadi pada lapis perkerasan akibat menahan beban yang diterimanya. Nilai *flow* dipengaruhi oleh kadar aspal, viskositas aspal, gradasi agregat, jumlah dan temperatur pemadatan.

c) *Voild In the Mix* (VIM)

VIM menunjukkan persentase rongga dalam campuran. Nilai VIM berpengaruh terhadap keawetan dari campuran aspal agregat, semakin tinggi nilai VIM menunjukkan semakin besar rongga dalam campuran sehingga campuran bersifat porous.

d) *Voild Filled With Asphalt* (VFA)

VFA adalah rongga terisi aspal pada campuran setelah mengalami proses pemadatan yang dinyatakan dalam persen terhadap rongga antar butiran agregat (VMA), sehingga antara nilai VMA dan VFA mempunyai kaitan yang sangat erat. Faktor-faktor yang mempengaruhi VFA antara lain kadar aspal, gradasi agregat, energy pemadat (jumlah dan temeperatur pemadatan), dan absorpsi agregat. Mengecilnya nilai VMA pada kadar aspal yang tetap, berakibat memperbesar presentase rongga terisi aspal.

e) *Marshall Quotient* (MQ)

Nilai MQ menyatakan sifat kekakuan suatu campuran. Bila nilai MQ terlalu tinggi, maka campuran akan cenderung terlalu kaku dan mudah retak. Sebaliknya bila nilai MQ terlalu rendah, maka perkerasan menjadi terlalu lentur dan cenderung kurang stabil.

3.9 RAP (*Reclaimed Asphalt Pavement*)

Pada umumnya ruas-ruas jalan di Indonesia menggunakan teknologi perkerasan lentur atau perkerasan beraspal, lebih dari 90% dari seluruh panjang jalan yang ada. Untuk pembangunan dan pemeliharaan perkerasan beraspal pada setiap tahunnya dikerenakan kekurangan aspal dengan impor aspal. Salah satu alternatif untuk mengatasi kendala kekurangan aspal adalah pemanfaatan material daur ulang khususnya untuk pekerjaan pemeliharaan perkerasan beraspal dengan menggunakan metode *cut and fill* (Nono, 2015).

Keterbatasan material tersebut sebagai pendorong penggunaan bahan daur ulang perkerasan dimana *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) adalah bahan alternatif yang berguna untuk bahan perkerasan karena mengurangi kebutuhan penggunaan agregat alam dan bahan pengikat aspal baru yang diperlukan dalam campuran aspal (Audrey Copeland, 2011), *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) juga dapat merehabilitasi dan atau mengganti struktur perkerasan yang mengalami kerusakan permanen deformasi dan kerusakan secara struktural (Valdes G dkk. 2011), Secara umum perkerasan daur ulang adalah memanfaatkan kembali material (agregat dan aspal) perkerasan lama untuk dijadikan sebagai perkerasan baru yang ditambahkan agregat baru dan atau bahan peremaja. Untuk mencapai hasil yang memadai, aspal dan agregat lama perlu diperbaharui baik sifat-sifatnya maupun gradasinya (Novita,dll 2011). Aspal *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) secara signifikan telah mengalami penuaan pada saat diproduksi, pelayanan terhadap beban kendaraan, dan pengaruh lingkungan saat menjadi lapisan/struktur perkerasan. Hal ini dikarenakan reologi aspal telah teroksidasi dan mempunyai kelelahan, sehingga aspal pada *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) menjadi mengeras (O'Sullivan 2011).

Material daur ulang adalah limbah sisa perkerasan jalan yang telah rusak atau habis umur rencananya umumnya digunakan untuk perkerasan dengan metode pencampuran dingin. Namun untuk dapat digunakan sebagai bahan perkerasan baru, memiliki kendala dalam hal kualitas, agar kualitas dari campuran daur ulang ini mendekati atau bahkan lebih baik dari kualitas campuran aspal konvensional dengan memperbaiki propertis dari daur ulang tersebut. Perbaikan propertis dari material daur ulang ini bisa dengan penambahan *filler*, bahan peremaja, agregat baru, aspal baru atau dengan penambahan bahan tambah lainnya (Alivia Ayu Pratiwi, 2020).

