

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Perkerasan Jalan

Perkerasan adalah campuran antara agregat dan bahan pengikat yang digunakan untuk melayani beban lalu lintas. Agregat yang dipakai dapat berupa batu pecah atau batu kali dengan bahan pengikat berupa aspal atau semen.

Perkerasan jalan dapat dibedakan menjadi dua yaitu perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan perkerasan kaku (*rigid pavement*).

1. Perkerasan lentur (*flexible pavement*) adalah perkerasan menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan lalu lintas ke tanah dasar yang telah dipadatkan.

Lapisan-lapisan tersebut adalah:

- a. Lapisan permukaan (*surface course*)
- b. Lapisan pondasi atas (*base course*)
- c. Lapisan pondasi bawah (*sub-base course*)
- d. Lapisan tanah dasar (*subgrade*)

(Andi Tenrisukki Tenriajeng, 1999)

2. Perkerasan kaku (*rigid pavement*) adalah perkerasan yang menggunakan bahan ikat semen Portland, pelat beton dengan atau tanpa tulangan

diletakkan di atas tanah dasar dengan atau tanpa pondasi bawah. Struktur lapisan perkerasan ini adalah :

- a. Lapisan permukaan (*surface course*)
- b. Lapisan beton semen
- c. Lapisan pondasi bawah (*sub-base course*)
- d. Lapisan tanah dasar (*subgrade*)

(*Andi Tenrisukki Tenriaajeng, 1999*)

B. Lapis Aspal Beton (LASTON)

Aspal beton merupakan salah satu jenis dari lapis perkerasan konstruksi perkerasan lentur. Jenis perkerasan ini merupakan campuran homogen antara agregat dan aspal sebagai bahan pengikat pada suhu tertentu.

Berdasarkan fungsinya aspal beton campuran panas dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

- a. Sebagai lapis permukaan yang tahan cuaca, gaya geser, dan tekanan roda serta memberikan lapis kedap air yang dapat melindungi lapis di bawahnya dari rembesan air yaitu *Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC)*
- b. Sebagai lapis pengikat yaitu *Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC)*
- c. Sebagai lapis pondasi, jika dipergunakan pada pekerjaan peningkatan atau pemeliharaan jalan, yaitu *Asphalt Concrete-Base (AC-Base)*

Ketentuan sifat – sifat campuran beraspal dikeluarkan oleh Dinas Permukiman dan Prasarana Wilayah bersama-sama dengan Bina Marga, ketentuan sifat-sifat campuran beraspal jenis Laston yang juga menjadi acuan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1. berikut ini:

Tabel 1. Ketentuan sifat – sifat campuran laston (AC).

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 <i>Marshall</i> (kg)	Min.	800				1800	
Pelelehan (mm)	Min.	3,0				4,5	
<i>Marshall Quotient</i> (kg/mm)	Min.	250				300	
Stabilitas <i>Marshall</i> Sisa setelah Perendaman 24 jam , 60 C (%)	Min.	90					
Rongga dalam Campuran pada Kepadatan Membal (%)	Min.	2,5					

Sumber: Dokumen Pelelangan Nasional Pekerjaan Jasa Pelaksanaan Konstruksi (Pemborongan) Untuk Kontrak Harga Satuan BAB VII Spesifikasi Umum Divisi 6 Perkerasan Aspal

C. Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC)

Laston memiliki 2 jenis gradasi yaitu laston bergradasi halus dan laston bergradasi kasar dimana kedua gradasi tersebut memiliki perbedaan persentase jumlah agregat. Untuk laston *Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC)* bergradasi halus dan bergradasi kasar memiliki perbedaan yaitu pada perbedaan jumlah gradasi agregat mulai dari saringan berdiameter 4,3 mm sampai dengan saringan berdiameter 0,15 mm seperti terlihat pada tabel 2. dan gambar 1. berikut :

