

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

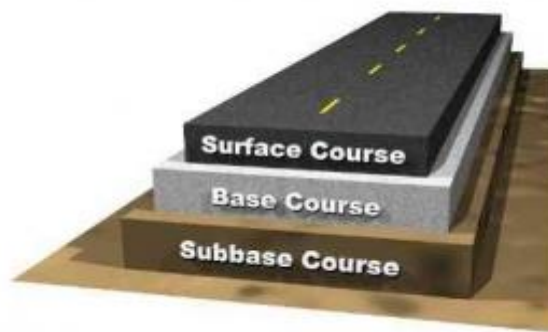
2.1 Campuran Beraspal

Campuran beraspal adalah suatu kombinasi campuran antara agregat dan aspal. Dalam campuran beraspal, aspal berperan sebagai pengikat atau lem antar partikel agregat, dan agregat berperan sebagai tulangan. Sifat-sifat mekanisme aspal dalam campuran beraspal diperoleh dari fraksi dan kohesi dari bahan-bahan pembentuknya. Fraksi agregat diperoleh dari ikatan antar butir agregat (*interlocking*), dan kekuatannya tergantung pada gradasi, tekstur permukaan, bentuk butiran dan ukuran agregat maksimum yang digunakan. Oleh karena itu, kinerja campuran beraspal sangat dipengaruhi oleh sifat-sifat agregat dan aspal serta sifat-sifat agregat dan aspal serta sifat-sifat campuran pada yang sudah terbentuk dari kedua bahan tersebut. Perkerasan beraspal dengan kinerja yang sesuai dengan persyaratan tidak akan dapat diperoleh jika bahan yang digunakan tidak memenuhi syarat, meskipun peralatan dan metode kerja yang digunakan telah selesai. (Prasarana Wilayah, 2006).

2.2 Struktur Lapisan Lentur

2.2.1 Lapisan Permukaan (*Surface Course*)

Lapisan Permukaan (*Surface Course*), merupakan lapisan teratas dari konstruksi jalan yang berhubungan langsung dengan beban kendaraan yang melintas pada permukaan ini dan bersifat kedap air ataupun porous. Lapisan permukaan pada jenis perkerasan lentur terdiri dari *Asphalt Concrete-Based Course (AC-BC)* dan *Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC)* dengan ketebalan tertentu, pada lapisan AC-WC merupakan lapisan aus dan lebih halus permukaannya. Ketebalan AC-BC biasanya kisaran kurang lebih 10 cm dan AC-WC kisaran 5 cm, sedangkan perekat antar lapisan AC-BC dan AC-WC disebut *Tack Coat*.



Gambar 2. 1 Lapisan Permukaan Lentur

Sumber :Tugas Akhir Khairul Saleh, (2021)

Perkerasan komposit merupakan gabungan konstruksi lapisan perkerasan lentur (*flexible pavement*) di atasnya, dimana kedua jenis perkerasan ini bekerja sama dalam memikul beban lalu lintas. Untuk ini maka perlu ada persyaratan ketebalan perkerasan aspal agar mempunyai kekakuan yang cukup serta dapat mencegah retak refleksi dari perkerasan beton dibawah.

2.3 Material Campuran Aspal

Campuran aspal merupakan campuran yang terdiri dari kombinasi agregat yang dicampur dengan aspal, pencampuran dilakukan sedemikian rupa sehingga permukaan agregat terselimuti aspal dengan seragam. Material campuran antara lain :

2.3.1 Agregat

Agregat adalah sekumpulan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lainnya berupa hasil alam atau buatan (Bina Marga, 2018 revisi 2) Berdasarkan ukuran butir agregat dibagi dalam 3 jenis yaitu: agregat kasar, agregat halus, dan bahan pengisi (*filler*)

Agregat didefinisikan secara umum sebagai formasi kulit bumi yang keras dan padat. ASTM mendefinisikan agregat sebagai suatu bahan yang terdiri dari mineral padat, berupa masa berukuran besar ataupun berupa fragmen-fragmen. Agregat merupakan komponen utama dari struktur perkerasan jalan, yaitu 90-95% agregat berdasarkan persentase berat, atau 75-85% agregat berdasarkan persentase

volume. Dengan demikian kualitas perkerasan jalan ditentukan dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain. (Vinet & Zhedanov, 2011b)

Dalam klasifikasinya 3 jenis agregat tersebut memiliki persyaratan sebagai berikut (Bina Marga, 2018 revisi 2):

1. Agregat Kasar

Agregat kasar memenuhi persyaratan yang diberikan pada Tabel berikut :

Tabel 2. 1 Persyaratan Agregat Kasar

No	Pengujian	Standar	Nilai
1.	Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan Natrium Sulfat	SNI 3407:2008	Maks. 12%
2.	Abrasi dengan mesin <i>Los Angeles</i> (Campuran AC Modifikasi) 500 putaran	SNI 2417:1991	Maks. 30%
3.	Kelekatan agregat terhadap aspal	SNI 2439:2011	Min. 95%
4.	Partikel pipih dan lonjong	ASTM D4791 Perbandingan 1:5	Maks. 10%
5.	Material lolos ayakan No. 200	SNI 03-4142- 1996	Maks. 2%

(Sumber : Bina Marga, 2018 revisi 2)

2. Agregat Halus

Fraksi agregat halus dapat berupa penyaringan batu pecah atau pasir alam yang lolos ayakan No. 4 (4,75 mm). Pasir alam dapat digunakan dalam campuran Laston maksimum sebanyak 15% terhadap berat total campuran Agregat halus harus memenuhi persyaratan sebagaimana disajikan pada tabel berikut :

