

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Umum

Lalulintas kendaraan menimbulkan muatan atau beban berulang-ulang pada suatu tempat di permukaan jalan. Secara teoritis baban berulang-ulang ini bila frekuensinya sama dengan frekuensi dari kelenturan penahan beban tersebut, maka penahan tersebut akan menjadi hancur, atau dapat di katakan akibat muatan berulang-ulang ini akan memperbesar nilai muatan dinamis sapai besarnya tak terhingga. Bagian perkerasan paling atas (*surface*) akan mendapat tekanan paling besar dari bagian perkerasan di bawahnya, karena semakin ke bawah penyebaran gaya semakin luas, oleh karena itu perkerasan bagian atas harus memiliki karakteristik tertentu yang tertuang dalam spesifikasi teknik tentang jalan. (Sukirman, 1999).

Konstruksi perkerasan biasanya merupakan konstruksi pelat elastis yang berlapis-lapis. Susunan bentuk konstruksi jalan yang sering di gunakan adalah : Lapis penutup / permukann (*surface*), lapis pondasi atas (*base*), lapis pondasi bawah (*sub base*) dan lapis tanah dasar (*sub grade*).

Perkerasan Campuran Beraspal Panas adalah campuran yang terdiri atas kombinasi agregat yang di campur dengan aspal. Pencampuran di lakukan sedemikian rupa, sehingga permukaan agregat terselimuti aspal dengan seragam. Untuk mengeringkan agregat dan memperoleh kekentalan aspal dalam pencampuran dan pengerjaannya, maka keduanya harus di panaskan masing-masing pada suhu tertentu.

Laston (Lapis Aspal Beton) merupakan salah satu lapisan struktural yang terdiri atas gabungan agregat dengan aspal keras di campur, dihamparkan dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu agar mendapatkan mutu perkerasan yang baik, sesuai dengan spesifikasi. Struktur perkerasan jalan yang sekarang banyak digunakan adalah Lapis perkerasan lentur dengan Campuran panas (*Hot mix*). Salah satu jenis campuran aspal panas adalah LASTON (Lapis Aspal Beton) yang terdiri dari tiga jenis lapisan Yaitu : Laston lapis aus (*AC-WC*), Laston lapis pengikat (*AC-BC*), Laston lapis pondasi (*AC – Base*) yang di desain untuk lalulintas ringan sampai berat. Untuk mendapatkan campuran dengan kualitas tertentu,

dapat di pengaruhi oleh beberapa faktor antara lain : jenis aspal, kadar aspal, kelekatan agregat terhadap aspal, bentuk butiran, gradasi agregat, serta komposisi campuran (*mix design*), yang pengerjaannya harus sesuai dengan spesifikasi teknik tentang jalan yang berlaku saat ini. (Pedoman Perencanaan Beraspal Panas Dengan Spesifikasi Teknik Bina Marga 2018 revisi 2). Berdasarkan fungsinya lapisan aspal beton (LASTON) dapat diklasifikasikan sebagai berikut (*Sukirman, 1992*):

- a. Laston Lapis aus (*Asphalt Concrete-Wearing Course, AC-WC*) mempunyai ukuran butir agregat maksimum 19 mm
- b. Laston Lapis Permukaan Antara (*Asphalt Concrete-Binder Course, AC-BC*) mempunyai ukuran butir agregat maksimum 25,4 mm
- c. Laston Lapis Fondasi (*Asphalt Concrete-Base, AC-Base*) mempunyai ukuran butir agregat maksimum 37,5 mm

Sumber Spesifikasi Bina Marga edisi Tahun 2018 untuk Laston, dapat dilihat pada Table 2.1 tebal nominal minimum campuran beraspal

2.2 Sifat dan Fungsi (Laston)

1. Adapun fungsi Laston sebagai berikut :

1. Sebagai lapisan permukaan yang tahan terhadap cuaca , gaya geser dan tekanan roda, serta memberikan lapis kedap air yang dapat melindungi lapisan di bawahnya dari rembesan air.
2. Sebagai lapis pondasi atas.
3. Sebagai lapis pembentuk pondasi, jika dipergunakan pada pekerjaan peningkatan atau pemeliharaan.