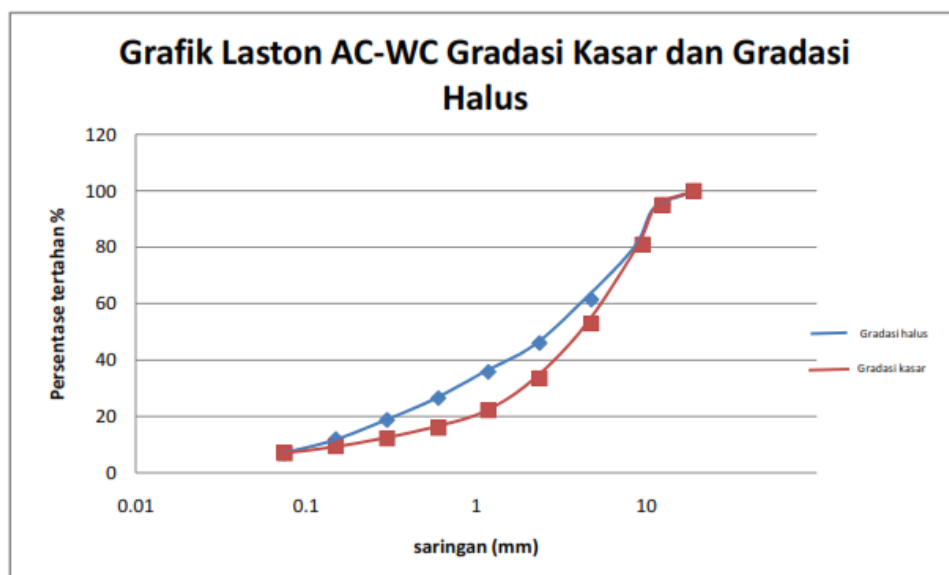
Tabel 2. Gradasi laston (AC) gradasi halus dan gradasi kasar.

Ukuran Ayakan		% Berat Yang Lolos					
		LASTON (AC)					
		Gradasi Halus			Gradasi Kasar		
(inch)	(mm)	AC-WC	AC-BC	AC-Base	AC-WC	AC-BC	AC-Base
1 _{1/2} "	37,5	-	-	100	-	-	100
1"	25	-	100	90 - 100	-	100	90 - 100
3/4"	19	100	90 - 100	73 - 90	100	90 - 100	73 - 90
1/2"	12,5	90 - 100	74 - 90	61 - 79	90 - 100	71 - 90	55 - 76
3/8"	9,5	72 - 90	64 - 82	47 - 67	72 - 90	58 - 80	45 - 66
No.4	4,75	54 - 69	47 - 64	39,5 - 50	43 - 63	37 - 56	28 - 39,5

Tabel2. (Lanjutan)

Ukuran Ayakan		% Berat Yang Lolos					
		LASTON (AC)					
		Gradasi Halus			Gradasi Kasar		
(inch)	(mm)	AC-WC	AC-BC	AC-Base	AC-WC	AC-BC	AC-Base
No.8	2.36	39,1 – 53	34,6 – 49	30,8 - 37	28 - 39,1	23 - 34,6	19 - 26,8
No.16	1.18	31,6 – 40	28,3 – 38	24,1 - 28	19 - 25,6	15 - 22,3	12 - 18,1
No.30	0.6	23,1 – 30	20,7 – 28	17,6 - 22	13 - 19,1	10 - 16,7	7 - 13,6
No.50	0.3	15,5 – 22	13,7 – 20	11,4 - 16	9 - 15,5	7 - 13,7	5 - 11,4
No.100	0.15	9 – 15	4 – 13	4 - 10	6 – 13	5 - 11	4,5 – 9
No.200	0.075	4 – 10	4 – 8	3 - 6	4 – 10	4 – 8	3 - 7

Sumber: Dokumen Pelelangan Nasional Pekerjaan Jasa Pelaksanaan Konstruksi (Pemborongan) Untuk Kontrak Harga Satuan BAB VII Spesifikasi Umum Divisi 6 Perkerasan Aspal



Gambar 1. Grafik laston *Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC)* bergradasi halus dan bergradasi kasar.

D. Material Konstruksi Perkerasan

Material dalam pengerjaan konstruksi perkerasan lapis aspal beton terdiri dari agregat (agregat kasar dan halus), *filler* dan aspal.

1. Agregat

Agregat adalah sekumpulan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lainnya berupa hasil alam atau buatan (*Departemen Pekerjaan Umum –Direktorat Jendral Bina Marga, 2010*).

Sifat agregat yang menentukan kualitasnya sebagai bahan konstruksi perkerasan jalan dapat dikelompokkan menjadi 3 (tiga) kelompok yaitu :

- a. Kekuatan dan keawetan (*strength and durability*) lapisan perkerasan dipengaruhi oleh gradasi, ukuran maksimum, kadar lempung, kekerasan dan ketahanan (*toughness and durability*) bentuk serta tekstur permukaan.
- b. Kemampuan dilapisi aspal dengan baik, yang dipengaruhi oleh porositas, kemungkinan basah dan jenis agregat yang digunakan.
- c. Kemudahan dalam pelaksanaan dan menghasilkan lapisan yang nyaman dan aman, yang dipengaruhi oleh tahanan geser (*skid resistance*) serta memberikan kemudahan pelaksanaan (*bituminous mix workability*).