Tabel 2. 2 Persyaratan Agregat Halus

No	Pengujian	Standar	Nilai
1.	<i>Sand Equivalent</i>	SNI 03-1970-1990	Min. 60%
2.	Berat jenis	SNI 03-1970-1990	Min. 2,5 gr/cc
3.	Peresapan terhadap air	SNI 03-1970-1990	Maks. 3%

(Sumber : SNI 8198:2015)

3. Bahan Pengisi *Filler*

Filler adalah bahan berbutir halus yang lolos ayakan No.200 (75 mikron) dengan minimum 75% lolos saringan. *Filler* yang dapat digunakan berupa debu batu kapur (*limestone dust*), kapur padam (*hydrated lime*), semen atau abu terbang. *Filler* digunakan untuk mengisi bagian-bagian yang kosong (rongga-rongga). Semua campuran beraspal harus mengandung *filler* yang ditambahkan tidak kurang dari 1% dan maksimum 2%. *Filler* yang digunakan pada penelitian ini adalah *Portland Cement*.



Gambar 2. 2 *Filler Portland Cement*

Sumber : Tugas Akhir Khairul Saleh, (2021)

2.4 **Limbah Beton**

Limbah adalah benda yang dibuang baik berasal dari alam ataupun dari hasil proses teknologi yang kehadirannya pada suatu saat dan tempat tertentu tidak dikehendaki karena tidak memiliki nilai ekonomis. Sedangkan limbah beton adalah material beton yang sudah tidak terpakai lagi untuk konstruksi. Limbah beton biasanya memiliki nilai estetika yang rendah atau tidak lagi memenuhi standar struktural, sehingga dianggap sebagai bahan yang tidak berguna atau tidak terpakai. Pengelolaan limbah beton yang baik meliputi pemilahan, daur ulang, atau penggunaan kembali sebagai bahan konstruksi atau bahan pengganti. Limbah beton yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah limbah beton hasil benda uji yang sudah tidak dipakai lagi di Laboratorium PT.Trie Mukty Pertama Putra Tasikmalaya. (Vinet & Zhedanov, 2011c)



Gambar 2. 3 Limbah Beton

Sumber : Dokumentasi Lapangan

2.5 Karakteristik Marshall

Karakteristik campuranj aspal panas agregat aspal dapat diukur dengan sifat-sifat marshall yang ditunjukkan pada nilai-nilai sebagai berikut:

1. Kerapatan (Density)

Density merupakan tingkat kerapatan campuran setelah dipadatkan. Semakin tinggi nilai density suatu campuran menunjukkan bahwa kerapatannya semakin baik.

2. Stabilitas

Stabilitas merupakan kemampuan perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur, dan *bleeding*. Kebutuhan akan stabilitas sebanding dengan fungsi jalan dan beban lalu lintas yang akan dilayani. Nilai stabilitas dipengaruhi oleh bentuk, kualitas, tekstur permukaan dan gradasi agregat yaitu gesekan antar butiran agregat dan penguncian antar agregat, daya lekat dan kadar aspal dalam campuran. Penggunaan aspal dalam campuran akan menentukan nilai stabilitas campuran tersebut. Seiring dengan penambahan aspal, nilai stabilitas campuran aspal akan meningkat hingga batas maksimum. Penambahan aspal diatas batas maksimum justru akan menurunkan stabilitas campuran itu sendiri sehingga lapis perkerasan menjadi kaku dan bersifat getas, nilai stabilitas berpengaruh pada fleksibilitas lapis perkerasan yang dihasilkan.

3. *Void In The Mineral Aggregate (VMA)*

Void In Mineral Aggregate (VMA) adalah rongga udara yang ada diantara mineral agregat diantara campuran aspal yang sudah dipadatkan. Nilai VMA dinyatakan dalam persen (%). Kuantitas rongga udara di pengaruhi terhadap kinerja suatu campuran karena jika VMA terlalu kecil maka campuran bisa mengalami masalah durabilitas dan jika VMA terlalu besar maka campuran akan memperlihatkan masalah stabilitas dan tidak ekonomis untuk produksi. Nilai VMA dipengaruhi oleh faktor pemadatan, yaitu data dan temperatur pemadatan, gradasi agregat dan kadar aspal. Nilai VMA ini berpengaruh pada sifat kededapan campuran terhadap air dan udara serta sifat elastis campuran. Dapat juga dikatakan bahwa nilai VMA menentukan stabilitas, fleksibilitas dan durabilitas. Nilai VMA diisyaratkan adalah minimum 15%.

4. *Void In The Mix (VIM)*

Void In Mix (VIM) merupakan banyaknya rongga di antara butir – butir agregat yang diselimuti aspal. VIM dinyatakan dalam presentase terhadap volume beton aspal. Hal ini mengakibatkan campuran menjadi kurang rapat sehingga air dan udara mudah memasuki rongga-rongga dalam campuran yang mengakibatkan aspal mudah teroksidasi sehingga menyebabkan lekatan antar butiran agregat berkurang sehingga terjadi pelepasan butiran dan pengelupasan permukaan pada lapis perkerasan. Nilai VIM terlalu rendah akan menyebabkan *bleading* karena suhu yang tinggi maka viskositas aspal menurun sesuai sifat termoplastisnya. Pada saat itu apabila lapis perkerasan menerima beban lalu lintas maka aspal akan terdesak keluar permukaan karena tidak cukup rongga bagi aspal untuk melakukan penetrasi dalam lapisan perkerasan. Nilai VIM yang lebih dari ketentuan akan mengakibatkan berkurangnya keawetan lapis perkerasan, karena rongga terlalu besar akan mudah terjadi oksidasi.

5. *Void Filled Bitument (VFB)*

Void Filled with Bitumen (VFB) adalah rongga dalam benda uji yang terisi aspal (dalam %). Menunjukkan besarnya deformasi yang terjadi pada suatu

lapis perkerasan akibat menahan beban. Menunjukkan kemampuan lapis perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa adanya perubahan bentuk seperti *bleeding*.