2. Tujuan Laston adalah ;

1. Untuk mendapatkan suatu lapisan permukaan atau lapis antara pada perkerasan jalan yang mampu memberikan sumbangan daya dukung yang terukur.
2. Laston dibuat melalui proses penyimpanan bahan, pencapuran, penghampanan, dan pemadatan yang benar, terkendali sehingga memenuhi lapisan yang disyaratkan.

Sesuai dengan fungsi maka lapis aspal beton mempunyai kandungan agregat dan aspal yang berbeda. Sebagai lapis aus, maka kadar aspal yang dikandungnya haruslah cukup sehingga dapat memberikan lapisan yang kedap air. Agregat yang dipergunakan lebih halus dibandingkan dengan aspal beton yang berfungsi sebagai lapis pondasi.

Tabel 2.1 Ketentuan Sifat – Sifat Campuran Laston (AC)

Sifat-sifat campuran		Laston		
		Lapis Aus	Lapis Antara	Fondasi
Jumlah tumbukan perbidang		75		112 ⁽³⁾
Rasio partikel lolos ayakan 0,075mm dengan kadar aspal efektif	Min	0,6		
	Maks	1,6		
Rongga dalam campuran (%) ⁽⁴⁾	Min	3,0		
	Maks	5,0		
Rongga dalam Agregat (VMA) (%)	Min	15	14	13
Rongga terisi Aspal (%)	Min	65	65	65
Stabilitas Marshall (kg)	Min	800		1800 ⁽³⁾
Pelelehan (mm)	Min	2		3
	Maks	4		6 ⁽³⁾
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60°C ⁽⁵⁾	Min	90		

Sumber : Spesifikasi Bina Marga edisi tahun 2018 Revisi 2

2.3 Bahan Agregat

Agregat adalah sekumpul butir – butir batu pecah, kerikil, pasir, abu batu atau mineral lainnya berupa hasil alam atau buatan. Agregat juga dapat di defenisikan secara umum sebagai formasi kulit bumi yang keras dan kenyal (*solid*). Agregat juga di defenisikan sebagai batuan yang terdiri dari mineral padat, berupa massa berukuran besar ataupun berukuran kecil. Berdasarkan besar kecilnya butiran agregat di bagi atas agregat kasar dan agregat halus.

2.3.1 Agregat Kasar

Agregat kasar adalah agregat yang tertahan diatas saringan 4,75 mm (No.4), menurut saringan ASTM. Fraksi agregat kasar untuk keperluan pengujian harus terdiri atas batu pecah atau kerikil pecah dan harus di sediakan dalam ukuran – ukuran nominal. Agregat kasar mempunyai perkerasan lebih stabil dan mempunyai tahanan terhadap slip (*skid resistance*) yang tinggi sehingga lebih menjamin keamanan berkendara. Agregat kasar yang

mempunyai bentuk butiran (*particle shape*) yang bulat memudahkan proses pemadatan, tetapi rendah stabilitasnya, sedangkan yang berbentuk menyudut (*angular*) sulit di padatkan tetapi mempunyai stabilitas tinggi. Agregat kasar harus mempunyai ketahanan terhadap abrasi bila di gunakan sebagai campuran (*wearing course*), untuk itu nilai *Los Angeles Abrasion Test* harus dipenuhi.

Tabel 2.2 Gradasi Agregat Kasar

Pengujian		Metode Pengujian	Nilai
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan	natrium sulfat	SNI 3407:2008	Maks. 12 %
	magnesium sulfat		Maks. 18%
Abrasi dengan mesin Los Angles	Campuran AC Modifikasi dan SMA	100 putaran	Maks. 6%
		500 putaran	Maks. 30%
	Semua jenis campuran beraspal bergradasi lainnya.	100 putaran	Maks. 8%
		500 putaran	Maks. 40%
Kelekatan agregat terhadap aspal		SNI 2439:2011	Min. 95%
Butir Pecah terhadap Agregat Kasar	SMA	SNI 7619:2012	100/90 *)
	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 Bina Marga edisi tahun 2018 Revisi 2