Berdasarkan ukuran butiran, agregat dapat dibedakan menjadi:

- a. Agregat kasar

Agregat kasar adalah material yang tidak lolos pada saringan no.8 (2,36 mm) saat pengayakan. Agregat kasar harus terdiri dari batu pecah yang bersih, kuat, kering, awet, bersudut, bebas dari kotoran lempung dan material asing lainnya agar mampu terikat dengan baik pada campuran aspal. Agregat kasar pada umumnya harus memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan. Berikut ini adalah Tabel 3. yang berisi tentang ketentuan untuk agregat kasar.

Tabel 3. Ketentuan agregat kasar.

Pengujian		Standar	Nilai
Kekakuan bentuk agregat terhadap larutan natrium dan magnesium sulfat		SNI 3407:2008	Maks. 30%
Abrasi dengan mesin <i>Los Angeles</i>	Campuran AC bergradasi	SNI 2417:2008	Maks. 30%
	Kasar		Maks. 40%
	Semua jenis campuran aspal bergradasi lainnya		
Kelekatan agregat terhadap aspal		SNI 03-2439-1991	Min. 95%
Partikel Pipih dan Lonjong		ASTM D4791	Maks. 10%

Tabel 3. Lanjutan

Pengujian	Standar	Nilai
Material lolos Ayakan No.200	SNI 03-4142-1996	Maks. 1%
Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	SNI 03 – 1969 -1990	Bj Bulk > 2.5 Penyerapan < 3%
Aggregate Impact Value (AIV)	BS 812: bag. 3:1975	Maks. 30%
Aggregate Crushing Value (ACV)	BS 812: bag. 3:1975	Maks. 30%

Sumber: Dokumen Pelelangan Nasional Pekerjaan Jasa Pelaksanaan Konstruksi (Pemborongan) Untuk Kontrak Harga Satuan BAB VII Spesifikasi Umum Divisi 6 Perkerasan Aspal

b. Agregat halus

Agregat halus adalah material yang lolos saringan no.8 (2,36mm) dan tertahan saringan no. 200 (0.075 mm). Agregat dapat meningkatkan stabilitas campuran dengan ikatan yang baik terhadap campuran aspal. Bahan ini dapat terdiri dari butir-butiran batu pecah atau pasir alam atau campuran dari keduanya. Ketentuan mengenai agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4. berikut ini :

Tabel 4. Ketentuan agregat halus.

Pengujian	Standar	Nilai
Nilai setara pasir	SNI 03-4428-1997	Min 50% untuk SS, HRS dan AC bergradasi Halus
		Min 70% untuk AC bergradasi kasar
Material Lolos Ayakan No. 200	SNI 03-4428-1997	Maks. 8%
Kadar Lempung	SNI 3423 : 2008	Maks 1%
Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	SNI 03-1969-1990	Bj Bulk > 2.5 Penyerapan < 5%

Sumber: Dokumen Pelelangan Nasional Pekerjaan Jasa Pelaksanaan Konstruksi (Pemborongan) Untuk Kontrak Harga Satuan BAB VII Spesifikasi Umum Divisi 6 Perkerasan Aspal

c. Bahan pengisi (*filler*)

Bahan pengisi (*filler*) merupakan bahan yang 75% lolos ayakan no. 200, dapat terdiri dari abu batu, abu batu kapur, kapur padam, semen (*PC*) atau bahan non plastis lainnya. Bahan pengisi harus kering dan bebas dari bahan lain yang mengganggu. *Filler* yang digunakan pada penelitian ini adalah *Portland cement*.

2. Aspal

Aspal didefinisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat tua, pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat. Jika dipanaskan sampai suatu temperatur tertentu aspal dapat menjadi lunak (cair) sehingga dapat membungkus partikel agregat pada waktu pembuatan aspal beton atau dapat masuk ke dalam pori-pori yang ada pada penyemprotan/ penyiraman pada perkerasan macadam ataupun pelaburan. Jika temperatur mulai turun, aspal akan mengeras dan mengikat agregat pada tempatnya (sifat termoplastis). Sebagai salah satu material konstruksi perkerasan lentur, aspal merupakan satu komponen kecil umumnya hanya 4 - 10% berdasarkan berat atau 10 - 15 % berdasarkan volume.