6. Kelelahan (*Flow*)

Flow adalah besarnya deformasi vertikal benda uji yang terjadi pada awal pembebanan sehingga durabilitas menurun, yang menunjukkan besarnya deformasi yang terjadi pada lapis perkerasan akibat menahan beban yang diterimanya. Deformasi yang terjadi erat kaitannya dengan sifat-sifat marshall yang lain seperti stabilitas, VIM dan VFA. Nilai *flow* dipengaruhi oleh kadar dan viskositas aspal, gradasi agregat jumlah dan temperatur pematatan. Campuran yang memiliki angka kelelahan rendah dengan stabilitas tinggi cenderung menjadi kaku dan getas sedangkan campuran yang memiliki angka kelelahan tinggi dan stabilitas rendah cenderung plastis dan mudah berubah bentuk apabila mendapat beban lalu lintas. Kerapatan campuran yang baik, kadar aspal yang cukup dan stabilitas yang baik akan memberikan pengaruh penurunan nilai *flow*. Nilai *flow* yang rendah akan mengakibatkan campuran menjadi kaku sehingga lapis perkerasan menjadi mudah retak, sedangkan campuran dengan nilai *flow* tinggi akan menghasilkan lapis perkerasan yang plastis sehingga perkerasan akan mudah mengalami perubahan bentuk seperti gelombang dan alur.

7. Marshal Quotient (*MQ*)

MQ merupakan hasil bagi antara stabilitas dengan *flow*. Nilai MQ akan memberikan nilai fleksibilitas campuran. Semakin besar nilai MQ berarti campuran semakin kaku, sebaliknya bila semakin kecil nilainya makanya campuran semakin lentur. Nilai MQ dipengaruhi oleh stabilitas dan *flow*. Nilai MQ diisyaratkan minimal 250 kg/mm. Nilai MQ dibawah 250 kg/mm mengakibatkan perkerasan mudah mengalami *wasboarding*, *ruting*, dan *bleeding*.

2.5.1 Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Parameter Marshall

Kecendrungan bentuk lengkung hubungan antar kadar aspal dengan parameter Marshall adalah :

1. Stabilitas akan meningkatkan jika kadar aspal bertambah, sampai mencapai nilai maksimum, dan setelah nilai stabilitas itu menurun
2. Kelelahan atau *flow* akan terus meningkat dengan meningkatnya kadar aspal
3. Lengkung berat volume identik dengan lengkung stabilitas, tetapi nilai stabilitas tercapai pada kadar aspal yang sedikit lebih tinggi dari kadar aspal untuk mencapai VMA stabilitas maksimum
4. Lengkung VIM akan terus menurun dengan bertambahnya kadar aspal sampai secara ultimit mencapai nilai minimum
5. Lengkung VMA akan turun sampai mencapai nilai minimum dan kemudian kembali bertambahnya kadar aspal
6. Lengkung FVA akan bertambah dengan bertambahnya kadar aspal, karena dalam hal ini makin banyak terisi oleh aspal

2.5.2 Volumetrik Campuran Beraspal

Kinerja campuran beraspal sangat ditentukan oleh volumetrik campuran dalam keadaan padat yang terdiri dari rongga udara dalam campuran (VIM), rongga udara diantara agregat (VMA), rongga terisi aspal (VFA)/(VFB).

Keterangan :

- VIM = Volume rongga udara dalam campuran
- VMA = Volume rongga diantara mineral agregat
- VFA = Volume rongga terisi aspal
- Vba = Volume aspal yang diserap agregat
- Vsb = Volume agregat (berdasarkan berat jenis bulk/curah)
- Vb = Volume aspal
- Vse = Volume agregat (berdasarkan berat jenis efektif)
- Vmm = Volume campuran tanpa rongga udara
- Vmb = Volume bulk/curah campuran padat

2.6 Pengujian Marshall

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.

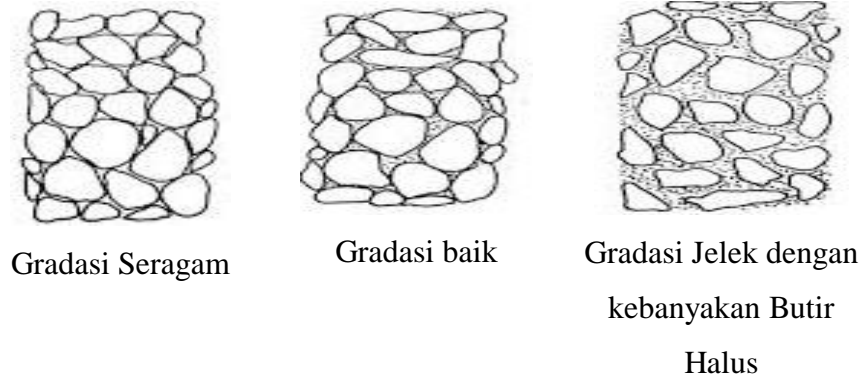
Hubungan antara ketahanan (stabilitas) dan kelelahan plastisitas (*flow*) adalah berbanding lurus, semakin besar stabilitas, semakin besar pula *flow*-nya, dan begitu juga sebaliknya. Jadi semakin besar stabilitasnya maka aspal akan semakin mampu menahan beban, demikian juga sebaliknya. dan jika *flow*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

Dari hasil pengamatan pada pengujian Marshall kemudian dibuat grafik hubungan antara presentase kadar aspal dengan presentase rongga terisi aspal (VFA), presentase rongga dalam campuran (VIM), kelelahan (*flow*), stabilitas, dan perbandingan antara stabilitas dan kelelahan (MQ)

2.6.1 Gradasi Agregat

Gradasi atau distribusi partikel – partikel berdasarkan ukuran agregat merupakan hal yang penting dalam menentukan stabilitas perkerasan. Gradasi agregat diperoleh dari hasil analisa saringan dengan menggunakan satu set saringan, gimana saringan yang paling kasar diletakkan diatas dan yang halus dibawahnya. Gradasi agregat dapat dibedakan atas gradasi seragam, gradasi seragam, gradasi rapat, dan gradasi buruk. Agregat bergradasi rapat dapat dikelompokkan menjadi :

1. Agregat bergradasi kasar adalah agregat bergradasi rapat yang didominasi oleh agregat ukuran butiran kasar.
2. Agregat bergradasi halus adalah agregat bergradasi rapat yang didominasi oleh agregat ukuran butiran halus.