2.3.2 Agregat Halus

Agregat Halus adalah agregat yang lolos ayakan No.4 (4,75) Agregat halus harus terdiri atas partikel yang bersih, keras, tidak mengandung lempung atau bahan yang tidak di kehendaki. Pasir, batu pecah harus di peroleh dari batu yang memenuhi ketentuan mutu agregat halus. Dalam segala hal, pasir yang kotor dan berdebu serta mempunyai partikel lolos ayakan No.200 (0,075) lebih dari 4% atau pasir yang mempunyai nilai setara pasir (*sand equivalent*) kurang dari 50% tidak di perkenankan untuk di gunakan dalam campuran. Agregat halus harus mempunyai angularitas seperti yang di syaratkan dalam tabel berikut.

Tabel 2.3 Gradasi Agregat Halus

Pengujian	Metode Pengujian	Nilai
Nilai Setara Pasir	SNI 03-4428-1997	Min.50%
Uji Kadar Rongga Tanpa Pemadatan	SNI 03-6877-2002	Min.45
Gumpalan Lempung dan Butir-butir	SNI 03-4141-1996	Maks.1%
Mudah Pecah dalam Agregat		
Agregat Lolos Ayakan No.200	SNI ASTM C117:2012	Maks.10%

Sumber : Spesifikasi Bina Marga edisi tahun 2018 Revisi 2

2.3.3 Abu Batu

Bahan pengisi terdiri atas debu batu kapur, semen portland, abu terbang, debu tanur tinggi pembuat semen atau bahan mineral plastis lainnya. Bahan pengisi yang merupakan mikro agregat ini harus lolos saringan No. 200 (0,075 mm). Bilamana kapur tidak terhidrasi atau terhidrasi sebagian di gunakan sebagai bahan pengisi, maka proporsi maksimum yang di iijinkan adalah 1 % dari berat total campuran aspal Bahan pengisi yang di gunakan juga harus kering dan bebas dari bahan-bahan yang tidak di kehendaki.

Semua campuran beraspal harus mengandung bahan pengisi yang di tambahkan (*filler added*) harus dalam rentangan 1 - 2 % dari berat total agregat.

Tabel 2.4 Gradasi Bahan Pengisi (Filler Semen Tonasa)

Ukuran Saringan	Persen Lolos
ASTM	
N0. 30 (0,590 mm)	100
N0. 50 (0,279 mm)	95 – 100
N0. 100 (0,149 mm)	90 – 100
N0. 200 (0,075 mm)	65 – 100

Sumber : Spesifikasi Bina Marga edisi tahun 2018 Revisi 2

2.3.4 Aspal (Bahan Pengikat)

Aspal adalah material pengikat yang pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat dan bersifat termoplastis. Jadi, aspal akan mencair jika di panaskan sampai temperatur tertentu dan kembali membeku jika temperatur turun. Sifat ini di namakan kepadatan aspal terhadap perubahan temperatur. Kepadatan aspal terhadap temperatur di pengaruhi oleh komposisi kimiawi aspal. Pemeriksaan sifat ini sangat penting untuk mengetahui temperatur yang baik untuk pelaksanaan jalan. Bersama dengan agregat, aspal

merupakan material pembentuk campuran perkerasan jalan. Banyak aspal dalam campuran perkerasan berkisar antara 4-10 % berdasarkan berat campuran, 10-15 % berdasarkan volume campuran.

Fungsi aspal sebagai material perkerasan jalan adalah :

1. Sebagai bahan pengikat : memberikan ikatan yang kuat antara aspal dengan agregat dan agregat itu sendiri.
2. Sebagai bahan pengisi : mengisi rongga antara butir agregat dan pori-pori yang ada di dalam butir agregat itu sendiri.