Jenis-jenis aspal buatan hasil penyulingan minyak bumi terdiri dari:

a. Aspal keras (*Asphalt Cement*)

Aspal keras merupakan aspal hasil destilasi yang bersifat *viskoelastis* sehingga akan melunak dan mencair bila mendapat cukup pemanasan dan akan mengeras pada saat penyimpanan (suhu kamar). Aspal keras/panas (*asphalt cement, AC*) adalah aspal yang digunakan dalam keadaan cair dan panas untuk pembuatan *Asphalt concrete*. Di Indonesia, aspal yang biasa digunakan adalah aspal penetrasi 60/70 atau penetrasi 80/100. Jenis-jenisnya penetrasinya yaitu:

- 1) Aspal penetrasi rendah 40/55, digunakan untuk jalan dengan volume lalu lintas tinggi dan daerah dengan cuaca iklim panas.
- 2) Aspal penetrasi rendah 60/70, digunakan untuk jalan dengan volume lalu lintas sedang atau tinggi, dan daerah dengan iklim panas.

3) Aspal penetrasi rendah 80/100, digunakan untuk jalan dengan volume lalu lintas sedang/rendah dan daerah dengan iklim dingin.

4) Aspal penetrasi rendah 100/110, digunakan untuk jalan dengan volume lalu lintas rendah dan daerah dengan iklim dingin.

b. Aspal cair (*Cut Back Asphalt*)

Aspal cair adalah campuran antara aspal keras dengan bahan pencair dari hasil penyulingan minyak bumi. Aspal cair digunakan untuk keperluan lapis resap pengikat (*prime coat*).

c. Aspal emulsi

Aspal emulsi adalah suatu campuran aspal dengan air dan bahan pengemulsi. Pada proses ini partikel-partikel aspal padat dipisahkan dan didispersikan dalam air.

Spesifikasi aspal keras penetrasi 60/70 terlihat pada Tabel 5. berikut ini:

Tabel 5. Spesifikasi aspal keras pen 60/70

No.	Jenis Pengujian	Metode	Persyaratan
1	Penetrasi, 25 °C, 100 gr, 5 detik; 0,1 mm	SNI 06-2456-1991	60 – 70
2	Viskositas 135 °C	SNI 06-6441-1991	385
3	Titik Lembek; °C	SNI 06-2434-1991	≥ 48
5	Daktilitas pada 25 °C	SNI 06-2432-1991	≥ 100
6	Titik Nyala (°C)	SNI 06-2433-1991	≥ 232
7	Kelarutan dlm <i>Toluene</i> , %	ASTM D 5546	≥ 99
8	Berat Jenis	SNI 06-2441-1991	≥ 1,0
9	Berat yang Hilang, %	SNI 06-2441-1991	≤ 0,8

Sumber: Dokumen Pelelangan Nasional Pekerjaan Jasa Pelaksanaan Konstruksi (Pemborongan) Untuk Kontrak Harga Satuan BAB VII Spesifikasi Umum Devisi 6 Perkerasan Aspal

E. Karakteristik Campuran Aspal

Karakteristik campuran aspal harus dimiliki oleh aspal beton campuran panas adalah sebagai berikut:

1. Stabilitas (*Stability*)

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

2. Keawetan (*Durability*)

Keawetan adalah kemampuan perkerasan jalan untuk mencegah terjadinya perubahan pada aspal, kehancuran agregat, dan mengelupasnya selaput aspal pada batuan agregat akibat cuaca, air, suhu udara dan keausan akibat gesekan dengan roda kendaraan. Durabilitas diperlukan pada lapisan permukaan sehingga lapisan dapat mampu menahan keausan akibat pengaruh cuaca, air dan perubahan suhu ataupun keausan akibat gesekan roda kendaraan.

Faktor yang mempengaruhi durabilitas lapis aspal beton adalah:

- a. *Voids In The Mix (VIM)* kecil sehingga lapis kedap air dan udara tidak masuk ke dalam campuran yang menyebabkan terjadinya oksidasi dan aspal menjadi rapuh (getas).
- b. *Void In Mineral Aggregate (VMA)* besar sehingga film aspal dapat dibuat tebal. Jika *VMA* dan *VIM* kecil serta kadar aspal tinggi maka kemungkinan terjadinya *bleeding* cukup besar.
- c. *Film* (selimut) aspal, *film* aspal yang tebal dapat menghasilkan lapis aspal beton yang durabilitas tinggi tapi rentan menyebabkan *bleeding*.

3. Kelenturan (*Flexibility*)

Fleksibilitas pada lapisan perkerasan adalah kemampuan lapisan perkerasan untuk dapat mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas

berulang tanpa timbulnya retak dan perubahan volume. Penurunan terjadi akibat dari repetisi beban lalu lintas ataupun akibat beban sendiri tanah timbunan yang dibuat di atas tanah asli.