Jenis Gradasi Agregat

Gambar 2. 4 Gradasi Agregat

Sumber : Tugas Akhir Khairul Saleh, (2021)

Tabel 2. 3 Persyaratan Gradasi Agregat

Ukuran Ayakan	Persen berat lolos terhadap total agregat dalam campuran		
	Laston (AC)		
	AC atau WC Modifikasi	BC atau BC Modifikasi	Base atau Base Modifikasi
1 ½ in (37,5 mm)	-	-	100
1 in (25 mm)	-	100	90-100
¾ in (19 mm)	100	90-100	7-90
½ in (12,5 mm)	90-100	75-90	60-78
3/8 in (9,5 mm)	77-90	66-82	52-71
No. 4 (4,75 mm)	53-69	46-64	35-54
No. 8 (2,36 mm)	33-53	30-49	23-41
No. 16 (1,18 mm)	21-40	18-38	14-30
No. 30 (0,6 mm)	14-30	12-28	10-22
No. 50 (0,3 mm)	9-22	7-20	6-15
No. 100 (0,15 mm)	6-15	5-13	4-10
No. 200 (0,075 mm)	4-10	4-8	3-7

Sumber : Bina Marga 2018 Revisi 2

3. Karakteristik Beton Aspal

Karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh campuran aspal beton campuran panas adalah:

1. Stabilitas
2. Durabilitas
3. *Fleksibilitas*
4. Tahanan geser
5. Ketahanan kelelahan
6. Kemudahan pekerjaan
7. *Impermeability*

2.6.2 Kadar Aspal

Tahapan awal untuk membuat suatu formula campuran rencana adalah menggabungkan agregat (batu pecah, abu batu, pasir, dan *Sesai*) dengan persentase tertentu untuk mendapatkan suatu agregat gabungan dengan gradasi yang memenuhi spesifikasi yang diberikan.

Pada pengujian di laboratorium, pada pengujian yang menggunakan metode marshall penentuan kadar aspal dilakukan sebanyak dua kali yaitu :

1. Penentuan Kadar Aspal Rencana

Perkiraan awal kadar aspal rencana dapat direncanakan setelah dilakukan pemilihan dan penggabungan agregat. Rumus perhitungannya sebagai berikut:

$$Pb = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18(\%FF) + K \quad (2.1)$$

Keterangan:

Pb = Keterangan kadar aspal rencana

CA = 100% - % agregat kasar yang tertahan saringan No.8

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

FF = Nilai Persentase *filler*

K = Konstanta (kira-kira 0,5 – 1,0)

2. Penentuan Kadar Aspal Optimum

Kadar aspal optimum adalah nilai tengah dari rentang kadar aspal

yang memenuhi semua spesifikasi campuran. Nilai kadar aspal optimum ditentukan oleh nilai parameter *Marshall* (stabilitas, *Flow*, VIM, VMA, dan VFB) yang memenuhi batas-batas spesifikasi campuran pada rentang kadar aspal $\pm 0,5\%$.

2.7 Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan yaitu lapisan yang terletak pada lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, dan merupakan lapisan yang berhubungan secara langsung terhadap kendaraan. Lapisan ini berfungsi memberikan pelayanan terhadap sarana transportasi serta diharapkan selama masa pelayanannya tidak akan terjadi kerusakan yang berat. Agar perkerasan memiliki daya dukung serta keawetan yang dapat memadai, namun juga dengan harga ekonomis maka perkerasan jalan direncanakan secara berlapis-lapis.

Muatan yang diterima oleh masing-masing lapisan berbeda dan semakin kebawah semakin kecil. Oleh karena itu lapisan permukaan harus mampu menerima seluruh jenis gaya yang akan bekerja. Lapisan permukaan sering kali dibuat dengan menggunakan material utama pembentuk lapisan perkerasan lapisan jalan adalah agregat, yaitu 90-95% dari berat campuran perkerasan. Daya dukung lapisan perkerasan ditentukan dari sifat butir-butir agregat dan gradasi agregatnya serta bahan pengikat seperti aspal atau semen, untuk mendapatkan perkerasan jalan yang memenuhi mutu yang diharapkan, maka pengetahuan tentang sifat bahan pengikat seperti aspal dan semen menjadi dasar untuk merancang campuran sesuai jenis perkerasan yang diinginkan. Material perkerasan jalan terdiri dari tanah, agregat, aspal, semen, dan bahan tambahan atau pengganti perlu pengendalian mutu proses pelaksanaan perkerasan merupakan hal yang tidak terpisahkan untuk dapat mencapai mutu yang diharapkan.

2.7.1 Macam-macam Perkerasan Jalan

Menurut (Sukirman, 1999), berdasarkan bahan pengikatnya, konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan atas:

1. Konstruksi perkerasan lentur (*Flexible Pavement*) Perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikatnya. Lapisan Lapisan

perkerasan bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.