2.4 Metode Rancangan Pencampuran Agregat Gabungan.

Agregat gabungan adalah gabungan antara beberapa fraksi agregat dengan presentase tertentu untuk mendapatkan gradasi dengan gradasi yang sesuai dengan spesifikasi. Agregat gabungan untuk campuran aspal di tunjukan dalam persen berat agregat, harus memenuhi batas-batas dan harus berada di luar daerah larangan (*Restriction Zone*) yang di berikan dalam **Tabel 2.5 Gradasi Agregat Gabungan**. Untuk memperoleh gradasi Agregat yang sesuai dengan spesifikasi agregat, maka kombinasi agregat dapat di tentukan dari dua atau lebih fraksi agregat, yang penggabungannya dapat di lakukan dengan cara analitis atau grafis.

Dalam penelitian ini di gunakan metode analitis. Rancangan agregat campuran dengan metode analitis dapat di tunjukan dalam rumus dasar dari proses pencampuran dua, tiga atau lebih fraksi agregat di bawah ini:

$$P = aA + bB + cC \dots \dots \dots \text{Persamaan (2.1)}$$

Dengan :

P = Persen lolos saringan dengan bukaan d mm yang di inginkan, di peroleh dari spesifikasi campuran.

A = Persen lolos saringan fraksi agregat A untuk bukaan d mm

B = Persen lolos saringan fraksi agregat B untuk bukaan d mm

C = Persen lolos saringan fraksi agregat C untuk bukaan d mm

a = Proporsi dari fraksi agregat A

b = Proporsi dari fraksi agregat B

c = Proporsi dari fraksi agregat C

$(a + b + c) = 1$ atau 100 %

Nilai a,b,c diperoleh dengan “Trial and error”, karena perhitungan P yang di lakukan untuk satu ukuran saringan belum tentu secara keseluruhan dapat menghasilkan campuran yang memenuhi spesifikasi campuran. Proporsi yang terbaik adalah proporsi yang dapat menghasilkan agregat campuran bergradasi mendekati gradasi tengah rentang spesifikasi.

Tabel 2.5 Gradasi agregat untuk campuran Aspal

% Berat Yang Lolos terhadap Total Agregat				
Ukuran Ayakan		Laston (AC)		
ASTM	(mm)	WC	BC	Base
1 1/2"	37,5			100
1"	25		100	90-100
3/4"	19	100	90-100	76-90
1/2"	12,5	90-100	75-90	60-78
3/8"	9,5	77-90	66-82	52-71
No.4	4,75	53-69	46-64	35-54
No.8	2,36	33-53	30-49	23-41
No.16	1,18	21-40	18-38	13-30
No.30	0,600	14-30	12-28	10-22
No.50	0,300	9-22	7-20	6-15
No.100	0,150	6-15	5-13	4-10
No.200	0,075	4-9	4-8	3-7

Sumber : Spesifikasi Bina Marga edisi tahun 2018 Revisi 2

2.5 Rumus – rumus untuk campuran beraspal

Untuk mengetahui sifat baik material maupun campuran aspal dapat menggunakan Rumus-rumus sebagai berikut:

Rumus – rumus yang di gunakan adalah sebagai berikut :

1. Pemeriksaan berat jenis penyerapan agregat kasar (SK SNI M-08-1986)
 - a. Berat jenis kering (*Bulk specific gravity*)

$$= \frac{(B_k)}{(B_j - B_a)} \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.2)}$$

b. Berat jenis kering permukaan jenuh atau SSD (*Saturated Surface Dry*)

$$= \frac{B_j}{(B_j - B_a)} \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.3)}$$

c. Berat jenis semu (*Apparent spsific gravity*)

$$= \frac{(B_k)}{(B_k - B_a)} \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.4)}$$

d. Penyerapan (*Absorption*)

$$= \frac{(B_j - B_k)}{(B_k)} \times 100\% \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.5)}$$

Keterangan :

B_k = Berat uji kering oven (gram)

B_j = Berat benda uji kering permukaan jenuh (gram)

B_a = Berat benda uji kering permukaan jenuh di dalam air (gram)

2. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus

a. Berat jenis
$$= \frac{(B_k)}{(B + 500 - B_t)} \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.6)}$$

b. Berat jenis permukaan
$$= \frac{500}{(B + 500 - B_t)} \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.7)}$$

c, Berat jenis semu
$$= \frac{(B_k)}{(B + B_k - B_t)} \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.8)}$$

d, Penyerapan
$$= \frac{(500 - B_t)}{B_k} \times 100\% \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.9)}$$