4. Ketahanan terhadap Kelelahan (*Fatigue Resistance*)

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

5. Kekesatan/tahanan Geser (*Skid Resistance*)

Kekesatan/tahanan geser adalah kemampuan permukaan beton aspal terutama pada kondisi basah, memberikan gaya gesek pada roda kendaraan sehingga kendaraan tidak tergelincir meskipun dalam keadaan basah.

6. Kedap Air (*Impermeability*)

Kedap air adalah kemampuan perkerasan untuk tidak dapat dimasuki air dan udara. Air dan udara dapat mengakibatkan percepatan proses penuaan aspal dan pengelupasan aspal dari permukaan agregat.

7. Kemudahan Pelaksanaan (*Workability*)

Kemudahan pelaksanaan adalah sudahnya suatu campuran aspal beton untuk dihamparkan dan dipadatkan untuk memperoleh kepadatan yang diinginkan. Kemudahan pelaksanaan menentukan efisiensi pekerjaan.

Ketujuh sifat campuran aspal beton ini tidak mungkin dapat dipenuhi sekaligus oleh satu campuran. Dalam perancangan tebal perkerasan harus diperhatikan sifat-sifat aspal beton yang dominan lebih diinginkan akan menentukan jenis beton aspal yang dipilih. Untuk jalan yang melayani lalu lintas rendah lebih memilih durabilitas daripada stabilitas.

F. Suhu/Temperatur

Aspal merupakan bahan yang bersifat termoplastis, mencair bila memperoleh kenaikan suhu tertentu dan sebaliknya akan mengeras bila mengalami penurunan. Suhu berpengaruh terhadap pencampuran dan pemadatan dalam pelaksanaan perkerasan. Suhu pada proses pencampuran lebih tinggi daripada suhu penghamparan dan suhu pemadatan. Setiap tahap dalam proses pekerjaan memiliki suhu standar sebagai acuan untuk melakukan pekerjaan perkerasan.

Nilai viskositas aspal dan batasan suhu selama pencampuran, penghamparan, dan pemadatan pada proses pelaksanaan pekerjaan perkerasan jalan dapat dilihat pada Tabel 6. berikut ini:

Tabel 6. Ketetapan Viskositas dan Temperatur Aspal Untuk Pencampuran dan Pemadatan.

No.	Prosedur Pelaksanaan	Viskositas aspal (P.A.S)	Suhu Campuran (°C)
			Pen 60/70
1	Pencampuran benda uji <i>Marshall</i>	0,2	155 ± 1
2	Pemadatan benda uji <i>Marshall</i>	0,4	140 ± 1
4	Pencampuran rentang temperatur sasaran	0,2 – 0,5	145 – 155
5	Menuangkan campuran dari AMP ke dalam truk	± 0,5	135 – 150
6	Pasokan ke alat penghamparan (<i>paver</i>)	0,5 – 1,0	130 – 150
7	Penggilasan awal (roda baja)	1 – 2	125 – 145
8	Penggilasan kedua (roda karet)	2 – 20	100 – 125
9	Penggilasan akhir (roda baja)	< 20	> 95

Sumber: Dokumen Pelelangan Nasional Pekerjaan Jasa Pelaksanaan Konstruksi (Pemborongan) Untuk Kontrak Harga Satuan BAB VII Spesifikasi Umum Divisi 6 Perkerasan Aspal

G. Volumetrik Campuran Aspal Beton

Volumetrik campuran aspal beton adalah volume benda uji campuran setelah dipadatkan. Campuran aspal secara volumetrik yaitu Volume rongga diantara

mineral agregat (*VMA*), Volume bulk campuran padat, Volume campuran padat tanpa rongga, Volume rongga terisi aspal (*VFA*), Volume rongga dalam campuran (*VIM*), dan Volume aspal yang diserap agregat.

Perhitungan volume campuran beraspal dapat dihitung dengan menggunakan persamaan-persamaan sebagai berikut :

1. Berat Jenis

a. Berat jenis bulk agregat (*Bulk Specific Gravity*)

Berat jenis bulk adalah perbandingan antara berat bahan di udara (termasuk rongga yang cukup kedap dan yang menyerap air) pada satuan volume dan suhu tertentu dengan berat air suling serta volume yang sama pada suhu tertentu pula.