Penggunaan material daur ulang dalam campuran beraspal panas berdasarkan *The Asphalt Institute* (1993) adalah sekitar 10% - 35% untuk unit produksi jenis takaran, sedangkan untuk unit produksi jenis drum kuantitas yang praktis adalah sekitar 10% - 50%. Valdes dkk. (2011) menyampaikan bahwa persyaratan campuran daur ulang sekitar 10% - 50%, dengan campuran 40% RAP masih dalam rentang yang diterima sedangkan campuran dengan 60% diluar batas yang ditentukan.

Gambar 3.3 Gambar alat dan bahan RAP (*Reclaimed Asphalt Pavement*)



sumber : Dokumentasi Pribadi, 2024

3.10 Bahan Peremaja (*Rejuvenator*)

Rejuvenator merupakan suatu peremaja bahan pengikat untuk RAP (*Reclaimed Asphalt Pavement*), di mana didalamnya terkandung dan tersusun senyawa aromatik ringan, untuk menggantikan senyawa aromatik ringan yang menguap atau teroksidasi

pada RAP (*Reclaimed Asphalt Pavement*). Kemampuan senyawa aromatik ringan dari *rejuvenator* harus dapat menembus lapisan aspal dan berdifusi pada RAP (*Reclaimed Asphalt Pavement*) sehingga dapat merekonstruksi aspal yang telah menua menjadi bahan lapis perkerasan baru (Qiu et al. 2013).

Rejuvenator merupakan suatu aditif dengan viskositas rendah yang dirancang untuk mengembalikan sifat-sifat bahan pengikat pada RAP (*Reclaimed Asphalt Pavement*) dan untuk meningkatkan sifat-sifat campuran aspal yang mengandung RAP (*Reclaimed Asphalt Pavement*). Peremaja yang ideal tidak hanya mengembalikan sifat mekanik aspal, tetapi harus dapat mengoreksi komposisi kimia dari aspal (Lehtimäki 2012). Bahan *rejuvenator* dari senyawa aromatik yang sangat ringan dapat meningkatkan ketahanan terhadap retak pada temperatur rendah dan deformasi permanen (Lehtimäki 2012). Ekstrak senyawa aromatik pada peremaja konvensional merupakan suatu molekul aromatik polar yang dominan, dengan kandungan sekitar 75% campuran minyak dan resin dengan sedikit minyak jenuh (Yu et al. 2014).

Bahan pengikat daur ulang dari bahan petrokimia yang asli, minyak goreng dan bitumen aspal yang lembek dengan penentrasi 160/220 dapat digunakan sebagai bahan *rejuvenator* (Dony et al. 2012).

3.10.1 Bahan Peremajaan Reclamite

Menurut National Center for Pavement Preservation “Peremajaan aspal sejati adalah produk minyak berbasis malthena yang memiliki kemampuan untuk menyerap atau menembus kedalam perkerasan beton aspal dan mengembalikan komponen reaktif (*malthena*) yang telah hilang dari pengikat semen aspal. Karena proses alami oksidasi.

Reclamite terdiri dari fraksi malthena yang sama dengan pengikat aspal. *Reclamite* disuling dari bahan dasar *naphthenic* (bebas lilin) yang menyegel dan mempertahankan permukaan “dalam-dalam”.

Reclamite telah digunakan selama lebih dari 50 tahun dan terbukti menambah 5-7 tahun masa pakai perkerasan jalan. Ini menembus, menerjemahkan dan menyegel

permukaan dengan mengisi kembali fraksi *malthena* yang hilang dalam pengikat aspal. *Malthena* diperlukan untuk membuat permukaan tahan lama dan fleksibel. *Reclamite* fluck dengan pengikat aspal, memulihkan ikatan agregat/aspal.

Reclamite mencegah *raveling* dan *stripping* dengan memadatkan permukaan perkerasan, membantu mengatasi masalah pemadatan, mengurangi permeabilitas permukaan, dan mencegah intrusi udara dan kelembapan. Ini menyesuaikan nilai viskositas dan penetrasi. (*Indiana preservation study. Schneider Engineering Case Study Presented at Purdue University*).