3. Pemerisaan keausan dengan mesin Los Angeles

(SK SNIM – 10 – 1989)

$$\text{Keausan} = \frac{a - b}{b} \times 100\% \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.10)}$$

Keterangan :

a = Berat benda uji awal (gram)

b = Berat benda uji tertahan saringan No. 12 (gram)

4. Berat Jenis Agregat Bulk

$$G_{ab} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{\frac{P_1}{G_1} + \frac{P_2}{G_2} + \frac{P_3}{G_3} + \dots + \frac{P_n}{G_n}} \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.11)}$$

Keterangan :

- G_{ab} = Berat Jenis bulk total
- P_1, P_2, P_3 = Presentase masing-masing fraksi agregat (%)
- G_1, G_2, G_3 = Berat jenis masing-masing fraksi agregat

5. Berat Jenis Efektif Agregat

$$G_{se} = \frac{P_{mm} - P_b}{\frac{P_{mm}}{G_{mm}} - \frac{P_b}{G_b}} \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.1)}$$

Keterangan :

- G_{se} = Berta jenis efektif agregat
- G_{mm} = Berat jenis maksimum campuran, rongga udara
- P_{mm} = Persen berat total campuran (=100)
- P_b = Kadar aspal berdasarkan berat jenis maksimum yang di uji dengan ASTM 2041, persentertahan berat total campuran (%)
- G_b = Berat jenis aspal

6. Berat Jenis Maksimum Dengan Aspal Berbeda

$$G_{mm} = \frac{P_{mm}}{\frac{P_s}{G_{se}} + \frac{P_b}{G_b}} \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.13)}$$

Keterangan :

- P_s = Kadar agregat, persen terhadap berat total campuran

7. Penyerapan Aspal

$$P_{ba} = 100 \times \frac{G_{se} - G_{sb}}{G_{sb} \cdot G_{se}} \times G_b \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.14)}$$

Keterangan :

- P_{ba} = Penyerapan aspal, persen total agregat (%)
- G_{sb} = Berat jenis bulk agregat

8. Kadar Aspal Efektif

$$P_{be} = P_b - \frac{P_{ba}}{100} \times P_s \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.15)}$$

Keterangan :

P_{be} = Kadar aspal efektif, persen total campuran (%)

9. Rongga Diantara Mineral Agregat

$$VMA = 100 - \frac{G_{mb}}{G_{sb}} \times \frac{100}{(100+P_b)} \times 100 \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.16)}$$

Keterangan :

VMA = Rongga di antara mineral agregat, persen volume bulk (%)

G_{mb} = Berat jenis bulk campuran padat (AASHTO T-166)

10. Ronggan di Dalam Campuran / *Void In Mix* (VIM)

$$VIM = 100 \times \frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}} \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.17)}$$

Keterangan :

V_a = Rongga udara campuran, persen total campuran (%)

11. Rongga Terisi Aspal

$$VFA = \frac{100(VMA - V_a)}{VMA} \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.18)}$$

Keterangan :

VFA = Rongga terisi aspal

2.6 Karakteristik Umum Campuran Beraspal

Karakteristik campuran yang harus di miliki oleh campuran aspal panas adalah: stabilitas, fleksibilitas, durabilitas, ketahanan kelelahan, tahanan geser dan kemudahan pekerjaan.

2.6.1 Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadinya perubahan bentuk seperti gelombang, alur, dan bleeding (Silvia sukirman, Beton Aspal Campuran panas). Kebutuhan akan stabilitas setingkat dengan jumlah lalulintas dan beban kendaraan yang akan memakai jalan tersebut. Campuran aspal yang mempunyai