Aspal beton terdiri dari agregat kasar, agregat halus dan bahan pengisi yang masing-masing mempunyai berat jenis yang berbeda maka berat jenis bulk (G_{sb}) agregat total dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$G_{sb} = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{\frac{P_1}{G_1} + \frac{P_2}{G_2} + \dots + \frac{P_n}{G_n}} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

G_{sb} = Berat jenis *bulk* total agregat

$P_1, P_2 \dots P_n$ = Persentase masing-masing fraksi agregat

$G_1, G_2 \dots G_n$ = Berat jenis bulk masing-masing fraksi agregat

b. Berat jenis efektif agregat (*Effective Specific Gravity*)

Berat jenis efektif adalah perbandingan antara berat diudara pada satuan volume dan suhu yang tertentu dengan berat air destilasi dengan volume

yang sama dan suhu tertentu pula, dirumuskan :

$$G_{se} = \frac{P_{mm} - P_b}{\frac{P_{mm}}{G_{mm}} - \frac{P_b}{G_b}} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

- G_{se} = Berat jenis efektif agregat
- P_{mm} = Persentase berat total campuran (=100)
- G_{mm} = Berat jenis maksimum campuran
- P_b = Kadar aspal berdasarkan berat jenis maksimum
- G_b = Berat jenis aspal

c. Berat jenis maksimum campuran

Berat jenis maksimum campuran untuk masing-masing kadar aspal dihitung dengan berat jenis efektif (G_{se}) rata-rata sebagai berikut :

$$G_{mm} = \frac{P_{mm}}{\frac{P_s}{G_{se}} + \frac{P_b}{G_b}} \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan :

- G_{mm} = Berat jenis maksimum campuran
- P_{mm} = Persentase berat total campuran (=100)
- P_b = Kadar aspal berdasarkan berat jenis maksimum
- P_s = Kadar agregat persen terhadap berat total campuran
- G_{se} = Berat jenis efektif agregat
- G_b = Berat jenis aspal

2. Kadar Aspal Efektif

Kadar aspal efektif campuran beraspal adalah kadar aspal total dikurangi jumlah aspal yang terserap oleh partikel agregat. Kadar aspal efektif ini

akan menyelimuti permukaan agregat bagian luar yang pada akhirnya menentukan kinerja perkerasan aspal. Kadar aspal efektif ini dirumuskan sebagai berikut :

$$P_{be} = P_b \times \frac{ba}{100} \times P_s \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan :

P_{be} = Kadar aspal efektif, persen total agregat

P_b = Kadar aspal persen terhadap berat total campuran

P_{ba} = Penyerapan aspal, persen total agregat

P_s = Kadar agregat, persen terhadap berat total campuran

3. Rongga di Dalam Campuran /Void in Mix (VIM)

Rongga di Dalam Campuran /Void in Mix (VIM) merupakan persentase volume rongga udara yang terdapat di dalam campuran aspal. Untuk campuran aspal *Asphalt Concrete-Binder Course (AC-WC)* hanya diperbolehkan 3,3%-5.0% kandungan volume udara yang ada. (*Spesifikasi Bina Marga 2010, tabel 6.3.3.(1c)*).

Volume rongga udara dalam persen dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut.

$$Va = 100 \times \frac{G_{mm} \times G_{mb}}{G_{mm}} \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan :

Va = Rongga udara campuran, persen total campuran

G_{mm} = Berat jenis maksimum campuran agregat rongga udara 0 (No1)

G_{mb} = Berat jenis bulk campuran padat

4. Rongga diantara mineral agregat/*Voids in Mineral Agregat (VMA)*

Rongga diantara mineral agregat/*Voids in Mineral Agregat (VMA)* adalah persentase ruang diantara partikel agregat pada campuran perkerasan beraspal, termasuk rongga udara dan volume aspal efektif. Untuk campuran aspal *Asphalt Concrete-Binder Course (AC-WC)* hanya diperbolehkan 14% kandungan volume udara yang ada. (*Spesifikasi Bina Marga 2010, tabel 6.3.3.(1c)*).