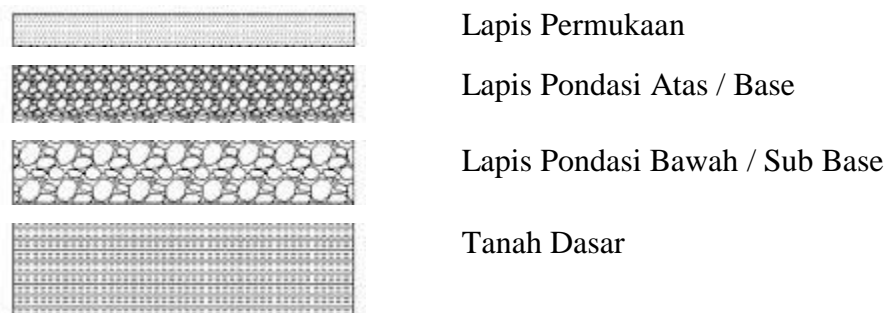
2. Konstruksi perkerasan kaku (*Rigit Pavement*) Perkerasan yang menggunakan semen (*Portland Cement*) sebagai bahan pengikatnya. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan di atas tanah dasat dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton.
3. Konstruksi perkerasan komposit (*Composite Pavement*) Perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur di atas perkerasan kaku atau perkerasan kaku di atas perkerasan lentur.

2.8 Lapisan Aspal

2.8.1 Pengertian Aspal Beton

Lapisan Aspal Beton (Laston) adalah lapisan jalan raya yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang bergradasi menerus, dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. (SNI No: 1737-1989-F, 1989)

Lapis aspal beton adalah campuran yang terdiri dari atas agregat yang mempunyai gradasi menerus dengan aspal keras, dicampur, dihamparkan, dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu yang umum digunakan pada lalu-lintas berat. (Imannurrohman, 2021)



Gambar 2. 5 Lapisan Perkerasan Lentur

Sumber : Tugas Akhir Afridho, (2017)

2.8.2 Spesifikasi Lapisan Aspal Beton

Lapisan Aspal Beton (Laston) yang selanjutnya disebut AC, terdiri dari tiga jenis campuran, AC Lapisan Aus *Asphalt Concrete – Wearing Course* (AC-WC), AC Lapisan Antara (*AC-Binder Crouse*, AC-BC), dan AC Lapisan Pondasi (*AC-Base*) dan ukuran maksimum agregat masing-masing campuran adalah 19 mm, 25.4 mm, 37.5 mm. Setiap jenis campuran AC yang mengandung bahan aspal *polymer* atau aspal dimodifikasi dengan aspal alam disebut masing- masing sebagai *AC-WC Modified*, *AC-BC Modified*, dan *AC-Base Modified*. (Bina Marga, 2018 revisi 2)

Adapun tebal nominal minimum beserta dengan simbol untuk masing-masing lapisan beraspal telah ditentukan dan tercantum pada **Tabel 2.4** Dibawah ini :

Tabel 2. 4 Spesifikasi Lapisan Aspal Beton Bina Marga 2018 revisi 2

Jenis Campuran		Simbol	Tebal Nominal Minimum (cm)
Latasir Kelas A		SS-A	1.5
Latasir Kelas B		SS-B	2.0
	Lapisan Aus	HRS-WC	3.0
	Lapisan Pondasi	HRS-Base	3.5
	Lapisan Aus	AC-WC	4.0
	Lapisan Antara	AC-BC	6.0
	Lapisan Pondasi	AC-BC	7.5

(Sumber : Bina Marga 2018 revisi 2)

Tabel 2. 5 Ketentuan Sifat Aspal Beton (AC Mod) Bina Marga 2018 revisi 2

Sifat Campuran		Nilai
Jumlah Tumbukan		75 Kali
Stabilitas	Min	800 Kg
Kelehan (Flow)	Min	2 mm
	Maks	4 mm

(Sumber : Bina Marga 2018 revisi 2)

2.8.3 Aspal

Aspal adalah bahan untuk mengikat batuan atau agregat dan berfungsi untuk memperkuat perkerasan jalan yang mempunyai sifat menolak air, lunak jika dipanaskan dan padat apabila kembali dingin. (*Thermoplastis*), tidak mudah menguap dan dapat larut dalam karbon disulfida. Penggunaan aspal untuk campuran aspal beton harus terdiri dari salah satu aspal keras penetrasi 60/70 atau 80/100.



Gambar 2. 6 Aspal Cair

Sumber: Dokumentasi Lapangan

Aspal didefinisikan sebagai material perekat yang berwarna hitam pekat atau coklat tua, dengan unsur utama bitumen. Bitumen terutama mengandung senyawa hidrokarbon. Aspal adalah material yang pada temperatur ruang berbentuk pampat sampai agak pampat, dan akan bersifat termoplastis. Sehingga aspal akan mencair jika dilakukan pemanasan sampai pada temperaturnya turun. Banyaknya aspal dalam campuran perkerasan berkisar antara 4-10 % berdasarkan berat campuran , atau 10-15 % berdasarkan volume campuran. Aspal minyak yang digunakan untuk konstruksi perkerasan jalan merupakan proses dari destilasi minyak bumi , sering disebut aspal semen. Aspal semen bersifat mengikat agregat pada campuran aspal beton dan memberikan lapisan kedap air, serta tahan terhadap pengaruh asam, basa, dan garam. Pada penelitian ini menggunakan aspal penetrasi 60/70 dengan ketentuan sebagai berikut :