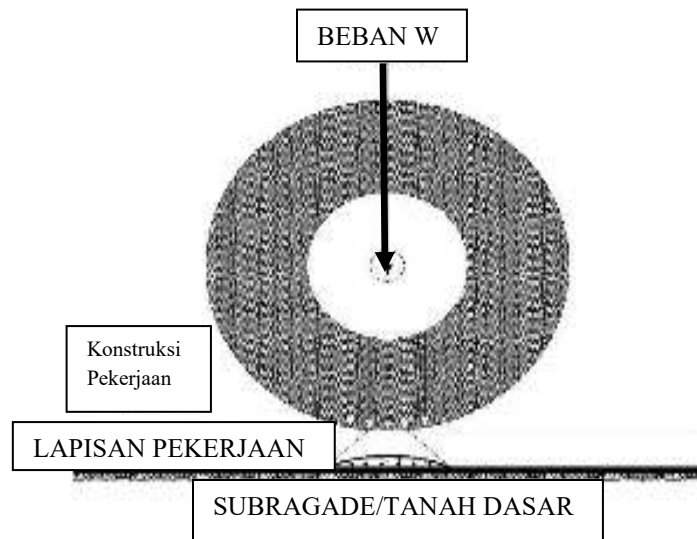
stabilitas yang cukup, pada penampilannya mampu menahan dorongan akibat pengereman (*shoving*) tanpa menimbulkan alur bekas roda kendaraan atau lendutan jalan (*ruting*) dan tetap menjaga bentuk dan kerekatan permukaannya. Oleh sebab itu nilai stabilitas yang diperlukan selalu harus dikaitkan dengan beban lalu lintas yang akan melewati jalan tersebut. Nilai stabilitas terlalu tinggi berakibat campuran terlalu kaku (*stiff*) dan dapat mengalami retak. Di samping itu volume antara agregat (VMA) kurang, mengakibatkan kadar aspal yang dibutuhkan rendah.

Stabilitas terjadi dari hasil geseran butir, penguncian antara partikel dan daya ikat yang baik dari lapisan aspal. Dengan demikian stabilitas yang tinggi dapat diperoleh dengan mengusahakan penggunaan :

1. Agregat dengan gradasi yang rapat
2. Agregat dengan permukaan yang kasar
3. Agregat berbentuk kasar
4. Aspal dengan penetrasi rendah
5. Aspal dengan jumlah yang mencukupi untuk ikatan antar butir.

Agregat bergradasi baik, bergradasi rapat dapat memberikan 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 menyebabkan lapis tidak lagi kedap air, oksidasi mudah terjadi, dan lapis perkerasan menjadi rusak. Pemakaian aspal yang banyak mengakibatkan lapis tidak lagi dapat menyelimuti agregat dengan baik (Karena VMA kecil) dan juga menghasilkan rongga antar campuran (VIM) yang kecil. Adanya beban lalu lintas yang menambah pepadatan lapisan mengakibatkan lapisan aspal meleleh keluar yang dinamakan *bleding*. (*less durable*), sedangkan stabilitas yang akan melewatinya, akan menyebabkan permukaan perkerasan mengalami *Shoving dan ruting*. Nilai stabilitas campuran akan berubah sebagaimana perubahan temperature yang terjadi, oleh sebab itu perlu ada standar temperature uji yang dipakai.

Penyebaran beban lalu lintas pada konstruksi perkerasan jalan raya dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.1 Penyebaran Beban Kendaraan

Sumber : Spesifikasi Bina Marga edisi tahun 2018 Revisi 2

2.6.2 Kelenturan (Fleksibilitas)

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

1. Penggunaan agregat bergradasi senjang sehingga diperoleh VMA yang besar.
2. Penggunaan aspal lunak (aspal dengan penetrasi tinggi)
3. Penggunaan aspal yang cukup banyak sehingga di peroleh VIM yang kecil. Fleksibitas dapat di tingkatkan dengan mempergunakan agregat bergradasi terbuka dan kadar aspal yang tinggi.

2.6.3 Keawetan/ Daya tahan (Durabilitas)

Durabilitas di perlukan pada lapisan permukaan sehingga lapisan mampu menahan keausan akibat pengaruh cuaca, air dan perubahan suhu ataupun keausan akibat gesekan kendaraan. Faktor-faktor yang mempengaruhi durabilitas lapis aspal beton:

1. Film aspal atau selimut aspal, film aspal yang tebal akan menghasilkan lapis aspal beton yang berdurabilitas tinggi, tetapi kemungkinan terjadi bleeding menjadi tinggi.
2. VIM kecil sehingga lapisan kedap air dan udara tidak masuk kedalam campuran yang mengakibatkan terjadinya oksidasi dan aspal menjadi rapuh / getas.