Perhitungan *VMA* terhadap campuran total dengan persamaan :

a. Terhadap berat campuran total

$$VMA = 100 \times \frac{G_{mb} \times P_s}{G_{sb}} \dots \dots \dots (6a)$$

Keterangan :

VMA = Rongga diantara mineral agregat, persen volume bulk

G_{sb} = Berat jenis bulk agregat

G_{mb} = Berat jenis bulk campuran padat

P_s = Kadar agregat, persen terhadap berat total campuran

b. Terhadap berat agregat total

$$VMA = 100 - \frac{G_{mb}}{G_{sb}} \times \frac{100}{(100 + P_b)} \times 100 \dots \dots \dots (6b)$$

Keterangan :

VMA = Rongga diantara mineral agregat, persen volume bulk

G_{sb} = Berat jenis bulk agregat

G_{mb} = Berat jenis bulk campuran padat

P_b = Kadar aspal persen terhadap berat total campuran

5. Rongga Terisi Aspal / *Void Filled with Asphalt (VFA)*

Rongga Terisi Aspal / *Void Filled with Asphalt (VFA)* adalah persentase rongga yang terdapat diantara partikel agregat yang terisi oleh aspal, tidak termasuk aspal yang diserap oleh agregat. Untuk campuran aspal *Asphalt Concrete-Binder Course (AC-WC)* hanya diperbolehkan 63% kandungan volume udara yang ada. (*Spesifikasi Bina Marga 2010, tabel 6.3.3.(1c)*).

Untuk mendapatkan rongga terisi aspal (*VFA*) dapat ditentukan dengan persamaan :

$$VFA = \frac{100 (VMA - V_a)}{G_{mm}} \dots \dots \dots (7)$$

Keterangan :

VFA = Rongga terisi aspal, persen *VIM*

VMA = Rongga diantara mineral agregat, persen volume bulk

Va = Rongga udara campuran, persen total campuran

H. Metode *Marshall*

1. Uji *Marshall*

Kinerja campuran aspal beton dapat diperiksa dengan menggunakan alat pemeriksaan *Marshall* yang pertama kali diperkenalkan oleh Bruce Marshall yang dikembangkan selanjutnya oleh *U.S. Corps of Engineer*. Uji ini untuk menentukan ketahanan (*stability*) terhadap kelelahan plastis (*flow*) dari campuran aspal dan agregat.

Alat *Marshall* merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan cincin pengujian (*proving ring*) berkapasitas 22,2 KN (5000 lbs). *Proving ring* dilengkapi

dengan arloji pengukur yang berguna untuk mengukur stabilitas campuran. Arloji kelelahan (*flow meter*) untuk mengukur kelelahan plastis (*flow*). Benda uji *Marshall standart* berbentuk silinder berdiameter 4 inci (10,16 cm) dan tinggi 2,5 inci (6,35 cm).

2. Parameter Pengujian *Marshall*

Sifat-sifat campuran beraspal dapat dilihat dari parameter-parameter pengujian *marshall* antara lain :

a. Stabilitas *marshall* (*Stability*)

Nilai stabilitas diperoleh dengan pembacaan langsung pada alat uji dengan pembacaan jarum dial pada saat *marshall test* . Stabilitas menunjukkan kekuatan, ketahanan terhadap terjadinya alur (*rutting*) dan menunjukkan batas maksimum beban diterima oleh suatu campuran beraspal saat terjadi keruntuhan yang dinyatakan dalam kilogram. Nilai stabilitas yang terlalu tinggi akan menghasilkan perkerasan yang terlalu kaku sehingga tingkat keawetannya berkurang.

b. Kelelahan (*flow*)

Nilai kelelahan (*flow*) diperoleh dengan pembacaan langsung pada alat uji dengan pembacaan jarum dial pada saat *marshall test*. Suatu campuran yang memiliki kelelahan yang rendah akan lebih kaku dan cenderung untuk mengalami retak dini pada usia pelayanannya.

c. Hasil bagi *marshall* (*Marshall Quotient*)

Hasil bagi *marshall* (*Marshall Quotient*) merupakan hasil pembagian dari stabilitas dengan kelelahan (*flow*). Semakin tinggi *MQ*, maka akan semakin tinggi kekakuan suatu campuran dan semakin rentan campuran

tersebut terhadap keretakan. Berikut ini persamaan untuk nilai MQ :

$$MQ = \frac{S}{F} \dots\dots\dots(8)$$

Keterangan:

MQ = *Marshall Quotient* (kg/mm)

S = nilai stabilitas terkoreksi (kg)

F = nilai *flow* (mm)

d. Rongga terisi aspal / *Void Filled with Asphalt (VFA)*

Rongga terisi aspal / *Void Filled with Asphalt (VFA)* adalah persentase rongga yang terdapat diantara partikel agregat (*VMA*) yang terisi oleh aspal, tidak termasuk aspal yang diserap oleh agregat.

e. Rongga diantara mineral agregat/*Void in Mineral Agregat (VMA)*

Rongga diantara mineral agregat/*Void in Mineral Agregat (VMA)* adalah persentase ruang diantara partikel agregat pada campuran perkerasan beraspal, termasuk rongga udara dan volume aspal efektif.

f. Rongga di dalam campuran /*Void in Mix (VIM)*

Rongga di Dalam Campuran /*Void in Mix (VIM)* merupakan persentase volume rongga udara yang terdapat di dalam campuran aspal.