Tabel 2. 6 Ketentuan Aspal Penetrasi 60/70 Bina Marga 2018 revisi 2

Jenis Pengujian	Metoda	Persyaratan
Penetrasi, 25° C, 100gr, 5 detik, 0.1 mm	SNI 06-2456-1991	60 – 70
Titik Lembek, 25° C	SNI 2434:2011	≥ 48
Daktilitas, 25 ° C, 5 cm/menit	SNI 2432:2011	≥ 100
Titik Nyala, 25° C	SNI 2433:2011	≥ 232
Jenis Pengujian	Metoda	Persyaratan
Berat Jenis (25 ° C) gr/cc	SNI 2441:2011	≥ 1,0
Berat yang Hilang, %	SNI 06-2441:1991	≤ 0,8
Penetrasi Setelah Kehilangan Berat, %	SNI 06-2456-1991	≥ 54
Kelarutan Terhadap CCL ₄ , %	AASHTO T44-03	≥ 99

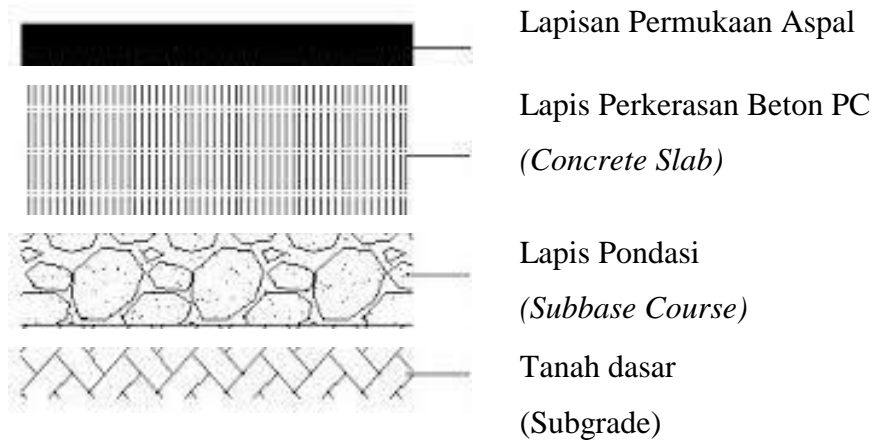
(Sumber : Bina Marga, 2018 Revisi 2)

2.9 Metode Perencanaan Campuran

Setiap jenis campuran laston (AC) yang menggunakan aspal penetrasi 60-70, masing-masing disebut sebagai AC-WC, AC-BC, dan AC-Base, sedangkan yang menggunakan aspal elastomer sintetis (aspal polimer) atau asbuton yang diproses, disebut AC-WC Modifikasi, AC-BC Modifikasi, dan AC-Base Modifikasi. Sifat-sifat campuran laston, harus memenuhi persyaratan yang sudah ditetapkan.

Asphalt Concrete – Wearing Course (AC – WC) merupakan salah satu dari jenis beton aspal campuran panas yang memiliki susunan gradasi rapat (tertutup) dan berfungsi sebagai lapis aus pada perkerasan lentur.

Binder Course (AC-BC), *AC-Base (Asphalt Concrete-Base)*. Untuk lebih jelasnya seperti Gambar dibawah ini :



Gambar 2. 7 Campuran Laston

Sumber : Jurnal teknik Sipil, Naufal Immanurohman, 2021

Tabel 2. 7 Rancangan Campuran Aspal

Sifat-sifat Campuran	Laston		
	Lapis Aus (AC-WC)	Lapis antara (AC-BC)	Lapis Fondasi (AC-Base)
Jumlah tumbukan per bidang	75		112 ³
Rasio partikel lolos ayakan 0,075 mm dengan kadar aspal efektif	Min. 0,6 Maks.1,6		

Sifat-sifat Campuran	Laston		
	Lapis Aus (AC- WC)	Lapis antara (AC-BC)	Lapis Fondasi (AC-Base)
Rongga dalam campuran (%) (VIM)	Min. 3,0 Maks. 5,0		
Rongga dalam agregat (VMA) (%)	15	14	13
Rongga terisi aspal (VFB) (%)	65	65	65
Stabilitas <i>Marshall</i> (kg)		800	1800 ³
Pelelehan <i>Flow</i> (mm)	Min. 2 Maks. 4		Min 3 Maks. 6 ³
Stabilitas Marshall sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60°C	Min. 90		

(Sumber : Bina Marga, 2018 revisi 2)

Rancangan campuran bertujuan untuk mendapatkan resep campuran aspal beton dari material yang terdapat dilokasi sehingga dihasilkan campuran yang memenuhi spesifikasi campuran yang ditetapkan.

2.9.1 Perhitungan Volumetrik Campuran

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

1. 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.

$$Gsb = \frac{P1+P2+ P3+\dots Pn}{\frac{P1}{G1}+\frac{P2}{G2}+\dots+\frac{Pn}{Gn}} \quad (2.2)$$

Keterangan :

Gsb = Berat jenis bulk total Agregat

P1,P2, ... Pn = Presentase masing-masing fraksi agregat

G1,G2, ... Gn = Berat jenis *bulk* masing-masing fraksi agregat

2. Berat jenis efektif agregat

Berat jenis efektif adalah perbandingan antara berat bahan di udara (tidak termasuk rongga yang menyerap aspal) pada satuan volume dan suhu tertentu dengan berat air destilasi dengan volume yang sama dan suhu, tertentu pula

$$Gse = \frac{Gsb+Gsa}{2} \quad (2.3)$$

Keterangan :

Gse = Berat jenis efektif agregat

Pmm = Presentase berat total campuran (=100)

Gmm = Berat jenis maksimum campuran, rongga udara 0 (Nol)

Pb = Kadar aspal berdasarkan berat jenis maksimum

Gb = Berat jenis aspal

3. Berat jenis campuran maksimum Berat

Berat jenis maksimum campuran untuk masing-masing kadar aspal dapat dihitung dengan menggunakan berat jenis efektif (Gse)

$$Gmm = \frac{Pmm}{\frac{Ps}{Gse} + \frac{Pb}{Gb}} \quad (2.4)$$

Keterangan :