3. VMA besar, sehingga film aspal dibuat besar. Jika VMA dan VIM kecil serta kadar aspal tinggi kemungkinan terjadinya bleeding itu besar. Untuk mencapai VMA yang besar ini di gunakan agregat bergradasi senjang.

2.6.4 Ketahanan kelelahan (*Fatigue Resistance*)

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

Faktor yang mempengaruhi ketahanan terhadap kelelahan adalah:

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

2.6.5 Tahanan Geser (*Skid Resistance*)

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

Tahan geser tinggi apabila :

1. Penggunaan kadar aspal yang tepat sehingga tidak terjadi bleeding.
2. Penggunaan agregat dengan permukaan kasar
3. Penggunaan agregat berbentuk kubus
4. Penggunaan agregat kasar yang cukup

2.6.6 Kemudahan Pekerjaan (*Workability*)

Kemudahan pekerjaan adalah mudahnya suatu campuran untuk dihampar dan dipadatkan sehingga di peroleh hasil yang memenuhi kepadatan yang di harapkan.

Faktor yang mempengaruhi kemudahan dalam pelaksanaan adalah :

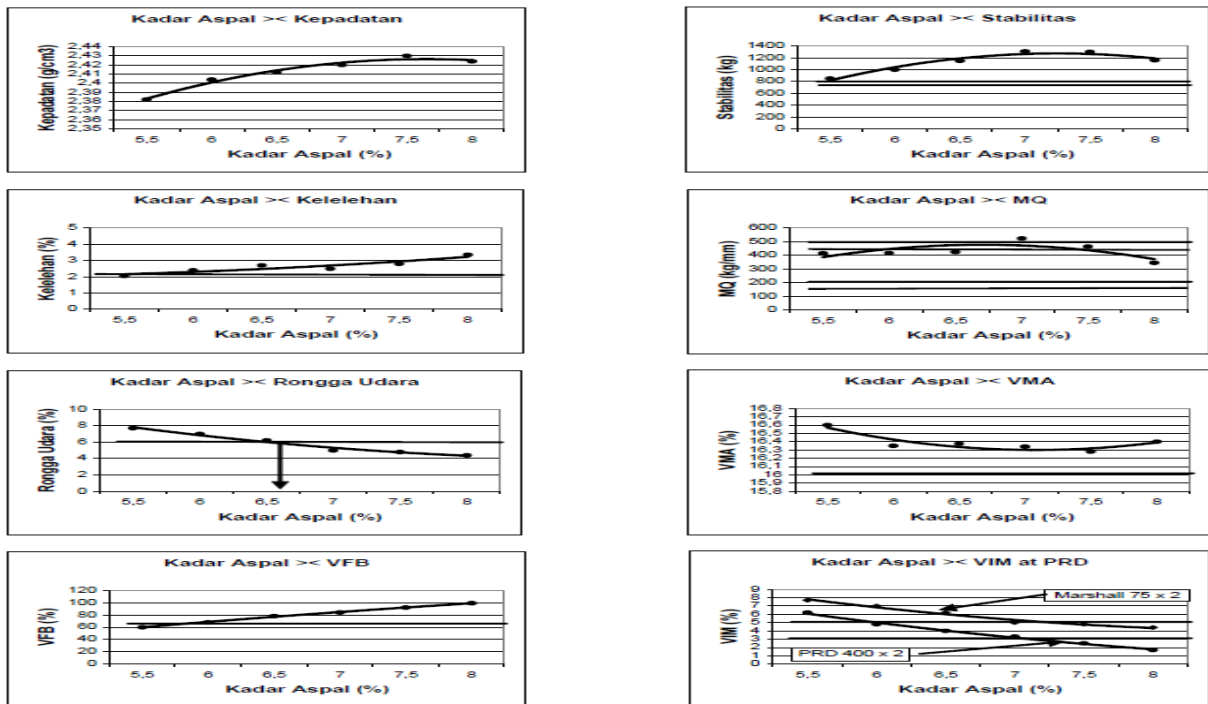
1. Gradasi agregat, agregat bergradasi baik lebih mudah di laksanakan dari pada agregat bergradasi lain.
2. Temperatur campuran, ikut mempengaruhi kekerasan bahan pengikat yang bersifat termoplastis.