I. Penelitian Terdahulu

Penelitian yang terkait dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hadi Sastra (2009)

Dalam Judul Tesis “Pengaruh Variasi Jumlah Tumbukan Pada Lapisan Aspal Buton Beragregat (LASBUTAG) Campuran Dingin (*Coldmix*)

Dengan *Modifier* Pertamax Terhadap Karakteristik *Marshall*”, Metode pencampuran LASBUTAG menurut Direktorat Bina Marga 1998. Adapun variasi jumlah tumbukan yang dilakukan adalah 50, 75, 100, 125, 150, 175 dan 200 tumbukan persisi dengan waktu pemeraman campuran selama 24 jam.

Hasil studi ini menerangkan adanya perbedaan nilai-nilai karakteristik *Marshall* yang nyata dari masing masing jumlah tumbukan yang dilakukan. Adapun jumlah tumbukan yang dibutuhkan agar diperoleh kualitas perkerasan LASBUTAG yang optimum adalah 137 tumbukan persisi.

2. Andi Syaiful Amal (2010)

Dalam judul tesis “Variasi Jumlah Tumbukan Pada Campuran Beton Aspal Terhadap Nilai *Density* Dan *Void In The Mix (VITM)*”, Kepadatan untuk lapis perkerasan pada umur rencana 10 tahun dan beberapa variasi lainnya sebagai data tumbukan 2 x 75 sebagai tumbukan standar, tumbukan 2 x 400 sebagai tumbukan korelasi pendekatan nilai overloading dilakukan dengan pengujian *Marshall* dengan beberapa variasi tumbukan, yaitu sekunder (2 x 150 tumbukan, 2 x 200 tumbukan dan 2x 300 tumbukan). Dengan perkerasan jenis Beton Aspal (*Asphaltic Concrete*). Sebagai nilai pendekatan terhadap kinerja penelitian ini dilakukan analisis terhadap lapis ulang kinerja layanan suatu lapis perkerasan.

Hasil analisa pengaruh variasi jumlah tumbukan akibatnya bahan perkerasan menjadi rusak. Variasi jumlah tumbukan diatas tumbukan standar akan mengakibatkan kelelahan bahan, hal ini sebagai indikasi

bahwa segala jenis variasi *VITM* antara 50% - 60% terhadap jumlah tumbukan standar (2 x 75 tumbukan).

3. Eddy Damhuri

Dalam judul tesis “Pengaruh Dust Proportion Sedang Dan Peningkatan Jumlah Tumbukan Terhadap Karakteristik Campuran Panas Beton Aspal Dengan Kadar *Filler* Rendah Berdasarkan Uji *Marshall*”. Penelitian tersebut dilakukan pada campuran beton aspal grading V (Standar Bina Marga 1987). Benda uji dibuat dengan variasi tumbukan dari 2x75, 2x100, 2x200 dan 2x316 dengan *dust proportion* 0,7, 0,8, 0,9 dan 1,0, kadar *filler* 1%, 2%, 3% dan 4 %, kemudian dilakukan pengujian dengan alat uji *Marshall* untuk mengetahui nilai stabilitas, *flow*, *Marshall Quotient*, *density* dan *void analysis*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi campuran dengan menggunakan kadar *filler* 1%, 2%, 3% dan 4%, dan *dust proportion* 0,7, 0,8, 0,9, 1,0. Semakin besar nilai *dust proportion* pada kadar *filler* yang sama akan menurunkan nilai *density*, *VFWA*, stabilitas, *Marshall Quotient* dan menaikkan nilai *VMA*, *VITM*, *flow*. Semakin besar kadar *filler* pada *dust proportion* yang sama akan menaikkan nilai *density*, *VFWA*, stabilitas, *Marshall Quotient* dan menurunkan nilai *VMA*, *VITM*, *flow*. Berdasarkan spesifikasi Bina Marga (IRE, 1998) *dust proportion* 0,7, 0,8, 0,9, 1,0 dengan variasi jumlah tumbukan 2x75, 2x100, 2x200 dan 2x316 dan kadar *filler* 1%, 2%, 3% dan 4%, benda uji tidak memenuhi persyaratan karena tingginya nilai *Marshall Quotient* jauh di atas nilai 200 – 500 kg/mm.