4. Penyerapan Aspal

Penyerapan aspal dinyatakan dalam persen terhadap berat agregat total

Gmm = Berat jenis maksimum campuran, rongga udara 0 (Nol)

Pmm = Persentase berat total campuran (=100), P berdasarkan berat jenis maksimum

Ps = Kadar agregat persen terhadap berat total campuran

Gse = Berat jenis efektif agregat

Gb = Berat jenis aspal

tidak terhadap campuran

$$Pba = 100 \frac{Gse - Gsb}{Gse \times Gsb} \quad (2.5)$$

Keterangan :

Pba = Penyerapan aspal, persen total agregat

Gsb = Berat jenis bulk agregat

Gse = Berat jenis efektif agregat

Gb = Berat jenis aspal

2.10 Pengujian *Marshall*

2.10.1 Metode *Marshall*

Konsep dasar dari metode *Marshall* adalah campuran aspal yang dikembangkan oleh *Bruce Marshall*, seorang insinyur bahan aspal bersama-sama dengan *The Mississippi State Highway Department*. Kemudian *The U.S Army Corp Of Engineers*, melanjutkan penelitian dengan intensif dan mempelajari hal-hal yang ada kaitannya. Selanjutnya meningkat dan menambahkan kelengkapan pada prosedur pengujian *marshall* dan pada akhirnya mengembangkan kriteria rancangan campuran pengujiannya, kemudian distandarisasikan di dalam *American Society For Tasting and Materila* 1989 (ASTM d-1559).



Gambar 2. 8 Alat Uji Marshall

Sumber : Dokumentasi Lapangan

Alat *marshall* merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan proving ring (cincin penguji) berkapasitas 22,2 KN (500 Ibs) dan *Flowmete*. *Proving ring* digunakan untuk mengukur nilai stabilitas dan *flow* meter untuk mengukur kelelahan plastis atau *flow*. Benda uji *Marshall* berbentuk silinder berdiameter 4 inchi (10,2 cm) dan tinggi 2,5 inchi (6,35 cm). Prosedur pengujian *marshall* mengikuti SNI 06-2489-1991, atau AASHTO T-245-90, atau ASTM d-1559-76. Prinsip dan metode *marshall* adalah pemeriksaan stabilitas dan kelelahan (*flow*), serta analisis kepadatan dan pori dari campuran padat yang terbentuk.

2.10.2 Pengujian Marshaal Test

Pengujian *Marshall* dilakukan untuk mengetahui nilai stabilitas dan nilai kelelahan (*flow*), serta analisa kepadatan dan pori dari campuran padat yang terbentuk. Pengujian Marshall pada campuran AC-WC digunakan untuk mencari data dari persyaratan campuran dan memperoleh hasil perhitungan akhir dari sifat-sifat *Marshall* seperti:

1. Stabilitas

Stabilitas merupakan kemampuan perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur, dan *bleeding* Kebutuhan akan stabilitas sebanding dengan fungsi jalan dan beban lalu lintas yang akan dilayani. Nilai stabilitas dapat dihitung menggunakan persamaan 2.6 dibawah ini:

$$S = q \times C \times k \quad (2.6)$$

Dengan :

S = Nilai stabilitas terkoreksi (kg)

q = Pembacaan stabilitas pada dial alat marshall

C = Angka koreksi ketebalan

k = Faktor kalibrasi alat

2. Kelelahan (*flow*)

Ketahanan terhadap kelelahan (*flow*) merupakan kemampuan beton aspal dalam menerima lendutan berulang akibat dari repetisi beban, tanpa terjadi kerusakan kelelahan berupa alur dan retak. Hal ini dapat tercapai apabila mempergunakan kadar aspal yang optimal

3. *Voids Filled Bitumen* (VFB)

Voids Filled Bitumen (VFB), menyatakan persentase rongga udara yang terisi aspal pada campuran yang sudah mengalami pemadatan.

$$VFB = \frac{100 (VMA - VIM)}{VMA} \quad (2.7)$$

Keterangan :

VFB : Volume Pori Antar Butir Agregat

VMA : Volume Pori Antar Agregat didalam Campuran

VIM : *Voids In the Mix*

4. *Voids In Mineral Aggregate* (VMA)

Voids In Mineral Aggregate (VMA) adalah rongga udara yang ada diantara mineral agregat diantara campuran aspal yang sudah dipadatkan. Nilai VMA dinyatakan dalam persen (%).

$$VMA = 100 - \frac{G_{mb} \times P_s}{G_{sb}} \quad (2.8)$$

Keterangan :

VMA = Volume Pori Antar Agregat didalam Campuran

- Gmb = Berat Jenis *Bulk* Campuran
 Ps = Kadar Agregat
 Gsb = Berat Jenis *Bulk* dari Agregat

5. *Voids In Mix* (VIM)

Voids In Mix (VIM) merupakan banyaknya rongga di antara butir – butir agregat yang doselimuti aspal. VIM dinyatakan dalam presentase terhadap volume beton aspal

$$VIM = 100 \times \left(\frac{Gmm - Gmb}{Gmm} \right) \quad (2.9)$$

Keterangan :

- VIM = *Void in the Mix*
 Gmm = Berat jenis maksimum campuran
 Gmb = Berat jenis *Bulk* Campuran

6. *Marshall Quotient* (MQ)

Nilai *Marshall Quotient* (MQ) merupakan hasil bagi antara stabilitas dengan kelelehan (*flow*) dan merupakan pendekatan terhadap tingkat kekakuan dan fleksibilitas campuran.

$$QM = \frac{s}{r} \quad (2.10)$$

Keterangan :

- s = nilai stabilitas (kg)
 r = nilai kelelehan (mm)