- Kandungan bahan pengisi (*Filler*) yang tinggi mengakibatkan pelaksanaan yang lebih sukar.

2.6.7 Gambaran umum hubungan antara kadar aspal dengan parameter Marshall

Kecenderungan bentuk lengkung hubungan antara kadar aspal dan parameter marshall adalah :

- Stabilitas akan meningkat jika kadar aspal bertambah, sampai mencapai nilai maksimum, dan setelah itu stabilitas akan menurun.
- Kelelahan atau flow akan terus meningkat dengan meningkatnya kadar aspal
- Lengkung berat volume identik dengan lengkung stabilitas, tetapi nilai maksimum tercapai pada kadar aspal yang sedikit lebih tinggi dari kadar aspal untuk mencapai stabilitas maksimum.
- Lengkung VIM akan terus menurun dengan bertambahnya kadar aspal sampai secara ultimit mencapai nilai minimum.
- Lengkung VMA akan turun sampai mencapai nilai minimum dan kemudian kembali bertambah dengan bertambahnya kadar aspal.



Gambar 2.2 contoh hubungan Marshall dengan kadar aspal

Sumber: Spesifikasi Bina Marga edisi tahun 2018 Revisi 2

2.7 Karakteristik Material *Quarry* Merdeka

Quarry merdeka merupakan salah satu sumber material lokal yang sering di gunakan untuk pekerjaan perkerasan jalan raya, lokasi penambangan terletak di Kecamatan *Quarry* Merdeka tersebut di kelola langsung oleh salah satu perusahaan jasa konstruksi yakni: PT , Ldt.

Sesuai pengamatan di lapangan bahwa ketersediaan material yang terdapat pada *quarry* Merdeka terdiri atas Agregat Kasar, Agregat halus. Material tersebut di produksi langsung dengan menggunakan alat pemecah batu *Stone crusher*. Cara pengumpulan materialnya menggunakan cara konvensional atau mekanis dengan menggunakan loader, luas area penambangan ± 4 hektar . Dengan melihat dari kondisi tersebut di atas maka perlu di lakukan suatu Penelitian untuk bisa mengetahui sifat dan karakteristik dari *quarry* tersebut, dan dengan harapan bahwa setelah memperoleh hasilnya bisa dapat di terapkan dilapangan.

2.8 Peralatan

Peralatan yang di gunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Peralatan pengujian campuran beraspal dengan alat marshall, sesuai dengan SNI 06-2489-1991

Standar rujukan :

1. SNI - 03-3416-1994 agregat lolos saringan 75 micron dengan cara pencucian (AASHTO).
2. SNI - 03-1968-1990F analisis saringan agregat halus dan kasar (AASHTO T-27).
3. SNI - 06-2456-1991 penetrasi bahan-bahan aspal (AASHTO T-49)
4. SNI - 06-2432-1991 daktilitas bahan-bahan aspal (AASHTO T-51)
5. SNI -03-2417-1991 keausan agregat dengan mesin Los Angeles (AASHTO T- 96)
6. SNI – 03-2439-1991 pelekatan agregat terhadap aspal (AASHTO T-182-1970)
7. SNI-06-2440-1991 kehilangan berat minyak dan aspal dengan cara – (AASHTO T-179-78)
8. SNI- 03-2488-1991 destilasi aspal cair (AASHTO T-178)
- 10.SNI-06-2489-1991 pengujian campuran beraspal dengan alat marshall (AASHTO T-245-78)
9. AASHTO T 166-88 Bulk Specific Gravity of Compacted Bituminous Mixes
10. AASHTO T 176-73 *Plastic fines in Graded Aggregates and soils by use of the sand Equivalent Test.*