2.11 Penelitian Terdahulu dan Sekarang

Tabel 2. 8 Penelitian Terdahulu dan Penelitian Sekarang

Keterangan	Penelitian Terdahulu			Penelitian yang Dilakukan
Penulis	Immannurohma, Sudarno, M. Amin (2020)	Rista Siang & Amelia Makmur (2020)	Muhammad Purwoko Sidi (2018)	Habib Nurhuda (2024)
Judul	Pemanfaatan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat kasar pada Perkerasan Laston (AC-WC).	Pengaruh Penggunaan limbah beton terhadap parameter Marshall campuran Aspal Berpori.	Pengaruh Limbah Beton sebagai pengganti Agregat campuran aspal beton Lapis Aus (AC-WC).	Pemanfaatan Limbah Beton K250 Diameter 10-15 Sebagai Substitusi Agregat Kasar Pada Campuran Laston <i>Asphalt Concrete – Wearing Course AC-WC.</i>
Persentase	10%, 15%, 20%	50%, 75%, 100%	20%, 50%, 75%, 100%	0%,15%, 25%, 35%
Jumlah benda uji	-	-	15 Benda Uji	73 Benda Uji

Keterangan	Penelitian Terdahulu			Penelitian Yang Dilakukan
Penulis	Immannurohma, Sudarno, M. Amin (2020)	Rista Siang & Amelia Makmur (2020)	Muhammad Purwoko Sidi (2018)	Habib Nurhuda (2024)
Metode	Bina Marga 2010 revisi 3	SNI 2456:2011 & SNI 1969:2008	Bina marga 2018	Bina Marga 2018 revisi 2
Hasil penelitian	Penambahan limbah beton Marshall yaitu pada nilai Stabilitas, Flow, VIM, VFB, VMA, dan MQ hasil Dengan hasil sebagai berikut : nilai dengan limbah beton 10% sebesar	Secara keseluruhan campuran beraspal berpori dengan menggunakan limbah beton mengalami peningkatan nilai VMA, kecuali untuk benda uji dengan kadar limbah 25%. Penggunaan limbah beton dengan kadar 50%, 75%, dan 100% meningkatkan	Pada penelitian ini menggunakan variasi kadar aspal 5,5%, 6% dan 6,5%. Sampel benda uji yang dibuat berjumlah 5 benda uji tiap kadar aspal dan didapatkan Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 5,89% pada agregat alami dan 5,94% pada limbah beton kemudian di	Pada penelitian ini menggunakan kadar aspal 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, 7%, persentase limbah beton 0%, 15%, 25%, 35%.Benda uji yang dibuat sebanyak 74 Buah masing-masing persentase limbah beton 0%-25% sebanyak 14 benda uji dan 35 % sebanyak 8 buah

Keterangan	Penelitian Terdahulu			Penelitian Yang Dilakukan
<p>Hasil penelitian</p>	<p>1869,30 kg. mm. Nilai VIM aspal optimum 6% dengan limbah beton 15% sebesar 3,83%. Nilai VFB aspal optimum 6% dengan limbah beton 15% sebesar 76,97%. Nilai VMA yang dicapai beton 15% sebesar 76,97%. Nilai VMA yang dicapai VMA yang dicapai dengan limbah beton 15% sebesar 16,64%. Nilai MQ</p>	<p>VMA berturut-turut sebesar 1,81%, 33,16%, dan 14,01%. Hanya benda uji dengan kadar limbah 25% terjadi penurunan VMA sebesar 0,73%. Penggunaan limbah beton dengan kadar yang tinggi dengan kadar yang tinggi meningkatkan nilai MQ. Pada kadar limbah 50%, MQ naik sebesar 22,74%. Demikian pula untuk benda-benda uji dengan kadar limbah 75% dan 100%, yang mengalami peningkatan MQ sebesar 6,56% dan</p>	<p>variasikan dengan campuran 25% alami 75% limbah, 50% alami 50% limbah dan 75% alami 25% limbah. Penelitian ini dilakukan di laboratorium Bahan Konstruksi ITN Malang. Hasil pengujian mendapatkan variasi yang terbaik pada variasi 29%. Dari terbaik pada variasi 29%. Dari terbaik pada variasi 29%. Dari variasi tersebut didapatkan nilai Stabilitas 1093,7 kg, Flow 3,31%, VIM 4,09%, VMA 16,36%, Marshall Quotient 328,73 kg/mm, VFA 74,96%. Semua hasil pengujian pada variasi</p>	<p>benda uji, untuk campuran dan masing- masing persentase limbah beton untuk KAO sebanyak 6 benda uji setiap variasinya. Didapat KAO masing-masing variasi yaitu pada variasi 0% sebesar 5,3%, variasi 15% sebesar 5,3%, variasi 25% sebesar 5,4%, dan 5,3%, variasi 25% sebesar 5,4%, dan variasi 25% sebesar 5,4%, dan variasi 35% sebesar 5,6%. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium PT. Trie Muktie Pertama Putra Tasikmalaya. Hasil pengujian karakteristik marshall mendapatkan pada setiap</p>

Keterangan	Penelitian Terdahulu			Penelitian Yang Dilakukan
<p>Hasil penelitian</p>	<p>limbah beton 15% sebesar 16,64%. Nilai MQ yang Dengan limbah beton 20% sebesar 590,97 kg/mm.</p>	<p>18,44%. Untuk benda uji dengan kadar limbah 25%, MQ turun sebesar 10,31%,</p>	<p>memenuhi persyaratan spesifikasi AC-WC yang telah ditetapkan oleh Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga 2018.</p>	<p>variasi memenuhi persyaratan AC-WC yang ditetapkan oleh Dinas pekerjaan umum dan Bina Marga 2018 Revisi 2</p>